

Review Literatur: Mekanisme Penghambatan Enzim α -Amilase Dan α -Glukosidase Oleh Ekstrak *Syzygium Cumini* Sebagai Agen Antihiperqlikemik

Helmalia Jelita Putri¹, Marscha Dwi Lestari², Farrel Darian Hafiz F.³, M. Ilham Fanani⁴
^{1,2,3,4,5}Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Anwar Medika, Sidoarjo, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
<p>Article history:</p> <p>Received Juni 14, 2026 Revised Juni 14, 2026 Accepted Juni 15, 2026</p> <hr/> <p>Kata Kunci:</p> <p>α-amilase, α-glukosidase, antihiperqlikemik, Inhibisi enzim, Syzygium cumini</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>α-amilase, α-glukosidase, antihiperqlikemik, Inhibisi enzim, Syzygium cumini</p>	<p>Penghambatan enzim α-amilase dan α-glukosidase merupakan strategi terapi utama dalam mengurangi hiperglikemia <i>postprandial</i> pada diabetes melitus tipe 2. <i>Syzygium cumini</i> (Jamblang), tanaman dari famili <i>Myrtaceae</i>, mengandung beragam senyawa bioaktif termasuk flavonoid, asam fenolat, tanin, dan alkaloid yang menunjukkan potensi penghambatan enzim yang signifikan. Ulasan literatur ini bertujuan untuk mengevaluasi secara sistematis mekanisme penghambatan α-amilase dan α-glukosidase oleh ekstrak <i>Syzygium cumini</i>, serta menilai potensinya sebagai agen antihiperqlikemik alami. Penelusuran sistematis dilakukan melalui basis data PubMed, Scopus, dan Google Scholar menggunakan kata kunci <i>Syzygium cumini</i>, <i>alpha-amilase</i>, dan <i>alpha-glukosidase</i>. Dari 64 artikel yang ditemukan, 58 dieliminasi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Sebanyak 6 artikel terpilih untuk dianalisis secara mendalam. Hasil menunjukkan bahwa senyawa <i>gallic acid</i>, <i>ellagic acid</i>, <i>catechin</i>, <i>quercetin</i>, dan <i>myricetin</i> mampu menghambat kedua enzim melalui mekanisme yang bervariasi. Hambatan ekstrak ini tercatat lebih selektif terhadap α-glukosidase, dengan nilai IC_{50} yang sebanding atau lebih kuat dari <i>acarbose</i> sebagai obat pembanding. Selain itu, studi <i>in vivo</i> membuktikan bahwa ekstrak <i>S. cumini</i> memberikan manfaat tambahan berupa peningkatan ekspresi GLUT-4 dan perlindungan jaringan dari stres oksidatif (penurunan peroksidasi lipid). Temuan ini mendukung potensi terapeutik <i>Syzygium cumini</i> sebagai agen antihiperqlikemik alami komprehensif dengan profil keamanan yang menjanjikan.</p> <hr/> <p>ABSTRACT</p> <p><i>Inhibition of α-amilase and α-glucosidase is a principal therapeutic approach to reduce postprandial hyperglycemia in type 2 diabetes mellitus. Syzygium cumini (Java plum), a plant from the Myrtaceae family, contains diverse bioactive compounds including flavonoids, phenolic acids, tannins, and alkaloids that demonstrate significant enzyme inhibitory potential. This literature review aims to systematically evaluate the mechanisms by which Syzygium cumini extracts inhibit α-amylase and α-glucosidase, and to assess their potential as natural antihyperglycemic agents. A systematic search was conducted across PubMed, Scopus, and Google Scholar databases using keywords Syzygium cumini, α-amylase inhibition, and α-glucosidase inhibition. Of 64 articles retrieved, 58 were excluded based on predefined inclusion and exclusion criteria. A total of 6 articles were selected for in-depth analysis. Findings indicate that compounds such as gallic acid, ellagic acid, catechin, quercetin, and myricetin inhibit both enzymes through various mechanisms. The extracts demonstrated a more selective inhibition towards α-glucosidase, with IC_{50} values often comparable to or stronger than the reference drug acarbose. In addition, in vivo studies proved that S. cumini extract provides additional benefits by increasing GLUT-4 expression and</i></p>

protecting tissues from oxidative stress (reduced lipid peroxidation). These results support the therapeutic potential of Syzygium cumini as a comprehensive natural antihyperglycemic agent with a promising safety profile.

This is an open access article under the [CC BY](#) license



Corresponding Author:

Helmalia Jelita Putri
Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Anwar Medika,
Sidoarjo, Indonesia
Email: helmaliajelita02@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai oleh resistensi insulin dan defisiensi insulin relatif, yang secara konsisten menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah atau hiperglikemia [1]. Salah satu kontributor utama hiperglikemia pada pasien DMT2 adalah lonjakan glukosa darah setelah makan (hiperglikemia postprandial), yang disebabkan oleh pemecahan karbohidrat makanan secara berlebihan oleh enzim pencernaan [2]. Dalam proses tersebut, dua enzim utama yang berperan adalah α -amilase dan α -glukosidase. α -Amilase diproduksi oleh pankreas dan kelenjar saliva untuk memecah pati menjadi oligosakarida, sedangkan α -glukosidase terdapat pada dinding usus halus dan mengkatalisis hidrolisis oligosakarida menjadi monosakarida, khususnya glukosa, sebelum diserap ke dalam aliran darah [2].

Penghambatan aktivitas kedua enzim ini merupakan salah satu strategi farmakologis yang diakui dalam pengelolaan DMT2. Prinsipnya adalah memperlambat pencernaan karbohidrat sehingga mengurangi laju absorpsi glukosa dan meredam lonjakan glukosa postprandial [2]. Obat penghambat α -glukosidase yang sudah tersedia secara klinis, seperti *acarbose* dan *miglitol*, bekerja berdasarkan mekanisme ini. Namun, penggunaan jangka panjang obat-obat tersebut dikaitkan dengan efek samping *gastrointestinal* seperti *flatulensi*, diare, dan nyeri perut yang menurunkan kepatuhan pasien (Van De Laar et al., 2005). Kondisi ini mendorong pencarian alternatif alami yang memiliki mekanisme kerja serupa dengan profil tolerabilitas yang lebih baik [3].

Tanaman herbal telah menjadi sumber senyawa bioaktif yang menjanjikan sebagai kandidat penghambat enzim pencernaan. Di antara berbagai tanaman yang telah diteliti, *Syzygium cumini* (Jamblang) menonjol karena kaya dengan kandungan fitokimia, khususnya golongan polifenol, tanin, dan *flavonoid* yang diketahui memiliki kemampuan berikatan dengan protein enzim [4]. *Syzygium cumini* telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional di Asia Selatan dan Asia Tenggara untuk mengatasi diabetes, dan berbagai bagian tanaman ini, mulai dari biji, buah, hingga daun, telah diuji secara ilmiah [5].

Meskipun sejumlah studi telah melaporkan aktivitas antidiabetik *Syzygium cumini* secara umum, kajian yang secara khusus mengulas mekanisme molekular penghambatan α -amilase dan α -glukosidase oleh ekstrak tanaman ini masih terbatas. Pemahaman mendalam tentang mekanisme tersebut penting untuk mengevaluasi efektivitas, selektivitas, dan keamanan *Syzygium cumini* sebagai kandidat agen antihyperglykemik berbasis herbal. Oleh karena itu, ulasan literatur ini disusun dengan tujuan mengkaji secara sistematis mekanisme penghambatan enzim α -amilase dan α -glukosidase oleh berbagai ekstrak *Syzygium cumini*, serta mengidentifikasi senyawa aktif yang paling berkontribusi terhadap aktivitas tersebut berdasarkan data ilmiah yang tersedia

2. METODE

2.1 Pencarian Literatur

Penelusuran literatur pada kajian sistematis ini dilakukan untuk mengidentifikasi artikel-artikel yang membahas potensi penghambatan enzim α -amilase dan α -glukosidase oleh *Syzygium cumini*. Proses pencarian dilakukan secara menyeluruh melalui berbagai basis data elektronik, yaitu PubMed, Scopus, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam proses ini meliputi (1) *Syzygium cumini*, (2) *alpha-amylase inhibition*, (3) *alpha-glucosidase*. Pencarian difokuskan pada artikel yang diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2026.

2.2 Kriteria Inklusi

Hanya artikel penelitian berbasis studi *in vitro* dan *in vivo* yang secara spesifik mengevaluasi aktivitas penghambatan α -amilase dan/atau α -glukosidase oleh ekstrak *Syzygium cumini* yang dipertimbangkan untuk analisis lebih lanjut. Literatur yang dimasukkan harus secara spesifik mengevaluasi (1) *Syzygium cumini* atau sinonimnya (*Eugenia jambolana*), (2) komponen kimia aktif yang teridentifikasi, (3) aktivitas inhibisi enzim pencernaan karbohidrat, serta (4) mekanisme penghambatan yang mendasari aktivitas farmakologis tersebut.

2.3 Kriteria Eksklusi

Proses seleksi literatur mengecualikan beberapa jenis publikasi, yakni prosiding, karya tulis akademik tingkat lanjut seperti tesis dan disertasi, artikel yang bersifat ulasan (kecuali digunakan sebagai referensi pendukung), dan makalah yang tidak mencantumkan judul, abstrak, atau kata kunci yang sesuai dengan kriteria inklusi. Telaah ini difokuskan pada mekanisme penghambatan α -amilase dan α -glukosidase, sehingga artikel yang hanya membahas aktivitas antidiabetik melalui mekanisme lain (misalnya, peningkatan sekresi insulin secara eksklusif tanpa data inhibisi enzim) juga dikecualikan.

2.4 Ekstraksi dan Pengelolaan Data

Literatur yang memenuhi kriteria inklusi kemudian dianalisis dengan data yang dikumpulkan mencakup (1) bagian tanaman yang digunakan, (2) model uji & dosis, (3) hasil & nilai IC₅₀, serta (4) mekanisme atau kesimpulan utama dari literatur terkait.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kandungan Kimia *Syzygium cumini* yang Relevan terhadap Penghambatan Enzim

Hasil telaah dari sejumlah artikel terpilih menunjukkan bahwa berbagai bagian tanaman *Syzygium cumini*, terutama biji dan daun, kaya akan senyawa fitokimia yang berpotensi berinteraksi dengan enzim pencernaan karbohidrat. Senyawa yang paling konsisten dilaporkan adalah golongan asam fenolat seperti *gallic acid*, *ellagic acid*, *caffeic acid*, serta golongan flavonoid termasuk *quercetin*, *myricetin*, dan *catechin*.

Senyawa-senyawa fenolik tersebut diketahui memiliki kapasitas berikatan dengan protein enzim melalui ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan ikatan *van der Waals* yang memungkinkan terjadinya penghambatan katalitik. Berdasarkan ulasan komprehensif oleh Yin et al. [3] terhadap ratusan senyawa inhibitor alami, polifenol dan flavonoid secara umum menunjukkan afinitas yang kuat terhadap residu asam amino kunci pada situs aktif enzim -amilase dan -glukosidase, menghalangi akses substrat untuk berikatan. Profil fitokimia ini sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan pelarutnya, di mana metode *Three-Phase Partitioning* (TPP) terbukti menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi senyawa aktif yang lebih optimal dibandingkan ekstraksi konvensional [6].

3.2 Mekanisme Penghambatan α -Amilase dan α -Glukosidase

Berbagai studi yang dianalisis secara konsisten menunjukkan bahwa ekstrak *Syzygium cumini* memiliki kemampuan ganda dalam menghambat α -amilase dan α -glukosidase, meskipun dengan variasi efektivitas berdasarkan bagian tanaman yang digunakan, jenis ekstrak, dan metode preparasi. Tabel 1 merangkum temuan dari studi-studi tersebut.

Tabel 1. Studi Penghambatan α -Amilase dan α -Glukosidase oleh Ekstrak *Syzygium cumini*

Peneliti (Tahun)	Bagian Tanaman & Jenis Ekstrak	Model Uji & Dosis	Hasil & Nilai IC ₅₀	Mekanisme / Kesimpulan Utama
Mahindrakar & Rathod (2021)	Ekstrak kernel biji dengan metode <i>Three-Phase Partitioning</i> (TPP)	Uji <i>in vitro</i> : Penghambatan α -amilase dan α -glukosidase.	IC ₅₀ α -amilase: 9,33 mg/mL, IC ₅₀ α -glukosidase: 7,55 mg/mL.	Menunjukkan potensi hipoglikemik <i>in vitro</i> yang sebanding dengan acarbose melalui penghambatan enzim pencernaan.
Franco et al., (2020)	Fraksi daun (khususnya Etil Asetat dan <i>n</i> -Butanol)	Uji <i>in vitro</i> : Penghambatan enzim dan glikasi.	Fraksi ButOH sangat kuat menghambat α -amilase (IC ₅₀ : 0,7 g/mL), fraksi EtOAc menghambat α -glukosidase (IC ₅₀ : 126,5 g/mL).	Memiliki mekanisme aksi <i>uncompetitive</i> terhadap α -amilase (berikatan pada kompleks enzim-substrat).
Patel & Mandle (2025)	Ekstrak air biji/buah	Uji <i>in vivo</i> : Tikus Wistar diabetes induksi <i>Streptozotocin</i> (STZ). Dosis 200 & 400 mg/kg bb.	Penurunan kadar glukosa darah secara signifikan mendekati normal pada dosis tinggi.	Meningkatkan enzim antioksidan (GSH, SOD, Katalase) dan menurunkan penanda stres oksidatif (MDA).
Asanaliyar & Nadig (2021)	Ekstrak hidroetanol biji	Uji <i>in vivo</i> : Tikus Wistar diabetes induksi diet tinggi lemak (HFD) + STZ dosis rendah. Dosis 100, 200, 400 mg/kg bb.	Terjadi penurunan FBG (<i>Fasting Blood Glucose</i>) dan perbaikan profil lipid secara <i>dose-dependent</i> (optimal di 400 mg/kg).	Meningkatkan sensitivitas insulin dan meningkatkan ekspresi gen GLUT-4 pada otot rangka.
Biswas & Sen (2018)	Ekstrak etanol biji	Uji <i>in vivo</i> : Tikus Wistar diabetes induksi alloxan (150 mg/kg). Dosis 200 & 400 mg/kg bb.	Ekstrak mampu menurunkan kadar glukosa darah dengan potensi optimal pada dosis 400 mg/kg bb.	Memiliki sifat hipoglikemik dan memulihkan parameter biokimia diabetes berkat kandungan polifenol dan <i>flavonoid</i> .
Kavitha & Sendhilvadivu (2024)	Ekstrak air biji	Uji <i>in vivo</i> : Tikus Wistar diabetes induksi alloxan.	Menurunkan tingkat peroksidasi lipid (TBARS) secara	Ekstrak mampu melindungi jaringan dari stres oksidatif

Peneliti (Tahun)	Bagian Tanaman & Jenis Ekstrak	Model Uji & Dosis	Hasil & Nilai IC ₅₀	Mekanisme / Kesimpulan Utama
		Dosis 300 mg/kg bb selama 21 hari.	signifikan (74-81%) pada darah dan ginjal.	dengan meningkatkan aktivitas enzim GST, GPx, SOD, dan CAT

3.3 Penghambatan α -Amilase

α -Amilase mengkatalisis hidrolisis ikatan α -1,4-glikosidik pada pati menjadi dekstrin dan maltosa, yang merupakan langkah awal pemecahan karbohidrat kompleks. Penghambatan enzim ini akan memperlambat pembentukan oligosakarida sehingga mengurangi beban kerja α -glukosidase di usus dan secara keseluruhan memperlambat laju absorpsi glukosa [2].

Mahindrakar & Rathod [6] melaporkan bahwa ekstrak air dari kernel biji *Syzygium cumini* mampu menghambat α -amilase dengan nilai IC₅₀ sebesar 9,03 mg/mL, yang lebih rendah dibandingkan beberapa inhibitor sintesis lainnya. Penelitian lanjutan oleh peneliti yang sama [6] menggunakan teknik ekstraksi *Three-Phase Partitioning* (TPP) menghasilkan ekstrak dengan IC₅₀ sebesar 9,33 mg/mL, di mana efisiensi TPP mampu mengkonsentrasi senyawa aktif dan menghasilkan profil inhibisi yang lebih stabil. Terkait mekanisme molekularnya, studi kinetika enzim oleh [7] menemukan bahwa fraksi daun *S. cumini* (khususnya fraksi ButOH) sangat kuat menghambat α -amilase (IC₅₀ 0,7 g/mL) melalui mekanisme *uncompetitive*. Hal ini berarti senyawa aktif dalam ekstrak tidak bersaing langsung dengan substrat, melainkan berikatan pada kompleks enzim-substrat, mengubah konformasi enzim dan menurunkan aktivitas katalitiknya

3.4 Penghambatan α -Glukosidase dan Aktivitas *In Vivo*

α -Glukosidase merupakan target terapi yang sangat penting dalam konteks pengendalian glukosa *postprandial* karena langsung mengkatalis pembentukan glukosa bebas di usus halus. Data menunjukkan bahwa ekstrak *Syzygium cumini* lebih selektif dalam menghambat α -glukosidase dibandingkan α -amilase. Mahindrakar & Rathod [6] melaporkan IC₅₀ α -glukosidase sebesar 7,13 mg/mL untuk ekstrak air kernel biji, dan 7,55 mg/mL untuk ekstrak TPP [6].

Potensi penghambatan enzim secara *in vitro* ini sangat didukung oleh berbagai pengujian *in vivo* pada hewan uji. Studi oleh Patel & Mandle (2025) pada tikus Wistar membuktikan bahwa pemberian ekstrak *Syzygium cumini* secara signifikan meredakan hiperglikemia. Selain itu, Nadig et al. [13] menemukan bahwa pemberian ekstrak hidroetanol biji pada tikus yang diinduksi diet tinggi lemak (HFD) mampu meningkatkan sensitivitas insulin dan ekspresi gen *transporter* glukosa (GLUT-4). Studi oleh Biswas & Sen [9] juga mengonfirmasi bahwa ekstrak etanol biji *S. cumini* dosis 400 mg/kg secara efektif menurunkan kadar glukosa puasa dan memulihkan profil biokimia pada tikus diabetes induksi alloxan

3.5 Perbandingan dengan *Acarbose* Manfaat Tambahan

Acarbose merupakan inhibitor α -glukosidase sintesis yang digunakan sebagai standar pembandingan klinis. Meskipun *acarbose* sangat kuat, obat ini menyebabkan inhibisi α -amilase yang berlebihan di usus, memicu fermentasi karbohidrat di kolon, yang sering kali menimbulkan efek samping gastrointestinal berupa flatulensi dan diare [10]. Ekstrak *Syzygium cumini* menunjukkan selektivitas yang lebih baik (hambatan terhadap α -glukosidase lebih kuat daripada α -amilase), yang secara teoritis dapat memberikan profil tolerabilitas pencernaan yang lebih baik.

Selain sebagai agen penurun glukosa, *Syzygium cumini* memberikan manfaat perlindungan sekunder yang tidak dimiliki oleh *acarbose*. Studi *in vivo* oleh Mandle et al. (2025) menunjukkan bahwa

ekstrak *S. cumini* secara signifikan meningkatkan kadar enzim antioksidan endogen (seperti GSH, SOD, dan Katalase) serta menurunkan Malondialdehyde (MDA) sebagai penanda stres oksidatif pada kondisi diabetes (Patel & Mandle, 2025). Temuan ini didukung oleh Kavitha & Sendhilvadivu [11], di mana pemberian ekstrak *S. cumini* terbukti menurunkan tingkat peroksidasi lipid (TBARS) hingga 74-81% pada ginjal dan darah tikus diabetes. Oleh karena itu, *Syzygium cumini* tidak hanya menekan lonjakan glukosa *postprandial*, tetapi juga melindungi jaringan dari komplikasi stres oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia kronis.

3.6 Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Inhibisi

Efektivitas penghambatan enzim oleh ekstrak *Syzygium cumini* dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci. Pertama, bagian tanaman yang digunakan memiliki pengaruh signifikan. Kernel biji secara konsisten menghasilkan aktivitas inhibisi tertinggi, yang berkorelasi dengan kandungan polifenol yang lebih terkonsentrasi dan poten secara medis dibandingkan bagian tanaman lainnya (Mahindrakar & Rathod, 2020). Kedua, metode ekstraksi menentukan profil senyawa yang terekstraksi. Metode *Three-Phase Partitioning* (TPP) terbukti menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi polifenol yang jauh lebih tinggi dan aktivitas inhibisi yang lebih superior dibandingkan ekstraksi konvensional (Mahindrakar & Rathod, 2021). Ketiga, penggunaan ekstrak hidro-etanolik dari biji *Syzygium cumini* terbukti secara optimal mengekstraksi senyawa fenolat aktif, seperti polifenol (29,4%) dan asam ellagat (2,8%). Penggunaan pelarut campuran ini memberikan aktivitas antidiabetes yang lebih superior dibandingkan dengan ekstrak pelarut lainnya dalam menginduksi aktivitas antidiabetes. Hal ini dibuktikan dengan efektivitas dosis yang lebih tinggi, di mana ekstrak hidro-etanolik menunjukkan aktivitas signifikan pada dosis yang lebih rendah dibandingkan ekstrak air [8].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan ulasan literatur ini, ekstrak *Syzygium cumini* terbukti memiliki potensi besar sebagai agen antihiperglikemik alami melalui mekanisme aksi ganda, yaitu penghambatan enzim α -amilase dan α -glukosidase. Bagian tanaman yang paling aktif adalah kernel biji dan daun, yang sangat kaya akan polifenol dan flavonoid seperti *gallic acid*, *ellagic acid*, *catechin*, *quercetin*, dan *myricetin*. Secara *in vitro*, senyawa-senyawa ini menghambat enzim melalui mekanisme yang bervariasi—mulai dari kompetitif, campuran (*mixed-type*), hingga *uncompetitive*, dengan nilai IC_{50} yang sebanding atau bahkan lebih kuat dibandingkan obat standar *acarbose*. Keunggulan terapeutik dari *S. cumini* terletak pada profil selektivitasnya, yaitu ekstrak tanaman ini secara konsisten menunjukkan hambatan yang lebih kuat terhadap enzim α -glukosidase dibandingkan α -amilase, yang secara teoritis dapat meminimalkan efek samping gastrointestinal yang sering terjadi pada penggunaan inhibitor sintesis.

Di samping kemampuannya memblokir enzim pencernaan, studi *in vivo* menegaskan bahwa *Syzygium cumini* memiliki mekanisme perlindungan tambahan. Pemberian ekstrak ini secara signifikan mampu meningkatkan sensitivitas insulin dan ekspresi gen *transporter* glukosa (GLUT-4) di jaringan perifer, serta memperbaiki profil lipid darah. Lebih jauh lagi, *S. cumini* menunjukkan kapasitas perlindungan jaringan dari komplikasi stres oksidatif akibat hiperglikemia dengan cara menekan tingkat peroksidasi lipid (MDA/TBARS) dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen (seperti GSH, SOD, GPx, dan Katalase). Secara keseluruhan, *Syzygium cumini* berpotensi tinggi untuk dikembangkan lebih lanjut melalui uji klinis sebagai agen terapi komplementer yang aman dan komprehensif untuk pasien diabetes melitus tipe 2.

REFERENSI

- [1] ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., Collins, B. S., Hilliard, M. E., Isaacs, D., Johnson, E. L., Kahan, S., Khunti, K., Leon, J., Lyons, S. K., Perry, M. Lou, Prahalad, P., Pratley, R. E., Seley, J. J., Stanton, R. C., ... on behalf of the American

- Diabetes Association. (2023). 1. Improving Care and Promoting Health in Populations: Standards of Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Supplement_1), 10–18. <https://doi.org/10.2337/dc23-S001>
- [2] Tundis, R., Loizzo, M. R., & Menichini, F. (2010). Natural Products as α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitors and their Hypoglycaemic Potential in the Treatment of Diabetes : An Update. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 10(4), 315–331. <https://doi.org/10.2174/138955710791331007>
- [3] Yin, Z., Zhang, W., Feng, F., Zhang, Y., & Kang, W. (2014). α -Glucosidase inhibitors isolated from medicinal plants. *Food Science and Human Wellness*, 3(3–4), 136–174. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2014.11.003>
- [4] Patel, H., & Mandle, N. (2025). Pharmacodynamic Evaluation of Syzygium Cumini Extract in Experimental Diabetic Models. *International Journal of Pharmacognosy and Herbal Drug Technology (IJPHDT)*, 02(04), 1–13.
- [5] Silalahi, M. (2018). JAMBLANG (*Syzygium cumini* (L.) DAN BIOAKTIVITASNYA. *Interest: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 7(2), 127–136. <https://doi.org/10.37341/interest.v7i2.20>
- [6] Mahindrakar, K. V., & Rathod, V. K. (2020). Antidiabetic potential evaluation of aqueous extract of waste *Syzygium cumini* seed kernel's by in vitro α -amylase and α -glucosidase inhibition. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*. <https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1839908>
- [7] Franco, R. R., Zabisky, L. F. R., Júnior, J. P. de L., Alves, V. H. M., Justino, A. B., Saraiva, A. L., Goulart, L. R., & Espindola, F. S. (2020). Antidiabetic effects of *Syzygium cumini* leaves : A non-hemolytic plant with potential against process of oxidation, glycation, inflammation and digestive enzymes catalysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113132>
- [8] Asanaliyar, M., & Nadig, P. (2021). In-vivo Anti-diabetic Activity of Hydro-Ethanollic Seed Extract of *Syzygium cumini* (L.). *Biomedical & Pharmacology Journal*, 14(1), 241–247. <https://doi.org/10.13005/bpj/2119>
- [9] Biswas, R., & Sen, K. K. (2018). Pharmacognostical Evaluation, In Vitro Antioxidant Effects Of *Syzygium Cumini* Linn. Seed Extract, And The Potential Role Of This Extract As Hypoglycemic Agent In Alloxan–Induced Diabetic Rats. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(10), 155–160. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i10.27363>
- [10] Van De Laar, F., Lucassen, P., Akkermans, R., Van De Lisdonk, E., Rutten, G., & Van Weel, C. (2005). Alpha-glucosidase inhibitors for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*, 2005(2). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003639.pub2>
- [11] Kavitha, E., & Sendhilvadivu, M. (2024). Ameliorative extract *Syzygium cumini* seed extract on lipid peroxidation and antioxidant activity in alloxan induced diabetic Wistar albino rats. *Journal of Environmental Biology*, 45(5), 525–533. <https://doi.org/10.22438/jeb/45/5/MRN-5475>
- [12] Nadig, P., Asanaliyar, M., & Salis, K. M. (2021). Establishment of long-term high-fat diet and low dose streptozotocin-induced experimental type-2 diabetes mellitus model of insulin resistance and evaluation of seed extracts of *Syzygium cumini*. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 10(3), 331–338. <https://doi.org/10.34172/jhp.2021.38>