

Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Sebagai Inhibitor Enzim α -Glukosidase Dengan Menggunakan Elisa Reader

Sukmawati^{1*}, Nurnaningsih², Mamat Pratama³

^{1,2,3}Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia

Article info	Abstract
History Submission: 01-05-2019 Review: 15-02-20120 Accepted: 13-07-2020 *Email: sukmawati.syarif@umi.ac.id DOI: 10.33096/jffi.v7i2.506 Keywords: <i>Muntingia calabura</i> L.; Cherry leaves; α -glucosidase enzyme inhibitors	<i>Cherry leaves (Muntingia calabura L) contain metabolite compounds such as alkaloids, antrakinons, polyphenols, tannins, saponins and are rich in flavonoid components such as flavones, flavanones, flavans and biflavans which have antidiabetic activity. According to research conducted by Apriyanti(2016) showed ethanol extract of cherry leaves (Muntingia calabura L) at a dose of 250 mg/BW can significantly reduce blood glucose levels in male white wistar strain rats. This research aims to determine IC50 ethanol extract of cherry leaves (Muntingia calabura L) as an α-glucosidase enzyme inhibitor using ELISA reader. The method was divided into 3 groups, group 1 (extract sample), group 2 (blank) and group 3 (rootbosc). Each group added 25 μL α-glucosidase solution (0.25 units/mL then measured using a 405 nm ELISA reader. The results showed that ethanol extract of cherry leaves KgBW (<i>Muntingia calabura L</i>) had activity as an α-glucosidase inhibitor with IC50 34,197 μg/mL and can be categorized as active.</i>

I. Pendahuluan

Keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia merupakan hal yang sangat potensial dalam mengembangkan obat herbal yang berbasis pada tumbuhan. Lebih dari 1000 spesies tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat. Tumbuhan tersebut menghasilkan metabolit sekunder yang struktur molekul dan aktivitas biologik yang beranekaragam sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat berbagai penyakit (Hikmal, Alam, G, & Mufidah 2015).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat adalah kersen. Daun kersen dapat direbus atau direndam dalam air yang berkhasiat dalam pengobatan berbagai penyakit seperti mengurangi pembengkakan kelenjar prostat, sebagai obat untuk menurunkan panas, menghilangkan sakit kepala, flu dan mengobati penyakit asam urat, selain itu juga dapat dimanfaatkan sebagai antiseptik, antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, antidiabetes dan antitumor. Bagian daun tumbuhan kersen kaya akan komponen flavonoid seperti flavon, flavanon, flavan dan biflavan yang memiliki aktivitas antidiabetes dan sitotoksik (Arum, Supartono, & Sudarmin 2012). Ekstrak etanol daun kersen mengandung alkaloid, antrakinon, polifenol, tanin, saponin dan flavonoid (Krishnaveni, M & Dhanalaksmi, R 2014).

Menurut Apriyanti (2016), ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L) dengan dosis 250 mg/kg berat badan secara signifikan dapat

menurunkan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan galur wistar. Namun pada penelitian tersebut masih belum diketahui mekanisme yang spesifik untuk penurunan kadar glukosa darah, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menguji lebih lanjut penurunan kadar glukosa darah secara *in vitro* dengan mekanisme penghambatan alfa-glukosidase.

Aktivitas enzim α -glukosidase seperti maltase dan sukrase dalam menghidrolisis oligosakarida menjadi glukosa, fruktosa dan monosakarida lain pada dinding usus halus dapat dihambat oleh senyawa obat inhibitor α -glukosidase. Penghambatan aktivitas enzim ini efektif dalam mengurangi pencernaan karbohidrat dan proses absorpsinya dalam usus halus sehingga dapat menurunkan kadar glukosa darah post prandial penderita diabetes melitus (Rais, IRidwan, *et al* 2013).

Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan penelitian uji aktivitas ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L) sebagai inhibitor enzim α -glukosidase untuk pengobatan diabetes melitus.

II. Metode Penelitian

II.1 Pengambilan dan Pengolahan sampel

Sampel penelitian adalah daun kersen (*Muntingia calabura* L.) yang diperoleh dari Kecamatan Paletang, Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan. Daun kersen (*Muntingia calabura* L.) yang telah diperoleh dicuci bersih dari kotoran yang melekat dengan menggunakan air mengalir setelah itu dipotong kecil-kecil. Kemudian



dikeringkan dengan cara di angin-anginkan, lalu di serbukkan.

II.2 Ekstraksi

Sampel berupa serbuk daun kersen (*Muntingia calabura* L.) ditimbang 50 g dimasukkan kedalam wadah maserasi, lalu ditambahkan 750 mL pelarut etanol 96%, dibiarkan selama 3 hari dalam bejana tertutup dan terlindung dari cahaya matahari langsung sambil diaduk secara periodik, setelah 3 x 24 jam dilakukan penyaringan dan ampasnya dimaserasi kembali dengan 750 mL etanol. Remaserasi dilakukan sebanyak 2 kali selama $\pm 2 \times 24$ jam. Ekstrak hasil maserasi atau filtrat yang dihasilkan ditampung menjadi satu dan diuapkan hingga diperoleh ekstrak etanol kental.

II.3 Uji Aktivitas Inhibitor Enzim α -Glukosidase

Uji aktivitas inhibitor enzim α -glukosidase dilakukan dengan beberapa modifikasi (Febrinda, AEarly, Astawan, M, Wesdiyati, T, & Yuliana, NDewi 2013):

1. Pembuatan Larutan Sampel Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.)

Pembuatan larutan induk 1000 ppm. Ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) ditimbang 50 mg, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL. Untuk membuat larutan dengan konsentrasi 1000 ppm, kemudian ditambahkan 5 μ L DMSO, kemudian ditambahkan buffer fosfat pH 7 sampai tanda batas, sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm. Selanjutnya dibuat seri konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm dengan memipet masing-masing 250 μ L, 500 μ L, 750 μ L, 1000 μ L, dan 1250 μ L kemudian dimasukkan dalam labu ukur 5 mL dan dicukupkan volumenya sampai tanda batas.

2. Pembuatan larutan pembanding akarbosa

Akarbosa sebanyak 5 mg dimasukkan kedalam labu ukur 5 mL untuk membuat larutan stok dengan konsentrasi 1000 ppm, kemudian ditambahkan 5 μ L DMSO, kemudian ditambahkan dapar fosfat 0,1 M (pH 7,0) sampai tanda batas. Selanjutnya dibuat seri konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm dengan memipet masing-masing 250 μ L, 500 μ L, 750 μ L, 1000 ppm dan 1250 μ L dari larutan stok kemudian dimasukkan dalam labu ukur 5 mL kemudian dicukupkan volumenya hingga tanda batas.

3. Penyiapan larutan enzim α -glukosidase (0,25 U/mL)

Enzim α -glukosidase ditimbang sebanyak 1 mg kemudian dilarutkan dengan dapar fosfat (pH 7) sebanyak 1 mL (28 U/mL). Kemudian dibuat larutan enzim α -glukosidase dengan konsentrasi 0,25 U/mL, dengan cara memipet 89,28 μ L lalu dicukupkan volumenya dengan dapar fosfat (pH 7) sebanyak 10 mL.

4. Penyiapan substrat p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (PNPG) 5 mM

Substrat p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (PNPG) ditimbang sebanyak 15,062 mg, kemudian dilarutkan dengan dapar fosfat (pH 7) sebanyak 10 mL sehingga didapatkan konsentrasi substrat PNPG 5 mM.

5. Pengujian Blanko

Masing-masing campuran pereaksi yang digunakan dalam uji ini mengandung 10 μ L dimetilsulfoksida (DMSO) ditambah 50 μ L dapar fosfat 0,1 M (pH 7,0) dan 25 μ L p-nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG) 5 mM, kemudian ditambahkan 25 μ L larutan α -glukosidase (0.25 U/mL) lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 μ L larutan natrium karbonat 0.2 M. Sampel diukur serapannya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm (Febriyani, V 2014).

6. Pengujian kontrol blanko

Masing-masing campuran pereaksi yang digunakan dalam uji ini mengandung 10 μ L dimetilsulfoksida (DMSO) ditambah 50 μ L dapar fosfat 0,1 M (pH 7,0) dan 25 μ L p-nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG) 5 mM, kemudian ditambahkan 25 μ L dapar fosfat (pH 7) lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 μ L larutan natrium karbonat 0.2 M. Sampel diukur serapannya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm (Sukmawati *et al* 2019).

7. Pengujian pembanding akarbosa

Masing-masing campuran pereaksi yang digunakan dalam uji ini mengandung 10 μ L larutan akarbosa dari masing-masing seri konsentrasi yang telah dibuat yaitu 50 ppm, 150 ppm, dan 250 ppm ditambah 50 μ L dapar fosfat 0,1 M (pH 7,0) dan 25 μ L p-nitrofenil α -D-glukopiranosida (pNPG) 0.5 mM. Kedalam sampel ditambahkan 25 μ L larutan α -glukosidase (0.25 unit/mL) lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 μ L larutan natrium karbonat 0.2 M. Pembanding akarbosa diukur serapannya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm.

8. Pengujian kontrol pembanding akarbosa

Masing-masing campuran pereaksi yang digunakan dalam uji ini mengandung 10 μ L larutan akarbosa dari masing-masing seri konsentrasi yang telah dibuat yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm ditambah 50 μ L dapar fosfat 0,1 M (pH 7,0) dan 25 μ L p-nitrofenil α -D-glukopiranosida (pNPG) 0.5 mM lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 μ L larutan natrium karbonat 0.2 M. Blanko pembanding akarbosa diukur serapannya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm.

9. Pengujian sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.)

Untuk pengujian sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) sebanyak 50 µL dapar fosfat (pH 7), kemudian ditambahkan 25 µL PNPG (5 mM), lalu ditambahkan 10 µL larutan sampel dari masing-masing seri konsentrasi yang telah dibuat yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Kemudian kedalam sampel ditambahkan 25 µL larutan enzim α-glukosidase (0,25 U/mL), lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 µL larutan natrium karbonat 0,2 M. Sampel diukur serapannya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm.

10. Pengujian kontrol sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.)

Ekstrak Untuk pengujian sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) sebanyak 50 µL dapar fosfat (pH 7), kemudian ditambahkan 25 µL PNPG (5 mM), lalu ditambahkan 10 µL larutan sampel dari masing-masing seri konsentrasi yang telah dibuat yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Kemudian kedalam sampel ditambahkan 25 µL larutan dapar fosfat (pH 7), lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 µL larutan natrium karbonat 0,2 M. Sampel diukur serapannya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm.

11. Analisis data

Ekstrak Persentase inhibisi dari α-glukosidase didapatkan dengan formula berikut (Febriyani 2014, h. 7):

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{B-S}{B} \times 100\%$$

Ket:

B = Selisih absorbansi blanko dengan absorbansi kontrol blanko

S = Selisih absorbansi sampel dengan absorbansi kontrol sampel

Nilai IC₅₀ (*Inhibitor Concentration 50*) ditentukan dengan cara membuat kurva antara persen penghambatan versus konsentrasi atau nilai probit versus log konsentrasi hingga didapatkan persamaan regresinya. Dari persamaan regresi tersebut dapat ditentukan besaran konsentrasi ekstrak yang memiliki kemampuan penghambatan terhadap aktivitas enzim alpha glukosidase sebesar 50%. Melalui persamaan regresi linear, $y = a + bx$, x adalah log konsentrasi n sampel dan y adalah nilai probit, maka nilai IC₅₀ dapat dihitung menggunakan menggunakan rumus:

$$IC_{50} = \frac{5-a}{b}$$

Keterangan:

a = Intercept dari plot sumbu x dan y

b = Slope plot sumbu x dan y

y = Dinyatakan sebesar 5

x = Nilai IC₅₀

Tingkat kekuatan suatu zat dalam menghambat enzim α-glukosidase dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat kekuatan inhibisi terhadap enzim α-glukosidase

Intensitas	Nilai IC ₅₀
Sangat aktif	IC ₅₀ ≤ 25 µg/mL
Aktif	25 µg/mL < IC ₅₀ ≤ 50 µg/mL
Kurang Aktif	50 µg/mL < IC ₅₀ ≤ 100 µg/mL
Tidak Aktif	IC ₅₀ > 100 µg/mL

(Widiyarti, Susilowati, & Aspiyanto 2012, h. 37)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan uji aktivitas ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) sebagai inhibitor enzim α-glukosidase. Tahapan awal yang dilakukan pada penelitian ini ialah dengan pembuatan ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura* L.) menggunakan metode ekstraksi cara dingin yaitu maserasi. Hasil yang diperoleh dari metode ekstraksi daun kersen (*Muntingia calabura* L.) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persen rendamen ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.)

Jenis pelarut	Volume Pelarut (mL)	Berat Sampel Kering (g)	Berat Ekstrak (g)	Persen Rendamen (%)
Etanol 96%	2250	50	7,93	15,86

Pemilihan metode ekstraksi maserasi pengerjaannya lebih aman untuk semua metabolit sekunder termasuk yang tidak tahan terhadap pemanasan proses dilakukan dengan cara diulang sebanyak tiga kali dan disimpan dalam lemari agar terhindar dari cahaya untuk mencegah terjadinya reaksi yang dikatalis cahaya atau perubahan warna (Hasanah, *et al* 2016). Pemilihan pelarut etanol ialah karena gugus OH dalam etanol membantu melarutkan molekul polar dan ion-ion dan gugus alkilnya CH₃CH₂- dapat mengikat bahan non-polar. Dengan demikian etanol dapat melarutkan baik non maupun polar (Yulianti 2014). Adapun ekstrak kental yang diperoleh yaitu 7,93 gram dengan persen rendamen yang diperoleh 15,86 %.

Pada pengujian aktivitas inhibitor enzim α-glukosidase, ada enam jenis larutan yang diuji yaitu, larutan sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.), larutan kontrol sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.), larutan blanko, larutan kontrol blanko, larutan pembanding akarbose, dan larutan kontrol pembanding akarbose. Larutan sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) dibuat dengan seri konsentrasi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150

ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Sedangkan larutan pembanding akarbosa dibuat dengan seri konsentrasi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Seri konsentrasi ini dibuat agar dapat digunakan untuk membuat persamaan regresi untuk menghitung IC_{50} yang merupakan konsentrasi yang mampu menghambat 50% aktivitas enzim α -glukosidase.

Pada uji ini digunakan larutan dapar fosfat pH 7,0 dikarenakan enzim α -glukosidase dapat bekerja pada pH tersebut. Uji ini dilakukan pada panjang gelombang 405 nm menggunakan ELISA reader. Suhu inkubasi yang digunakan ialah 37°C yang merupakan suhu optimum untuk enzim ini dapat bekerja. Setelah inkubasi maka dalam larutan uji ditambahkan natrium karbonat 0,2 M yang yang

digunakan untuk menghentikan reaksi pada larutan uji.

Mekanisme kerja enzim α -glukosidase akan menghidrolisis p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida menjadi glukosa dan p-nitrofenol yang berwarna kuning, (Desmiaty, *et al* 2014). Aktivitas enzim diukur berdasarkan hasil absorbansi p-nitrofenol yang terbentuk. Semakin tinggi intensitas warna kuning yang terbentuk maka semakin rendah kemampuan suatu sampel untuk menghambat enzim α -glukosidase.

Hasil uji ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L) sebagai inhibitor enzim α -glukosidase dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil uji akarbosa sebagai inhibitor enzim α -glukosidase dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengukuran absorbansi sampel ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) sebagai inhibitor enzim α -glukosidase

Konsentrasi (μ g/mL)	Absorbansi				% inhibisi	IC_{50} (μ g/mL)	Kekuatan inhibisi enzim
	Blanko	Kontrol Blanko	Sampel	Kontrol Sampel			
50			0,902	0,019	58,56		
100			0,621	0,030	72,26		
150	2,179	0,048	0,487	0,036	78,83	34,197	Aktif
200			0,406	0,041	82,87		
250			0,328	0,047	86,81		

Tabel 4. Hasil pengukuran absorbansi pembanding akarbosa sebagai inhibitor enzim α -glukosidase

Konsentrasi (μ g/mL)	Log Konsentrasi	% inhibisi	Probit	Persamaan Garis Linear	(IC_{50} μ g/mL)
50	1,6989	23,84	4,2852		
100	2	33,75	4,5825	$y = 0,5916x +$	
150	2,1760	35,35	4,6205	3,3231	683,12
200	2,3010	36,63	4,6592	$R^2 = 0,9245$	
250	2,3979	39,13	4,7239		

Sebagai pembanding digunakan akarbosa yang diketahui merupakan salah satu senyawa yang memiliki aktivitas sebagai inhibitor α -glukosidase. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh nilai IC_{50} 34,197 μ g/mL. Tingkat kekuatan inhibisi terhadap enzim α -glukosidase ialah sangat aktif jika $IC_{50} \leq 25$ μ g/mL, aktif jika $25 < IC_{50} \leq 50$ μ g/mL, kurang aktif jika $50 < IC_{50} < 100$ μ g/mL dan tidak aktif jika $IC_{50} > 100$ μ g/mL. Sehingga dapat diketahui bahwa ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L) dikategorikan aktif sebagai inhibitor enzim α -glukosidase. Sedangkan akarbosa yang digunakan sebagai kontrol positif memiliki nilai IC_{50} 683,12 μ g/mL sehingga dapat dikategorikan tidak aktif. Tingginya nilai IC_{50} pada kontrol positif disebabkan karena enzim yang digunakan berasal dari *Saccharomyces cerevisiae* yang diketahui merupakan enzim α -glukosidase I mengenali struktur glikosil. Sedangkan akarbosa merupakan inhibitor enzim α -glukosidase yang

memiliki struktur maltosil yang lebih dikenali oleh enzim α -glukosidase II yang berasal dari mamalia (Kimura *et al* 2003).

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) memiliki aktivitas sebagai inhibitor enzim α -glukosidase dengan IC_{50} 34,197 μ g/mL dan dapat dikategorikan aktif.

Daftar Pustaka

- Apriyanti, E 2016, 'Efek Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap Penghambatan Peningkatan Kadar Gula Darah Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar',
Perpusnwu.web.id/karyailmiah/document

- Arum, YP, Supartono, & Sudarmin 2012, 'Isolasi dan Uji Daya Antimikroba Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura*)', *Journal UNNES, urnal MIPA*, vol. 35, no. 2, pp 165-174, viewed 20 Desember 2016, <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jm>
- Desmiaty, Y, Tambunan, RMarisi, & Pithaloka, LDyah 2014, 'Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -glukosidase serta Uji Mutu Ekstrak Etanol Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L. Miers)', *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, vol. 12, no. 2, pp 232-238, viewed 18 Desember 2016, http://jifi.ffup.org/wp-content/uploads/2015/11/232-237_yesi.pdf
- Febrinda, AEarly, Astawan, M, Wesdiyati, T, & Yuliana, NDewi 2013, 'Kapasitas Antioksidan dan Inhibitor Alpha Glukosidase Ekstrak Umbi Bawang Dayak', *J Teknol dan Industri Pangan, JPB*, vol. 24, no. 2, pp 161-167, viewed 28 Desember 2016. <http://journal.jpb.ac.id/index.php/jtip>
- Febriyani, V 2014, 'Uji Potensi Alfa Glukosidase dan Hipoglikemik Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia Mahagoni* Jacq) Sebagai Kandidat Obat Antidiabetes', Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
- Hasanah, M, Andriani, N & Noprizon 2016, 'Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Hasil Ekstraksi Maserasi dan Refluks', *SCIENTIA*, viewed 12 Marete 2017, www.jurnalscientia.org/index.php/scientia/article/download/52/64
- Hikmal, Alam, G, & Mufidah 2015, 'Aktivitas Inhibitor Alpha Glukosidase Fungi Endofit MPD2 yang Diisolasi dari Tanaman Ongkea (*Mezzetia parviflora* Becc.)', *JST Kesehatan*, vol. 5, no. 1, pp97-102, viewed 18 Desember 2016, <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files>
- Krishnaveni, M & Dhanalaksmi, R 2014, 'Qualitative and Quantitative Study of Phytochemicals in *Muntingia Calabura* L. Leaf And Fruit', *WJPR, World Journal of Pharmaceutical Research*, Vol. 3, No. 6, pp 1687-1696, viewed 18 Desember 2016, www.wjpr.net
- Kimura et al 2003, 'Two potent competitive Inhibitors Discriminating alpha glucosidase Family I From Family II', *ELSEVIER*, viewed 14 Maret 2017, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15063189>.
- Nurhasanah, N 2012, Isolasi Senyawa Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jendral Achmad Yani.
- Sukmawati, Masdiana Tahir, N. S. The Activity Test of Ethanol Extract in Hibiscus Leaves (*Hibiscus Tiliaceus* L .) as the α - Glucosidase Enzyme Inhibitor by Using. *J. Glob. Pharma Technol.* **11**, 279–286 (2019).
- Sugiwati, S, Setiasih, S, & Afifah, E 2009, 'Antihyperglycemic Activity of The Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl.) Leaf Extracts as an Alpha Glucosidase Inhibitor', *Makara Kesehatan*, vol. 13, no. 2, pp 74-78, viewed 18 Desember 2016, Journal.ui.ac.id/index.php.