

Phytochemical Profiling of Tampoi (*Baccaurea macrocarpa* (Miq.) Mull. Arg.) Leaves Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry

Agnes Della Lumban Gaol^{1*} & Sujarwati¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

Article History

Received : June 19th, 2025

Revised : June 26th, 2025

Accepted : July 02th, 2025

*Corresponding Author: Agnes

Della Lumban Gaol, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

Email:

agnesdella79@gmail.com

Abstract: Tampoi leaves (*Baccaurea macrocarpa* (Miq.) Mull. Arg.) have been reported to contain a diverse array of phytochemicals associated with various biological activities, including antioxidant and antibacterial effects, as well as the enhancement of erythrocyte and hemoglobin levels in anemic mouse models. This study aimed to comprehensively characterize the phytochemical profile of tampoi leaves to establish a foundation for elucidating the mechanisms underlying their biological activities. Extraction was conducted using a solid phase method with methanol as the solvent. Phytochemical profiling was performed using Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LCMS/MS) in positive ionization mode, and data analysis was carried out using MassLynx software. The analysis revealed the presence of 39 phytochemical compounds in the methanolic extract of tampoi leaves. These compounds were classified into 12 major groups: coumarin, amino acid, glycosides, flavonoids, inositol, tannin, terpenoids, jasmonic acids, alkaloids, saponin, phenols, and fatty acids. Among these, terpenoids constituted the most abundant class, comprising nine compounds. Vitexin and linolenic acid exhibited the highest chromatographic peaks, indicating relatively high abundances compared to other constituents in the extract. The phytochemical profile of tampoi leaves offers a valuable basis for understanding the interactions between bioactive compounds and biological targets through in silico approaches, thereby supporting the development of phytopharmaceutical candidates.

Keywords: *Baccaurea macrocarpa*, LCMS/MS, phytochemical, Tampoi.

Pendahuluan

Penelitian terhadap tanaman sebagai sumber fitokimia telah berkembang pesat dalam dekade terakhir, terutama eksplorasi ekstrak tanaman sebagai agen terapeutik (Allaoui *et al.*, 2024). Perkembangan ini mencerminkan minat terhadap fitokimia dalam pengembangan terapi alternatif pada penyakit kronis. Identifikasi dan karakterisasi fitokimia penting untuk menghubungkan keberadaan senyawa tertentu dengan potensi biologisnya. Eksplorasi fitokimia menjadi langkah awal dalam menunjang penelitian pengembangan fitofarmaka sebagai agen terapi potensial (Singh & Shukla 2023). Tampoi (*Baccaurea macrocarpa* (Miq.)

Mull.Arg.) merupakan tanaman dari famili *Phyllanthaceae* yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai fitofarmaka karena kandungan fitokimianya yang beragam serta berbagai aktivitas biologis yang potensial.

Skrining fitokimia daun tampoi secara kualitatif menunjukkan adanya senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid (Sujarwati *et al.*, 2023). Zamzani & Triadisti (2019) melalui penelitiannya mengungkapkan adanya senyawa antrakuinon yang teridentifikasi melalui kromatografi lapis tipis. Daun tampoi telah dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis, seperti antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Bacillus cereus* (Zamzani & Triadisti 2019), antioksidan dengan

nilai IC₅₀ sebesar 4,38 ppm (Sujarwati *et al.* 2023), serta menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan jumlah eritrosit dan hemoglobin pada mencit yang diberi perlakuan anemia (Fadilla 2023).

Identifikasi fitokimia yang telah dilakukan pada daun tampoi masih bersifat umum dan belum mengungkap senyawa spesifik yang berkontribusi terhadap berbagai aktivitas biologisnya. Identifikasi fitokimia secara komprehensif penting untuk memfasilitasi pengembangan terapi alami. Identifikasi fitokimia secara komprehensif dapat dilakukan melalui pendekatan analitik modern seperti *Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry* (LCMS/MS) (Syarpin *et al.*, 2023). LCMS/MS merupakan teknik analisis resolusi tinggi yang menggabungkan keunggulan kromatografi cair untuk pemisahan senyawa dan spektrometri massa untuk identifikasi serta karakterisasi masa molekul senyawa (Madhuri *et al.*, 2024).

Data profil fitokimia yang dihasilkan oleh LCMS/MS bermanfaat untuk mengevaluasi sifat fisiologis fitokimia, bioprospeksi dan potensi tanaman sebagai sumber agen terapeutik (Mohan & Devi 2024). Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan identifikasi profil fitokimia daun tampoi secara komprehensif menggunakan LCMS/MS untuk mendukung pemanfaatannya sebagai kandidat fitofarmaka baru.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2024 hingga Februari 2025 di dua lokasi. Sampel daun tampoi diperoleh dari kawasan Kampus Universitas Riau, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru. Proses ekstraksi dan analisis sampel menggunakan LCMS/MS dilakukan di Pusat Laboratorium Forensik, Jalan Raya Babakan Madang No. 67, Cipambuan, Sentul, Bogor.

Alat dan Bahan

Penelitian ini merupakan studi eksploratif laboratorium. Penelitian ini menggunakan satu sampel untuk dianalisis menggunakan metode LCMS/MS dan tidak melibatkan analisis statistik. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah grinder, timbangan digital, saringan 40

mesh, instrumen LCMS/MS, software Masslynx versi 4.1, database PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>), Chemspider (<https://www.chemspider.com/>), dan *The Human Metabolome Database* (HMDB) (<https://www.hmdb.ca/>).

Ekstraksi dan Analisis LCMS/MS

Daun tampoi yang telah dikumpulkan dikeringkan pada suhu ruang selama tujuh hari. Setelah kering, daun dihaluskan lalu diayak dengan saringan 40 mesh. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode *Solid Phase Extraction* yang terdiri atas enam tahapan. Tahap pertama adalah preparasi sampel dengan melarutkan 1 gram serbuk simplisia ke dalam 3 mL akuades, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex selama 2 menit. Larutan yang dihasilkan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 2 menit, dan supernatan yang diperoleh digunakan untuk tahap *elution*. Tahap kedua adalah *conditioning* dengan menginjektikan 2 mL metanol ke dalam *cartridge* SPE. Tahap ketiga adalah *equilibration*, dilakukan dengan menginjektikan 2 mL akuades. Tahap keempat adalah pemuatan sampel (*loading*) dengan memasukkan supernatan ke dalam *cartridge*. Selanjutnya dilakukan tahap *washing* menggunakan 1 mL metanol 5%. Tahap terakhir adalah *elution* dengan menginjektikan 2 mL metanol 100% ke dalam *cartridge*. Larutan hasil elusi ditampung dalam gelas beaker untuk dianalisis LCMS/MS.

Analisis profil fitokimia dilakukan menggunakan instrumen UPLC-QToF-MS yang dilengkapi analisator QToF serta menggunakan ionisasi elektropray bermuatan positif sebagai sumber ionisasi. Pemisahan senyawa dilakukan pada kolom acquity C18 berukuran 1,8 µm; 2,1 × 150 mm. Eluen yang digunakan merupakan campuran dari dua fase: (A) air (grade HPLC) yang mengandung asam format (99,9:0,1 v/v) dan (B) asetonitril yang mengandung asam format (99,9:0,1 v/v), dengan sistem elusi gradien. Suhu sumber ionisasi diatur pada 100°C, sedangkan suhu desolvasi diatur pada 350°C. Sampel ekstrak sebanyak 5 µL diinjeksi ke dalam sistem UPLC-MS. Pengolahan data kromatogram dilakukan menggunakan perangkat lunak MassLynx versi 4.1 (Waters, Massachusetts, USA).

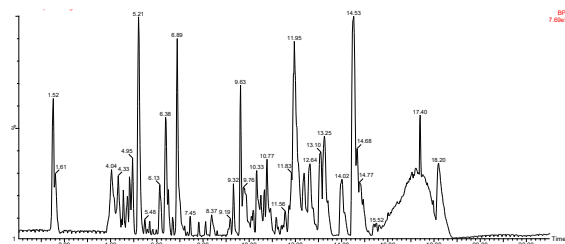
Analisis Data LCMS/MS

Tahapan analisis dimulai dengan mengonversikan kromatogram dari tampilan kromatogram ion total menjadi tampilan intensitas puncak dasar. Setiap puncak pada kromatogram dianalisis berdasarkan waktu retensi untuk menampilkan spektrum masa. Konfirmasi senyawa dilakukan berdasarkan kecocokan fragmen MS/MS dengan nilai ketidaktepatan kurang dari 5 ppm. Proses ini dilakukan dengan membandingkan spektra fragmentasi energi rendah (*parent ion*) dan energi tinggi (*daughter ion*) sampel dengan spektra dalam *database* Pubchem, HMDB, dan MassBank.

Hasil dan Pembahasan

Kromatogram LCMS/MS

Prinsip pemisahan analit dalam sampel menggunakan instrumen LCMS/MS didasarkan pada perbedaan kepolaran masing-masing analit. Perbedaan ini menyebabkan setiap analit mencapai detektor dengan waktu retensi yang berbeda-beda, sehingga teramati sebagai puncak-puncak terpisah dalam kromatogram (Gambar 1).



Gambar 1. Kromatogram ekstrak metanol daun tampoi

Setiap puncak dalam kromatogram merepresentasikan senyawa yang terelusi pada waktu tertentu. Puncak kromatogram tertinggi muncul pada retensi 5,211 dan 14,765 menit. Hasil ini mengindikasikan senyawa yang terelusi pada waktu tersebut merupakan komponen dominan dalam sampel. Putri *et al.*, (2025) dalam penelitiannya mengungkapkan dalam identifikasi daun cempedak (*Artocarpus integer*) menggunakan LCMS/MS diketahui senyawa Artonin D memiliki puncak tertinggi dalam kromatogram. Puncak kromatogram dengan intensitas tinggi pada analisis LCMS/MS menunjukkan bahwa ion dari suatu senyawa terdeteksi dalam jumlah besar, yang

mengindikasikan konsentrasi relatif senyawa tersebut tinggi dalam matriks sampel (Gqamana & Zhang 2023).

Senyawa pada Ekstrak Daun Tampoi

Penelitian berhasil mengidentifikasi sebanyak 39 senyawa dalam ekstrak metanol daun tampoi, yang diklasifikasikan ke dalam 12 golongan senyawa. Golongan tersebut diantaranya kumarin, asam amino, glikosida, flavonoid, inositol, tanin, terpenoid, asam jasmonat, alkaloid, saponin, fenol, dan asam lemak. Terpenoid merupakan golongan yang paling banyak teridentifikasi dalam ekstrak metanol daun tampoi. Berdasarkan kromatogram (Gambar 1), dua puncak tertinggi muncul pada waktu retensi 5,211 dan 14,765 menit, yang masing-masing diidentifikasi sebagai vitexin dan linolenic acid.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun tampoi mengandung beragam fitokimia. Mann *et al.*, (2015) dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa buah *Baccaurea sapida* mengandung berbagai fitokimia, di antaranya asam askorbat, asam kafeat, asam klorogenat, asam sinamat, asam galat, mirisetin, asam p-kumarat, kuersetin, asam salisilat, dan asam sinapat. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Chen *et al.*, (2023) mengidentifikasi sebanyak 541 fitokimia dalam daging buah *Baccaurea ramiflora*. Komponen yang terdeteksi meliputi karbohidrat, asam organik, asam amino, vitamin, flavonoid, fenol, asam fenolat, fenilpropanoid, steroid dan terpenoid. Penelitian ini juga mengungkapkan keberadaan senyawa procyanidin B1, yang turut teridentifikasi pada ekstrak daun tampoi.

Senyawa yang ditemukan dalam ekstrak daun tampoi telah dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis dan potensi sebagai agen terapeutik. Tanaman dari famili *Phyllanthaceae* dikenal dengan kandungan flavonoidnya yang signifikan berkontribusi pada berbagai aktivitas farmakologis, terutama sifat antioksidan (Husnunnisa *et al.*, 2022). Senyawa vitexin yang ditunjukkan dengan puncak tertinggi pada kromatogram telah dilaporkan memiliki potensi antikanker terhadap karsinoma hepatoseluler dengan penghambat faktor transkripsi sinyal STAT3 dan mengurangi invasi sel (Lee *et al.*, 2020). Remigante *et al.*, (2022) melalui penelitiannya mengungkapkan bahwa senyawa quercetin memiliki aktivitas antioksidan dengan

menghambat peroksidasi lipid akibat stress oksidatif dalam membran eritrosit. Penelitian Chourasia *et al.*, (2021) melaporkan senyawa catechin memiliki aktivitas antivirus terhadap SARS-CoV-2 dan efek antiinflamasi yang

bekerja secara profilaksis. Shi *et al.*, (2021) melalui penelitiannya mengungkapkan bahwa senyawa isoquercetin dilaporkan memiliki potensi terapeutik pada stroke iskemik dengan menekan respons inflamasi.

Tabel 1. Hasil profil fitokimia ekstrak metanol daun tampoi menggunakan LCMS/MS

Waktu retensi (menit)	Measured mass	Calculated mass	Rumus Molekul	Nama Senyawa
Kumarin				
1,759	219,0286	219,0293	C11H6O5	5-methoxy-8-hydroxypsoralen
Asam amino				
1,759	118,0878	118,0868	C5H11NO2	Valine
Glukosida				
1,520	381,0805	381,0822	C17H16O10	9-Hydroxy-7-oxo-7H-furo[3,2-g]chromen-4-yl β-D-glucopyranoside
1,520	455,1171	455,1190	C20H22O12	3-Methoxy-4-hydroxyphenyl 6-O- (3,4,5-trihydroxybenzoyl)-beta-D-glucopyranoside
Flavonoid				
4,332	291,0885	291,0927	C15H14O6	Catechin
4,550	595,1656	595,1663	C27H30O15	Kaempferol-3-O-rutinoside
4,952	449,1089	449,1084	C21H20O11	Quercitrin
5,211	433,1134	433,1135	C21H20O10	Vitexin
5,253	303,0514	303,0505	C15H10O7	Quercetin
5,253	465,1034	465,1033	C21H20O12	Isoquercetin
9,626	291,1967	291,1960	C18H26O3	1-(3,4-Dimethoxyphenyl)dec-4-en-3-one
9,760	375,1075	375,1080	C19H18O8	5,8-Dihydroxy-3,3',4',7-tetramethoxyflavone
Inositol				
4,642	195,0892	195,0869	C7H14O6	D-pinitol
Tanin				
4,044	579,1503	579,1503	C30H26O12	Procyanidin B1
Terpenoid				
5,707	177,1643	177,1643	C13H20	Megastigma-4,6(Z),8(E)-triene
6,182	217,1090	217,1076	C10H16O5	(2R,3R,5S)-5-(carboxymethyl)-2,3,5-trimethyloxolane-2-carboxylic acid
6,379	197,1190	197,1178	C11H16O3	Loliolide
7,341	219,1748	219,1749	C15H22O	Calamusenone
7,454	247,1344	247,1344	C15H18O3	Santonin
8,115	285,1717	285,1714	C15H24O5	Dihydroartemisinin
8,839	179,1428	179,1436	C12H18O	2,5-diisopropylphenol
8,839	309,1741	309,1702	C17H24O5	Dihydrocumambrin A
9,317	181,1241	181,1229	C11H16O2	Jasmolone
Asam jasmonat				
6,885	213,1504	213,1491	C12H20O3	Dihydrojasmonic acid
7,806	227,1296	227,1283	C12H18O4	12-hydroxyjasmonic acid
8,375	293,2124	293,2117	C18H28O3	12-oxo-phytodienoic acid
14,765	279,2329	279,2324	C18H31O2	Linolenic acid
Alkaloid				
6,680	220,1710	220,1701	C14H21NO	Sedamine
7,207	614,3379	614,3329	C34H47NO ₉	Chasmaconitin
9,844	225,1979	225,1967	C13H24N2O	Cuscohygrine

10,484	286,1449	286,1443	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	Coclaurine
Saponin				
7,341	439,2306	439,2332	C ₂₃ H ₃₄ O ₈	Tenuifolin I
Fenol				
7,806	209,1190	209,1178	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	Elemicin
8,614	165,1286	165,1279	C ₁₁ H ₁₆ O	4-(2-methylbutan-2-yl)phenol
10,174	289,1813	289,1804	C ₁₈ H ₂₄ O ₃	3-(3,7-dimethylocta-2,6-dienyl)-4-methoxybenzoic acid
11,208	309,2078	309,2066	C ₁₈ H ₂₈ O ₄	5-O-Methylembelin
Asam lemak				
8,375	275,2000	275,2011	C ₁₈ H ₂₆ O ₂	(E)-octadec-13-en-9,11-diynoic acid
11,953	277,2176	277,2168	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	Octadeca-6,9,12,15-tetraenoic acid
15,497	341,3064	341,3056	C ₂₁ H ₄₀ O ₃	Methyl 2-(6-tridecyloxan-2-yl)acetate

Penelitian Hu *et al.*, (2020) melaporkan bahwa kaempferol-3-o-rutinoside memiliki aktivitas antiinflamasi yang bekerja dengan menghambat proses peradangan, sehingga berpotensi untuk diterapkan dalam pencegahan dan pengobatan penyakit yang berkaitan dengan peradangan. Senyawa golongan terpenoid pada daun tampoi juga dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis. Silva *et al.* (2021) melalui penelitiannya mengungkapkan bahwa senyawa loliolide mampu mencegah disfungsi mitokondria. Penelitian Ramdhani & Kusuma (2021) melaporkan studi molekuler *docking* senyawa santonin memiliki aktivitas antikanker melalui mekanisme inhibisi terhadap reseptor *Procaspase 7*.

Haque *et al.*, (2024) melalui penelitiannya mengungkapkan studi *in silico* senyawa d-pinitol menunjukkan kemampuan antiinflamasi dengan menekan aktivitas COX-2 yang berperan dalam mekanisme inflamasi. Selain itu, terdapat juga senyawa coclaurine yang juga dilaporkan berpotensi sebagai agen terapi kanker kolorektal (Alzahrani & Alghamdi 2022). Lei *et al.*, (2023) dalam penelitiannya menyatakan bahwa senyawa procyanidin B1 mampu memicu apoptosis dan menghentikan siklus sel tumor kolorektal pada fase S dan secara signifikan menghambat pertumbuhan tumor. Villa *et al.*, (2022) pada penelitiannya mengungkapkan bahwa konsumsi linolenic acid dalam diet dapat menurunkan kadar kolesterol total, kolesterol LDL, trigliserida, dan tekanan darah.

Senyawa yang teridentifikasi pada daun tampoi telah dilaporkan berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman. Linolenic acid, dihydrojasmonic acid, 12-oxo-phytodienoic acid dan 12-hydroxyjasmonic acid tergolong

fitohormon asam jasmonat yang terlibat dalam respon terhadap cekaman. Linolenic acid merupakan prekursor utama asam jasmonat. Senyawa ini dikonversi menjadi 12-oxo-phytodienoic acid, yang selanjutnya menginisiasi jalur pensinyalan pertahanan terhadap cekaman suhu tinggi serta berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman (Monte *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil identifikasi profil fitokimia menggunakan LCMS/MS, ekstrak daun tampoi memiliki fitokimia yang beragam dan berpotensi sebagai agen terapeutik alami. Identifikasi profil fitokimia pada daun tampoi menjadi petunjuk untuk memahami interaksi fitokimia dengan target biologis dalam pengembangan fitofarmaka.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak metanol daun tampoi memiliki 39 fitokimia yang diklasifikasikan ke dalam 12 golongan. Senyawa yang teridentifikasi tergolong kumarin, asam amino, glikosida, flavonoid, inositol, tanin, terpenoid, asam jasmonat, alkaloid, saponin, fenol, dan asam lemak. Golongan terpenoid merupakan golongan senyawa yang paling banyak teridentifikasi pada ekstrak daun tampoi, yakni sebanyak 9 senyawa. Senyawa vitexin dan linolenic acid menunjukkan puncak kromatogram tertinggi, yang mengindikasikan kelimpahan relatif yang tinggi dibandingkan senyawa lainnya dalam ekstrak metanol daun tampoi. Profil fitokimia daun tampoi dapat menjadi dasar untuk memahami interaksi senyawa bioaktif dengan target biologis melalui studi *in silico*, yang berperan penting dalam pengembangan fitofarmaka.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Laboratorium Forensik Bogor, Jurusan Biologi Universitas Riau, serta semua pihak yang telah memberikan kontribusi penting dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Allaoui, E., Ahmadi, H., Abdouni, A., Dira, I., El Bastrioui, M., Bouhrim, M., & Haboubi, K. (2024). Trends and Insights in Medicinal Plant Extract Research: A Ten-Year Bibliometric and Visualization Study. *Horticulturae*, 10(11), 1163. <https://doi.org/10.3390/horticulturae1011163>
- Alzahrani, H., Alghamdi, A. (2022). In Silico Molecular Docking Analysis of the Potential Role of Reticuline and Coclaurine as Anti-Colorectal Cancer Alkaloids. *J Pharm Res Int*, 34(3), 33-42. 10.9734/JPRI/2022/v34i1A35344
- Allaoui, E., Ahmadi, H., Abdouni, A., Dira, I., El Bastrioui, M., Bouhrim, M., & Haboubi, K. (2024). Trends and Insights in Medicinal Plant Extract Research: A Ten-Year Bibliometric and Visualization Study. *Horticulturae*, 10(11), 1163. <https://doi.org/10.3390/horticulturae1011163>
- Chen, J., Wu, F., Wang, H., Guo, C., Zhang, W., Luo, P., & Huang, J. (2023). Identification of Key Taste Components in *Baccaurea ramiflora* Lour. Fruit Using Non-Targeted Metabolomics. *Food Science and Human Wellness*, 12(1), 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.027>
- Chourasia, M., Koppula, P. R., Battu, A., Ouseph, M. M., & Singh, A. K. (2021). EGCG, a Green Tea Catechin, as a Potential Therapeutic Agent for Symptomatic and Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection. *Molecules*, 26(5), 1200. <https://doi.org/10.3390/molecules26051200>
- Fadilla, V. (2023). Efek Ekstrak Daun Tampoi (*Baccaurea macrocarpa* (Miq) Mull. Arg) Terhadap Hematologi Mencit (*Mus musculus* L.) Anemia. Universitas Riau
- Gqamana, P. P., & Zhang, Y. V. (2023). High-Throughput Comprehensive Quantitative LC-MS/MS Analysis of Common Drugs and Metabolites (62 Compounds) in Human Urine. In *Clinical Applications of Mass Spectrometry in Drug Analysis: Methods and Protocols* (pp. 215-227). https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3541-4_20
- Haque, F., Nashar, A., Akbor, S., Alfaifi, M., Bappi, H., & Chowdhury, K. (2024). Antiinflammatory Activity of D-Pinitol Possibly Through Inhibiting COX-2 Enzyme: in Vivo and in Silico Studies. *Frontiers in Chemistry*, 12(8), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1366844>
- Hu, W. H., Dai, D. K., Zheng, B. Z. Y., Duan, R., Chan, G. K. L., Dong, T. T. X., Tsim, K. W. K. (2021). The Binding of Kaempferol-3-O-Rutinoside to Vascular Endothelial Growth Factor Potentiates Anti-Inflammatory Efficiencies in Lipopolysaccharide-Treated Mouse Macrophage RAW264. 7 Cells. *Phytomedicine*, 80, 153400. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2020.153400>
- Husnunnisa, H., Hartati, R., Mauludin, R., & Insanu, M. (2022). A review of the Phyllanthus Genus Plants: Their Phytochemistry, Traditional Uses, and Potential Inhibition of Xanthine Oxidase. *Pharmacia*, 69(3), 681-687. 10.3897/pharmacia.69.e87013
- Lee, J. H., Mohan, C. D., Shanmugam, M. K., Rangappa, S., Sethi, G., Siveen, K. S., & Ahn, K. S. (2020). Vitexin Abrogates Invasion and Survival of Hepatocellular Carcinoma Cells Through Targeting STAT3 Signaling Pathway. *Biochimie*, 175, 58-68. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2020.05.006>
- Lei, Y., Deng, X., Zhang, Z., & Chen, J. (2023). Natural product procyanidin B1 as an antitumor drug for effective therapy of colon cancer. *ExpErimEntal and thErapEutic mEdicinE*, 26(5), 506. <https://doi.org/10.3892/etm.2023.12205>
- Liu, W., & Park, S. W. (2021). 12-oxo-Phytodienoic Acid: a Fuse and/or Switch

- p of Plant Growth and Defense Responses.
- Frontiers in Plant Science*
- , 12, 724079.
- <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.724079>
- Mann, S., Sharma, A., Biswas, S., & Gupta, K. (2015). Identification and Molecular Docking Analysis of Active Ingredients with Medicinal Properties from Edible *Baccaurea sapida*. *Bioinformation*, 11(9), 437-449. <https://doi.org/10.6026/97320630011437>
- Mohan, C., & Devi, S. (2024). LC-MS and HPTLC Profile of Crude Ethanol Extract of Plant *Michelia champaca* Linn. *Pharmacognosy Research*, 16(3). 10.5530/pres.16.3.59
- Putri, M. A. H., Tilarso, D., & Sari, T. A. (2025). Analisis Profil Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis dan LC-MS: Analysis Of Secondary Metabolites Compound Profile Of Cempedak Leaf Extract (*Artocarpus integer*) Using Uv-Vis Spectrophotometer And LC-MS Methods. *Media Farmasi*, 21(1), 63-72. <https://doi.org/10.32382/mf.v21i1.975>
- Ramdhani, D., & Kusuma, S. A. F. (2021). Anticancer Activity of Santonin by Molecular Docking Method. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 10(8), 953-960. 10.20959/wjpr20218-20859
- Remigante, A., Spinelli, S., Basile, N., Caruso, D., Falliti, G., Dossena, S., & Morabito, R. (2022). Oxidation Stress as a Mechanism of Aging in Human Erythrocytes: Protective Effect of Quercetin. *International Journal of Molecular Sciences* 23(14):77-87. <https://doi.org/10.3390/ijms23147781>
- Shi, Y., Chen, X., Liu, J., Fan, X., Jin, Y., Gu, J., & Wang, C. (2021). Isoquercetin Improves Inflammatory Response in Rats Following Ischemic Stroke. *Frontiers in neuroscience*, 15, 555543. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.555543>
- Silva, J., Alves, C., Martins, A., Susano, P., Simões, M., Guedes, M., & Pedrosa, R. (2021). Loliolide, a New Therapeutic Option for Neurological Diseases in Vitro Neuroprotective and Anti-Inflammatory Activities of a Monoterpenoid Lactone Isolated from *Codium tomentosum*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 1888. <https://doi.org/10.3390/ijms22041888>
- Singh, M., & Shukla, M. K. (2023). Pharmacologically Active Phytochemicals in Common Medicinal Plants-A Review. *Flora And Fauna*, 29(2), 239-244. <https://doi.org/10.33451/florafauna.v29i2.pp239-244>
- Sorapalli, S. K., Kagitha, K. B., Doddi, N. S., Alla, M., Nagidi, M., & Gope, E. R. (2024). A Review of Liquid Chromatography-Mass Spectrometry and its Applications in Chemical Analysis. *Journal of Pharma Insights and Research*, 2(6), 025-032. <https://doi.org/10.69613/grelzt18>
- Sujarwati, Isda, MN., Rahmadhani, DT., & Rohmah, U. (2023). Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Tampoi Leaves (*Baccaurea macrocarpa* (Miq.) Mull. Arg) by Leaf Age and Solvent Type. *Jurnal Sains Natural*, 13(3), 126-133. <https://doi.org/10.31938/jsn.v13i3.430>
- Syarpin, S., Permatasari, S., & Pujiyanto, D.A. (2023). Analysis of Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity from the Fractions of Luvunga Sarmentosa Root Extract Using LCMS/MS. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(2), 733-740. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240208>
- Vila, A., Fleming, J., Kris-Etherton, P., & Ros, E. (2022). Impact of α -linolenic acid, the vegetable ω -3 fatty acid, on cardiovascular disease and cognition. *Advances in nutrition*, 13(5), 1584-1602. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac016>
- Zamzani, I., & Triadisti, N. (2019). Antibacterial Activity of Extract and Fraction of *Baccaurea macrocarpa* Leaf on *Escherichia coli* and *Bacillus cereus*. *Proceeding ISETH (International Summit on Science, Technology, and Humanity)*, 551-556. <https://doi.org/10.23917/iseth.14>