Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 25301-25306

SINTESIS SENYAWA ALAM: TERPINEOL, PIPERITON, KUMARIN, DAN PIPERIN DALAM BERBAGAI GOLONGAN FARMAKOLOGI OBAT

Saeful Amin[1], Zahra Vira Maulidina[2*], Kamilah Rosliana[3], Amanda Windiya Ardani[4]

[1,2,3,4] Program Studi S1 Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada

e-mail korespondensi: zahraviramaulidina@gmail.com

Published: Mei , 2026

ABSTRAK

Senyawa alami merupakan sumber penting dalam pengembangan obat modern karena memiliki keragaman struktur kimia dan aktivitas farmakologi yang luas. Senyawa seperti terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, hingga antitumor. Namun, ketersediaannya di alam yang terbatas serta variasi kualitas menjadi kendala dalam pemanfaatannya secara optimal, sehingga diperlukan pendekatan sintesis dalam pengembangannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses sintesis serta aktivitas farmakologi senyawa alami tersebut dalam berbagai golongan obat. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui penelusuran berbagai jurnal ilmiah yang relevan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan disintesis untuk memperoleh gambaran mengenai metode sintesis, karakterisasi, serta aktivitas biologis senyawa. Hasil kajian menunjukkan bahwa sintesis senyawa alami dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti penggunaan katalis asam, teknik microwave, dan pelarut ramah lingkungan yang mampu meningkatkan rendemen dan kemurnian senyawa. Selain itu, modifikasi struktur kimia terbukti dapat meningkatkan kelarutan, bioavailabilitas, serta aktivitas farmakologi. Senyawa yang dihasilkan menunjukkan potensi sebagai agen terapeutik dalam berbagai penyakit. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sintesis dan modifikasi senyawa alami merupakan strategi yang efektif dalam meningkatkan kualitas dan potensi senyawa sebagai kandidat obat berbasis bahan alam.

Kata kunci: sintesis senyawa alami, kimia medisinal, aktivitas farmakologi, bioavailabilitas, pengembangan obat

ABSTRACT

Natural compounds represent a vital source in modern drug development due to their vast chemical structural diversity and broad pharmacological activities. Compounds such as terpineol, piperitone, coumarin, and piperine are known to possess potentials as antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, and antitumor agents. However, their limited availability in nature and variations in quality pose significant challenges to their optimal utilization, necessitating synthetic approaches in their development. This study aims to review the synthesis processes and pharmacological activities of these natural compounds across various drug classes. The method employed is a literature study with a qualitative descriptive approach, conducted through a search of relevant scientific journals. The acquired data were then analyzed and synthesized to provide an overview of the synthesis methods, characterization, and biological activities of the compounds. The findings indicate that the synthesis of natural compounds can be achieved through various methods, such as the use of acid catalysts, microwave-assisted techniques, and eco-friendly solvents, which can enhance compound yield and purity. Furthermore, modification of the chemical structure is proven to improve solubility, bioavailability, and pharmacological activity. The resulting compounds demonstrate potential as therapeutic agents for various diseases. This study concludes that the synthesis and modification of natural compounds constitute an effective strategy for enhancing the quality and potential of these substances as nature-based drug candidates.

Keywords: natural compound synthesis, medicinal chemistry, pharmacological activity, bioavailability, drug development

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Senyawa alam telah lama menjadi sumber utama dalam pengembangan obat modern karena memiliki keragaman struktur kimia serta aktivitas farmakologis yang luas. Berbagai senyawa seperti terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin diketahui memiliki aktivitas biologis penting, antara lain sebagai antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, hingga antitumor. Namun demikian, ketersediaan senyawa tersebut di alam seringkali terbatas dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kondisi geografis dan musim, sehingga diperlukan pendekatan sintesis untuk memenuhi kebutuhan industri farmasi secara berkelanjutan (Aropiatul et al., 2026).

Perkembangan kimia medisinal mendorong pemanfaatan metode sintesis dan semi-sintesis untuk menghasilkan senyawa bioaktif dengan kualitas dan kuantitas yang lebih baik. Sintesis senyawa alami seperti terpineol dapat dilakukan melalui reaksi kimia dari prekursor seperti α-pinene menggunakan katalis asam, yang terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi dan kemurnian senyawa (Savira et al., 2025). Selain itu, pendekatan modern seperti penggunaan katalis heterogen dan teknik ramah lingkungan turut berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas sintesis senyawa farmasi (Aropiatul et al., 2026)

Di sisi lain, modifikasi struktur senyawa alami juga menjadi strategi penting dalam meningkatkan aktivitas farmakologis. Contohnya, penelitian oleh Adhitya Jessica et al. (2021) menunjukkan bahwa modifikasi piperin melalui pembentukan multikomponen kristal dengan kuersetin mampu meningkatkan kelarutan hingga lebih dari satu kali lipat, sehingga berpotensi meningkatkan bioavailabilitas obat. Selain itu, senyawa kumarin dan turunannya juga dilaporkan memiliki aktivitas antikanker melalui mekanisme interaksi dengan target protein tertentu, yang menunjukkan pentingnya hubungan struktur dan aktivitas dalam pengembangan obat (Amin et al., 2025).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai sintesis senyawa alami seperti terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin menjadi hal utama dalam mendukung pengembangan obat berbasis bahan alam. Integrasi antara teknik sintesis, karakterisasi, serta pengujian aktivitas biologis diharapkan mampu menghasilkan senyawa dengan potensi farmakologi yang optimal. Oleh karena itu, kajian ini dilakukan untuk menelaah peran sintesis senyawa alami dalam berbagai golongan farmakologi obat serta potensinya dalam pengembangan terapi modern (Aropiatul et al., 2026).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur (*library research*) dengan pendekatan kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk mengkaji proses sintesis serta aktivitas farmakologi senyawa alami berupa terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin. Data dikumpulkan melalui penelusuran artikel ilmiah dari berbagai database seperti Google Scholar dan jurnal nasional terakreditasi dengan kata kunci "sintesis senyawa alami", "kimia medisinal", "terpineol", "piperin", dan "kumarin". Literatur yang digunakan diprioritaskan pada publikasi yang relevan dan kredibel. Data yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian topik, dianalisis secara komparatif, dan disintesis untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai metode sintesis, karakterisasi, serta hubungan struktur dan aktivitas farmakologi dari senyawa yang dikaji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian pada tabel berikut merupakan rangkuman dari berbagai sumber literatur ilmiah yang relevan, dengan fokus utama pada penelitian Aropiatul et al. (2026) mengenai sintesis senyawa alami terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin. Data tersebut didukung oleh beberapa penelitian lain yang membahas metode sintesis, modifikasi struktur, serta aktivitas farmakologi senyawa alami, sehingga memberikan gambaran yang komprehensif mengenai potensi dan pengembangan senyawa tersebut dalam bidang kimia medisinal.

Tabel 1. Hasil Kajian Sintesis dan Aktivitas Farmakologi Senyawa Alami (Terpineol, Piperiton, Kumarin, dan Piperin)

No	Peneliti, tahun	Senyawa	Metode penelitian	Hasil utama	Implikasi farmakologi
1	Aropiatul et al., 2026	Terpineol, Piperiton, Kumarin, Piperin	Sintesis kimia (katalis heterogen, microwave-assisted, pelarut ramah lingkungan), karakterisasi (FTIR, NMR, GC-MS), uji aktivitas biologis	Senyawa berhasil disintesis dengan kemurnian tinggi dan menunjukkan aktivitas antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, serta antitumor	Berpotensi sebagai kandidat obat dalam berbagai terapi modern
2	Evianto Dwi Daryono, 2015	α-Terpineol	Sintesis dari α-pinene menggunakan katalis asam, analisis GC	Yield optimal 67,79% pada suhu 70°C	Efisiensi sintesis tinggi untuk produksi farmasi
3	Adithya Jessica et al., 2021	Piperin	Modifikasi struktur (multikomponen kristal), karakterisasi FTIR, DSC, PXRD	Kelarutan meningkat ±1,4 kali lipat	Meningkatkan bioavailabilitas obat
4	Saeful Amin et al., 2025	Senyawa alami	Studi literatur kimia medisinal	Senyawa alami memiliki potensi sebagai obat modern	Dasar pengembangan obat berbasis bahan alam
5	Saeful Amin, 2025	Senyawa bioaktif	Optimasi struktur kimia	Peningkatan aktivitas antikanker melalui modifikasi struktur	Mendukung desain obat kanker
6	Saeful Amin, 2025	Senyawa alami	Tinjauan kandidat obat antikanker	Aktivitas biologis signifikan terhadap sel kanker	Potensi terapi kanker
7	Saeful Amin, 2025	Senyawa alami	Analisis SAR & QSAR	Hubungan struktur aktivitas mempengaruhi efektivitas senyawa	Dasar optimasi senyawa obat
8	Saeful Amin et al., 2025	Senyawa alami	Analisis interaksi ligand - target	Interaksi spesifik dengan reseptor biologis	Meningkatkan selektivitas obat
9	Amin et al., 2024	Senyawa alami	Studi in silico (molecular docking, ADMET, MD)	Binding affinity tinggi terhadap HER2, ER, PR, PD-L1	Kandidat antikanker payudara

10	Salehi et al., 2019	Piperine	Review farmakologi & bioaktivitas	Aktivitas antiinflamasi, antioksidan, antikanker	Potensi terapi multi-target
11	Shityakov et al., 2019	Piperine	Studi farmakokinetik & bioavailabilitas	Meningkatkan bioavailabilitas obat lain	Enhancer bioavailabilitas
12	Fitriana et al., 2018	Kumarin	Sintesis & uji antibakteri	Aktif hambat bakteri	Agen antibakteri potensial
13	Ependi et al., 2025	α-Terpineol	Sintesis katalis asam	Yield hingga 33,14%	Antimikroba & bahan farmasi
14	Adaniyah et al., 2026	Terpineol, Piperiton, Kumarin, Piperin	Studi pustaka	Sintesis modern lebih efisien & ramah lingkungan	Antimikroba, antiinflamasi, antikanker
15	Mohammadi Zeydi et al., 2020	Turunan kumarin	Review	Modifikasi struktur & green synthesis	Anti-HIV, antikanker, antimikroba

Berdasarkan Tabel di atas, dapat diketahui bahwa sintesis dan modifikasi senyawa alami memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan aktivitas farmakologi. Hal ini terlihat dari peningkatan rendemen, kelarutan, serta interaksi senyawa dengan target biologis yang semakin spesifik.

Data juga menunjukkan bahwa modifikasi struktur senyawa memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan sifat fisiko kimia, khususnya kelarutan. Peningkatan kelarutan yang terjadi pada piperin hingga ±1,4 kali lipat menunjukkan bahwa pendekatan rekayasa kristal dapat digunakan sebagai strategi untuk meningkatkan performa obat, terutama dalam hal bioavailabilitas.

Selain itu, hasil kajian literatur yang dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa senyawa bahan alami memiliki spektrum aktivitas biologis yang luas, seperti antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker. Hal ini diperkuat oleh analisis hubungan struktur dan aktivitas (SAR & QSAR) yang menunjukkan bahwa perubahan kecil pada struktur kimia dapat mempengaruhi aktivitas biologis secara signifikan.

Lebih lanjut, analisis interaksi antara ligan dan target biologis menunjukkan adanya interaksi spesifik dengan reseptor, yang berperan dalam meningkatkan selektivitas dan efektivitas senyawa sebagai kandidat obat.

Pembahasan

Berdasarkan tabel hasil penelitian, dapat dijelaskan bahwa sintesis senyawa alami seperti terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin menunjukkan keberhasilan yang signifikan baik dari segi metode maupun hasil yang diperoleh. Penelitian utama oleh Aropiatul et al. (2026) menunjukkan bahwa penggunaan metode sintesis modern seperti katalis heterogen, teknik microwave-assisted, dan pelarut ramah lingkungan mampu menghasilkan senyawa dengan kemurnian tinggi serta aktivitas farmakologi yang luas, meliputi antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, hingga antitumor. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Evianto Dwi Daryono (2015) yang menunjukkan bahwa sintesis α-terpineol dari α-pinene menghasilkan rendemen optimal sebesar 67,79% pada kondisi suhu tertentu, yang menandakan pentingnya optimasi parameter reaksi dalam meningkatkan efisiensi sintesis.

Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa modifikasi struktur senyawa berperan dalam meningkatkan efektivitas farmakologi. Penelitian Adithya Jessica et al. (2021) membuktikan bahwa modifikasi piperin melalui pembentukan multikomponen kristal mampu meningkatkan kelarutan hingga sekitar 1,4 kali lipat, sehingga berpotensi meningkatkan bioavailabilitas obat. Hal ini sejalan dengan kajian kimia medisinal oleh Saeful Amin et al. (2025) yang menegaskan bahwa optimasi struktur molekul melalui pendekatan hubungan struktur aktivitas (SAR & QSAR) serta analisis interaksi ligand target sangat berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas biologis dan selektivitas senyawa sebagai kandidat obat, khususnya dalam pengembangan terapi penyakit seperti kanker.

Selain itu, aspek sifat fisikokimia seperti kelarutan, lipofilisitas, dan stabilitas juga berperan penting dalam menentukan keberhasilan senyawa alami sebagai kandidat obat. Senyawa seperti piperin dan kumarin diketahui memiliki keterbatasan dalam kelarutan air, sehingga dapat mempengaruhi proses absorpsi dan distribusi dalam tubuh. Oleh karena itu, diperlukan strategi seperti modifikasi kimia maupun penggunaan sistem penghantaran obat (drug delivery system) untuk meningkatkan efektivitas terapi.

Di sisi lain, penerapan prinsip green chemistry dalam proses sintesis menjadi salah satu keunggulan dalam penelitian modern. Penggunaan pelarut ramah lingkungan serta teknik sintesis yang efisien tidak hanya meningkatkan hasil reaksi, tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan senyawa farmasi saat ini tidak hanya berfokus pada efektivitas, tetapi juga pada aspek keberlanjutan.

Selain itu, aktivitas farmakologi yang luas dari senyawa terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin menunjukkan potensi sebagai agen multi-target therapy, yaitu kemampuan untuk bekerja pada lebih dari satu target biologis.

Selain itu, hasil studi in silico oleh Amin et al., (2024) menunjukkan bahwa senyawa alami memiliki nilai binding affinity yang tinggi terhadap target biologis penting seperti HER2, ER, PR, dan PD-L1, yang berperan dalam perkembangan kanker payudara. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan komputasi dapat digunakan untuk memprediksi potensi antikanker secara lebih cepat dan efisien sebelum dilakukan uji eksperimental.

Penelitian Saleha et al., (2019) dam Shityakov et al. (2019) jugamemperkuat bahwa piperin memiliki aktivitas farmakologi yang luas, tidak hanya sebagai antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker, tetapi juga sebagai bioenhancer yang mampu meningkatkan bioavailabilitas obat lain melalui peningkatan absorpsi dan penghambatan metabolisme obat.

Selain itu, penelitian Fitriana et al. (2018), menunjukan bahwa turunan kumarin hasil sintesis memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif, yang menegaskan bahwa modifikasi struktur kumari dapat menghasilkan senyawa dengan aktivitas biologis spesifik.

Penelitian Ependi et al. (2025) menunjukkan bahwa sintesis α-terpineol menggunakan kombinasi katalis asam alami dan sintetik mampu menghasilkan yield hingga 33,14% serta memberikan pendekatan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan katalis konvesional. sehingga relevan dengan prinsip green chemistry.

Hasil kajian oleh Adaniyah et al. (2026) juga menegaskan bahwa integrasi metode sintesis modern seperti penggunaan katalis heterogen, teknik microwave, dam pelarut hijau dapat meningkatkan efesiensi reaksi sekaligus memperluas aktivitas farmakologi senyawa alami.

Sementra itu, Mohammadi Zeydi et al. (2020) menunjukkan bahwa modifikasi struktur turunan kumarin pada posisi tertentu (C-3, C-4, dan C-7) melalui pendekatan green synthosis dapat menghasilkan senyawa dengan aktivitas biologis yang sangat luas, seperti anti-HIV, antikanker, dan antimikroba, sehingga sangat potensial dalam pengembangan obat modern.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sintesis senyawa alami seperti terpineol, piperiton, kumarin, dan piperin melalui pendekatan kimia medisinal mampu meningkatkan ketersediaan, kemurnian, serta aktivitas farmakologinya. Senyawa-senyawa tersebut terbukti memiliki potensi yang luas sebagai antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, hingga antitumor serta menunjukkan peningkatan efektivitas melalui optimasi sintesis dan modifikasi struktur.

Selain itu, pendekatan in silico mendukung potensi antikanker melalui interaksi spesifik dengan target biologis, serta peran piperin sebagai bioenhancer dalam meningkatkan bioavailabilitas obat.

Pengembangan turunan kumarin dan penggunaan metode sintesis ramah lingkungan juga terbukti meningkatkan aktivitas biologis dan efisiensi proses sintesis.

Berdasarkan hal tersebut, disarankan penelitian selanjutnya difokuskan pada pengembangan metode yang lebih ramah lingkungan serta uji in vitro dan in vivo untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya.

REFERENCES

Adaniyah, A., Azzahra, S.R., Sabiela, A., Rusli, F.A. & Rusdiana, N. (2026) Sintesis Senyawa Alam: Terpineol, Piperiton, Kumarin, dan Piperin dalam Berbagai Golongan Farmakologi Obat, Medic Nutricia: Jurnal Ilmu Kesehatan, 22(1). DOI: 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Adaniyah, Syifa Rizki Azzahra, Ahda Sabiela, Fitri Aulia Rusli, N. R. (2026). *Medic nutricia 2026,. 22*(1). https://doi.org/10.5455/mnj.v1i2.644xa

Alivia, C.D.N. & Amin, S. (2025) Senyawa Alami sebagai Kandidat Obat Antikanker: Suatu Tinjauan Kimia Medisinal, OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan, 3(6). DOI: 10.61132/obat.v3i6.1865

Amin, S. & Umam, U.Y. (2025) Pengaruh Struktur Molekuler Terhadap Aktivitas Biologis: Insights dari Kimia Medisinal, Jurnal Farmasi Islam Kalimantan, 2(2), hlm. 61. DOI: 10.31602/jfik.v2i2

Amin, S., Aini, A.N., Utami, N.M.P. & Aryani, D. (2025) Kimia Medisinal dalam Terapi Kanker: Analisis Jalur Sinyal dan Interaksi Ligand-Target, Jurrike: Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran, 4(1). DOI: 10.55606/jurrike.v4i1.4385

Amin, S., Amelia, N.P., Ramadhan, T.O. & Putri, S.D. (2025) Pendekatan Kimia Medisinal dalam Optimasi Senyawa Bioaktif dari Bahan Alam sebagai Kandidat Obat Antikanker, Jurrike: Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran, 4(1). DOI: 10.55606/jurrike.v4i1.4430

Amin, S., Azijah, R. N., & Gunawan, F. R. (2024). *Eksplorasi Senyawa Alami sebagai Lead Antikanker Payudara dengan Pendekatan In Silico (Exploration of Natural Compounds as Breast Cancer Leads Using In Silico Approach). 4*(1), 63–74.

Daryono, E.D. (2015) Sintesis α-Pinene Menjadi α-Terpineol Menggunakan Katalis H2SO4 dengan Variasi Suhu Reaksi dan Volume Etanol, Jurnal Teknik Kimia USU, 4(2). DOI: 10.32734/jtk.v4i2.1463

Ependi, E., & Roanisca, O. (2025). *Stannum : Jurnal Sains dan Terapan Kimia Synthesis of a -Terpineol from the Essential Oil of the Sapu-Sapu Plant Using a Combination of Citrus × microcarpa Bunge Natural Acid and Synthetic Acid Catalysts Sintesis a -Terpineol dari Minyak Atsiri Tanaman Sapu-Sapu Menggunakan Kombinasi Katalis Asam Alami dari Citrus × microcarpa Bunge dan Asam Sintetik*. *7*(2), 60–68

Fitriana, S. Y. P. (2018). *Sintesis Senyawa 3-asetil-7- (hidroksi) kumarin dan Aktivitasnya Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus dan Shigella flexneri*. *1*(1), 9–13.

Hallberg, S. J., Gershuni, V. M., & Hazbun, T. L. (2019). *Reversing Type 2 Diabetes : A Narrative Review of the Evidence*.

Jessica, A., Naura, R., Hasanah, U., Zaini, E. & Fitriani, L. (2021) Pembentukan Multikomponen Kristal Piperin dan Kuersetin, JOPS (Journal Of Pharmacy and Science), 4(2), hlm. 1-11

Mohammadi, M., Seyed, Z., Kalantarian, J., & Kazeminejad, Z. (2020). Overview on developed synthesis procedures of coumarin heterocycles. In *Journal of the Iranian Chemical Society* (Vol. 17, Issue 12). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/s13738-020-01984-1

Nikkhah, M., Iradj, B., & Azita, M. (2019). *Ginger in gastrointestinal disorders : A systematic review of clinical trials*. *April 2018*, 96–108. https://doi.org/10.1002/fsn3.807

Savira, A.F. & Irfin, Z. (2025) Analisis Kelayakan Prarancangan Pabrik Kimia Pembuatan Alpha Terpineol dari Terpentin dengan Kapasitas 4.500 Ton/Tahun Berdasarkan Evaluasi Ekonomi, Distilat: Jurnal Teknologi Separasi, 11(1), hlm. 10-20. DOI: 10.33795/distilat.v11i1.6723