JURNAL GIZI ILMIAH
https://jurnal.karyakesehatan.ac.id/JGI
Volume 12| Nomor 2| Mei – Agustus | 2025
ISSN: 2407-5515, EISSN: 2745-990X

Efek Fitokimia Asam Siringat (*Syringic acid*) Terhadap Diabetes Melitus: Literature Review

Azra Fahriyah Indrasta[1],
[1] Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Indonesia

Keywords ; Syringic Acid, Diabetes Mellitus, Antioxidants

Kata Kunci ; Asam Siringat, Diabetes Melitus, Antioksidan

Corespondensi Authors
Azra Fahriyah Indrasta
Prodi Gizi, FKM Universitas Airlangga
Email:
azra.fahriyah.in-2021@fkm.unair.ac.id

Abstrak
Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik, yang melibatkan peningkatan kadar glukosa darah yang abnormal (hiperglikemia). Hiperglikemia yang terjadi pada pasien diabetes dapat menimbulkan berbagai komplikasi kesehatan serius, yang berdampak buruk pada saraf, ginjal, jantung, hati, dan pembuluh darah. Penggunaan pengobatan konvensional dalam mengobati komplikasi diabetes melitus masih menimbulkan beberapa efek samping. Beberapa penelitian menunjukkan asam siringat memiliki efek anti diabetes. Literatur ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis hasil penelitian terkait tentang efek fitokimia asam siringat pada diabetes melitus berdasarkan bukti penelitian eksperimental. Tinjauan literatur pada makalah yang diterbitkan dalam bahasa Inggris dalam 10 tahun terakhir (2014 – 2024) dilakukan menggunakan basis data elektronik. Berdasarkan tinjuaun literatur, asam siringat memiliki efek positif terhadap pemulihan fungsi fisiologis tubuh pada diabetes melitus.

Abstract
Diabetes mellitus is a metabolic disease, which involves an abnormal increase in blood glucose levels (hyperglycemia). Hyperglycemia that occurs in diabetic patients can cause various serious health complications, which have adverse effects on the nerves, kidneys, heart, liver, and blood vessels. The use of conventional medicine in treating complications of diabetes mellitus still causes some side effects. Several studies have shown that syringic acid has anti-diabetic effects. This literature aims to review and analyze the results of related studies on the phytochemical effects of syringic acid on diabetes mellitus based on experimental research evidence. A literature review of papers published in English in the last 10 years (2014 - 2024) was conducted using an electronic database. Based on the literature review, syringic acid has a positive effect on the recovery of physiological functions of the body in diabetes mellitus.

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik, yang melibatkan peningkatan kadar glukosa darah yang abnormal. Subtipe utama DM adalah diabetes melitus tipe 1 (T1DM) dan diabetes melitus tipe 2 (T2DM), yang secara klasik disebabkan oleh gangguan sekresi insulin (T1DM) dan/atau kerja insulin (T2DM). Diabetes melitus tipe 1 sering terjadi pada anak-anak atau remaja, sedangkan T2DM diperkirakan menyerang orang dewasa paruh baya dan lanjut usia yang mengalami hiperglikemia berkepanjangan karena gaya hidup dan pilihan makanan yang buruk (Sapra A & Bhandari P, 2023).

Berdasarkan IDF Diabetes Atlas, diperkirakan 537 juta orang dewasa berusia 20-79 tahun saat ini menderita diabetes. Jumlah penderita diabetes diperkirakan akan mengalami kenaikan menjadi 643 juta (11,3%) pada tahun 2030 dan menjadi 783 juta (12,2%) pada tahun 2045 (Magliano et al., 2021).

Hiperglikemia yang terjadi pada pasien diabetes dapat meningkatkan risiko komplikasi kesehatan serius yang mempengaruhi bagian-bagian vital seperti jantung, hati, ginjal, saraf dan pembuluh darah yang merupakan penyebab utama morbiditas pada penderita diabetes. Pembentukan radikal bebas akibat hiperglikemia menyebabkan stres oksidatif yang dapat merusak struktur dan fungsi organ vital (Shimsa et al., 2023).

Penatalaksanaan komplikasi diabetes berpusat pada kontrol glikemik yang intens melalui diet, agen hipoglikemik oral, dan terapi insulin. Terapi konvensional ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti penggunaan obat penurun glukosa oral meliputi sulfonilurea, biguanida, inhibitor alfa-glukosidase, thiazolidinedione, dan meglitinide.

Obat ini memiliki berbagai efek samping seperti sulfonilurea yang dapat menyebabkan penambahan berat badan akibat hiperinsulenemia, biguanida menyebabkan kelemahan, kelelahan, asidosis laktat, penghambat alfa glukosidase dapat menyebabkan diare, sedangkan thiazolidine dapat meningkatkan kadar kolesterol LDL. Pada insulin yang biasanya ditambahkan pada obat oral, akan terjadi penambahan berat badan dan hipoglikemia (Pandey, A. et al.,2011).

Saat ini, mulai banyak penelitian terhadap penggunaan fitokimia sebagai alternatif dalam mengontrol berbagai macam penyakit. Salah satu fitokimia yang menjadi perhatian para peneliti adalah polifenol dari tanaman, yang memiliki senyawa antioksidan yang dapat mengurangi dampak stress oksidatif dan memiliki efek perlindungan (Kumar & Goel, 2019). Asam siringat merupakan salah satu senyawa fenolik melimpah yang ada dalam buah zaitun, kurma, rempah-rempah, labu, anggur, madu, anggur merah, dan tanaman lainnya.

Asam siringat berupa bubuk putih pucat dan larut dalam etanol atau metanol atau etil eter; namun sedikit larut dalam air (5780 mg/L (25 °C)). Nama lain dari asam siringat adalah 4-Hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid; 3,5asam dimetoksi-4-hidroksibenzoat; asam cedar; Asam galat 3, 5-dimetil eter. Asam siringat memiliki efek terapeutik seperti mengurangi stres oksidatif, memodulasi faktor transkripsi onkogenik dan menginduksi apoptosis pada sel kanker, aktivitas hepatoprotektif, anti inflmasi, neuroprotektif, pelindung jantung, hingga anti diabetes (Srinivasulu et al., 2018).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Srinivasulu et. al. (2018) menunjukkan bahwa aktivitas asam siringat sebagai anti diabetes disebabkan oleh peningkatan pelepasan insulin dari sel β pankreas atau peningkatan pemanfaatan glukosa oleh jaringan perifer. Asam siringat secara efektif menghambat perkembangan katarak diabetik baik pada model tikus in vitro maupun in vivo.

Literatur ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis hasil penelitian terkait tentang efek fitokimia asam siringat pada diabetes melitus berdasarkan bukti penelitian eksperimental.

METODE

Metode yang digunakan adalah desain tinjauan literatur dengan mencari artikel ilmiah yang diterbitkan dalam sepuluh terakhir tahun (2014-2024). Pencarian literatur dilakukan melalui *database* elektronik, dengan makalah dalam bahasa Inggris yang dicari menggunakan kata kunci “syringic acid” *and* “diabetes”. Artikel ilmiah yang digunakan sesuai dengan kriteria inklusi yakni efek asam siringat terhadap diabetes melitus, Dimana subyek penelitian difokuskan pada hewan coba (tikus). Subyek penelitian manusia dikeluarkan dalam proses tinjauan literatur. Setelah meninjau teks lengkap dan analisis metode, hanya 5 penelitian yang sesuai dengan kriteria peninjauan.

HASIL

Tabel 1. Efek Fitokimia Asam Siringat terhadap diabetes melitus

Referensi dan Desain Penelitian	Metode	Dosis	Durasi	Hasil
Srinivasan et al., 2014. Studi eksperimental, subjek: tikus wistar albino Jantan (n: 24 penderita diabetes dan 12 normal)	Tikus dibagi dalam 6 kelompok perlakuan: normal Kontrol, normal dengan pemberian 100 mg/kgBB, diabetes kontrol, diabetes dengan pemberian 25mg/kgBB, diabetes dengan pemberian 50 mg/kgBB, dan diabetes dengan pemberian 100 mg/kgBB. Asam siringat dilarutkan dalam larutan pembawa saline 0,9% dan diberikan setiap hari sekali pada tikus percobaan.	25, 50, 100 mg/Kg BB/hari	30 hari	Pemberian SA oral (50 mg/kg bb) pada tikus diabetes secara signifikan membalikkan kadar total Hb, HbA1c, dan glikogen dan meningkatkan aktivitas enzim metabolisme glukosa
Sabahi et al., 2021. Studi eksperimental, subjek: tikus Sprague Dawley (n:36)	Terdiri dari 6 kelompok tikus: nondiabetes kontrol, diabetes, diabetes + SYR (25, 50, dan 100 mg/kg), dan SYR nondiabetik (100 mg/kg). SYR diberikan setiap hari melalui saluran intragastrik. Hanya SYR dosis lebih tinggi (100 mg/kg) yang dilakukan untuk membuktikan efek nontoksik SYR pada tikus nondiabetes.	25, 50, 100 mg/Kg BB/hari	6 minggu	Pemberian SYR 100 mg/kg melemahkan kardiomiopati diabetik melalui perbaikan CK-MB dan LDH. Asam siringat memiliki efek protektif, yang dapat mengurangi peroksidasi lipid jantung dan karbonilasi protein.
Rashedinia et al., 2020. eksperimental: tikus Sprague Dawley Jantan (n:36)	Kelompok dibagi secara acak menjadi enam kelompok (n = 6): kelompok I: kontrol nondiabetes, kelompok II: pengendalian diabetes (diinduksi STZ), kelompok III: diabetes+ SYR (25 mg/kg), kelompok IV: penderita diabetes+ SYR (50mg/kg), kelompok V: diabetes+ SYR (100 mg/kg), dan kelompok VI: SYR nondiabetic (100mg/kg). SYR diberikan sekali sehari secara oral saluran intragastrik	25, 50, 100 mg/Kg BB/hari	6 minggu	Peningkatan signifikan diamati pada tingkat peroksidasi lipid di otak, saraf sciatik, dan sumsum tulang belakang pada kelompok diabetes, pemberian SYR pada 25, 50, dan 100 mg/kg menurunkan kadar MDA secara signifikan di otak dan saraf skiatik. Sedangkan 50 mg/kg merupakan satu-satunya dosis yang mampu menurunkan kadar MDA di sumsum tulang belakang. Analisis otak menunjukkan bahwa jumlah salinan mitokondria pada kelompok diabetes yang diobati dengan SYR 100 mg/kg meningkat secara signifikan dibandingkan dengan subjek diabetes yang tidak diobati.

Referensi dan Desain Penelitian	Metode	Dosis	Durasi	Hasil
Shimsa et al., 2023. Studi eksperimental: tikus Sprague Dawley Jantan (n:30)	Tikus dikelompokkan menjadi 5 kelompok yang masing-masing kelompok terdiri dari enam ekor tikus. Kelompok I: normal (N); Kelompok II: tikus normal yang diberi suplemen SA, 50mg/kg berat badan (N+SA); Kelompok III: Kontrol diabetes (DC); Kelompok IV: tikus diabetes yang diberikan SA, 50mg/kg berat badan (D+SA); Kelompok V: tikus penderita diabetes diberikan obat standar glimepiride, 0,1mg/kg berat badan (D+GM)	50 mg/Kg BB/hari	-	SA secara signifikan mengurangi hiperglikemia dan mengembalikan aktivitas antioksidan enzim seperti superoksida dismutase, katalase, senyawa bioaktif dalam glutathione peroksidase dan glutathione reduktase dalam pankreas tikus diabetes.
Mirza et al., 2022. Studi eksperimental, subjek: tikus wistar dewasa (jantan dan betina)	Dibagi dalam 6 grup: Grup 1 (NC): nondiabetic control; Grup 2 (NC + SA): syringic acid (50 mg/kg,) Diabetic animals: Grup 3 (DC): n-STZ diabetic control; Grup 4 (DC + SA25): syringic acid (25 mg/kg); Grup 5 (DC + SA50): syringic acid (50 mg/kg); dan Grup 6 (DC + MET): metformin (200 mg/kg/day)	25, 50 mg/Kg BB/hari	10 minggu	Pengobatan SA (25 mg/kg, 50 mg/kg) mengurangi hiperglikemia, polidipsia, polifagia, poliuria, berat organ relatif, indeks hipertrofi jantung, penanda inflamasi, penanda cedera sel, hemoglobin terglikasi, skor histopatologis, dan stres oksidatif, dan peningkatan aktivitas Na/K ATPase.

PEMBAHASAN

Efek Anti Hiperglikemik dan Antioksidan Pada Pankreas

Penelitian yang dilaksanakan oleh Srinivasan et al. (2014) didapatkan hasil kadar glukosa plasma meningkat secara signifikan (P <0,05) sedangkan kadar insulin plasma menurun secara signifikan pada tikus kontrol diabetes. Pemberian asam siringat pada dosis 50 dan 100 mg/kg bb menunjukkan efek yang sangat nyata (P < 0,05) dibandingkan dosis yang lebih rendah (25 mg/kg bb). Berdasarkan data ini, dosis efektif ditetapkan sebesar 50 mg/kg bb. Asam siringat mampu secara signifikan mengurangi kadar glukosa plasma pada tikus penderita diabetes karena potensinya untuk mengeluarkan insulin dari sel terkecil. Hal ini dikonfirmasi oleh peningkatan kadar plasma insulin pada tikus diabetes yang diobati dengan asam siringat.

Dalam penelitian ini, tikus penderita diabetes menunjukkan penurunan berat badan jika dibandingkan dengan tikus normal. Hal ini disebabkan oleh katabolisme lemak dan protein. Tikus penderita diabetes mengalami peningkatan asupan makanan dan air yang diakibatkan oleh kerusakan pemanfaatan glukosa oleh sel dan kehilangan banyak glukosa dalam urin. Selain itu, pemberian asam siringat secara oral, secara signifikan meningkatkan berat badan dan perbaikan asupan makanan dan air mendekati normal.

Penelitian Srinivasan et. al. (2014) sejalan dengan penelitian yang dilaksanakan satu tahun sebelumnya oleh Muthukumaran et al. (2013), Dimana pemberian asam siringat (50 mg/kg BB) pada tikus diabetes terdapat peningkatan kadar glukosa plasma yang signifikan (P<0,05) dengan penurunan kadar insulin plasma yang signifikan (P<0,05) pada tikus diabetes, dibandingkan dengan tikus normal. Efek antidiabetik dari asam syringic mungkin disebabkan oleh peningkatan pelepasan insulin dari sel β yang ada dan/atau regenerasi sel β pankreas, pemulihan sensitivitas insulin atau penghambatan penyerapan glukosa di usus atau meningkatkan pemanfaatan glukosa oleh jaringan perifer.

Efek antioksidan asam siringat pada pankreas diteliti lebih lanjut oleh Shimsa et al. (2023). Dimana pengobatan asam siringat dan glimepiride menurunkan kadar glukosa dan HbA1c. Jika dibandingkan dengan tikus normal, kadar insulin plasma jauh lebih rendah pada kelompok diabetes. Dibandingkan dengan hewan kontrol diabetes, tikus diabetes yang diobati dengan asam siringat dan glimepiride meningkatkan jumlah plasma insulin secara signifikan. Pada kelompok kontrol diabetes, dibandingkan dengan kelompok normal, ditemukan bahwa aktivitas enzim antioksidan signifikan menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam siringat dan glimepiride pada tikus diabetes secara nyata meningkatkan aktivitas antioksidan seperti superoksida dismutase, glutathione reduktase, Katalase, dan Glutathione peroksidase. Baik asam siringat maupun glimepiride menunjukkan efek yang sebanding. Asam siringat mungkin memiliki efek serupa dengan obat antidiabetik komersial glimepiride yang dapat memberikan alternatif obat sintetik.

Perbaikan Kerusakan Jantung, Hati, Ginjal dan Saraf

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mirza et al. (2022) didapatkan tikus T2DM ditandai dengan karakteristik komplikasi diabetes berupa hiperglikemia, polidipsia, polifagia, poliuria, resistensi insulin, penurunan berat badan, peningkatan ambang nosiseptif, peningkatan kadar transaminase, penurunan CrCl (*creatinine clearance rate*), hipertrofi (ginjal, jantung, dan hati), peningkatan TG, TC (*total cholesterol*), dan UALB (*urinary albumin*), penurunan HDL, kematian kardiomiosit, glomeruli, jaringan hati dan skiatik. Administrasi asam siringat (25 mg/kg, 50 mg/kg) pada tikus diabetes menghasilkan peningkatan yang signifikan pada kenaikan berat badan, yang menunjukkan bahwa kerusakan jaringan otot yang disebabkan oleh hiperglikemia dapat dicegah.

Pada penelitian ini diamati juga aktivitas Na/K ATPase pada tikus diabetes, dimana penderita diabetes kardiomiopati, nefropati, neuropati, dan diabetik hati semuanya dikaitkan dengan penurunan aktivitas Na/K ATPase. Tikus diabetes menunjukkan penurunan aktivitas Na/K ATPase yang kemungkinan diakibatkan adanya stres oksidatif, yang menyebabkan oksidasi gugus tiol pada Na/K ATPase, glikasi enzim nonenzimatik berlebihan, dan hilangnya fluiditas membran. Berkurangnya aktivitas Na/K ATPase yang terikat membran diatasi dengan pengobatan dengan asam siringat, yang memiliki sifat antioksidan atau kemampuannya untuk menjaga integritas membran sel. Temuan ini dikaitkan dengan penurunan aktivitas Na/K ATPase yang signifikan dan penurunan volume urin, serta allodynia dingin dan hiperalgesia termal pada kelompok pengobatan asam siringat. Selain itu, dalam penelitian ini, diamati peningkatan Na+ urin dan penurunan K+ ekskresi pada tikus diabetes, yang secara signifikan dibalikkan dengan pengobatan asam siringat berkaitan dengan peningkatan aktivitas Na/K ATPase.

Tikus penderita diabetes menunjukkan hipertrofi jantung, dibuktikan dengan peningkatan berat jantung relatif, indeks hipertrofi jantung, indeks hipertrofi ventrikel kiri, rasio berat ventrikel kiri terhadap berat ventrikel kanan, dan ketebalan dinding ventrikel kiri. Selain itu, peningkatan bobot relatif ginjal dan hati diamati pada tikus diabetes. Terapi asam siringat terbukti mengurangi hipertrofi jantung, Dimana mekanismenya dikaitkan dengan tingkat oksidasi asam lemak yang lebih tinggi pada miokardium diabetes, yang mengurangi peradangan, stres oksidatif, dan penumpukan lipid. Selain itu, penurunan berat relatif ginjal dikaitkan dengan penurunan ketebalan basal glomerulus, yang akan membatasi hipertrofi glomerulus.

Pengobatan asam siringat menurunkan berat hati relatif; Dimana terdapat penurunan akumulasi TG, yang mungkin disebabkan oleh peningkatan masuknya asam lemak ke dalam

hati yang disebabkan oleh resistensi insulin hati. Asam siringat juga telah mencegah hipertrofi jantung yang diinduksi isoproterenol pada tikus. Mekanisme pengurangan hipertrofi dapat menghasilkan perbaikan dislipidemia, penghambatan TGF-β1, dan efek anti-inflamasi dan antioksidan.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sherkhane et al. (2023), dimana terdapat efek protektif asam siringat pada ginjal dan menyoroti modulasi stres oksidatif dan mekanisme autofagi untuk mengurangi penyakit ginjal diabetik.

Pemberian asam siringat (25 dan 50 mg/kg) selama 4 minggu pada tikus diabetes, memperbaiki fungsi ginjal dibuktikan dengan penurunan kadar kreatinin serum serta peningkatan kadar kreatinin urin dan urea dibandingkan dengan hewan diabetes yang tidak diobati. Pada tingkat molekuler, asam siringat meningkatkan ekspresi ginjal Nrf2 dan protein terkait autofagi (Atg5, Atg3, dan Atg7) pada tikus diabetes.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil review lima penelitian, asam siringat ditemukan memiliki efek menguntungkan pada penyakit diabetes melitus. Hasil studi menyarankan dosis asam siringat yang dianjurkan dan memiliki efek terbaik dalam pemulihan diabetes melitus sebesar 50 mg/kg bb. Adanya literatur review ini diharapkan peneliti kedepannya dapat lebih banyaj menguji efek asam siringat terhadap diabetes melitus langsung pada manusia.

DAFTAR RUJUKAN

Kumar, N., & Goel, N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. In *Biotechnology Reports* (Vol. 24). Elsevier B.V.https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370

Magliano DJ, Boyko EJ. (2021). IDF Diabetes Atlas 10th edition scientific committee. IDF DIABETES ATLAS [Internet]. 10th edition. Brussels: International Diabetes Federation; Chapter 3, Global picture. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK581940/

Mirza, A. C., Panchal, S. S., Allam, A. A., Othman, S. I., Satia, M., & Mandhane, S. N. (2022). Syringic Acid Ameliorates Cardiac, Hepatic, Renal and Neuronal Damage Induced by Chronic Hyperglycaemia in Wistar Rats: A Behavioural, Biochemical and Histological Analysis. *Molecules*, *27*(19). https://doi.org/10.3390/molecules27196722

Muthukumaran, J., Srinivasan, S., Venkatesan, R. S., Ramachandran, V., & Muruganathan, U. (2013). Syringic acid, a novel natural phenolic acid, normalizes hyperglycemia with special reference to glycoprotein components in experimental diabetic rats. *Journal of Acute Disease*, *2*(4), 304–309. https://doi.org/10.1016/s2221-6189(13)60149-3

Pandey A, Tripathi P, Pandey R, Srivatava R, Goswami S. Alternative therapies useful in the management of diabetes: A systematic review. J Pharm Bioallied Sci. 2011 Oct;3(4):504-12. doi: 10.4103/0975-7406.90103. PMID: 22219583; PMCID: PMC3249697.

Rashedinia, M., Alimohammadi, M., Shalfroushan, N., Khoshnoud, M. J., Mansourian, M., Azarpira, N., & Sabahi, Z. (2020). Neuroprotective effect of syringic acid by modulation of oxidative stress and mitochondrial mass in diabetic rats. *BioMed Research International*, *2020*.https://doi.org/10.1155/2020/8297984

Sabahi, Z., Khoshnoud, M. J., Hosseini, S., Khoshraftar, F., & Rashedinia, M. (2021). Syringic Acid Attenuates Cardiomyopathy in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/5018092

Sapra A, Bhandari P. Diabetes. [Updated 2023 Jun 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551501/

Sherkhane, B., Yerra, V. G., Sharma, A., Kumar, K. A., Chayanika, G., Kumar, A. V., & Kumar, A. (2023). Nephroprotective potential of syringic acid in experimental diabetic nephropathy: Focus on oxidative stress and autophagy. *Indian Journal of Pharmacology/ the Indian Journal of Pharmacology*, *55*(1), 34. https://doi.org/10.4103/ijp.ijp_671_22

Shimsa, S., Padmakumari Soumya, N. P., Mondal, S., & Mini, S. (2023). Syringic acid affords antioxidant protection in the pancreas of type 2 diabetic rats. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, *6*(2), 13–25. https://doi.org/10.31989/bchd.v6i2.1061

Srinivasan, S., Muthukumaran, J., Muruganathan, U., Venkatesan, R. S., & Jalaludeen, A. M. (2014). Antihyperglycemic effect of syringic acid on attenuating the key enzymes of carbohydrate metabolism in experimental diabetic rats. *Biomedicine and Preventive Nutrition*, *4*(4), 595–602. https://doi.org/10.1016/j.bionut.2014.07.010

Srinivasulu, C., Ramgopal, M., Ramanjaneyulu, G., Anuradha, C. M., & Suresh Kumar, C. (2018). Syringic acid (SA) – A Review of Its Occurrence, Biosynthesis, Pharmacological and Industrial Importance. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 108, pp. 547–557). Elsevier Masson SAS. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.09.069