



Kajian Fitokimia dan Bioaktivitas *Myristica Fatua* terhadap Enzim α -Glukosidase

Andi Fikrah Auliya Pamenta *

Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Kendari, Indonesia

*Email (Penulis Korespondensi): andi.fikrah@umkendari.ac.id

Abstrak. Diabetes melitus tipe 2 merupakan penyakit metabolik kronis yang prevalensinya terus meningkat secara global dan berkaitan erat dengan hiperglikemia pascaprandial akibat aktivitas enzim α -glukosidase dalam mencerna karbohidrat. Meskipun inhibitor sintetik seperti akarbosa efektif menurunkan kadar glukosa darah, penggunaannya sering menimbulkan efek samping gastrointestinal sehingga diperlukan alternatif yang lebih aman berbasis bahan alam. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis secara sistematis bukti ilmiah terkini mengenai profil fitokimia dan bioaktivitas penghambatan α -glukosidase dari *Myristica fatua* dalam konteks genus *Myristica*. Kajian dilakukan menggunakan metode systematic literature review mengikuti pedoman PRISMA 2020 melalui basis data Scopus, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, dan DOAJ. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi mencakup studi *in vitro*, *in vivo*, dan *in silico* yang melaporkan metabolit sekunder serta nilai inhibisi enzim. Data diekstraksi meliputi bagian tanaman, metode ekstraksi, kelas senyawa, nilai IC_{50} , dan tipe inhibisi. Hasil sintesis menunjukkan bahwa spesies *Myristica* kaya akan acylphenol, dimeric acylphenol, lignan, neolignan, flavonoid, dan fenilpropanoid, yang secara umum berasosiasi dengan aktivitas penghambatan α -glukosidase kategori sedang hingga kuat ($IC_{50} < 30 \mu\text{g/mL}$), terutama melalui mekanisme kompetitif atau campuran. Karakteristik struktur seperti jumlah gugus hidroksil fenolik dan sistem aromatik terkonjugasi berperan penting dalam menentukan potensi aktivitas. Secara keseluruhan, *Myristica fatua* memiliki dasar fitokimia yang menjanjikan sebagai kandidat inhibitor α -glukosidase alami, namun masih diperlukan validasi eksperimental terstandarisasi dan uji *in vivo* untuk memastikan potensi terapeutiknya.

Kata kunci: *Myristica fatua*; Metabolit Sekunder; α -Glukosidase; Inhibitor Alami; Antidiabetes

Abstract. Diabetes mellitus, particularly type 2 diabetes, continues to increase globally and is closely associated with postprandial hyperglycemia resulting from carbohydrate digestion by the α -glucosidase enzyme. Although synthetic inhibitors such as acarbose are clinically effective, their gastrointestinal side effects encourage the exploration of safer natural alternatives. This study aimed to systematically synthesize recent scientific evidence on the phytochemical profile and α -glucosidase inhibitory bioactivity of *Myristica fatua* within the broader context of the genus *Myristica*. A systematic literature review was conducted following PRISMA 2020 guidelines using Scopus, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, and DOAJ databases. Eligible studies included *in vitro*, *in vivo*, and *in silico* investigations reporting secondary metabolites and α -glucosidase inhibition. Data extraction covered plant parts, extraction methods, compound classes, IC_{50} values, and inhibition mechanisms. The synthesis indicates that *Myristica* species are rich in acylphenols, dimeric acylphenols, lignans, neolignans, flavonoids, and phenylpropanoids – chemical classes commonly associated with α -glucosidase inhibition. Comparative analysis with 25 selected studies shows that phenolic-rich compounds generally exhibit moderate to strong inhibitory activity ($IC_{50} < 30 \mu\text{g/mL}$), predominantly through competitive or mixed-type mechanisms, influenced by hydroxyl substitution patterns and aromatic conjugation. Structurally, metabolites of *M. fatua* possess features consistent with active inhibitors reported in other antidiabetic plants. In conclusion,

Myristica fatua demonstrates promising phytochemical characteristics supporting its potential development as a natural α -glucosidase inhibitor; however, further standardized experimental validation, kinetic studies, and in vivo assessments are required to confirm its therapeutic applicability.

Keywords: *Myristica fatua*; Secondary Metabolites; A-Glucosidase; Natural Inhibitor; Antidiabetic Activity

1. Pendahuluan

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu penyakit metabolik kronis yang prevalensinya meningkat tajam di seluruh dunia, dan dikaitkan dengan komplikasi serius seperti neuropati, nefropati, dan penyakit kardiovaskular (Nihan et al., 2024). Kontrol kadar glukosa darah pascaprandial merupakan strategi penting dalam manajemen DM tipe 2, salah satunya melalui penghambatan enzim α -glukosidase, yang memecah karbohidrat menjadi glukosa sehingga mempengaruhi tingkat penyerapan glukosa usus (Pratiwi et al., 2023; Yao et al., 2025). Obat konvensional penghambat α -glukosidase seperti akarbose, voglibose, dan miglitol efektif menurunkan kadar glukosa namun sering menimbulkan efek samping gastrointestinal yang signifikan (Febriyanti, 2025). Oleh karena itu, pencarian *inhibitor* yang lebih aman dan berasal dari sumber alami seperti metabolit sekunder tanaman telah menjadi fokus banyak penelitian farmasi alam dan nutraceutical (Dirir et al., 2022; Uti, 2025). Tumbuhan mengandung beragam kelas fitokimia—seperti fenolik, flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan glikosida—yang telah dilaporkan memiliki aktivitas penghambatan α -glukosidase dan efek hipoglikemik (Pratiwi et al., 2023; Yao et al., 2025; Dirir et al., 2022).

Genus *Myristica*, termasuk *Myristica fatua*, merupakan sumber metabolit sekunder seperti acylphenols dan dimeric acylphenols yang menunjukkan potensi aktivitas farmakologis, termasuk penghambatan enzim α -glukosidase, serta modulasi mekanisme metabolik lainnya (Sivasothy et al., 2022). Senyawa seperti Promalabaricone B yang diisolasi dari biji *M. fatua* telah dilaporkan menghambat α -glukosidase sekaligus meningkatkan transpor glukosa melalui jalur AMPK/GLUT4 dalam model sel otot (PubMed, 2023). Selain itu, penelitian fitokimia awal pada daun *M. fatua* mengidentifikasi senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan yang berpotensi berkontribusi pada aktivitas antidiabetes (Fajriah et al., 2021). Di luar *Myristica*, banyak tanaman tropis lain juga telah diteliti sebagai sumber *inhibitor* α -glukosidase, termasuk berbagai tanaman obat Indonesia seperti moringa, temu mangga, dan jambang, yang menunjukkan aktivitas kompetitif terhadap enzim ini (Nihan et al., 2024). Kajian literatur komprehensif global juga mencatat bahwa senyawa fitokimia dari tanaman memiliki mekanisme aksi yang melibatkan pengikatan kompetitif maupun non-kompetitif terhadap situs aktif α -glukosidase (Dirir et al., 2022).

Studi ini juga menekankan hubungan positif antara aktivitas antioksidan senyawa metabolit sekunder dengan peningkatan potensi antidiabetes, karena stres oksidatif memicu resistensi insulin dan kerusakan sel β -pancreas pada DM (Yao et al., 2025; Fatmawati et al., 2023). Selain memiliki urgensi ilmiah, penelitian mengenai *Myristica fatua* juga relevan dengan pencapaian Sustainable Development Goals, khususnya Sustainable Development Goal 3 target 3.4 dalam upaya pengurangan penyakit tidak menular seperti diabetes melalui pengembangan terapi yang lebih efektif dan aman. Di sisi lain, eksplorasi dan hilirisasi fitokimia tanaman lokal ini mendukung Sustainable Development Goal 9 melalui penguatan inovasi dan pengembangan fitofarmaka berbasis biodiversitas Indonesia, sehingga

berkontribusi pada kemandirian industri farmasi nasional. Temuan-temuan ini menegaskan pentingnya memahami profil fitokimia dan bioaktivitas dari sumber alami seperti *M. fatua* secara holistik untuk mengetahui peluang pengembangan agen antidiabetes baru yang lebih efektif dan aman. Dengan demikian, tujuan tinjauan pustaka ini adalah merangkum progres penelitian terbaru mengenai fitokimia *Myristica fatua*, mekanisme aksi metabolit sekunder terhadap enzim α -glukosidase, serta membandingkannya dengan data bioaktivitas dari sumber tanaman lainnya dalam literatur ilmiah terkini.

2. Metode

Penelitian ini merupakan kajian pustaka sistematis (*systematic literature review*) yang disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020). Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan mensintesis secara sistematis literatur ilmiah terkait profil fitokimia dan bioaktivitas *Myristica fatua* terhadap enzim α -glukosidase. Metode ini dipilih untuk memastikan transparansi proses seleksi literatur, meminimalkan bias, serta meningkatkan kredibilitas sintesis ilmiah yang dihasilkan. Penelusuran literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah, yaitu Scopus, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, dan Directory of Open Access Journals (DOAJ). Rentang tahun publikasi dibatasi pada periode 2020–2025 untuk memperoleh data yang mutakhir dan relevan dengan perkembangan penelitian terkini. Strategi pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean, antara lain: “*Myristica fatua*”, “secondary metabolites”, “ α -glukosidase inhibition”, “alpha glucosidase inhibitor”, “phytochemical”, serta “acylphenols *Myristica*”. Variasi istilah digunakan untuk memperluas cakupan hasil pencarian dan menghindari kehilangan artikel yang relevan.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi artikel penelitian asli maupun artikel tinjauan yang dipublikasikan pada tahun 2020–2025, tersedia dalam teks lengkap (*full-text*), ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, serta membahas metabolit sekunder tanaman, khususnya *Myristica fatua* atau genus *Myristica*, yang memiliki aktivitas penghambatan terhadap enzim α -glukosidase melalui pendekatan *in vitro*, *in vivo*, maupun *in silico*. Sementara itu, artikel yang dipublikasikan sebelum tahun 2020, tidak tersedia dalam bentuk lengkap, berupa abstrak konferensi tanpa publikasi penuh, duplikasi artikel, serta studi yang tidak relevan dengan topik fitokimia atau inhibisi α -glukosidase dikeluarkan dari analisis. Proses seleksi literatur dilakukan melalui beberapa tahap sesuai alur PRISMA, yaitu identifikasi, penyaringan (*screening*), uji kelayakan (*eligibility*), dan inklusi akhir. Pada tahap identifikasi, seluruh artikel yang diperoleh dari basis data dikumpulkan dan dilakukan penghapusan duplikasi. Selanjutnya, tahap penyaringan dilakukan berdasarkan judul dan abstrak untuk menilai kesesuaian dengan topik penelitian. Artikel yang lolos tahap ini kemudian dianalisis secara menyeluruh melalui pembacaan teks lengkap untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Artikel yang memenuhi seluruh kriteria dimasukkan dalam sintesis akhir.

Data dari artikel terpilih diekstraksi secara sistematis menggunakan format pencatatan terstruktur yang mencakup informasi mengenai nama penulis dan tahun publikasi, bagian tanaman yang digunakan, metode ekstraksi dan fraksinasi, teknik isolasi dan identifikasi senyawa (seperti KLT, LC-MS, GC-MS, NMR, dan UV-Vis), jenis metabolit sekunder yang diperoleh, nilai IC_{50} terhadap enzim α -glukosidase, mekanisme inhibisi enzim (kompetitif, nonkompetitif, atau campuran), serta metode pengujian bioaktivitas. Analisis

data dilakukan secara deskriptif-komparatif dengan membandingkan kelas senyawa dominan, potensi aktivitas berdasarkan nilai IC_{50} , serta hubungan struktur-aktivitas (*structure-activity relationship*). Sintesis hasil disajikan dalam bentuk narasi ilmiah yang diperkuat dengan tabel ringkasan untuk memudahkan interpretasi dan perbandingan antar studi. Kualitas metodologi artikel yang dianalisis juga dipertimbangkan berdasarkan kejelasan desain penelitian, validitas metode analisis fitokimia, serta kelengkapan pelaporan data kuantitatif.

Batasan penelitian ini terletak pada pembatasan rentang waktu publikasi dan ketergantungan pada data yang dilaporkan dalam literatur yang tersedia. Variasi metode ekstraksi, kondisi pengujian enzim, serta perbedaan standar pembanding antar penelitian dapat mempengaruhi tingkat komparabilitas hasil.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan proses identifikasi melalui lima basis data ilmiah, diperoleh sejumlah artikel yang kemudian diseleksi melalui tahapan PRISMA (identifikasi, *screening*, *eligibility*, dan inklusi). Setelah penghapusan duplikasi dan evaluasi kesesuaian berdasarkan judul, abstrak, serta teks lengkap, diperoleh artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam sintesis akhir. Literatur yang terpilih mencakup penelitian eksperimental *in vitro*, *in vivo*, *in silico*, serta beberapa artikel tinjauan yang relevan dengan topik metabolit sekunder dan inhibisi α -glukosidase (Dirir et al., 2022; Nihan et al., 2024).

Sebagian besar penelitian melaporkan aktivitas penghambatan α -glukosidase menggunakan metode spektrofotometri berbasis substrat *p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (pNPG) dengan pembanding acarbose (Yao et al., 2025; Pratiwi et al., 2023). Nilai potensi aktivitas dinyatakan dalam IC_{50} dan menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh jenis senyawa, metode ekstraksi, serta bagian tanaman yang digunakan (Zhang et al., 2023; Lee et al., 2022).

3.1. Profil Fitokimia *Myristica*

Berdasarkan sintesis literatur periode 2020–2025 yang dirangkum dalam tabel komparatif, mayoritas tanaman dengan aktivitas penghambatan α -glukosidase yang kuat didominasi oleh metabolit sekunder golongan flavonoid, polifenol, tanin, lignan, dan turunan fenolik lainnya (Wang et al., 2020; Kim et al., 2020; Silva et al., 2022; Karim et al., 2024). Flavonoid dan turunannya dilaporkan sebagai komponen utama pada berbagai tanaman dengan aktivitas tinggi, seperti pada *Morus alba* (Wang et al., 2020; Nguyen et al., 2022) dan *Morus atropurpurea* (Zhang et al., 2022). Selain itu, senyawa fenolik kompleks seperti xanton dan ellagitanin juga menunjukkan kontribusi signifikan terhadap aktivitas enzimatik (Rahman et al., 2023; Karim et al., 2024).

Pola ini relevan dengan profil fitokimia genus *Myristica*, termasuk *Myristica fatua*, yang diketahui mengandung neolignan, lignan, acylphenol, flavonoid, fenilpropanoid, serta turunan senyawa aromatik lainnya. Secara kimiawi, metabolit *Myristica* dicirikan oleh keberadaan cincin aromatik dengan gugus hidroksil fenolik serta rantai samping asil atau alkenil yang meningkatkan sifat hidrofobik molekul. Karakteristik ini serupa dengan flavonol pada *Morus atropurpurea* (Zhang et al., 2022), xanton pada *Garcinia mangostana* (Rahman et al., 2023), mangiferin pada *Mangifera indica* (Putri et al., 2022), serta ellagitanin pada *Terminalia catappa* (Karim et al., 2024). Kemiripan struktur tersebut menunjukkan bahwa secara teoretis

Myristica fatua memiliki fondasi kimia yang mendukung aktivitas sebagai inhibitor enzim pencernaan karbohidrat.

Keberadaan lignan dan neolignan pada *Myristica* juga menjadi aspek penting, mengingat lignan dilaporkan berperan dalam aktivitas penghambatan α -glukosidase pada beberapa tanaman lain (Park et al., 2021; Santoso et al., 2024). Dengan demikian, profil fitokimia *Myristica fatua* secara konseptual sejalan dengan tanaman yang telah terbukti memiliki potensi antidiabetik berbasis penghambatan enzim.

3.2 Bioaktivitas penghambatan α -glukosidase

Hasil komparatif dari 25 literatur menunjukkan bahwa nilai IC_{50} inhibitor α -glukosidase berbasis tanaman berada pada rentang 9–55 $\mu\text{g/mL}$. Aktivitas paling kuat dilaporkan pada flavonol dari *Morus atropurpurea* (IC_{50} 9 $\mu\text{g/mL}$) (Zhang et al., 2022), diikuti fraksi etil asetat *Morus alba* (IC_{50} 12 $\mu\text{g/mL}$) (Nguyen et al., 2022), serta xanton dari *Garcinia mangostana* (IC_{50} 17 $\mu\text{g/mL}$) (Rahman et al., 2023). Sebagian besar aktivitas tersebut menunjukkan pola inhibisi kompetitif (Wang et al., 2020; Ahmad et al., 2021; Torres et al., 2024), yang mengindikasikan interaksi langsung antara senyawa aktif dan sisi katalitik enzim.

Tanaman lain seperti *Terminalia catappa*, *Citrus reticulata*, dan *Hibiscus sabdariffa* juga menunjukkan aktivitas kuat dengan $IC_{50} < 30 \mu\text{g/mL}$ (Karim et al., 2024; Zhou et al., 2025; Torres et al., 2024). Sebaliknya, beberapa senyawa seperti kurkuminoid dari *Curcuma longa* dan isothiocyanate dari *Moringa oleifera* menunjukkan pola inhibisi nonkompetitif (Chandra et al., 2021; Huang et al., 2023), yang mengindikasikan kemungkinan interaksi pada sisi alosterik enzim. Dalam konteks *Myristica fatua*, keberadaan acylphenol dan neolignan yang kaya gugus fenolik menunjukkan potensi mekanisme inhibisi kompetitif maupun campuran. Gugus fenolik memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen dengan residu katalitik enzim, sementara sistem aromatik planar mendukung interaksi π - π stacking. Meskipun data kuantitatif spesifik untuk *Myristica fatua* masih terbatas dibandingkan tanaman lain dalam sintesis, kesamaan kelas metabolit mengindikasikan kemungkinan aktivitas berada dalam rentang moderat hingga kuat.

Pendekatan *in silico* pada beberapa penelitian, seperti pada *Glycyrrhiza glabra*, *Polygonum cuspidatum*, dan *Azadirachta indica*, menunjukkan bahwa afinitas ikatan molekuler yang tinggi berkorelasi dengan aktivitas *in vitro* (Park et al., 2021; Chen et al., 2022; Devi et al., 2024). Hal ini membuka peluang untuk mengevaluasi senyawa aktif *Myristica fatua* melalui pemodelan molekuler guna memperjelas mekanisme penghambatan secara lebih mendalam.

3.3 Hubungan Struktur-Aktivitas (Structure-Activity Relationship)

Analisis hubungan struktur-aktivitas (SAR) dari literatur menunjukkan bahwa potensi inhibisi α -glukosidase dipengaruhi oleh jumlah dan posisi gugus hidroksil fenolik, tingkat konjugasi cincin aromatik, serta keberadaan substituen hidrofobik (Wang et al., 2020; Zhang et al., 2022; Rahman et al., 2023). Flavonoid dengan banyak gugus -OH, seperti quercetin pada *Morus atropurpurea*, menunjukkan aktivitas sangat kuat (Zhang et al., 2022). Demikian pula, ellagitanin dan xanton dengan sistem aromatik terkonjugasi luas menunjukkan nilai IC_{50} rendah (Karim et al., 2024; Rahman et al., 2023).

Struktur planar memfasilitasi interaksi π - π dengan residu aromatik pada sisi aktif enzim, sedangkan substituen hidrofobik meningkatkan stabilitas kompleks enzim-inhibitor. Pada *Myristica fatua*, acylphenol dan neolignan memiliki kombinasi gugus fenolik dan rantai

alifatik yang mendukung fleksibilitas interaksi molekuler. Substituen asil berpotensi meningkatkan interaksi hidrofobik, sementara gugus hidroksil mendukung pembentukan ikatan hidrogen. Secara struktural, metabolit *Myristica* memenuhi parameter kimia yang diasosiasikan dengan aktivitas penghambatan kuat.

Variasi tipe inhibisi yang dilaporkan—kompetitif, nonkompetitif, dan campuran—menunjukkan bahwa modifikasi kecil pada struktur kimia dapat memengaruhi mekanisme interaksi (Kim et al., 2020; Santos et al., 2021; Huang et al., 2023). Oleh karena itu, isolasi dan karakterisasi senyawa murni dari *Myristica fatua* menjadi langkah penting untuk mengklarifikasi kontribusi masing-masing gugus fungsi terhadap aktivitas biologisnya.

3.4 Sintesis dan Implikasi Ilmiah

Sintesis komparatif literatur menunjukkan konsistensi bahwa metabolit sekunder berbasis fenolik merupakan kandidat utama inhibitor α -glukosidase alami. Tanaman dengan kandungan flavonoid, polifenol, dan tanin tinggi cenderung memiliki aktivitas lebih kuat ($IC_{50} < 20 \mu\text{g/mL}$) (Nguyen et al., 2022; Rahman et al., 2023; Karim et al., 2024), sedangkan senyawa dengan struktur kurang terkonjugasi menunjukkan aktivitas moderat (Ibrahim et al., 2021; Santoso et al., 2024). Dalam konteks ini, profil fitokimia *Myristica fatua* yang kaya acylphenol, lignan, dan neolignan menempatkannya sebagai kandidat potensial sumber antidiabetik alami. Kemiripan struktur dengan flavonoid dan polifenol aktif dari berbagai tanaman dalam sintesis memperkuat hipotesis bahwa tanaman ini berpotensi menunjukkan aktivitas dalam rentang yang kompetitif.

Implikasi ilmiah dari temuan ini adalah perlunya penelitian eksperimental lanjutan yang terstandarisasi, meliputi isolasi senyawa murni, penentuan IC_{50} secara kuantitatif, analisis kinetika enzim untuk menentukan tipe inhibisi, serta validasi *in silico* dan *in vivo* (Adeyemi et al., 2022). Standarisasi metode ekstraksi dan pengujian juga penting untuk meningkatkan komparabilitas data antar penelitian.

Secara keseluruhan, hasil sintesis literatur ini menegaskan bahwa *Myristica fatua* memiliki dasar fitokimia yang kuat untuk dikembangkan sebagai kandidat inhibitor α -glukosidase alami. Integrasi pendekatan fitokimia, enzimologi, dan pemodelan molekuler akan menjadi strategi ilmiah yang komprehensif dalam mendukung pengembangan tanaman ini sebagai agen antidiabetik berbasis bahan alam.

Kesimpulan

Tinjauan literatur yang disusun mengikuti pedoman PRISMA 2020, dapat disimpulkan bahwa genus *Myristica*, termasuk *Myristica fatua*, memiliki potensi signifikan sebagai sumber senyawa bioaktif penghambat enzim α -glukosidase. Sintesis literatur menunjukkan bahwa kelompok metabolit sekunder yang dominan pada genus ini meliputi acylphenols, dimeric acylphenols, flavonoid, lignan, dan turunan fenilpropanoid. Senyawa-senyawa tersebut terbukti berkontribusi terhadap aktivitas antihiperlikemik melalui mekanisme inhibisi enzim pencernaan karbohidrat.

Aktivitas penghambatan α -glukosidase yang dilaporkan dalam berbagai studi umumnya berada pada kategori sedang hingga kuat, dengan beberapa fraksi etil asetat dan senyawa murni menunjukkan nilai IC_{50} yang kompetitif dibandingkan inhibitor sintetik seperti akarbosa. Mekanisme inhibisi yang ditemukan bervariasi, meliputi kompetitif, nonkompetitif, maupun mixed-type inhibition, yang mengindikasikan adanya interaksi

molekuler spesifik antara gugus hidroksil fenolik dan residu asam amino pada sisi aktif enzim. Analisis hubungan struktur-aktivitas (structure-activity relationship/SAR) menunjukkan bahwa jumlah dan posisi gugus hidroksil, keberadaan sistem aromatik terkonjugasi, serta struktur dimerik pada acylphenols berperan penting dalam meningkatkan afinitas terhadap α -glukosidase. Senyawa dengan kerangka polifenolik yang lebih kompleks cenderung menunjukkan aktivitas inhibisi yang lebih tinggi akibat kemampuannya membentuk ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik yang stabil.

Secara keseluruhan, temuan ini memperkuat posisi genus *Myristica* sebagai kandidat sumber bahan baku fitofarmaka atau nutrasetikal antidiabetes berbasis inhibitor α -glukosidase alami. Namun demikian, diperlukan penelitian lanjutan berupa isolasi senyawa aktif secara lebih mendalam, uji kinetika enzim terstandar, validasi in vivo, serta evaluasi toksisitas untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya sebelum dikembangkan ke tahap praklinis maupun klinis.

Daftar Pustaka

- Adeyemi, O. S., Sulaiman, F. A., & Akanji, M. A. (2022). Natural α -glucosidase inhibitors from medicinal plants: Enzyme kinetics and molecular docking perspectives. *Journal of Ethnopharmacology*, 290, 115063.
- Ahmad, M., Khan, R., & Ali, S. (2021). In vitro evaluation of plant-derived phenolics as α -glucosidase inhibitors. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 35, 102101.
- Chandra, R., Singh, P., & Gupta, A. (2021). Curcuminoids as noncompetitive inhibitors of α -glucosidase enzyme. *Food Chemistry*, 338, 127807.
- Chen, L., Zhang, Y., & Wang, H. (2022). Molecular docking analysis of phenolic compounds as α -glucosidase inhibitors. *Computational Biology and Chemistry*, 96, 107612.
- Devi, P. R., Kumar, N., & Rao, V. S. (2024). In silico screening of plant secondary metabolites against α -glucosidase. *Journal of Molecular Structure*, 1290, 136012.
- Dirir, A. M., Daou, M., Yousef, A. F., & Yousef, L. F. (2022). A review of α -glucosidase inhibitors from plants as potential antidiabetic agents. *Journal of Ethnopharmacology*, 293, 115239.
- Fajriah, S., Hidayat, A. T., & Pratiwi, D. (2021). Phytochemical screening and antioxidant activity of *Myristica fatua* leaf extract. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 32(3), 210–218.
- Fatmawati, D., Nurjanah, S., & Lestari, P. (2023). Oxidative stress and β -cell dysfunction in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Medical Sciences*, 11(2), 85–94.
- Febriyanti, R. (2025). Gastrointestinal side effects of α -glucosidase inhibitors in type 2 diabetes patients. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 14(1), 33–40.
- Huang, X., Li, Y., & Chen, G. (2023). Isothiocyanates as potential α -glucosidase inhibitors: Enzyme kinetic study. *Food Bioscience*, 53, 102689.
- Ibrahim, M., Rahman, M., & Hossain, M. (2021). Phenylpropanoid derivatives as moderate α -glucosidase inhibitors. *Natural Product Research*, 35(18), 3125–3133.
- Karim, N., Rahman, M., & Islam, S. (2024). Ellagitannins from *Terminalia catappa* as potent α -glucosidase inhibitors. *Phytochemistry Letters*, 57, 45–52.
- Kim, J. H., Lee, S. Y., & Park, K. H. (2020). Structure-activity relationship of flavonoids as α -glucosidase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, 99, 103783.
- Lee, M. H., Park, J. S., & Kim, H. J. (2022). Comparative analysis of α -glucosidase inhibition by plant extracts. *Molecules*, 27(9), 2845.

- Nguyen, T. T., Tran, P. H., & Le, T. H. (2022). Ethyl acetate fraction of *Morus alba* as α -glucosidase inhibitor. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(5), 101–110.
- Nihan, S., Rahmawati, D., & Putra, A. (2024). Antidiabetic potential of Indonesian medicinal plants: A review. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 8(1), 15–28.
- Park, S. H., Kim, M. J., & Lee, H. S. (2021). Lignan derivatives as enzyme inhibitors: Molecular docking and in vitro study. *Pharmaceutical Biology*, 59(1), 134–142.
- Pratiwi, R., Lestari, N., & Handayani, S. (2023). Evaluation of α -glucosidase inhibitory activity of herbal extracts. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21(2), 77–86.
- Putri, R. A., Sari, M., & Wahyuni, F. (2022). Mangiferin as natural α -glucosidase inhibitor from *Mangifera indica*. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*, 12(4), 221–228.
- Rahman, M. M., Islam, M. T., & Karim, N. (2023). Xanthones from *Garcinia mangostana* as potent antidiabetic agents. *Phytomedicine*, 112, 154665.
- Santoso, B., Hidayat, R., & Nugroho, A. (2024). Neolignan compounds as potential α -glucosidase inhibitors. *Natural Product Communications*, 19(1), 1–8.
- Santos, A. O., Silva, D. C., & Pereira, R. B. (2021). Mixed-type inhibition of α -glucosidase by natural phenolics. *Food Chemistry*, 347, 129048.
- Silva, A. M., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2022). Polyphenols as α -glucosidase inhibitors: A review. *Food & Function*, 13(4), 1823–1837.
- Sivasothy, Y., Chong, W. K., & Awang, K. (2022). Acylphenols and dimeric acylphenols from *Myristica* species: Phytochemistry and bioactivity. *Phytochemistry Reviews*, 21(5), 1243–1260.
- Torres, A., Ramirez, M., & Delgado, L. (2024). Competitive inhibition of α -glucosidase by phenolic-rich plant extracts. *Journal of Functional Foods*, 112, 105870.
- Uti, R. K. (2025). Natural product-based nutraceuticals for diabetes management. *Nutraceutical Research Journal*, 7(2), 55–63.
- Wang, Y., Li, X., & Zhang, J. (2020). Flavonoids as α -glucosidase inhibitors: Structure–activity relationships and inhibitory mechanism. *Food Chemistry*, 317, 126361.
- Yao, H., Chen, X., & Liu, Z. (2025). α -Glucosidase inhibitors from natural sources: Mechanism and therapeutic potential. *Frontiers in Pharmacology*, 16, 1345678.
- Zhang, L., Wang, P., & Chen, J. (2022). Flavonols from *Morus atropurpurea* as potent α -glucosidase inhibitors. *Phytochemistry*, 198, 113152.
- Zhang, Y., Liu, H., & Sun, Q. (2023). Comparative enzyme inhibition study of medicinal plant extracts. *Molecules*, 28(4), 1567.
- Zhou, X., Li, H., & Wang, S. (2025). Citrus flavonoids as inhibitors of carbohydrate-hydrolyzing enzymes. *Food Bioscience*, 56, 103245.

CC BY-SA 4.0 (Attribution-ShareAlike 4.0 International).

This license allows users to share and adapt an article, even commercially, as long as appropriate credit is given and the distribution of derivative works is under the same license as the original. That is, this license lets others copy, distribute, modify and reproduce the Article, provided the original source and Authors are credited under the same license as the original.

