

UJI AKTIVITAS EKSTRAK DAUN DAN BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) SEBAGAI ANTIDIABETES MELALUI INHIBISI α -AMILASE

Evaluation of the Antidiabetic Potential of Bilimbi (Averrhoa bilimbi) Leaves and Fruit Extract via α -Amylase Inhibition

Mimin Kusmiyati^{1*}, Yayat Sudaryat¹, Zuri Rismiarti², Elsa Dewita Sari¹

^{1*} Jurusan Farmasi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung

²Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung

Email: mimin.kusmiyati@gmail.com

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a group of disorders characterized by hyperglycemia. The leaves and fruit of Averrhoa bilimbi may be used to treat type 2 diabetes mellitus by inhibiting the action of the α -amylase enzyme. This research was conducted to determine the potential of Averrhoa bilimbi leaves and fruit extracts in inhibiting the action of the α amylase enzyme in vitro. The activity test of Averrhoa bilimbi leaves and fruit extract was carried out using the DNS method with 3 test groups, namely negative control (without sample or standard), positive control (acarbose), and test solution (extract of Averrhoa bilimbi leaves and fruit) with a concentration of 10 ppm. , 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, and 30 ppm. The results obtained were expressed as IC50 values sequentially for acarbose, leaves extract, and fruit extract, namely 32,0397 ppm, 30,2749 ppm, and 16,1616 ppm. data were analyzed by Post Hoc ANOVA test, which showed a significant difference between acarbose and Averrhoa bilimbi fruit extract ($p < 0.05$). It is concluded that the extract of both Averrhoa bilimbi leaves and fruit has anti-diabetes potential in vitro.

Keywords: Bilimbi (*Averrhoa bilimbi*), α -amylase inhibition, in vitro, DNS

ABSTRAK

Diabetes melitus adalah sekelompok gangguan metabolisme ditandai dengan adanya hiperglikemia. Daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) berpotensi dalam mengobati diabetes mellitus tipe 2 dengan cara menghambat kerja enzim α -amilase. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dalam menghambat kerja enzim α -amilase secara *in vitro*. Uji aktivitas ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dilakukan dengan metode DNS menggunakan 3 kelompok uji yaitu kontrol negatif (tanpa sampel atau standar), kontrol positif (akarbose), dan larutan uji (ekstrak daun dan buah belimbing wuluh) dengan konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Hasil yang diperoleh dinyatakan sebagai nilai IC50 secara berturut-turut pada akarbose, ekstrak daun, dan ekstrak buah belimbing wuluh yaitu 32,0397 ppm, 30,2749 ppm, dan 16,1616 ppm. Data tersebut akarbose dan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) ($p < 0,05$). Ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antidiabetes melalui inhibisi α -amilase secara *in vitro*.

Kata kunci: Bilimbi (*Averrhoa bilimbi*), inhibisi α -amilase, in vitro, DNS

PENDAHULUAN

Penderita diabetes juga berisiko lebih tinggi terkena penyakit lain termasuk penyakit jantung, arteri perifer dan serebrovaskular, katarak, disfungsi ereksi, dan beberapa penyakit menular seperti tuberkulosis, dengan kecenderungan mengalami hasil yang lebih buruk^{1,2}.

Diabetes melitus adalah masalah kesehatan masyarakat yang menjadi target tindak lanjut oleh para pemimpin dunia. Menurut data dari *International Diabetes Federation* (IDF) diperkirakan 537 juta orang dewasa berusia 20-79 tahun di seluruh dunia (10,5% dari semua orang dewasa dalam kelompok usia ini) menderita diabetes mencakup diabetes tipe 1 dan tipe 2 serta diabetes yang terdiagnosis dan tidak terdiagnosis. Salah satunya adalah Indonesia yang menduduki urutan ke-5 di dunia dengan jumlah orang dewasa (20–79 tahun) dengan penyakit diabetes pada tahun 2021². Data dari Riskesdas tahun 2018 menunjukkan prevalensi diabetes mellitus di Indonesia berdasarkan diagnosis dokter pada umur ≥ 15 tahun yaitu sebesar 2% angka ini mengalami peningkatan dibandingkan data dari Riskesdas tahun 2013 yaitu sebesar 1,5%³.

Mayoritas pasien diabetes melitus adalah penderita diabetes melitus tipe 2 meliputi 90% dari semua populasi diabetes⁴. Strategi untuk menangani DM tipe 2 pada tahap awal adalah dengan mencegah terjadinya hiperglikemia *postprandial* yang telah terbukti berkhasiat mengendalikan diabetes. Pengendalian dapat dilakukan dengan menghambat enzim α -glukosidase dan α -amilase. Amilase merupakan enzim pencernaan yang berfungsi untuk memecah pati dalam makanan sehingga dapat digunakan oleh tubuh. Molekul amilosa kerja enzim α -amilase akan menghasilkan maltosa dan maltotriosa. Pada molekul amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa dan satu seri α -limit dekstrin. Apabila enzim ini dihambat

kerjanya maka dapat menurunkan tingkat penyerapan glukosa sehingga menurunkan kadar glukosa darah⁵.

Akarbosa adalah salah satu obat yang dapat menghambat kerja enzim α -amilase dengan bekerja di usus halus dan memperlambat proses penyerapan karbohidrat melalui sistem kompetitif dari enzim pencernaan. Efek samping penggunaan akarbosa dalam jangka panjang yaitu dapat menimbulkan perut kembung, malabsorpsi, nyeri abdomen, dan diare. Hal ini menyatakan masih banyaknya kelemahan dari pengobatan sintesis yang menyebabkan pasien merasa tidak nyaman selama terapi⁶.

Salah satu tanaman yang dimanfaatkan sebagai obat antidiabetes secara turun temurun adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Bagian daun dan buahnya kaya akan kandungan flavonoid dengan senyawa aktif yang diduga memiliki aktivitas sebagai antidiabetes adalah luteolin, myricetin dan kuersetin dengan mekanisme kerjanya melalui penghambatan terhadap enzim α -amilase⁷. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *luteolin* menunjukkan kapasitas penghambatan enzim α -amilase yang lebih baik dari akarbosa⁸. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dalam menghambat kerja enzim α -amilase secara in vitro. Pengujian ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian uji aktivitas ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antidiabetes melalui penghambatan enzim α -amilase menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber data dan informasi atau pengetahuan untuk pengembangan obat antidiabetes.

METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah *true eksperimental jenis posttest only control group design*. Penelitian jenis ini dipilih karena variable independen dibuat dengan variasi konsentrasi ekstrak tanaman dari sampel kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan kelompok kontrol Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang berasal dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Kebun Percobaan Manoko Lembang

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300®), *rotary vacuum evaporator* (Ika), neraca analitik (Metler Toledo®), waterbath (Memmert®), mikropipet (Eppendorf®), oven (Memmert®), pH meter (Mettler toledo), kuvet kuarsa, mikropipet, *blender*, dan seperangkat alat-alat gelas (Iwaki®, Pyrex®, dan Isolab®).

Bahan-bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), etanol (Merck), buffer fosfat (Sigma-Aldrich), asam 3,5-dinitrosalisilat (Sigma-Aldrich), pati (Merck), akarbosa (Dexa Medica), enzim α -amilase (Liquozyme supra), natrium kalium tartrat (Merck), natrium hidroksida (NaOH) (Merck), natrium dihidrogen fosfat (NaHPO₄) (Merck), dan akuades.

Cara Kerja

Pembuatan Simplisia Ekstrak Daun dan Buah Belimbing Wuluh

Daun dan buah belimbing wuluh dilakukan sortasi basah dan dicuci dengan air mengalir. Buah yang sudah bersih diiris tipis, kemudian daun dan buah dikeringkan dengan cara diangin-anginkan tanpa terkena sinar matahari langsung hingga diperoleh bahan kering. Simplisia dilakukan sortasi kering, kemudian diserbukan dan ditimbang bobotnya.

Penetapan Kadar Air

Simplisia sebanyak 1 gram ditimbang pada krus porselen yang bobotnya sudah diketahui. Krus dikeringkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan ditimbang, Krus didinginkan di dalam desikator. Selanjutnya dilakukan pengeringan dan penimbangan pada selang waktu 1 jam hingga diperoleh bobot yang konstan⁹.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

Pembuatan Ekstrak Etanol 70% Daun dan Buah Belimbing Wuluh

Sebanyak 50 gram simplisia direndam dengan etanol 70% sejumlah 500 ml dalam wadah tertutup dan terlindung dari cahaya. Bejana ditutup dan dibiarkan selama 24 jam sambil sesekali diaduk. Maserat dilakukan penyaringan dan di remaserasi menggunakan pelarut dan jumlah yang sama. Ekstrak dipekatan menggunakan *rotary evaporator*.

Perhitungan Rendemen Ekstrak

Rendemen ekstrak dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Uji Pendahuluan Golongan Flavonoid

Ekstrak sebanyak 0,3 gram dengan 3 ml *n-heksana* dikocok hingga ekstrak *n-heksana* tidak berwarna, residu kemudian dilarutkan menggunakan etanol.

Uji Bate Smith dan Metcalf

Sebanyak 0,5 ml HCl pekat ditambahkan pada larutan ekstrak kemudian dipanaskan dengan penangas.

Uji Wilstater

Sebanyak 0,5 ml HCl pekat dan 4 potong magnesium kemudian diamati perubahan warna yang terjadi. Larutan ditambahkan air suling dan 1 ml butanol.

Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -Amilase

Larutan ekstrak kental dan larutan akarbosa masing-masing sebanyak 500 ppm diencerkan kembali dengan dapar fosfat pH 6,8 sehingga diperoleh konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Uji dilakukan dengan kontrol positif (akarbosa), kontrol negatif (tanpa sampel atau standar), dan larutan sampel (ekstrak etanol 70% daun dan buah belimbing wuluh) dari masing-masing larutan ditambah 250 μ l enzim lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Tahap selanjutnya ditambah 250 μ l substrat pati 0,5% b/v ke dalam campuran dan diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah itu ditambahkan 500 μ l DNS dan dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit di atas *hot plate*. Campuran kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 531 nm dengan 3 kali replikasi.

Nilai % inhibisi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

K = Absorbansi kontrol negatif

S = Absorbansi sampel/ kontrol positif

Nilai IC50 dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

HASIL

Hasil Penetapan Kadar Air

Hasil kadar air pada sampel buah adalah 8,8519 \pm 0,0345% (b/v). Sedangkan hasil kadar air pada sampel daun diperoleh sebesar 7,9480 \pm 0,0473% (b/v).

Hasil Perhitungan Rendemen Ekstrak

Hasil perhitungan nilai rendemen ekstrak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rendemen Ekstrak

Sampel	Bobot simplisia (g)	Bobot ekstrak (g)
Daun belimbing wuluh	50,0000	28,8210
Buah belimbing wuluh	50,0000	28,099

Hasil Uji Pendahuluan Golongan Flavonoid

Hasil uji pendahuluan golongan flavonoid dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Pendahuluan Flavonoid

Sampel	Pereaksi	Pengamatan	Hasil
Daun belimbing wuluh	Bate smith & Metcalf	Ungu	+Leukosantin
	Wilstater	Merah jingga	+Flavon
Buah belimbing wuluh	Bate smith & Metcalf	Merah terang	+Leukosantin
	Wilstater	Merah jingga	+Flavon

Hasil Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -Amilase

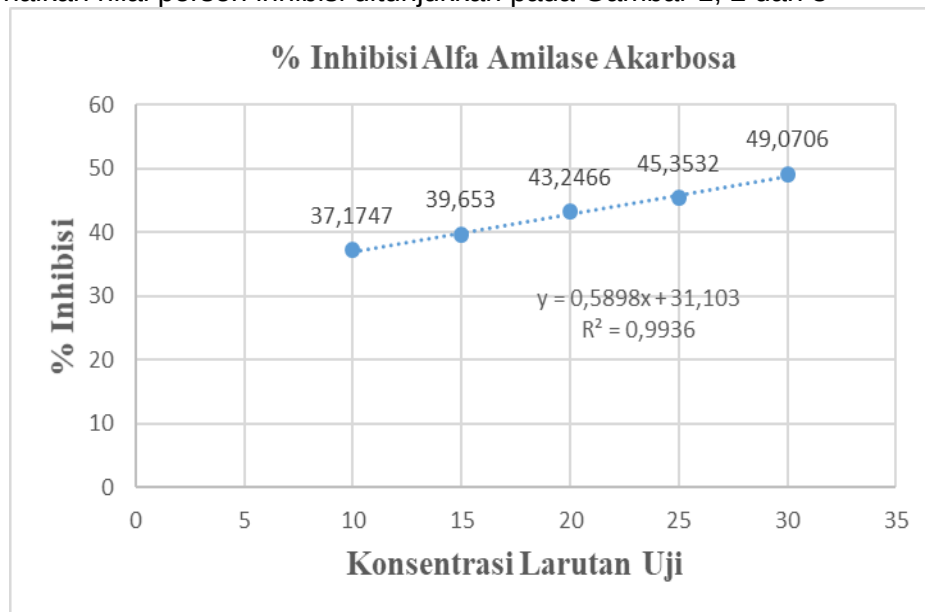
Hasil uji aktivitas penghambatan enzim α -amilase dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -Amilase

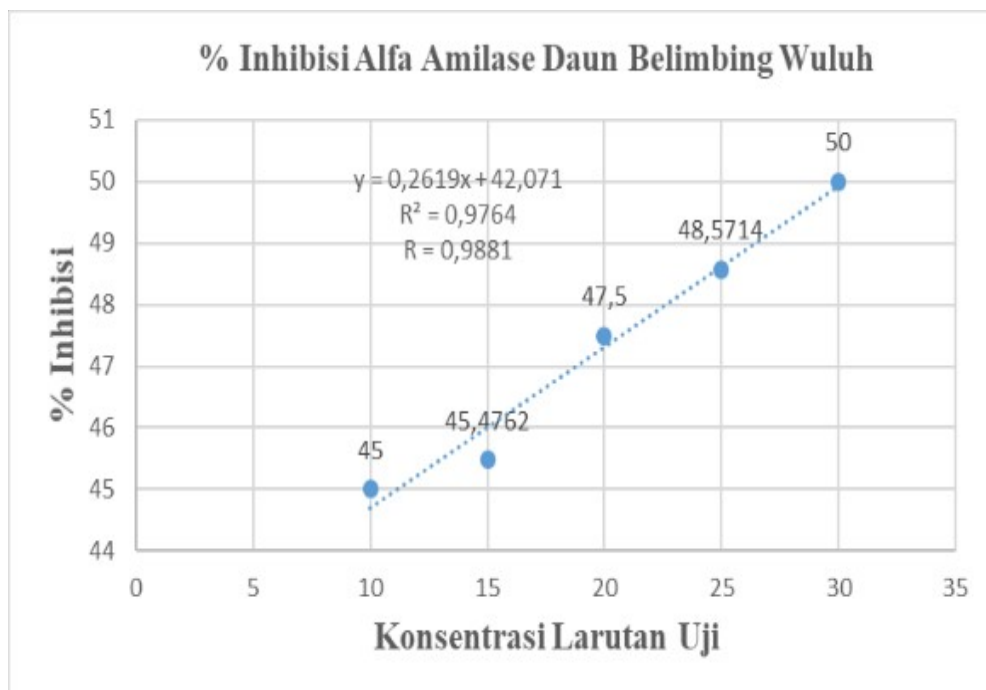
Sampel	Persamaan Regresi	Koefisien korelasi (R)	IC50 (ppm)
Akarbosa	y = 0,5898x + 31,103	0,9968	32,0397
Ekstrak daun	y = 0,2619x + 42,071	0,9881	30,2749
Ekstrak buah	y = 0,2772x + 45,52	0,9972	16,1616

Nilai Persen Inhibisi

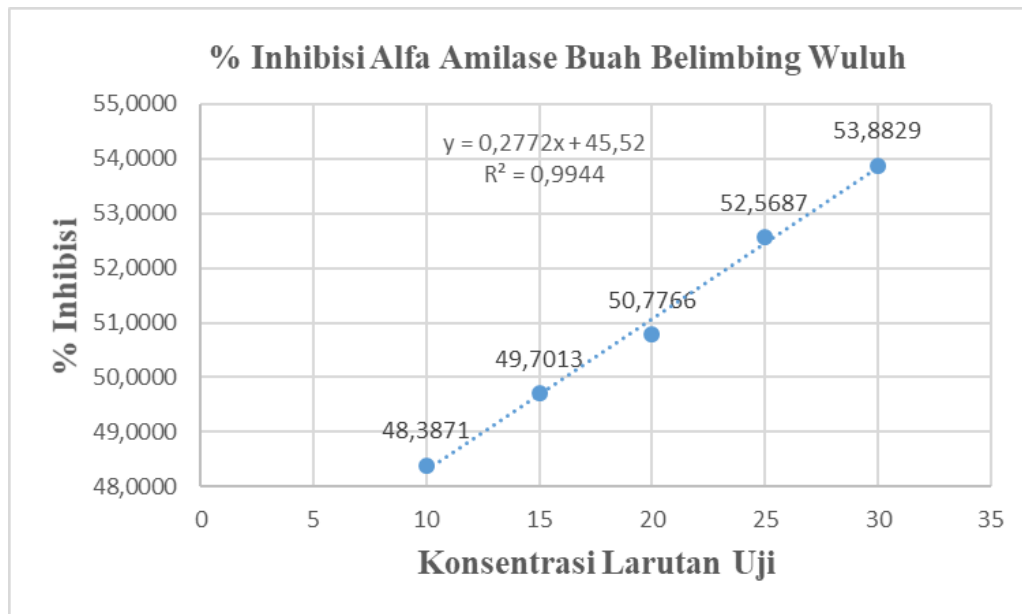
Kenaikan nilai persen inhibisi ditunjukkan pada Gambar 1, 2 dan 3



Gambar 1. Kurva % Inhibisi α -Amilase Akarbosa



Gambar 2. Kurva % Inhibisi α -Amilase Daun Belimbing Wuluh



Gambar 3. Kurva % Inhibisi α -Amilase Buah Belimbing Wuluh

PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan melakukan pembuatan simplisia daun dan buah belimbing wuluh. Sampel yang diperoleh dari Instalasi Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (IP2TP) Manoko Lembang, dilakukan determinasi di Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjajaran. Hal ini dilakukan untuk menghindari kesalahan dalam pengumpulan bahan. Sampel dilakukan pengering dengan cara diangin-anginkan tanpa terkena sinar matahari langsung. Proses ini dilakukan untuk mengurangi kadar air pada simplisia sehingga mencegah pertumbuhan mikroorganisme akibat proses hidrolisis sehingga simplisia dapat disimpan pada waktu yang relatif lebih lama¹⁰. Simplisia dengan mutu yang baik harus memenuhi parameter standarisasi simplisia salah satunya adalah penetapan residu air setelah proses pengeringan.

Penetapan kadar air pada simplisia bertujuan untuk memberikan batasan minimal besarnya kandungan air dalam bahan. Kandungan air yang terlalu tinggi akan mempercepat pertumbuhan

mikroba yang akan menurunkan stabilitas ekstrak¹⁰. Menurut Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 12 Tahun 2014 tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional, syarat mutu simplisia yang baik adalah memiliki kadar air $\leq 10\%$ ¹¹. Maka hasil kadar air pada sampel daun dan buah belimbing wuluh telah memenuhi syarat mutu kadar air simplisia yang baik yaitu $\leq 10\%$.

Proses selanjutnya yaitu dilakukan ekstraksi menggunakan metode maserasi, metode ini dipilih karena senyawa target pada sampel yang akan diisolasi adalah golongan flavonoid yang bersifat termolabil dan tidak tahan panas pada suhu tinggi diatas 50°C . Kelebihan lain dari metode ini yaitu sederhana, mudah, dan murah¹². Pemilihan pelarut etanol 70% dipilih berdasarkan prinsip "*like dissolve like*". Flavonoid merupakan senyawa target yang dipercaya memiliki aktivitas menghambat enzim α -amilase, senyawa ini terdistribusi luas pada tumbuhan dalam bentuk glikosida yang berikatan dengan suatu gula, karena itu flavonoid merupakan senyawa yang bersifat polar¹³. Pelarut etanol 70% merupakan pelarut polar, sehingga tepat digunakan untuk mengekstrak senyawa fenolik

seperti flavonoid. Maserat selanjutnya dilakukan pemekatan menggunakan alat *rotary vacum evaporator* pada suhu 40°C dengan tekanan 175 mbar. Ekstrak kental lalu diuapkan di atas *waterbath* dan hasilnya ditimbang.

Banyaknya komponen bioaktif yang terkandung di dalam ekstrak dapat diketahui dari nilai rendemen yang tinggi. Hasil rendemen yang diperoleh dari ekstrak daun dan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) secara berturut-turut adalah 57,64% dan 56,20%. Dengan demikian, pelarut etanol 70% memiliki efektivitas yang baik dalam mengekstraksi sampel. Hasil uji fitokimia pada ekstrak daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) menunjukkan perubahan warna yakni merah jingga yang berarti ekstrak positif flavonoid golongan flavon. Luteolin dan myricetin adalah golongan flavon yang dipercaya berkhasiat sebagai penghambat enzim α -amilase¹⁴.

Pengujian aktivitas inhibisi enzim α -amilase oleh ekstrak etanol 70% daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode DNS. Metode ini dipilih karena lebih banyak digunakan dalam pengukuran aktivitas enzim, sangat sensitif, lebih sederhana, tahapan prosedur relatif sedikit sehingga memperkecil kesalahan. Metode ini cocok dipilih untuk senyawa aktif golongan flavonoid yang termasuk ke dalam antioksidan kuat, sifat antioksidan yang kuat dapat menghilangkan warna pada senyawa kompleks sehingga mengacaukan hasil penetapan¹⁵.

Konsentrasi larutan akarbosa dan ekstrak yang digunakan yaitu 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Kenaikan nilai persen inhibisi dapat dilihat pada gambar 1, 2, dan 3.

Nilai % inhibisi menunjukkan kemampuan akarbosa dalam konsentrasi tertentu dapat menghambat enzim α -amilase. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar

kemampuan ekstrak dan akarbosa dalam menghambat enzim α -amilase.

Akarbosa digunakan sebagai pembanding, senyawa ini akan berikatan dengan sisi aktif enzim yang menyebabkan α -amilase tidak dapat berikatan dengan pati sehingga menghambat proses penguraian dan menyebabkan nilai absorbansi yang diperoleh menjadi kecil¹⁶.

Berdasarkan data Tabel 4.3 menunjukkan hasil data aktivitas inhibisi enzim α -amilase, efektivitas penghambatan enzim ditunjukkan dengan nilai IC50. Nilai IC50 yaitu konsentrasi ekstrak yang mampu menghambat aktivitas enzim sebesar 50 persen, semakin kecil nilai IC50 menunjukkan aktivitas inhibisi semakin tinggi¹⁹. Jika bernilai IC50 < 50 μ g/mL sangat kuat, jika bernilai IC50 antara 50-100 μ g/mL kuat, bernilai IC50 antara 100-150 μ g/mL sedang, jika bernilai IC50 antara 150- 200 μ g/mL lemah, bernilai IC50 > 200 μ g/mL sangat lemah²¹.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut diperoleh nilai IC50 tertinggi berturut-turut adalah ekstrak etanol 70% buah belimbing wuluh, ekstrak etanol 70% daun belimbing wuluh, dan akarbosa. Akarbosa sebagai pembanding menunjukkan hasil yang lebih rendah daripada ekstrak, hal ini menunjukkan bahwa ekstrak memiliki kemampuan penghambatan aktivitas enzim α -amilase yang lebih baik. Kandungan flavonoid total pada buah belimbing wuluh lebih besar daripada daunnya yakni masing-masing sebesar 806 mg/kg dan 532 mg/kg. Kandungan myricetin dan luteolin pada buah belimbing wuluh masing-masing adalah 146 mg/kg dan 202 mg/kg. Pada daun belimbing wuluh kandungan *myricetin*, *quercetin* dan *luteolin* masing-masing adalah 27 mg/kg, 40,5mg/kg, dan 464,5 mg/kg. Banyaknya kandungan flavonoid akan berpengaruh terhadap efektivitasnya dalam menghambat enzim α -amilase²⁰.

Mekanisme penghambatan ekstrak etanol 70% daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap enzim α -amilase melibatkan dengan adanya kandungan flavonoid, yaitu senyawa polifenol yang memiliki potensi sebagai antidiabetes dalam meningkatkan sekresi GLP-1 yang mana dapat merangsang pulau langerhans dalam meregenerasi sel β pankreas dan merangsang sekresi insulin. Flavonoid dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan perannya sebagai antioksidan. Antioksidan dapat melindungi sel β pankreas dengan mengikat radikal bebas sehingga dapat mengurangi resistensi insulin¹⁷.

Flavonoid yang diduga berperan dalam penghambatan α -amilase pada ekstrak etanol 70% daun dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) adalah *luteolin*, *quercetin*, dan *myricetin*. Berdasarkan penelitian¹⁸ *luteolin* adalah inhibitor α -amilase yang terbaik, reaksi antara flavonoid dengan α -amilase menyebabkan penurunan aktivitas katalitik enzim yang bergantung pada dosisnya dimana hidroksilasi pada cincin C flavonoid dapat melemahkan afinitas pengikatan terhadap α -amilase.

Efektivitas penghambatan enzim ditunjukkan dengan nilai IC50. Nilai IC50 yaitu konsentrasi ekstrak yang mampu menghambat aktivitas enzim sebesar 50 persen, semakin kecil nilai IC50 menunjukkan aktivitas inhibisi semakin tinggi¹⁹. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai IC50 tertinggi berturut-turut adalah ekstrak buah, ekstrak daun, dan akarbosa.

Akarbosa sebagai pembanding menunjukkan hasil yang lebih rendah daripada ekstrak, hal ini menandakan bahwa ekstrak memiliki kemampuan penghambatan aktivitas enzim α -amilase yang lebih baik. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh²⁰ menunjukkan bahwa kandungan flavonoid total pada buah belimbing wuluh lebih besar daripada daunnya yakni masing-masing sebesar 806 mg/kg dan 532 mg/kg. Kandungan

myricetin dan *luteolin* pada buah belimbing wuluh masing-masing adalah 146 mg/kg dan 202 mg/kg. Sedangkan pada daun belimbing wuluh kandungan *myricetin*, *quercetin* dan *luteolin* masing-masing adalah 27 mg/kg, 40,5mg/kg, dan 464,5 mg/kg. Banyaknya kandungan flavonoid akan berpengaruh terhadap efektivitasnya dalam menghambat enzim α -amilase.

SIMPULAN

Ekstrak daun dan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) memiliki kemampuan lebih baik dalam menghambat enzim α -amilase dibandingkan dengan akarbosa secara in vitro. Dengan nilai IC50 ekstrak buah, daun, dan akarbosa berturut-turut sebesar 16,1616 ppm, 30,27491 ppm, dan 32,0397 ppm.

DAFTAR RUJUKAN

1. WHO. [Diagnosis and management of type 2 diabetes]. *Atencion Primaria*, 2020. 42, 2–8.
2. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas 6th*. International Diabetes Federation. 2021.
3. Kemenkes RI. *Tetap Produktif, Cegah Dan Atasi Diabetes Mellitus*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. 2020
4. Kam, A., Pradwi, Y. efendi, Prima, G. D., & Rahmadi, A. *Diabetes Melitus Tipe 2*. Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam. Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. 2019
5. Ariandi. Pengenalan Enzim Amilase (Alpha-Amylase) dan Reaksi Enzimatiknya Menghidrolisis Amilosa Pati Menjadi Glukosa. *Jurnal Dinamika*, 2016. 07(1), 74–82.
6. Putra, R. J. S., Achmad, A., & P, H. R.. Kejadian Efek Samping Potensial Terapi Obat Anti Diabetes Pasien Diabetes Mellitus Berdasarkan Algoritma Naranjo Potential Side Effects of Anti-Diabetic Drug Therapy In Diabetes Mellitus Patients Based On Naranjo Algorithm. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 2017. 2(2), 45–

- 50.
7. Tadera, K., Minami, Y., Takamatsu, K. & Matsuoka, T. Inhibition of α -glucosidase and α -amylase by flavonoids. *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*. 2006.52, 149–153.
 8. Mz-Gonzalez, A. I., Díaz-Sánchez, G., de la Rosa, L. A., Bustos-Jaimes, I. & Alvarez-Parrilla, E. Inhibition of α -amylase by flavonoids: Structure activity relationship (SAR). *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 2019. 206, 437–447.
 9. Kemenkes RI. *Kemenkes RI, Farmakope Indonesia Edisi 6*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2020
 10. Utami, Y. P., Umar, A. H., Syahrani, R. & Kadullah, I. Standardisasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Leilem (*Clerodendrum*. *J. Pharm. Med. Sci.* 2017. 2, 32–39.
 11. BPOM. Persyaratan Mutu Obat Tradisional. *Badan Pengawas Obat dan Makanan* 1–25. 2014.
 12. Sitepu, J. S. G. Pengaruh Variasi Metode Ekstraksi Secara Maserasi dan dengan Alat Soxhlet terhadap Kandungan Kurkuminoid dan Minyak Atsiri dalam Ekstrak Etanolik Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, 2015. 126.
 13. Citra, Suryani., *et al* Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Matoa (*Pometia pinnata*). Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. 1998.
 14. Ikalinus, R., Widyastuti, S. & Eka Setiasih, N. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa Oleifera*). *Indones. Med. Veterinus*.2015.4, 71–79
 15. Irawati, R. Karakterisasi pH, Suhu dan Konsentrasi Substrat Pada Enzim Selulase Kasar Yang Diproduksi Oleh *Bacillus Circulans*. Skripsi. Malang :
 - UIN Maulana Malik Ibrahim,2013.
 16. Shoffiyanti, N., Dwita, L. P., & Anggia, V. Cl-Amylase Inhibitor and Antioxidant Activities of Avocado Leaves 70% Ethanol Extract. *Prosiding POKJANAS TOI 2019*,57,.105–110.
 17. Wulandari, L., Nugraha, A. S. & Himmah, U. A. Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Antidiabetes Ekstrak Daun Matoa (*Pometia pinnata* J.R. Forst. & G. Forst.) secara In Vitro. *J. Kefarmasian Indones.* 2021, 11, 132–141.
 18. Yuan, E. *et al*. Structure activity relationships of flavonoids as potent α -amylase inhibitors. *Nat. Prod. Commun*,2014, 9, 1173–1176.
 19. Primada, C., Anugrahini, H. & Wahyuni, A. S. Narrative Review : Aktivitas Antidiabetes Tanaman Tradisional Di pulau Jawa. *Pharmacon J. Farm. Indones. Ed. Khusus (Rakerda - Semin. IAI Jateng)* ,2021,120–131.
 20. Miean, K. H. & Mohamed, S.. *Apigenin Content of Edible Tropical Plants*. 3106–3112. 2001
 21. Meila, O., & Noraini, N. Uji Aktivitas Antidiabetes dari Ekstrak Metanol Buah Kiwi (*Actinidia deliciosa*) melalui Penghambatan Aktivitas α -Glukosidase. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (eJournal)*. 2017; 3(2), 132–137