

Efektivitas Daun Bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) Sebagai Alternatif Penghambat Diabetes Pada Mencit (*Mus musculus* L.)

Fatimah Alhafizoh¹, Ria Novitasari¹, Jensa Yuswanto¹, Tundjung Tripeni Handayani¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung

*Email korespondensi: fatimahpijoh@gmail.com

Dikirim: 25-03-2022, Diterima: 25-04-2022, Diterbitkan: 02-05-2022

Abstrak

Diabetes Mellitus disebut the silent killer karena penyakit ini dapat diam-diam mengenai semua organ tubuh dan menimbulkan berbagai macam keluhan, sehingga menjadi masalah kesehatan utama di seluruh dunia. Untuk menurunkan keparahan dari Diabetes Melitus tipe 2 dilakukan pencegahan seperti modifikasi gaya hidup dan pengobatan obat oral hiperglikemik dan insulin. *Lagerstroemia speciosa* L atau dikenal dengan nama banaba atau bungur merupakan salah satu tumbuhan herbal yang dikenal oleh masyarakat sebagai obat-obatan alami yang dapat menjadi solusi dari penyakit diabetes melitus. Maka perlu dilakukannya riset atau tinjauan terhadap sumber literatur/jurnal dan data sekunder lainnya mengenai pengaruh dari ekstrak daun bungur sebagai antidiabetes pada mencit diabetik. Tujuan dari studi pustaka ini yaitu untuk mengetahui kandungan dan pengaruh ekstrak daun bungur terhadap penurunan kadar glukosa darah pada mencit diabetes. Metode yang digunakan berupa studi literatur/pustaka terhadap jurnal/ artikel ilmiah yang kemudian dituangkan dalam bentuk Narrative Review. Efektivitas dari daun bungur sebagai alternatif penghambat diabetes pada mencit (*Mus musculus* L.) diabetes telah dikaji. Daun bungur mengandung senyawa kimia seperti senyawa triterpenoid (asam korosolat, asam oleanolat, asam asiatic, dll) yang merupakan fitokimia utama dalam daun bungur, senyawa tersebut memiliki efek antihyperglikemik. Dalam kajian literatur ditemukan banyak studi difokuskan pada asam korosolat yang dikandung daun bungur karena telah terkonfirmasi secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah pada mencit diabetes.

Kata Kunci: Daun Bungur (*Lagersroemia speciosa* L.), Diabetes Melitus, Antidiabetes, Antihyperglikemik, Asam Korosolat

1. Pendahuluan

Diabetes Melitus (DM) menjadi masalah kesehatan yang utama di seluruh dunia. Tercatat sebagai negara peringkat keenam dengan beban penyakit diabetes melitus terbanyak di dunia, data International Diabetes Federation (IDF) menunjukkan lebih dari 10 juta penduduk Indonesia menderita penyakit tersebut di tahun 2017. Angka ini dilaporkan kian meningkat seiring berjalannya waktu, terbukti dari laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) yang menunjukkan prevalensi diabetes mellitus yang terdiagnosis pada tahun 2018, penderita terbesar berada pada kategori usia 55 sampai 64 tahun yaitu 6,3% dan 65 sampai 74 tahun yaitu 6,03%. World Health Organization (WHO), bahkan memprediksikan penyakit DM akan menimpa lebih dari 21 juta penduduk Indonesia di tahun 2030 (Riskesmas, 2018).

Penderita diabetes melitus memerlukan pengobatan sepanjang hidup untuk mencegah agar tidak berkembang ke arah komplikasinya. Bentuk pengobatan terapi yang dapat diberikan adalah dengan pengobatan dan perbaikan gaya hidup. Terapi dengan pengobatan dapat dilakukan dengan menggunakan obat-obatan kimiawi sintesis maupun ramuan tradisional. Kebanyakan obat antidiabetik sintesis mengobati salah satu gejala utama diabetes tipe 2 tapi memperburuk kondisi kelebihan berat badan yang menjadi salah satu penyebab diabetes tipe 2. Sehingga dibutuhkan pengembangan jenis baru obat antidiabetik tanpa efek samping. Maka dari itu pentingnya dilakukan penggalian informasi tentang obat-obatan tradisional melalui tahap-tahap pengujian, penelitian, dan pengembangan secara sistematis agar pemanfaatan dan khasiatnya dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Salah satu ramuan tradisional dari Filipina yang digunakan untuk mengobati penderita diabetes mellitus adalah ramuan teh dari daun bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.). Namun di Indonesia, ekstrak daun bungur belum dimanfaatkan secara luas sebagai ramuan antidiabetik. Padahal, beberapa laporan penelitian menunjukkan adanya potensi ekstrak daun bungur dalam menurunkan kadar glukosa darah penderita diabetes. Ekstrak daun bungur dari beberapa pelarut diketahui memiliki aktivitas hipoglikemik baik secara in vivo maupun in vitro. Hal ini diperkuat dari beberapa hasil penelitian, salah satunya Hou *et al.* (2009) yang mencoba mengekstrak daun bungur menggunakan pelarut etil asetat dan hasil uji secara in vitro menunjukkan adanya aktivitas antihyperglikemik.

Menurut Park dan Lee (2011) daun bungur dapat digunakan sebagai obat antidiabetes karena mengandung beberapa senyawa seperti asam korosolat dan tanin, termasuk lagerstroemin. Bahan-bahan ini dianggap dapat meningkatkan penyerapan dan pemanfaatan glukosa dalam sel dengan mengangkut glukosa terstimulasi. Sehingga daun bungur berperan dalam mengatur kadar gula darah dan insulin dalam darah.

Dari uraian mengenai potensi daun bungur diatas, diketahui bahwa daun bungur dapat dijadikan solusi sebagai alternatif pengobatan bagi penderita diabetes mellitus. Maka dari itu perlu dilakukannya suatu riset atau tinjauan terhadap sumber literatur/jurnal dan data sekunder lainnya mengenai kandungan dari daun bungur dan pengaruh dari ekstrak daun bungur sebagai antidiabetes pada mencit diabetik. Sehingga hasil dari studi pustaka yang telah dilakukan ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat kepada masyarakat tentang potensi ekstrak daun bungur sebagai obat tradisional yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus serta memberikan data ilmiah daun bungur untuk dijadikan referensi dalam melakukan penelitian lebih lanjut.

2. Metode

Penelitian dilaksanakan secara daring atau online based activities karena adanya protokol di masa pandemi Covid-19 yaitu physical distancing sehingga membatasi pertemuan tatap muka dan segala bentuk kegiatan yang melibatkan banyak orang untuk meminimalisir penyebaran virus. Penelitian dilakukan selama dua bulan, dari tanggal 10 Agustus-30 September 2020. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian secara daring ini adalah Hp Android, laptop, printer dan kertas HVS untuk mencetak jurnal literatur.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan analisis melalui studi literatur. Mencari sumber-sumber literatur di database penyedia jurnal nasional maupun internasional pada website scholar.google.co.id, www.sciencedirect.com, dan www.researchgate.net, dengan menuliskan kata kunci yang sesuai dengan topik penelitian yang dilakuan, yaitu "*Lagerstroemia speciosa* L.", "diabetes melitus", "antidiabetes", "antihiperglikemik", "hipoglikemik", "asam korosolat", "resistensi insulin", "glukosa", "triterpen". Kemudian literatur yang didapatkan diurutkan dari yang terbaru, diterjemahkan melalui google translate, google drive atau www.onlinedoctranslator.com untuk jurnal internasional. Yang kemudian hasil studi literatur tersebut selanjutnya dituangkan ke dalam Narrative review.

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 1 *Lagerstroemia speciosa* L. (Myint et al., 2017)

Bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) termasuk dalam famili Lythraceae, merupakan tumbuhan asli Asia Tenggara, China, dan India, umumnya dikenal dengan sebutan pohon banaba (Park dan Lee, 2011), disebut juga "Pride of India" dan sebagian besar dibudidayakan sebagai tanaman hias di sepanjang pinggir jalan, kebun, dan taman (Wei et al., 2014). Berukuran kecil hingga sedang dengan daun berbentuk bulat telur, batang beralur, dan kulit kayu agak bersisik., serta umum ditanam di sepanjang tepi jalan, kebun dan taman.

Banyak peneliti telah menemukan bahwa ekstrak daun bungur memiliki aktivitas penghambatan terhadap penderita diabetes. Liu et al. (2001) melaporkan bahwa kadar glukosa darah dapat diturunkan dengan ekstrak daun bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) melalui stimulasi transpor glukosa dan penghambatan diferensiasi adiposit dalam sel 3T3-L1. Tanquilut et al., (2009) juga melakukan penelitian terhadap efek hipoglikemik daun bungur terhadap tikus diabetik yang diinduksi aloksan, dimana ekstrak kering bungur (1000 mg/kg) atau rebusan (20ml/kg) diberikan kepada mencit selama 28 hari, dan dihasilkan kadar darah ($p < 0,01$), glukosa urin ($p < 0,05$), dan berat badan ($p < 0,05$) pada mencit diabetes berkurang dari hari ke-8 sampai hari ke-28 dibandingkan dengan kontrol. Efek antidiabetes dari ekstrak air daun bungur telah dipelajari pada mencit diabetes yang diinduksi streptozotocin, dimana ekstrak air daun bungur dengan dosis 150 mg / kg bb efektif menurunkan glukosa darah mencit diabetes yang diinduksi streptozotocin setelah 15 hari pengobatan (Saumya et al., 2011).

1. Fitokimia Daun Bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.).

Daun bungur mengandung senyawa saponin, flavonoid, alkaloid. (Liu *et al.*, 2001). Hou *et al.* (2009) berhasil mengisolasi enam triterpen pentasiklik (asam oleanolic, asam arjunolic, asam asiatic, asam maslinic, asam korosolat dan asam 23- hidroksiursolat). Menurut Huang *et al.*, (2013) hasil isolasi dan karakterisasi simplisia daun bungur juga didapat lebih dari empat belas senyawa aktif terbagi dalam empat senyawa triterpen, delapan asam ellagic, coumarin dan satu neolignan. Jayakumar *et al.*, (2014) mengatakan senyawa triterpen (asam korosolat, asam oleanolat, asam asiatic, dll.), merupakan fitokimia utama dalam bungur.

Asam korosolat merupakan senyawa dominan triterpen pada tanaman bungur yang berfungsi sebagai antidiabetes (Huang *et al.*, 2013) dan telah dikonfirmasi sebagai obat antidiabetik potensial karena potensinya untuk menghambat α -glukosidase. Menurut Park & Lee (2011) daun bungur mengandung asam korosolat dan ellagitannin berfungsi untuk menginduksi translokasi GLUT 4 yang berfungsi memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel. Selain itu asam korosolat juga menstimulasi uptake glukosa dengan cara meningkatkan fosforilasi reseptor insulin. Dengan adanya mekanisme tersebut maka peningkatan kadar glukosa dalam darah dapat dicegah.

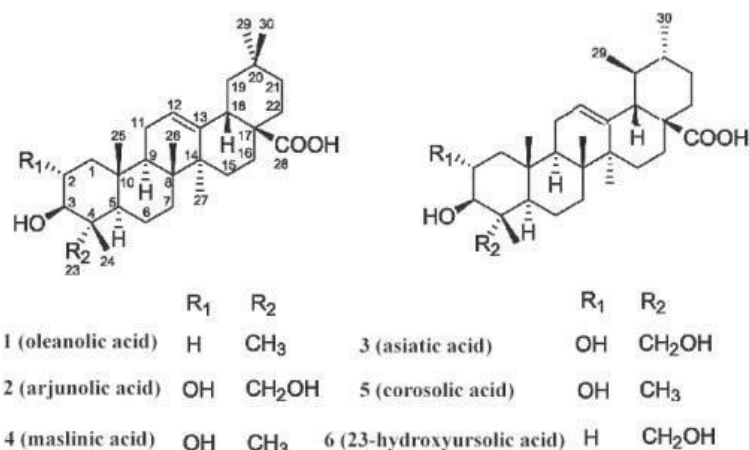
Kebanyakan studi difokuskan pada asam korosolat yang diisolasi dengan pelarut organik dari daun tanaman, dan asam korosolat digunakan untuk standarisasi ekstrak bungur (Ulbricht *et al.*, 2007; Park dan Lee, 2011). Singkatnya, berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak daun bungur serta asam korosolat secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah pada mencit diabetes yang diinduksi streptozotocin dan aloksan. Dalam studi ini, ekstrak daun bungur juga telah terbukti meningkatkan sensitivitas insulin, meningkatkan serapan glukosa dalam sel, menurunkan trigliserida serum dan kolesterol, memfasilitasi penurunan berat badan dan memperbaiki penanda stres oksidatif tanpa menimbulkan efek samping atau toksik. (Stohs *et al.*, 2012).

Di dalam struktur dari tumbuhan bungur sendiri, memiliki perbedaan kandungan asam korosolat yang berbeda-beda sesuai tabel yang dipaparkan oleh Mallavadhani *et al.*, (2008) sebagai berikut:

Tabel 1 Kandungan Asam Korosolat pada Bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.)

Bagian Tumbuhan	Jumlah Rata-Rata (%)
Daun	0.8900
Kelopak Bunga	0.0970
Kulit Batang	0.0840
Batang	0.0560
Teras Kayu	0.0365
Akar	0.0225
Buah	Tidak Terdeteksi

Beberapa senyawa triterpen yang diisolasi dari daun bungur ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

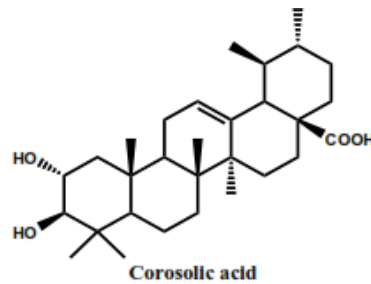


Gambar 2 Struktur enam senyawa triterpen (Hou *et al.*, 2009)

Selain asam korosolat Hayashi *et al.*, (2002) diisolasi juga senyawa aktif Ellagitannin, yaitu lagerstroemin, flosin B, dan reginin A yang memiliki sifat yang mirip dengan insulin. Secara in vitro, ketiga senyawa tersebut mampu meningkatkan aktivitas transport glukosa ke dalam sel adiposa. Kemampuan lagerstroemin dan flosin B hampir setengah kali kemampuan insulin dalam meningkatkan kecepatan transport glukosa. Sedangkan reginin A memiliki kemampuan yang hampir sama dengan insulin.

2. Mekanisme Ekstrak Daun Bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) dan Asam Korosolat

Asam korosolat ($2\alpha,3\beta$ -2,3-dihydroxy-urs-12-en-28-oic acid) atau *Corosolic Acid* (CA) adalah suatu triterpenoid pentasiklik yang terdapat pada beberapa tanaman obat terutama bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) dengan nama ilmiah 2 alpha-hydroxy ursolic acid (Nho *et al.* 2013). Sebagian besar penelitian tentang asam korosolat berfokus pada ekstrak atau senyawa yang berkhasiat dalam diabetes.



Gambar 3 Struktur asam korosolat

Berikut beberapa aktifitas asam korosolat yang ada pada ekstrak daun bungur.

a. Meningkatkan Sensitivitas Reseptor Insulin

Asam korosolat dapat meningkatkan sensitivitas reseptor insulin pada semua sel tubuh. Insulin harus mengikat reseptor untuk membuat glukosa masuk ke dalam sel tubuh. Jika tidak berikatan dengan reseptor, hal ini menyebabkan peningkatan kadar insulin dalam darah yang dapat merusak saraf, otak mata dan bagian tubuh lainnya yang rentan terhadap kerusakan insulin. Ini disebut resistensi insulin. Asam korosolat meningkatkan sensitivitas reseptor insulin dengan cara menghambat protein tubuh yang disebut tirosin fosfat yang mengurangi aktivitas situs reseptor insulin (Shi *et al.*, 2008).

b. Aktivasi GLUT4

GLUT4 adalah protein dalam sel otot dan hati yang mengangkut glukosa melintasi membran plasma, sehingga memungkinkan sel untuk mendapatkan energi dan untuk menjaga gula darah tetap pada level yang sehat. Asam korosolat melibatkan kemampuannya untuk membuka jalur baru dalam sel agar insulin masuk ke dalam sel. Ini disebut transporter glukosa GLUT4, yang memfasilitasi pengambilan glukosa ke dalam otot-otot tubuh, yang artinya berpengaruh besar pada kadar glukosa darah karena ada begitu banyak massa otot dalam tubuh (Miura *et al.*, 2004).

c. Aktivitas Inhibitor α -glucosidase dan α -amylase

Hou *et al.* (2009) menyelidiki konstituen kimiawi ekstrak etil asetat dari daun bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) dan mengklarifikasi mekanisme kerjanya melalui penghambatan enzim α -amilase dan α -glucosidase secara *in vitro*. Ekstrak etil asetat daun bungur menunjukkan bioaktivitas penghambatan yang kuat terhadap aktivitas α -glucosidase.

Suatu studi menemukan teh daun bungur dapat menghambat aktivitas α -amilase sebesar 38% dan yang lainnya telah melaporkan bahwa ekstrak metanol dan air dari daun bungur menghambat aktivitas α -amilase dan α -glucosidase dengan baik (Suzuki *et al.* 2001). α -amilase dan α -glucosidase adalah enzim yang terlibat dalam pencernaan karbohidrat dan memungkinkan peningkatan kadar glukosa darah setelah makan makanan yang mengandung pati dan gula. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penghambatan enzim hidrolisis karbohidrat dalam organ pencernaan dapat secara efektif menghambat penyerapan glukosa untuk menurunkan hiperglikemia postprandial. Oleh karena itu, pengobatan pasien diabetes tipe II banyak menggunakan inhibitor α -glucosidase dan α -amylase (misalnya acarbose, miglitol, dan voglibose) (Floris *et al.*, 2005).

Saat ini, beberapa obat antidiabetik sintetik telah diresepkan untuk menurunkan kadar gula darah. Namun, sayangnya dilaporkan bahwa terdapat berbagai efek merugikan seperti gagal jantung, hipoglikemia, gagal ginjal dan penambahan berat badan. Salah satu contoh obat antidiabetik oral adalah Glibenklamid atau Glyburide merupakan obat anti diabetes golongan Sulfonilurea yang memiliki efek samping poten yaitu hipoglikemia (Ogbru *et al.*, 2015). Hipoglikemia pada penggunaan obat golongan Sulfonilurea (Glibenklamid dan Glimepirid) terjadi karena sesuai dengan mekanisme aksinya yaitu stimulasi sel beta pankreas untuk meningkatkan produksi Insulin yang dapat menurunkan kadar glukosa darah.

Berdasarkan review yang telah dilakukan, daun bungur menjadi salah satu tanaman obat antidiabetik alami yang tentunya dapat difungsikan dan menjadi kandidat yang tepat sebagai pengganti obat antidiabetik sintesis dalam menurunkan atau mempertahankan kadar gula darah normal dan pencegahan komplikasi diabetes tanpa adanya efek samping berbahaya. Hal ini dikarenakan tidak ada efek samping dari asam korosolat atau bungur. Pada studi manusia menunjukkan bahwa GlucosolTM (nama merk dengan bentuk kapsul lunak yang mengandung asam korosolat 1% dari daun bungur) telah diterapkan dan diperikasa kadar gula darah serta efek sampingnya dari

56 subjek. Kelompok ini menyimpulkan bahwa asam korosolat memiliki penurunan kadar gula darah tetapi tidak ada efek samping seperti ruam kulit, mual, dan lain lain (Judy *et al.* 2003).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dipelajari dari berbagai macam literatur yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa daun bungur (*Lagerstroemia speciosa* L.) dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif herbal tanpa efek samping dalam pengobatan dan terapi bagi penderita diabetes melitus tipe II dikarenakan kandungan asam korosolat dan senyawa triterpenoid lain yang terdapat dalam ekstrak daun bungur terbukti efektif menurunkan kadar gula dalam peredaran darah pada mencit (*Mus musculus* L.) yang terpapar diabetes.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Universitas Lampung, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Jurusan Biologi serta Ibu Dra. Tundjung Tripeni Handayani, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing kami dalam menyelesaikan penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Departemen Kesehatan. 2005. Pharmaceutical Care untuk Penyakit Diabetes Melitus.
- Floris LL, Peter PA, Reinier HV, Eloy ER, Guy, Chris VW. 2005. 'α-Glucosidase inhibitors for patients with Type 2 diabetes'. *Diabetes Care*. 28:154–63.
- Hayashi, T., Maruyama, H., Kasai, R., Hattori, K., Takasuga, S., Hazeki, *et al.* 2002. 'Ellagitannins from *Lagerstroemia speciosa* as activators of glucose transport in fat cells'. *Planta Medica*. 68(2): 173–75.
- Hou, W., Li, Y., Zhang, Q., Wei, X., Peng, A., Chen, L., & Wei, Y. 2009. 'Triterpene acids isolated from *Lagerstroemia speciosa* leaves as α -glucosidase inhibitors'. *Phytotherapy Research*. 23(5): 614–18.
- Huang, G. H., Zhan, Q., Li, J. L., Chen, C., Huang, D. D., Chen, W. S., & Sun, L. N. 2013. 'Chemical constituents from leaves of *Lagerstroemia speciosa* L.'. *Biochemical Systematics and Ecology*. 51: 109–12.
- Internasional Diabetes Federation. 2017. IDF Diabetes Atlas Eight Edition 2017. International Diabetes Federation.
- Jayakumar, K. S., Sajan, J. S., Aswati Nair, R., Padmesh Pillai, P., Deepu, S., Padmaja, *et al.* 2014. 'Corosolic acid content and SSR markers in *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.: A comparative analysis among populations across the Southern Western Ghats of India'. *Phytochemistry*. 106: 94–103.
- Judy, W.Y., Hari, S.P., Stoqsdill, W.W., Judy, J.S., Naguib, Y.M., Passwater, R, 2003, 'Antidiabetic activity of a standardized extract (Glucosol) from *Lagerstroemia speciosa* leaves in type II diabetics. A dose-dependence study'. *J Ethnopharmacol*. 87: 115–17.
- Liu, F., Kim, J. K., Li, Y., Liu, X. Q., Li, J., & Chen, X. 2001. 'An extract of *Lagerstroemia speciosa* L. has insulin-like glucose uptake-stimulatory and adipocyte differentiation-inhibitory activities in 3T3-L1 cells'. *J Nutrition*. 131(9): 2242–47.
- Mallavadhani, U.V, Mohaptra, S. And Mahaptra, A. 2008. 'Quantitative analysis of corosolic acid, a Type-II antidiabetic agent, in different parts oa *Lagerstroemia speciosa* L.'. *J Planar Chromatography*. 21: 461-64.
- Miura, T., Itoh, Y., Kaneko, T., Ueda, N., Ishida, T., Fukushima, M., Seino, Y. 2004. 'Corosolic acid induces GLUT4 Translocation in Genetically Type 2 Diabetic Mice'. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 27(7): 1103–05.
- Moller, D. E. 2010. 'Reducing excessive hepatic glucose production'. 414: 821–27.
- Myint, Phyu Phyu. Soe, May Thu. & Hlaing, H. H. 2017. A study of phytoconstituents , α -glucosidase inhibitory effect and antioxidant activity of *Lagerstroemia speciosa* L . Leaf and Fruit. *J Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(4): 528–33.
- Nho, K. J., Chun, J. M., dan Kim, H. K. 2013. 'Corosolic acid induces apoptotic cell death in human lung adenocarcinoma A549 cells in vitro'. *Food and Chemical Toxicology*. 56: 8– 17.
- Ogbru, O., Williams, E., Marks, J.W. Insulin: Drug Facts, Side Effects and Dosing. 2015. <http://www.medicinenet.com/insulin/article.html>, accessed on November 2020.
- Park, C., Lee, J.S.. 2011. 'Bungur: The Natural Remedy as Antidiabetic Drug'. *Biomedical Research*. 22(2): 125-29.
- Ragasa, C. Y., Ngo, H. T., & Rideout, J. A. 2005. 'Terpenoids and sterols from *Lagerstroemia speciosa*'. *Journal of Asian Natural Products Research*. 7(1): 7–12.
- Riskesdas. 2018. Badan Penelitian Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI 2018,. Riset Kesehatan Daerah. Jakarta.

- Saumya, S.M, Basha, P.M. 2011. 'Antioxidant effect of *Lagerstroemia speciosa* pers (banaba) leaf extract in streptozotocin-induced diabetic mice,' *Indian journal of experimental biology*. 49(2): 125-31.
- Shi, L., Zhang, W., Zhou, Y. Y., Zhang, Y. N., Li, J. Y., Hu, L. H., & Li, J. 2008. 'Corosolic acid stimulates glucose uptake via enhancing insulin receptor phosphorylation'. *European Journal of Pharmacology*. 584(1): 21–29.
- Stohs, S. J., Miller, H., & Kaats, G. R. 2012. 'A review of the efficacy and safety of banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.) and corosolic acid'. *Phytotherapy Research*. 26(3): 317–324.
- Suzuki Y, Hayashi K, Sakane I, Kakuda T. 2001. 'Effect and mode of action of banaba (*Lagerstroemia speciosa* L) leaf extracts on postprandial blood glucose in rats'. *J Japan Soc Nutr Food Sci*. 54: 131-137.
- Tanquilut, N. C., Tanquilut, M. R. C., Estacio, M. A. C., Torres, E. B., Rosario, J. C., & Reyes, B. A. S. 2009. 'Hypoglycemic effect of *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers. on alloxan-induced diabetic mice'. *J Medicinal Plants Research*. 3(12): 1066–71.
- Ulbricht, C., Dam, C., Milkin, T., Seamon, E., Weissner, W., & Woods, J. 2007. 'Banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.): An evidence-based systematic review by the natural standard research collaboration' *J Herb Pharmaco*. 7(1): 99–113.
- Wei , E. , Chan , C. , Tan , L. N. , Wong , S. K. 2014. 'Phytochemistry And Pharmacology of *Lagerstroemia speciosa* : A Natural Remedy for Diabetes'. *International Journal Herbal Medica*. 2: 100 –05 .