**Review Artikel : Tinjauan Aktivitas Inhibitor Alfa-Glukosidase dari Tanaman Obat Indonesia sebagai Obat Antidiabetes**

**Yumareta Anggun Nihan,1 Welly Windari,1 Isyana salsabila,1 Sepiyani Ayu Lestari1**

1Prodi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang

**Abstrak**

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu tantangan kesehatan global yang signifikan dan menduduki peringkat ketiga penyebab kematian di seluruh dunia. Penyakit kardiovaskular, kerusakan ginjal dan neuropati merupakan penyebab utama tingginya angka kematian pada penderita diabetes. Enzim α-glukosidase di usus halus bertanggung jawab untuk hidrolisis karbohidrat rantai panjang yang menyebabkan hiperglikemia. Penghambatan α-glukosidase muncul sebagai target terapi penting untuk menurunkan kadar gula darah. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur dari artikel ilmiah yang dipublikasikan antara tahun 2020 hingga 2024, yang membahas aktivitas inhibitor α-glukosidase dari tanaman obat Indonesia. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa terdapat 24 tanaman obat Indonesia yang memiliki potensi aktivitas penghambatan α-glukosidase. Dari 24 tanaman, 15 tanaman menunjukkan aktivitas penghambatan yang kuat dibandingkan dengan kontrol uji yaitu acarbose dan quercetin, antara lain secang, kersen, kelor, mengkudu, temu mangga, jamblang, ciplukan, mahkota dewa, pucuk merah, meniran, brotowali, pohon karang gabus, lidah buaya, manggis, dan binahong.

**Kata kunci:** α-glukosidase Inhibitor, Antidiabetes, Tanaman obat.

**Review Article: Activity Of Alfa-Glucosidase Inhibitors from Indonesian Medicinal Plants as Antidiabetes Drugs**

**Abstract**

Diabetes mellitus (DM) is a significant global health challenge and is ranked as the third cause of death worldwide. Cardiovascular disease, kidney damage and neuropathy are the main causes of high death rates in diabetes sufferers. The α-glucosidase enzyme in the small intestine is responsible for the hydrolysis of long chain carbohydrates that cause hyperglycemia. Inhibition of α-glucosidase is emerging as an important therapeutic target for lowering blood sugar levels. The method used was a literature review of scientific articles published between 2020 and 2024, which discussed the activity of α-glucosidase inhibitors from Indonesian medicinal plants. The results of the review show that there are 24 Indonesian medicinal plants that have potential α-glucosidase inhibitory activity. Of the 24 plants, 15 plants showed strong inhibitory activity compared to the test control, namely acarbose and quercetin, including secang, cherry, moringa, noni, temu mango, jamblang, ciplukan, Mahkota dewa, red shoots, meniran, brotowali, corky coral tree , aloe vera, mangosteen, and binahong.

**Key words:** α-glucosidase Inhibitor, Antidiabetic, Medicinal plants

**Korespondensi:** Yumareta Anggun Nihan. Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang. Jl. HS.Ronggo Waluyo, Karawang, Provinsi Jawa Barat. *E-mail*: yumareta1@gmail.com

**Pendahuluan**

Diabetes melitus (DM) merupakan tantangan kesehatan global yang signifikan dan menduduki peringkat ketiga penyebab kematian di seluruh dunia. Akibat aktivitas gaya hidup yang tidak sehat, diperkirakan prevalensi diabetes global meningkat dan jumlah kasus diabetes dapat mencapai 578 juta kasus pada tahun 2030 [1]. Indonesia menempati peringkat ke-4 di dunia dengan jumlah penderita diabetes mellitus setelah Amerika Serikat, India dan Tiongkok. Meskipun diabetes mellitus adalah penyakit yang tidak menular, namun penyakit ini sering disebut sebagai the silent killer sebab banyak orang yang tidak mengetahui jika mereka menderita penyakit diabetes mellitus [2]. Penyakit diabetes mellitus dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu diabetes tipe 1 dan tipe 2. Diabetes mellitus tipe 1 mempengaruhi sekitar 5-10% dari seluruh pasien diabetes dan ditandai dengan kematian sel β pankreas yang memproduksi insulin dan dihancurkan oleh sistem kekebalan tubuh, sehingga mengakibatkan kekurangan insulin yang ekstrim, hiperglikemia, peradangan, kerusakan oksidatif dan masalah metabolik lainnya. Diabetes mellitus tipe 2 mempengaruhi lebih dari 90% penderita diabetes di seluruh dunia. Diabetes mellitus tipe 2 ditandai dengan resistensi insulin akibat ketidakpekaan reseptor insulin, hiperglikemia persisten, dislipidemia, dan peradangan tingkat rendah [3]. Hiperglikemia kronis dapat mengakibatkan komplikasi jangka panjang yang serius termasuk kerusakan saraf, penyakit kardiovaskular, dan gagal ginjal [1].

 Enzim α-glukosidase di usus halus bertanggung jawab untuk hidrolisis karbohidrat rantai panjang untuk menghasilkan unit monosakarida yang memasuki aliran darah sehingga menyebabkan hiperglikemia. Akibatnya, penghambatan α-glukosidase muncul sebagai target terapi penting yang dapat menurunkan kadar gula darah dengan mengurangi pencernaan karbohidrat. Oleh karena itu, obat ini dianggap sebagai obat pereduksi gula oral lini pertama dan digunakan sebagai monoterapi pada kondisi diabetes ringan [4]. Acarbose, miglitol dan voglibose menjadi satu-satunya penghambat α-glukosidase yang tersedia secara komersial, sehingga memerlukan pencarian cara lain yang baru dan efektif dengan toksisitas yang lebih rendah [5].

 Pengobatan diabetes melitus bersifat seumur hidup dan obat harus dikonsumsi setiap hari. Obat-obatan seperti insulin dan antidiabetik oral yang digunakan untuk mengobati diabetes cukup mahal karena harus dikonsumsi dalam jangka waktu yang panjang. Selain itu, penggunaan obat antidiabetes dapat menyebabkan efek samping yang tidak diinginkan seperti gangguan fungsi ginjal, gangguan fungsi hati, dan masalah kardiovaskuler [6]. Upaya untuk menemukan obat antidiabetes yang lebih terjangkau telah banyak dilakukan, salah satunya dengan meneliti aktivitas penghambatan enzim α-glukosidase dari tanaman obat tradisional yang digunakan untuk pengobatan diabetes melitus.

Tinjauan literatur ini bertujuan untuk menyajikan gambaran menyeluruh tentang aktivitas penghambatan enzim α-glukosidase dari tanaman obat yang digunakan di Indonesia sebagai antidiabetes. Tinjauan ini akan berfungsi sebagai basis data yang lengkap, membantu para peneliti lain dalam mengidentifikasi langkah-langkah berikutnya untuk pengembangan obat antidiabetes herbal yang berasal dari tanaman Indonesia. Dengan menyajikan informasi terkini tentang potensi tanaman obat Indonesia dalam menghambat kerja enzim α-glukosidase, tinjauan ini diharapkan dapat menjadi basis data yang komprehensif. Hal ini akan memfasilitasi penelitian lebih lanjut dalam upaya pemanfaatan kekayaan alam Indonesia untuk menghasilkan terapi antidiabetes berbasis bahan alam.

**Metode**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu literature review dengan dikumpulkannya beberapa hasil penelitian, yaitu berupa artikel yang kredibel serta lengkap. Setelah sumber artikel terkumpul, pengkajian ulang sumber artikel yang telah diterbitkan dilakukan oleh peneliti untuk dihasilkan sebuah analisis yang baru dan valid. Mekanisme pencarian sumber artikel review didapatkan dengan melakukan penelusuran artikel ilmiah dan jurnal penelitian melalui repository electronic pada berbagai jurnal nasional maupun internasional, seperti Google Scholar dan PubMed. Peneliti mengaplikasikan strategi penelitian ini menggunakan beberapa kata kunci yang terdiri dari α-glucosidase, antidiabetic, in vitro, dan medicinal plants. Adapun kriteria inklusi yang digunakan pada penelitian ini yaitu artikel ilmiah maupun jurnal penelitian yang membahas mengenai aktivitas inhibitor α-glukosidase dari tanaman yang digunakan sebagai obat di Indonesia. Sedangkan kriteria eksklusinya yaitu artikel yang diterbitkan pada rentang waktu lebih dari 5 tahun, artikel yang tidak sesuai dengan kriteria, dan artikel yang tidak lengkap. Artikel yang dipilih untuk disertakan dalam penulisan ini dikompilasi menggunakan mendeley reference manager. Berdasarkan kepada hasil skrining artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi maupun eksklusi, telah tersaring artikel ilmiah kemudian dijadikan sebagai sumber utama sebanyak 20 artikel serta sebanyak 11 artikel sebagai sumber data tambahan yang dipublikasi pada tahun 2020 hingga 2024.

**Hasil**

Jurnal yang telah berhasil di review dari tahun 2020-2024 dengan kriteria jurnal nasional serta internasional ditemukan sebanyak 20 jurnal serta artikel ilmiah yang dijadikan sebagai acuan utama pada literatur review yang tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1. Aktivitas penghambatan a-glukosidase pada Tanaman obat Indonesia**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nama Tanaman | Nama Ilmiah | Bagian Tanaman | Pelarut Ekstrak/fraksi | IC50 Ekstrak (µg/mL) | IC50 Kontrol (µg/mL) | Referensi |
| Secang | *Caesalpinia sappan* | Kulit pohon | Etanol 70% | 9,29 | 59,62 (Acarbose) | [7] |
| Kersen | *Muntingia calabura* | Daun | Etanol 96% | 26.63 | 47.09 (Acarbose) | [8] |
| Kelor | *Moringa oleifera* | Akar | Heksan | 382 | 884 (Acarbose) | [9] |
| Mengkudu | *Morinda citrifolia* | Sari buah | Metanol | 25.67 | 44.77 (Acarbose) | [10] |
| Insulin | *Smallanthus sonchifolius* | Daun | Etanol 70% | 90.41 | Tidak disebutkan | [11] |
| Sambiloto | *Andrographis paniculata* | Daun dan batang | Etanol 70% | 273,46 | 59,62 (Acarbose) | [7] |
| Temu mangga | *Curcuma mangga* | Rimpang | Etil Asetat | 1.55 | 2.3 (Quercetin) | [12] |
| Kumis kucing | *Orthosiphon stamineus* | Daun | Air | 43.62 | 20.23 (quercetin) | [13] |
| Jamblang | *Syzygium cumini* | daun | Etanol 70% | 19,79 | 59,62 (Acarbose) | [7] |
| Ciplukan | *Physalis angulata* | Daun | Etanol | 15.10 | 26.96 (Acarbose) | [14] |
| Mahkota dewa | *Phaleria macrocarpa* | Kulit Buah | Etanol 70% | 1.33 | 55.84 (Acarbose) | [15] |
| Pinang | *Areca catechu* | Biji | Etanol 80% | 82.74 | 0.34 (Acarbose) | [16] |
| Pucuk Merah | *Syzygium myrtifolium* | Daun | Etanol | 0.42 | 6.47 (Quercitrin) | [17] |
| Belimbing wuluh | *Averrhoa bilimbi* | Bunga | Etil Asetat | 52.88 | 2.47 (Quercetin) | [18] |
| Sirih merah | *Piper crocatum* | Daun | Etil Asetat | 743.80 | 0.70 (acarbose) | [19] |
| Bengkuang | *Pachyrhizus erosus* | Akar | Etil Asetat | 873.1 | 106.7 (acarbose) | [20] |
| Meniran | Phyllanthus urinaria | Buah | Tidak disebutkan | 0.47 | 857.4 (acarbose) | [21] |
| Brotowali | *Tinospora crispa* | Ranting | Etanol 96% | 29.42 | 47.09 (Acarbose) | [8] |
| Pohon karang gabus | *Erythrina suberosa* | Kulit pohon | Metanol | 84.52 | 92.67 (acarbose) | [22] |
| Lidah Buaya | *Aloe Vera* | Daun | n-butanol | 40.75 | 156.17 (acarbose) | [23] |
| Jahe | *Zingiber officinale* | Rimpang | Fraksi Air | 21.59 | 05.00 (acarbose) | [24] |
| Teh Hijau | *Camellia sinensis* | Daun | Ekstrak Air | 202.12 | 112.47 (acarbose) | [25] |
| Manggis | *Garcinia mangostana* | Kulit Buah | Ekstrak Etanol | 261.3 | 315.2 (acarbose) | [26] |
| Binahong | *Anredera cordifolia* | Daun | Etanol 96% | 35.07 | 47.09 (Acarbose) | [8] |

**Pembahasan**

Diperoleh hasil bahwa sekitar 24 tanaman yang memiliki potensi aktivitas inhibitor α-glukosidase yang disajikan pada Tabel 1. meliputi informasi nama latin, bagian tumbuhan yang digunakan, pelarut yang digunakan, hasil pengujian ekstrak dan kontrol uji, serta referensi. Bagian tanaman yang digunakan sangat bervariasi yaitu daun, akar, kulit buah, ranting, sari buah, kulit pohon, dan rimpang. Variabel dependent yang digunakan dalam review jurnal ini berupa nilai IC50 yaitu konsentrasi yang dapat menghambat 50% enzim α-glukosidase.

Tinjauan ini difokuskan pada penelitian yang menggunakan metode spektrofotometri kolorimetri untuk mengevaluasi aktivitas penghambatan α-glukosidase dari ekstrak/fraksi tanaman. Mayoritas penelitian dalam ulasan ini menilai bioaktivitas molekul secara in vitro menggunakan enzim α-glukosidase dan pNPG sebagai substrat. Selain itu, senyawa referensi yang berbeda telah digunakan dalam evaluasi aktivitas penghambatan α-glukosidase dari berbagai senyawa yang berasal dari tumbuhan termasuk acarbose dan quercetin. Variabilitas besar dalam nilai IC50 yang diperoleh untuk acarbose dapat dikaitkan dengan kondisi pengujian yang berbeda seperti sumber enzim, konsentrasi enzim dan substrat serta waktu dan suhu inkubasi. Salah satu konsekuensinya adalah kesulitan dalam menafsirkan hasil yang diperoleh dari referensi terpisah dan membandingkan bioaktivitas. Pengaruh kondisi pengujian yang berbeda dan berbagai enzim yang digunakan pada sensitivitas pengujian perlu dinilai mengarah pada standarisasi protokol yang digunakan.

Dari 24 tanaman, 15 tanaman memiliki nilai IC50 yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol uji, dintaranya yaitu tanaman secang (Caesalpinia sappan), kersen (Muntingia calabura), kelor (Moringa oleifera), mengkudu (Morinda citrifolia), temu mangga (Curcuma mangga), jamblang (Syzygium cumini), ciplukan (Physalis angulata), mahkota dewa (Phaleria macrocarpa), pucuk merah (Syzygium myrtifolium), meniran (Phyllanthus urinaria), brotowali (Tinospora crispa), pohon karang gabus (Erythrina suberosa), lidah buaya (Aloe vera), manggis (Garcinia mangostana), dan binahong (Anredera cordifolia).

**Simpulan**

Berdasarkan review di atas, dapat disimpulkan bahwa banyak tumbuhan obat di indonesia yang berpotensi dimanfaatkan sebagai obat antidiabetes. Aktivitas inhibitor α-glukosidase tanaman secang, kersen, kelor, mengkudu, temu mangga, jamblang, ciplukan, mahkota dewa, pucuk merah, meniran, brotowali, pohon karang gabus, lidah buaya, manggis, dan binahong cukup kuat jika dibandingkan terhadap kontrol uji serta nilai IC50. Untuk memperkuat data perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai senyawa-senyawa dari tiap tanaman yang memiliki potensi aktivitas inhibitor a-glukosidase tersebut. Senyawa-senyawa tersebut bisa sangat menjanjikan dalam pengembangan obat tunggal yang menghasilkan terapi yang lebih singkat dan peningkatan efisiensi dalam mengendalikan glikemia.

**Konflik kepentingan**

Penulis menyatakan tidak ada komflik kepentingan pada penelitian ini.

**Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

**Daftar Pustaka**

1. Dirir AM, Daou M, Yousef AF, Yousef LF. A review of alpha-glucosidase inhibitors from plants as potential candidates for the treatment of type-2 diabetes. Phytochem Rev [Internet]. 2022 Aug 16;21(4):1049–79. Available from: https://link.springer.com/10.1007/s11101-021-09773-1

2. Brilyana AA, Abbas HH, Mahmud NU. Efektivitas Air Rebusan Daun Kersen terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Sewaktu Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2. Wind Public Heal J. 2021;2(2):311–21.

3. Kashtoh H, Baek K-H. Recent Updates on Phytoconstituent Alpha-Glucosidase Inhibitors: An Approach towards the Treatment of Type Two Diabetes. Plants [Internet]. 2022 Oct 14;11(20):2722. Available from: https://www.mdpi.com/2223-7747/11/20/2722

4. Mushtaq A, Azam U, Mehreen S, Naseer MM. Synthetic α-glucosidase inhibitors as promising anti-diabetic agents: Recent developments and future challenges. Eur J Med Chem [Internet]. 2023 Mar;249:115119. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S022352342300034X

5. Akmal M, Wadhwa R. Alpha Glucosidase Inhibitors [Internet]. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL); 2023. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557848/#:~:text=Go to%3A-,Mechanism of Action,sucrase%2C maltase%2C and isomaltase.

6. Pratiwi NKY, Santika IWM. Mekanisme Aktivitas Anti-Diabetes Dari Kandungan Senyawa Tanaman Kersen (Muntingia calabura L.): Systematic Review. Pros Work dan Semin Nas Farm [Internet]. 2023 Nov 10;2:100–12. Available from: https://ejournal1.unud.ac.id/index.php/wsnf/article/view/629

7. Robbani S, Elya B, Iswandana R. Alpha-glucosidase and DPP-IV Inhibitory Activities of Ethanol Extract from Caesalpinia sappan, Andrographis paniculata, and Syzygium cumini. Pharmacogn J. 2022;14(3):702–9.

8. Kusriani H, Susilawati E, Nurafipah L, Nurkholifah. Antidiabetic Activity of Combination of Binahong (Anredera cordifolia Ten. Steenis), Cherry (Muntingia calabura L.) and Brotowali (Tinospora crispa L.) Extracts. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2023;15(2):75–80. Available from: https://journals.lww.com/10.4103/jpbs.jpbs\_917\_21

9. Magaji UF, Sacan O, Yanardag R. Alpha amylase, alpha glucosidase and glycation inhibitory activity of Moringa oleifera extracts. South African J Bot [Internet]. 2020 Jan;128:225–30. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0254629919314255

10. Samarasinghe HGAS, Gunathilake KDPP, Illeperuma DCK. Proximate composition, bioactive constituents, and therapeutic potentials of pasteurized Noni juice derived from Morinda citrifolia (L.). Ceylon J Sci. 2024;53(1):87–96.

11. Widowati W, Tjokropranoto R, Wahyudianingsih R, Tih F, Sadeli L, Kusuma HW, dkk. Antidiabetic potential yacon (Smallanthus sonchifolius (Poepp.) H. Rob.) leaf extract via antioxidant activities, inhibition of α-glucosidase, α-amylase, G-6-Pase by in vitro assay. J Reports Pharm Sci [Internet]. 2021;10(2):247. Available from: http://www.jrpsjournal.com/text.asp?2021/10/2/247/332772

12. Awin T, Mediani A, Mohd Faudzi SM, Maulidiani, Leong SW, Shaari K, dkk. Identification of α-glucosidase inhibitory compounds from Curcuma mangga fractions. Int J Food Prop [Internet]. 2020 Jan 1;23(1):154–66. Available from: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2020.1716792

13. Ahda M, Jaswir I, Khatib A, Ahmed QU, Mahfudh N, Ardini YD, dkk. Phytochemical analysis, antioxidant, α-glucosidase inhibitory activity, and toxicity evaluation of Orthosiphon stamineus leaf extract. Sci Rep [Internet]. 2023;13(1):1–11. Available from: https://doi.org/10.1038/s41598-023-43251-2

14. Adewolu A, Adenekan, AdedamolaAdenekan AS, Uzamat OF, Ajayi OO. Ameliorative Effects of Ethanolic Leaf Extract of Physalis angulata (Ewe Koropo) on Diabetic-Induced Wistar Rats in South West Nigeria Medicinal Chemistry Ameliorative Effects of Ethanolic Leaf Extract of Physalis angulata (Ewe Koropo) on Diabetic-Induced. Med Chem (Los Angeles) [Internet]. 2021;11(8):1–6. Available from: https://www.researchgate.net/publication/356604057

15. Irawan C, Sukiman M, Ismail, Putri ID, Utami A, Pratama AN, dkk. Antioxidant Capacity and Potential as an Alpha-Glucosidase Inhibitor in Phaleria macrocarpa (Scheff.) Boerl Fruit Peel Ultrasonic Extract. Pharmacogn J. 2022;14(4):305–12.

16. Suryowati T, Siagian FE, Maheshwari H, Diani YH, Kusuma RA. Bioactive compounds, antidiabetic and antimicrobial potential of pinang seeds extract (Areca catechu l). J Aisyah J Ilmu Kesehat [Internet]. 2023 Sep 25;8(3). Available from: https://aisyah.journalpress.id/index.php/jika/article/view/2060

17. Nor I, Wirasutisna KR, Hartati R, Insanu M. The α-glucosidase inhibitory activity of avicularin and 4-O-methyl gallic acid isolated from Syzygium myrtifolium leaves. Saudi Pharm J [Internet]. 2023;31(8):101677. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jsps.2023.06.010

18. Widiastuti D, Sinaga SE, Warnasih S, Pujiyawati E, Salam S, Putra WE. Identification of Active Compounds from Averrhoa bilimbi L. (Belimbing Wuluh) Flower using LC-MS and Antidiabetic Activity Test using in vitro and in silico Approaches. Trends Sci. 2023;20(8).

19. Mustika W, Mega, Safithri. Studi In Vitro Senyawa Bioaktif Ekstrak dan Fraksi Daun Sirih Merah (Piper crocatum) Sebagai Inhibitor α-Glukosidase. J Kedokt Kesehat. 2022;8(1):1–9.

20. Choi M-H, Yang S-H, Lee Y-J, Sohn JH, Lee KS, Shin H-J. Anti-Obesity Effect of Daidzein Derived from Pachyrhizus erosus (L.) Urb. Extract via PPAR Pathway in MDI-Induced 3T3-L1 Cell Line. Cosmetics [Internet]. 2023 Dec 1;10(6):164. Available from: https://www.mdpi.com/2079-9284/10/6/164

21. Han N, Ye Q, Guo Z, Liang X. Metabolomics analysis of differential chemical constituents and α-glucosidase inhibiting activity of Phyllanthus urinaria L. root, stem, leaf and fruit. Nat Prod Res [Internet]. 2023 Feb 16;37(4):642–5. Available from: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2022.2069766

22. Ahmed Z, Aziz S, Hanif M, Mohiuddin S, Ali Khan S, Ahmed R, dkk. Phytochemical screening and enzymatic and antioxidant activities of Erythrina suberosa (Roxb) bark. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2020;12(2):192. Available from: https://journals.lww.com/10.4103/jpbs.JPBS\_222\_19

23. Bendjedid S, Djelloul R, Tadjine A, Bensouici C, Boukhari A. In vitro assessment of total bioactive contents, antioxidant, anti-alzheimer and antidiabetic activities of leaves extracts and fractions of Aloe vera. Chiang Mai Univ J Nat Sci. 2020;19(3):469–86.

24. Kadhim MMHA. α‑Glucosidase and α‑amylase Inhibitory assay of Fractions and Crude Extract of Zingiber officinale (Ginger) and Evaluation of Its Antioxidant (ABTS and DPPH) Activity. Res Rev [Internet]. 2023 Dec 25; Available from: https://cmro.in/index.php/jcmro/article/view/681

25. Lawal TA, Ononamadu CJ, Okonkwo EK, Adedoyin HJ, Shettima ML, Muhammad IU, dkk. In Vitro and In Vivo Hypoglycaemic Effect of Camellia Sinensis on Alpha Glucosidase Activity and Glycaemic Index of White Bread. Appl Food Res [Internet]. 2022 Jun;2(1):100037. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2772502221000378

26. Cardozo-Muñoz J, Cuca-Suárez LE, Prieto-Rodríguez JA, Lopez-Vallejo F, Patiño-Ladino OJ. Multitarget Action of Xanthones from Garcinia mangostana against α-Amylase, α-Glucosidase and Pancreatic Lipase. Molecules [Internet]. 2022 May 20;27(10):3283. Available from: https://www.mdpi.com/1420-3049/27/10/3283