

Potensi daun bungur (*Lagerstroemia speciosa*) sebagai antioksidan dalam pengobatan diabetes melitus

Potential of bungur leaves (*Lagerstroemia speciosa*) as an antioxidant in the treatment of diabetes mellitus

Yulisa Raras Dewi¹, Rima Munawaroh^{1*}

¹Magister Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Surakarta, Jawa Tengah

Article Info:

Received: 01-09-2025

Revised: 20-09-2025

Accepted: 29-09-2025

✉ * E-mail Author: rima.munawaroh@ums.ac.id

ABSTRACT

Giant Crepe-myrtle (*Lagerstroemia speciosa*) can be found in tropical countries like Indonesia, Philippines, Malaysia, India, China, and Australia. The *Lagerstroemia speciosa* extract has antioxidant activities which can prevent excessive oxidation so it can minimize the damage of beta pancreas cell and lower blood glucose level in people with diabetes mellitus. This literature review aims to identify the pharmacological activity of in vivo and in vitro of crepe-myrtle leaf extract to determine its chemical compounds. This literature review used full-text research articles from the PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases. The keywords used were "Antioxidant" OR "Antioxidant Compound" AND "*Lagerstroemia speciosa*" AND "Diabetes Mellitus" OR "Hypoglycemia". Articles with a range of 2016-2022 were selected based on inclusion criteria. The inclusion criteria were original research or full text discussing the crepe-myrtle leaf extract (*Lagerstroemia speciosa*) which has antioxidant activity against diabetes mellitus and has been tested in vivo, in vitro and clinical. Exclusion criteria were non-full-text research articles, article reviews, abstracts, or books published before 2016. The crepe-myrtle leaves contain phenolic compound such as flavonoids which acts as antioxidants. Besides, its corosolic acid, tannin and lagertroemin content can decrease blood sugar levels by increasing the insulin receptor sensitivity through blocking protein in the body called tyrosine phosphate. Thus, the crepe-myrtle leaves are potential for lowering blood glucose levels.

Keywords: Antioxidant Compound, Diabetes Mellitus, Giant crepe-myrtle, *Lagerstroemia speciosa*.

ABSTRAK

Bungur (*Lagerstroemia speciosa*) ditemukan di negara-negara tropis termasuk Indonesia, Filipina, Malaysia, India, Cina dan Australia. Ekstrak daun bungur memiliki aktivitas antioksidan. Antioksidan dapat berperan sebagai pencegah oksidasi yang berlebihan sehingga kerusakan pada sel beta pankreas dapat dikurangi dan dapat menurunkan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus. Tujuan studi pustaka ini yaitu mengetahui potensi daun bungur yang berkhasiat antioksidan dalam pengobatan diabetes mellitus. Tinjauan pustaka ini disusun menggunakan artikel penelitian full text melalui database PubMed, ScienceDirect dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan yaitu "Antioxidant" OR "Antioxidant Compound" AND "*Lagerstroemia speciosa*" AND "Diabetes Mellitus" OR "Hypoglycemia". Artikel dengan rentang tahun 2016-2022 yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi. Kriteria inklusi yaitu original research atau full text yang membahas ekstrak daun bungur (*Lagerstroemia speciosa*) yang memiliki aktivitas antioksidan terhadap penyakit diabetes mellitus yang telah diuji secara in vitro dan in vivo. Kriteria eksklusi adalah artikel penelitian tidak full text, review artikel, abstrak atau buku yang

dipublikasikan sebelum tahun 2016. Artikel yang direview sebanyak 11 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Daun bungur mengandung senyawa fenolik seperti flavonoid yang berperan sebagai antioksidan. Asam korosalat, tanin, lagerstroemin dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan mekanisme meningkatkan sensitifitas reseptor insulin dengan menghalangi protein dalam tubuh yang disebut tirosin fosfat yang mengurangi aktivitas reseptor insulin. Oleh karena itu daun bungur dapat menjadi kandidat obat yang tepat untuk menurunkan kadar gula darah.

Kata Kunci: Antioksidan, Bungur, Diabetes Mellitus, *Lagerstroemia speciosa*.

1. PENDAHULUAN

Urbanisasi dan modernisasi menyebabkan peningkatan prevalensi penyakit degeneratif terutama pada masyarakat yang tinggal di kota-kota besar di Indonesia. Beberapa jenis penyakit yang termasuk dalam kelompok penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus (DM), jantung koroner, hipertensi, hiperlipidemia dan sebagainya (1). Menurut data RISKESDAS 2018, prevalansi diabetes mellitus secara nasional sebesar 8,5 % atau sekitar 20,4 juta penduduk Indonesia terdiagnosis diabetes mellitus. metabolisme yang diakibatkan oleh ketidakmampuan pankreas memproduksi insulin atau tubuh tidak dapat menggunakan insulin. Penyakit ini ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa (2). Diabetes mellitus mempunyai sindroma klinik yang ditandai adanya polyuria, polidipsi dan polifagi disertai peningkatan kadar glukosa darah atau hiperglikemia (kadar glukosa puasa ≥ 126 mg/dL atau postprandial ≥ 200 mg/dL atau glukosa sewaktu ≥ 200 mg/dL) (3). Kondisi stress oksidatif yang diinduksi hiperglikemia pada diabetes mellitus dikaitkan dengan peningkatan apoptosis sel endotel in vitro dan in vivo, sebagaimana dibuktikan oleh berbagai penelitian yang menunjukkan peningkatan pembentukan radikal bebas dan penurunan kapasitas antioksidan (4).

Saat ini banyak perawatan penyakit diabetes mellitus yang melibatkan penggunaan tanaman obat yang direkomendasikan. Tanaman bungur (*Lagerstroemia speciosa*) merupakan tumbuhan berkayu yang terdapat di Indonesia dan diketahui mengandung senyawa saponin, flavonoid dan alkaloid (5). Di Indonesia ekstrak daun bungur belum banyak digunakan sebagai pengobatan antidiabetes. Beberapa penelitian menunjukkan potensi ekstrak daun bungur dapat menurunkan kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus. Ekstrak daun bungur dapat menunjukkan aktivitas hipoglikemik baik in vivo maupun in vitro (6).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi tanaman daun bungur yang berpotensi dalam pengobatan diabetes mellitus. Penelitian ini memberikan gambaran tentang hubungan antara diabetes mellitus dan antioksidan yang berpotensi membantu dalam pengelolaan diabetes dengan mengurangi terjadinya komplikasi yang menyebabkan tingginya morbiditas dan mortalitas pada penyakit diabetes mellitus. Penelitian ini dilakukan melalui studi literatur yang menggunakan data sekunder yaitu data yang diperoleh bukan dari pengamatan langsung.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan analisis melalui studi literatur. Penelitian ini merupakan hasil pencarian data dari penelitian sebelumnya dan menyeleksi hasil uji penelitian tersebut. Database yang digunakan dalam penelusuran adalah Science Direct, PubMed, dan Google Scholar. Penelusuran menggunakan boolean operator seperti OR dan AND agar jurnal yang didapat lebih spesifik. Kata kunci yang digunakan dalam penelitian ini adalah "Antioxidant" OR "Antioxidant Compound" AND "*Lagerstroemia speciosa*" AND "Diabetes Mellitus" OR "Hypoglycemia". Kriteria inklusi yang digunakan adalah jurnal yang berisi terkait tanaman bungur (*Lagerstroemia speciosa*) yang memiliki aktivitas antioksidan terhadap penyakit diabetes mellitus yang telah diuji secara in vivo dan in vitro yang dipublikasikan pada tahun 2016-2022 dan jurnal full text berbahasa Indonesia dan berbahasa Inggris. Kriteria eksklusi yang digunakan adalah jurnal terkait senyawa antioksidan pada tanaman selain tanaman bungur (*Lagerstroemia speciosa*) dan jurnal mengenai review artikel, abstrak atau buku yang dipublikasikan sebelum tahun 2016.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelusuran artikel melalui database Pubmed, ScienceDirect dan Google Scholar. Penyaringan pertama artikel berdasarkan kriteria inklusi dengan rentang tahun 2016-2022. Kata kunci yang digunakan antara lain: ("Antioxidant" OR "Antioxidant Compound") AND (*lagerstroemia speciosa*) AND ("Diabetes Mellitus" OR "Hypoglycemia") diperoleh hasil pencarian 659 artikel. Dilanjutkan dengan penyaringan kedua diperoleh sebanyak 11 artikel yang termasuk kedalam kriteria inklusi yang berfokus pada aktivitas antioksidan terhadap penyakit diabetes mellitus yang telah diuji secara in vitro dan in vivo pada daun *L. speciosa*.

Lagerstroemia termasuk dalam famili Lythraceae yang berbunga ungu dan tersebar luas di kawasan Asia seperti Thailand, Vietnam, Laos, Kamboja, Malaysia dan Indonesia yaitu *Lagerstroemia speciosa* L, *Lagerstroemia floribunda* L, *Lagerstroemia indica* L, dan *Lagerstroemia loudonii* Teijsm. & Binn. Genus *Lagerstroemia* telah dilaporkan memiliki aktivitas farmakologi secara in vivo dan in vitro. Daun bungur mengandung bahan kimia seperti saponin, flavonoid dan tanin (Tanquilut et al. 2009). Asam korosolat yang terkandung dalam daun bungur (*Lagerstroemia speciosa*) merupakan komponen aktif yang memiliki peran sebagai antidiabetes (Jang et al. 2008).

Aktivitas antioksidan pada daun *L. speciosa*

Senyawa fenolik seperti flavonoid merupakan salah satu agen antioksidan alami (7). Antioksidan berfungsi sebagai pencegah oksidasi yang berlebihan sehingga kerusakan pada sel β pankreas dapat dikurangi dan dapat menyebabkan kadar glukosa dalam darah menurun. Daun bungur memiliki kandungan senyawa fenolik seperti flavonoid. Flavonoid memiliki aktivitas hipoglikemik dengan menghambat enzim pemecah karbohidrat pada saluran pencernaan. Aktivitas antioksidan pada senyawa flavonoid disebabkan adanya gugus hidroksi fenolik dalam struktur molekulnya. Ketika

senyawa-senyawa ini bereaksi dengan radikal bebas, maka akan membentuk radikal baru yang stabil (8).

Terdapat empat artikel yang menguji aktivitas antioksidan ekstrak daun *L. speciosa*. Penelitian yang dilakukan oleh Chandra (2022) menggunakan ekstrak etanol 96% dan ekstrak methanol daun *L. speciosa* dengan metode uji DPPH, ABTS, *Ferrous reducing antioxidant capacity*, *Nitric oxide scavenging activity* dan *superoxide scavenging assay*. Pada pengujian DPPH, ABTS dan *Nitric oxide scavenging activity* ekstrak etanol daun *L. speciosa* menunjukkan aktivitas penangkapan radikal bebas tertinggi dengan nilai IC₅₀ masing-masing 168,47 µg/ml, 75,78 µg/ml dan 141,09 µg/ml dan pada pengujian *superoxide scavenging assay* ekstrak methanol menunjukkan aktivitas maksimum penangkapan radikal bebas dengan nilai IC₅₀ 125,42 µg/ml (9).

Penelitian yang dilakukan oleh Rochman et al (2016) dengan ekstrak heksan, ekstrak etil asetat, ekstrak methanol daun *L. speciosa* dengan pengujian DPPH, superoxide anion dan peredaman radikal hidroksil. Pengujian DPPH ekstrak methanol daun *L. speciosa* memiliki nilai IC₅₀ 1,2 mg/g yang mampu meredam radikal DPPH dibanding dengan dua ekstrak lainnya. Pada pengujian superoxide anion ekstrak methanol daun *L. speciosa* merupakan ekstrak paling kuat meredam radikal anion superoksida. Pada peredaman radikal hidroksil ekstrak methanol daun *L. speciosa* merupakan ekstrak paling kuat meredam radikal hidroksil (10).

Penelitian yang dilakukan oleh Djamil dan Putri (2018) ekstrak etanol 70% daun *L. speciosa* dengan uji DPPH memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC₅₀ 26,5 ppm. Penelitian yang dilakukan oleh (Myint, Phyu Phyu. Soe, May Thu. & Hlaing 2017) dengan uji DPPH ekstrak air daun dan buah *L. speciosa* dan ekstrak etanol daun dan buah *L. speciosa* nilai IC₅₀ pada ekstrak etanol daun *Lagerstroemia speciosa* yaitu 2,6 µg/mL dan nilai IC₅₀ ekstrak etanol buah *L. speciosa* yaitu 6,2 µg/mL. Nilai IC₅₀ pada ekstrak air daun *L. speciosa* yaitu 4,3 µg/mL dan nilai IC₅₀ ekstrak air buah *L. speciosa* yaitu 9,2 µg/mL (11).

Aktivitas antioksidan pada keempat peneliti berdasarkan konsentrasi penghambatan IC₅₀. Nilai IC₅₀ (50% *Inhibition Concentration*) adalah nilai yang digunakan untuk menentukan berapa konsentrasi senyawa antioksidan yang dapat menghambat 50% oksidasi sehingga semakin kecil nilai IC₅₀, menunjukkan bahwa semakin besar nilai aktivitas atau total antioksidan yang dihasilkan. Sedangkan semakin besar persen penghambatan maka menunjukkan semakin besar juga kemampuan antioksidan di dalam ekstrak.

Hasil yang diperoleh keempat peneliti tergolong memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Penentuan aktivitas antioksidan dengan uji DPPH menunjukkan bahwa ekstrak etanol 70% ditemukan lebih efektif daripada ekstrak air daun *L. speciosa*. Selain uji DPPH, pada penelitian Chandra (2022) penentuan aktivitas antioksidan dengan uji *superoxide scavenging assay* ekstrak methanol daun *L. speciosa* menunjukkan aktivitas maksimum penangkapan radikal bebas dibandingkan dengan ekstrak etanol (9).

Aktivitas Antidiabetes daun *L. speciosa*

Selama beberapa tahun terakhir, telah dilaporkan berbagai senyawa aktif yang diisolasi dari daun *L. speciosa* menunjukkan sifat hipoglikemiknya melalui peningkatan laju penyerapan glukosa atau menginduksi transport glukosa seperti insulin (5). Penyerapan glukosa dimediasi dalam otot terutama oleh transporter glukosa yang diatur insulin (GLUT4). Dengan tidak adanya insulin, transporter insulin ini perlahan mendaur ulang antara kompartemen penyimpanan intraseluler dan membran plasma (12). Terdapat empat artikel yang menguji aktivitas ekstrak daun *L. speciosa* secara in vitro dengan penghambatan α -glukosidase. α -glukosidase adalah enzim yang berperan dalam pemecahan karbohidrat menjadi glukosa pada saluran pencernaan. Sehingga dengan menghambat enzim tersebut, waktu penyerapan dan pencernaan glukosa menjadi lebih lambat dan menurunkan kadar gula dalam darah (13).

Penelitian yang dilakukan oleh Yusakul et al (2020) ekstrak metanol daun *L. speciosa* dengan penghambatan α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil-alfa-D-glukopiranosida (PNPG) mengandung asam korosolat dalam jumlah tinggi menunjukkan nilai penghambatan α -glukosidase tertinggi (14). Penelitian yang dilakukan oleh Riyanti et al (2020) ekstrak etanol dan fraksi air daun *L. speciosa* dengan penghambatan α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil-alfa-D-glukopiranosida (PNPG) dengan acarbose sebagai pembanding menunjukkan fraksi air daun *L. speciosa* yang gugur memberikan aktivitas penghambatan α -glukosidase terbesar dengan nilai IC_{50} 134,27 μ g/mL (15). Penelitian yang dilakukan oleh Myint et al (2017) ekstrak air dan ekstrak etanol daun dan buah *L. speciosa* dengan penghambatan α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil-alfa-D-glukopiranosida (PNPG) menunjukkan bahwa ekstrak air buah *L. speciosa* pada aktivitas α -glukosidase ditemukan lebih tinggi daripada ekstrak etanol buah *L. speciosa* (16). Penelitian yang dilakukan oleh Rochman et al (2016) ekstrak etanol 70% daun *L. speciosa* dengan penghambatan α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil-alfa-D-glukopiranosida (PNPG) menunjukkan aktivitas penghambatan glukosidase dengan nilai IC_{50} 78,6 ppm (10). Hasil yang diperoleh dari keempat peneliti bahwa ekstrak daun *L. speciosa* dengan penghambatan α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil-alfa-D-glukopiranosida (PNPG) memiliki aktivitas inhibisi yang kuat.

Aktivitas penurunan gula darah dari ekstrak yang dibuat dari daun *L. speciosa* telah dibuktikan dalam beberapa model hewan dan studi klinis, termasuk tikus normal yang diberikan pati larut dalam kadar tinggi, tikus yang secara genetik obesitas-diabetes (KK-Ay). Efek hipoglikemik ekstrak *L. speciosa* juga telah ditunjukkan dalam uji klinis terkontrol placebo pada subjek dengan diabetes mellitus tipe 2 (2).

Penelitian yang dilakukan oleh Aljarba et al (2021) ekstrak *L. speciosa* model hewan nefropati diabetic diinduksi pada tikus Sprague Dawley dengan pemberian Streptozotocin dengan dosis 400mg/kg selama enam minggu menunjukkan penurunan signifikan dalam peningkatan parameter biokimia seperti kadar glukosa, kreatinin dan profil lipid (17). Penelitian yang dilakukan oleh Agarwal et al (2018) formulasi self emulsifying ekstrak daun *L. speciosa* dengan model tikus albino wistar jantan yang diinjeksi STZ menunjukkan penurunan glukosa darah yang lebih tinggi dengan dosis 50 mg/kg (18).

Penelitian yang dilakukan oleh Bhokare dan Upaganlawar (2016) ekstrak etanol daun *L. speciosa* dengan model tikus labino dengan injeksi intraperitoneal dosis tunggal STZ pada dosis 50 mg/kg dan 100 mg/kg secara signifikan mampu memulihkan penurunan berat badan dan peningkatan kadar gula darah (19). Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad et al (2022) ekstrak etanol daun *L. speciosa* dengan model tikus albino swiss yang diinduksi alloxan monohydrate menunjukkan kadar glukosa darah yang signifikan ($P < 0,001$) sebesar 42,17% dan 54,05% pada kedua konsentrasi 100 mg/kg dan 200 mg/kg berat badan masing-masing tikus (20). Penelitian yang dilakukan oleh Guo et al (2020) 8 ekstrak daun *L. speciosa* dengan model tikus diabetes yang diinduksi aloksan dengan dosis 1,0 atau 4,0 g kg⁻¹ menghasilkan aktivitas anti-hiperglikemia yang nyata, menghasilkan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan dan menunjukkan perubahan berat badan tikus setelah pemberian selama 3 minggu (21).

Metabolit Sekunder daun *L. speciosa* sebagai Antidiabetes

Aktivitas antidiabetes telah dibuktikan melalui beberapa penelitian diantaranya daun *L. speciosa* yang telah diketahui mengandung senyawa asam korosalat sebagai aktivator dalam transport glukosa yang secara umum menurunkan kadar glukosa darah. Ekstrak daun *L. speciosa* standar yang mengandung asam korosalat 1% terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan dosis harian 32 mg dan 48 mg dengan lama pemberian dua minggu (22).

Selain asam korosalat pada daun *L. speciosa* diisolasi juga senyawa ellagitannin yaitu lagerstroemin, flosin B dan reginin A yang memiliki sifat yang serupa dengan insulin. Kemampuan lagerstroemin dan flosin B hampir setengah kali kemampuan insulin dengan meningkatkan kecepatan transport glukosa. Sedangkan reginin A memiliki kemampuan yang hampir sama dengan insulin. Secara in vitro, ketiga senyawa tersebut mampu meningkatkan aktivitas transport glukosa ke dalam sel adiposa dan dapat menurunkan kadar glukosa darah (23).

Meningkatkan Sensitivitas Reseptor Insulin

Asam korosalat termasuk golongan triterpenoid pentasiklik yang terdapat pada daun bungur yang memiliki aktivitas sebagai antidiabetes dan antiobesitas (24). Asam korosalat dapat meningkatkan sensitivitas reseptor insulin pada semua sel tubuh. Insulin harus berikatan dengan reseptor agar glukosa dapat masuk ke dalam sel tubuh. Jika tidak berikatan dengan reseptor maka akan meningkatkan kadar insulin dalam darah yang dapat merusak saraf, otak mata dan bagian tubuh lain yang sensitive terhadap kerusakan insulin yang disebut resistensi insulin. Asam korosalat meningkatkan sensitivitas reseptor insulin dengan menghalangi protein dalam tubuh yang disebut tirosin fosfat yang mengurangi aktivitas reseptor insulin (25).

Aktivasi Glut 4

GLUT4 adalah protein dalam sel otot dan adiposa. Protein ini mengangkut glukosa melintasi membrane plasma memungkinkan sel untuk mendapatkan energi dan mempertahankan kadar gula darah yang sehat. Ketika transporter berada di membrane plasma, glukosa masuk ke dalam sitoplasma dan diubah menjadi glukosa-6-fosfat oleh heksokinase, sehingga mendorong sintesis glikogen (2). Miura et al

(2004) melaporkan bahwa asam korosolat dapat menyebabkan translokasi GLUT4 ke dalam membran plasma dan menginduksi pengambilan glukosa ke dalam sel dan mampu menurunkan kadar glukosa dalam darah. Mekanisme kerja asam korosolat adalah merangsang pengambilan glukosa dengan meningkatkan fosforilasi reseptor insulin, mirip dengan fungsi pioglitazone (Actos) dan rosiglitazone (Avandia). Fruktosa-2,6-bisfosfat (F-2,6-BP) berperan dalam glukoneogenesis dan glikolisis hati, yang memengaruhi produksi glukosa. Asam korosolat bertindak sebagai penghambat glukoneogenesis dengan meningkatkan kadar F-2,6-BP dan menghambat aktivitas PKA pada hepatosit yang diisolasi. Aktivitas metabolisme glukosa hepatic mungkin mendasari aktivitas antidiabetes asam korosolat (26).

4. KESIMPULAN

Secara umum, senyawa flavonoid ekstrak daun bungur (*Lagerstroemia speciosa*) memiliki potensi sebagai antioksidan sekaligus sebagai inhibitor karena mampu meredam radikal bebas. Kandungan asam korosolat pada ekstrak daun bungur (*Lagerstroemia speciosa*) terbukti efektif menurunkan kadar gula dalam darah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun bungur (*Lagerstroemia speciosa*) dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif herbal dalam terapi pengobatan bagi penderita diabetes mellitus.

DAFTAR PUSTAKA

1. Maulaya M, Khumaira NF, Puspita D, Utami F, Oktora MZ, Nurwiyeni, et al. Epidemiologi Penyakit Degeneratif. Sety LOM, Rahmawati, editors. Purbalingga: Eureka Media Aksara; 2024.
2. Nurcahyanti ADR, Arieselia Z, Kurniawan SV, Sofyan F, Wink M. Revisiting Bungur (*Lagerstroemia speciosa*) from Indonesia as an Antidiabetic Agent, its Mode of Action and Phylogenetic Position. *Pharmacogn Rev.* 2018 Jan 1;12(23):40–5.
3. Association AD. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2025 Nov 17];37(Supplement_1):S81–90. Available from: <https://dx.doi.org/10.2337/dc14-S081>
4. Rambhade S, Chakraborty AK, Patil UK, Rambhade A. Diabetes Mellitus- Its complications, factors influencing complications and prevention- An Overview. *J Chem Pharm Res* [Internet]. 2010 Nov 30 [cited 2025 Oct 16];2(6):7–25. Available from: <https://www.jocpr.com/abstract/diabetes-mellitus-its-complications-factors-influencing-complications-and-prevention-an-overview-443.html>
5. Liu F, Kim JK, Li Y, Liu XQ, Li J, Chen X. An extract of *Lagerstroemia speciosa* L. has insulin-like glucose uptake-stimulatory and adipocyte differentiation-inhibitory activities in 3T3-L1 cells. *Journal of Nutrition* [Internet]. 2001 [cited 2025 Oct 16];131(9):2242–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11533261/>
6. Moon HJ, Xiang LP, Jong MK, Sung WK, Jeong HP. Inhibition of cholinesterase and amyloid-beta aggregation by resveratrol oligomers from *Vitis amurensis*.

- Phytother Res [Internet]. 2008 Apr [cited 2025 Oct 16];22(4):544–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18338769/>
7. Mutha RE, Tatiya AU, Surana SJ. Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: an overview. *Futur J Pharm Sci* [Internet]. 2021 Jan 20 [cited 2025 Nov 17];7(1):25. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7816146/>
 8. Trisia A, Augustina I. GAMBARAN HISTOPATOLOGI PANKREAS, HATI, GINJAL *Rattus Norvegicus* DENGAN PEMBERIAN EKSTRAK *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya* [Internet]. 2019 Feb 19 [cited 2025 Oct 16];7(1):754–68. Available from: <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/JK/article/view/580>
 9. Chandra Sarkar B. Antioxidant Phytochemicals Extract from *L. speciosa* Leaves for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Diseases. *Food Sci Nutr*. 2022 Oct 13;8(3):1–8.
 10. Rochman J, Agus Siswoyo T, Istri Ratnadewi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember A. Studi Aktivitas Antioksidan dan Inhibitor α -Glukosidase Ekstrak Fenolik Daun Bungur (*Lagerstroemia speciosa*) dari Taman Nasional Meru Betiri Antioxidant Activity Study And α -glucosidase Inhibitor Phenolic Leaf Extract Bungur (*Lagerstroemia speciosa*) From Meru National Park Betiri. Vol. 17, *Jurnal ILMU DASAR*. 2016.
 11. Djamil R, Putri YE. Determination of quality parameters, toxicity test, antioxidant activity, and α -glucosidase inhibitory activity of 70% ethanol extract bungur leaves (*Lagerstroemia speciosa* L. Pers.). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* [Internet]. 2018 [cited 2025 Oct 16];11(Special Issue 1):217–21. Available from: https://www.researchgate.net/publication/324801146_Determination_of_quality_parameters_toxicity_test_antioxidant_activity_and_alpha-glucosidase_inhibitory_activity_of_70_ethanol_extract_bungur_leaves_Lagerstroemia_speciosa_L_Pers
 12. Watson RT, Pessin JE. Bridging the GAP between insulin signaling and GLUT4 translocation. *Trends Biochem Sci* [Internet]. 2006 Apr [cited 2025 Oct 16];31(4):215–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16540333/>
 13. Hansawasdi C, Kawabata J, Kasai T. Alpha-amylase inhibitors from roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) tea. *Biosci Biotechnol Biochem* [Internet]. 2000 Jan 1 [cited 2025 Oct 16];64(5):1041–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10879476/>
 14. Yusakul G, Saensom P, Mitsantia N, Pengdee C, Putalun W. Development of a high-performance liquid chromatography for analysis of corosolic acid in *lagerstroemia* species and their hypoglycemic potentials. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2020 Mar 1;42(2):314–20.
 15. Riyanti S, Achmad J, Kahfi A, Achmad SJ, Firmansyah A. SENYAWA FENOL DALAM KULIT BATANG BUNGUR (*Lagerstroemia loudinii* Teijsm. & Binn.) SEBAGAI

-
- SUMBER ANTIOKSIDAN [Internet]. 2020. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/342049710>
16. Phyu Myint P, Phyu Myint Associate Professor P, Thu Soe M, Htet Hlaing H, Phyu Phyu Myint Associate Professor C. A study of phytoconstituents, α -glucosidase inhibitory effect and antioxidant activity of *Lagerstroemia speciosa* L. Leaf and Fruit The user has requested enhancement of the downloaded file A study of phytoconstituents, α -glucosidase inhibitory effect and antioxidant activity of *Lagerstroemia speciosa* L. Leaf and Fruit. J Pharmacogn Phytochem [Internet]. 2017;6(4). Available from: <https://www.researchgate.net/publication/318453614>
 17. Aljarba NH, Hasnain MS, AlKahtane A, Algamdy H, Alkahtani S. *Lagerstroemia speciosa* extract ameliorates oxidative stress in rats with diabetic nephropathy by inhibiting AGEs formation. J King Saud Univ Sci [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2025 Oct 16];33(6):101493. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364721001543>
 18. Agarwal VK, Amresh G, Chandra P. Pharmacodynamic evaluation of self micro-emulsifying formulation of standardized extract of *Lagerstroemia speciosa* for antidiabetic activity. J Ayurveda Integr Med [Internet]. 2017 Jan 1 [cited 2025 Oct 16];9(1):38. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5884178/>
 19. Bhokare KH, Upaganlawala AB. Neuroprotective Effects of *Lagerstroemia speciosa* L. Extract (Banaba Leaf Extract) in Streptozotocine Induced Painful Diabetic Neuropathy in Laboratory Rats. Pharmacologia. 2016 Jan 1;7(1):9–15.
 20. Ahmad R, Sarkar BC, Saha HR, Dey BR, Haque S, Islam MA, et al. Antioxidant Phytochemicals Extract from *L. speciosa* Leaves for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Diseases. Food Sci Nutr [Internet]. 2022 Oct 13;8(3):1–8. Available from: <https://www.heraldopenaccess.us/openaccess/antioxidant-phytochemicals-extract-from-l-speciosa-leaves-for-the-prevention-and-treatment-of-type-2-diabetes-mellitus-and-cardiovascular-diseases>
 21. Guo S, Ren X, He K, Chen X, Zhang S, Roller M, et al. The anti-diabetic effect of eight *Lagerstroemia speciosa* leaf extracts based on the contents of ellagitannins and ellagic acid derivatives. Food Funct [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2025 Nov 17];11(2):1560–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32003379/>
 22. Habbib M, #1 K, Hilmi M, Prastujati #3 AU, #4 NM, Rahayu R. Karakteristik Hidrolisat Gelatin Tulang Itik Dengan Enzim Tripsin Sebagai Penghambat Alfa Amilase ($\hat{I}\pm$ -Amylase Inhibitor). Jurnal Ilmiah Inovasi [Internet]. 2020 Dec 31 [cited 2025 Oct 16];20(3). Available from: <https://publikasi.polije.ac.id/jii/article/view/2403>
 23. Hayashi T, Maruyama H, Kasai R, Hattori K, Takasuga S, Hazeki O, et al. Ellagitannins from *Lagerstroemia speciosa* as activators of glucose transport in fat cells. Planta Med [Internet]. 2002 [cited 2025 Nov 17];68(2):173–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11859474/>
 24. Kumar M, Alok S, Jain SK, Verma A. ANTIDIABETIC ACTIVITY OF PLANTS WITH THEIR PHYTOCONSTITUENTS: A REVIEW. International Journal of

-
- Pharmacognosy [Internet]. 2014;1(1):9–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.1>
25. Shi L, Zhang W, Zhou YY, Zhang YN, Li JY, Hu LH, et al. Corosolic acid stimulates glucose uptake via enhancing insulin receptor phosphorylation. *Eur J Pharmacol* [Internet]. 2008 Apr 14 [cited 2025 Oct 16];584(1):21–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18348886/>
26. Miura T, Itoh Y, Kaneko T, Ueda N, Ishida T, Fukushima M, et al. Corosolic acid induces GLUT4 translocation in genetically type 2 diabetic mice. *Biol Pharm Bull* [Internet]. 2004 Jul [cited 2025 Nov 17];27(7):1103–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15256748/>