

### Uji Aktivitas Inhibisi Enzim $\alpha$ -Glukosidase secara In Vitro dari Ekstrak Metanol Daun *Cryptocarya densiflora* Blume dan Fraksi-Fraksinya

Nurul Ariani, Irma Ratna Kartika, Fera Kurniadewi  
Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta  
Jalan Rawamangun Muka, Rawamangun, Jakarta Timur, 13220

Corresponding author: [fera@unj.ac.id](mailto:fera@unj.ac.id)

#### Abstrak

*Cryptocarya densiflora* Blume digunakan dalam penelitian penelusuran senyawa antidiabetes melalui penentuan aktivitas inhibisinya terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase secara in vitro. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan profil fitokimia ekstrak metanol daun *Cryptocarya densiflora* Blume dan fraksi-fraksinya (n-heksana, n-heksana-etil asetat, serta etil asetat) serta aktivitas inhibisinya terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase. Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian ini, diketahui bahwa fraksi etil asetat mengandung senyawa golongan flavonoid, fenolik, saponin, dan tanin. Di samping itu, fraksi etil asetat berpotensi sebagai inhibitor enzim  $\alpha$ -glukosidase dengan nilai IC50 sebesar 93,325 ppm dengan kategori aktif sebagai antidiabetes.

**Kata kunci:** *Cryptocarya densiflora* Blume, Inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase, in vitro.

#### Abstract

*Cryptocarya densiflora* Blume was used in antidiabetic research by determining its inhibition activity against  $\alpha$ -glucosidase (in vitro). This study was aimed to obtain the phytochemical profile of methanol extract of *Cryptocarya densiflora* Blume leaves and its fractions (n-hexane, n-hexane-ethyl acetate, and ethyl acetate) and their inhibition activity against  $\alpha$ -glucosidase. The results showed that ethyl acetate fraction contains flavonoids, phenolic, saponin, and tannin. Moreover, ethyl acetate fraction showed potential as  $\alpha$ -glucosidase enzyme inhibitor with 93,325 ppm of IC50 value with active category as antidiabetic.

**Keywords:** *Cryptocarya densiflora* Blume, Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase enzyme, in vitro.

#### 1. Pendahuluan

Diabetes melitus tipe 2 merupakan salah satu penyakit dengan penderita terbanyak di dunia. Berdasarkan data WHO (World Health Organization), terdapat sekitar 220 juta penderita penyakit tersebut di dunia. Meskipun, penyakit ini tidak menular, diabetes melitus mampu menyebabkan kematian. Berdasarkan, IDF (International Diabetes Federation), pada tahun 2015 angka kematian orang dewasa akibat diabetes di Indonesia ialah 184. 985 jiwa [1]. Upaya mengobati penyakit diabetes melitus. tipe 2 dapat dilakukan dengan cara

menghambat kerja enzim  $\alpha$ -glukosidase di usus halus yang bekerja secara kompetitif dengan substratnya, seperti akarbose (Glukobay) [2]. Penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase didasarkan pada kemampuan enzim  $\alpha$ -glukosidase yang dapat mengatalisis pemecahan substrat p-nitrofenol- $\alpha$ -D-glukopiranosida menjadi p-nitrofenol dan glukosa [3]. Akan tetapi, penggunaan obat ini berakibat diare, sakit perut, dan perut kembung [4].

Alternatif lain yang dapat dilakukan untuk

menurunkan gejala hiperglikemik adalah penggunaan tanaman obat. Pemilihan tanaman ini memiliki kelebihan antara lain mudah didapat atau dikembangkan, relatif lebih murah, dan kemungkinan efek samping yang rendah. Agen penghambat (inhibitor) aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase saat ini banyak diteliti dari berbagai ekstrak tumbuhan. Ekstrak tersebut diketahui mampu menunjukkan aktivitas inhibisi terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase di usus halus, di antaranya karena adanya senyawa aktif flavonoid [5].

*Cryptocarya* (Lauraceae) merupakan genus tumbuhan yang dikenal memiliki kandungan metabolit sekunder berupa flavanoid yang melimpah [6,7,8]. Genus ini tersebar di negara-negara subtropis dan tropis, salah satunya ialah Indonesia. *Cryptocarya densiflora* Blume merupakan tumbuhan yang telah digunakan masyarakat Indonesia sebagai obat tradisional untuk mengobati disentri, TBC, sakit pinggang, dan liver, yaitu dengan cara merebus kulit batang tumbuhan ini [9]. Sinamaldehyd dari minyak kayu manis (*Cinnamomum verum*) yang memiliki kekerabatan dengan *Cryptocarya densiflora* Blume, diketahui memiliki kemampuan inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase sebesar 93,29% dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 27,96 ppm [10]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan profil fitokimia dan aktivitas inhibisi terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase dari ekstrak metanol daun *Cryptocarya densiflora* Blume dan fraksi-fraksinya (n-heksana, n-heksana-etil asetat, serta etil asetat). Sehingga penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan informasi kandungan metabolit sekunder dari tumbuhan *Cryptocarya densiflora* Blume, memberikan informasi kepada masyarakat tentang potensi tumbuhan *Cryptocarya densiflora* Blume sebagai sumber senyawa antihiperglikemik, serta menjadi bahan kajian dalam penelitian tentang potensi antidiabetes dari tumbuhan ini secara *in vivo* pada hewan uji.

## 2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi maserasi dan fraksinasi dengan menggunakan berbagai pelarut organik serta pengujian

aktivitas antihiperglikemik dengan metode inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase. Uji secara kualitatif terhadap metabolit yang terkandung dalam sampel dilakukan melalui uji fitokimia alkaloid, steroid, terpenoid, flavonoid, fenolik, saponin, dan tanin.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan ialah corong pisah, alat distilasi, heating mantle, rotary vacuum evaporator (EYELA USA N-1001-S-WD, Cat Num 216959), magnetic stirrer (IKA C-MAG HS 7), microplate well, inkubator, ELISA microplate reader, dan mikro pipet.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan ialah daun *Cryptocarya densiflora* Blume sebanyak 2 kg yang diperoleh dari Kebun Raya Bogor, pelarut organik yaitu metanol 70%, n-heksana, dan etil asetat teknis yang telah didistilasi. Larutan buffer fosfat 0,1M (pH 7,0), 0,5 mM 4-nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosida (pNPG) (sigma aldrich), akarbosa (Glukobay), larutan enzim  $\alpha$ -glukosidase (Sigma Aldrich), natrium karbonat 0,2 M, dimetilsulfoksida (DMSO) [Merck], asam klorida 2N, serum bovine albumin.

### 2.2 Ekstraksi Daun *Cryptocarya densiflora* Blume

Serbuk daun *Cryptocarya densiflora* Blume sebanyak 2 kg dimaserasi dalam metanol selama  $3 \times 24$  jam. Metanol dalam ekstrak tersebut diuapkan dengan rotary vacuum evaporator pada suhu 30 oC sehingga diperoleh ekstrak daun sebanyak 1 L. Ekstrak metanol sebanyak 900 mL digunakan untuk proses fraksinasi dan 100 mL diuapkan kembali dengan rotary vacuum evaporator pada suhu 30 oC hingga menjadi ekstrak yang kental dan kemudian didiamkan di dalam kulkas hingga menjadi ekstrak kering untuk digunakan pada uji inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase.

### 2.3 Fraksinasi (Partisi Cair-Cair)

Fraksinasi dilakukan melalui ekstraksi dengan pelarut organik berdasarkan kenaikan kepolarannya dimulai dari n-heksana, n-heksana – etil asetat, dan etil asetat digunakan dalam partisi ini. Ekstrak metanol hasil maserasi dipartisi dengan n-heksana kemudian

dipartisi kembali dengan campuran n-heksana - etil asetat dan diteruskan dengan pelarut etil asetat pada volume yang sama dalam corong pisah. Pelarut dari fraksinasi diuapkan dengan rotary vacuum evaporator pada suhu 30oC. Sehingga, didapat fraksi-fraksi kering yang digunakan untuk uji inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase.

### 2.4 Uji Inhibisi Aktivitas Enzim $\alpha$ -glukosidase

Pengujian aktivitas inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase mengikuti prosedur pada Tabel 1. Konsentrasi sampel yang digunakan ialah 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm. Sedangkan, untuk kontrol positif digunakan tablet Glukobay yang dilarutkan pada konsentrasi 0,1 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm. Setiap larutan sampel dan Glukobay dibuat tiga replikasi (triplo).

**Tabel 1** Prosedur Reaksi Inhibisi  $\alpha$ -Glukosidase

	Blangko	K	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>
Sampel ( $\mu$ L)	-	-	1	1
DMSO ( $\mu$ L)	1	1	-	-
Buffer ( $\mu$ L)	49	49	49	49
Substrat ( $\mu$ L)	25	25	25	25
<u>Inkubasi 37° C selama 5 menit</u>				
Buffer ( $\mu$ L)	25	-	25	-
Enzim ( $\mu$ L)	-	25	-	25
<u>Inkubasi 37° C selama 5 menit</u>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ( $\mu$ L)	100	100	100	100
<u>Diukur absorbansi pada <math>\lambda=410</math> nm</u>				

Keterangan:

- Blangko = Sistem reaksi tanpa adanya ekstrak dan enzim
- K = Absorbansi blanko pada masing-masing replikasi
- S<sub>0</sub> = Absorbansi kontrol untuk sampel
- S<sub>1</sub> = Absorbansi sampel

Hasil pengukuran absorbansi p-nitrofenol dapat digunakan dalam perhitungan aktivitas inhibitor  $\alpha$ -glukosidase dengan rumus: digunakan dalam perhitungan aktivitas inhibitor  $\alpha$ -glukosidase dengan rumus:

$$\text{Persentase inhibisi} = [1 - (\text{Abs sampel} / \text{Abs kontrol})] \times 100 \%$$

Hasil pengukuran absorbansi tersebut dapat

dilihat hubungannya dengan konsentrasi sampel/control melalui plot dalam grafik, dengan sumbu x ialah log konsentrasi ekstrak dan fraksi sedangkan sumbu y ialah % inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase dengan persamaan regresi linear, sebagai berikut.

$$y = a + bx$$

Setelah didapat hasil dari persamaan regresi linear, nilai IC<sub>50</sub> dapat dihitung melalui persamaan regresi linear dengan memasukkan nilai 50 sebagai variabel y.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Uji Fitokimia

**Tabel 2** Hasil Uji Fitokimia Daun *Cryptocarya densiflora* Blume

Sampel	Alkaloid	Flavonoid	Fenolik	Steroid	Terpenoid	Saponin	Tanin
Ekstrak Metanol	-	-	+	-	-	+	+
Fraksi Heksana	-	-	-	-	-	-	-
Fraksi H-E	-	-	-	-	-	+	-
Fraksi Etil Asetat	-	+	+	-	-	+	+

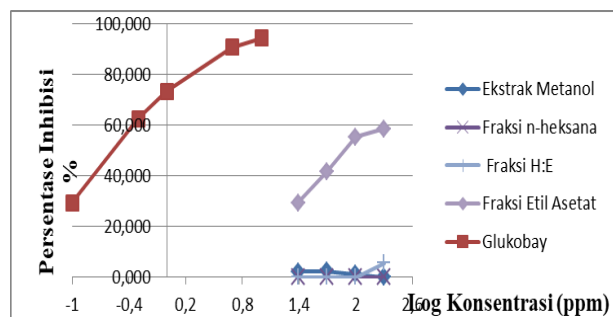
Umumnya, metabolit sekunder yang aktif berperan dalam menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase ialah golongan flavonoid [5]. Karena itu, aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase diduga dapat ditunjukkan oleh fraksi etil asetat yang mengandung flavonoid.

### 3.2 Hasil Uji Penghambatan Enzim $\alpha$ -glukosidase

Pengujian aktivitas enzim berdasarkan nilai absorbansi p-nitrofenol dengan intensitas warna kuning menggunakan microplate reader (ELISA reader spektrofotometry) ( $\lambda= 410$  nm). Enzim  $\alpha$ -glukosidase menghidrolisis p-nitrofenil- $\alpha$ -D-glukopiranosida menjadi glukosa dan p-nitrofenol yang berwarna kuning. Namun, adanya inhibitor enzim  $\alpha$ -glukosidase (IAG) maka warna kuning yang dihasilkan memiliki intensitas yang beragam sesuai dengan daya inhibisinya. Semakin rendah intensitas warna kuning p-nitrofenol maka semakin sedikit produk glukosa yang dihasilkan [12]. Hal ini sesuai untuk fraksi etil asetat dan Glukobay, sehingga dapat dikatakan bahwa fraksi etil asetat memiliki kemampuan inhibisi

yang paling besar dibandingkan sampel lainnya. Glukobay diketahui merupakan obat oral antidiabetes yang telah digunakan untuk obat diabetes melitus tipe 2 [13].

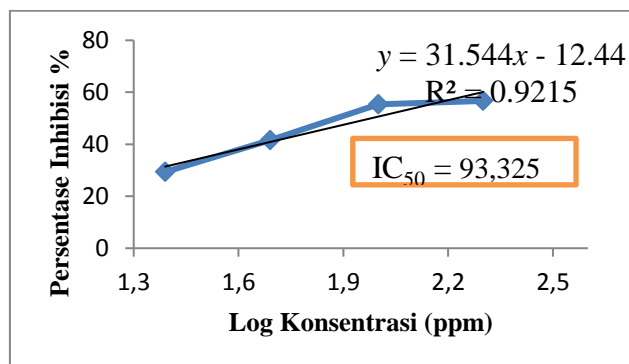
Hasil perhitungan aktivitas inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase menunjukkan bahwa hanya fraksi etil asetat yang memiliki persentase inhibisi lebih dari 50%, yaitu 55,4% pada konsentrasi 100 ppm, dan 58,7% pada konsentrasi 200 ppm. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai rujukan yang ditampilkan pada Tabel 3 [14]. Suatu senyawa/fraksi dapat dikatakan berpotensi untuk digunakan sebagai inhibitor enzim  $\alpha$ -glukosidase (bersifat antidiabetes) jika menunjukkan persentase inhibisi di atas 50%.



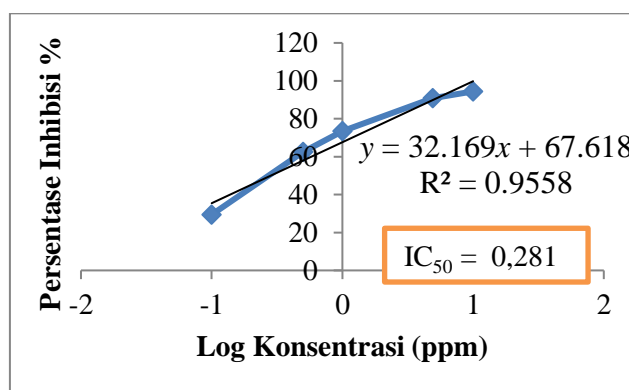
**Gambar 1** Grafik Hubungan Persentase Inhibisi Enzim  $\alpha$ -Glukosidase dengan Log Konsentrasi dari Berbagai Sampel dan Glukobay

Persamaan regresi linear yang dihasilkan dari korelasi antara log konsentrasi sampel dengan persentase inhibisi dapat digunakan untuk menghitung nilai IC<sub>50</sub> seperti yang disajikan pada Gambar 2 dan 3.

Meskipun fraksi etil asetat aktif sebagai antidiabetes dan memiliki nilai persentase inhibisi paling tinggi dalam penelitian ini, namun kemampuan inhibisinya masih lebih lemah jika dibandingkan dengan sinamaldehyd dari minyak kayu manis dengan nilai persen inhibisi sebesar 93,29% dan IC<sub>50</sub> sebesar 27,96 ppm [10]. Selain itu, kemampuan fraksi etil asetat dalam menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase juga lebih rendah dibandingkan dengan Glukobay yang digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini.



**Gambar 2** Grafik Hubungan Persentase Penghambatan Enzim  $\alpha$ -Glukosidase dengan Log Konsentrasi dari Fraksi Etil Asetat



**Gambar 3** Grafik Hubungan Persentase Inhibisi Enzim  $\alpha$ -Glukosidase dengan Log Konsentrasi dari Glukobay

Besarnya kemampuan inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase yang ditunjukkan oleh beberapa tanaman obat berbeda satu dengan yang lainnya. Perbedaan tersebut dikarenakan beberapa faktor, antara lain adanya perbedaan kandungan metabolit sekunder dalam suatu tanaman dan jenis pelarut yang digunakan pada ekstraksi [16].

Berdasarkan penelitian terdahulu, jenis pelarut yang diketahui dapat menunjukkan adanya inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase secara in vitro adalah pelarut polar dan semi polar seperti air, metanol, etanol, aseton, dan etil asetat. Penggunaan pelarut polar pada beberapa hasil penelitian juga menunjukkan aktivitas inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase yang besar dengan nilai IC<sub>50</sub> yang rendah. Berdasarkan penelitian uji aktivitas inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase dari ekstrak air kulit mangium (*Acacia mangium*

W.) menghasilkan nilai IC<sub>50</sub> 35,14 ppm dan ekstrak etanol 30 % yang mengandung senyawa fenolik yang dominan yaitu resorsinol menghasilkan IC<sub>50</sub> sebesar 29,36 ppm [17]. Sedangkan, nilai IC<sub>50</sub> dari ekstrak aseton kulit kayu buni ialah 5,73 ppm yang diketahui mengandung terpenoid dan flavonoid [18]. Namun, penggunaan pelarut non-polar menghasilkan nilai IC<sub>50</sub> yang tinggi dengan menggunakan fraksi n-heksana (non-polar) S. cumini untuk uji aktivitas inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase yaitu 897,10 ppm. Fraksi n-heksana pada penelitian tersebut diketahui mengandung 0,5% ekstrak etanol yang terdapat flavonoid menghasilkan nilai IC<sub>50</sub> yang besar (tidak aktif sebagai antidiabetes) [19]. Hal ini diakibatkan flavonoid hanya sedikit larut dalam pelarut non-polar seperti n-heksana dan menyebabkan fraksi n-heksana tidak menunjukkan aktivitas inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase.

**Tabel 3** Rentang Kategori Nilai IC<sub>50</sub> sebagai Antidiabetes [15]

Nilai IC <sub>50</sub>	Kategori
< 11 ppm	Sangat aktif sebagai antidiabetes
11-100 ppm	Aktif sebagai antidiabetes
> 100 ppm	Tidak aktif sebagai antidiabetes

**Tabel 4** Nilai IC<sub>50</sub> Larutan Pembanding (Akarbosa) dan Fraksi Etil Asetat

Sampel	Nilai IC <sub>50</sub> (ppm)	Kategori
Akarbosa (glukobay)	0,281	Sangat Aktif
Fraksi Etil Asetat	93,325	Aktif

Faktor metabolit sekunder sangat menentukan terhadap hasil uji inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase. Fraksi etil asetat yang memiliki kemampuan inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase berdasarkan uji fitokimia diketahui memiliki senyawa flavonoid yang tidak ditemukan pada sampel lainnya. Maka, diduga flavonoid berperan sebagai inhibitor enzim  $\alpha$ -glukosidase. Struktur flavonoid yang diketahui berhasil menghambat

kerja aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase ialah struktur flavonoid glikosida [20]. Flavonoid di alam hampir ditemukan dalam bentuk glikosidanya. Struktur ini menyerupai senyawa yang digunakan sebagai kontrol positif pada penelitian ini, yaitu Glukobay, yang juga memiliki ikatan glikosida.

Flavonoid bertindak sebagai inhibitor enzim  $\alpha$ -glukosidase melalui interaksi dari gugus OH pada C3' dan C4' pada cincin B dengan sisi aktif enzim  $\alpha$ -glukosidase [21]. Gugus hidroksi pada pada cincin A dan cincin B meningkatkan kemampuan inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase [20]. Gugus hidorksi C3' dan C4' merupakan faktor utama dalam penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase. Gugus C3' dan C4' dihidroksi pada cincin B berperan dalam interaksi dengan sisi aktif dari enzim  $\alpha$ -glukosidase melalui ikatan hidrogen. Sedangkan, adanya gugus OH pada C3' berfungsi untuk mempertahankan flavonoid terikat pada sisi aktif enzim  $\alpha$ -glukosidase secara tepat. Oksigen yang terdapat pada gugus hidroksil di C3', C4' pada cincin B dan C3 pada cincin C berperan dalam berikatan dengan hidrogen dari sisi aktif enzim  $\alpha$ -glukosidase [21,22]. Salah satu sisi aktif dari enzim  $\alpha$ -glukosidase adalah asam aspartat (Asp214) dan glutamat (Gla276). Asam amino ini dikenal sebagai kunci katalik dalam enzim  $\alpha$ -glukosidase. Sedangkan Asp214 berperan sebagai nukleofil dalam reaksi katalitik, dan Gla276 berperan sebagai donor proton [5].

#### 4. Kesimpulan

Fraksi etil asetat dari ekstrak metanol daun *Cryptocarya densiflora* Blume mengandung senyawa golongan flavonoid, fenolik, saponin, dan tanin. Uji inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase dari fraksi etil asetat memberikan nilai IC<sub>50</sub> 93,325 ppm dan aktif sebagai antidiabetes.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis tunjukkan Kepala Kebun Raya Bogor, lembaga penelitian Biofarmaka, serta PLP Laboratorium Kimia, FMIPA Universitas Negeri Jakarta.

## Daftar Pustaka

- [1] International Diabetes Federation. 2015. Unite for diabetes. <http://www.idf.org/membership/wp/indonesia#membership>. Diakses pada tanggal [13jun2016] pukul 01:49 WIB.K.H.J.
- [2] Kurniawan, I. 2010. Diabetes Melitus Tipe 2 pada Usia Lanjut. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 60 (12): 576-584.
- [3] Desmiaty, Y., Tambunan, R.M., Kartiningsih, Phitaloka, L.D. 2014. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim  $\alpha$ -Glukosidase serta Uji Mutu Ekstrak Etanol Batang Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 12(2): 232-237.
- [4] Ndraha, S. 2014. Diabetes Melitus Tipe 2 Dan Tatalaksana Terkini. *Medicinus*. 27(2): 9-16.
- [5] Phan, M.A.T., Jin, W., Jingyi, T., Yan, Z.L., Ken, N. 2013. Evaluation of Alpha-glucosidase Inhibition Potential of Some Flavanoids from *Epimedium brevicornu*. *Food Science and Technology*. 53: 492-498.
- [6] Chou, T.H., Chen, J.J., Lee, S.J., Chiang, M.Y., Yang, C.W., Chen, I.S. 2010. Cytotoxic Flavonoids from the Leaves of *Cryptocarya chinensis*. *J. Nat. Prod.* 73: 1470–1475.
- [7] Feng, R., Guo, Z.K., Yan, C.M., Li, E.G., Tan, R.X., Ge, H.M. 2012. Anti-Inflammatory Flavonoids from *Cryptocarya chingii*. *Phytochemistry*. 76: 98–105.
- [8] Kurniadewi, F., Juliawaty, L.D., Syah, Y.M., Achmad, S.A., Hakim, E.H., Koyama, K., Kinoshita, K., Takahashi, K. 2010. Phenolic Compounds From *Cryptocarya konishii* : Their Cytotoxic and Tyrosine Kinase Inhibitory Properties. *J Nat Med*. 64:121–125.
- [9] Iswandono, E. 2007. Analisis Pemanfaatan dan Potensi Sumber Daya Tumbuhan di Taman Wisata Alam Ruteng, Nusa Tenggara Timur [Tesis]. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [10] Ngadiwiyana., Ismiyanto., Nor, B.A.P., Purbowatiningrum, R.S. 2011. Potensi Sinamaldehyd Hasil Isolasi Minyak Kayu Manis sebagai Senyawa Antidiabetes. *Majalah Farmasi Indonesia*. 22(1): 9 – 14.
- [11] Benalla, W., Bellahcen, S., Bnouham, M. 2010. Antidiabetic Medicinal Plants as a Source of Alpha Glucosidase Inhibitors. *Current Diabetes Reviews*. 6: 247-254.
- [12] Basuki, T., Indah, D.D., Nina, A., Kardono L.B.S. 2002. Evaluasi Aktivitas Daya Hambat Enzim  $\alpha$ -Glukosidase dari Ekstrak Kulit Batang, Daun, Bunga dan Buah Kemuning [*Murraya Paniculata* (L.) Jack.]. *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXI*; Surabaya, 27-28 Maret 2002. Surabaya: Fakultas Farmasi Universitas Surabaya. Halaman 314-318.
- [13] Elvina, R., Lucida, H., Armal, K. 2013. Kajian Aspek Farmakokinetik Klinik Obat Antidiabetik pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 dengan Gangguan Fungsi Ginjal di Poliklinik Khusus RSUP. DR. M. Djamil Padang. *Farmasains*. 2(2): 77-81.
- [14] Gholamhoseinian, A., Fallah, H., Sharifi, F., Mirtajaddini, M. 2008. The Inhibitory Effect of Some Iranian Plants Extracts on The Alpha Glucosidase. *Iranian Journal of Basic Medical Science*. 11(1): 1-9.
- [15] Lee, D.S., Lee, H.S. 2001. Genistein, A Soy Isolavone, is A Potent K-Glucosidase Inhibitor. *FEBS Letters*. 501: 84-86.
- [16] Kardono, L.B.S. 2003. Kajian Kandungan Kimia Mahkota Dewa (*Phaleria marcocarpa*). Di dalam: *Prosiding Pameran Obat Tradisional dan Seminar Sehari Mahkota Dewa*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Farmasi dan Obat Tradisional Departemen Kesehatan. 72-76.
- [17] Rizanti, D.E. 2014. Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Kulit Mangium (*Acacia mangium* Willd.) melalui Uji Penghambatan Enzim  $\alpha$ -Glukosidase secara In Vitro [thesis]. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [18] Sari, R. K., Syafii, W., Azizah N., Juliasman, Fadli, M., Minarti. 2014. Potensi Ekstrak Kulit Kayu dari Hutan

- Gunung Salak sebagai Agen Antidiabetes dan Antikanker. *J. Ilmu Teknol. Kayu Tropis*. 12(2): 108-117.
- [19] Saraswaty, V. 2010. Alpha Glucosidase Inhibitory Activity from *Syzygium* sp. *Teknologi Indonesia*. 33(1): 33–37.
- [20] Cao, H., Chen, X. 2012. Structures Required of Flavonoids for Inhibiting Digestive Enzymes. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 12: 929-939.
- [21] Xu, H. 2010. Inhibition Kinetics of Flavonoids on Yeast  $\alpha$ -Glucosidase Merged with Docking Simulation. *Protein and Peptide Letters*. 17(10): 1270-1279.
- [22] Wang, H., Du, Y.J., Song, H.C. 2010.  $\alpha$ -Glucosidase and  $\alpha$ -amylase Inhibitory Activities of Guava Leaves. *Food Chemistry* 123: 6–13.