



UNIVERSITAS INDONESIA

**UJI AKTIVITAS PENGHAMBATAN ENZIM
ALFA-GLUKOSIDASE DAN PENAPISAN FITOKIMIA PADA
BEBERAPA TANAMAN FAMILI EUPHORBIACEAE**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Farmasi**

**ANASTASIA BANGUN
0706264431**

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

ii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Anastasia Bangun

NPM : 0706264431

Tanda Tangan : 

Tanggal : 7 Juli 2011

HALAMAN PENGESAHAN

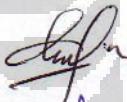
Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Anastasia Bangun
NPM : 0706264431
Program Studi : Farmasi
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase dan Penapisan Fitokimia pada Beberapa Tanaman Famili Euphorbiaceae

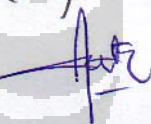
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

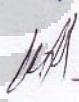
Pembimbing I : Dr. Berna Elya, M.Si, Apt.

()

Pembimbing II : Dr. Katrin, M.S., 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

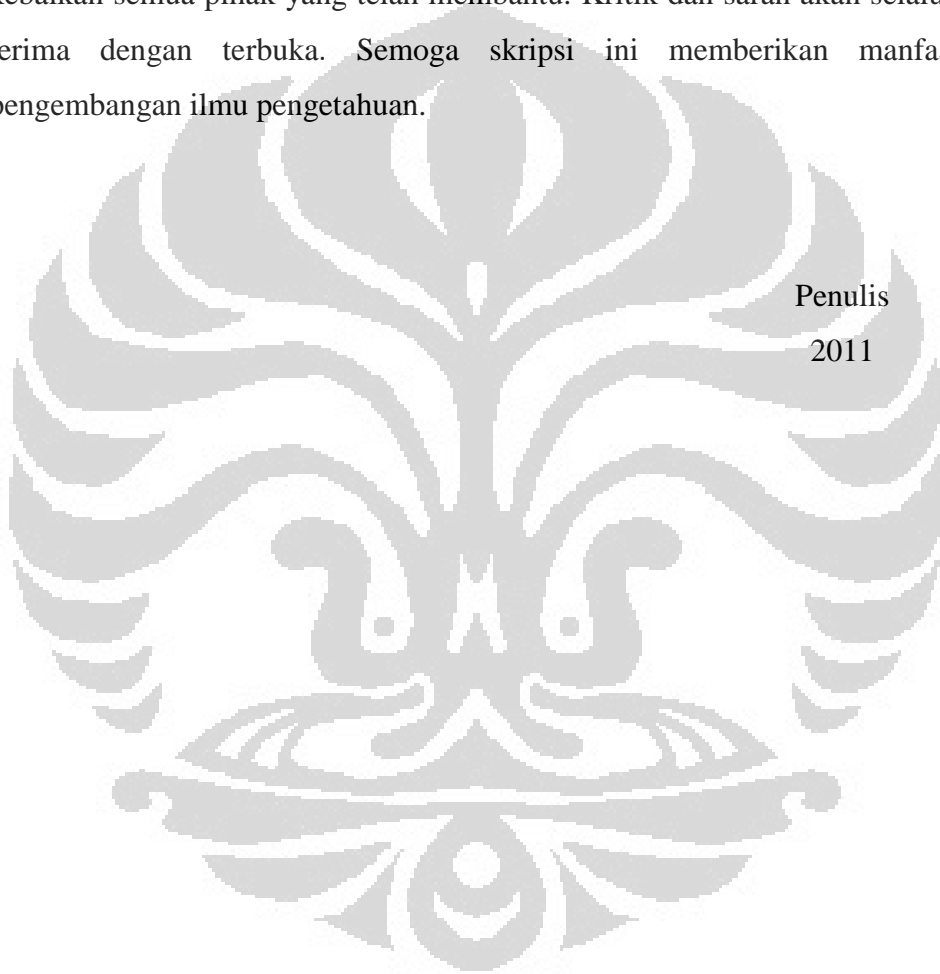
KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi Jurusan Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Berna Elya, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Dr. Katrin, M.S., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Prof. Dr. Yahdiana Harahap, M.S., selaku ketua Departemen Farmasi FMIPA UI dan kepala laboratorium Bio-avaibilitas dan Bio-ekuivalensi Departemen Farmasi FMIPA UI yang telah membantu khususnya dalam memberikan izin penyimpanan enzim;
- (4) Dr. Silvia Surini, M.Pharm.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Farmasi FMIPA UI;
- (5) Bapak dan Ibu staf pengajar Departemen Farmasi FMIPAUI serta laboran Departemen Farmasi FMIPA UI;
- (6) PT. Dexa Medica yang telah memberikan standar akarbose untuk membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (7) Pihak Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Kebun Raya Bogor yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (8) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;

- (9) Sahabat-sahabat farmasi angkatan 2007 dan KBI fitokimia yang telah banyak membantu dan memberi semangat kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini; dan
- (10) Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Kritik dan saran akan selalu penulis terima dengan terbuka. Semoga skripsi ini memberikan 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 : Anastasia Bangun
NPM : 0706264431
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:

Uji Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase dan Penapisan Fitokimia pada Beberapa Tanaman Famili Euphorbiaceae

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 mempublikasikan 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 : 7 Juli 2011

Yang menyatakan



(Anastasia Bangun)

ABSTRAK

Nama : Anastasia Bangun
Program Studi : Farmasi
Judul : Uji Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase dan Penapisan Fitokimia pada Beberapa Tanaman Famili Euphorbiaceae

Diabetes melitus (tipe 1 dan 2) merupakan penyakit hiperglikemia yang jumlah penderitanya di dunia terus meningkat setiap tahun. Diabetes tipe 2 lebih umum terjadi pada populasi penderita diabetes. Pada diabetes melitus tipe 2, penghambatan enzim α -glukosidase merupakan terapi yang bermanfaat untuk menunda absorpsi glukosa setelah makan. Namun obat sintetik yang beredar di pasaran menyebabkan efek samping yang tidak diinginkan sehingga perlu pilihan alternatif yang lebih baik. Salah satu sumber penghambat enzim α -glukosidase berasal dari tanaman. Pada penelitian ini dilakukan skrining berdasarkan pendekatan kemotaksonomi untuk mengetahui aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase dan mengetahui golongan kandungan kimia pada beberapa tanaman famili Euphorbiaceae. Serbuk simplisia diekstraksi menggunakan pelarut etanol 80% dengan cara refluks. Pengukuran aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Hasil uji aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase menunjukkan 14 ekstrak memiliki daya hambat terhadap enzim α -glukosidase yang lebih rendah dari akarbosa (IC_{50} 117,20 $\mu\text{g/mL}$) dengan nilai IC_{50} antara 2,34 $\mu\text{g/mL}$ hingga 64,78 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak daun *Antidesma celebicum* memiliki aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase terbaik dengan nilai IC_{50} sebesar 2,34 $\mu\text{g/mL}$. Hasil uji penapisan fitokimia diketahui golongan senyawa kimia pada 15 ekstrak umumnya mengandung golongan senyawa glikosida, terpenoid/sterol, tanin, saponin dan alkaloid.

Kata kunci : Antidesma, Diabetes Melitus, Euphorbiaceae, Penghambat α -glukosidase
xv + 93 halaman : 22 gambar; 34 tabel; 2 lampiran
Daftar acuan : 64 (1954-2011)

ABSTRACT

Name : Anastasia Bangun
Study Program : Pharmacy
Title : Alpha-Glucosidase Inhibiting Activity and Phytochemical Screening of Some Plants from Euphorbiaceae

Diabetes mellitus (types 1 and 2) is recognized as a serious global health problem that characterized by hyperglycemia. Type 2 diabetes is more common in diabetic populations. In type 2 diabetes mellitus, inhibition of α -glucosidase is a useful treatment to delay the absorption of glucose after meals. Avoiding the adverse effects of current agents, it is still necessary to search alternative for better options. Plants have been a rich source of α -glucosidase inhibitors. In this research, screenings based on chemotaxonomic approach to determine the class of chemical constituents and to know α -glucosidase inhibiting activity of some plants from Euphorbiaceae. The simplisia powder was extracted using ethanol 80% by reflux. Measurement of inhibitory activity of α -glucosidase performed using a spectrophotometer UV-VIS. *In vitro* assays of α -glucosidase activity showed 14 extracts had IC₅₀ values of between 2.34 μ g/mL and 64.78 μ g/mL, which were lower than that of acarbose (117.20 μ g/mL). Leaves extract from *Antidesma celebicum* had the highest α -glucosidase inhibiting activity with an IC₅₀ of 2.34 μ g/mL. The results of phytochemical screening in 15 extracts generally contain glycosides, terpenoids/sterols, tannins, saponins and alkaloids.

Keywords : Antidesma, Diabetes Mellitus, Euphorbiaceae, α -glucosidase inhibitors
xv + 93 pages : 22 figures; 34 tables; 2 appendices
Bibliography : 64 (1954-2011)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Euphorbiaceae	4
2.2. Deskripsi Tanaman	5
2.2.1 <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	5
2.2.2 <i>Antidesma montanum</i> Blume	6
2.2.3 <i>Antidesma celebicum</i>	6
2.2.4 <i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.....	7
2.2.5 <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.....	7
2.2.6 <i>Croton argyratus</i> Blume.....	8
2.2.7 <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.....	8
2.2.8 <i>Galearia filiformis</i> Blume.....	8
2.2.9 <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.....	8
2.2.10 <i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.....	8
2.3. Simplisia	9
2.4. Ekstrak dan Metode Ekstrak	10
2.4.1 Cara Dingin	11
2.4.2 Cara Panas	11
2.5. Diabetes Mellitus	12
2.5.1 Klasifikasi Diabetes Mellitus	12
2.5.2 Diagnosis Diabetes Mellitus	13
2.5.3 Pengobatan Diabetes Mellitus	13

2.6.	Enzim α -glukosidase	15
2.7.	Penghambat Enzim α -glukosidase	15
2.8.	Penapisan Fitokimia.....	16
2.9.	Uji Penghambatan Enzim α -glukosidase	19
2.10.	Mekanisme Penghambatan Aktivitas Enzim	20
2.11.	Spektrofotometer UV-Vis	24
BAB 3.	METODE PENELITIAN	27
3.1.	Tempat dan Waktu	27
3.2.	Bahan	27
3.2.1	Simplisia Uji	27
3.2.2	Bahan Kimia.....	28
3.3.	Alat	28
3.4.	Cara Kerja	28
3.4.1	Penyiapan Bahan	29
3.4.2	Ekstraksi.....	29
3.4.3	Penapisan Fitokimia.....	30
3.4.4	Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -glukosidase.....	32
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1.	Penyiapan Bahan Uji	38
4.2.	Ekstraksi Simplisia	39
4.3.	Penapisan Fitokimia	39
4.4.	Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -glukosidase.....	42
4.4.1	Uji Pendahuluan.....	42
4.4.2	Uji Penentuan Aktivitas Penghambatan α -glukosidase	44
4.4.3	Uji Penentuan Kinetika Penghambatan Enzim	47
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	49
DAFTAR ACUAN		50

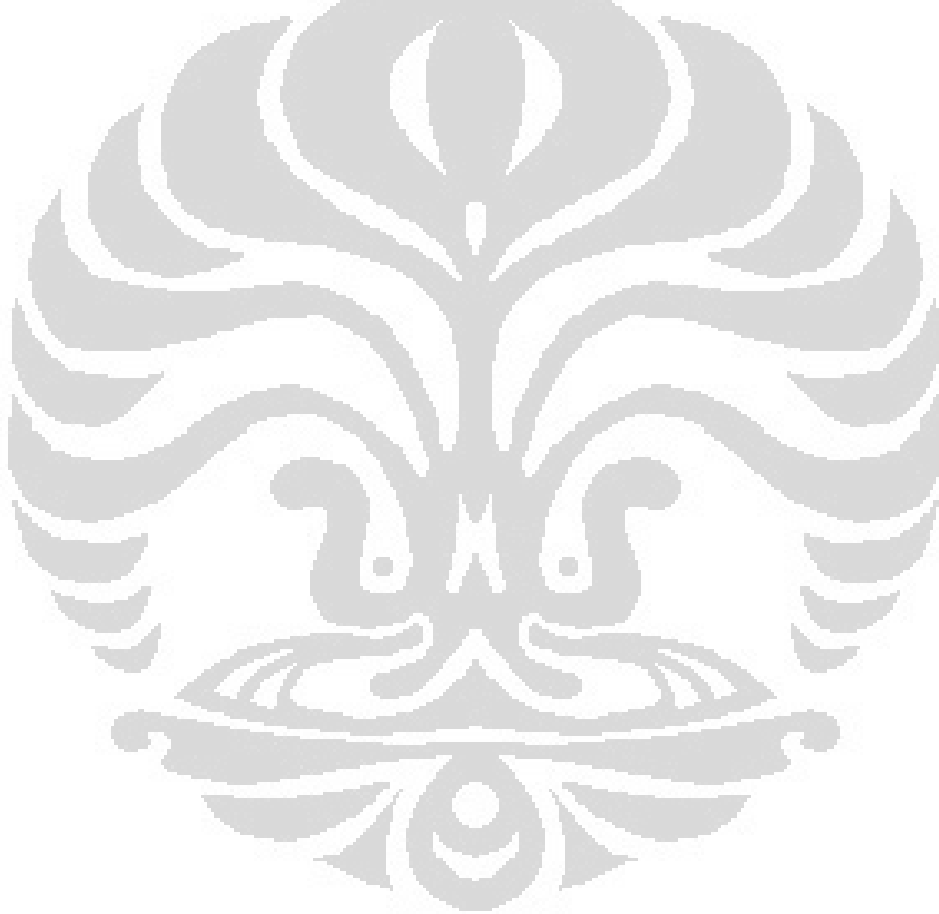
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Kimia Akarbose.....	16
Gambar 2.2	Persamaan Reaksi Enzimatik α -glukosidase dan p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida	20
Gambar 2.3	Lineweaver-Burk Plot.....	21
Gambar 2.4	Skema model penghambatan enzim secara reversibel	22
Gambar 2.5	<i>Lineweaver-Burke plot</i> penghambatan kompetitif enzim.....	23
Gambar 2.6	Skema model penghambatan enzim secara ireversibel	24
Gambar 2.7	<i>Lineweaver-Burke plot</i> penghambatan nonkompetitif enzim.....	24
Gambar 2.8	<i>Lineweaver-Burke plot</i> penghambatan unkompetitif enzim.....	25
Gambar 4.1	Grafik optimasi substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida 0,3125 mM; 0,625 mM; 1,25 mM; 5 mM; 10 dan 20 mM dengan konsentrasi enzim 0,15 U/mL.....	43
Gambar 4.2	Plot Lineweaver-Burk ekstrak daun <i>Antidesma celebicum</i> konsentrasi 2,08 μ g/mL dengan konsentrasi substrat PNPG 1,25; 2,5; 5; 10; dan 20 mM	48
Gambar 4.3	<i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	57
Gambar 4.4	<i>Antidesma celebicum</i>	57
Gambar 4.5	<i>Antidesma montanum</i> Blume.....	58
Gambar 4.6	<i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.	58
Gambar 4.7	<i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	59
Gambar 4.8	<i>Croton argyratus</i> Blume.....	59
Gambar 4.9	<i>Cephalomappa mallotica</i> J.J.Sm.....	60
Gambar 4.10	<i>Galearia filiformis</i> Blume.	60
Gambar 4.11	<i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.....	61
Gambar 4.12	<i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.	61
Gambar 4.13	Spektrum serapan paranitrofenol (PNP) pada panjang gelombang 400 nm dengan konsentrasi akarbose 4,17 μ g/mL; 8,34 μ g/mL; 16,67 μ g/mL; dan 33,34 μ g/mL.....	62
Gambar 4.14	Spektrum serapan paranitrofenol (PNP) dengan konsentrasi ekstrak daun <i>Antidesma celebicum</i> 0,52 μ g/mL; 1,04 μ g/mL; 2,08 μ g/mL; dan 4,17 μ g/mL dalam dapar fosfat pH 6,8 pada panjang gelombang maksimum 400 nm	63

DAFTAR TABEL

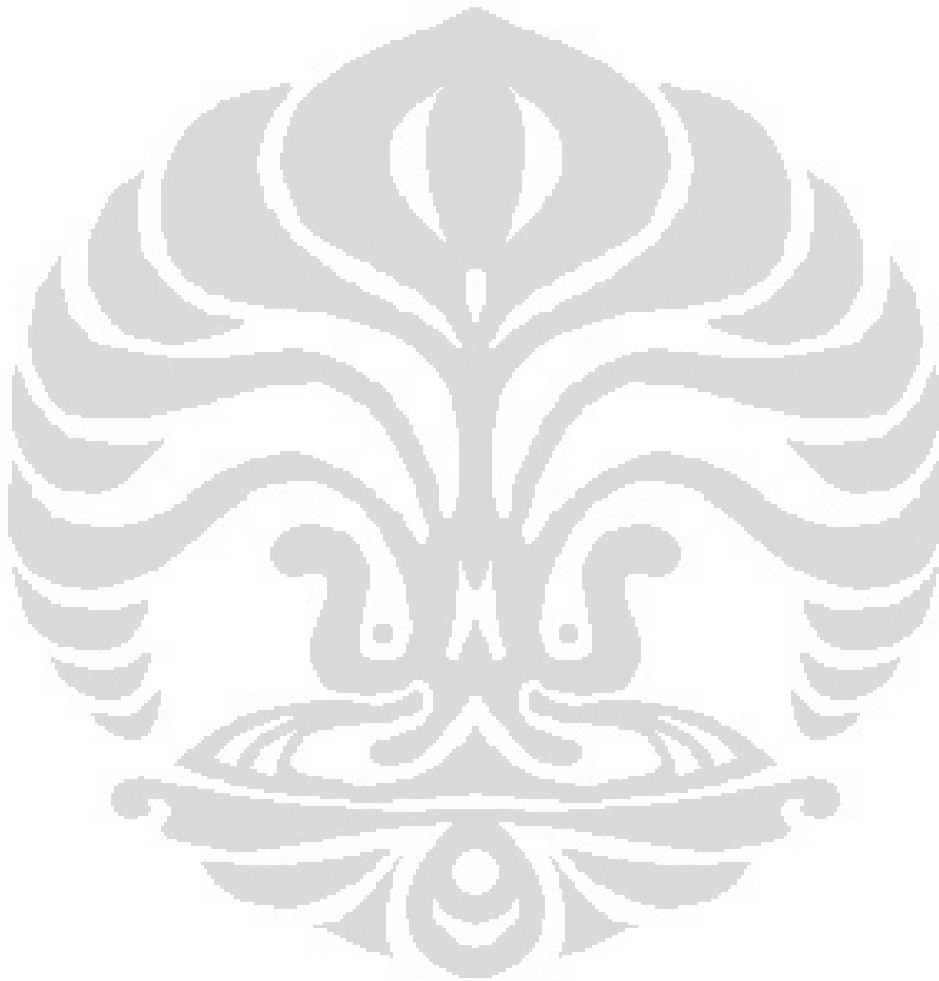
Tabel 3.1	Daftar Sampel Tanaman untuk Simplisia Uji	27
Tabel 3.2	Sistem Reaksi Uji Penghambatan α -glukosidase	36
Tabel 4.1	Hasil Penentuan Aktivitas Penghambatan α -glukosidase (IC ₅₀).....	45
Tabel 4.2	Data <i>Lineweaver-Burk plot</i> Ekstrak daun <i>Antidesma celebicum</i>	47
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Tetapan Michaelis-Menten.....	47
Tabel 4.4	Susut Pengeringan	65
Tabel 4.5	Rendeman Ekstrak	66
Tabel 4.6	Hasil Penapisan Fitokimia pada Ekstrak 80%	67
Tabel 4.7	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa pada Ekstrak Etanol 80% Daun dan Ranting <i>Antidesma Bunius</i> (L.) Spreng.....	68
Tabel 4.8	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa pada Ekstrak Etanol 80% Daun dan Ranting <i>Antidesma Celebicum</i>	68
Tabel 4.9	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa pada Ekstrak Etanol 80% Daun <i>Antidesma Montanum</i> (Blume) dan <i>Antidesma Neurocarpum</i> Miq.....	69
Tabel 4.10	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa pada Ekstrak Etanol 80% Daun <i>Blumeodendron Toksbrai</i> (Blume.) Kurz.....	69
Tabel 4.11	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa Pada Ekstrak Etanol 80% Daun dan Ranting <i>Cephalomappa Malloticarpa</i> J.J.Sm	70
Tabel 4.12	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa Pada Ekstrak Etanol 80% Daun dan Ranting <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	70
Tabel 4.13	Hasil Identifikasi Golongan Senyawa pada Ekstrak Etanol 80% Daun <i>Croton Argyratus</i> Blume, <i>Galearia Filiformis</i> Blume, dan <i>Suregada Glomerulata</i> (Blume) Baill.	71
Tabel 4.14	Data Absorbansi Uji Pendahuluan Penetapan Konsentrasi Enzim	72
Tabel 4.15	Data Absorbansi Uji Pendahuluan Optimasi Konsentrasi Substrat pada Konsentrasi Enzim 0,15 U/mL.....	72
Tabel 4.16	Data Absorbansi Uji Aktivitas Akarbose	73
Tabel 4.17	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	74
Tabel 4.18	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Ranting <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	75
Tabel 4.19	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Antidesma montanum</i> (Blume)	76
Tabel 4.20	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Antidesma celebicum</i>	77
Tabel 4.21	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Ranting <i>Antidesma celebicum</i>	78
Tabel 4.22	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.	79
Tabel 4.23	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	80
Tabel 4.24	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Ranting <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	81
Tabel 4.25	Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Croton argyratus</i> Blume.....	82

Tabel 4.26 Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.	83
Tabel 4.27 Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Ranting <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.....	84
Tabel 4.28 Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Galearia filiformis</i> Blume.....	85
Tabel 4.29 Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.....	86
Tabel 4.30 Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Ranting <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.....	87
Tabel 4.31 Data Absorbansi Uji Aktivitas Ekstrak Daun <i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.....	88
Tabel 4.32 Data Absorbansi Uji kinetika Penghambatan Enzim Ekstrak Daun <i>Antidesma celebicum</i>	89



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja	91
Lampiran 2. Hasil Identifikasi Tanaman	92



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hutan tropis memiliki jumlah spesies tanaman yang luar biasa besar. Kebanyakan masih belum dieksplorasi dan potensial untuk sumber obat. Di hutan tropis Indonesia terdapat 30.000 spesies tumbuhan. Dari jumlah tersebut sekitar 9.600 spesies diketahui berkhasiat obat, tetapi baru 20-22% yang dibudidayakan (Balitbang Kehutanan, 2010). Sebagai negara megabiodiversitas, masih banyak potensi hutan Indonesia yang belum digali untuk dikembangkan sebagai sumber fitofarmaka atau obat modern (Wahyuningsih et al., 2008). Peluang eksplorasi tanaman obat-obatan masih sangat terbuka luas sejalan dengan semakin berkembangnya industri jamu, obat herbal, dan fitofarmaka. Dengan melihat kenyataan tersebut maka usaha-usaha untuk menggali informasi kandungan senyawa kimia dan bioaktivitas tumbuhan obat melalui penelitian ilmiah menjadi sangat penting.

Euphorbiaceae merupakan salah satu famili tumbuhan yang memiliki jumlah genus dan spesies yang cukup banyak tumbuh di Indonesia. Beberapa tumbuhan yang berkhasiat dari tumbuhan famili Euphorbiaceae ini telah diteliti secara ilmiah memiliki efek menurunkan glukosa darah (Soumyanath, 2006). Beberapa tanaman dari famili Euphorbiaceae yang memiliki aktivitas antidiabetes antara lain *Phyllanthus emblica* Linn (Krishnaveni et al., 2010), *Phyllanthus sellowianus* (Hnatyszyn, 2002), *Euphorbia hirta* Linn (Kumar, 2010), *Croton cajucara* dan *Ricinus communis* (Soumyanath, 2006). Diantara 250.000 spesies tumbuhan obat di seluruh dunia diperkirakan masih banyak yang mengandung senyawa antidiabetes melitus yang belum ditemukan (Suharmiati, 2003).

Survey tentang jumlah penderita diabetes di Indonesia oleh *International Diabetes Federation* pada tahun 2007 menunjukkan Indonesia menduduki peringkat keempat di dunia dengan jumlah 14,1 juta jiwa. Sedangkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007, diperoleh bahwa proporsi penyebab kematian akibat diabetes melitus pada kelompok usia 45-54 tahun di daerah perkotaan menduduki peringkat ke-2 yaitu 14,7% (Depkes, 2009). Hampir 90%

penderita diabetes di dunia merupakan penderita diabetes tipe 2. Hiperglikemia *postprandial* berperan penting dalam perkembangan diabetes melitus tipe 2 dan komplikasi yang ditimbulkan menyebabkan berbagai penyakit, seperti penyakit pembuluh darah (Kim, 2008).

Diabetes melitus merupakan penyakit hiperglikemia yang dapat terjadi karena pankreas tidak dapat memproduksi cukup insulin ataupun karena insensitivitas sel terhadap insulin. Hiperglikemia atau peningkatan glukosa darah adalah efek yang paling umum dari diabetes yang tidak terkontrol dan sering kali menyebabkan kerusakan serius pada berbagai sistem tubuh, khususnya sistem saraf dan pembuluh darah (WHO, 2009).

Salah satu pendekatan terapeutik untuk menurunkan hiperglikemia *postprandial* adalah dengan menunda absorpsi glukosa dengan menghambat enzim hidrolisis karbohidrat, seperti α -glukosidase pada organ pencernaan. Pada diabetes melitus tipe 2, penghambatan enzim α -glukosidase merupakan terapi yang bermanfaat untuk menunda absorpsi glukosa setelah makan (Kim, 2008).

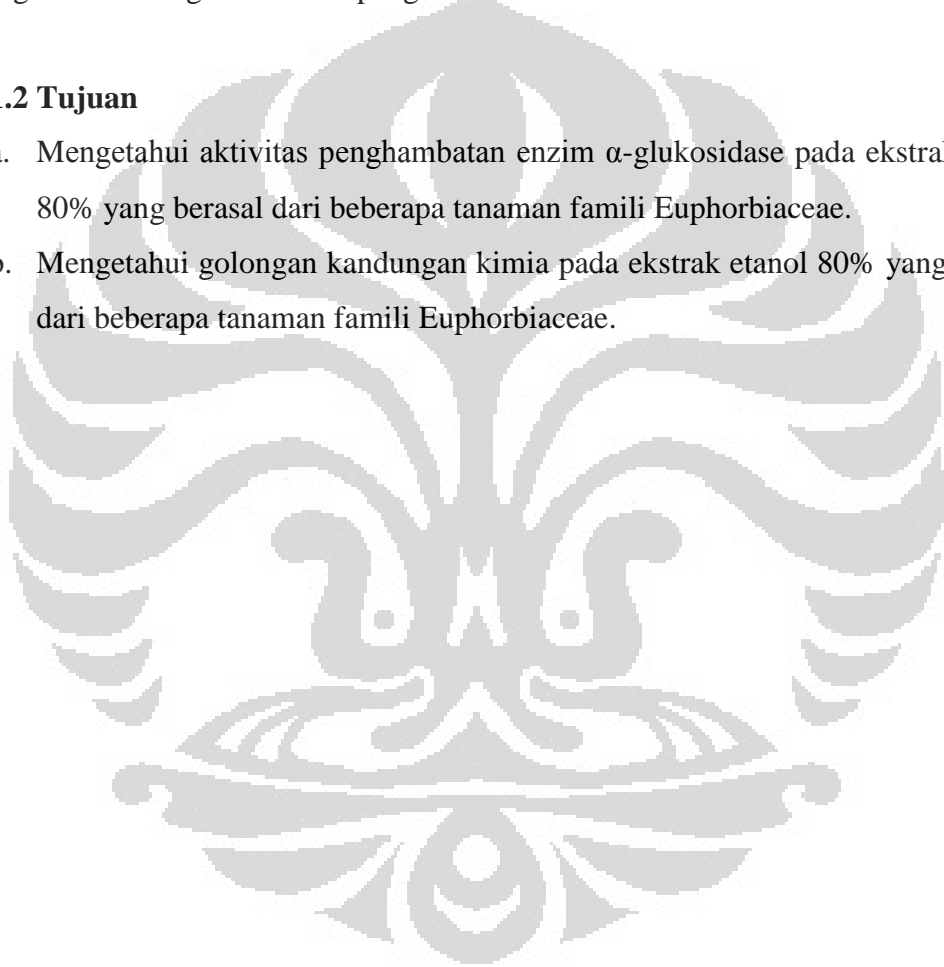
Akarbose, voglibose dan miglitol merupakan penghambat enzim α -glukosidase yang telah digunakan secara klinis (Lee, 2008). Walaupun pengobatan dengan antidiabetik oral relatif efektif dalam mengobati diabetes melitus tipe 2, obat-obat tersebut memiliki efek samping yang perlu diperhatikan, seperti gangguan *gastrointestinal* (Rammohan, 2009). Pengobatan yang dilakukan tidak murah karena penderita diabetes melitus harus mengkonsumsi obat dalam jangka waktu yang cukup lama. Padahal obat sintetis yang dikonsumsi dan beredar di pasaran cukup mahal. Dengan demikian, perlu pilihan alternatif yang memiliki aktivitas pengobatan lebih baik dan efek samping yang rendah (Sio-Hong, 2008).

Pada penelitian ini akan dilakukan penapisan senyawa kimia yang terkandung dalam beberapa tanaman famili Euphorbiaceae. Berdasarkan teori kekerabatan melalui pendekatan sistematika tumbuhan (*Chemotaxonomy*) menunjukkan kandungan kimia yang terdapat pada tumbuhan dalam famili yang sama, akan mempunyai senyawa yang mirip atau saling berhubungan (De Padua, Bunyapraphatsara, & Lemmens, 1999), yang membedakan antara satu dengan yang lainnya adalah kuantitas kandungan kimianya (Wahyuono, 2004).

Pengukuran aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase dilakukan menggunakan alat spektrofotometer. Aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase tersebut kemudian akan dibandingkan dengan aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase yang telah dikenal yaitu akarbose. Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan penelitian tentang uji aktivitas enzim α -glukosidase dan penapisan fitokimia agar dapat memberikan informasi dengan dasar bukti yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengobatan diabetes.

1.2 Tujuan

- a. Mengetahui aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak etanol 80% yang berasal dari beberapa tanaman famili Euphorbiaceae.
- b. Mengetahui golongan kandungan kimia pada ekstrak etanol 80% yang berasal dari beberapa tanaman famili Euphorbiaceae.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Euphorbiaceae

Euphorbiaceae merupakan famili tumbuhan berpembuluh yang mewadahi 1.354 spesies dari 91 genus di kawasan Malesia yang wilayahnya meliputi bagian barat di mulai dari Malaysia, Indonesia, Filipina, hingga Papua Nugini (Whitmore, 1995). Spesies-spesies tanaman yang termasuk dalam famili Euphorbiaceae memiliki deskripsi berupa pohon, perdu, kadang-kadang berair, kerap kali mengandung getah. Daun tersebar, kadang-kadang berhadapan, tunggal atau majemuk menjari, kerap kali dengan daun penumpu. Ujung tangkai daun atau pangkal helaian daun kerap kali dengan kelenjar. Bunga berkelamin satu, berumah satu atau dua, bunga betina dan jantan, kadang-kadang tersusun dalam cyathium. Cyathium merupakan pseudanthium atau "bunga palsu" yang berupa gabungan dari beberapa bunga sesungguhnya. Tenda bunga tunggal atau rangkap, kadang-kadang tidak ada. Kerap kali ada tonjolan menebal pada dasar bunga. Benang sari satu atau lebih dengan keadaan lepas atau melekat (Van Steenis, 1975).

Genus-genus tanaman obat yang termasuk dalam famili Euphorbiaceae antara lain Euphorbia, Pedalanthus, Hevea, Ricinus, Alcurites, Manihot, Jatropha, Croton, Acalypha, Excoecaria, Baccaurea, Antidesma, dan Codiaeum. Seigler (1994) telah mengevaluasi hubungan kekerabatan dalam famili Euphorbiaceae yang menunjukkan sejumlah besar senyawa kimia dari berbagai golongan senyawa kimia yang berbeda-beda. Berdasarkan penelitian tersebut, golongan senyawa alkaloid, glikosida, diterpen, tannin, dan triterpen secara umum dapat mewakili pendekatan kandungan senyawa kimia menurut sisi sistematika tumbuhan (kemotaksonomi) pada famili Euphorbiaceae (Thakur dan Patil, 2011).

Tanaman obat dapat memiliki efek menurunkan glukosa darah antara lain berdasarkan kemampuan menghambat enzim α -glukosidase, menginduksi sekresi insulin dan memperbaiki fungsi insulin (Hui, Tang, dan Go, 2009). Contoh tanaman dari famili Euphorbiaceae yang memiliki efek antidiabetes antara lain *Antidesma madagascariense* (Mahomoodally, 2006), *Croton cajucara* (Farias et

al., 1997), *Euphorbia hirta* (Kumar, 2010), dan *Securinega virosa* (Tanko et al., 2007). Selain itu, beberapa spesies dari famili Euphorbiaceae yang telah diteliti memiliki efek antidiabetes berdasarkan uji penghambatan α -glukosidase antara lain *Phyllanthus amarus* (Ali et al., 2003), *Suregada multiflora* (Nilubon, Bhandari dan Kawabata (2006)), *Drypetes gossweileri* (Ata et al., 2010), dan *Macaranga tanarius* (Gunawan et al., 2010).

2.2 Deskripsi Tanaman

Deskripsi tanaman dari famili Euphorbiaceae yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.2.1 *Antidesma bunius* (L.) Spreng

Tumbuhan berupa pohon atau perdu, tingginya dapat mencapai 30 m, batang jelas sampai 10 m, diameter sampai dengan 1 m, biasanya lurus, sering bergalur, kadang-kadang dengan lebih dari satu batang, cabang muda berbentuk silinder atau pipih, berwarna cokelat. Kulit batang berwarna cokelat karamel, kuning-cokelat keabu-abuan, cokelat atau abu-abu, tipis (1-2 mm), kasar atau halus, biasanya terdapat retak atau terkadang terdapat benjolan kecil yang menyebar. Kulit batang bagian dalam berwarna cokelat kemerahan, merah, merah muda, oranye, putih sampai putih kecokelatan, memiliki tebal 3-6 mm, dan berserat. Daun berbentuk bulat panjang atau bulat telur, perbandingan panjang dengan lebar 2:6, tidak bercabang, kasar, berwarna hijau, bagian bawah permukaan daun berwarna lebih terang atau agak kemerahan (Hoffman, 2006). Nama daerah: (Sumatra) Buni; (Jawa) Huni, Wuni, Burneh; (Maluku) Kata Kuti, Kuti Kata (Indeks Tumbuh-Tumbuhan, 1986).

2.2.2 *Antidesma montanum* Blume

Tumbuhan berupa semak atau pohon yang memiliki tinggi sampai dengan 20 m dengan diameter 40 cm, sering bercabang, kadang-kadang lebih dari satu cabang, cabang menyebar, ranting berwarna cokelat, abu-abu atau hijau; ranting muda berbentuk silinder, sangat sedikit berbulu. Kulit batang berwarna cokelat, abu-abu, hijau atau putih, dengan tebal 0,5 mm sampai 3 mm, halus tapi ada juga yang kasar, kadang-kadang retak atau bersisik, berserat, lunak, bagian dalam

berwarna putih, kehijauan-putih, kuning, merah muda, oranye, merah atau cokelat, tebal 1-5 mm, berserat, lunak, dan kambium berwarna putih. Kayu keras berwarna kuning, cokelat, merah atau merah muda, agak rapuh, halus, tidak berbau dan tidak berasa. Daun berbentuk pisau elips, kadang-kadang sedikit bulat telur atau bulat telur terbalik, atau elips hingga linear, perbandingan panjang dengan lebar 10:2, sedikit berbulu pada bagian bawah, agak mengkilap pada kedua permukaannya, urat utama menonjol, berwarna hijau, kadang-kadang bagian bawah berwarna lebih terang. Nama daerah: (Sumatra) Burunai Pajo, Kayu Aritan, Kayu Simburo, Kayu Djuhut Tasu, Kayu Laman, Kayu Manuk-Manuk, Kayu Motton, Kayu Si Balik Hangin, Kayu Si Basa, Kayu Si Kala, Kayu Si Loppur, Kayu Si Losu, Kukunaw (Bisaya), Lagas-Lagas (Kedayan), Palse Palse, Tutun Burunai Silai; (Jawa) Honi Pasir, Ki Jebak; (Sunda) Ki Seueur atau Seueur Bener (Hoffman, 2006).

2.2.3 *Antidesma celebicum*

Tumbuhan berupa pohon dapat mencapai tinggi sampai dengan 25 m, diameter batang 37 cm, kadang-kadang dengan lebih dari satu batang dan banyak cabang; ranting muda berbentuk silinder, kadang berbulu, dan berwarna cokelat. Kulit batang berwarna abu-abu atau cokelat, tebal 1 mm, halus, retak atau bersisik, kulit bagian dalam berwarna cokelat, kuning, merah muda atau cokelat kemerahan, kuning kemerahan, oranye dan putih atau berwarna cokelat kemerahan. Daun berbentuk memanjang sampai eliptik atau sedikit bulat telur, panjang 10-15 cm dengan lebar 4,5-6,5 cm, hanya berbulu sepanjang tulang daun bagian atas permukaan daun dan sepanjang tulang daun bagian bawah permukaan daun, kusam pada kedua permukaan daun, dan berwarna hijau hingga hijau keabu-abuan pada kedua permukaan daun. Nama daerah: (Sulawesi) Kayu tuah; Lombopale hutan; Ruomo. (Maluku: Halmahera) O kadateke (Hoffman, 2006).

2.2.4 *Antidesma neurocarpum* Miq

Tumbuhan berupa pohon atau perdu, tinggi sampai dengan 23 m, diameter 20 cm, ranting biasanya berwarna putih hingga cokelat ke abu-abuan, juga kuning atau cokelat, cabang muda berbentuk silinder, awalnya berwarna cokelat dan

semakin tua berwarna abu-abu. Kulit batang berwarna cokelat, abu-abu, putih, krem, hijau atau cokelat kemerahan, tebal 1-2 mm, permukaan kulit batang halus, sering mengelupas tetapi tidak retak, kulit batang bagian dalam berwarna putih, hijau, abu-abu, cokelat, merah muda, ungu, merah atau kuning, tebal 1-2,5 mm, berserat, lunak, kambium berwarna kuning, putih, hijau, merah muda atau kemerahan. Kayu keras dan padat. Kayu berwarna putih, kuning, cokelat, merah muda atau merah. Daun berbentuk pisau, oval, elips hingga linear, kadang-kadang berbentuk sabit, panjang 9-14 cm dan lebar 3 - 4 cm, kadang-kadang berekor, bagian atas permukaan daun tidak berbulu dan mengkilap, bagian bawah permukaan daun kusam dan kadang mengkilap, daun yang kering berwarna cokelat kemerahan hingga abu-abu. Nama daerah: (Sumatra) Boriengen Riembo, Ingara Lelen, Kayu Keliengoh, Kayu Si Basa, Kayu Saber Bubu, Kayu Selipei, Useu-Useu Lutung, Sale Sale Balah; (Kalimantan) Beleti Limbo, Kayu Tatum, Mayan Rimbo, Menyalin, Patah Jarum, Pondok, Uhai Arong (Hoffman, 2006).

2.2.5 *Blumeodendron toksbrai* (Blume) Kurz

Tumbuhan berupa pohon dengan tinggi 7-30 m dan cabang gundul. Daun berhadapan atau melingkar; tangkai daun memiliki panjang 25 cm dengan bentuk silinder. Daun berbentuk elips atau oval, panjang 8-19,5 dan lebar 3,5-12 cm, seperti kulit, tumpul tidak berbulu, biasanya dengan pengeringan berwarna hijau keabu-abuan, mengkilap pada permukaan atas. Buah bulat, berdiameter 1,5 cm, keras, berdaging dengan tebal 5 mm (Hoang, 2004). Nama daerah: (Sumatra) Batin-batin, Sieureuh, Keterung; (Jawa) Jebret, Kikukuran, Tokbray, dan Kecipir (Indeks Tumbuh-Tumbuhan, 1986).

2.2.6 *Croton argyratus* Blume

Tumbuhan berupa pohon dengan tinggi 20-27 m. Daun berbentuk oval, panjang 8-26 m, lebar 6-11 cm, permukaan daun bagian bawah cenderung berbulu. Panjang tangkai daun 2,5-18 cm. Buah berbentuk bulat, diameter 1,5-2 cm, dan berlekuk enam. Nama daerah: (Kalimantan) Jarakan, Daun Pakan; (Sumatra) Hamba Raja, Kayu Bulan, Setima, Kamangkih, Leleti; (Jawa) Prakosa,

Tapen, Tapen Kebo, Ki Jahe, Parengpeng, Calik Angin, Leprak, Pas Kapasan (Van Valkenburg, 2002).

2.2.7 *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm

Tumbuhan berupa pohon bercabang, tidak berbulu, cabang berbunga dengan tebal 4,3 mm. Tangkai daun 0,6-1,2 cm, berbulu, daun berbentuk memanjang atau bulat telur, panjang 10-28,2 cm dengan lebar 2,5-6,2 cm, kedua permukaan daun halus dan tidak berbulu. Buah memiliki ukuran 1,1-1,3 cm hingga 2,2 -2, 4 cm, batang buah 2-2,4 mm; dinding buah memiliki tebal 2,8-3 mm, berkayu, bagian dalam halus dan tidak berbulu. Biji memiliki ukuran 1,1-1,3 hingga 0,9-1,1 cm. Nama daerah: (Kalimantan) Bantas, Mingaram, Perupuk Batu (Widuri, 1998).

2.2.8 *Galearia filiformis* Blume

Tanaman berupa perdu hingga pohon kecil dengan tinggi 10 m, batang sampai dengan 3 m, diameter sampai 15 cm; cabang berbunga. Batang pohon berwarna coklat tua dan kuning atau kuning saja. Kulit pohon retak dan sangat keras. Panjang tangkai daun 2-3,5 mm, bagian permukaan atas daun datar, berbulu, berbentuk memanjang atau bulat telur sampai elips, panjang 3-25 cm dan lebar 1,7-8 cm, berwarna coklat-hijau ketika muda, umumnya setelah pengeringan daun berwarna hijau, tipis, datar, permukaan bawah sedikit berbulu (Welzen, 2010). Nama daerah: (Jawa) Ki Tako, Balung Kayu, Jebungan, Jijeg, Drejeg, Endong-endongan (Indeks Tumbuh-Tumbuhan, 1986).

2.2.9 *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm

Tumbuhan berupa pohon dengan tinggi kira-kira 27 m, diameter sampai 20 cm, ranting berbunga 3-5 mm, berwarna coklat muda, berbulu putih. Kulit batang bagian luar berwarna hijau berbintik-bintik, coklat-hitam dengan hijau keputihan, halus bersisik, kulit batang bagian dalam berwarna coklat, kambium berwarna coklat, lapisan kayu terluar berwarna putih sampai coklat kekuningan. Tangkai daun memiliki panjang 1,2-11,2 cm, berwarna putih, daun berbentuk oval (elips), panjang 6,8-37 cm dan lebar 3,2-19 cm, berwarna hijau gelap di permukaan atas,

putih keabu-abuan di permukaan bawah. Nama daerah: (Sumatra) Sempaling; (Jawa) Walih angin; (Kalimantan) Buantik (Van Welzen, 1999).

2.2.10 *Suregada glomerulata* (Blume) Baill

Tanaman berupa perdu atau pohon kecil. Tidak berbulu. Daun sederhana, tangkai daun pendek; berbentuk memanjang dan bergerigi, biasanya berbintik-bintik ketika terpapar cahaya matahari. Bunga terletak berkelompok. Bunga berkelamin tunggal atau biseksual. Buah agak bulat, memiliki tiga lekukan, berdaging, kulit buah halus. Biji berbentuk bulat telur, dan berdaging tipis (Welzen, 2010). Nama daerah: (Sumatra) Limau-Limau (Indeks Tumbuh-Tumbuhan, 1986).

2.3 Simplisia

Simplisia adalah bahan alamiah yang dipergunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apa pun juga dan kecuali dinyatakan lain, berupa bahan yang dikeringkan. Simplisia dibedakan menjadi simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia pelikan (mineral). Simplisia nabati adalah simplisia yang berupa tumbuhan utuh, bagian tumbuhan atau eksudat tumbuhan. Isi sel yang secara spontan keluar dari tumbuhan atau isi sel yang dengan cara tertentu dikeluarkan dari selnya, atau senyawa nabati lainnya yang dengan cara tertentu dipisahkan dari tumbuhannya dan belum berupa senyawa kimia murni disebut sebagai eksudat tumbuhan (Depkes RI, 2000).

Simplisia sebagai produk hasil pertanian atau pengumpulan tumbuhan liar (*wild crop*) tentu saja kandungan kimianya tidak dapat dijamin selalu ajeg (konstan) karena disadari adanya variabel bibit, tempat tumbuh, iklim, kondisi (umum dan cara) panen, serta proses pascapanen dan preparasi akhir (Depkes RI, 2000).

Dalam hal simplisia sebagai bahan baku (awal) dan produk siap dikonsumsi langsung, dapat dipertimbangkan tiga konsep untuk menyusun parameter standar mutu yaitu sebagai berikut (Depkes RI, 2000):

- a. Bahwa simplisia sebagai bahan kefarmasian seharusnya mempunyai tiga parameter mutu umum suatu bahan (material), yaitu kebenaran jenis (identifikasi),

kemurnian (bebas dari kontaminasi kimia dan biologis), serta aturan penstabilan (wadah, penyimpanan dan transportasi).

b. Bahwa simplisia sebagai bahan dan produk konsumsi manusia sebagai obat tetap diupayakan memiliki tiga paradigma seperti produk kefarmasian lainnya, yaitu *Quality-Safety-Efficacy* (mutu-aman-manfaat).

c. Bahwa simplisia sebagai bahan dengan kandungan kimia yang bertanggungjawab terhadap respons biologis untuk mempunyai spesifikasi kimia, yaitu informasi komposisi (jenis dan kadar) senyawa kandungan.

2.4 Ekstrak dan Metode Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dengan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian sehingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Depkes RI, 1995a).

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Simplisia yang diekstrak mengandung senyawa aktif yang dapat larut dan senyawa yang tidak dapat larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain-lain. Struktur kimia yang berbeda-beda akan mempengaruhi kelarutan serta stabilitas senyawa-senyawa tersebut terhadap pemanasan, udara, cahaya, logam berat, dan derajat keasaman. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Depkes RI, 2000).

Tujuan ekstraksi bahan alam adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan alam. Ekstraksi ini didasarkan pada prinsip perpindahan massa komponen zat ke dalam pelarut, dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarutan (Harborn, 1987). Adapun metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut, terdiri dari cara dingin dan cara panas (Depkes RI, 2000).

2.4.1 Cara dingin

a. Maserasi

Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur kamar (25°C). Remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan peyarian maserat pertama dan seterusnya.

b. Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru, yang umumnya dilakukan pada temperatur ruangan. Proses terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahapan maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetasan/ penampungan ekstrak), terus menerus sampai perkolat yang jumlahnya 1-5 kali jumlah bahan.

2.4.2 Cara panas

a. Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur pada titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga proses ekstraksi sempurna.

b. Soxhletasi

Soxhletasi adalah ekstraksi yang umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinu dengan jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

c. Digesti

Digesti adalah maserasi kinetik (dengan pengadukan kontinu) pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur kamar, secara umum dilakukan pada temperatur 40°C - 50°C .

d. Infusa

Infus adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur 96°C - 98°C selama waktu 15-20 menit di penangas air, dapat berupa bejana infus tercelup dalam penangas air mendidih.

e. Dekokta

Dekok adalah infus pada waktu yang lebih lama (≥ 30 menit) dan temperatur sampai titik didih air.

2.5 Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan penyakit hiperglikemia yang ditandai oleh ketiadaan absolut insulin ataupun karena insensitivitas sel terhadap insulin. Insulin merupakan hormon yang mengatur glukosa darah. Hiperglikemia atau peningkatan glukosa darah adalah efek yang paling umum dari diabetes yang tidak terkontrol dan sering kali menyebabkan kerusakan serius pada berbagai sistem tubuh, khususnya sistem saraf dan pembuluh darah (WHO, 2009). Bila diabetes melitus tidak segera di atasi akan terjadi gangguan metabolisme lemak dan protein, dan resiko timbulnya gangguan mikrovaskular atau makrovaskular meningkat (Gunawan, Nafrialdi, dan Elysabeth, 2007).

2.5.1 Klasifikasi Diabetes Melitus

Secara umum diabetes melitus dapat dibedakan menjadi diabetes melitus tipe I, tipe II, dan diabetes gestasional.

2.5.1.1 Diabetes Melitus Tipe I (*Insulin Dependent Diabetes Melitus*)

Diabetes melitus tipe I adalah penyakit hiperglikemia akibat ketiadaan insulin. Pengidap penyakit ini harus mendapat insulin pengganti. Sebagian besar sel beta pulau langerhans yang memproduksi insulin dalam pankreas mengalami kerusakan. Kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh serangan otoimun yang dapat timbul setelah infeksi virus misalnya gondongan (*mumps*), rubela, sitomegalovirus kronik, atau setelah pajanan obat atau toksin (misalnya golongan nitrosamin yang terdapat pada daging yang diawetkan). Tampaknya terdapat pengaruh genetik untuk timbulnya diabetes melitus tipe I (Corwin, 1996).

2.5.1.2 Diabetes Melitus Tipe II (*Noninsulin Dependent Diabetes Melitus*)

Diabetes melitus tipe II adalah penyakit hiperglikemia akibat insensitivitas sel terhadap insulin. DM Tipe II bukan disebabkan oleh kurangnya sekresi insulin,

tetapi karena sel-sel sasaran insulin gagal atau tak mampu merespon insulin secara normal (Depkes RI, 2005). Diabetes melitus tipe II terjadi pada 90% dari semua kasus diabetes. Diabetes Melitus tipe II tampaknya berkaitan dengan kegemukan. Akibatnya, sering terjadi kelambatan dalam sekresi insulin setelah makan dan berkurangnya jumlah total insulin yang dikeluarkan. Selain itu, pengaruh genetik, yang menentukan kemungkinan seseorang mengidap penyakit ini cukup kuat (Corwin, 1996).

2.5.1.3 Diabetes gestasional

Dialami oleh seseorang yang baru menderita diabetes melitus setelah hamil. Padahal sebelumnya kadar glukosa darah dalam keadaan normal. Diabetes dalam masa kehamilan, walaupun umumnya kelak dapat pulih sendiri beberapa saat setelah melahirkan, namun dapat berakibat buruk terhadap bayi yang dikandung. Akibat buruk yang dapat terjadi antara lain peningkatan berat badan bayi ketika lahir dan meningkatnya risiko mortalitas perinatal. Disamping itu, wanita yang pernah menderita Diabetes gestasional akan lebih besar risikonya untuk menderita lagi diabetes di masa depan (Depkes RI, 2005).

2.5.2 – Diagnosis Diabetes Melitus

Diagnosis klinis diabetes melitus umumnya akan dipikirkan apabila ada keluhan khas diabetes melitus berupa poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan penyebabnya. Keluhan lain yang mungkin disampaikan penderita antara lain badan terasa lemah, sering kesemutan, gatal-gatal, mata kabur, disfungsi ereksi pada pria, dan *pruritus vulvae* pada wanita. Apabila ada keluhan khas, hasil pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu lebih dari 200 mg/dl sudah cukup untuk menegakkan diagnosis diabetes melitus. Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa lebih dari 126 mg/dl juga dapat digunakan sebagai patokan diagnosis diabetes melitus (Depkes RI, 2005).

Untuk kelompok tanpa keluhan khas, hasil pemeriksaan kadar glukosa darah abnormal tinggi (hiperglikemia) satu kali saja tidak cukup kuat untuk menegakkan diagnosis diabetes melitus. Diperlukan konfirmasi atau pemastian lebih lanjut dengan mendapatkan paling tidak satu kali lagi kadar gula darah sewaktu yang

abnormal tinggi (>200 mg/dL) pada hari lain, kadar glukosa darah puasa yang abnormal tinggi (>126 mg/dL), atau dari hasil uji toleransi glukosa oral didapatkan kadar glukosa darah paska pembebanan lebih dari 200 mg/dL (Depkes RI, 2005).

2.5.3 Pengobatan Diabetes Melitus

Tujuan pengobatan diabetes melitus adalah secara konsisten menormalkan kadar glukosa darah. Tujuan ini dicapai melalui berbagai cara, yang masing-masing disesuaikan secara individual (Corwin, 1996). Terapi insulin diperlukan oleh pengidap diabetes melitus tipe I dan diabetes melitus tipe II yang gula darahnya tidak dapat dikendalikan dengan diet dan antidiabetik oral (Gunawan, Nafrialdi, dan Elysabeth, 2007). Insulin menurunkan kadar gula darah dengan menstimulasi pengambilan glukosa dan menghambat produksi glukosa hepatic (Sukandar et al., 2008).

Pada pengidap diabetes tipe II, mungkin terjadi defisiensi pelepasan insulin atau insulin yang dihasilkan kurang efektif karena mengalami sedikit perubahan. Pengidap diabetes tipe II dapat diobati dengan obat-obat hipoglikemik oral. Golongan antidiabetik oral yang dapat digunakan untuk diabetes melitus yakni golongan sulfonilurea, meglitinid, biguanid, penghambat α -glukosidase dan tiazolidindion. Kelima golongan ini dapat diberikan pada pasien diabetes melitus tipe II yang tidak dapat dikontrol hanya dengan diet dan latihan fisik saja (Gunawan, Nafrialdi, dan Elysabeth, 2007).

Golongan sulfonilurea dan meglitinid bekerja dengan cara merangsang sel β -pulau Langerhans untuk mengeksresikan insulin. Obat golongan ini tidak berguna bila diberikan pada penderita DM tipe I, karena pada penderita DM tipe I sel β -pulau langerhans sudah rusak, sehingga tidak dapat memproduksi insulin. Obat golongan ini dapat berguna bila diberikan pada penderita DM tipe II (Gunawan, Nafrialdi, dan Elysabeth, 2007).

Golongan biguanid mempunyai mekanisme kerja yang berlainan dengan derivat sulfonilurea, obat-obat golongan ini bekerja dengan cara menghambat glukoneogenesis dan meningkatkan penggunaan glukosa di jaringan. Obat-obat yang termasuk golongan biguanid adalah Metformin, Phenformin dan Buformin.

Golongan thiazolidinedion bekerja dengan cara yang sama dengan derivat biguanid yaitu meningkatkan sensitivitas insulin pada otot, jaringan adiposa dan jaringan tubuh lainnya serta dapat menghambat glukoneogenesis (Sukandar et al., 2008).

2.6 Enzim Alfa-Glukosidase

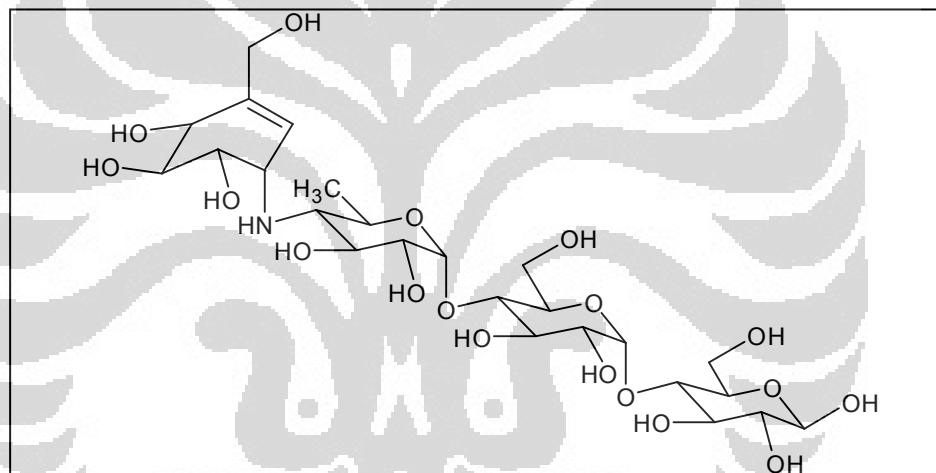
Enzim α -glukosidase adalah enzim yang bertanggung jawab terhadap konversi karbohidrat menjadi glukosa. Enzim α -glukosidase meliputi maltase, isomaltase, sukrase, laktase, dan α -dekstrinase (Soumyanath, 2006). Karbohidrat akan dicerna oleh enzim di dalam mulut dan usus menjadi gula yang lebih sederhana yang kemudian akan diserap ke dalam tubuh dan meningkatkan kadar gula darah. Proses pencernaan karbohidrat tersebut menyebabkan pankreas melepaskan enzim α -glukosidase ke dalam usus yang akan mencerna karbohidrat menjadi oligosakarida yang kemudian akan diubah lagi menjadi glukosa oleh enzim α -glukosidase yang dikeluarkan oleh sel-sel usus halus yang kemudian akan diserap ke dalam tubuh (Bösenberg, 2008). Enzim α -glukosidase menghidrolisis ikatan glikosidik alfa (α) yang terletak diantara residu-residu gula (Champe, Harvey, & Ferrier, 2005). Dengan dihambatnya kerja enzim α -glukosidase menyebabkan penurunan absorpsi monosakarida dan pengurangan kenaikan glukosa *postprandial* (Soumyanath, 2006).

2.7 Penghambat α -Glukosidase

Golongan obat ini bekerja dengan cara menghambat secara reversibel kompetitif terhadap enzim hidrolase α -amilase pankreatik dan enzim-enzim pencernaan di usus halus seperti isomaltase, sukrase dan maltase. Enzim-enzim ini berperan pada hidrolisis karbohidrat makanan menjadi glukosa dan monosakarida lainnya. Dengan dihambatnya enzim α -glukosidase yang terdapat pada *villi* usus halus, proses terbentuknya disakarida dan oligosakarida dicegah dengan penurunan penyerapan karbohidrat pada permukaan usus halus. Pada penderita diabetes melitus, penghambatan terhadap enzim ini menyebabkan penghambatan absorpsi glukosa sehingga menurunkan keadaan hiperglikemia setelah makan (Bösenberg, 2008). Obat yang termasuk golongan ini adalah Akarbose dan di

Indonesia telah dipasarkan dengan nama dagang Glucobay (Bayer) dan Eclid (Dexa Medica).

Akarbose adalah suatu oligosakarida yang diperoleh dari proses fermentasi mikroorganisme, *Actinoplanes utahensis*, dengan nama kimia *O*-4,6-dideoksi-4[[*(1S,4R,5S,6S)*-4,5,6-trihidroksi-3-(hidroksimetil)-2-sikloheksana-1-il]amino]- α -D-glukopiranosil-1(1 \rightarrow 4)-*O*- α -D---glukopiranosil-(1 \rightarrow 4)-D-glukosa. Akarbose merupakan serbuk berwarna putih dengan berat molekul 645,6 bersifat larut dalam air dan memiliki pKa 5,1. Rumus empiriknya adalah $C_{25}H_{43}NO_{18}$ dengan struktur kimia pada Gambar 2.1 (Slagle, 2002; Merck Index, 2001). Efek samping dari akarbose yaitu kembung, buang angin dan diare (Gunawan, Nafrialdi, dan Elysabeth, 2007).



[Sumber: Merck Index, 2001]

Gambar 2.1 Struktur kimia Akarbose

2.8 Penapisan Fitokimia

Salah satu pendekatan untuk penelitian tumbuhan obat adalah penapisan senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman. Cara ini digunakan untuk mendeteksi senyawa tumbuhan berdasarkan golongannya. Sebagai informasi awal dalam mengetahui senyawa kimia apa yang mempunyai aktivitas biologi dari suatu tanaman. Informasi yang diperoleh dari pendekatan ini juga dapat digunakan untuk keperluan sumber bahan yang mempunyai nilai ekonomi lain seperti sumber tanin, minyak untuk industri, dan sumber gum (Teyler, 1988).

Penapisan kimia 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, senyawa fenol, flavonoid, glikosida, terpenoid, steroid, tanin dan saponin (Harborn, 1987).

2.8.1 Alkaloid

Pada umumnya alkaloid merupakan metabolit basa yang mengandung satu atau lebih atom nitrogen biasanya dalam gabungan dari sistem berbentuk siklik, bereaksi dengan pereaksi alkaloid. Menurut sifatnya alkaloid umumnya memiliki sifat padat, walaupun ada yang cair (misalnya nikotina), memutar bidang polarisasi, larut dalam air dan ada yang tidak larut dalam pelarut organik, serta terasa pahit. Alkaloid biasanya diperoleh dengan cara mengekstraksi bahan tumbuhan memakai air yang diasamkan untuk melarutkan alkaloid sebagai garam (Harborn, 1987).

Alkaloid Piperumbellactam A-C yang diisolasi dari *Piper umbellatum* memiliki khasiat antidiabetes dengan mekanisme kerja sebagai penghambat enzim α -glukosidase dengan IC_{50} berturut-turut sebesar 98,07; 43,80; dan 29,64 μ M (Kumar, S., Narwal, Kumar, V., dan Prakash, 2011). Alkaloid juga dapat mempengaruhi peredaran darah dan pernapasan seperti Rauwolfia (terutama sebagai penurun tekanan darah) dan Lobelin (obat asma). Selain itu, ada pula alkaloid yang dapat berkhasiat sebagai antiparasit, seperti alkaloid kina sebagai antimalaria (Sirait, 2007).

2.8.2 Glikosida

Glikosida merupakan suatu senyawa, bila dihidrolisis akan terurai menjadi gula (glikon) dan senyawa lain (aglikon atau genin). Glikosida yang gulanya berupa glukosa disebut glukosida. Gula pada glikosida umumnya berupa glukosa, fruktosa, laktosa, galaktosa dan manosa, tetapi juga dapat berupa gula yang khusus seperti sarmantosa (sarmantosimarini), oleandrosa (oleandrin), simarosa (simarin), dan rutinosa (rutin). Sedangkan aglikon (genin) mempunyai gugus OH dalam bentuk alkoholis atau fenolis (Sirait, 2007).

Glikosida yang berkhasiat obat salah satunya adalah glikosida jantung. Glikosida jantung mempunyai pengaruh terhadap otot jantung dan kontraksi jantung. Aglikon glikosida ini disebut Cardiac Genin. Contoh glikosida jantung adalah digitoksin yang terdapat dalam daun *Digitalis purpurea* (Sirait, 2007). Selain itu, glikosida juga dapat berkhasiat sebagai penghambat enzim α -glukosidase seperti Casuarine 6-O- α -glukosida yang diisolasi dari kulit batang *Syzygium malaccense* L. Meril & L. M. Perry dengan IC_{50} sebesar 5,7 $\mu\text{g/mL}$ (Jung et al., 2006).

2.8.3 Flavonoid

Flavonoid menurut strukturnya merupakan turunan senyawa induk flavon yang terdapat berupa tepung putih pada tumbuhan *Primula*. Flavonoid mengandung sistem aromatik yang terkonjugasi dan karena itu menunjukkan pita serapan kuat pada daerah spektrum UV dan spektrum tampak. Flavonoid umumnya terdapat dalam tumbuhan, terikat pada gula sebagai glikosida dan aglikon flavonoid mungkin saja terdapat dalam satu tumbuhan dalam beberapa bentuk kombinasi glikosida. Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang baik, senyawa ini menghambat banyak reaksi oksidasi baik secara enzimatis maupun non enzimatis (Harborn, 1987).

Flavonoid seperti flavon dapat berkhasiat sebagai stimulan pada jantung dan hesperidin dapat mempengaruhi pembuluh darah kapiler (Sirait, 2007). Selain itu, flavonoid juga dapat berkhasiat sebagai penghambat enzim α -glukosidase seperti Myricetin dan Quercetin dengan IC_{50} masing-masing sebesar 5 μM dan 7 μM (Tadera, Minami, Takamatsu, & Matsuoka, 2006).

2.8.4 Terpen

Terpen tersusun dari molekul isopren $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ dan kerangka karbonnya dibangun oleh penyambungan dua atau lebih satuan C_5 ini. Terpenoid terdiri atas beberapa macam senyawa seperti monoterpen dan seskuiterpen yang mudah menguap, diterpen yang sukar menguap dan yang tidak menguap, triterpen, dan sterol. Senyawa terpen seperti minyak atsiri mempunyai manfaat komersial seperti parfum alami dan perasa dalam industri makanan (Sirait, 2007).

Secara umum senyawa ini larut dalam lemak dan terdapat dalam sitoplasma sel tumbuhan. Biasanya senyawa ini diekstraksi dengan menggunakan eter dan kloroform. Steroid merupakan senyawa triterpen yang terdapat dalam bentuk glikosida. Senyawa ini biasanya diidentifikasi dengan reaksi Lieberman-Bouchard (anhidrat asetat-asam sulfat pekat) yang memberikan warna hijau kehitaman sampai biru (Harborn, 1987).

2.8.5 Tanin

Tanin merupakan senyawa yang terdapat dalam tumbuhan dan tersebar luas, memiliki gugus fenol, memiliki rasa sepat dan mempunyai kemampuan menyamak kulit. Jika bereaksi dengan protein membentuk kopolimer mantap yang tak larut dalam air (Harborn, 1987). Tanin secara kimia dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu tanin kondensasi dan tanin terhidrolisis. Tanin terkondensasi atau flavolan secara biosintesis dapat dianggap terbentuk dengan cara kondensasi katekin tunggal yang membentuk senyawa dimer dan kemudian oligomer yang lebih tinggi. Tanin terhidrolisis mengandung ikatan ester yang dapat terhidrolisis jika dididihkan dalam asam klorida encer.

Dalam industri, tanin adalah senyawa yang berasal dari tumbuhan yang mampu mengubah kulit hewan yang mentah menjadi kulit siap pakai karena kemampuannya menyambung protein (Harborn, 1987). Adapula senyawa golongan tanin yang memiliki khasiat sebagai penghambat α -glukosidase yaitu Macatannin A (IC_{50} 0,80 mM) dan Macatannin B (IC_{50} 0,55 mM) yang diisolasi dari daun *Macaranga tanarius* (Gunawan & Jun, 2010).

2.8.6 Saponin

Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat menimbulkan busa jika dikocok dengan air dan pada konsentrasi yang rendah sering menyebabkan hemolisis sel darah merah pada tikus. Identifikasi dapat dilakukan dengan mengocok ekstrak dengan air hangat di dalam tabung reaksi dan akan timbul busa yang dapat bertahan lama, setelah penambahan HCl 2 N busa tidak hilang (Harborn, 1987). Saponin sering dimanfaatkan sebagai racun ikan. Selain itu,

saponin juga bisa dipakai sebagai prekursor hormon steroid, seperti pada spesies *Yucca* dan *Dioscorea* (Sirait, 2007).

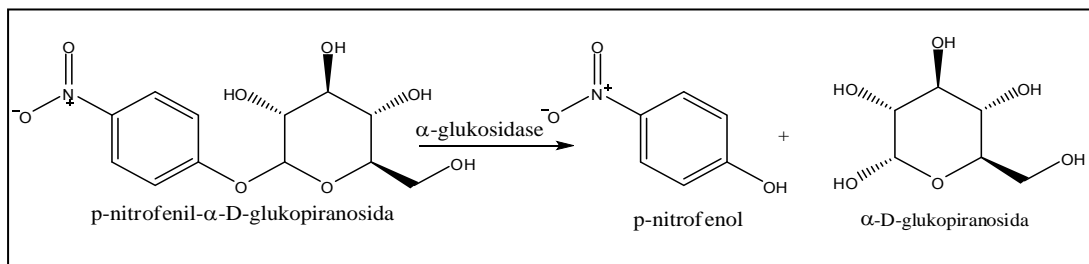
2.8.7 Kuinon

Kuinon adalah senyawa berwarna dan mempunyai kromofor dasar seperti kromofor pada benzokuinon, yang terdiri atas dua gugus karbonil yang berkonjugasi dengan dua ikatan rangkap karbon-karbon. Untuk tujuan identifikasi, kuinon dapat dipilah menjadi empat kelompok: benzokuinon, naftokuinon, antrakuinon, dan kuinon isoprenoid. Tiga kelompok pertama biasanya terhidroklisasi dan bersifat senyawa fenol serta mungkin terdapat *in vivo* dalam bentuk gabungan dengan gula sebagai glikosida atau dalam bentuk kuinol. Reaksi yang khas untuk memastikan adanya suatu pigmen termasuk kuinon ialah reduksi bolak balik yang mengubah kuinon menjadi senyawa tanpa warna, kemudian warna kembali lagi bila terjadi oksidasi oleh udara (Harbone, 1987). Antrakuinon umumnya memiliki khasiat sebagai pencahar, contohnya pada *Rhamni frangulae* dan sena.

2.9 Uji Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase

Sumber utama glukosa pada makanan manusia adalah polisakarida amilum dan disakarida sukrosa serta laktosa. Alfa glukosidase merupakan istilah kolektif yang merujuk pada enzim terikat membrane villi usus halus yang melibatkan pemutusan ikatan alfa pada oligosakarida dan disakarida menjadi glukosa (Soumyanath, 2006). Pada pengujian *in vitro*, enzim α -glukosidase akan menghidrolisis substrat *p*-nitrofenil- α -D-glukopiranosida menjadi *p*-nitrofenol (berwarna kuning) dan glukosa seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.2 (Sugiwati, Setiasi & Afifah, 2009).

Aktivitas enzim diukur berdasarkan hasil absorbansi *p*-nitrofenol. Apabila tumbuhan memiliki kemampuan menghambat enzim α -glukosidase maka *p*-nitrofenol dan glukosa yang dibebaskan dari substrat akan berkurang (Soumyanath, 2006).



[Sumber: Sugiwati, 2009]

Gambar 2.2 Persamaan reaksi enzimatik α -glukosidase dan *p*-nitrofenil- α -D-glukopiranosida

2.10 Mekanisme Penghambatan Aktivitas Enzim

Suatu zat yang dapat mengurangi kecepatan reaksi katalitik enzim disebut dengan inhibitor (Champe, Harvey, dan Ferrier (2005)). Penghambatan enzim dapat terjadi secara reversibel dan ireversibel. Pada penghambatan secara ireversibel terjadi ikatan kovalen antara enzim dan inhibitor, dan aktivitas enzim tidak dapat dipulihkan dengan disosiasi inhibitor. Sedangkan pada penghambatan secara reversibel terjadi ikatan nonkovalen antara inhibitor dengan enzim, dan aktivitas enzim dapat pulih dengan disosiasi inhibitor (McPherson dan Pincus, 2007).

Model reaksi Michaelis-Menten merupakan model sederhana untuk mengukur parameter reaksi katalisis enzim. Persamaan Michaelis-Menten menggambarkan hubungan variasi kecepatan reaksi terhadap konsentrasi substrat:

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

Keterangan:

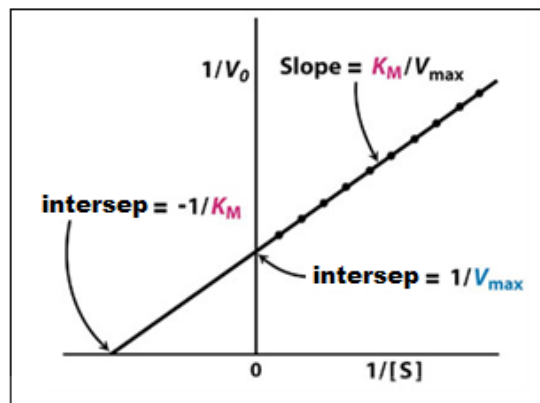
V_o = kecepatan reaksi awal

V_{\max} = kecepatan maksimum

K_m = konstanta Michaelis

$[S]$ = konsentrasi substrat

Jika $1/V_o$ diplotkan terhadap $1/[S]$ maka akan diperoleh garis lurus (gambar 2.3). Plot ini disebut sebagai *Lineweaver-Burke plot* yang dapat digunakan untuk menghitung K_m dan V_{\max} sekaligus untuk mengukur mekanisme aksi inhibitor enzim (Champe, Harvey, dan Ferrier, 2005).



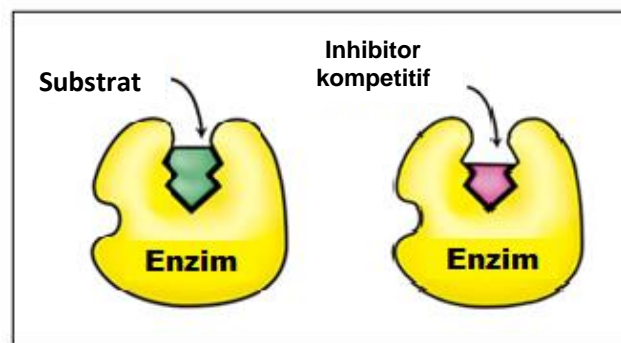
[Sumber: Champe, Harvey, dan Ferrier, 2005]

Gambar 2.3 *Lineweaver-Burke plot*

Inhibitor aktivitas katalitik enzim menghasilkan bahan farmakologik maupun alat riset untuk meneliti mekanisme kerja enzim. Inhibitor dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat kerjanya di enzim, apakah inhibitor tersebut memodifikasikan enzim secara kimiawi, atau pada parameter kinetik yang dipengaruhi. Secara kinetis, kita membedakan dua kelas inhibitor berdasarkan pada apakah peningkatan konsentrasi substrat akan menghambat atau tidak (Murray, Granner, dan Rodwel, 2006). Penghambatan secara reversibel terdiri dari tiga tipe inhibitor yaitu inhibitor kompetitif dan inhibitor nonkompetitif yang merupakan penghambatan enzim yang umum ditemui serta inhibitor unkompetitif yang merupakan tipe penghambatan yang jarang ditemui.

2.10.1 Inhibitor kompetitif

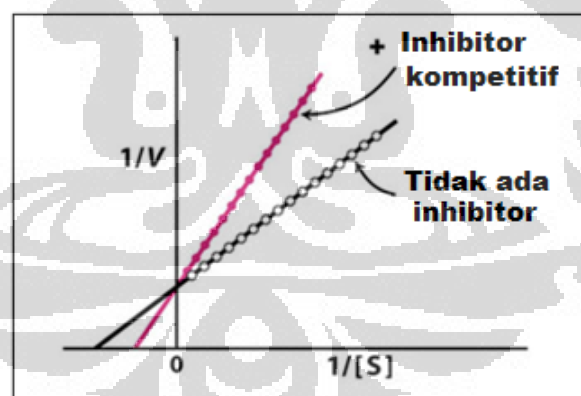
Efek inhibitor kompetitif dapat diatasi dengan meningkatkan konsentrasi substrat. Umumnya, pada inhibisi kompetitif ini, inhibitor (I) berikatan dengan bagian dari sisi aktif yang mengikat substrat sehingga menghambat akses substrat berikatan dengan sisi aktif enzim (Gambar 2.4). Oleh karena itu, struktur kebanyakan inhibitor kompetitif klasik cenderung mirip dengan struktur substrat, dan karenanya disebut analog substrat. Keberadaan inhibitor kompetitif mengakibatkan penurunan jumlah molekul enzim bebas (E) yang tersedia untuk mengikat substrat (S), yaitu untuk membentuk ikatan antara enzim dengan Substrat (ES), dan akhirnya menghasilkan produk (Murray, Granner, dan Rodwel, 2006).



[Sumber: McPherson dan Pincus, 2007]

Gambar 2.4 Skema model penghambatan enzim secara reversibel. Inhibitor kompetitif berikatan dengan sisi aktif enzim sehingga mencegah substrat berikatan dengan sisi aktif enzim.

Efek inhibitor kompetitif dapat ditunjukkan dengan karakteristik *Lineweaver-Burke plot* dimana plot reaksi penghambatan dan tanpa penghambatan berpotongan di sumbu y pada $1/V_{\max}$ (V_{\max} tidak berubah). Reaksi penghambatan dan tanpa penghambatan menunjukkan perpotongan sumbu x yang berbeda, mengindikasikan peningkatan K_m dengan keberadaan inhibitor kompetitif (Gambar 2.5).



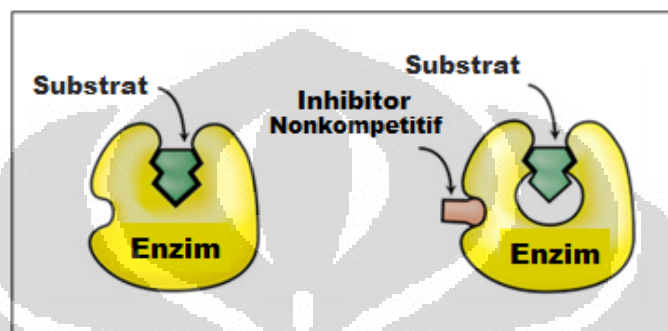
[Sumber: Champe, Harvey, dan Ferrier, 2005]

Gambar 2.5 *Lineweaver-Burke plot* penghambatan kompetitif enzim

2.10.2 Inhibitor Non kompetitif

Pada inhibisi nonkompetitif, pengikatan inhibitor tidak mempengaruhi pengikatan substrat. Oleh karena itu, inhibitor nonkompetitif (I) dapat berikatan dengan enzim bebas (E) maupun kompleks enzim-substrat (ES) pada sisi aktif yang berbeda dengan sisi aktif substrat membentuk kompleks EI dan EIS (Gambar

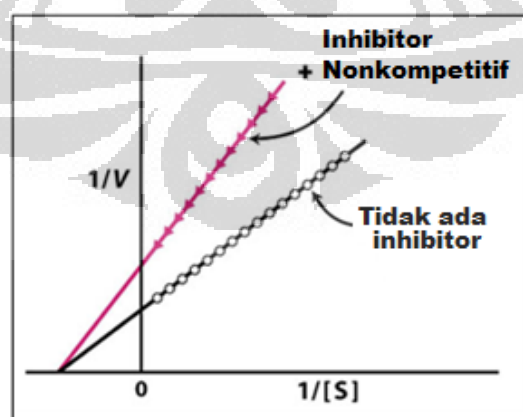
2.6). Namun, sementara kompleks enzim-inhibitor tetap dapat mengikat substrat, namun efisiensinya mengubah substrat menjadi produk berkurang. Untuk inhibisi nonkompetitif sederhana, E dan EI memiliki afinitas yang sama terhadap substrat, dan kompleks EIS menghasilkan produk pada kecepatan yang hampir dapat diabaikan. Inhibisi nonkompetitif yang lebih kompleks terjadi jika pengikatan inhibitor memang mempengaruhi afinitas enzim terhadap substrat (Murray, Granner, dan Rodwel, 2006).



[Sumber: McPherson dan Pincus, 2007]

Gambar 2.6 Skema model penghambatan enzim secara ireversibel. Inhibitor nonkompetitif berikatan dengan sisi enzim yang berbeda dengan sisi aktif yang berikatan dengan substrat.

Penghambatan nonkompetitif memiliki efek berbeda pada *Lineweaver-Burke plot* dibandingkan penghambatan kompetitif. Keberadaan nonkompetitif inhibitor menyebabkan terjadinya penurunan V_{\max} sedangkan K_m tidak berubah (Gambar 2.7).

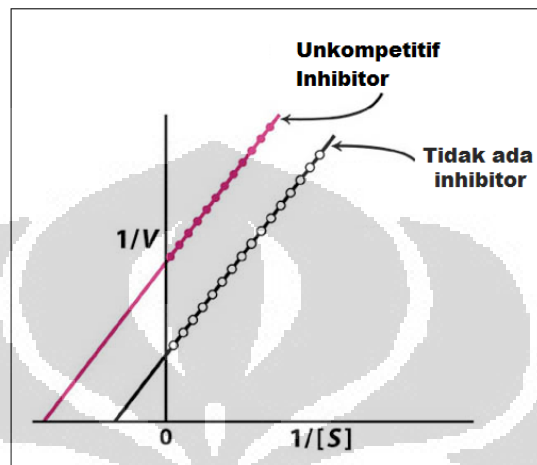


[Sumber: Champe, Harvey, dan Ferrier, 2005]

Gambar 2.7 *Lineweaver-Burke plot* penghambatan nonkompetitif enzim

2.10.3 Inhibitor Unkompetitif

Hanya berikatan dengan kompleks enzim-substrat tetapi tidak pada enzim bebas. Ikatan yang terjadi antara enzim dan substrat mengakibatkan perubahan konformasi yang membentuk tempat ikatan bagi inhibitor (McPherson dan Pincus, 2007). Hal tersebut mengakibatkan penurunan K_m dan V_{max} (Gambar 2.8).



[Sumber: McPherson dan Pincus, 2007]

Gambar 2.8 *Lineweaver-Burke plot* penghambatan unkompetitif enzim

2.11 Spektrofotometer UV-VIS

Spektrum UV-Vis merupakan hasil interaksi antara radiasi elektromagnetik (REM) dengan molekul. Radiasi elektromagnetik atau gelombang elektromagnetik adalah sejenis energi yang disebarkan oleh suatu sumber cahaya dan bergerak lurus ke depan (kecuali kalau dibiaskan dipantulkan) dengan kecepatan yang sangat tinggi. Gelombang elektromagnetik dapat berupa cahaya tampak, panas radiasi, sinar X, sinar UV, gelombang mikro, dan gelombang radio. Bentuk energi radiasi elektromagnetik mempunyai sifat gelombang dan partikel/foton (Harley & Wiberley, 1954).

Pengukuran serapan dapat dilakukan pada panjang gelombang daerah ultraviolet (panjang gelombang 190 nm–380 nm) atau pada daerah cahaya tampak (panjang gelombang 380 nm–780 nm).

Spektrum serapan adalah hubungan antara serapan dengan panjang gelombang yang biasanya digambarkan dalam bentuk grafik. Untuk mengidentifikasi suatu zat pada daerah ultraviolet pada umumnya dilakukan dengan menggambarkan

spektrum serapan larutan zat dalam pelarut, dan dengan kadar yang tertera seperti pada monografi, untuk menetapkan serapan maksimum atau minimum. Spektrum serapan dari zat yang diperiksa kadang-kadang perlu dibandingkan dengan pembanding kimia yang sesuai. Pembanding kimia tersebut dikerjakan dengan cara yang sama dan kondisi yang sama dengan zat yang diperiksa. Blanko digunakan untuk koreksi serapan yang disebabkan pelarut, pereaksi, sel ataupun pengaturan alat. Pengukuran serapan biasanya dilakukan pada panjang gelombang serapan maksimum atau yang tercantum dalam monografi (Depkes RI, 1995a).

Senyawa atau zat yang dapat diperiksa adalah yang memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang lebih dikenal dengan istilah kromofor. Senyawa yang mengandung 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, -NH₂, -NO₂, -X.

Alat spektrofotometer pada dasarnya terdiri dari sumber sinar monokromator, tempat sel (kuvet) untuk zat yang diperiksa, detektor, penguat arus, dan alat ukur atau pencatat. Spektrofotometer dapat bekerja secara otomatis ataupun tidak, dapat mempunyai sistem sinar tunggal atau ganda. Kuvet yang digunakan untuk pengukuran pada daerah ultraviolet dibuat dari silika, sedangkan untuk pengukuran pada daerah cahaya tampak dibuat dari kaca. Kuvet dengan tebal 1 cm adalah kuvet yang banyak digunakan (Depkes RI, 1995a).

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 (Harmita, 2006; Harmita et al., 2006).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Fitokimia dan Laboratorium Kimia Kuantitatif Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia (FMIPA UI) Depok. Penelitian dimulai pada bulan Februari hingga Mei 2011.

3.2. Bahan

3.2.1 Simplisia Uji

Simplisia yang digunakan dalam penelitian ini berupa daun dan ranting dari tanaman famili Euphorbiaceae seperti yang tertera dalam Tabel 3.1. Simplisia uji berasal dari Kebun Raya Bogor dan telah diidentifikasi oleh Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Tabel 3.1 Daftar sampel tanaman untuk simplisia uji

No	Spesies Tanaman	Bagian tanaman yang digunakan
1.	<i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	Ranting dan daun
2.	<i>Antidesma montanum</i> (Blume)	Daun
3.	<i>Antidesma celebicum</i>	Ranting dan daun
4.	<i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.	Daun
5.	<i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	Ranting dan daun
6.	<i>Croton argyratus</i> Blume.	Daun
7.	<i>Cephalomappa mallotica</i> J.J.Sm.	Ranting dan daun
8.	<i>Galearia filiformis</i> Blume.	Daun
9.	<i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	Ranting dan daun
10.	<i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.	Daun

3.2.2 Bahan Kimia

Enzim α -glukosidase (*Saccharomyces cerevisiae*, Sigma-Aldrich, USA), *bovine serum albumin* (Merck, Jerman), paranitrofenil α -D-glukopiranosida (Sigma-Aldrich, Swiss), akarbose, iodium, kalium iodida, bismuth nitrat, raksa (II) klorida, α -naftol (Merck, Jerman), kalium dihidrogen fosfat (Merck, Jerman), natrium hidoksida (Univar, USA), dimetil sulfoksida (Merck, Jerman), natrium karbonat (Merck, Jerman), asam klorida (Merck, Jerman), natrium sulfat anhidrat (Merck, Jerman), asam nitrat (Merck, Jerman), asam asetat anhidrat (Univar, USA), serbuk seng (Merck, Jerman), serbuk magnesium (Merck, Jerman), serbuk asam borat, serbuk asam oksalat, natrium klorida (Mallinkrodt chemicals, USA), gelatin, besi (III) klorida, asam sulfat (Merck, Jerman), etanol (teknis), metanol (Merck, Jerman), aseton (Merck, Jerman), *wash benzene* (teknis), eter (teknis).

3.3. Alat

Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-265, Jepang), *shakingbath incubator* (Lab-Line Instruments), lemari pendingin (Panasonic), penguap vakum putar (Janke & Kunkel IKA, Jerman), oven (Hotpack vacuum oven), alat penggiling (Phillips), timbangan analitik (Acculab), pHmeter (Eutech pH-510), alat refluks, kondensor, penangas air, tabung reaksi, termometer, erlenmeyer, beaker glass, *vortex mixer* (VM-2000), pipet volume, pipet mikro 10-100 μ l dan 100-1000 μ l (Eppendorf dan Socorex), pipet tetes, cawan penguap, labu takar, gelas ukur, kuvet kuarsa (Merck, Jerman), plat tetes, batang pengaduk, spatel, sendok tanduk, gelas arloji.

3.4. Cara Kerja

Secara umum tahapan penelitian terdiri dari penyiapan bahan, ekstraksi, penapisan fitikomia, dan uji aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase yang terdiri dari uji pendahuluan penentuan konsentrasi enzim α -glukosidase, penentuan konsentrasi optimum substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida, penentuan persen inhibisi, IC_{50} serta kinetika penghambatan enzim.

3.4.1 Penyiapan Bahan

a. Pengumpulan Bahan Baku

Bagian tanaman berupa daun dan ranting diambil dari Kebun Raya Bogor.

b. Sortasi Basah

Bagian tanaman yang tidak dikehendaki dipisahkan dari bagian tanaman yang diinginkan.

c. Pencucian

Bagian tanaman yang telah disortasi basah selanjutnya dicuci dan dibersihkan dari kotoran debu dan tanah menggunakan air mengalir.

d. Perajangan

Bagian tanaman yang telah dicuci kemudian dikeringkan pada suhu kamar hingga air bekas cucian mengering lalu ditimbang.

e. Pengerinan

Bagian tanaman dikeringkan dengan cara diangin-anginkan tanpa dikenai sinar matahari langsung. Untuk bagian tanaman yang relatif keras dan tebal, pengeringan dibantu dengan oven pada suhu 40°C.

f. Sortasi Kering

Setelah proses pengeringan, benda-benda asing dan bagian-bagian tanaman yang masih tertinggal pada simplisia kering dipisahkan.

g. Pembuatan Serbuk

Simplisia kering dihaluskan menjadi serbuk menggunakan alat penggiling.

3.4.2 Ekstraksi

Serbuk simplisia seberat 20 gr di ekstraksi menggunakan 150 ml etanol 80% dengan cara direfluks selama 1 jam, dilakukan sebanyak 3 kali. Ekstrak yang didapat kemudian diuapkan pelarutnya menggunakan penangas air pada suhu 50°C hingga menjadi ekstrak kental.

3.4.3 Penapisan Fitokimia

3.4.3.1 Identifikasi Alkaloid (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dengan 10 ml campuran air suling dan HCL 2 N (9:1), kemudian dipanaskan selama 2 menit. Selanjutnya disaring dan 1 mL filtrat digunakan sebagai larutan percobaan yang selanjutnya dilakukan sebagai berikut :

- a. Ditambahkan 2 tetes Bouchardat LP. Hasil positif dengan terbentuk endapan coklat sampai hitam.
- b. Ditambahkan 2 tetes Mayer LP. Hasil positif dengan terbentuk endapan menggumpal berwarna putih atau kuning yang larut dalam metanol.
- c. Ditambahkan 2 tetes Dragendorff LP. Hasil positif terbentuk endapan jingga coklat.

3.4.3.2 Identifikasi Glikosida (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental ditambahkan 15 mL HCl 10%. Selanjutnya direfluks selama 5 menit, didinginkan kemudian disaring. Filtrat dicuci dengan 10 mL eter dilakukan sebanyak 3 kali. Kemudian filtrat dikumpulkan dan diuapkan, ditambahkan natrium sulfat anhidrat, disaring dan diuapkan, ditambahkan 2 mL metanol P dan larutan ini digunakan sebagai larutan percobaan.

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

3.4.3.3 Identifikasi Saponin (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 mL air suling panas, dinginkan, dikocok kuat-kuat selama 10 detik. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang mantap tidak

kurang dari 5 menit, setinggi 1 cm sampai 10 cm, saat ditambahkan 1 tetes asam klorida 2 N, buih tidak hilang.

3.4.3.4 Identifikasi Flavonoid (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dalam 5 ml etil asetat kemudian ditunggu hingga dingin dan disaring. Filtrat masing-masing 1 ml selanjutnya diberikan perlakuan sebagai berikut:

- a. Dilarutkan dalam 1-2 mL etanol (95%), kemudian ditambahkan 0,5 gram serbuk seng P dan 2 mL asam klorida 2 N dan didiamkan selama 1 menit. Kemudian ditambahkan 10 tetes asam klorida pekat. Dalam waktu 2 sampai 5 menit terjadi warna merah intensif, menunjukkan adanya flavonoid (glikosida-3-flavonol).
- b. Dilarutkan dalam 1 mL etanol (95%) P. Kemudian ditambahkan 0,1 gram serbuk magnesium P dan 10 tetes asam klorida pekat. Jika terjadi warna merah jingga sampai merah ungu menunjukkan adanya flavonoid. Warna kuning jingga menunjukkan adanya flavon, kalkon dan auron.
- c. Ditambahkan 2 ml aseton P, ditambahkan sedikit demi sedikit serbuk halus asam borat P dan serbuk halus asam oksalat P, dipanaskan hati-hati di atas penangas air dan pemanasan yang berlebihan dihindari. Campur sisa yang diperoleh dengan 10 ml eter. Selanjutnya diamati dengan sinar ultraviolet 366 nm; larutan berfluorosensi kuning intensif, menunjukkan adanya flavonoid.

3.4.3.5 Identifikasi Tanin (Farnsworth, 1966)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dalam 15 mL air panas dididihkan selama 5 menit. Filtrat disaring kemudian masing-masing 1 ml filtrat dikerjakan sebagai berikut :

- a. Ditambahkan beberapa tetes FeCl_3 1% dan diamati pembentukan warna biru-hitam atau hitam kehijauan.
- b. Ditambahkan beberapa tetes larutan gelatin 10% dan diperhatikan adanya endapan.
- c. Ditambahkan larutan gelatin 1% yang mengandung 10% NaCl menimbulkan endapan (Trease & Evans, 1978).

3.4.3.6 Identifikasi Antrakuinon (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dengan 5 mL asam sulfat 2 N, panaskan sebentar kemudian didinginkan. Ditambahkan 10 mL wash benzene P, kocok, diamkan. Lapisan benzene dipisahkan dan disaring, filtrat berwarna kuning menunjukkan adanya antrakuinon. 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 Identifikasi Sterol-Terpen (Farnsworth, 1966)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dalam 5 ml eter kemudian diuapkan di dalam cawan penguap. Ke dalam residu ditambahkan 2 tetes asam asetat anhidrat, kemudian 1 tetes asam sulfat pekat akan terbentuk warna merah-hijau atau violet-biru.

3.4.4 Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -Glukosidase

Secara umum uji aktivitas penghambatan enzim α -Glukosidase terdiri dari uji pendahuluan penentuan konsentrasi enzim α -glukosidase, penentuan konsentrasi optimum substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida, penentuan persen inhibisi, IC_{50} serta kinetika penghambatan enzim.

3.4.4.1 Uji Pendahuluan

a. Penyiapan Enzim α -glukosidase

Larutan enzim dibuat dengan melarutkan 100 unit α -glukosidase dalam 100 ml dapar fosfat pH 6,8 yang mengandung 200 mg bovine serum albumin. Larutan enzim tersebut diencerkan dengan dapar fosfat pH 6,8 hingga didapatkan 1 U/mL. Selanjutnya larutan enzim yang mengandung 1 U/mL diencerkan dengan dapar fosfat pH 6,8 hingga didapatkan 0,15 U/mL.

b. Penyiapan Substrat p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG)

Larutan substrat dibuat dengan melarutkan 60,25 mg p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida dalam 10 ml dapar fosfat pH 6,8 hingga didapatkan 20 mM.

Larutan substrat 20 mM dipipet 5 ml lalu diencerkan ke dalam labu ukur 10 ml hingga didapatkan larutan substrat 10 mM, 5 mM, 2,5 mM, 1,25 mM, dan 0,625 mM.

c. Penentuan Konsentrasi Enzim α -glukosidase

Larutan 10 μ l DMSO dan dapar fosfat pH 6,8 sebanyak 490 μ L dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Lalu ditambahkan 250 μ L substrat masing-masing 10 dan 20 mM p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG) dan diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37⁰C. Kedalam sampel ditambahkan 250 μ L enzim α -glukosidase dengan variasi konsentrasi 0,3 U/mL; 0,15 U/mL; 0,075 U/mL dan 0,0375 U/mL yang berasal dari pengenceran larutan enzim yang mengandung 1 U/mL dengan dapar fosfat pH 6,8. Selanjutnya diinkubasi selama 15 menit pada suhu 37⁰C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 2000 μ L Natrium karbonat 200 mM. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

d. Penentuan Konsentrasi Optimum Substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida

Larutan 10 μ l DMSO dan dapar fosfat pH 6,8 sebanyak 490 μ L dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Lalu ditambahkan 250 μ L substrat masing-masing 20 dan 40 mM p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG) dan diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37⁰C. Kedalam sampel ditambahkan 250 μ L enzim α -glukosidase dengan konsentrasi 0,15 U/mL dalam dapar fosfat pH 6,8. Campuran diinkubasi selama 15 menit pada suhu 37⁰C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 2000 μ L Natrium karbonat 200 mM. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

e. Perhitungan Aktivitas Enzim (Sigma Aldrich, 1996)

$$\text{Volume Activity (U/ml)} = \frac{(A_s - A_0) \times V_{\text{tot}} \times d_f}{18,3 \times V_e \times t} \quad (3.1)$$

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

Keterangan:

18,3 = koefisien ekstingsi milimolar PNP pada kondisi uji ($\text{cm}^2/\mu\text{mol}$)

As	= absorbansi sample
A ₀	= absorbansi blanko (penambahan enzim setelah natrium karbonat)
df	= faktor pengenceran
V _{tot}	= volume larutan uji
V _e	= volume larutan enzim
t	= waktu inkubasi enzim (menit)
C	= konsentrasi α-glukosidase dalam sampel (mg/ml)

Satu unit α-glukosidase didefinisikan sebagai jumlah enzim yang diperlukan untuk melepas 1 μmol D-glukosa dari p-Nitrofenol per menit pada pH 6,8 dan suhu 37°C.

3.4.4.2 Uji Penentuan Persen Penghambatan dan IC₅₀ (Dewi et al., 2007 dan Sugiwati, Setiasi, & Afifah, 2009)

a. Penyiapan Ekstrak

Ekstrak ditimbang seberat 100 mg dan ditambahkan dimetil sulfoksida (DMSO) hingga larut kemudian dicukupkan dengan dapar fosfat pH 6,8 ke dalam labu ukur 10,0 ml hingga diperoleh konsentrasi ekstrak 1%. Larutan ekstrak 1% dipipet 1,0 ml dan ditambahkan dengan 1,0 ml dimetil sulfoksida hingga diperoleh konsentrasi ekstrak 0,5% demikian selanjutnya hingga diperoleh konsentrasi ekstrak 0,25% dan 0,125%.

b. Uji Blanko (B)

DMSO sebanyak 10 μL ditambah dengan 490 μL dapar fosfat pH 6,8 dan 250 μL p-Nitrofenil α-D-glukopiranosida (PNPG), diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C. Kedalam sampel ditambahkan 250 μL dapar fosfat pH 6,8, sampel diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 2000 μL 200 mM natrium karbonat. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

c. Uji Kontrol Blanko (KB)

DMSO sebanyak 10 μL ditambah dengan 490 μL dapar fosfat pH 6,8 dan 250 μL p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG), diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C. Kedalam sampel ditambahkan 2000 μL natrium karbonat 200 mM, sampel diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 250 μL larutan enzim yang mengandung 0,15 U/mL. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

d. Uji Kontrol Sampel (KS)

Sampel 10 μL larutan ekstrak/standard akarbose ditambah dengan 490 μL dapar fosfat pH 6,8 dan 250 μL p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG), diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C. Kedalam sampel ditambahkan 2000 μL natrium karbonat 200 mM, sampel diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 250 μL larutan enzim yang mengandung 0,15 U/mL. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm.

e. Uji Standard Akarbose

Sampel 10 μL larutan akarbose masing-masing dengan konsentrasi 1%; 0,5%; 0,25%; dan 0,125% ditambah dengan 490 μL dapar fosfat pH 6,8 dan 250 μL p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG), diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C. Kedalam sampel ditambahkan 250 μL larutan enzim yang mengandung 0,15 U/mL, sampel diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 2000 μL natrium karbonat 200 mM. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali.

f. Uji Sampel (S)

Sampel 10 μL larutan ekstrak ditambah dengan 490 μL dapar fosfat pH 6,8 dan 250 μL p-Nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG), diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C. Kedalam sampel ditambahkan 250 μL larutan enzim yang

mengandung 0,15 U/mL, sampel diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah masa inkubasi selesai ditambahkan 2000 µL natrium karbonat 200 mM. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali. Sistem reaksi uji aktivitas penghambatan α -glukosidase dalam sampel dengan volume akhir 3 mL dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Sistem reaksi uji penghambatan α -glukosidase

	KB (µL)	B (µL)	KS (µL)	S (µL)
Larutan uji	-	-	10	10
DMSO	10	10	-	-
Dapar	490	490	490	490
PNPG	250	250	250	250
Inkubasi (37°C)	5 menit			
Enzim	-	250	-	250
Natrium karbonat	2000	-	2000	-
Inkubasi (37°C)	15 menit			
Enzim	250	-	250	-
Natrium karbonat	-	2000	-	2000

Keterangan:

KB = Blanko dengan penambahan enzim setelah natrium karbonat

B = Blanko dengan penambahan enzim sebelum natrium karbonat

KS = Sampel dengan penambahan enzim setelah natrium karbonat

S = Sampel dengan penambahan enzim sebelum natrium karbonat

g. Perhitungan Persen Penghambatan dan IC₅₀

Aktivitas inhibitor α -glukosidase dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ penghambatan} = \left\{ \frac{C-S}{C} \right\} \times 100 \quad (3.3)$$

Keterangan:

C = aktivitas α -glukosidase blanko

= selisih absorbansi blanko (B) dengan absorbansi kontrol blanko (KB)

S = aktivitas α -glukosidase sampel

= selisih absorbansi sampel (S) dengan absorbansi kontrol sampel (KS)

Daya penghambatan yang diperoleh dibandingkan dengan blanko positif, yaitu Akarbose.

IC₅₀ dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear, konsentrasi sampel sebagai sumbu x dan % penghambatan sebagai sumbu y. Dari persamaan: $y = a + bx$ dapat dihitung nilai IC₅₀ dengan menggunakan rumus

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

3.4.4.3 Penentuan Kinetika Penghambatan Enzim

Penentuan kinetika penghambatan enzim dilakukan pada ekstrak tanaman yang memiliki IC₅₀ terbaik. Penentuan kinetika penghambatan enzim diukur dengan meningkatkan konsentrasi p-nitrofenil α -D-glukopiranosida sebagai substrat dengan lima konsentrasi berbeda yaitu 20 mM, 10 mM, 5 mM, 2,5 mM, dan 1,25 mM. Selain itu, digunakan ekstrak pada empat konsentrasi berbeda dan satu larutan blanko. Jenis penghambatan ditentukan dengan analisis data menggunakan metode *Lineweaver-Burk plot* untuk memperoleh tetapan kinetika Michaelis-Menten (Dewi *et al.*, 2007). Tetapan kinetika Michaelis-Menten (K_m) dihitung berdasarkan persamaan regresi $y = a + b x$, dimana x adalah jumlah substrat [S] dan y adalah absorbansi sampel.

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

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

$$y = a + b (-1/K_M) \rightarrow K_M = b/a \quad (3.6)$$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyiapan Bahan

Pada tahap penyiapan simplisia, daun dan ranting disortasi basah terlebih dahulu untuk memisahkan kotoran atau bahan-bahan asing lain yang menempel baik pada daun maupun ranting. Gambar simplisia daun dan ranting dapat dilihat pada Gambar 4.3 sampai dengan Gambar 4.12. Kemudian dilakukan pencucian dengan air mengalir untuk membersihkan pengotor lainnya yang masih menempel pada bahan simplisia. Selanjutnya dilakukan perajangan untuk mempermudah pengeringan. Lalu dilanjutkan dengan pengeringan dan sortasi kering. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dan menghentikan reaksi enzimatik yang dapat mengurangi atau merusak bahan aktif. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari tidak langsung dan diangin-anginkan, kecuali bagian tanaman yang relatif keras dan tebal, pengeringan dibantu dengan oven pada suhu 40°C. Suhu yang lebih tinggi dapat merusak bahan aktif yang terkandung dalam simplisia. Hasil susut pengeringan dapat dilihat pada Tabel 4.4. Sedangkan sortasi kering dikerjakan setelah proses pengeringan dengan tujuan memisahkan bagian-bagian tanaman yang masih tertinggal pada simplisia kering. Terakhir adalah pembuatan serbuk dengan cara dihaluskan menggunakan penggiling.

4.2 Ekstraksi

Ekstraksi serbuk simplisia dilakukan dengan cara refluks menggunakan pelarut etanol 80%. Penggunaan serbuk simplisia bertujuan untuk memperluas permukaan pada sampel yang akan diekstraksi sehingga memungkinkan untuk menyari komponen kimia yang ada pada sampel dalam jumlah yang lebih banyak. Metode refluks dipilih karena pertimbangan skrining dengan jumlah simplisia yang banyak dibutuhkan metode ekstraksi yang relatif cepat dan dapat menghasilkan rendemen ekstrak yang cukup. Pada ekstraksi cara refluks, pelarut dipanaskan hingga titik didihnya. Faktor temperatur tersebut kemungkinan mempercepat pelarut berdifusi melalui dinding sel menarik senyawa kimia yang

terdapat di dalam sel keluar dari sel (Samuelsson, 1999; Gaedcke, Steinhoff & Blasius, 2003).

Pada prinsipnya cairan pelarut harus memenuhi syarat kefarmasian yaitu air, alkohol (etanol) serta campurannya (Depkes RI, 2000). Etanol digunakan sebagai pelarut karena sifat polar yang dimiliki oleh pelarut ini. Sesuai dengan hukum kelarutan *like dissolves like*, artinya kelarutan akan terjadi bila memiliki sifat kepolaran yang sama. Etanol merupakan pelarut yang universal yang dapat melarutkan metabolit-metabolit sekunder di dalam tumbuhan sehingga penyarian akan lebih optimal dengan tersarinya sejumlah komponen kimia baik yang bersifat polar maupun yang bersifat nonpolar. Pencampuran etanol dengan air dapat meningkatkan porositas pada dinding sel sehingga memfasilitasi difusi bahan terekstraksi keluar sel (Harborne, 1987; Samuelsson, 1999). Selain itu, kadar air yang rendah juga bertujuan untuk mempercepat proses penguapan filtrat.

Refluks dilakukan selama satu jam, kemudian ekstrak yang didapat dipisahkan dari ampas dengan cara penyaringan. Setelah disaring, ampas ditambahkan lagi pelarut, kemudian proses ekstraksi diulangi kembali hingga tiga kali agar jumlah senyawa yang tersari dapat lebih banyak. Ekstrak cair yang didapat diuapkan pelarutnya. Temperatur penguapan sebaiknya tidak lebih dari 55°C (Gaedcke, Steinhoff & Blasius, 2003). Pelarut yang masih tersisa pada ekstrak kemudian diuapkan diatas penangas air pada suhu 50°C hingga terbentuk ekstrak kental. Ekstrak yang diperoleh kemudian ditimbang untuk menghitung rendemennya. Rendemen ekstrak dapat dilihat pada Tabel 4.5.

4.3 Penapisan Fitokimia

Pada penelitian ini dilakukan penapisan senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman. Penapisan fitokimia digunakan untuk mendeteksi senyawa dalam tumbuhan berdasarkan golongannya sebagai informasi awal dalam mengetahui senyawa kimia apa yang mempunyai aktivitas biologi dari suatu tanaman, sehingga dimungkinkan senyawa kimia yang berpotensi sebagai penghambat enzim α -glukosidase tersebut juga dapat tersari.

Hasil identifikasi sampel ekstrak etanol 80% menggunakan berbagai pereaksi kimia memberikan hasil yang berbeda-beda. Pada uji identifikasi

glikosida, diawali dengan proses hidrolisis untuk memutus ikatan antara gula (glikon) dengan senyawa lain (aglikon) dengan asam yang disertai panas (Sirait, 2007). Hasil uji identifikasi glikosida menunjukkan semua sampel ekstrak memberikan hasil yang positif terhadap pereaksi Molisch berupa pembentukan cincin ungu diantara batas cairan.

Pada uji identifikasi saponin, ekstrak daun dan ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng, ekstrak daun *Antidesma montanum* (Blume), ekstrak daun dan ranting *Antidesma celebicum*, ekstrak *Cephalomappa mallotica* J.J.Sm., serta ekstrak daun dan ranting *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm. menunjukkan hasil positif pada pengocokkan dalam air panas berupa pembentukan buih mantap bertahan tidak kurang 10 menit. Saponin memiliki karakteristik yang mirip seperti sabun yang dapat menimbulkan buih jika dikocok (Robinson, 1983).

Untuk identifikasi alkaloid, terlebih dahulu dilarutkan dalam campuran air suling dan asam klorida agar alkaloid yang bersifat basa dapat berikatan dengan asam membentuk garam yang larut dalam air suling (Sirait, 2007). Ekstrak ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng, ekstrak daun *Antidesma montanum* (Blume), ekstrak daun *Antidesma neurocarpum* Miq., ekstrak daun dan ranting *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz., ekstrak *Galearia filiformis* Blume., serta ekstrak daun *Suregada glomerulata* (Blume) Baill. menunjukkan hasil positif terhadap peraksi Mayer (Raksa (II) klorida dan Kalium iodida) berupa endapan putih kekuningan, terhadap pereaksi Dragendorf (Bismut nitrat dan Kalium Iodida) berupa endapan jingga hingga cokelat, dan terhadap pereaksi Boucharlat (Iodium dan Kalium Iodida) berupa endapan cokelat kehitaman.

Pada uji identifikasi terpenoid/sterol, ekstrak daun dan ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng, ekstrak daun *Antidesma montanum* (Blume), ekstrak daun *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz., ekstrak daun *Croton argyratus* Blume., ekstrak daun dan ranting *Cephalomappa mallotica* J.J.Sm., ekstrak daun *Galearia filiformis* (Blume), ekstrak daun dan ranting *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm. serta ekstrak daun *Suregada glomerulata* (Blume) Baill. menunjukkan hasil positif terhadap penambahan asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat berupa pembentukan warna hijau atau biru kehijauan.

Pada uji identifikasi tanin, ekstrak daun dan ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng, daun *Antidesma montanum* (Blume), daun dan ranting *Antidesma celebicum*, daun *Antidesma neurocarpum* Miq., daun dan ranting *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm., serta daun *Galearia filiformis* Blume. memberikan hasil positif terhadap FeCl_3 1% berupa pembentukan warna biru-hitam atau hitam kehijauan yang disebabkan reaksi fenol dengan Fe^{3+} membentuk kompleks berwarna (Harborne, 1987). Sedangkan terhadap larutan gelatin 10% dan terhadap larutan gelatin-NaCl menimbulkan endapan putih karena tanin dapat bereaksi dengan protein membentuk kopolimer mantap yang tidak larut dalam air (Harborne, 1987).

Pada uji identifikasi antrakuinon, dilakukan hidrolisis terlebih dahulu dengan menggunakan asam sulfat yang disertai panas untuk memutus ikatan antara aglikon (antrakuinon) dan glikon (gula). Ekstrak daun *Antidesma bunius* (L.) Spreng, daun *Antidesma celebicum*, daun *Antidesma neurocarpum* Miq., serta daun dan ranting *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm. memberikan hasil positif berupa pembentukan warna jingga kemerahan pada lapisan air dan tidak berwarna pada lapisan *wash benzene*.

Namun untuk identifikasi flavonoid, hanya ekstrak daun *Antidesma neurocarpum* Miq. yang memberikan hasil positif yaitu larutan jingga kemerahan ketika direaksikan masing-masing dengan serbuk magnesium dan zink dalam asam klorida. Selain itu reaksi dengan serbuk asam borat dan asam oksalat kemudian diamati dengan sinar ultraviolet 366 nm, larutan berfluorosensi kuning intensif. Pada ekstrak daun *Antidesma celebicum* hanya menunjukkan hasil positif ketika direaksikan dengan serbuk zink dan asam klorida berupa larutan berwarna jingga kemerahan. Oleh karena itu dilakukan reaksi identifikasi flavonoid lain untuk memastikan lebih lanjut yaitu dengan uji menggunakan pereaksi alumunium (III) klorida 10% dan diamati fluorosensinya. Pada uji yang menggunakan pereaksi alumunium (III) klorida 10% ini digunakan Kuersetin sebagai pembanding. Hasil positif flavonoid ditunjukkan oleh ekstrak daun *Antidesma celebicum* dan daun *Antidesma neurocarpum* terhadap pereaksi alumunium (III) klorida berupa fluorosensi hijau kekuningan diamati dengan sinar ultraviolet 366 nm (Harborn, 1987).

Golongan senyawa alkaloid, glikosida, diterpen, tanin, dan triterpen secara umum dapat mewakili pendekatan kandungan senyawa kimia menurut sisi sistematika tumbuhan (kemotaksonomi) pada famili Euphorbiaceae (Thakur dan Patil, 2011). Jika dibandingkan dengan hasil uji penapisan fitokimia, golongan senyawa yang umumnya positif adalah golongan senyawa glikosida (15 ekstrak), terpenoid/sterol (11 ekstrak), golongan senyawa tanin (9 ekstrak), saponin (9 ekstrak) dan golongan senyawa alkaloid (7 ekstrak). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 hingga Tabel 4.13.

4.4 Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -glukosidase

4.4.1 Uji Pendahuluan

Pada tahap pendahuluan dilakukan penetapan konsentrasi enzim dan penetapan konsentrasi optimum substrat yang sesuai dengan kondisi analisis yang digunakan.

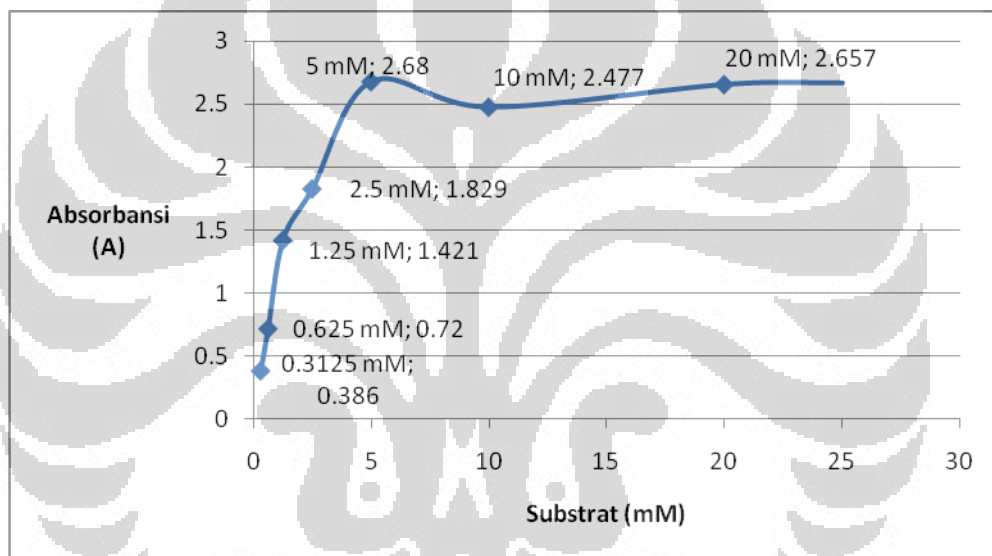
4.4.1.1 Penetapan konsentrasi Enzim α -glukosidase

Enzim α -glukosidase yang digunakan bervariasi yaitu konsentrasi 0,3 U/mL; 0,15 U/mL; 0,075 U/mL dan 0,0375 U/mL. Penurunan konsentrasi enzim tersebut dipilih karena konsentrasi enzim yang dipakai pada literatur yaitu 0,3 U/mL memberikan absorbansi di luar batas (*out of range*) kemampuan spektrofotometer yang digunakan. Berdasarkan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 maka dipilih konsentrasi enzim 0,15 U/mL karena memenuhi spesifikasi aktivitas enzim yang tertera pada label enzim yaitu ≥ 10 U/mg protein. Selain itu, konsentrasi substrat yang digunakan tidak berbeda jauh dari metode yang diterapkan pada literatur (Dewi et al., 2007).

4.4.1.2 Penetapan Konsentrasi Optimum Substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida

Substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida yang digunakan bervariasi yaitu 0,3125; 0,625; 1,25; 5; 10 dan 20 mM dengan konsentrasi enzim 0,15 U/mL. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan absorbansi seiring dengan peningkatan

konsentrasi substrat tetapi mulai stabil saat konsentrasi substrat 5 mM (Tabel 4.15). Absorbansi pada konsentrasi substrat 5 mM adalah 2,680. Kemudian mengalami penurunan absorbansi pada konsentrasi substrat 10 mM menjadi 2,477 tetapi absorbansi mengalami peningkatan kembali menjadi 2,657 pada saat konsentrasi substrat 20 mM (Gambar 4.1). Peningkatan konsentrasi substrat akan meningkatkan jumlah kompleks Enzim-Substrat. Pada kondisi jenuh, tidak ada enzim bebas yang tersedia untuk membentuk kompleks Enzim-Substrat sehingga peningkatan lebih lanjut konsentrasi substrat tidak dapat meningkatkan laju reaksi (Murray, Granner, & Rodwell, 2006). Berdasarkan hal tersebut, disimpulkan pada saat substrat 5 mM sudah optimum.



Gambar 4.1 Grafik optimasi substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida 0,3125; 0,625; 1,25; 5; 10 dan 20 mM dengan konsentrasi enzim 0,15 U/mL

4.4.1.3 Perhitungan Aktivitas Enzim

Berdasarkan rumus perhitungan aktivitas enzim (3.1) dan (3.2) maka didapatkan aktivitas enzim pada saat konsentrasi substrat 5 mM sebesar 37,94 U/mg. Aktivitas enzim untuk konsentrasi substrat 10 mM sebesar 35,07 U/mg dan pada konsentrasi substrat 20 mM sebesar 37,61 U/mg (Tabel 4.15).

Berdasarkan perhitungan aktivitas enzim didapatkan aktivitas enzim pada konsentrasi substrat 5 mM hingga 20 mM cenderung stabil. Aktivitas enzim mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi substrat hingga

mencapai aktivitas maksimum enzim (Champe, Harvey, & Ferrier, 2005). Berdasarkan hal tersebut, disimpulkan pada saat substrat 5 mM sudah optimum.

4.4.2 Uji Penentuan Aktivitas Penghambatan α -glukosidase

Prinsip dasar pengujian aktivitas ini adalah mengukur absorbansi dari *p*-nitrofenol yang merupakan produk dari reaksi katalisis enzim α -glukosidase terhadap substratnya yaitu *p*-nitrofenil α -D-glukopiranosida sesuai dengan reaksi pada Gambar 2.2. Pengujian aktivitas penghambatan α -glukosidase ini dilakukan secara *in vitro* sebagai skrining awal aktivitas antidiabetik pada 15 simplisia yang berasal dari tanaman famili Euphorbiaceae. Model pengujian ini dipilih karena cepat, bahan yang digunakan mudah didapat, dan sederhana sehingga sesuai untuk pengujian dengan jumlah sampel ekstrak yang cukup banyak dan beragam (Soumyanath, 2006).

Di dalam tubuh yang berfungsi sebagai substrat adalah karbohidrat dan sebagai enzim α -glukosidase adalah α -amilase, isomaltase, sukrase, dan maltase (Soumyanath, 2006). Enzim-enzim ini berfungsi pada proses hidrolisis karbohidrat menjadi glukosa. Pada penderita diabetes penghambatan enzim tersebut menyebabkan terhambatnya absorpsi glukosa dan menurunkan hiperglikemia *post prandial* (Sugiwati, Setiawati & Afifah, 2009).

Pengujian aktivitas penghambatan ekstrak terhadap enzim α -glukosidase dilakukan dengan menggunakan konsentrasi yang bervariasi. Pengujian pada konsentrasi bervariasi ini ditujukan untuk melihat pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak terhadap peningkatan daya hambat. Selain itu juga dilakukan pengamatan aktivitas enzim tanpa penambahan ekstrak (blanko) untuk melihat pengaruh penghambatan ekstrak tersebut terhadap aktivitas enzim dan kontrol blanko (tanpa ekstrak dan penambahan enzim setelah natrium karbonat) sebagai koreksi dari blanko (B).

Pada sistem reaksi enzim yang diujikan, substrat dan ekstrak terlebih dahulu diinkubasi dalam pelarut dapar pH 6,8 pada suhu 37°C selama lima menit, hal ini dilakukan untuk menyamakan suhu substrat dengan suhu optimum enzim α -glukosidase sehingga ketika enzim ditambahkan ke dalam sistem dan diinkubasi kembali maka reaksi enzimatik akan segera terjadi. Penghentian reaksi dilakukan

dengan membasakan larutan uji menggunakan natrium karbonat (Dewi et al., 2007). Pada pH ekstrim basa akan menyebabkan denaturasi enzim sehingga aktivitas enzim dapat berhenti (Champe, Harvey, & Ferrier, 2005).

Pada pengujian ini digunakan akarbose sebagai standar. Dalam penelitian ini didapatkan konsentrasi akarbose yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas enzim α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 117,20 $\mu\text{g/mL}$. Berdasarkan uji aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase yang dilakukan pada 15 sampel ekstrak etanol 80% menunjukkan 14 ekstrak mempunyai nilai IC_{50} yang lebih kecil dari akarbose (Tabel 4.1). Data hasil penentuan IC_{50} setiap sampel selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.16 hingga Tabel 4.31.

Tabel 4.1 Hasil uji penentuan aktivitas penghambatan α -glukosidase (IC_{50})

No.	Larutan Uji	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
1.	Akarbose	117,20
2.	Daun <i>Antidesma celebicum</i>	2,34
3.	Daun <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.	2,66
4.	Daun <i>Antidesma montanum</i> (Blume)	2,83
5.	Ranting <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	3,90
6.	Ranting <i>Antidesma celebicum</i>	3,93
7.	Daun <i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.	4,22
8.	Daun <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	7,94
9.	Ranting <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.	12,22
10.	Daun <i>Galearia filiformis</i> Blume.	21,54
11.	Ranting <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	22,82
12.	Ranting <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	42,66
13.	Daun <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	43,40
14.	Daun <i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.	57,46
15.	Daun <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	64,78
16.	Daun <i>Croton argyratus</i> Blume	366,07

Berdasarkan Tabel 4.1, ekstrak yang memiliki aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase yang potensial terdiri dari 14 ekstrak dengan nilai IC_{50} antara 2,34 $\mu\text{g/mL}$ -64,78 $\mu\text{g/mL}$. Dari keempat belas ekstrak tersebut, ekstrak yang berasal dari daun dan ranting tanaman genus *Antidesma* menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap enzim α -glukosidase yang signifikan, terutama ekstrak

yang berasal dari daun *Antidesma celebicum* dengan nilai IC_{50} sebesar 2,34 $\mu\text{g/mL}$. Data absorbansi uji aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase tiap ekstrak dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4.16 hingga Tabel 4.31.

Aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase pada 15 ekstrak tersebut mungkin disebabkan adanya kandungan glikosida dalam tiap ekstrak. Glikosida terdiri dari gula yang mungkin strukturnya mirip dengan karbohidrat yang merupakan substrat dari enzim α -glukosidase (Sugiwati, Setiasih, dan Afifah, 2009).

Nilai IC_{50} akarbose yang lebih besar dari sampel ekstrak tanaman dimungkinkan karena konsentrasi senyawa aktif pada ekstrak kasar (*crude extract*) belum terfraksinasi serta banyaknya komponen kimia yang kemungkinan terdapat pada ekstrak memiliki efek sinergis dalam menghambat enzim α -glukosidase (Cetto, Jimenez, & Vazquez, 2008). Berdasarkan uji penapisan fitokimia, golongan senyawa seperti tanin, flavonoid dan glikosida terkandung dalam ekstrak daun *Antidesma celebicum*. Beberapa golongan senyawa fenol, flavonoid dan glikosida disebutkan dalam jurnal Jung et al. (2006) merupakan penghambat enzim α -glukosidase. Selain itu, nilai IC_{50} akarbose yang besar kemungkinan juga dapat disebabkan karena akarbose kurang sensitif terhadap enzim α -glukosidase yang berasal dari *Saccharomyces cerevisiae*. Akarbose kurang sensitif terhadap enzim α -glukosidase yang berasal dari kapang dan bakteri tetapi lebih sensitif terhadap enzim α -glukosidase yang berasal dari mamalia (Kim, Nam, dan Kurihara, 2008).

Nilai IC_{50} akarbose pada berbagai jurnal cukup beragam (0,03 $\mu\text{g/mL}$ - >1000 $\mu\text{g/mL}$). Hal ini kemungkinan karena pengaruh perbedaan metode yang dipakai, contohnya seperti perbedaan sumber enzim yang dipakai (Tadera, Minami, Takamatsu, & Matsuoka, 2006; Shinde et al., 2008). Pada penelitian ini dipakai enzim α -glukosidase yang berasal dari *Saccharomyces cerevisiae*. Pada penelitian yang dilakukan Cetto (2008), dengan sumber enzim α -glukosidase yang berasal dari *Saccharomyces cerevisiae* diperoleh IC_{50} akarbose sebesar 128 $\mu\text{g/mL}$ sedangkan pada penelitian ini didapatkan IC_{50} akarbose sebesar 117, 20 $\mu\text{g/mL}$.

4.4.3 Penentuan Kinetika Penghambatan Enzim

Data hasil penentuan kinetika penghambatan enzim dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data *Lineweaver-Burk plot* ekstrak daun *Antidesma celebicum*

Konsentrasi PNP(mM)	Absorbansi Sampel		1/S	1/V1	1/V2
	V1	V2			
(S)					
20	2,3255	0,4300	0,05	0,4300	0,5234
10	2,3800	0,4202	0,1	0,4202	0,5498
5	2,3360	0,4281	0,2	0,4281	0,6125
2,5	1,8765	0,5329	0,4	0,5329	0,8414
1,25	1,4175	0,7055	0,8	0,7055	1,6849

Keterangan :

V1 = tanpa inhibitor (DMSO)

V2 = konsentrasi sampel 2,08 $\mu\text{g/mL}$

Tabel 4.3 Hasil perhitungan tetapan Michaelis-Menten

Sampel	V1	V2
a	0,3812	0,3570
b	0,3939	1,5656
r	0,9833	0,9797
V_{maks}	2,6233	2,8011
K_m	1,0333	4,3854

Keterangan :

V1 = tanpa inhibitor (DMSO)

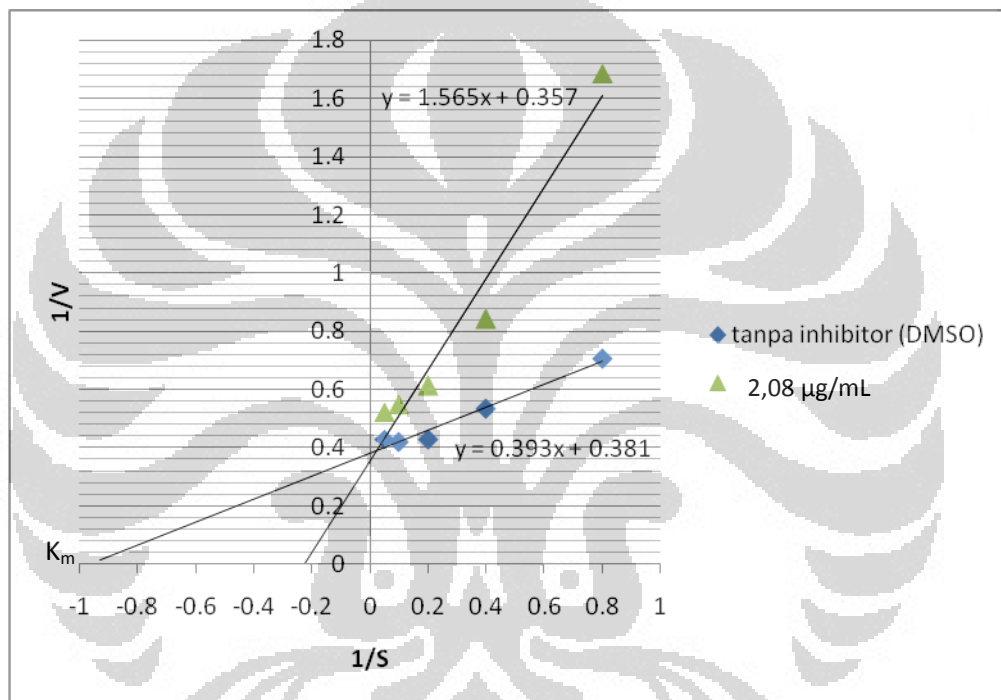
V2 = konsentrasi sampel 2,08 $\mu\text{g/mL}$

Berdasarkan analisis data menggunakan *Lineweaver-Burk plot* didapatkan jenis penghambatan enzim α -glukosidase. Sampel ekstrak yang digunakan berasal dari daun *Antidesma celebicum* karena memiliki nilai IC_{50} yang paling baik diantara sampel yang lainnya. Konsentrasi substrat yang digunakan adalah 1,25 mM; 2,5 mM; 5 mM; 10 mM; dan 20 mM.

Hasil plot menunjukkan bahwa ekstrak daun *Antidesma celebicum* memiliki mekanisme penghambatan enzim kompetitif. Hal ini dapat dilihat dari perpotongan garis linear konsentrasi inhibitor 2,08 $\mu\text{g/mL}$ dengan garis linear tanpa penambahan inhibitor terletak pada sumbu y. Selain itu, dapat dilihat pula

Universitas Indonesia

nilai V_{maks} yang hampir sama antara garis linear konsentrasi inhibitor $2,08 \mu\text{g/mL}$ dengan garis linear tanpa penambahan inhibitor dan terjadi perubahan tetapan Michalis-Menten (K_m) semakin meningkat dengan adanya penghambat (Tabel 4.3). Struktur penghambat kompetitif cenderung mirip dengan struktur substrat sehingga dinamai analog substrat. Efek penghambat kompetitif dapat diatasi dengan meningkatkan konsentrasi substrat. Penghambat kompetitif berikatan dengan sisi aktif yang mengikat substrat sehingga menghambat substrat berikatan dengan sisi aktif enzim (Champe, Harvey, dan Ferrier, 2005).



Gambar 4.2 *Lineweaver-Burk plot* ekstrak etanol 80% daun *Antidesma celebicum* konsentrasi $2,08 \mu\text{g/mL}$ dengan konsentrasi substrat PNPG 1,25; 2,5; 5; 10; dan 20 mM

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Ekstrak etanol 80% yang berjumlah 15 ekstrak dari beberapa tanaman famili Euphorbiaceae hampir semua memiliki aktivitas penghambatan α -glukosidase. Sebanyak 14 ekstrak memiliki nilai IC_{50} lebih rendah dari akarbose yaitu antara 2,34 $\mu\text{g/mL}$ hingga 64,78 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak yang memiliki aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase tertinggi adalah ekstrak yang berasal dari daun *Antidesma celebicum* dengan nilai IC_{50} sebesar 2,34 $\mu\text{g/mL}$.
- b. Golongan senyawa kimia yang terdapat pada 15 ekstrak etanol 80% yang berasal dari tanaman famili Euphorbiaceae umumnya golongan senyawa glikosida, terpenoid, tanin, saponin dan alkaloid.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan fraksinasi, isolasi dan karakterisasi struktur senyawa dari ekstrak daun *Antidesma celebicum* untuk mengetahui identitas dari senyawa aktif penghambat enzim α -glukosidase yang terkandung di dalam ekstrak tersebut.

DAFTAR ACUAN

- Ali, H., Houghton, P.J, dan Soumyanath, A. (2006). A-amylase inhibitory activity of some malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *Journal of Ethnopharmacology* 107, 3, 449-455.
- Ata, A., Tan, D.S, Matochko, W.L., dan Adesanwo, J.K. (2010, 5 November). Chemical constituents of *Drypetes gossweileri* and their enzyme inhibitory, and anti-fungal activities. *Phytochemistry Letters*. Januari 8, 2011. <http://www.sciencedirect.com>.
- 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*, 13, 3, 80-88.
- Cetto, A.A., Jimenez, J.B., dan Vaquez, R.C. (2008). Alfa-glucosidase inhibiting activity of some mexican plants used in the treatment of type 2 diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*, 116, 27-32.
- Champe, P.C., Harvey, R.A., dan Ferrier, D.R. (2005). *Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Corwin, Elizabeth, J. (1996). *Handbook of Pathophysiology*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers.
- De Padua, L. S., Bunyapraphatsara, N., dan Lemmens, R.H.M.J. (Ed.). (1999). *Prosea: medicinal and poisonous plants I*. Bogor: Prosea Foundation.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995a). *Farmakope Indonesia*. (Ed. Ke-4). Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995b). *Materia Medika Indonesia Volume VI*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2000). *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2005). *Pharmaceutical Care Untuk Penyakit Diabetes Mellitus*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2009, November 5). *Tahun 2030 prevalensi diabetes melitus di indonesia mencapai 21,3 juta orang*. Januari 19, 2011. <http://www.depkes.go.id/index.php>.

- Dewi, R.T., Iskandar, Y.M., Hanafi, M., Kardono, L.B.S., Angelina, M., Dewijanti, I.D., dan Banjarnahor, S.D.S. (2007). Inhibitory effect of Koji *Aspergillus terreus* on α -glucosidase activity and postprandial hyperglycemia. *Pakistan Journal of Biological Science*, 18, 3131-3135.
- Farias, R.A., Rao, V.S., Viana, G.S., Silveira, E.R., Maciel, M.A., dan Pinto, A.C. (1997). Hypoglycemic effect of trans-dehydrocrotonin, a nor-clerodane diterpene from *Croton cajucara*. *Planta Med.* 63(6):558-60.
- Farnsworth, N.R. (1966). Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Science* 55, 3, 226-276.
- Gunawan-Puteri, Maria D.P.T., dan Jun Kawabata. (2010). Novel α -glucosidase inhibitors from *Macaranga tanarius* leaves. *Journal of Food Chemistry* 123, 2, 384-389.
- Gunawan, S.G., Nafrialdi, R.S., dan Elysabeth. (Ed.). (2007). *Farmakologi dan Terapi*. (Ed. Ke-5). Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta: UI Press.
- Gaedcke, F., Steinhoff, B., dan Blasius, H. (2003). *Herbal Medicinal Product*. Stuttgart: CRC Press.
- Hao, S.W., et al. (2009). Insulin sensitizing activity of ethyl acetate fraction of *Acorus calamus* L. in vitro and in vivo. *Journal of Ethnopharmacology*, 123, 288-292.
- Harborne, J.B. (1987). *Metode fitokimia, penuntun cara modern mengekstraksi tumbuhan* (Padmawinata, K., Penerjemah). Bandung: Penerbit ITB.
- Harley, John J., dan Wiberley, Stephen E. (1954). *Instrumental Analysis*. New York: John Wiley and Sons.
- Harmita. (2006). *Analisis Fisikokimia*. Depok: Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Harmita, Hayun, Hariyanto, Herman, S., Nelly, D.L., Sabarijah, W., dan Umar, M. (2006). *Analisis Kuantitatif Bahan Baku dan Sediaan Farmasi*. Depok: Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

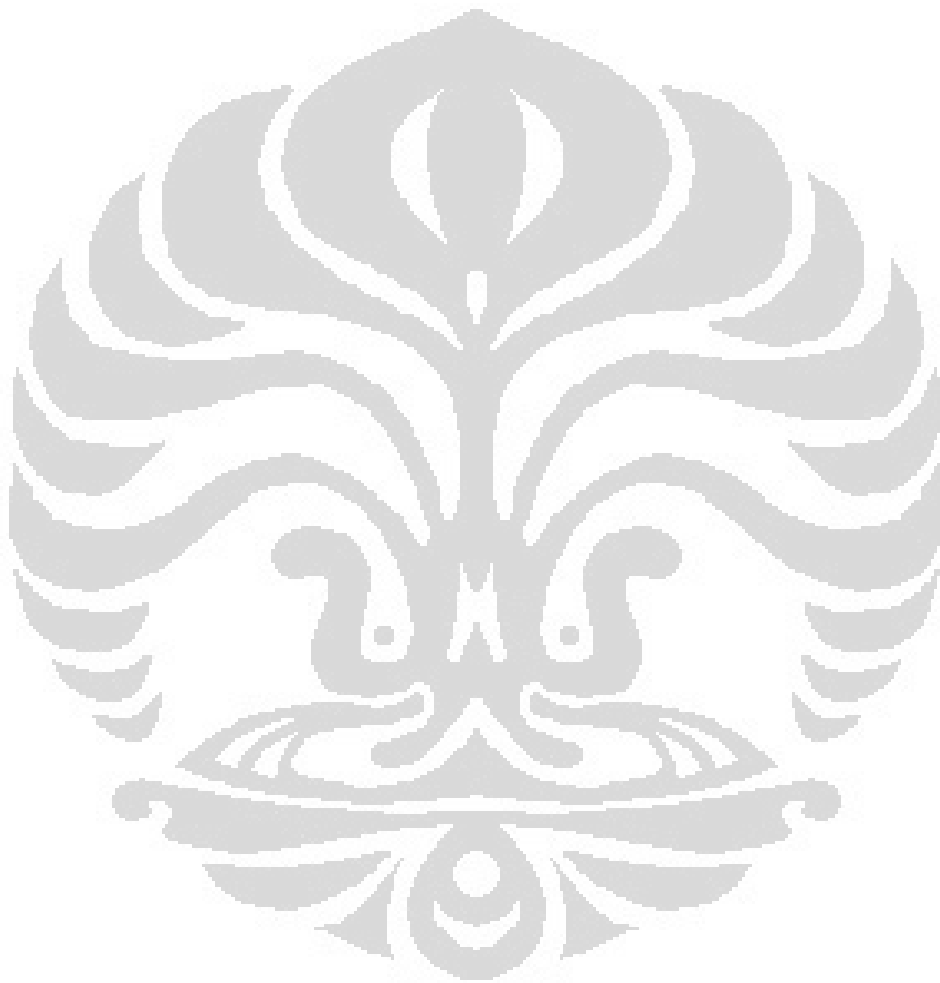
- Hnatyszyn, O., Mino, J., Ferraro, G., dan Acevedo, C. (2002). The hypoglycemic effect of *Phyllanthus sellowianus* fractions in streptozotocin-induced diabetic mice. *International Journal of Phytotherapy & Phytopharmacology*.
- Hoang, V. S dan Van Welzen, P.C. 2004. *Revision of Annesijoa, Elateriospermum and the introduced species of Hevea in Malesia (Euphorbiaceae)*. *Blumea* 49: 425-440.
- Hoffmann, P. 2006. *Antidesma in Malesia and Thailand*. England: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Hui, H., Tang, G., dan Liang, V.W. (2009). *Hypoglycemic herbs and their action mechanisms*. *Chinese Medicine* 4: 1-11.
- Indeks Tumbuh-Tumbuhan di Indonesia. 1986. Indonesia: PT.Eisai.
- Jung, M., Park, M., Chul, H.L., Kang, Y., Seok-Kang, E., Ki-Kim, S. (2006). Antidiabetic agents from medicinal plants. *Current Medicinal Chemistry* 13, 1-16.
- Kim, K.Y., Nam, K.A., Kurihara, H., dan Kim, S.M. (2008). Potent α -glucosidase inhibitors purified from the red alga *Grateloupia elliptica*. *Journal of Phytochemistry* 69, 2820–2825.
- Kim, Y.M., Youn, K. J., Myeong, H. W., Wi, Y.L., dan Hae, I.R. (2005). Inhibitory effect of Pine extract on α -glucosidase activity and postprandial hyperglycemia. *Journal of Nutrition*, 21, 756-761.
- Krishnaveni, M., Mirunalini, S., Karthiswaran, K., dan Dhamodharan, G. (2010). Antidiabetic and antihyperlipidemic properties of *Phyllanthus emblica* Linn. (Euphorbiaceae) on streptozotocin induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9, 43-51.
- Kumar dan Chaturvedi. (2010). Ethnobotanical observations of euphorbiaceae species from vidarbha region, maharashtra, india. *Ethnobotanical Leaflets*, 14, 674-80.
- Kumar, S., Narwal, S., Kumar, V., dan Prakash, O. (2011). α -glucosidase inhibitors from plants: A natural approach to treat diabetes. *Pharmacognosy Review*, 5, 19-29.
- Merck & Co., Inc. (2001). Acarbose. *The Merck Index Thirteenth Edition*. New Jersey: USA. Software Toolworks.

- Mahomoodally, M. F., Fakim, A.G., dan Subratty, A. H. (2006). Stimulatory effects of *Antidesma madagascariense* on D-glucose, L-tyrosine, fluid and electrolyte transport across rat everted intestine, comparable to insulin action in vitro. *British Journal of Biomedical Science*, 63, 7-12.
- McPherson, Richard.A., dan Pincus, Matthew.R., (2007). *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods* (21th ed.). USA: Elsevier Inc.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Rodwell, V.W. (2006). *Harper's Illustrated Biochemistry 27th Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Nilubon, J.A., Bhandari, A.J., dan Kawabata, J. (2007). Alpha-glucosidase inhibitors from Devil tree (*Alstonia scholaris*). *Journal of Food Chemistry*, 103, 1319-1323.
- Nugroho, I.A. (2010). *Lokakarya Nasional Tanaman Obat Indonesia*. Asia Pacific Forest Genetic Resources Programme News letter, 1-4.
- Robinson, Trevor. (1983). *The Organic Constituents of Higher Plants*. Massachusetts: Cordus Press.
- Samuelsson, Gunnar. (1999). *Drugs of Natural Origin*. Swedia: Swedish Pharmaceutical Press.
- Scobie, I.N. (2007). *Atlas of Diabetes Mellitus* (3rd ed.).UK: Informa.
- Shinde, Jayantrao, et al. (2008). A-Glucosidase inhibitory activity of *Syzygium cumini* (Linn.) Skeels seed kernel in vitro and in Goto-Kakizaki (GK) rats. *Carbohydrate Research* 343, 1278–1281.
- Sigma-Aldrich. (1996). *Sigma Quality Control Test Procedure Enzimatic Assay of α -Glucosidase*. Januari 19, 2011. <http://www.sigma-aldrich.com>
- Slagle, M. (2002). Alpha-glucosidase inhibitor. *Southeren Medical Journal*. Januari 19, 2011. <http://static.highbean.com/s/southernmedicaljournal>.
- Soumyanath, Amala (Ed.). (2006). *Traditional Medicines for Modern Times Antidiabetic Plants*. Boca Raton: CRC Press.
- 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*, 13, 2, 74-78.

- Suharmiati. (2003). *Pengujian Bioaktivitas Anti Diabetes Mellitus Tumbuhan Obat*. Cermin Dunia Kedokteran No. 140, 8-12.
- Sukandar, E.Y., Andrajati, R., Sigit, J.I., Adnyana, K.I., Setiadi, A.P., dan Kusnandar. (2008). *ISO Farmakoterapi*. Jakarta: PT. ISFI Penerbitan.
- Tadera, K., Minami, Y., Takamatsu, K., & Tomoko, M. (2006). Inhibition of α -Glucosidase and α -Amylase by Flavonoid. *Journal of Nutrition Science and Vitaminol*, 149-153.
- Teyler.V.E. (1988). *Pharmacognosy* 9th Edition. Philadelphia : Lea & Febiger.
- Thakur, H.A, dan Patil, D.A. (2011). Taxonomic and Phylogenetic Assessment of the Euphorbiaceae: A Review. *Journal of Experimental Sciences*, 2, 3, 37-46.
- Trease, G.E dan Evans, W.C. 1978. *Pharmacognosy 11th Edition*. London: Bailliere Tindall.
- Triplitt, C.L., Reasner, C.A., dan Isley, W.L. (2005). Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach (6th ed.). DiPiro, J.T., et al.(Ed.). *Diabetes Mellitus* (hal 1333-1364). New York: McGraw Hill.
- Utami, P., Tim Lentera. (2003). *Tanaman obat untuk mengatasi diabetes mellitus*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Van Steenis, C.G.G.J.(Ed.).(1975). *Flora untuk sekolah di Indonesia*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Van Valkenburg, J.L.C.H dan Bunyaphatsara, B. (Ed). 2002. *Prosea: medicinal and poisonous plants 2*. Bogor: Prosea Foundation.
- Van Welzen, P.C. 1999. *Revision and phylogeny of subtribes Chrozophorinae and Doryxylinae (Euphorbiaceae)*. Blumea 44: 411-436.
- Van Welzen, P.C. (Ed.). 2010. *Flora Malesiana Euphorbiaceae*. Nationaal Herbarium Nederland, Leiden.
- Wahyuningsih, M.S.H., Wahyuono, S., Santosa, D., Setiadi, J., Soekotjo, Widiastuti, S.S, Rakhmawati, R., & Wahyuni, D.S.C.. (2008). Eksplorasi tumbuhan dari hutan kalimantan tengah sebagai sumber senyawa bioaktif. *Biodiversitas* 9, 169-172.
- Wahyuono, Subagus. (2004). Evaluasi bioaktivitas tanaman obat koleksi kalimantan tengah. Yogyakarta: Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah mada.

Widuri, R. dan Van Welzen, P.C (Ed.). 1998. *A revision of the genus Cephalomappa (Euphorbiaceae) in Malesia*. Reinwardtia.

World Health Organization. (2009, November). *Diabetes*. Januari 15, 2011.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/en>.





GAMBAR



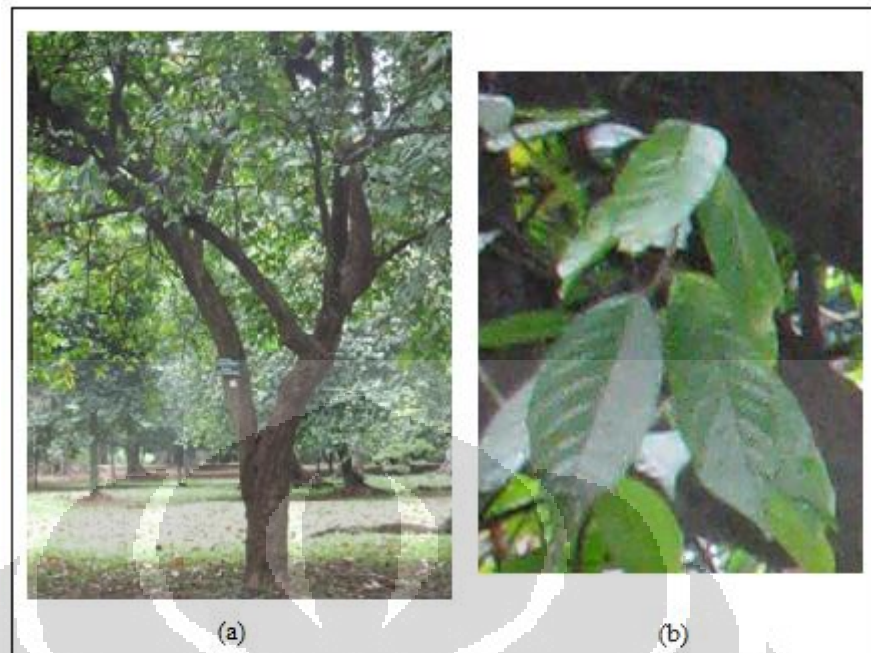
Keterangan: (a) Pohon *Antidesma bunius* (L.) Spreng
 (b) Daun *Antidesma bunius* (L.) Spreng
 (c) Ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng

Gambar 4.3. *Antidesma bunius* (L.) Spreng



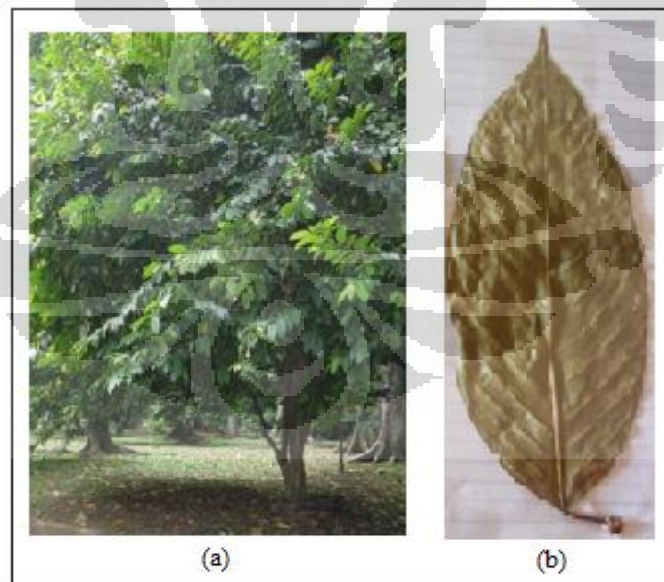
Keterangan: (a) Pohon *Antidesma celebicum*
 (b) Daun *Antidesma celebicum*
 (c) Ranting *Antidesma celebicum*

Gambar 4.4. *Antidesma celebicum*



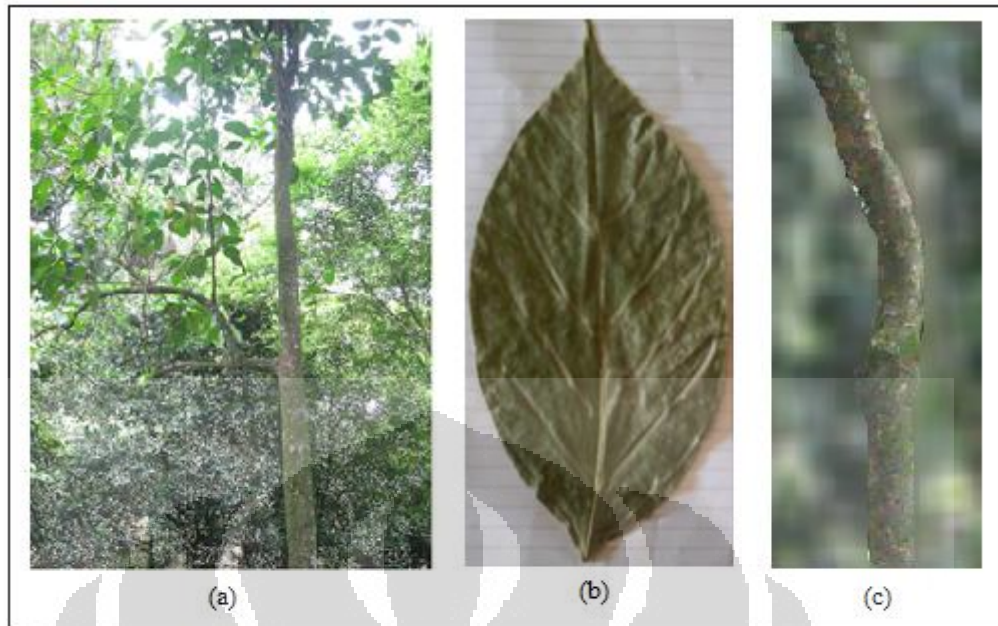
Keterangan: (a) Pohon *Antidesma montanum* Blume
(b) Daun *Antidesma montanum* Blume

Gambar 4.5. *Antidesma montanum* Blume



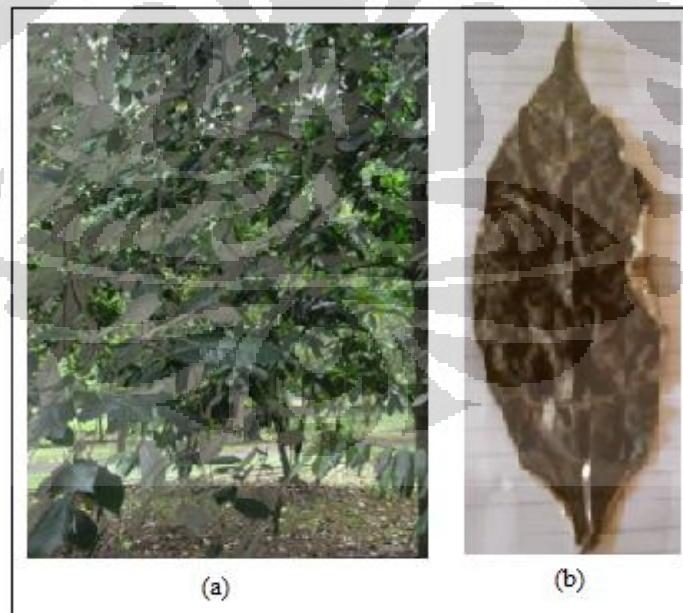
Keterangan: (a) Pohon *Antidesma neurocarpum* Miq.
(b) Daun *Antidesma neurocarpum* Miq.

Gambar 4.6. *Antidesma neurocarpum* Miq.



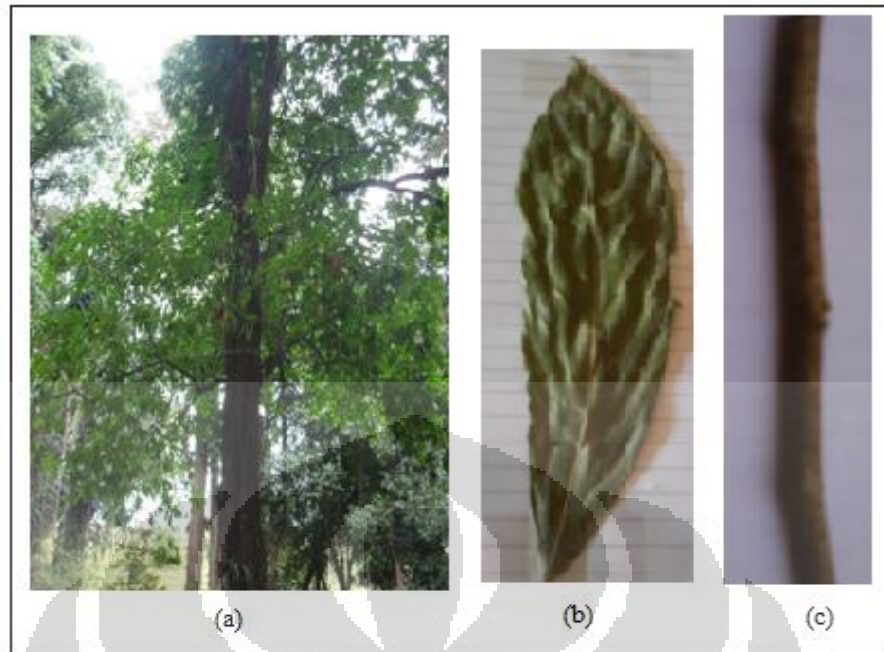
Keterangan: (a) Pohon *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz.
 (b) Daun *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz.
 (c) Ranting *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz.

Gambar 4.7. *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz.



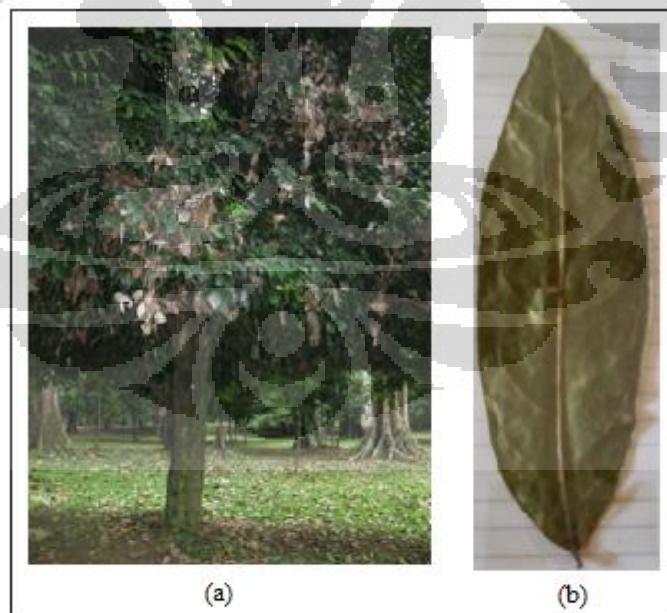
Keterangan: (a) Pohon *Croton argyratus* Blume.
 (b) Daun *Croton argyratus* Blume.

Gambar 4.8. *Croton argyratus* Blume.



Keterangan: (a) Pohon *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.
 (b) Daun *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.
 (c) Ranting *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.

Gambar 4.9. *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.



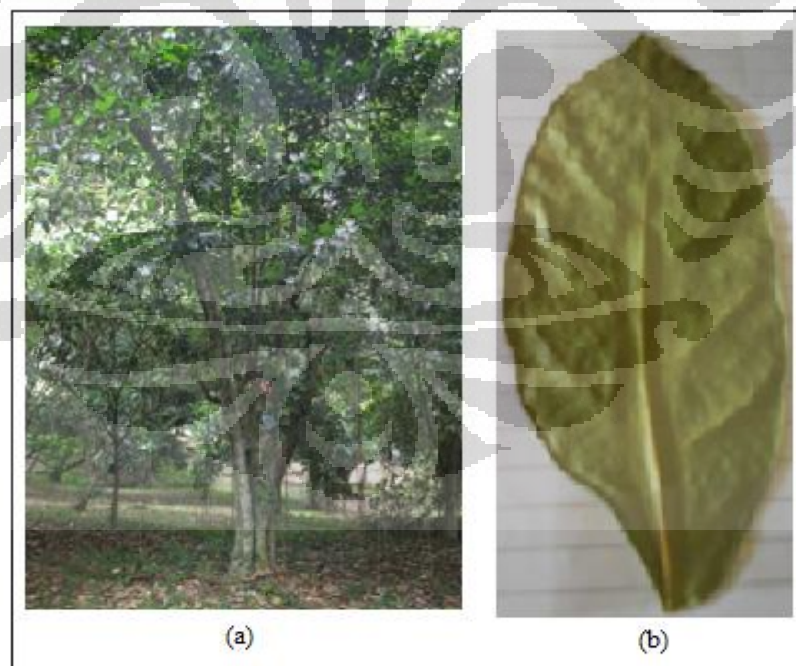
Keterangan: (a) Pohon *Galearia filiformis* Blume.
 (b) Daun *Galearia filiformis* Blume.

Gambar 4.10. *Galearia filiformis* Blume.



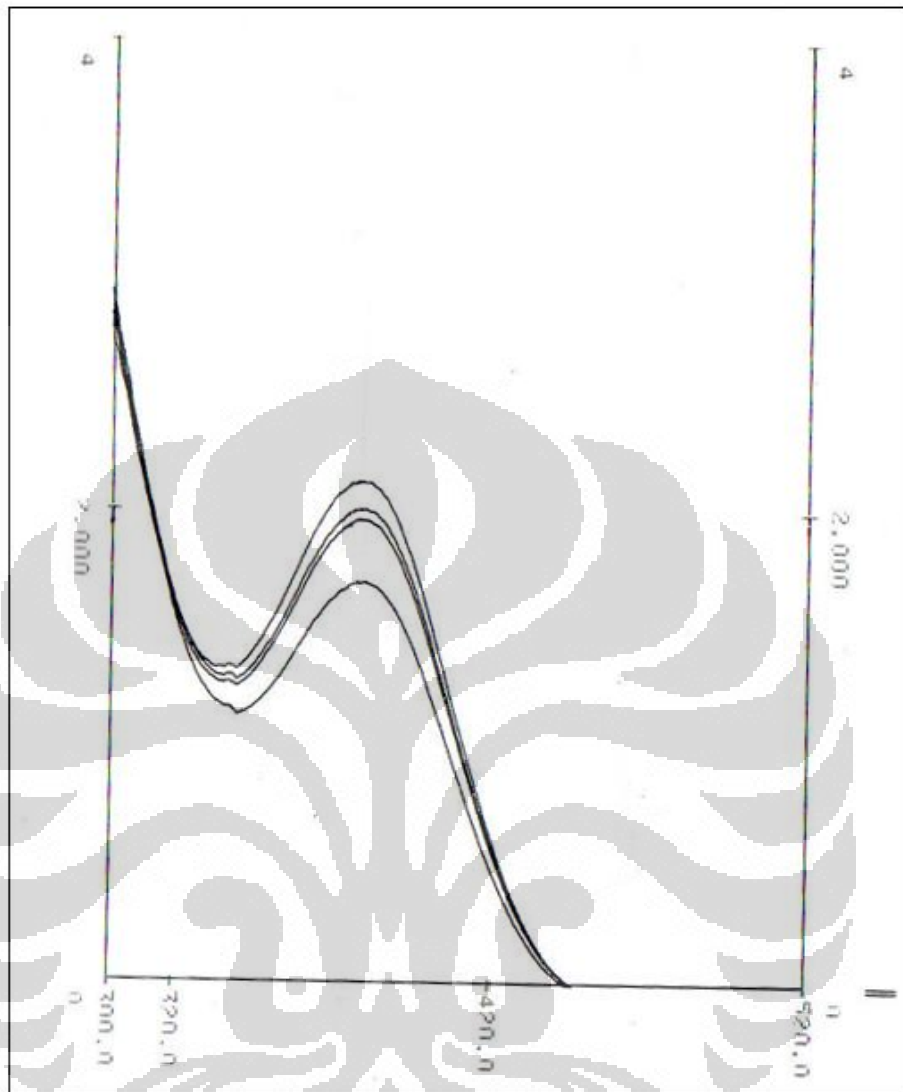
Keterangan: (a) Pohon *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm.
 (b) Daun *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm.
 (c) Ranting *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm.

Gambar 4.11. *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm.

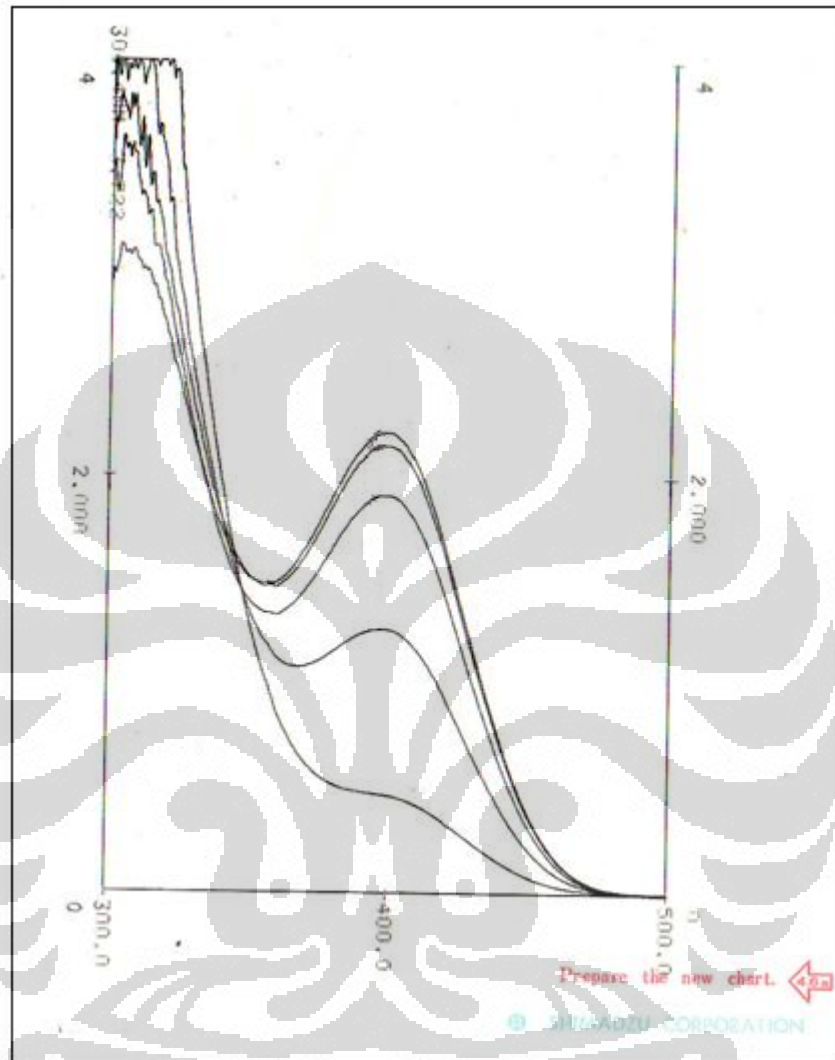


Keterangan: (a) Pohon *Suregada glomerulata* (Blume) Baill.
 (b) Daun *Suregada glomerulata* (Blume) Baill.

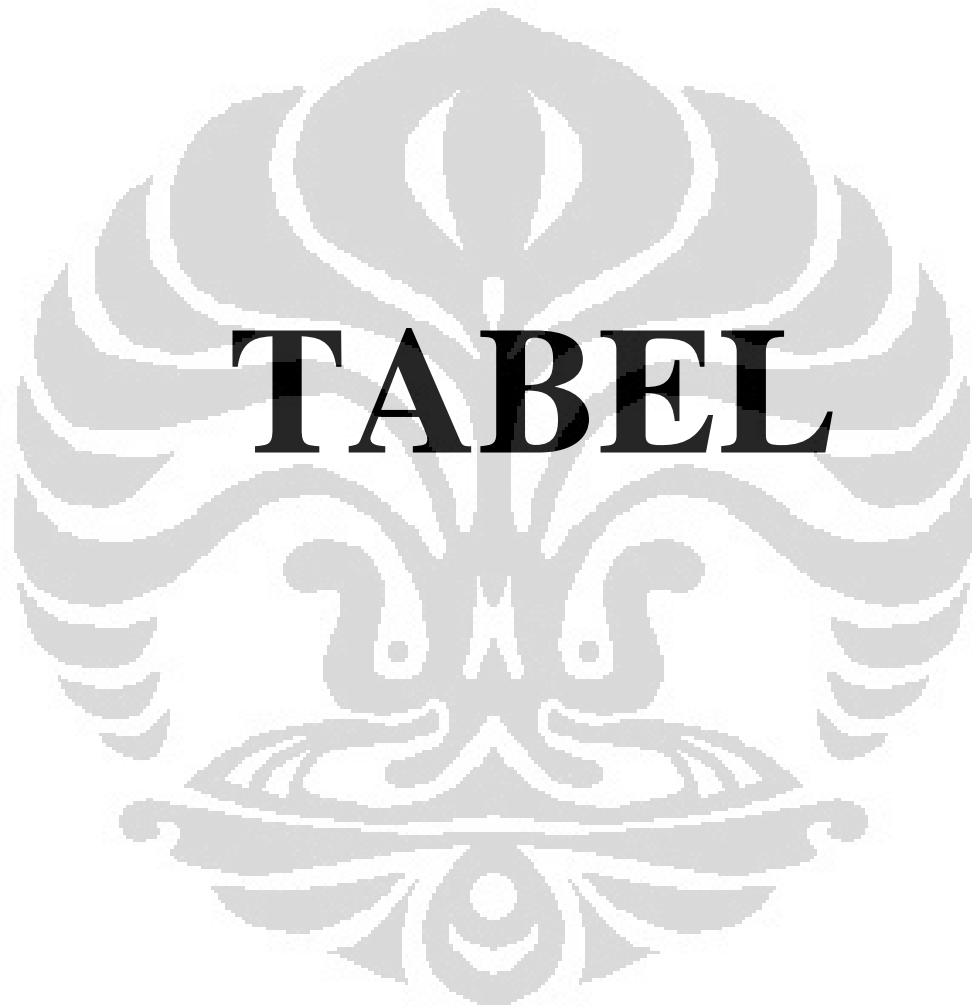
Gambar 4.12. *Suregada glomerulata* (Blume) Baill.



Gambar 4.13. Spektrum serapan paranitrofenol (PNP) dengan konsentrasi akarbose 4,17 µg/mL, 8,34 µg/mL, 16,67 µg/mL, dan 33,34 µg/mL dalam dapar fosfat pH 6,8 pada panjang gelombang 400 nm



Gambar 4.14. Spektrum serapan paranitrofenol (PNP) dengan konsentrasi ekstrak *antidesma celebicum* 0,52 µg/mL, 1,04 µg/mL, 2,08 µg/mL, dan 4,17 µg/mL dalam dapar fosfat pH 6,8 pada panjang gelombang maksimum 400 nm



Tabel 4.4 Susut Pengerinan

Nama Simplisia	Bobot sebelum dikeringkan (g)	Bobot setelah dikeringkan (g)	Susut Pengerinan (%)
Daun <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	55	20	63,64
Ranting <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	58	33	43,10
Daun <i>Antidesma montanum</i> (Blume)	31	24	77,42
Daun <i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.	62	36	41,94
Daun <i>Antidesma celebicum</i>	86	49	43,02
Ranting <i>Antidesma celebicum</i>	46	28	39,13
Daun <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	122	55	54,92
Ranting <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	83	39	53,01
Daun <i>Croton argyratus</i> Blume.	116	32	72,41
Daun <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.	62	29	53,23
Ranting <i>Cephalomappa malloticarpa</i> J.J.Sm.	31	21	32,26
Daun <i>Galearia filiformis</i> Blume.	42	26	38,09
Daun <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	67	42	37,31
Ranting <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	46	28	39,13
Daun <i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.	254	80	68,50

$$\text{Susut Pengerinan} = \frac{\text{Bobot sebelum dikeringkan} - \text{Bobot sesudah dikeringkan}}{\text{Bobot sebelum dikeringkan}} \times 100 \%$$

Tabel 4.5 Rendemen Ekstrak

Nama Simplisia	Bobot Simplisia (g)	Bobot Ekstrak (g)	Rendemen Ekstrak (%)
Daun <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	20,0616	2,8485	14,20
Ranting <i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	20,0076	2,3156	11,57
Daun <i>Antidesma montanum</i> (Blume)	20,0524	4,2884	21,39
Daun <i>Antidesma neurocarpum</i> Miq.	20,1200	7,3518	36,54
Daun <i>Antidesma celebicum</i>	20,0932	7,1137	35,40
Ranting <i>Antidesma celebicum</i>	20,0778	3,9930	19,89
Daun <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	20,0352	3,9276	19,60
Ranting <i>Blumeodendron toksbrai</i> (Blume.) Kurz.	20,0213	1,5785	7,88
Daun <i>Croton argyratus</i> Blume.	20,0223	1,4152	7,07
Daun <i>Cephalomappa mallotica</i> J.J.Sm.	20,0403	5,4757	27,32
Ranting <i>Cephalomappa mallotica</i> J.J.Sm.	20,0899	2,1697	10,80
Daun <i>Galearia filiformis</i> Blume.	20,0872	3,5300	17,49
Daun <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	20,0914	2,6787	13,33
Ranting <i>Sumbaviopsis albicans</i> (Blume) J.J.Sm.	20,0478	1,6182	8,07
Daun <i>Suregada glomerulata</i> (Blume) Baill.	20,1568	3,8828	19,26

$$\text{Rendemen ekstrak} = \frac{\text{Bobot ekstrak}}{\text{Bobot serbuk simplisia}} \times 100 \%$$

Tabel 4.6 Hasil penapisan fitokimia pada ekstrak etanol 80%

Simplisia	<i>Antidesma bunius</i>		<i>Antidesma montanum</i>		<i>Antidesma celebicum</i>		<i>Antidesma neurocarpum</i>		<i>Blumeodendron toksbrai</i>		<i>Croton argyretus</i>		<i>Cephalomappa malloticaarpa</i>		<i>Galearia filiformis</i>		<i>Sumbaviopsis albicans</i>		<i>Suregada glomerulata</i>		
	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	Daun	Ranting	
Alkaloid	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
Glikosida	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tanin	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Saponin	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Sterol-Terpen	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Antrakuinon	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoid	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: (+) Hasil Reaksi Positif

(-) Hasil Reaksi Negatif

Tabel 4.7 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun dan ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng

Simplisia		<i>Antidesma bunius</i>	
		Daun	Ranting
Sterol-Terpen	Lieberman Bouchard	Hijau kebiruan	Hijau tua
Alkaloid	Mayer LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
	Bouchardat LP	Tidak ada endapan	Endapan cokelat
	Dragendorf LP	Tidak ada endapan	Endapan jingga cokelat
Antrakuinon	Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jingga	Lapisan air jingga
Flavonoid	Serbuk Zn + HCl 2N	Kuning jingga	Jernih
	Serbuk Mg + HCl P	Hijau	Jernih
	Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Oranye	Merah muda
Glikosida	As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Cokelat	Cokelat kemerahan
	Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin	FeCl ₃ 1%	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman
	Gelatin 10%	Endapan putih	Endapan putih
	NaCl-gelatin	Endapan putih	Endapan putih
Saponin	Air Panas	Berbusa ± 1cm	Berbusa ± 1cm

Tabel 4.8 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun dan ranting *Antidesma celebicum*

Simplisia		<i>Antidesma celebicum</i>	
		Daun	Ranting
Sterol-Terpen	Lieberman Bouchard	Coklat kehitaman	Cokelat kehitaman
Alkaloid	Mayer LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
	Bouchardat LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
	Dragendorf LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
Antrakuinon	Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jingga	Lapisan air jernih
Flavonoid	Serbuk Zn + HCl 2N	Jingga kemerahan	Jernih
	Serbuk Mg + HCl P	Jernih	Kuning
	Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Putih	Oranye
Glikosida	As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Cokelat	Cokelat
	Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin	FeCl ₃ 1%	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman
	Gelatin 10%	Endapan putih	Endapan putih
	NaCl-gelatin	Endapan putih	Endapan putih
Saponin	Air Panas	Tidak berbusa	Berbusa ± 1cm

Tabel 4.9 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun *Antidesma montanum* (Blume) dan *Antidesma neurocarpum* Miq.

Golongan Senyawa	Simplisia	Daun <i>Antidesma montanum</i>	Daun <i>Antidesma neurocarpum</i>
Sterol-Terpen	Lieberman Bouchard	Biru kehijauan	Cokelat
Alkaloid	Mayer LP	Endapan putih kekuningan	Endapan putih kekuningan
	Bouchardat LP	Endapan cokelat	Endapan cokelat
	Dragendorf LP	Endapan jingga cokelat	Endapan jingga cokelat
Antrakuinon	Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jernih	Lapisan air jingga
Flavonoid	Serbuk Zn + HCl 2N	Kuning	Jingga kemerahan
	Serbuk Mg + HCl P	Kuning	Jingga kemerahan
	Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Merah muda	Kuning
Glikosida	As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Cokelat kemerahan	Cokelat
	Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin	FeCl ₃ 1%	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman
	Gelatin 10%	Endapan putih	Endapan putih
	NaCl-gelatin	Endapan putih	Endapan putih
Saponin	Air Panas	Tidak berbusa	Tidak berbusa

Tabel 4.10 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun dan ranting *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurtz

Golongan Senyawa	Simplisia	<i>Blumeodendron toksbrai</i>	
		Daun	Ranting
Sterol-Terpen	Lieberman Bouchard	Hijau tua	Cokelat
Alkaloid	Mayer LP	Tidak ada endapan	Endapan putih kekuningan
	Bouchardat LP	Endapan cokelat	Endapan cokelat
	Dragendorf LP	Endapan jingga cokelat	Endapan jingga cokelat
Antrakuinon	Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jernih	Lapisan air jernih
Flavonoid	Serbuk Zn + HCl 2N	Kuning	Kuning
	Serbuk Mg + HCl P	Hijau	Kuning
	Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Oranye	Merah muda
Glikosida	As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Cokelat	Cokelat kemerahan
	Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin	FeCl ₃ 1%	Hijau muda	Hijau muda
	Gelatin 10%	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
	NaCl-gelatin	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
Saponin	Air Panas	Tidak berbusa	Berbusa ± 1cm

Tabel 4.11 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun dan ranting *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.

Golongan Senyawa		Simplisia	<i>Cephalomappa malloticarpa</i>	
			Daun	Ranting
Sterol-Terpen		Lieberman Bouchard	Hijau tua	Hijau tua
Alkaloid		Mayer LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
		Bouchardat LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
		Dragendorf LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
Antrakuinon		Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jingga	Lapisan air jingga
Flavonoid		Serbuk Zn + HCl 2N	Kuning	Hijau
		Serbuk Mg + HCl P	Hijau	Hijau
		Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Oranye	Merah muda
Glikosida		As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Ungu	Cokelat
		Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin		FeCl ₃ 1%	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman
		Gelatin 10%	Endapan putih	Endapan putih
		NaCl-gelatin	Endapan putih	Endapan putih
Saponin		Air Panas	Tidak berbusa	Berbusa ± 1cm

Tabel 4.12 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun dan ranting *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm

Golongan Senyawa		Simplisia	<i>Sumbaviopsis albicans</i>	
			Daun	Ranting
Sterol-Terpen		Lieberman Bouchard	Hijau tua	Biru kehijauan
Alkaloid		Mayer LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
		Bouchardat LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
		Dragendorf LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
Antrakuinon		Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jernih	Lapisan air jernih
Flavonoid		Serbuk Zn + HCl 2N	Jingga	Jernih
		Serbuk Mg + HCl P	Hijau	Kuning
		Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Kuning	Merah muda
Glikosida		As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Cokelat	Cokelat kemerahan
		Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin		FeCl ₃ 1%	Kuning	Hijau kekuningan
		Gelatin 10%	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
		NaCl-gelatin	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
Saponin		Air Panas	Tidak berbusa	Berbusa ± 1cm

Tabel 4.13 Hasil identifikasi golongan senyawa pada ekstrak etanol 80% daun *Croton argyratus* Blume., *Galearia filiformis* Blume., dan *Suregada glomerulata* (Blume) Baill.

Simplisia		<i>Daun Croton argyratus</i>	<i>Daun Galearia filiformis</i>	<i>Daun Suregada glomerulata</i>
Sterol-Terpen	Lieberman Bouchard	Biru kehijauan	Biru kehijauan	Hijau keunguan
Alkaloid	Mayer LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan	Endapan putih kekuningan
	Bouchardat LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan	Endapan cokelat
	Dragendorf LP	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan	Endapan jingga cokelat
Antrakuinon	Wash Benzen + NaOH 2N	Lapisan air jernih	Lapisan air jernih	Lapisan air jernih
Flavonoid	Serbuk Zn + HCl 2N	Jingga	Kuning	Kuning
	Serbuk Mg + HCl P	Hijau	Hijau	Hijau
	Serbuk asam borat + Serbuk asam oksalat	Oranye	Jingga	Kuning
Glikosida	As. asetat anhidrat + H ₂ SO ₄ (p)	Cokelat keunguan	Cokelat	Cokelat
	Molisch LP	Cincin ungu	Cincin ungu	Cincin ungu
Tanin	FeCl ₃ 1%	Cokelat kehijauan	Hijau kehitaman	Kuning
	Gelatin 10%	Tidak ada endapan	Endapan putih	Tidak ada endapan
	NaCl-gelatin	Tidak ada endapan	Endapan putih	Tidak ada endapan
Saponin	Air Panas	Tidak berbusa	Tidak berbusa	Tidak berbusa

Tabel 4.14 Data absorbansi uji pendahuluan penetapan konsentrasi enzim

Enzim (U/mL)	Substrat 10 mM				Substrat 20 mM			
	Absorbansi			Aktivitas Enzim	Absorbansi			Aktivitas Enzim
	Blanko (B)	Kontrol (K)	B-K	U/mg	Blanko (B)	Kontrol (K)	B-K	U/mg
0,3	3,999	0,064	3,935	55,7065	3,999	0,067	3,932	55,6641
0,15	2,092	0,056	2,036	28,8230	1,945	0,051	1,894	26,8128
0,075	1,066	0,062	1,004	14,2133	1,038	0,058	0,980	13,8736
0,0375	0,370	0,059	0,311	4,4027	0,505	0,051	0,454	6,4271

Tabel 4.15 Data absorbansi uji pendahuluan optimasi konsentrasi substrat pada konsentrasi enzim 0,15 U/mL

Konsentrasi Substrat	Absorbansi					Aktivitas Enzim (U/mg)
	Blanko (B)	Rata-rata blanko (\bar{B})	Kontrol (K)	Rata-rata kontrol (\bar{K})	$\bar{B} - \bar{K}$	
0,3125 mM	0,424	0,388	0,002	0,002	0,386	5,4645
	0,351		0,002			
0,625 mM	0,665	0,723	0,003	0,003	0,720	10,1928
	0,780		0,003			
1,25 mM	1,426	1,425	0,004	0,004	1,421	20,1167
	1,424		0,004			
2,5 mM	1,968	1,835	0,007	0,006	1,829	25,8926
	1,702		0,005			
5 mM	2,669	2,701	0,021	0,021	2,680	37,9399
	2,733		0,021			
10 mM	2,528	2,524	0,050	0,047	2,477	35,0661
	2,520		0,043			
20 mM	2,797	2,728	0,069	0,071	2,657	37,6143
	2,658		0,072			

Tabel 4.16 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada Akarbose

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1667	2,444	2,443	0,016	0,018	2,425	4,1502	2,9799	0,4012	117,1987
	2,441		0,019						
8,3334	2,398	2,399	0,019	0,018	2,381	5,8696	2,9799	0,4012	117,1987
	2,401		0,017						
16,6667	2,264	2,266	0,021	0,020	2,246	11,2253	2,9799	0,4012	117,1987
	2,267		0,018						
33,3334	2,153	2,151	0,018	0,020	2,131	15,7509	2,9799	0,4012	117,1987
	2,149		0,021						
Blanko	2,551	2,544	0,014	0,014	2,530	19,6000	2,9799	0,4012	117,1987
	2,537		0,014						

Tabel 4.17 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Antidesma bunius* (L.) Spreng

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
2,0834	2,314	2,283	0,024	0,022	2,261	14,38	9,4439	5,1110	7,9351
	2,251		0,019						
4,1667	1,835	1,912	0,027	0,029	1,883	29,09	9,4439	5,1110	7,9351
	1,989		0,030						
8,3333	1,173	1,091	0,043	0,044	1,047	64,49	9,4439	5,1110	7,9351
	1,008		0,044						
16,6667	0,344	0,338	0,048	0,047	0,291	89,52	9,4439	5,1110	7,9351
	0,332		0,045						
Blanko	2,636	2,652	0,014	0,013	2,639		9,4439	5,1110	7,9351
	2,667		0,012						

Tabel 4.18 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak ranting *Antidesma bunius* (L.) Spreng

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
2,0834	1,760	1,758	0,024	0,022	1,736	31,9366	32,8363	4,3982	3,9024
	1,755		0,020						
4,1667	1,330	1,327	0,026	0,023	1,304	51,1463	32,8363	4,3982	3,9024
	1,324		0,020						
8,3333	0,343	0,355	0,023	0,026	0,309	87,1219	32,8363	4,3982	3,9024
	0,366		0,029						
16,6667	0,071	0,076	0,036	0,040	0,036	98,5854	32,8363	4,3982	3,9024
	0,081		0,044						
Blanko	2,501	2,564	0,011	0,014	2,550	32,8363	4,3982	3,9024	3,9024
	2,626		0,016						

Tabel 4.19 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Antidesma montanum* (Blume)

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
1,0417	2,061	1,375	0,021	0,021	1,354	21,4122	25,6269	8,5906	2,8372
	2,076		0,021						
2,0833	1,328	0,904	0,023	0,025	0,979	49,7427			
	1,296		0,027						
4,1667	0,675	0,467	0,030	0,032	0,435	75,1286			
	0,661		0,033						
8,3333	0,288	0,209	0,041	0,042	0,167	90,4517			
	0,284		0,043						
Blanko	2,611	2,578	0,015	0,014	2,566				
	2,537		0,012						

Tabel 4.20 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Antidesma celebicum*

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
0,5229	2,407	2,419	0,029	0,030	2,389	3,8632	-4,3478	23,1852	2,3441
	2,431		0,030						
1,0458	2,192	2,089	0,023	0,024	2,065	16,9014			
	1,987		0,024						
2,0917	1,112	1,132	0,025	0,026	1,106	55,4929			
	1,072		0,026						
4,1833	0,323	0,324	0,031	0,031	0,293	88,2093			
	0,303		0,031						
Blanko	2,525	2,504	0,018	0,019	2,485				
	2,482		0,019						

Tabel 4.21 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak ranting *Antidesma celebicum*

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
1,0583	2,406	2,366	0,027	0,026	2,340	10,0346	6,3021	11,1291	3,9265
	2,326		0,024						
2,1167	1,814	1,812	0,030	0,030	1,782	31,4879	6,3021	11,1291	3,9265
	1,810		0,030						
4,2333	0,992	0,942	0,031	0,033	0,909	65,0519	6,3021	11,1291	3,9265
	0,898		0,034						
8,4667	0,132	0,162	0,041	0,040	0,122	95,3095	6,3021	11,1291	3,9265
	0,192		0,039						
Blanko	2,614	2,620	0,018	0,019	2,601		6,3021	11,1291	3,9265
	2,626		0,019						

Tabel 4.22 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Antidesma neurocarpum* Miq.

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
1,0458	1,805	1,845	0,024	0,026	1,819	30,9464	25,0886	5,9082	4,2164
	1,885		0,027						
2,0917	1,845	1,745	0,037	0,033	1,712	34,6519	25,0886	5,9082	4,2164
	1,645		0,029						
4,1833	1,200	1,228	0,037	0,037	1,191	54,5325	25,0886	5,9082	4,2164
	1,256		0,037						
8,3667	0,819	0,768	0,057	0,056	0,712	72,8343	25,0886	5,9082	4,2164
	0,717		0,054						
Blanko	2,649	2,635	0,015	0,015	2,620		25,0886	5,9082	4,2164
	2,621		0,014						

Tabel 4.23 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurz.

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1708	2,593	2,5925	0,022	0,022	2,571	3,4554	-0,8071	0,7859	64,7752
	2,592		0,022						
8,3417	2,504	2,519	0,029	0,0295	2,489	6,4977			
	2,534		0,030						
16,6833	2,441	2,4635	0,038	0,0415	2,422	9,0329			
	2,486		0,045						
33,3667	2,086	2,022	0,069	0,0665	1,956	26,5539			
	1,958		0,064						
Blanko	2,672	2,678	0,013	0,0155	2,662				
	2,684		0,018						

Tabel 4.24 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak ranting *Blumeodendron toksbrai* (Blume.) Kurtz

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1708	2,237	2,277	0,018	0,017	2,123	8,9077	8,0718	1,8373	22,8206
	2,317		0,016						
8,3417	1,783	1,743	0,021	0,020	1,619	30,5522	8,0718	1,8373	22,8206
	1,703		0,019						
16,6833	1,485	1,515	0,025	0,025	1,399	39,9436	8,0718	1,8373	22,8206
	1,545		0,025						
33,3667	0,768	0,838	0,038	0,040	0,750	67,8356	8,0718	1,8373	22,8206
	0,908		0,042						
Blanko	2,450	2,495	0,013	0,014	2,481	8,9077	8,0718	1,8373	22,8206
	2,540		0,015						

Tabel 4.25 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Croton argyratus* Blume

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1750	2,544	2,547	0,048	0,051	2,496	0,4968			
	2,550		0,054						
8,3500	2,499	2,547	0,084	0,079	2,468	1,7615			
	2,595		0,074						
17,700	2,403	2,483	0,033	0,033	2,450	2,5519	0,2292	0,1357	366,7708
	2,563		0,032						
33,400	2,401	2,429	0,028	0,027	2,402	4,7425			
	2,457		0,026						
Blangko	2,553	2,507	0,015	0,015	2,492				
	2,461		0,015						

Tabel 4.26 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
1,0458	2,312	2,352	0,020	0,020	2,332	35,5237	29,2410	7,8113	2,6576
	2,392		0,020						
2,0917	1,881	2,072	0,028	0,030	2,042	41,8261	29,2410	7,8113	2,6576
	2,263		0,031						
4,1833	1,864	1,890	0,043	0,045	1,845	70,8498	29,2410	7,8113	2,6576
	1,916		0,047						
8,3667	0,741	0,722	0,049	0,047	0,675	91,3043	29,2410	7,8113	2,6576
	0,703		0,045						
Blanko	2,692	2,685	0,014	0,016	2,669		29,2410	7,8113	2,6576
	2,678		0,017						

Tabel 4.27 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak ranting *Cephalomappa malloticarpa* J.J.Sm.

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1708	2,314	2,340	0,041	0,046	2,294	21,3269	23,2314	2,1902	12,2219
	2,366		0,050						
8,3417	1,455	1,454	0,057	0,055	1,399	52,0315	23,2314	2,1902	12,2219
	1,453		0,053						
16,6833	0,468	0,440	0,089	0,089	0,351	63,2950	23,2314	2,1902	12,2219
	0,411		0,089						
33,3667	0,354	0,336	0,141	0,140	0,196	93,2968	23,2314	2,1902	12,2219
	0,317		0,139						
Blanko	2,898	2,893	0,027	0,027	2,866		23,2314	2,1902	12,2219
	2,888		0,026						

Tabel 4.28 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Galearia filiformis* Blume

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1792	2,478	2,558	0,024	0,023	2,535	0,0749			
	2,638		0,022						
8,3583	2,297	2,237	0,044	0,044	2,193	13,5547			
	2,177		0,044						
16,7167	1,140	1,050	0,053	0,055	0,995	60,7589	-1,4446	2,3890	21,5339
	0,960		0,058						
33,4333	0,765	0,865	0,094	0,094	0,771	69,5956			
	0,965		0,094						
Blanko	2,583	2,555	0,016	0,018	2,537				
	2,528		0,019						

Tabel 4.29 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1667	2,622	2,536	0,024	0,028	2,5085	0,7517	-5,5013	1,2788	43,4011
	2,446		0,031						
8,3333	2,528	2,535	0,045	0,045	2,490	1,4837			
	2,542		0,045						
16,6667	2,121	2,103	0,074	0,074	2,029	19,7033			
	2,085		0,073						
33,3333	1,667	1,742	0,123	0,124	1,618	35,9842			
	1,817		0,125						
Blanko	2,644	2,545	0,015	0,015	2,528				
	2,441		0,015						

Tabel 4.30 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak ranting *Sumbaviopsis albicans* (Blume) J.J.Sm.

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S} - \bar{K}$				
4,1667	2,650	2,699	0,019	0,022	2,677	-			
	2,749		0,024						
8,3333	2,523	2,463	0,023	0,023	2,440	8,7509			
	2,403		0,023						
16,6667	2,223	2,183	0,025	0,029	2,154	19,4465	-2,9918	1,2422	42,6596
	2,143		0,033						
33,3333	1,713	1,767	0,086	0,095	1,672	37,4719			
	1,793		0,104						
Blanko	2,621	2,689	0,014	0,015	2,674				
	2,649		0,015						

Tabel 4.31 Hasil pengujian efek penghambatan enzim α -glukosidase pada ekstrak daun *Suregada glomerulata* (Blume) Bail.

Konsentrasi Sampel ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi					% Penghambatan	a	b	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
	Sampel (S)	Rata-rata (\bar{S})	Kontrol (K)	Rata-rata (\bar{K})	$\bar{S}-\bar{K}$				
4,1792	2,828	2,801	0,018	0,0185	2,782	2,5228			
	2,774		0,019						
8,3583	2,538	2,502	0,021	0,0195	2,482	13,0016			
	2,466		0,018						
16,7167	2,371	2,434	0,036	0,032	2,402	15,8402	2,2189	0,8308	57,5122
	2,496		0,028						
33,4333	1,944	2,057	0,046	0,047	2,010	29,5602			
	2,170		0,048						
Blanko	2,871	2,870	0,016	0,016	2,854				
	2,868		0,016						

Tabel 4.32 Data absorbansi uji kinetika penghambatan enzim ekstrak daun *Antidesma celebicum*

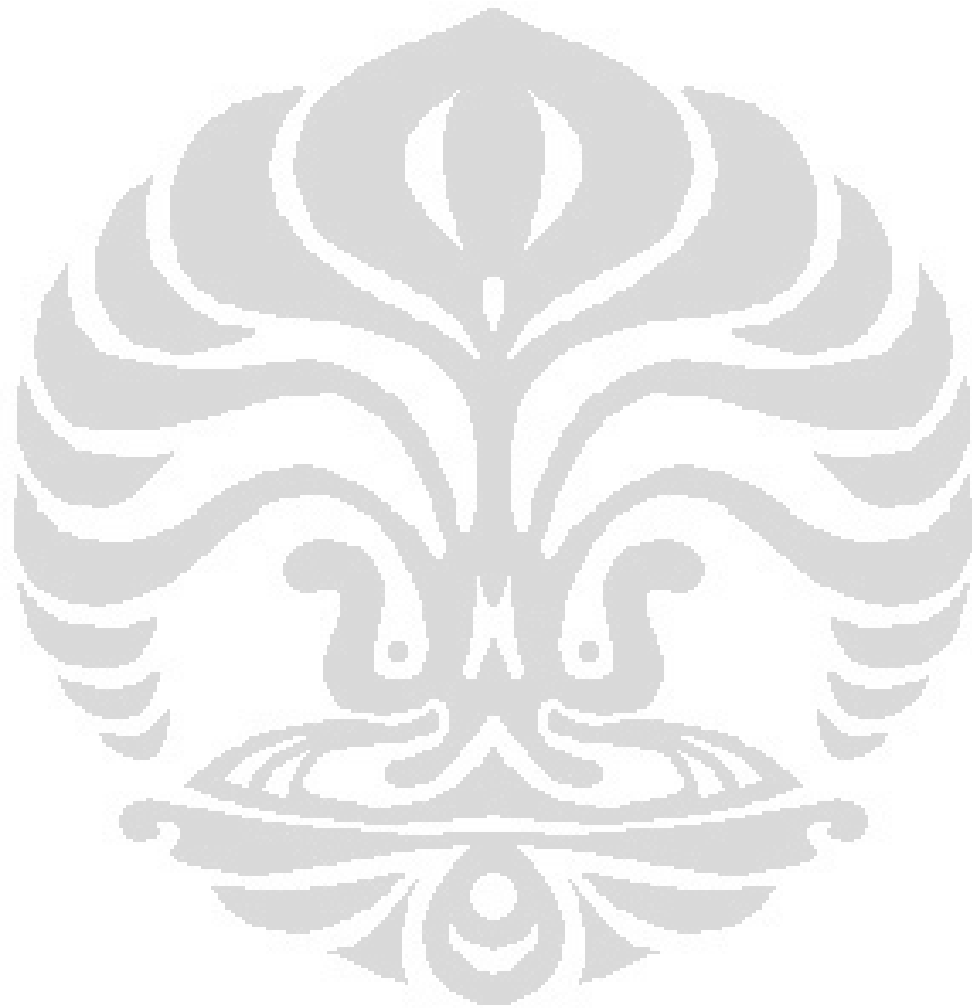
Substrat	Absorbansi														
	Tanpa inhibitor (DMSO)			0,5208 µg/mL			1,0417 µg/mL			2,0833 µg/mL			4,1667 µg/mL		
	S	K	$\bar{S}-\bar{K}$	S	K	$\bar{S}-\bar{K}$	S	K	$\bar{S}-\bar{K}$	S	K	$\bar{S}-\bar{K}$	S	K	$\bar{S}-\bar{K}$
1,25 mM	1,455	0,069	1,418	1,112	0,006	1,100	0,826	0,010	0,809	0,612	0,012	0,594	0,089	0,018	0,071
	1,388	0,072		1,102	0,008		0,810	0,008		0,597	0,010		0,090	0,020	
2,5 mM	1,861	0,050	1,877	1,730	0,015	1,704	1,103	0,010	1,134	1,228	0,019	1,189	0,168	0,029	0,129
	1,904	0,043		1,703	0,011		1,184	0,010		1,181	0,013		0,148	0,029	
5 mM	2,363	0,021	2,336	1,955	0,019	2,003	1,741	0,023	1,721	1,512	0,028	1,536	0,397	0,035	0,361
	2,351	0,021		2,092	0,023		1,746	0,023		1,611	0,024		0,391	0,031	
10 mM	2,456	0,007	2,380	1,865	0,035	1,888	2,134	0,038	2,073	1,866	0,044	1,819	0,523	0,050	0,498
	2,397	0,005		1,983	0,037		2,081	0,030		1,860	0,044		0,581	0,058	
20 mM	2,397	0,004	2,326	1,911	0,067	1,875	2,133	0,071	2,048	2,024	0,080	1,911	1,132	0,090	1,098
	2,395	0,004		1,972	0,067		2,101	0,067		1,953	0,076		1,249	0,096	

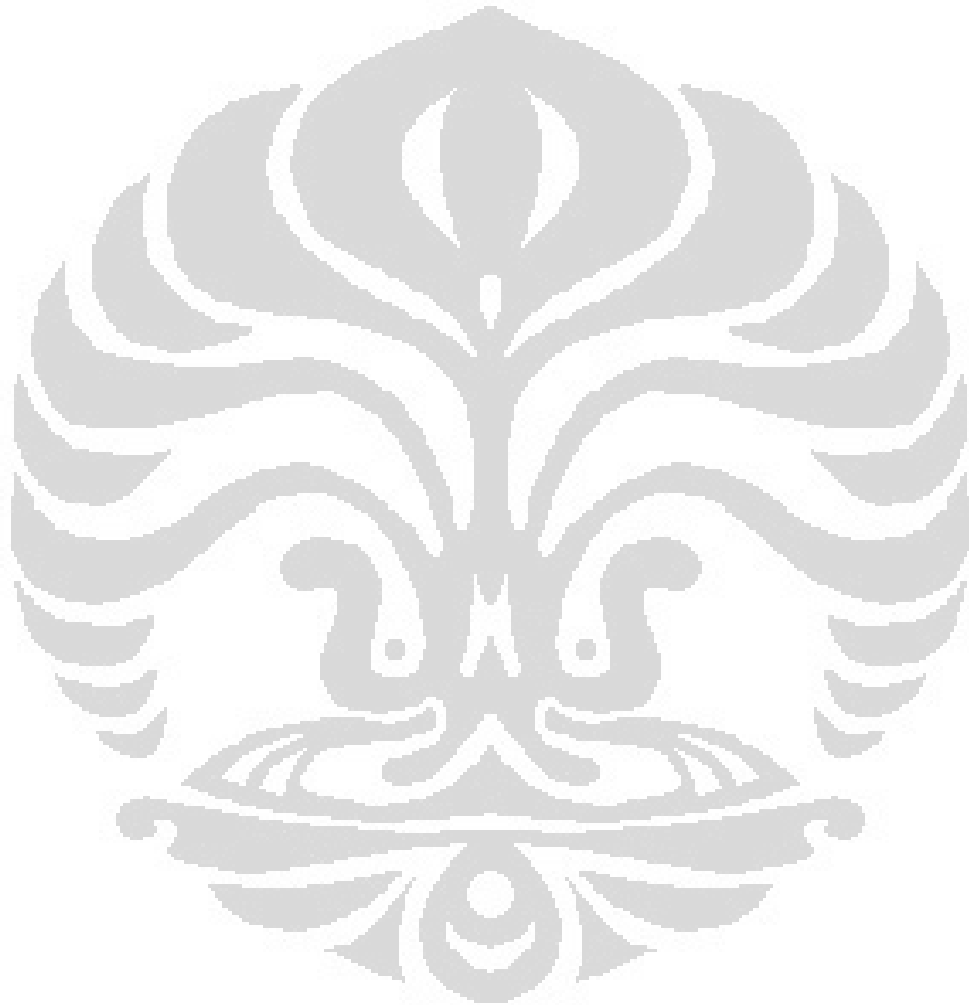
Keterangan:

S = Absorbansi sampel

K = Absorbansi kontrol sampel

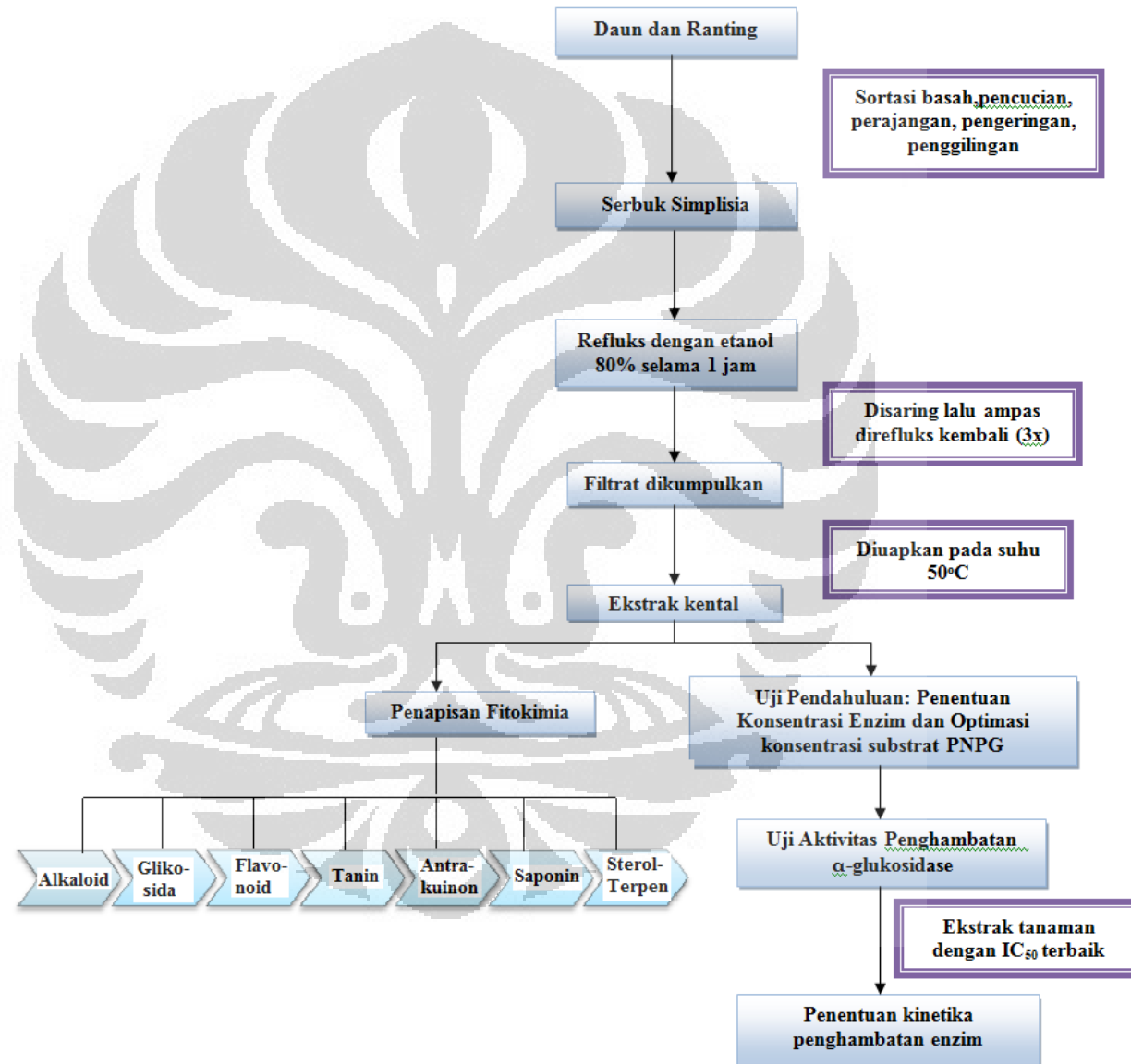
$\bar{S}-\bar{K}$ = Selisih antara rata-rata absorbansi sampel dengan rata-rata absorbansi kontrol sampel




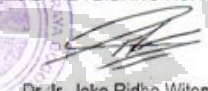




Lampiran 1. Skema kerja



Lampiran 2. Hasil identifikasi tanaman oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

	LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)	
	PUSAT KONSERVASI TUMBUHAN - KEBUN RAYA BOGOR (Center for Plant Conservation - Bogor Botanical Gardens) Jalan Ir. H. Juanda No. 13, P.O. BOX 309 Bogor 16003, Indonesia Telepon (0251) 322187 - 321657 - 322220 - 311362, 352519, Fax. 62 (251) 322187, 313985 e-mail : kriblipi@indosat.net.id	
Nomor : <i>068</i> /IPH.3.02/KS//2011		Bogor, <i>//</i> Januari 2011
Lamp. : -		
Perihal : Identifikasi tanaman		Kepada Yth. Sdri. Anastasia Bangun Npm : 0706264431 Departemen Farmasi FMIPA - UI Jakarta
<p>Dengan hormat,</p> <p>Bersama ini kami sampaikan daftar hasil identifikasi material tumbuhan berupa daun dan ranting yang Saudari pesan dari Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, LIPI adalah dari jenis tanaman sebagaimana terlampir.</p> <p>Demikianlah hasil identifikasi kami sampaikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.</p>		
		a.n. KEPALA KEPALA BIDANG KONSERVASI EX SITU  Dr. Ir. Joko Ridho Wilono NIP. 197010091994031004

(lanjutan)

Daftar Sampel Material Tanaman Untuk Penelitian Mahasiswa Jurusan Farmasi

Universitas Indonesia

Tanggal 5 November 2010

No.	Nama tanaman	Family
1.	<i>Antidesma bunius (L.) Spreng.</i>	Euphorbiaceae
2.	<i>Antidesma montanum Blume</i>	Euphorbiaceae
3.	<i>Antidesma neurocarpum Miq.</i>	Euphorbiaceae
4.	<i>Antidesma celebicum</i>	Euphorbiaceae
5.	<i>Blumeodendron toksbrai (Blume) Kurtz.</i>	Euphorbiaceae
6.	<i>Sumbaviopsis albicans (Blume) J.J. Sm</i>	Euphorbiaceae
7.	<i>Suregada glomerulata (Blume) Baill.</i>	Euphorbiaceae
8.	<i>Galearia filiformis Blume</i>	Euphorbiaceae
9.	<i>Croton argyratus Blume</i>	Euphorbiaceae
10.	<i>Cephalomappa malloticarpa J.J.Sm.</i>	Euphorbiaceae