

## SKRINING FITOKIMIA DAN POTENSI DAYA HAMBAT EKSTRAK METANOL KULIT BATANG MERBAU PANTAI (*Intsia bijuga*) TERHADAP ENZIM $\alpha$ -GLUKOSIDASE

<sup>1</sup>Ayik Rosita Puspaningtyas\*, <sup>2</sup>Estu Wilujeng, <sup>3</sup>Indah Purnama Sary

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Jember

### Info Article

**Submitted :**

8 Juli 2022

**Revised :**

16 Januari 2023

**Accepted :**

26 Januari 2023

**Corresponding Author :**

Ayik Rosita Puspaningtyas

**Email :**

[aixrose\\_pee@yahoo.co.id](mailto:aixrose_pee@yahoo.co.id)

[ayik.rosita@unej.ac.id](mailto:ayik.rosita@unej.ac.id)

### ABSTRAK

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit yang ditandai dengan terjadinya kenaikan kadar glukosa darah dan gangguan metabolisme yang berkaitan dengan sekresi insulin. Potensi kulit batang merbau pantai sebagai antidiabetes hanya dilakukan berdasarkan survey etnobotani saja sehingga diperlukan penelitian *experimental laboratories* untuk mengetahui manfaatnya dari segi kesehatan sebagai antidiabetes. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui golongan senyawa yang terkandung dalam ekstrak metanol kulit batang merbau pantai, melakukan analisis profil kurva Lineweaver-Burk dan menentukan nilai presentase penghambatan untuk mengetahui jenis pola dan potensi hambatan yang dihasilkan senyawa yang terkandung dalam ekstrak metanol kulit batang merbau pantai terhadap reaksi enzimatik  $\alpha$ -glukosidase yang mana digunakan akarbosa sebagai kontrol positif. Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol mengandung golongan senyawa flavonoid, tanin dan alkaloid. Pada konsentrasi 25-500  $\mu$ g/mL menghasilkan presentase penghambatan yang cukup rendah jika dibandingkan dengan akarbosa yaitu 13-22%. Selain itu, diketahui pola penghambatan terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase bekerja *uncompetitive*.

**Kata kunci:** enzim  $\alpha$ -glukosidase, diabetes, antidiabetes, ekstrak metanol kulit batang merbau pantai, merbau pantai

### Access this article



### ABSTRACT

*Diabetes mellitus (DM) is a disease characterized by an increase in blood glucose levels and metabolic disorders related to insulin secretion. The potential of the bark of Merbau Pantai as an antidiabetic was only carried out based on an ethnobotanical survey, so experimental laboratory research was needed to determine its health benefits as an antidiabetic. This study aims to determine the class of compounds contained in the methanol extract of the bark of the Merbau Pantai, to analyze the profile of the Lineweaver-Burk curve, and to determine the percentage of inhibition to determine the type of pattern and potential inhibition produced by the compounds contained in the methanol extract of the bark of Merbau Pantai to the reaction enzymatic  $\alpha$ -glucosidase. Phytochemical screening was carried out qualitatively, followed by  $\alpha$ -glucosidase inhibition test and a kinetic test of the  $\alpha$ -glucosidase enzyme inhibitory pattern which*

*acarbose was used as a positive control. This study showed that the methanol extract contains a class of flavonoid compounds, tannins, and alkaloids. At a concentration of 25-500 ppm, the percentage of inhibition is quite low when compared to acarbose, which is 13-22%. In addition, it is known that the inhibition pattern of the  $\alpha$ -glucosidase enzyme works uncompetitive.*

**Keywords:**  *$\alpha$ -glucosidase enzyme, diabetes, antidiabetic, methanol extract of merbau beach stem, beach merbau*

## 1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit yang ditandai dengan terjadinya kenaikan kadar glukosa darah dan gangguan metabolisme yang berkaitan dengan sekresi insulin (Fatimah, 2015). Menurut WHO (2016), kasus diabetes meningkat drastis dari tahun ke tahun yang mana Pasifik Barat menjadi wilayah dengan jumlah penderita diabetes terbesar dan disusul oleh Asia Tenggara. IDF menyebutkan bahwa diabetes menyumbang 1,9% penyebab kematian urutan ke tujuh di dunia. Negara Indonesia sendiri berada pada peringkat ke-7 penderita diabetes terbanyak dan peringkat ke-3 gangguan toleransi glukosa (Atlas, 2019).

Pasien diabetes membutuhkan perawatan seumur hidup yang berfokus pada gula darah yang harus dikontrol. Hal ini dapat dilakukan dengan intervensi medis, salah satunya pemberian akarbosa. Akarbosa merupakan obat sintetik antidiabetis oral non-insulinotropik yang berfungsi sebagai penghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase. Apabila enzim  $\alpha$ -glukosidase dihambat maka pelepasan monosakarida dari karbohidrat kompleks yang berasal dari makanan juga melambat sehingga absorpsi glukosa dapat ditunda agar glukosa darah tidak meningkat (Yuniarto dan Selifiana, 2018). Penggunaan akarbosa

jangka panjang dapat menimbulkan beberapa efek samping seperti flatulensi, tinja lunak, perut kembung dan nyeri (Pionas, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pencarian obat baru yang lebih efektif yang berpotensi sebagai antidiabetes.

Merbau pantai (*Intsia bijuga*) merupakan tumbuhan asli Indonesia yang banyak ditemukan di pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Jawa terutama Papua. Pada survei etnobotani yang dilakukan oleh Widodo, dkk. (2019) pada Etnis Musi di Sumatera Selatan dan Bradacs (2008) di Vanuatu menyebutkan bahwa kulit batang *Intsia bijuga* digunakan sebagai pengobatan diabetes. Potensi *Intsia bijuga* sebagai antidiabetes hanya dilakukan penelitian berupa survei etnobotani saja dan belum terdapat penelitian *experimental laboratories* mengenai aktivitas sebagai penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase. Penelitian ini dapat menjadi penelitian baru untuk mengetahui manfaat kulit batang merbau pantai dari segi kesehatan sebagai antidiabetes.

Pengujian aktivitas antidiabetes dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu *in vitro*, *in vivo* dan *in silico* (Nugraha dan Hasanah, 2018). *In vitro* lebih banyak dipilih karena biaya rendah, perlakuan lebih mudah dan mengurangi penggunaan hewan uji. Salah satu metode pengujian

antidiabetes secara *in vitro* yaitu penghambatan  $\alpha$ -glukosidase. Prinsip dari metode ini ialah ikatan enzim-substrat, substrat yang digunakan berupa p-NPG. Semakin banyak ikatan enzim-substrat maka produk yang dihasilkan yaitu  $\alpha$ -D-glukopiranosida dan p-nitrofenol semakin banyak terbentuk. Aktivitas enzim-substrat dapat diketahui dengan warna kuning yang dihasilkan dari produk p-nitrofenol (Santosa, 2020). Penelitian kali ini menggunakan ELISA *reader* berbasis kolorimetri yaitu berdasarkan intensitas cahaya yang diserap dalam larutan berwarna pada panjang gelombang tertentu (Padmaningrum & Marwati, 2015).

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi ELISA reader (ELx 800), *microplate* 96 well (BRAND *plates*), mikropipet (Eppendorf), incubator (ThermaCell), Chamber KLT, lampu UV, neraca analitik (Krisbow KW0600377), *rotary evaporator* (strike 300), pH meter (EUTECH), corong *Buchner*, ultrasonikator (Elma), oven (Memmert), maserator, dan alat pendukung penelitian lainnya.

### **Skrining Fitokimia**

Uji flavonoid. Sebanyak 0,1 g ekstrak dilarutkan dengan metanol 2 mL kemudian ditotolkan 4  $\mu$ L diatas lempeng KLT. Fase gerak yang digunakan yaitu campuran asam asetat glasial:air:butanol (1:5:4). Adanya flavonoid ditandai dengan noda berwarna kuning kecoklatan setelah diberi uap ammonia (Yuda dkk, 2017).

Uji alkaloid. Sebanyak 0,1 g ekstrak dilarutkan dengan metanol 2 mL.

### **2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi kulit batang merbau pantai (*Intsia bijuga*) dari daerah sekitar Taman Nasional Meru Betiri Provinsi Jawa Timur Negara Indonesia, metanol teknis, akarbosa, enzim  $\alpha$ -glukosidase (*Saccharomyces cerevisiae*), p-NPG, reagen alkaloid (dragendorff), reagen flavonoid (uap ammonia), reagen terpenoid (Liebermann-Burchard), reagen tanin ( $\text{FeCl}_3$ ), reagen saponin (anisaldehid sulfat), lempeng KLT silika gel  $F_{254}$ , kertas saring, aquades, *sterile water*, kafein, kuersetin, asam galat, n-heksana, etil asetat, kloroform, butanol, asam asetat glasial,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

### **2.3 Prosedur Penelitian**

#### **Ekstraksi**

Simplisia kulit batang *Intsia bijuga* yang sudah kering diserbuk. Ekstraksi menggunakan metode maserasi berulang sebanyak 3 kali dengan pelarut metanol teknis dengan perbandingan 1:3 (Swandiny dkk, 2017). Setelah didapatkan ekstrak kental, maka dapat dihitung % rendemen menggunakan rumus:

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak}}{\text{bobot simplisia}} \times 100\%$$

Sebanyak 4  $\mu$ L ditotolkan pada lempeng KLT. Eluen yang digunakan berupa campuran etil asetat:heksana (7:3). Adanya alkaloid ditandai dengan noda berwarna jingga setelah disemprot dengan Dragendorff (Izzah dkk, 2015).

Uji tanin. Sebanyak 0,1 g ekstrak dilarutkan dengan metanol 2 mL dilanjutkan dengan penotolan sebanyak 4  $\mu$ L pada lempeng KLT. Digunakan campuran eluen metanol:air (6:4). Adanya

tanin ditandai dengan noda berwarna hitam setelah disemprot dengan  $\text{FeCl}_3$  (Yuda dkk, 2017).

Uji terpenoid. Sebanyak 0,1 g ekstrak dilarutkan dengan metanol 2 mL. Ditotolkan sebanyak 4  $\mu\text{L}$  diatas lempeng KLT. Fase gerak menggunakan campuran heksana:etil asetat (3:7). Adanya terpenoid ditandai dengan noda berwarna merah keunguan setelah disemprot dengan anisaldehyd sulfat (Arundina dkk, 2015).

Uji saponin. Sebanyak 0,1 g ekstrak dilarutkan dengan metanol 2 mL. sebanyak 4  $\mu\text{L}$  ditotolkan pada lempeng KLT. Campuran eluen yang digunakan kloroform:metanol (9:1). Adanya saponin dibuktikan dengan noda berwarna biru-violet setelah disemprot dengan Lieberman-Burchard (Arnida dkk, 2021).

Semua uji skrining fitokimia dipertegas dengan meletakkannya dibawah sinar UV 254 nm dan 365 nm.

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

Uji hambat enzim  $\alpha$ -glukosidase dilakukan dengan pengujian Moradi-Afrapoli dkk. (2012) dengan beberapa modifikasi. Kontrol positif dilakukan dengan mencampurkan larutan enzim  $\alpha$ -glukosidase 100  $\mu\text{L}$  (2,5U/mL) dengan larutan akarbosa 10  $\mu\text{L}$  (100 ppm) dan 20  $\mu\text{L}$  dapar fosfat pH 6,9 dalam *microplate* kemudian pra-inkubasi selama 20 menit pada suhu 37°C. Ditambahkan p-NPG 10mM dan diinkubasi lagi selama 20 menit pada suhu yang sama. reaksi dihentikan dengan menambahkan 80  $\mu\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,2M. Pengujian sampel dilakukan dengan perlakuan yang sama menggunakan berbagai konsentrasi yaitu 25; 50; 100; 200; dan 500 ppm. Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 kali replikasi. Presentase penghambatan enzim pada sampel dan kontrol positif dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{K - (S1 - S0)}{K} \times 100\%$$

#### Keterangan:

K = absorbansi kontrol positif (enzim + substrat)

S1 = absorbansi terkoreksi dari enzim + substrat + inhibitor

S0 = absorbansi terkoreksi dari substrat+inhibitor

### Uji Kinetika Pola Penghambatan Enzim

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel dan tanpa sampel. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh sampel pada penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase. Pengujian tanpa sampel dilakukan dengan mencampurkan larutan enzim  $\alpha$ -glukosidase 100  $\mu\text{L}$  (2,5U/mL), dapar fosfat pH 6,9 dan substrat dengan konsentrasi yang berbeda kemudian diinkubasi selama 20 menit suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,2 M sebanyak 80  $\mu\text{L}$ . Pengujian dengan sampel dilakukan dengan prosedur yang sama tetapi dengan penambahan sampel sebanyak 10  $\mu\text{L}$  dengan konsentrasi 500 ppm. Setiap pengujian dilakukan dengan 3 kali replikasi. Penentuan jenis pola hambat dilakukan dengan analisis data melalui plot kurva Lineweaver-Burk untuk memperoleh tetapan kinetika Michaelis-Menten yang dihitung berdasarkan persamaan  $y = bx + a$ . Persamaan Michaelis-Menten:

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{maks}} \left(\frac{1}{S}\right) + \frac{1}{V_{maks}}$$

Intersep garis (a) pada persamaan merupakan nilai  $\frac{1}{V_{maks}}$  dan slope (b) merupakan  $\frac{K_m}{V_{maks}}$  (Ratnayani dkk, 2015).

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Ekstraksi**

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol teknis dan didapatkan rendemen sebesar 10,867%. Simplisia kulit batang *Intsia bijuga* diekstraksi dengan metode maserasi karena lebih mudah dilakukan sehingga meminimalisir kesalahan yang dilakukan oleh peneliti sehingga dihasilkan ekstrak yang baik. Pada prosesnya, dilakukan beberapa kali pengadukan untuk membantu cairan penyari menembus dinding sel sampai ke dalam rongga sel, agar zat aktif yang ada

didalamnya akan larut sehingga hasil maserasi dapat maksimal (Saputra dkk, 2021). Semakin tinggi presentase rendemen maka semakin baik pula perlakuan yang diterapkan karena berhubungan dengan banyaknya kandungan senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak (Senduk dkk, 2020).

#### **Skrining Fitokimia**

Pada hasil penelitian didapatkan hasil bahwa ekstrak metanol kulit batang *Intsia bijuga* mengandung golongan senyawa flavonoid, alkaloid dan tanin, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

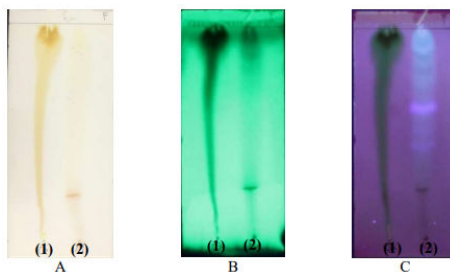
**Tabel 1.** Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Kulit Batang *Intsia bijuga*

<b>Golongan Senyawa</b>	<b>Reagen</b>	<b>Hasil Uji</b>
Flavonoid	Uap ammonia	+
Alkaloid	Dragendorff	+
Tanin	FeCl <sub>3</sub>	+
Terpenoid	Anisaldehyd sulfat	-
Saponin	Lieberman-Burchard	-

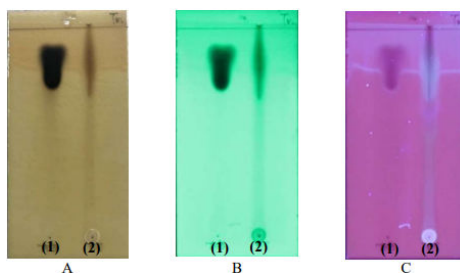
Keterangan : (+) adanya perubahan warna; (-) tidak terjadi perubahan warna

Skrining fitokimia secara kualitatif dengan metode KLT bertujuan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam kulit batang merbau pantai. Kelebihan dari metode KLT yaitu mudah dilakukan, pelaksanaannya

membutuhkan peralatan yang sederhana dan terjangkau (Muharrami dkk, 2017). Pada ekstrak metanol kulit batang merbau pantai menunjukkan adanya golongan senyawa flavonoid dan tanin yang dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



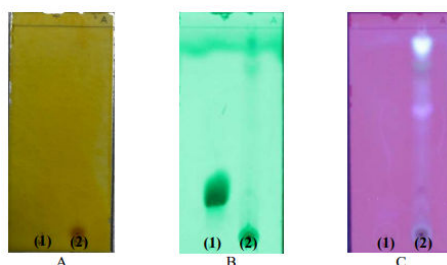
**Gambar 1.** Hasil uji golongan senyawa flavonoid  
(1) Standar; (2) Ekstrak Metanol Kulit Batang Merbau Pantai  
(A) Penampak noda; (B) Sinar UV 254 nm; (C) Sinar UV 365 nm



**Gambar 2.** Hasil uji golongan senyawa tanin  
(1) Standar; (2) Ekstrak Metanol Kulit Batang Merbau Pantai  
(A) Penampak noda; (B) Sinar UV 254 nm; (C) Sinar UV 365 nm

Hal ini sesuai dengan pernyataan Widodo dkk (2019) pada survei etnobotani yang menyatakan bahwa dalam kulit batang merbau pantai terkandung golongan senyawa tanin dan polifenol. Adanya golongan flavonoid pada ekstrak kulit batang *Intsia bijuga* dibuktikan dengan adanya noda berwarna kuning kecoklatan setelah diberi uap ammonia dan dipertegas dibawah lampu UV 365 nm

terlihat noda berwarna biru kehijauan. Adanya golongan tanin dibuktikan dengan adanya noda berwarna hitam setelah disemprot dengan  $FeCl_3$  dan dipertegas dibawah lampu UV 365 nm menghasilkan noda berwarna ungu. Selain flavonoid dan tanin, ekstrak metanol juga menunjukkan adanya golongan alkaloid yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Hasil uji golongan senyawa alkaloid  
(1) Standar; (2) Ekstrak Metanol Kulit Batang Merbau Pantai  
(A) Penampak noda; (B) Sinar UV 254 nm; (C) Sinar UV 365 nm

Adanya golongan alkaloid dibuktikan dengan adanya noda berwarna jingga setelah disemprot dengan reagen Dragendorff dan dipertegas dibawah lampu UV 365 nm yang mana noda

berfluorosensi biru. (Yuda dkk, 2017; Sopiah dkk, 2019).

**Uji Penghambatan Enzim α-glukosidase**

Hasil penghambatan enzim α-glukosidase dapat dilihat pada **Tabel 2**.

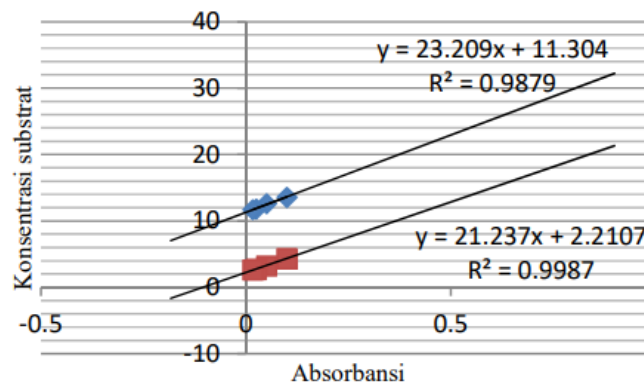
**Tabel 2.** Nilai Presentase Penghambatan α-glukosidase

Sampel	Konsentrasi (µg/mL)	Nilai presentase penghambatan (%)
Kontrol positif (akarbose)	100	67,605
	25	13,677
Ekstrak metanol kulit batang <i>Intsia bijuga</i>	50	14,145
	100	15,699
	200	15,152
	500	22,189

Presentase penghambatan yang dihasilkan oleh kontrol positif pada konsentrasi 100 µg/mL sebesar 67%. Presentase penghambatan yang didapatkan sampel pada rentang konsentrasi 25-500 µg/mL sebesar 13-22%.

**Uji Kinetika Pola Hambat Enzim α-glukosidase**

Uji kinetika pola hambat dilakukan untuk mengetahui jenis penghambatan sampel terhadap enzim α-glukosidase. Pada pengujian didapatkan hasil bahwa ekstrak metanol kulit batang merbau pantai dalam plot kurva Lineweaver-Burk menghambat enzim secara *uncompetitive*, dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Kurva uji kinetika pola hambat ekstrak metanol kulit batang *Intsia bijuga* (A) tanpa sampel (B) dengan sampel

Selain itu, dapat tentukan juga menurut nilai  $V_{maks}$  dan nilai  $K_M$  yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Harga Konstanta Kinetika Reaksi Enzimatik Tanpa dan Dengan Sampel

Reaksi enzimatik	Reagen	Hasil Uji
Tanpa sampel	0,088	2,042
Dengan sampel	0,452	9,606

Keterangan : (+) adanya perubahan warna; (-) tidak terjadi perubahan warna

Kedua harga konstanta berupa nilai  $V_{maks}$  dan nilai  $K_M$  berubah saat dilakukan tanpa sampel dan dengan sampel yang menandakan penghambatan terjadi secara *uncompetitive* (Yulian, 2014). Pada jenis penghambatan *uncompetitive* bekerja dengan mengikat kompleks enzim-substrat sehingga tidak mampu menghasilkan produk karena inhibitor terikat pada sisi alosterik enzim. Sisi alosterik merupakan tempat lain dari enzim yang mana dapat mempengaruhi konformasi reseptor sehingga substrat dan enzim tidak dapat menghasilkan suatu produk, selain itu juga dapat menurunkan aktivitas intrinsik dan menghalangi transmisi impuls senyawa dari substrat sehingga menurunkan efek yang terjadi (Siswandono, 2016).

Inhibitor *uncompetitive* bersifat *irreversible* dan tidak dapat mengikat enzim dalam keadaan bebas, hanya terikat jika terdapat ikatan kompleks enzim-substrat. Apabila hal ini terjadi, maka enzim akan menjadi inaktif karena kehilangan sifat katalisatornya yang membuat produk tidak akan terbentuk selama inhibitor masih berikatan kompleks dengan enzim. Apabila dibandingkan dengan jenis penghambatan enzim lainnya, penghambatan *uncompetitive* dapat dipengaruhi oleh substrat. Semakin besar konsentrasi substrat maka semakin besar pula penghambatan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan mekanisme penghambatan yang diperlukan untuk menghasilkan penghambatan dan tingkat konsentrasi substrat saling berhubungan (Kenakin, 2012).

#### 4. KESIMPULAN

Ekstrak metanol kulit batang merbau pantai (*Intsia bijuga*) mengandung golongan senyawa flavonoid, alkaloid dan tanin. Presentase penghambatan ekstrak metanol pada rentang konsentrasi 25-500  $\mu\text{g/mL}$  yaitu 13% sampai 22% yang mana potensinya dalam menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase lebih rendah dibandingkan dengan akar bosa. Jenis pola hambatan yang dihasilkan ekstrak terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase termasuk dalam hambatan *uncompetitive* sesuai dengan profil Lineweaver-Burk yang menunjukkan bahwa terdapat perubahan nilai  $K_M$  dan  $V_{maks}$  saat dilakukan tanpa dan dengan menggunakan sampel.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah menyediakan segala fasilitas dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atlas IDF. (2019). *International Diabetes Federation 9th Edition*. 6881. The Lancet.
- Arnida, EA, Bittaqwa D, Rahmatika, Sutomo. (2021). Identifikasi kandungan senyawa ekstrak etanol rimpang Purun Danau (*Lepironia articulata* (retz.) domin). Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah. 6(2):1-6.
- Arundina I, Budhy S, M Luthfi, Indrawati R. (2015) Identifikasi kromatografi lapis tipis Sudamala (*Artemisia vulgaris L.*). Majalah Kedokteran Gigi Indonesia. 20 (2):167.
- Bradacs G. (2008). *Ethnobotanical survei and biological screening of medicinal plants form vanuatu*. Deposit.Dbd.De
- Damanis, F, Wewengkang DS, Antasionasti I. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Ascidian herdmania momus dengan Metode DPPH. 9(3):464.



- Fatimah RN. (2015). Diabetes Melitus Tipe 2. Jakarta: J MAJORITY
- Kenakin TP. (2012). *Enzymes as drug targets. Pharmacology in Drug Discovery*. 105–124.
- Izzah N, Kadang Y, Permatasari A. (2015). Uji identifikasi senyawa alkaloid ekstrak metanol daun kelor (*Moringa oleifera lamk*) dari Kabupaten Ende Nusa Tenggara Timur secara kromatografi lapis tipis. *Akademi Farmasi Sandi Karsa Makassar*. 5:52-56.
- Moradi-Afrapoli F, Asghari B, Saeidnia S. (2012). *In vitro  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity of phenolic constituents from aerial parts of polygonum hyrcanicum*. *DARU: Journal of Pharmaceutical Sciences*. 20(1):2–7.
- Muharrami LK, F Munawaroh, T Ersam, M Santoso. (2017). *Herb plant: inventory and phytochemical screening in sampang, madura*. *Jurnal Pena Sains*. 4(2):124.
- Nugraha MR dan AN Hasanah. (2018). Metode pengujian aktifitas antidiabetes. *Farmaka*. 16(3):28–34.
- Padmaningrum RT dan S Marwati. (2015). Validasi metode analisis siklomat secara spektrofotometri dan turbidimetri. *Jurnal Sains Dasar*. 4(1):23–29.
- Pionas. Antidiabetik lain. [Internet]. Diakses pada tanggal 15 September 2021 pukul 19.00 WIB. Tersedia dari <http://pionas.pom.go.id/ioni/bab-6-sistem-endokrin/61-diabetes/612-antidiabetik-oral/6123-antidiabetik-lain>
- Ratnayani K, A Mayun Laksmiwati, dan M Sudiarto. (2015). Penentuan laju reaksi maksimal (vmaks) dan konstanta michaelis-menten (km) enzim lipase pankreas pada substrat minyak kelapa, minyak sawit, dan minyak zaitun. *Jurnal Kimia*. 9(1):93–97.
- Saputra E, Setiyabudi L, Issusilaningtyas E. (2021). Pengaruh konsentrasi ekstrak kulit batang mangrove (*avicennia marina*) dalam sediaan krim terhadap sifat fisik dan aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal Of Pharmacy UMUS*. 2(02):10–20.
- Siswandono. (2016) *Kimia Medisinal Jilid Satu Edisi Kedua*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sopiah B, Mulasari H, Yuanita E. (2019). Skrining fitokimia dan potensi aktivitas antioksidan dan ekstrak etanol daun hijau dan daun merah kastuba. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 17(1):27–33.
- Sundhani E, DCN Syarifah, LR Zumrohani, NA Nurulita. (2016). Efektivitas ekstrak etanol daun adam hawa (*rheo discolor*) dan daun pucuk merah (*syzygium campanulatum korth.*) dalam menurunkan kadar gula darah pada tikus putih jantan galur wistar dengan pembebanan glukosa. *Pharmacy*. 13(02):137–149.
- Swandiny GF, SR Tamat, A Darmawan, G Primahana. (2017). Studi potensi antioksidan antidiabetes dan toksisitas dari ekstrak. *Sainstech Farma*. 10(2):1-8.
- Widodo H, A Rohman, S Sismindari. (2019). Pemanfaatan tumbuhan famili fabaceae untuk pengobatan penyakit liver oleh pengobat tradisional berbagai etnis di Indonesia. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*. 29(1):65–88.
- Yuda PEAK, E Cahyaningsih, NLPY Winariyanthi. (2017). Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis ekstrak tanaman patikan kebo (*Euphoria hirta L.*). *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 3(2):61-70.
- Yulian, M. (2014). Potensi biodiversitas Indonesia sebagai inhibitor xantina oksidase dan antigout. *Lantanida Journal*. 1(1)
- Yuniarto A, N Selifiana. (2018). Aktivitas inhibisi enzim alfa-glukosidase dari ekstrak rimpang bangle (*zingiber cassumunar roxb.*) secara in vitro. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*. 2(1):22–25.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to **Share** — copy and redistribute the material in any medium or format. **Adapt** — remix, transform, and build upon the material. Under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use. **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes. **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. **No additional restrictions** — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.