

Komponen bioaktif ekstrak akuades kayu manis (*Cinnamomum burmanii* Blume) asal Sumatra, Indonesia

[Bioactive components of cinnamon aquades extract (*Cinnamomum burmanii* Blume) from Sumatra, Indonesia]

Liana Verdini^{1*}, Budi Setiawan², Tiurma Sinaga², Ahmad Sulaeman², dan I Wayan Teguh Wibawan³

¹ Program Studi Ilmu Gizi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

² Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

³ Departemen Penyakit Hewan dan Kesehatan Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

* Email korespondensi : liana.verdini06@gmail.com

Diterima : 25 Desember 2020, Disetujui : 10 November 2021, DOI : 10.23960/jthp.v27i1.24-30

ABSTRACT

Cinnamon is a type of plant that contains bioactive components and useful as a functional food used in the prevention of diabetes mellitus. The aim of this study was to identify the content of bioactive components of aquadest extract of cinnamon (*Cinnamomum burmanii* B.) using GC-MS. The results of the GC-MS analysis showed that there were eight different compounds contained in the aquadest cinnamon extract, namely cinnamaldehyde, coumarin, ethalic acid, phthalazinone, acetyl monoglyceride, itaconic anhydride, 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-, and bis (2-ethylhexyl) platelets. The bioactive component of cinnamon identified in the Aceh region is coumarin at 37.01%. The bioactive component of cinnamon identified in the Jambi region was cinnamaldehyde of 33.50%. The bioactive component of cinnamon identified in West Sumatra is cinnamaldehyde of 17.49%. This study shows that there are different bioactive components from Sumatra, Indonesia. Chromatographic analysis using GC-MS showed that cinnamon from Sumatra, Indonesia contains bioactive components that have antihyperglycemic effects.

Keywords: aquades extract, cinnamon, GC-MS, phytochemical

ABSTRAK

Kayu manis adalah jenis tanaman dengan kandungan komponen bioaktif maupun memiliki manfaat sebagai pangan fungsional pada pencegahan diabetes melitus. Tujuan kajian ini ialah untuk mengidentifikasi kandungan komponen bioaktif dari ekstrak akuades kayu manis (*Cinnamomum burmanii* B.) mempergunakan GC-MS. Hasil analisis GC-MS memperlihatkan terdapat delapan senyawa berbeda yang terkandung di ekstrak akuades kayu manis yakni sinamaldehida, kumarin, asam etalat, phthalazinone, asetil monogliserida, itaconic anhydride, 3,5-dihidroksi-2-metil-5,6-, dan bis(2-etilheksil) platelet. Komponen bioaktif kayu manis yang teridentifikasi wilayah Aceh adalah kumarin sebesar 37,01%. Komponen bioaktif kayu manis yang teridentifikasi wilayah Jambi adalah sinamaldehida sebesar 33,50%. Komponen bioaktif kayu manis yang teridentifikasi wilayah Sumatra Barat adalah sinamaldehida sebesar 17,49%. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat komponen bioaktif yang berbeda dari wilayah Sumatra, Indonesia. Analisis kromatografi menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa kayu manis asal wilayah Sumatra, Indonesia mengandung komponen bioaktif yang memiliki efek antihiperглиkemia.

Kata kunci: ekstrak akuades, fitokimia, GC-MS, kayu manis

Pendahuluan

Rempah-rempah merupakan zat aromatik yang diperoleh dari bagian tanaman yang dikeringkan umumnya dari biji, buah, daun, akar, kulit kayu dan bagian tanaman lainnya yang berasal dari daerah tropis. Biji tanaman, buah-buahan, daun dan kulit kayu mengandung polifenol dan digunakan sebagai bahan aditif untuk memberi rasa, warna atau mengawetkan makanan. Rempah-rempah adalah sumber dari berbagai senyawa bioaktif yang dapat mempengaruhi proses pencernaan dan metabolisme. Penelitian menunjukkan beberapa efek fisiologis menguntungkan dari rempah-rempah, termasuk aktivitas potensial insulin pada model hewan diabetes yang diinduksi secara normal dan eksperimental, serta pada manusia (Rao & Gan, 2014). Salah satu rempah yang potensial untuk pengelolaan diabetes adalah kayu manis.

Kayu manis sebagai tanaman tropis tergolong sebagai keluarga *Lauraceae*. Kayu manis sudah dimanfaatkan selama ratusan tahun sebagai flavor aditif dan digunakan sebagai pengobatan alami. Secara keseluruhan, sekitar 250 spesies telah teridentifikasi di antara genus kayu manis dengan pohon tersebar di seluruh dunia (Muhammad & Dewettinck, 2017).

Kayu manis merupakan tanaman yang memiliki komponen bioaktif serta memiliki manfaat sebagai pangan fungsional. Saat ini, kayu manis digunakan sebagai suplemen pencegahan dan terapi untuk berbagai penyakit seperti sindrom metabolik, resistensi insulin, diabetes mellitus tipe 2, hiperlipidemia maupun arthritis (Rajendiran et al., 2018). Ekstrak kayu manis mengandung komponen bioaktif seperti aldehida, alkohol sinamat, asam sinamat, dan sinamat. Kayu manis dikenal memiliki aktivitas biologis sebagai antidiabetes, memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi dan antibakteri (Ervina et al., 2019). Hasil isolasi komponen bioaktif dari kayu manis dikenal sebagai *insulin-potentiating factor* (IPF). Efek antidiabetes dari kulit kayu manis telah ditunjukkan pada tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin. Beberapa studi menunjukkan bahwa ekstraksi kayu manis tidak hanya mampu meminimalkan kadar glukosa darah, tetapi kadar kolesterol (Boudia et al., 2020).

Sebuah studi membandingkan efek potensiasi insulin dari beberapa rempah-rempah mengungkapkan bahwa ekstrak air kayu manis memiliki 20 kali lipat lebih tinggi sebagai potensiasi insulin dibandingkan dengan rempah-rempah lainnya (Veilleux & Grenier, 2019). Penelitian Bernardo et al. (2015) mengisolasi dan mengkarakterisasi polimer polifenol tipe-A dari kayu manis dan menemukan bahwa zat ini bertindak sebagai molekul seperti insulin. Polimer metilhidroksikalkon (MHCP) adalah polimer murni hidroksikalkon dengan kemampuan untuk merangsang oksidasi glukosa. Komponen volatil terdapat di semua bagian kayu manis serta bisa diklasifikasikan sebagai monoterpen, seskuiterpen maupun fenilpropena. Sinamaldehida (trans-cinnamaldehyde atau 3-phenyl-2-propenal) adalah konstituen utama dalam kulit kayu manis (Wardatun et al., 2017).

Secara umum GC-MS sangat bermanfaat untuk mengkaji senyawa secara langsung dengan memisahkan campuran kimia (komponen GC) dan mengidentifikasi komponen pada tingkat molekuler (komponen MS). Studi menggunakan GCMS telah banyak dilakukan pada tanaman obat untuk mengkaji senyawa non-polar maupun senyawa volatil. Jika senyawa berbeda pada sampel uji menjelaskan pengidentifikasi senyawa bioaktif hidrokarbon rantai panjang, alkohol, asam, ester, dan sebagainya (Kalsum et al., 2016; Sharmila et al., 2017). Kajian ini bertujuan melakukan identifikasi kandungan komponen bioaktif ekstrak akuades kayu manis (*Cinnamomum burmanii* B.) menggunakan GC-MS.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan adalah kayu manis (*Cinnamomum burmanii* B.) kering berasal dari Sumatra yaitu Aceh, Jambi dan Sumatra Barat. Bahan kimia yang digunakan adalah gas Helium. Alat utama yang digunakan adalah *vacuum rotary evaporator*, *Shimadzu GCMS-QP 2010* lengkap dengan alat *pyrolysis* dan detector TCD.

Metode penelitian

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Data dari chromatogram hasil resolusi terbaik disajikan secara deskriptif.

Pelaksanaan penelitian

Bubuk kayu manis diekstrak melalui tahap sonikasi. Proses ekstraksi dimulai dengan mencampurkan bubuk simplisia kayu manis sejumlah 10 gram ke 10 mL pelarut akuades, selanjutnya termaserasi dengan rentan waktu 24 jam pada suhu ruangan, dan melanjutkan ke sonikasi mempergunakan alat ultrasonik (40 KHz, 66 menit, 35°C) (Sholihah et al., 2017). Suspensi dilakukan penyaringan mempergunakan pelarut

akuades melalui tahap yang serupa sampai mendapat tahap ekstraksi sejumlah dua kali ulangan. Ekstrak yang didapat akan terkumpulkan dan memekatkannya mempergunakan *vacuum rotary evaporator* suhu 60°C mencapai cairan semi solid. Ekstrak yang diperoleh dikemas dalam botol vial kemudian disimpan pada suhu 4 hingga 8°C (Uma et al., 2011) sampai dilakukan analisis kandungan senyawa volatilnya menggunakan Gas chromatography-Mass spectroscopy (GC-MS).

Parameter penelitian

Parameter yang diamati atau diidentifikasi adalah berbagai komponen bioaktif yang terkandung di dalam ekstrak kayu manis dari 3 daerah sentra produksi yang berbeda. Identifikasi komponen bioaktif dilakukan menggunakan GC-MS.

(1) Kondisi GC-MS

Analisis menggunakan GC-MS terhadap berbagai konstituen volatil potensial yang terdapat di dalam ekstrak dilaksanakan di P3HH, Bogor. GC-MS yang digunakan yaitu *Shimadzu GCMS-QP 2010* dilengkapi dengan *pyrolyser*, gas pembawa He UHP dan Kolom Rtx-5MS. Suhu oven kolom ditentukan 50°C selama lima menit, selanjutnya ditingkatkan secara berangsur-angsur hingga 280°C. Suhu injeksi 280°C, tekanan 101 kPa. Aliran kolom 0,85 mL/menit. Detektor TCD ditentukan ke suhu sumber ion 200°C, suhu *interface* 280°C, suhu *detector* 280°C, maupun suhu *pyrolyser* 300°C. Setelah suhu stabil, sejumlah 1 µg/ 1 tetes ekstrak kayu manis diinjeksikan ke *pyrolyser*. Tahap penentuan sampai selesai operasi memerlukan estimasi waktu 50 menit. Pembacaan menghasilkan kromatogram yang tersimpan dalam komputer. Tingkat relativitas dari tiap konstituen ekstrak dinyatakan sebagai tingkat normalisasi luas peak. Susunan pemisahan terbaik (GC) berteknik pengidentifikasi terbaik (MS) membuat GC-MS sebagai teknik yang tepat bagi analisis kualitatif senyawa bioaktif volatil maupun semivolatil (Ahmed et al., 2020; Hameed et al., 2016).

(2) Identifikasi komponen bioaktif

Nama, berat molekul, rumus molekul, maupun luas di bawah peak bagian bahan pengujian ditetapkan berdasar dugaan aktifitas biologis. Dugaan kandungan senyawa biologis berdasarkan Dr. Dukes Phytochemical and Ethnobotanical Databases atas perancangan Dr. Jim Duke dari Agricultural Research Service Service/USDA. Berikutnya data disajikan dengan perkiraan persentase kesesuaian struktur senyawa (indeks kesamaan) lebih dari 90% sesuai WILEY dan NIST library ver. 3.0.

Hasil dan pembahasan

Hasil kromatogram GC-MS ekstrak akuades kayu manis dari wilayah Aceh, Jambi dan Sumatra Barat menunjukkan peak yang menunjukkan puluhan fitokimia dengan waktu retensi dan persentase luas yang berbeda. Perbandingan spektrum massa senyawa dilakukan dengan WILEY dan NIST library ver. 2.0, puluhan komponen fitokimia ditandai dan diidentifikasi dengan waktu retensi (RT), berat molekul (BM), rumus molekul, dan % luas peak. Data disajikan pada Tabel 1, 2 dan 3 dan hasil dokumentasi dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.

Hasil kromatogram GC-MS ekstrak kayu manis yang berasal dari wilayah Aceh memiliki perkiraan persen kemiripan struktur senyawa (Tabel 1) yang memiliki senyawa bioaktif yang berbeda yaitu asam etalat (2,94%), 3-furanone, 2,3-dihydro-4-hydroxy (5,68%), 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6- (9,34%), sinamaldehyda (17,01%) dan kumarin (37,01%). Empat senyawa dilaporkan memiliki aktivitas biologis yaitu asam etalat (C₂H₄O₈), 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6- (C₆H₈O₄), sinamaldehyda (C₉H₉N₃O₂) dan kumarin (C₉H₆O₂) (Tabel 4).

Hasil kromatogram GC-MS ekstrak kayu manis yang berasal dari wilayah Jambi memiliki lima peak yang memiliki persen perkiraan kemiripan struktur senyawa (Tabel 2) yang memiliki senyawa bioaktif yang berbeda antara lain gliserol (18,13%), asetil monogliserida (3,11%), sinamaldehyda (33,50%), kumarin (21,21%), dan bis(2-ethylhexyl) platelet (1,39%). Empat senyawa yang dilaporkan memiliki aktivitas biologis

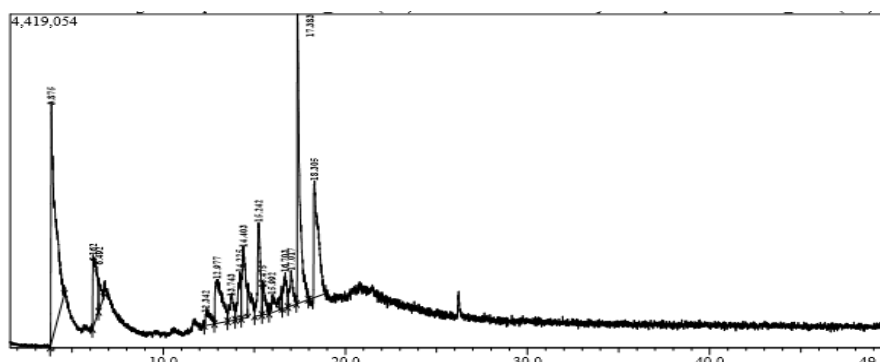
Hasil kromatogram GC-MS ekstrak kayu manis yang berasal dari wilayah Sumatera Barat memiliki empat peak yang memiliki perkiraan persen kemiripan struktur senyawa (Tabel 3) yang memiliki senyawa bioaktif, senyawa yang terdeteksi adalah asam etalat (6,39%), itaconic anhydride (7,21%), sinamaldehida (17,49%), dan phthalazinone (12,13%). Tiga senyawa dilaporkan memiliki aktivitas biologis antara lain asam etalat ($C_2H_4O_8$), itaconic anhydride ($C_5H_4O_3$), sinamaldehida ($C_9H_9N_3O_2$), dan phthalazinone ($C_8H_6N_2O$) (Tabel 4).

| No. | Peak | Waktu retensi (menit) | Luas peak (%) | Rumus molekul | BM | Komponen*) |
|-----|------|-----------------------|---------------|---|-----|-----------------------------------|
| 1. | 2 | 6,323 | 2,94 | C ₂ H ₄ O ₂ | 60 | Asam etalat |
| 2. | 5 | 14,455 | 5,68 | C ₆ H ₈ O ₃ | 128 | 3-furanone, 2,3-dihydro-4-hydroxy |
| 3. | 6 | 15,180 | 9,34 | C ₆ H ₈ O ₄ | 144 | 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6- |
| 4. | 9 | 17,360 | 17,01 | C ₉ H ₉ N ₃ O ₂ | 91 | Sinamaldehyda |
| 5. | 10 | 18,112 | 37,01 | C ₉ H ₆ O ₂ | 146 | Kumarin |

| No. | Peak | Waktu retensi (menit) | Luas peak (%) | Rumus molekul | BM | Komponen*) |
|-----|------|--------------------------|------------------|---|-----|----------------------------|
| 1. | 2 | 14,359 | 18,13 | C ₃ H ₆ O ₃ | 90 | Gliserol |
| 2. | 4 | 14,950 | 3,11 | C ₅ H ₁₀ O ₄ | 134 | Asetil monogliserida |
| 3. | 9 | 17,290 | 33,50 | C ₉ H ₉ N ₃ O ₂ | 91 | Sinamaldehida |
| 4. | 10 | 18,167 | 21,21 | C ₉ H ₆ O ₂ | 146 | Kumarin |
| 5. | 12 | 26,168 | 1,39 | C ₂₄ H ₃₈ O ₄ | 390 | Bis(2-ethylhexyl) platelet |

| No. | Peak | Waktu retensi (menit) | Luas peak (%) | Rumus molekul | BM | Komponen ^{*)} |
|-----|------|--------------------------|------------------|---|-----|------------------------|
| 1. | 2 | 6,162 | 6,39 | C ₂ H ₄ O ₂ | 60 | Asam etalat |
| 2. | 5 | 12,977 | 7,21 | C ₅ H ₄ O ₃ | 112 | Itaconic anhydride |
| 3. | 14 | 17,383 | 17,49 | C ₉ H ₉ N ₃ O ₂ | 91 | Sinamaldehyda |
| 4. | 15 | 18,305 | 12,13 | C ₈ H ₆ N ₂ O | 146 | Phthalazinone |





Gambar 3. Hasil kromatogram GC-MS ekstrak akuades kayu manis wilayah Sumatra Barat

Tabel 4. Aktivitas biologis yang teridentifikasi pada ekstrak akuades kayu manis asal Sumatra menggunakan GC-MS

| No. | Nama komponen | Rumus molekul | Daerah asal kayu manis | | | Aktivitas biologis*) |
|-----|-----------------------------|-------------------|------------------------|-------|---------------|--|
| | | | Aceh | Jambi | Sumatra Barat | |
| 1. | Asam etalat | $C_2H_4O_2$ | V | | V | Aktivitas antimikroba, antioksidan |
| 2. | 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6- | $C_6H_8O_4$ | V | | | Aktivitas antimikroba, antioksidan |
| 3. | Sinamaldehyda | $C_9H_9N_3O_2$ | V | V | V | Aktivitas antibakteri, antijamur, antituberkular, antikanker, antikonvulsan, analgesik, anti-inflamasi, antivirus, antioksidan, antihipertensi, antiparkinson |
| 4. | Kumarin | $C_9H_6O_2$ | V | V | | Aktivitas antimikroba, antivirus, antidiabetik, antikanker, antioksidan, antiparasit, antihelmintik, antiproliferatif, antikonvulsan, anti-inflamasi, antihipertensi |
| 5. | Asetil monogliserida | $C_5H_{10}O_4$ | | V | | Aktivitas hipoglikemik |
| 6. | Bis(2-ethylhexyl) platelet | $C_{24}H_{38}O_4$ | | V | V | Aktivitas antimikroba dan sitotoksik |
| 7. | Itaconic anhydride | $C_5H_4O_3$ | | | V | Aktivitas antioksidan, antimikroba |
| 8. | Phthalazinone | $C_8H_6N_2O$ | | | | Aktivitas antitumor, PARP-1 inhibitor, antimikroba, antivirus, antihistamin, rinitis anti alergi, antijamur, anti-inflamasi, antiproliferatif, antidiabetes |

* Keterangan: Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases (2020)

Hasil penelitian menunjukkan senyawa fitokimia utama yang teridentifikasi pada kayu manis wilayah Aceh adalah kumarin sebesar 37,01%, wilayah Jambi adalah sinamaldehyda sebesar 33,50%, dan wilayah Sumatra Barat adalah sinamaldehyda sebesar 17,49%. Senyawa bioaktif sinamaldehyda memiliki aktivitas biologis sebagai antihiperglikemia. Menurut Plumeriastuti et al. (2019) yang melakukan analisis terhadap kayu manis dari Karang Anyar, Padang dan Jambi, mengungkap bahwa potensi kayu manis dapat digunakan sebagai antidiabetes karena mengandung sinamaldehyda yang tinggi.

Menurut Kumar et al. (2012), komponen volatil utama dari kayu manis adalah sinamaldehyda, trans cinnamil asetat, ascabin, hidro sinamil asetat, beta-caryophyllene. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menemukan kandungan sinamaldehyda pada ekstrak akuades kayu manis. Komponen yang mudah menguap juga ditemukan pada semua bagian kayu manis dan dapat diidentifikasi sebagai golongan senyawa terpenoid menjadi monoterpen, seskuiterpen, dan fenilpropen (Kizilaslan & Erdem, 2019).

Menurut Liang et al. (2019), proantosianidin merupakan senyawa alami yang banyak ditemukan pada kulit kayu manis, terutama pada *C. wilsonii* dan *C. burmannii*. Kumarin dan sinamil alkohol juga merupakan senyawa utama, serta (E)-sinamaldehida dan (Z)-sinamaldehida merupakan senyawa terpenting dalam ekstrak akuades. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam ekstrak akuades diantaranya adalah kumarin dan sinamaldehida. Penelitian Fajar et al. (2019), mengungkapkan bahwa proantosianidin tipe-A yang diisolasi dari *Cinnamomum burmannii* memiliki aktivitas biologis seperti insulin.

Hasil kromatografi GC-MS memberikan indikasi bahwa *Cinnamomum burmannii* B. asal Sumatra mengandung senyawa bioaktif yang diprediksi mampu memiliki efek antihiperglikemia karena mengandung komponen senyawa sinamaldehida.

Kesimpulan

GCMS dapat mengidentifikasi komponen senyawa bioaktif yang berasal dari wilayah produksi kayu manis yang berbeda dari Sumatra. Adanya aktivitas biologis beberapa senyawa yang teridentifikasi dari kayu manis wilayah berbeda di Sumatra. Dalam penelitian ini ekstrak akuades kayu manis berasal dari wilayah Aceh, Jambi dan Sumatra Barat teridentifikasi mengandung asam etalat, 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-, sinamaldehida, kumarin, asetil monogliserida, bis(2-ethylhexyl) platelet, itaconic anhydride dan phthalazinone yang mudah menguap. Senyawa fitokimia yang teridentifikasi dari ekstrak akuades kayu manis yang berasal dari daerah Aceh, Jambi dan Sumatra Barat dilaporkan memiliki aktivitas biologis, salah satunya senyawa sinamaldehida yang memiliki aktivitas biologis antihiperglikemia.

Daftar pustaka

- Ahmed, H. M., Ramadhani, A. M., Erwa, I. Y., Ishag, O. A. O., & Saeed, M. B. (2020). Phytochemical Screening, Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Cinnamon verum Bark. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, July, 36–43. <https://doi.org/10.9734/irjpac/2020/v21i1130222>
- Bernardo, M. A., Silva, M. L., Santos, E., Moncada, M. M., Brito, J., Proença, L., Singh, J., & De Mesquita, M. F. (2015). Effect of cinnamon tea on postprandial glucose concentration. *Journal of Diabetes Research*, 9(3): 110-117. <https://doi.org/10.1155/2015/913651>
- Boudia, F., Chouba, I., Amri, N., & Tahraoui, A. (2020). Anti-diabetic role of quercetin and cinnamon on neurobehavioral alterations and biochemical parameters of induced diabetics rats. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 8(3): 190–195. <https://doi.org/10.31893/JABB.20025>
- Ervina, M., Lie, H. S., Diva, J., Caroline, T. S., & Tewfik, I. (2019). Optimization of water extract of *Cinnamomum burmannii* bark to ascertain its in vitro antidiabetic and antioxidant activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 19(2): 101- 152. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101152>
- Fajar, A., Ammar, G. A., Hamzah, M., Manurung, R., & Abduh, M. Y. (2019). Effect of tree age on the yield , productivity, and chemical composition of essential oil from *Cinnamomum burmannii*. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 1(1), 17–22. <https://doi.org/10.5614/crbb.2019.1.1>
- Hameed, I. H., Altameme, H. J., & Mohammed, G. J. (2016). Evaluation of antifungal and antibacterial activity and analysis of bioactive phytochemical compounds of *Cinnamomum zeylanicum* (Cinnamon bark) using gas chromatography-mass spectrometry. *Oriental Journal of Chemistry*, 32(4), 1769–1788. <https://doi.org/10.13005/ojc/320406>
- Kalsum, N., Sulaeman, A., Setiawan, B., & Wibawan, I. W. T. (2016). Phytochemical Profiles of Propolis Trigona Spp . from Three Regions in Indonesia Using GC-MS. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(14), 31–37. www.iiste.org
- Kizilaslan, N., & Erdem, N. Z. (2019). The Effect of Different Amounts of Cinnamon Consumption on Blood Glucose in Healthy Adult Individuals. *International Journal of Food Science*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4138534>

- Kumar, S., Vasudeva, N., & Sharma, S. (2012). GC-MS analysis and screening of antidiabetic, antioxidant and hypolipidemic potential of Cinnamomum tamala oil in streptozotocin induced diabetes mellitus in rats. *Cardiovascular Diabetology*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-11-95>
- Liang, Y., Li, Y., Sun, A., & Liu, X. (2019). Chemical compound identification and antibacterial activity evaluation of cinnamon extracts obtained by subcritical n-butane and ethanol extraction. *Food Science and Nutrition*, 7(6), 2186–2193. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1065>
- Muhammad, D. R. A., & Dewettinck, K. (2017). Cinnamon and its derivatives as potential ingredient in functional food - a review. *International Journal of Food Properties*, 20(2): 2237–2263. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1369102>
- Plumeriastuti, H., Budiastuti, B., Effendi, M., & Budiarto, B. (2019). Identification of bioactive compound of the essential oils of Cinnamomum burmannii from several areas in Indonesia by gas chromatography-mass spectrometry method for antidiabetic potential. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 0, 1. <https://doi.org/10.5455/njppp.2019.9.1236702022019>
- Rajendiran, D., Packirisamy, S., & Gunasekaran K. (2018). A review on role of antioxidants in diabetes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(2): 48– 53. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i2.23241>
- Rao, P. V., & Gan, S. H. (2014). Cinnamon: A multifaceted medicinal plant. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. *Planta Medica*, 81(12–13): 975–994. <https://doi.org/10.1155/2014/642942>
- Sharmila, M., Rajeswari, M., Jayashree, I., & Nadu, T. (2017). Research Article GC-MS Analysis of Bioactive Compounds in the Whole Plant of Ethanolic Extract of Ludwigia perennis L. 46(24), 124–128.
- Sholihah, M., Ahmad, U., & Budiastuti, I. W. (2017). Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksidan Kulit Manggis. *JTEP Jurnal Keteknik Pertanian*, 5(2), 161–168.
- Uma, S., Lakshmi, S., Saraswathi, M. S., Akbar, A., & Mustaffa, M. M. (2011). Embryo rescue and plant regeneration in banana (Musa spp.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 105(1), 105–111. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9847-9>
- Veilleux, M. P., & Grenier, D. (2019). Determination of the effects of cinnamon bark fractions on Candida albicans and oral epithelial cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1): 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2730-2>
- Wardatun, S., Rustiani, E., Alfiani, N., & Rissani, D. (2017). Study effect type of extraction method and type of solvent to cinnamaldehyde and trans-cinnamic acid dry extract cinnamon (Cinnamomum burmannii [Nees & t, Nees]Blume). *Journal of Young Pharmacists*, 9(1): S49–S51. <https://doi.org/10.5530/jyp.2017.1s.13>