Jurnal Pharmascience, Vol. 12, No.1, Maret 2025, hal: 181-189
ISSN-Print. 2355 – 5386
ISSN-Online. 2460-9560
http://dx.doi.org/10.20527/jps.v12i1.21737
*Research Article*

# Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Etanol 96% Daun Bungur (*Lagerstroemia speciosa*) Secara In Vivo

Ega Rezkyan Khaliq[1], Aditya Maulana Perdana Putra[1*], Dita Ayulia Dwi Sandi[1], Nabila Hadiah Akbar[2], Khoirunnisa Muslimawati[2], Okta Muthia Sari[1]

[1]Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia
[2]Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia
Email: aditya.putra@ulm.ac.id

**ABSTRAK**

**Diabetes Melitus (DM) telah menjadi permasalahan global dan termasuk ke dalam penyakit yang paling umum di dunia. Pengobatan menggunakan herbal merupakan salah satu solusi untuk mengatasi diabetes dan tumbuhan bungur (*Lagerstroemia speciosa)* merupakan herbal yang dapat mengatasi hal tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya aktivitas antidiabetes dan menentukan dosis yang memiliki efek antidiabetes terbesar pada ekstrak etanol 96% L. speciosa secara in vivo menggunakan metode Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO). Mencit diambil darahnya pada menit ke-0 dan diberikan larutan uji sesuai kelompoknya, yaitu kontrol negatif (Na-CMC), kontrol positif (metformin), dan kelompok dosis terpilih (75 mg/kgBB, 100 mg/kgBB, dan 125 mg/kgBB). Setelah 30 menit, diberikan larutan dekstrosa dan diambil darah mencit untuk diuji menggunakan pada menit ke-10, 20, 30, 45, 60, 90, dan 120 setelah pemberian dekstrosa. Hasil menunjukkan penurunan glukosa darah pada menit ke-20-30 pada seluruh kelompok perlakuan ekstrak dan kontrol positif, dimana kelompok dosis 125 mg/kgBB ekstrak *L. Speciosa* (159 ± 35,46) menghasilkan penurunan kadar glukosa yang tidak jauh berbeda dengan penurunan yang terjadi pada kelompok metformin (150,4 ± 46,42). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar glukosa darah kelompok perlakuan pada menit ke-30 terdapat perbedaan bermakna dengan kontrol negatif (Sig. <0,05) dan tidak berbeda bermakna dengan kontrol positif (Sig. ≥0,05). Kesimpulan penelitian ini adalah Hasil uji Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) menunjukkan adanya aktivitas antidiabetes oleh ekstrak etanol 96% daun *L. speciosa* yang ditandai dengan adanya penurunan kadar glukosa darah pada mencit, efek antidiabetes terbesar pada ekstrak etanol 96% daun *L. speciosa* dengan dosis 125 mg/kgBB.**

**Kata Kunci: Tes Toleransi Glukosa Oral, Glukosa Darah, Metformin, Ekstrak Etanol, Dekstrosa**

***ABSTRACT***

***Diabetes Mellitus (DM) has become a global problem and is one of the most common diseases in the world. Treatment using herbs is one solution to treat diabetes and the bungur plant (Lagerstroemia***

***speciosa) is an herb that can overcome this. This study aims to identify antidiabetic activity and determine the dose that has the greatest antidiabetic effect on 96% L. speciosa ethanol extract in vivo using the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) method. Mice had their blood taken at 0 minutes and were given test solutions according to their groups, namely negative control (Na-CMC), positive control (metformin), and selected dose groups (75 mg/kgBB, 100 mg/kgBB, and 125 mg/kgBB). 30 minutes later a dextrose solution was given and the mice's blood was taken for testing at 10, 20, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after dextrose administration. The results showed a decrease in blood glucose at the 20th minute at a dose of 125 mg/kgBW of L. Speciosa extract (159 ± 35.46), not much different from the decrease that occurred in the metformin group, namely at the 30th minute (150.4 ± 46.42). The statistical test results showed that the blood glucose levels of the treatment group at 30 minutes were significantly different from the negative control (Sig. <0.05) and not significantly different from the positive control (Sig. ≥0.05). The conclusion of this study is that there is antidiabetic activity of 96% ethanol extract in L. speciosa leaves which is characterized by a decrease in blood glucose levels in mice at each dose used. The results of the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) showed the greatest antidiabetic effect in 96% ethanol extract of L. speciosa leaves at a dose of 125 mg/kgBW.***

***Keywords: Oral Glucose Tolerance Test, Blood Glucose, Metformin, Ethanol Extract, Dextrose***

## I.PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) termasuk kedalam kelompok penyakit metabolik yang disebabkan kelainan sekresi pada insulin, kerja insulin atau keduanya (ADA, 2024; IDF, 2021). Menurut perkiraan International Diabetes Federation (IDF) (2021) pasien penderita penyakit DM akan terus naik dari tahun 2021 hingga 2045 (IDF, 2021).

Indonesia pada tahun 2018 menurut Riskesdas (2018) terdapat 1.017.290 jiwa yang terkena DM dan di Kalimantan Selatan masyarakat yang terkena DM sekitas 16.043 jiwa. Diperkirakan pada tahun 2045 Indonesia akan tetap berada di urutan ke-5 dengan jumlah orang yang terpapar adalah 28,6 juta jiwa. Keseluruhan pasien yang terkena DM di seluruh dunia 90% adalah DM 2 (Decroli, 2019; IDF, 2021; Kemenkes RI, 2019).

Obat-obatan sintetik bukan satu-satunya cara untuk mengobati penyakit DM. DM juga bisa diobati dengan menggunakan obat-obatan yang terbuat dari bahan alam. Alam Indonesia merupakan alam yang sangat luas dan beragam. Keberagaman akan alam di Indonesia tidak berbanding lurus dengan pemanfaatannya, sehingga masih banyak bagian dari alam di Indonesia yang masih belum dimanfaatkan dengan baik (Rahmah *et al*., 2021).

Tumbuhan bungur (Lagerstroemia Speciosa) merupakan salah satu tumbuhan yang sudah mulai dimanfaatkan oleh masyarakat di Indonesia. Penelitian Djamil dan Putri (2018) yaitu ekstrak etanol 70% *L. speciosa* mengandung flavonoid, saponin dan tanin yang memiliki aktivitas antioksidan (Djamil & Putri, 2018; Rahmah *et al.,* 2021). Penelitian Khunawattanakul *et al.* (2018) juga menyatakan ekstrak etanol

L. speciosa memiliki aktivitas antioksidan dan antidiabetes yang tergolong sangat kuat dengan nilai $IC_{50}$ yang dibandingkan dengan α-amylase 1,21 µg/mL dan nilai $IC_{50}$ yang dibandingkan dengan *α-glucosidase enzymes* 49,71 µg/mL (Fauziah *et al*., 2021; Khunawattanakul *et al*., 2018). Antioksidan sendiri dapat membantu menstabilkan gula darah karena salah satu penyebab diabetes adalah stress oksidatif yang disebabkan ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan antioksidan pada tubuh (Bajaj & Khan, 2012; Pieme *et al.,* 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya aktivitas antidiabetes dan menentukan dosis yang memiliki efek antidiabetes terbesar pada ekstrak etanol 96% L. speciosa secara in vivo menggunakan metode Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO).

## II.METODE

### A. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan 14 mesh (*Retsch*®), batang pengaduk (*Iwaki*®), blender (*Philips*®), cawan porselen (*Pyrex*®), corong kaca, gelas beker (*Pyrex*®), gelas ukur (*Pyrex*®), GCU meter (*EasyTouch*®), *hotplate stirrer* (*Stuart*®), kaca objek, kaca penutup, kandang mencit, labu ukur (*Pyrex*®), maserator, mikropipet, oven, pipet ukur, pipet tetes, propipet, rotary evaporator (*IKA*® RV 10), sendok besi, sendok tanduk, silet, sonde lambung, spatula, spuit, timbangan analitik (*Ohauss*®), timbangan hewan, toples kaca, dan *waterbath* (*Memmert*®).

### B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah alcohol swab (*Sensi*®), akuades, aluminium foil (*Klinpak*®), dekstrosa (*Otsu*®-D40), etanol 96%, metformin (*Kalbe*®), Na-CMC, pakan mencit (BR-II), simplisia daun L. speciosa, strip glukosa darah (*EasyTouch*®). Daun Bungur diperolah dari Kecamatan Kandangan, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan.

### C. Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah mencit putih galur Swiss Webster Jantan. Kriteria dari hewan uji yang digunakan harus sehat dengan rentang umur 8-12 minggu, variasi berat badan antar mencit tidak melebihi 20% dari rata-rata berat badan.

### D. Ekstraksi

Pembuatan ekstrak *L. speciosa* dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Serbuk *L. speciosa* yang didapatkan sebelumnya ditimbang sebanyak 1 kg, lalu dimasukkan ke dalam maserator dan direndam menggunakan pelarut etanol 96% hingga

keseluruhan serbuk terendam. Aduk setiap 6 jam sekali dan disimpan di suhu kamar. Remaserasi atau pergantian pelarut dilakukan setiap 1 x 24 jam.

**E. Pengujian Antidiabetes**

Darah mencit diambil menggunakan sayatan pada ekor mencit dan diuji pada GCU meter dan ini ditandai sebagai t=0. Mencit kemudian diberikan sediaan uji sesuai dengan kelomok uji melalui oral menggunakan sonde dan spuit. Kelompok uji dibagi menjadi 5 kelompok yang setiap kelompoknya berisi 5 mencit dengan deskripsi sebagai berikut:

Kelompok 1 : kontrol negatif

Kelompok 2 : kontrol positif dengan pemberian metformin 65 mg/kgBB

Kelompok 3 : diberikan dosis K1 ekstrak daun L. speciosa setelah optimasi

Kelompok 4 : diberikan dosis K2 ekstrak daun L. speciosa setelah optimasi

Kelompok 5 : diberikan dosis K3 ekstrak daun L. speciosa setelah optimasi

Mencit kemudian diberikan beban glukosa berupa dekstrosa melalui oral dosis 2 g/kgBB. Mencit kemudian diukur kadar glukosanya selama periode menit 10, 20, 30, 45, 60, 90, dan 120. Kadar glukosa darah kemudian diukur menggunakan GCU meter (Benedé-Ubieto *et al.,* 2020; Suherman *et al.,* 2015).

**F. Analisis Data**

Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data kuantitatif yaitu kadar glukosa dalam darah mencit. Data ini kemudian dianalisis dengan uji *One sample t-test*.

## III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ektraksi daun *L. speciosa* menggunakan metode maserasi dengan menggunakan etanol 96% sebagai pelarutnya. Metode maserasi merupakan metode ekstraksi cara dingin yang memiliki beberapa keuntungan dibandingkan metode ekstraksi lainnya, diantaranya prosedur dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah. Metode dengan cara dingin dipilih karena tidak menggunakan pemanasan sehingga dapat mempertahankan zat-zat metabolit sekunder yang tidak tahan pemanasan pada suhu tinggi (Mawarda *et al*., 2020). Pelarut eanol 96% dipilih karena umum digunakan, murah, mudah diperoleh, tidak toksik dan bersifat semi polar sehingga mampu menyari senyawa yang bersifat non-polar, semi polar dan polar. Dengan demikian diharapkan dapat menyari kandungan metabolit sekunder pada daun bungur dengan maksimal. *L. speciosa* diduga mengandung enyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, tannin dan flavonoid yang bermanfaat sebagai antidiabetes, senyawa tersebut bersifat polar dan mudah larut dalam etanol (Huang

*et al.,* 2013; Prayitno & Rahim, 2020). Etanol dengan konsentrasi 96% memiliki kandungan etanol yang lebih tinggi sehingga lebih mudah berpenetrasi kedalam dinding sel sampel jika dibandingkan etanol dengan konsentrasi yang lebih rendah.

Ekstrak yang didapat sebanyak 63,32 gram dengan persen rendemen yang didapatkan 5,756%. Dari beberapa penelitian terdahulu, daun bungur diekstraksi dengan berbagai pelarut seperti metanol yang menghasilkan rendemen 23% dan pelarut air yang menghasilkan rendemen 15,3% (Ansar *et al.,* 2017; Suherman *et al.,* 2015). Nilai rendemen merupakan perbandingan berat akhir ekstrak dengan berat serbuk bahan baku/simplisia yang digunakan, nilai ini ada kaitannya dengan banyaknya metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak. Perbedaan rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan.

Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) memiliki tujuan untuk melihat kenaikan kadar glukosa darah dalam rentang waktu 2 jam. Salah satu penyebab dari DM 2 adalah resistensi insulin, sehingga selama 2 jam uji ini dari data yang didapat akan terlihat sensitivitas insulin pada saat adanya glukosa yang masuk ke dalam tubuh dari angka kenaikan glukosa darah (Benedé-Ubieto *et al.,* 2020; Muhammad, 2018). TTGO dilakukan dengan mengambil darah mencit untuk mengetahui kadar glukosa dalam darah sebelum diberikan perlakuan. Mencit kemudian diberikan larutan uji sesuai dengan kelompoknya melalui oral dengan tujuan tubuh mencit dapat menyerap terlebih dahulu larutan yang diberikan sebelum diberikannya beban glukosa. Kelompok uji pada penelitian ini adalah kontrol negatif (Na-CMC), kontrol positif (Metformin), dan kelompok dosis ekstrak etanol 96% daun *L. speciosa* (75 mg/kgBB, 100 mg/kgBB, 125 mg/kgBB). Pemilihan dosis ekstrak etanol daun bungur diperoleh berdasarkan penelusuran literatur dan optimasi dosis. Beban glukosa yang diberikan adalah dekstrosa sebanyak 2 g/kBB.

Darah diambil selama 2 jam dikarenakan insulin yang berada di dalam tubuh manusia akan berkerja selama 2 jam untuk mengendalikan glukosa darah menjadi normal. Oleh karena itu pasien diabetes melitus biasanya melakukan pengecekan glukosa darah 2 jam setelah makan untuk melihat apakah glukosa darah dapat kembali menjadi normal. Parameter kadar glukosa yang baik adalah kembalinya glukosa darah menjadi normal dalam rentang 2 jam (Santosa & Rosa, 2015). Hasil uji yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel I.

Berdasarkan Tabel I, setelah diberikan beban glukosa, peningkatan kadar glukosa darah puncak terjadi pada menit ke-30 untuk kontrol negatif dan pada menit ke-20 untuk kelompok metformin dan kelompok uji menggunakan ekstrak etanol 96% daun *L. Speciosa* dosis 75 dan 100 mg/KgBB, sedangkan pada dosis 125 mg/KgBB pada menit ke-15. Dengan demikian, penurunan kadar glukosa darah terjadi pada menit ke-20 hingga 30 untuk kelompok metformin dan Kelompok uji menggunakan ekstrak etanol 96% daun *L. Speciosa,* sedangkan pada kelompok kontrol negatif pada menit ke-45. Penurunan angka di menit ke-30 sudah baik karena menurut tatalaksana, glukosa darah akan menurun pada menit ke-30 dan menurut Gromova *et al.* (2021) usus akan menyerap glukosa di menit ke-30 (Benedé-Ubieto *et al*., 2020; Gromova *et al.,* 2021).

**Tabel I.** Hasil rata-rata kadar glukosa darah mencit pada Uji TTGO

| Meni | Na-CMC | Metformin | Ekstrak Etanol 96% *L. speciosa* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 75 mg/kgBB | 100 mg/kgBB | 125 mg/kgBB |
| 0 | 98,8 ± 30,33 | 89 ± 11,49 | 110,4 ± 14,36[b] | 119 ± 21,42[b] | 96 ± 16,05[b] |
| 10 | 164,2 ± 29,99 | 168,8 ± 42,75 | 156,6 ± 67,14[b] | 194,2 ± 53,68[b] | 197,2 ± 48,26 [b] |
| 20 | 218,6 ± 69,13 | 172,2 ± 51,40 | 210,2 ± 53,04[b] | 210,2 ± 76,15[b] | 159 ± 35,46[ab] |
| 30 | 241,2 ± 69,88 | 150,4 ± 46,42[a] | 193 ± 77,43[b] | 199 ± 66,96[b] | 152,8 ± 53,02 [ab] |
| 45 | 171,6 ± 58,33 | 139,6 ± 32,49 | 192 ± 83,97[b] | 197,6 ± 66,64[b] | 156,4 ± 25,73[b] |
| 60 | 151,2 ± 69,90 | 104,6 ± 10,06 [a] | 176,2 ± 58,77[b] | 161,8 ± 71,42[b] | 126 ± 47,18[b] |
| 90 | 90,2 ± 32,82 | 102,2 ± 15,17 | 127,8 ± 46,88[b] | 123,8 ± 26,82[b] | 113 ± 22,39[b] |
| 120 | 100,6 ± 25,17 | 85 ± 16,60 | 116,6 ± 40,44[b] | 100,2 ± 26,78[b] | 103,6 ± 18,76[b] |

Ket : data disajikan dalam bentuk Mean ± SD dengan satuan mg/dL
[a] : berbeda bermakna dengan kontrol negatif secara statistka
[b] : tidak berbeda bermakna dengan kontrol positif secara statistka

Kelompok uji menggunakan ekstrak etanol 96% daun *L. speciosa* didapati hasil yang baik pada dosis 125 mg/kgBB karena puncak kadar glukosa darah yang paling rendah yaitu 197,2 mg/dL. Kadar glukosa darah pada dosis 125 mg/kgBB juga memiliki penurunan yang baik karena penurunannya berada pada menit ke-20 jika dibandingkan dengan dosis 75 mg/kgBB dan 100 mg/kgBB yang baru turun pada menit ke-30. Data ini jika dibandingkan dengan kelompok negatif juga lebih baik karena puncak kenaikan kadar glukosa baru naik di menit ke-30 dengan nilai 241,2 mg/dL dan baru turun di menit ke-45. Puncak kadar glukosa darah yang terendah

adalah pada kelompok kontrol positif (metformin) yakni 172,2 ± 51,40 mg/dL. Mekanisme kerja dari metformin yaitu dengan mengurangi banyak glukosa yang dilepaskan oleh hati dan membantu sel-sel tubuh untuk pemanfaatan glukosa, dan pada tingkat molekuler metformin menghambat rantai pernapasan mitokondria di hati yang menyebabkan aktivitas AMPK dan meningkatkan sensivitas insulin (melalui efek metabolisme lemak) (Rena *et al.,* 2017).

Nilai simpangan baku (SD) pada data yang didapatkan juga memiliki hasil yang baik karena nilai SD yang baik jika kurang dari nilai mean dan jika nilainya semakin kecil akan semakin baik karena mendekati nilai mean.

Selanjutnya dilakukan analisis dengan uji *One sample t-test*. Hasil menunjukkan adanya perbedaan kadar glukosa darah yang bermakna (sig. <0,05) antara kelompok kontrol negatif dengan kelompok kontrol positif (metformin) dan Kelompok uji menggunakan ekstrak etanol 96% daun *L. Speciosa* dosis 125 mg/Kg BB, dimana kadar glukosa darah kelompok kontrol negatif jauh lebih besar (241,2 ± 69,88 mg/dL). Hal ini menunjukkan bahwa kelompok kontrol positif dan Kelompok uji menggunakan ekstrak etanol 96% daun *L. Speciosa* dosis 125 mg/Kg BB memberikan efek penurunan kadar glukosa darah pada mencit dibuktikan dengan uji TTGO. Selanjutnya, hasil analisis statistik menunjukkan pada menit ke-30, tidak terdapat perbedaan yang bermakna kadar glukosa darah (sig. > 0.05) antara kelompok kontrol positif (metformin) dengan Kelompok uji menggunakan ekstrak etanol 96% daun *L. Speciosa* dosis 125 mg/Kg BB, hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96% daun L. Speciosa dosis 125 mg/Kg BB berpotensi untuk dikembangkan obat alternatif untuk menurunkan kadar glukosa darah pada mencit berdasarkan hasil uji TTGO. Hasil serupa oleh Suherman *et al*. (2015), yang menguji efek hipoglikemik esktrak air daun bungur pada mencit dengan uji TTGO, menunjukkan bahwa esktrak air daun bungur dosis 75 mg/Kg BB merupakan dosis terbaik untuk menurunkan glukosa darah jika dibandingkan kontrol negatif pada menit ke-180 (sig. <0,05).

## IV.KESIMPULAN

Hasil uji Tes Toleransi Gluko Oral (TTGO) pada mencit yang dilakukan membuktikan adanya aktivitas antidiabetes oleh ekstrak etanol 96% pada daun *L. speciosa* yang ditandai dengan adanya penurunan kadar glukosa darah pada mencit disetiap dosis yang digunakan. Hasil uji Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) menunjukkan efek antidiabetes terbesar pada ekstrak etanol 96% *daun L. speciosa* dengan dosis 125 mg/kgBB.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Seluruh penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat khususnya LPPM yang telah memberikan dukungan dana melalui hibah fundamental dengan nomor kontrak 1374.5/UN8.2/PG/2024.

## DAFTAR PUSTAKA

ADA. (2024). 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*, *47*, S20–S42. https://doi.org/10.2337/dc24-S002

Ansar, M., Agung, R., & Jaka, F. (2017). Uji Aktivitas Sub-Fraksi Daun Bungur (Lagerstroemia speciosa L. Pers.) sebagai Antibakteri dan Antioksidan. *Proceeding of the 6th Mulawarman Pharmaceuticals Conferences,* 179-184.

Benedé-Ubieto, R., Estévez-Vázquez, O., Ramadori, P., Cubero, F. J., & Nevzorova, Y. A. (2020). Guidelines and considerations for metabolic tolerance tests in mice. In *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* (Vol. 13, pp. 439–450). Dove Medical Press Ltd. https://doi.org/10.2147/DMSO.S234665

Decroli, E. (2019). *Diabetes Melitus Tipe 2* (A. Kam, Y. P. Efendi, G. P. Decroli, & A. Rahmadi, Eds.). Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.

Djamil, R., & Putri, Y. E. (2018). 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*, *11*(Special Issue 1), 217–221. https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11s1.26611

Fauziah, A., Sudirga, S. K., & Parwanayoni, N. M. S. (2021). Uji Antioksidan Ekstrak Daun Tanaman Leunca (Solanum nigrum L.). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, *8*(1), 28. https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2021.v08.i01.p03

Gromova, L. V., Fetissov, S. O., & Gruzdkov, A. A. (2021). Mechanisms of glucose absorption in the small intestine in health and metabolic diseases and their role in appetite regulation. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 7). MDPI. https://doi.org/10.3390/nu13072474

Huang, G. H., Q. Zhan, J. L. Li, C. Chen, D. D. Huang, W. S. Chen & L. N. Sun. 2013. Chemical Constituents from Leaves of Lagerstroemia Speciosa L.

Biochemical Systematics and Ecology. 51: 109–112.

IDF. (2021). *IDF Diabetes Atlas 10th edition*. www.diabetesatlas.org

Kemenkes RI. (2019). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Kemenkes RI

Khunawattanakul, W., Boonma, P., Kampetch, R., Jaruchotikamol, A., Cushnie, B., Rattanakiat, S., & Pulbutr, P. (2018). Inhibitory actions of Lagerstroemia speciosa (L.) Pers. aqueous and ethanolic leaf extracts against carbohydrate-digesting enzymes. *Pharmacognosy Journal*, *10*(6), S113–S118. https://doi.org/10.5530/pj.2018.6s.22

Bajaj, S., & Khan, A. (2012). Antioxidants and diabetes. *Indian J Endocrinol*

*Metab*, *16*(2), S267–S271. https://doi.org/10.4103/2230-8210.104057

Mawarda, A., E. Samsul & Y. Sastyarina. 2020. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi dari Ekstrak Etanol Umbi Bawang Tiwai (Eleutherine Americana Merr) terhadap Rendemen Ekstrak dan Profil Kromatografi Lapis Tipis. Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. 11: 1–4.

Muhammad, A. A. (2018). Resistensi Insulin dan Disfungsi Sekresi Insulin Sebagai Faktor Penyebab Diabetes Melitus Tipe 2. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *8*(2). http://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/PJKM

Pieme, C. A., Tatangmo, J. A., Simo, G., Biapa Nya, P. C., Ama Moor, V. J., Moukette Moukette, B., Tankeu Nzufo, F., Njinkio Nono, B. L., & Sobngwi, E. (2017). Relationship between hyperglycemia, antioxidant capacity and some enzymatic and non-enzymatic antioxidants in African patients with type 2 diabetes. *BMC Research Notes*, *10*(1). https://doi.org/10.1186/s13104-017-2463-6

Prayitno, S. A. & A. R. Rahim. 2020. The Comparison Of Extracts (Ethanol and Aquos Solvents) Muntingia Calabura Leaves on Total Phenol, Flavonid and Antioxidant (IC50) Properties. Kontribusia (Research Dissemination for Community Development). 3: 319.

Rahmah, S. M., Dharmono, D., & Prahatama Putra, A. (2021). Kajian Etnobotani Tumbuhan Bungur (Lagerstroemia Speciosa) di Kawasan Hutan Bukit Tamiang Kabupaten Tanah Laut sebagai Buku Ilmiah Populer. *BIODIK*, *7*(01), 1–12. https://doi.org/10.22437/bio.v7i01.12048

Rena, G., D.G. Hardie, & E.R. Pearson. (2017). The Mechanisms of Action of Metformin. *Diabetologia, 60*. 1577-1585.

Santosa, A., & Rosa, E. M. (2015). Efektivitas Lokasi dan Waktu Injeksi Insulin Terhadap Pengendalian Kadar Gula Darah 2 Jam Setelah Makan pada Penderita Diabetes Melitus. *Indonesian Journal of Nursing Practices*, *1*(2), 128–136. https://journal.umy.ac.id/index.php/ijnp/article/view/653

Suherman, L. P., Dewi, P. S., & Salsabila, R. (2015). Efek Hipoglikemik Ekstrak Air Daun Bungur (Lagerstroemia speciosa L. Pers.) Pada Mencit Swiss Webster Jantan dengan Metode Tolerasi Glukosa. *Kartika-Jurnal Ilmiah Farmasi*, *3*(1).