



Artikel Review: Potensi Senyawa Bioaktif Bahan Alam dalam Pengembangan Obat Modern Berbasis Pendekatan Kimia Medisinal

Saeful Amin

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada

Dhearlyn Astania Oxtavia Amir

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada

Alamat: Jl. Mashudi No.20 Kel Kahuripan Tawang, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat 46115

*Korespondensi penulis: dhearlynaoa@gmail.com

Abstract. *Natural products are a major source of bioactive compounds that play a significant role in modern drug discovery and development. Advances in medicinal chemistry and pharmaceutical technologies have enabled the optimization of natural compounds as safer and more effective drug candidates. This review aims to examine the potential of bioactive compounds derived from natural products in supporting modern drug development through a medicinal chemistry approach. A literature review was conducted using ten key articles published between 2020 and 2025, obtained from PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect. The data were analyzed descriptively to identify types of bioactive compounds, pharmacological activities, and the application of medicinal chemistry and pharmaceutical technologies. The results indicate that bioactive compounds such as flavonoids, polyphenols, alkaloids, and terpenoids exhibit major pharmacological activities, including antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, and antidiabetic effects. The integration of medicinal chemistry approaches with in silico methods and nanoparticle-based drug delivery systems has been shown to enhance the potential of natural compounds as modern drug candidates. Overall, bioactive compounds from natural products play a strategic role in pharmaceutical innovation and hold strong potential for the development of effective and sustainable modern medicines.*

Keywords: *Natural Products, Bioactive, Medicinal Chemistry, Drug Development, Natural Compounds.*

Abstrak. Bahan alam merupakan sumber utama senyawa bioaktif yang berperan penting dalam penemuan dan pengembangan obat modern. Perkembangan pendekatan kimia medisinal serta teknologi farmasi modern mendorong optimalisasi senyawa bahan alam sebagai kandidat obat yang lebih efektif dan aman. Kajian ini bertujuan untuk menelaah potensi senyawa bioaktif dari bahan alam dalam mendukung pengembangan obat modern berbasis pendekatan kimia medisinal. Penelitian dilakukan menggunakan metode kajian literatur terhadap sepuluh artikel utama yang dipublikasikan pada periode 2020–2025 dan diperoleh dari basis data PubMed, Google Scholar, dan ScienceDirect. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk mengidentifikasi jenis senyawa bioaktif, aktivitas farmakologis, serta penerapan pendekatan kimia medisinal dan teknologi farmasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, alkaloid, dan terpenoid memiliki aktivitas farmakologis utama meliputi antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antidiabetik. Integrasi pendekatan kimia

Received Oktober 24, 2025; Revised Oktober 27, 2025; Accepted Oktober 28, 2025

* Dhearlyn Astania Oxtavia Amir, dhearlynaoa@gmail.com

medisinal dengan teknologi *in silico* dan sistem penghantaran obat berbasis nanoteknologi terbukti meningkatkan potensi senyawa bahan alam sebagai kandidat obat modern. Secara keseluruhan, senyawa bioaktif bahan alam memiliki peran strategis dalam inovasi farmasi dan berpotensi besar mendukung pengembangan obat modern yang efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Bahan Alam, Bioaktif, Kimia Medisinal, Pengembangan Obat, Senyawa Alami.

LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu kefarmasian modern menandai perubahan besar dalam strategi penemuan obat, di mana fokus tidak lagi terbatas pada sintesis kimia semata, tetapi juga pada eksplorasi sumber daya alam sebagai basis pengembangan terapi baru. Bahan alam telah lama menjadi tulang punggung pengobatan tradisional di berbagai belahan dunia, dan kini kembali menjadi perhatian karena kemampuannya menyediakan senyawa bioaktif yang beragam serta memiliki potensi terapeutik tinggi (Amin, Yunarsi, et al., 2025). Senyawa-senyawa tersebut mencakup berbagai golongan seperti flavonoid, alkaloid, polifenol, terpenoid, dan saponin yang masing-masing memiliki mekanisme biologis yang unik. Flavonoid, misalnya, dikenal sebagai antioksidan kuat yang berperan dalam mencegah stres oksidatif dan peradangan yang menjadi penyebab utama berbagai penyakit degeneratif (Cote et al., 2022).

Peranan bahan alam dalam pengembangan obat modern semakin diakui karena mampu menawarkan alternatif terapi yang lebih aman dan lebih dapat diterima secara fisiologis dibanding obat sintetik. Menurut (Amin et al., 2024), melalui pendekatan kimia medisinal, senyawa-senyawa bahan alam dapat dimodifikasi struktur molekulnya untuk meningkatkan efektivitas farmakologis dan menurunkan potensi toksisitasnya. Pendekatan ini juga memungkinkan pemahaman mendalam mengenai hubungan antara struktur kimia dan aktivitas biologis senyawa atau yang dikenal dengan istilah *Structure Activity Relationship (SAR)*. Melalui pendekatan ini, senyawa alami yang semula memiliki potensi moderat dapat dikembangkan menjadi molekul baru dengan afinitas reseptor yang lebih tinggi serta selektivitas yang lebih baik terhadap target biologis tertentu (Najiah et al., 2025).

Dalam dua dekade terakhir, berbagai teknologi mutakhir telah diterapkan untuk mendukung pengembangan obat berbasis bahan alam. Salah satunya adalah teknologi *in silico* yang memungkinkan analisis molekuler dilakukan secara komputasional untuk memprediksi interaksi antara ligan dan reseptor sebelum dilakukan uji biologis (*in vitro* maupun *in vivo*). Pendekatan ini telah digunakan secara luas dalam menilai potensi senyawa bioaktif dari tanaman obat seperti *Moringa oleifera* (daun kelor), *Camellia sinensis* (teh hijau), dan *Zingiber officinale* (jahe merah) sebagai agen terapeutik potensial (Chihomvu et al., 2024; Mutik et al.,

2022). Dengan adanya dukungan teknologi ini, proses penemuan obat dapat dilakukan lebih cepat, efisien, dan berorientasi pada bukti ilmiah yang terukur.

Selain melalui komputasi, kemajuan di bidang teknologi formulasi seperti nanoteknologi farmasi juga telah membawa perubahan besar dalam pemanfaatan senyawa bioaktif bahan alam. Sistem penghantaran obat cerdas (*smart drug delivery system*) memungkinkan senyawa bioaktif yang semula memiliki bioavailabilitas rendah menjadi lebih mudah diserap oleh tubuh. Nanoteknologi dapat meningkatkan kelarutan, stabilitas, dan efektivitas farmakologis bahan aktif alami melalui rekayasa ukuran partikel dan penggunaan pembawa berbasis lipid atau polimer (Rijo, 2023). Penerapan teknologi ini tidak hanya memperpanjang waktu paruh obat dalam tubuh tetapi juga menurunkan risiko efek samping, menjadikan senyawa alami lebih kompetitif dibandingkan obat sintetik konvensional.

Walaupun demikian, potensi besar bahan alam dalam pengembangan obat modern masih menghadapi sejumlah kendala mendasar. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan dalam standarisasi bahan baku dan metode ekstraksi, yang menyebabkan variasi kadar senyawa aktif antar spesimen tanaman (Yanti Astrina et al., 2025). Selain itu, sebagian besar penelitian masih berhenti pada tahap eksplorasi fitokimia dan uji aktivitas awal tanpa dilanjutkan ke tahapan pra-klinis atau klinis. Kondisi ini menciptakan *research gap* antara hasil riset laboratorium dan penerapan praktis dalam industri farmasi (Amin & Salimah, 2025). Di sisi lain, regulasi mengenai pengembangan fitofarmaka di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia, masih belum seragam, sehingga proses komersialisasi hasil penelitian bahan alam cenderung berjalan lambat.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi bahan alam dengan teknologi modern merupakan langkah kunci untuk mengatasi berbagai keterbatasan tersebut. (Gao, 2025) menegaskan bahwa kombinasi antara pendekatan bioteknologi dan komputasi modern dapat mempercepat identifikasi senyawa aktif serta optimasi struktur kimianya. Sementara itu, (Ghosh et al., 2025) menjelaskan bahwa penerapan *metabolomic profiling* terhadap tanaman obat mampu mengungkap jaringan mekanisme biokimia yang kompleks di balik aktivitas biologisnya. Pendekatan semacam ini tidak hanya memperkuat validasi ilmiah bahan alam, tetapi juga membuka peluang bagi pengembangan terapi personalisasi berbasis sumber daya hayati lokal.

Secara ilmiah, kimia medisinal memainkan peran yang sangat strategis dalam menjembatani hasil penelitian bahan alam dengan pengembangan obat modern. Melalui disiplin ini, setiap senyawa bioaktif dapat dianalisis, dimodifikasi, dan dioptimalkan agar mencapai kestabilan struktur, efisiensi farmakodinamik, serta kompatibilitas biologis yang

tinggi. (Amin et al., 2025) menekankan bahwa kolaborasi antara kimia medisinal, bioteknologi, dan farmasetika akan menjadi fondasi penting dalam mengintegrasikan bahan alam ke dalam industri farmasi berstandar modern.

Oleh karena itu, kajian ini disusun untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai peran senyawa bioaktif bahan alam dalam pengembangan obat modern berbasis pendekatan kimia medisinal. Penelitian ini juga diharapkan dapat mengidentifikasi tren, tantangan, serta peluang pengembangan riset lanjutan di bidang fitofarmaka dan teknologi farmasi. Dengan pendekatan yang berorientasi pada bukti ilmiah dan keberlanjutan, bahan alam berpotensi besar menjadi sumber utama inovasi terapi di masa depan (Ghosh et al., 2025).

Meskipun pemanfaatan bahan alam dalam pengobatan telah dikenal luas, pengembangannya sebagai obat modern masih menghadapi berbagai tantangan. Sebagian besar penelitian tentang bahan alam masih berfokus pada eksplorasi fitokimia dan pengujian aktivitas biologis dasar, tanpa diikuti dengan analisis lanjutan terkait optimasi struktur senyawa, mekanisme kerja molekuler, maupun potensi aplikasinya sebagai kandidat obat. Akibatnya, banyak senyawa bioaktif yang memiliki potensi farmakologis tinggi belum berkembang lebih jauh menuju tahap pra-klinis atau formulasi obat modern.

Di sisi lain, pendekatan kimia medisinal menawarkan kerangka ilmiah yang mampu menjembatani hasil penelitian bahan alam dengan pengembangan obat berbasis bukti. Melalui analisis hubungan struktur dan aktivitas (Structure–Activity Relationship), pendekatan komputasi, serta integrasi teknologi farmasi modern, senyawa bioaktif bahan alam dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efektivitas, selektivitas, dan keamanannya. Namun, kajian yang secara khusus mengulas peran pendekatan kimia medisinal dalam pengembangan obat berbasis bahan alam masih relatif terbatas dan tersebar dalam berbagai publikasi terpisah. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) dalam penyajian kajian komprehensif yang mengintegrasikan bahan alam, kimia medisinal, dan teknologi farmasi modern.

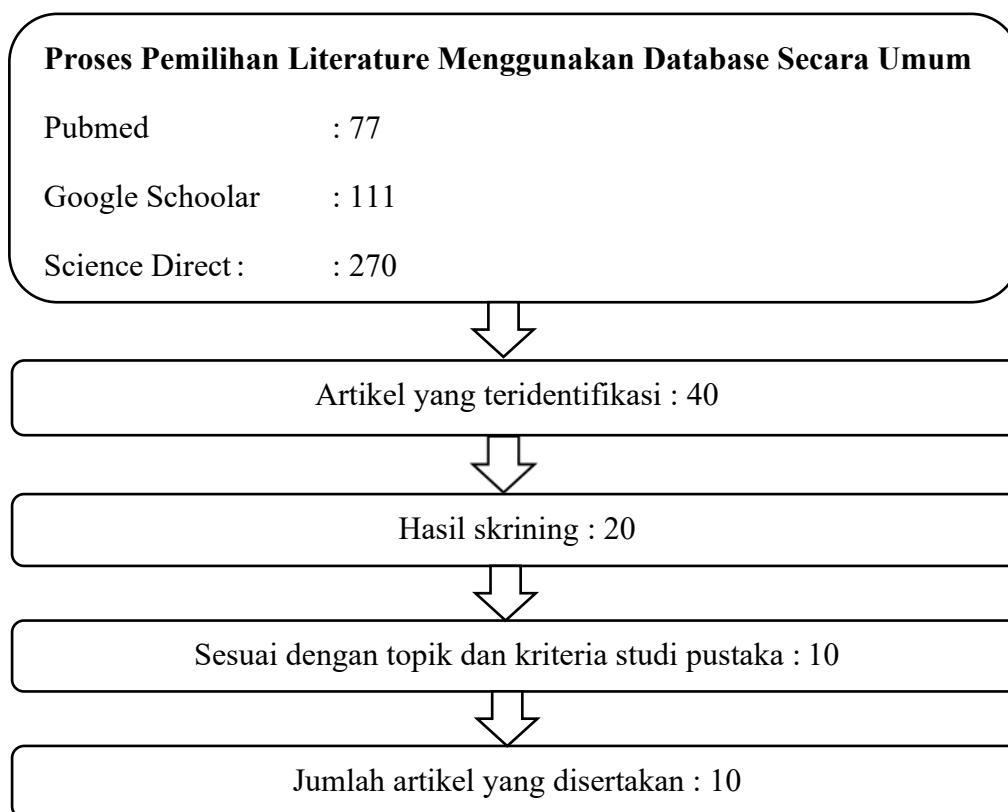
Urgensi kajian ini semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan kandidat obat baru yang lebih aman, efektif, dan berkelanjutan, serta keterbatasan terapi sintesis akibat resistensi dan efek samping. Pemanfaatan kekayaan hayati sebagai sumber senyawa bioaktif, apabila dikombinasikan dengan pendekatan ilmiah yang tepat, berpotensi menjadi solusi strategis dalam pengembangan obat modern dan inovasi farmasi di masa depan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian ini bertujuan untuk menelaah secara komprehensif potensi senyawa bioaktif dari bahan alam dalam pengembangan obat modern

berbasis pendekatan kimia medisinal. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tren penelitian terkini, tantangan yang dihadapi, serta peluang pengembangan riset lanjutan dalam mendukung pemanfaatan bahan alam sebagai sumber kandidat obat modern yang berbasis bukti ilmiah.

METODE PENELITIAN

Tahapan kajian dirancang secara sistematis untuk menjamin konsistensi proses penelusuran dan analisis literatur. Proses kajian meliputi penentuan topik penelitian, penelusuran artikel pada PubMed, Google Scholar, dan ScienceDirect, seleksi artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, serta analisis hasil menggunakan pendekatan kimia medisinal berbasis *in silico*. Diagram alir tahapan kajian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prisma *Flowchart* Pencarian Literatur

Kajian ini dilaksanakan pada periode Januari–Maret 2025 dan tidak dilakukan pada lokasi fisik tertentu karena menggunakan pendekatan kajian literatur. Sumber data diperoleh secara daring melalui basis data PubMed, Google Scholar, dan ScienceDirect. Jenis penelitian yang digunakan adalah artikel review dengan metode literature review naratif yang bertujuan untuk mengkaji potensi senyawa bioaktif dari bahan alam dalam pengembangan obat modern berbasis pendekatan kimia medisinal. Populasi penelitian mencakup seluruh artikel ilmiah yang membahas senyawa bioaktif bahan alam dan pengembangan obat modern. Sampel

penelitian terdiri atas sepuluh artikel utama yang dipublikasikan pada rentang tahun 2020–2025 dan dipilih berdasarkan kesesuaian topik, ketersediaan teks lengkap, serta relevansi dengan pendekatan kimia medisinal. Instrumen penelitian berupa lembar ekstraksi data literatur yang digunakan untuk mengumpulkan informasi penting dari setiap artikel, meliputi sumber bahan alam, jenis senyawa bioaktif, aktivitas farmakologis, serta pendekatan kimia medisinal dan teknologi farmasi yang digunakan. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan dan mensintesis hasil antar penelitian. Prosedur penelitian diawali dengan penentuan topik dan tujuan kajian, dilanjutkan dengan penelusuran artikel menggunakan kata kunci yang relevan. Artikel yang diperoleh diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi melalui tahapan identifikasi, skrining, dan kelayakan sesuai alur PRISMA, kemudian dianalisis dan disintesis secara naratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian ini dilakukan untuk menelaah potensi senyawa bioaktif dari bahan alam dalam pengembangan obat modern berbasis pendekatan kimia medisinal. Hasil kajian terhadap sepuluh artikel menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dari bahan alam memiliki aktivitas farmakologis yang signifikan dan berpotensi dikembangkan sebagai kandidat obat modern. Pembahasan selanjutnya menguraikan keterkaitan antara hasil kajian dengan tujuan penelitian serta peran pendekatan kimia medisinal dalam mengoptimalkan potensi senyawa tersebut.

Hasil kajian literatur terhadap sepuluh jurnal yang dianalisis menunjukkan bahwa berbagai tanaman obat mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas farmakologis signifikan. Kajian ini juga memperlihatkan adanya pergeseran paradigma dari penggunaan bahan alam secara tradisional menuju pendekatan ilmiah yang berbasis bukti. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa senyawa fitokimia seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan polifenol tidak hanya memiliki efek fisiologis langsung, tetapi juga dapat dimodifikasi dan dioptimalkan melalui teknologi farmasi modern untuk menghasilkan terapi yang lebih efektif dan aman.

Penelitian oleh (Amin, Lidiasari, et al., 2025) menunjukkan potensi daun kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai agen hipokolesterolemik alami yang mampu menurunkan kadar kolesterol melalui mekanisme penghambatan enzim HMG-CoA reduktase. Temuan serupa juga dilaporkan oleh (Ninjaya et al., 2025) yang menyoroti peran ekstrak daun salam dan jahe merah sebagai sumber polifenol alami dengan efek antioksidan dan antiinflamasi. Di sisi lain, penelitian internasional oleh (Chihomvu et al., 2024) dan (Ghosh et al., 2025) mengungkapkan

pentingnya sinergi antara kandungan fitokimia dan pendekatan farmasi modern seperti sistem penghantaran nanopartikel dalam meningkatkan bioaktivitas senyawa alami.

Tabel 1. Ringkasan Kajian Senyawa Bioaktif Bahan Alam dan Aktivitas Farmakologinya.

No	Peneliti (Tahun)	Judul / Topik	Sumber Bahan Alam	Jenis Senyawa	Aktivitas Farmakologis Utama
1	Amin, S. (2025)	Analisis Senyawa Bioaktif Daun Kelor sebagai Agen Hipokolesterolemik	<i>Moringa</i> <i>oleifera</i>	Flavonoid, fenolik	Hipokolesterolemik
2	Amin, S. (2024)	Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Salam	<i>Syzygium</i> <i>polyanthum</i>	Polifenol	Antioksidan
3	Amin, S. (2023)	Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Penurunan Kadar Kolesterol	<i>Allium</i> <i>sativum</i>	Saponin, flavonoid	Antihiperlipidemik
4	Mutik, A. (2022)	Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak <i>Rhizophora</i> <i>apiculata</i>	<i>Rhizophora</i> <i>apiculata</i>	Flavonoid, tanin	Antioksidan
5	Kesuma, N. (2024)	Aktivitas Imunomodulator Ekstrak Daun Pepaya	<i>Carica</i> <i>papaya</i>	Alkaloid, saponin	Imunomodulator
6	Fitya F, N. (2025)	Aktivitas Antioksidan Polifenol Teh Hijau	<i>Camellia</i> <i>sinensis</i>	Polifenol	Antioksidan

7	Ninjaya, A. (2025)	Efek Anti-inflamasi Ekstrak Jahe Merah	<i>Zingiber officinale</i> <i>var. rubrum</i>	Gingerol	Antiinflamasi
8	Côté, H. (2022)	Polyphenolic Compounds and Human Health	Multispecies	Polifenol	Antioksidan, antimikroba
9	Chihomvu, P. (2024)	Bioactive Terpenoids from African Medicinal Plants	Herbal Afrika	Terpenoid	Antikanker
10	Gao, L. T. (2025)	Discovery of Pharmacologically Active Plant-Derived Products	Multispecies	Beragam metabolit sekunder	Integrasi <i>in silico</i>

Senyawa Bioaktif dan Pengelolaan Penyakit Kardiovaskular

Salah satu fokus utama penelitian senyawa bahan alam adalah penggunaannya dalam pengelolaan penyakit kardiovaskular. Penelitian (Amin, Lidiyari, et al., 2025) mengidentifikasi bahwa daun kelor (*Moringa oleifera* L.) memiliki aktivitas hipokolesterolemik yang signifikan. Senyawa flavonoid dan fenolik dalam daun kelor bekerja dengan menghambat enzim HMG-CoA reduktase, yang berperan penting dalam sintesis kolesterol endogen. Selain itu, kandungan tersebut juga membantu meningkatkan ekskresi kolesterol melalui feses, sehingga kadar kolesterol total dalam darah dapat menurun.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh (Ninjaya et al., 2025) menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah dan daun salam mampu memperbaiki profil lipid darah. Kandungan gingerol dan polifenol memiliki efek sinergis dalam menghambat oksidasi LDL, mencegah pembentukan plak aterosklerosis, serta memperbaiki fungsi endotel pembuluh darah. Mekanisme ini menjadikan bahan alam berperan penting dalam pencegahan dan terapi penyakit jantung koroner.

Efek hipolipidemik dan antioksidan ini memperlihatkan bahwa bahan alam memiliki kemampuan untuk memperbaiki gangguan metabolisme lipid tanpa efek samping berat yang sering ditemukan pada terapi obat sintetis. Pendekatan ini juga sejalan dengan tren global dalam pengembangan terapi berbasis bahan alami yang lebih aman dan terjangkau.

Aktivitas Antioksidan dan Antiinflamasi pada Penyakit Degeneratif

Stres oksidatif merupakan salah satu penyebab utama berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes melitus, dan penyakit neurodegeneratif. Beberapa penelitian melaporkan bahwa senyawa antioksidan alami dari bahan alam mampu menekan proses oksidasi lipid dan melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas.

(Fitya et al., 2025) melaporkan bahwa polifenol dalam teh hijau memiliki kemampuan tinggi dalam menangkal radikal bebas, memperbaiki kapasitas antioksidan endogen, dan meningkatkan ekspresi enzim protektif seperti superoksida dismutase (SOD). Sementara itu, (Mutik et al., 2022) menunjukkan bahwa flavonoid dan tanin dari *Rhizophora apiculata* memiliki aktivitas antioksidan kuat melalui mekanisme donasi proton dan peredaman oksigen reaktif.

Selain efek antioksidan, banyak bahan alam juga memiliki aktivitas antiinflamasi. Gingerol dalam jahe merah terbukti dapat menekan ekspresi mediator inflamasi seperti TNF- α dan IL-6. Hal ini memperkuat peran bahan alam dalam pengelolaan penyakit yang disertai peradangan kronis. Kombinasi efek antioksidan dan antiinflamasi membuat senyawa alami berpotensi tinggi dalam terapi pencegahan penyakit degeneratif secara komplementer.

Integrasi Teknologi Farmasi Modern untuk Optimasi Senyawa Alam

Kendala utama pada penggunaan bahan alam sebagai obat adalah bioavailabilitas yang rendah, yang berarti kemampuan senyawa untuk diserap tubuh dan mencapai target biologisnya masih terbatas. Banyak senyawa aktif yang memiliki kelarutan rendah atau mudah terdegradasi oleh enzim tubuh.

Dalam penelitian (Rijo, 2023) dan (Cote et al., 2022), penerapan teknologi farmasi seperti nanopartikel lipid, liposom, dan mikrokapsulasi terbukti dapat meningkatkan kestabilan dan efektivitas senyawa alami. Teknologi ini mampu melindungi senyawa dari degradasi kimia, memperpanjang waktu sirkulasi dalam tubuh, serta mengarahkan penghantaran obat ke jaringan target secara lebih spesifik.

Penerapan nanoteknologi pada senyawa alami juga membuka peluang baru dalam desain sediaan farmasi dengan dosis yang lebih rendah namun tetap efektif. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas, tetapi juga mengurangi risiko toksisitas dan efek samping.

Pendekatan *In Silico* dalam Penelitian Senyawa Alam

Perkembangan teknologi komputer memungkinkan dilakukannya simulasi dan pemodelan interaksi antara molekul aktif dan target biologis, yang dikenal sebagai pendekatan *in silico*. Menurut (Solichah et al., 2021), metode ini dapat mempercepat proses penemuan obat

dengan memprediksi afinitas senyawa terhadap reseptor tertentu sebelum dilakukan uji laboratorium.

Dengan metode *docking* dan *molecular dynamics simulation*, para peneliti dapat menilai kestabilan kompleks antara senyawa bioaktif dan protein target. Pendekatan ini dinilai efisien karena mampu menghemat waktu dan biaya penelitian, sekaligus memberikan gambaran awal mengenai potensi terapeutik suatu senyawa alami.

Integrasi metode *in silico* dengan studi eksperimental menjadi langkah penting dalam riset farmasi modern. Kombinasi keduanya mampu memberikan hasil yang lebih akurat dan aplikatif dalam pengembangan obat berbasis bahan alam.

Tantangan dan Prospek Pengembangan Obat dari Bahan Alam

Walaupun berbagai penelitian menunjukkan hasil positif, pengembangan obat dari bahan alam masih menghadapi beberapa tantangan. Variasi kandungan kimia antar tanaman dan perbedaan metode ekstraksi sering menyebabkan hasil penelitian sulit direplikasi. Selain itu, sebagian besar studi masih terbatas pada skala laboratorium dan belum banyak yang melangkah ke tahap uji klinis.

Menurut (Chihomvu et al., 2024), dibutuhkan pendekatan multidisiplin yang melibatkan kimia, biologi molekuler, dan teknologi farmasi untuk mengoptimalkan potensi senyawa alami. Standardisasi bahan baku, validasi metode analisis, dan pengujian toksisitas juga menjadi hal penting agar produk berbasis bahan alam dapat diterima secara ilmiah dan industri.

Meskipun demikian, prospek pengembangan obat dari bahan alam tetap sangat menjanjikan. Peningkatan minat masyarakat terhadap produk herbal, dukungan penelitian dari pemerintah, serta kemajuan teknologi formulasi menjadi modal kuat untuk memajukan bidang fitofarmaka di masa mendatang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa senyawa bioaktif dari bahan alam, seperti flavonoid, polifenol, alkaloid, dan terpenoid, memiliki potensi farmakologis yang signifikan dan berperan penting dalam pengembangan obat modern. Pendekatan kimia medisinal, termasuk analisis hubungan struktur dan aktivitas serta pemanfaatan metode *in silico*, terbukti membantu dalam mengoptimalkan potensi senyawa bahan alam sebagai kandidat obat yang lebih efektif dan aman. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi antara bahan alam dan teknologi farmasi modern merupakan strategi yang relevan dalam penemuan obat baru.

Namun, kajian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain keterbatasan jumlah artikel yang direview serta ketergantungan pada data sekunder dari publikasi ilmiah. Selain itu, sebagian besar penelitian yang dikaji masih berada pada tahap *in silico* dan pra-klinis, sehingga bukti efektivitas dan keamanan pada tingkat klinis masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan hasil kajian *in silico* dengan uji *in vitro* dan *in vivo*, serta memperluas cakupan senyawa dan sumber bahan alam yang diteliti. Kajian yang lebih mendalam mengenai mekanisme kerja molekuler dan evaluasi toksisitas juga diperlukan untuk mendukung pengembangan senyawa bahan alam menuju tahap klinis.

Secara praktis, hasil kajian ini memberikan implikasi penting bagi bidang farmasi dan penelitian obat, khususnya dalam pemanfaatan bahan alam sebagai sumber kandidat obat modern. Pendekatan kimia medisinal dan teknologi farmasi modern dapat dijadikan dasar dalam perancangan dan pengembangan obat berbasis bahan alam yang lebih rasional, efektif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., Hurry, Z. A. Z., Sumantri, T. A., & Fauzi, R. A. (2024). Studi Komputasional Senyawa Flavonoid Tanaman Obat sebagai Kandidat Agen Antidiabetik. *Jurnal Ilmu Medis Indonesia*, 4(1), 21–40. <https://doi.org/10.35912/jimi.v4i1.4553>
- Amin, S., Lidiasari, A., Bakti, U., & Husada, T. (2025). ANALISIS SENYAWA BIOAKTIF DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA L.) SEBAGAI AGEN HIPOKOLESTEROLEMIK POTENSIAL. *Journal of Public Health Science (JoPHS)*, 2(2).
- Amin, S., Pratama, D. E., Farmasi,), Bakti, U., & Husada, T. (2025). Peran Kimia Medisinal Dalam Pengembangan Obat Antikanker: Pendekatan Komputasi Dan Eksplorasi Senyawa Bioaktif Dari Sumber Alam. *Indonesian Journal of Science*, 1(6), 1356–1361.
- Amin, S., Yunarsih, Y., Ririhani, I., Miraz, Y., Amelia, N., Rizki, M., Farmasi, P. S., Farmasi, F., Bakti, U., & Husada, T. (2025). TINJAUAN KIMIA MEDISINAL DALAM PENGEMBANGAN OBAT BERBASIS BAHAN ALAM: STUDI LITERATU. *JURNAL NERS Research & Learning in Nursing Science*, Volume 9 Nomor 2. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
- Amin Saeful, & Salimah Suci Intan. (2025). EKSPLORASI ASAM ORGANIK ALAMI UNTUK MENGHAMBAT BAKTERI RESISTEN: AKTIVITAS ANTIMIKROBA DAN POTENSI ANTIINFEKSI. *Journal of Public Health Science (JoPHS)*, Volume 2, No 1.
- Anggita Mutiara Kesuma, A., & Wahyuningrum, R. (2024). Review Artikel: Tinjauan Fitokimia Dan Aktivitas Farmakologi Tanaman Genus Carica. *Jurnal Farmasi Higea*, 16(2). www.jurnalfarmasihigea.org
- Chihomvu, P., Ganesan, A., Gibbons, S., Woollard, K., & Hayes, M. A. (2024). Phytochemicals in Drug Discovery—A Confluence of Tradition and Innovation. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 25, Issue 16). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms25168792>
- Cote, B., Elbarbry, F., Bui, F., Su, J. W., Seo, K., Nguyen, A., Lee, M., & Rao, D. A. (2022). Mechanistic Basis for the Role of Phytochemicals in Inflammation-Associated Chronic

- Diseases. In *Molecules* (Vol. 27, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules27030781>
- Fitya Fithrotun Najiah, Citra Kusumaningsih, Saeful Amin, & Hanifiani Kamila. (2025). Peran Kimia Medisinal dalam Pengembangan Obat Anti Sars Cov-2: Eksplorasi Senyawa Bioaktif dari Teh Hijau (*Camellia Sinensis*). *JURNAL RISET RUMPUN ILMU KESEHATAN*, 4(1), 226–235. <https://doi.org/10.55606/jurrikes.v4i1.4505>
- Gao, T. Le. (2025). Special Issue “Natural Products in Drug Discovery and Development.” In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 26, Issue 18). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms26188762>
- Ghosh, S., Debnath, I., Bhunia, S., Nandi, S., Ashique, S., Nayak, A., Mallick, S., & Basak, S. (2025). Decoding natural products for neuroprotection: Pathway networks and structural insights for drug development. *Chinese Herbal Medicines*. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2025.09.005>
- Hossain, M. S., Wazed, M. A., Asha, S., Amin, M. R., & Shimul, I. M. (2025). Dietary Phytochemicals in Health and Disease: Mechanisms, Clinical Evidence, and Applications—A Comprehensive Review. In *Food Science and Nutrition* (Vol. 13, Issue 3). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70101>
- Mustofa, S., & Cyntya Namdes, F. (2024). Fitri Cyntya Namdes|Penemuan Obat Baru dan Mekanismenya Dalam Pengobatan Penyakit Medula | Volume 14 | Nomor 1 | Januari.
- Mutik, M. S., Sibero, M. T., Widianingsih, W., Subagiyo, S., Pribadi, R., Haryanti, D., Ambariyanto, A., & Murwani, R. (2022). Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis Ekstrak Daun *Rhizophora apiculata* Asal Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 378–390. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14287>
- Ninjaya, A., Mas, P., Dewi, D., Arya, N. P., Dewi, K., Adinda, N., Parta, T. P., Santi, N. K., Dewi, M., Agung, A., Gede, N., Putu, N., & Dewi, A. K. (2025). Efektivitas Metode Ekstraksi Ramah Lingkungan Terhadap Kualitas dan Efisiensi Produksi Fitofarmaka dari Jahe (*Zingiber officinale*): Kajian Literatur. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, Volume 5 Nomor 4. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- Rijo, P. (2023). Drug Development Inspired by Natural Products II. In *Molecules* (Vol. 28, Issue 21). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/molecules28217243>
- Saeful Amin, Neng Padia Amelia, Tiara Oktavia Ramadhan, & Silvia Dwi Putri. (2025). Pendekatan Kimia Medisinal dalam Optimasi Senyawa Bioaktif dari Bahan Alam sebagai Kandidat Obat Antikanker. *JURNAL RISET RUMPUN ILMU KEDOKTERAN*, 4(1), 51–60. <https://doi.org/10.55606/jurrike.v4i1.4430>
- Solichah, A. I., Anwar, K., Rohman, A., & Fakhruddin, D. N. (2021). Profil Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Tumbuhan Genus *Artocarpus* di Indonesia. In *J.Food Pharm.Sci* (Vol. 2021, Issue 2). www.journal.ugm.ac.id/v3/JFPA
- Utami, T. P., Cakrawati, H., Irramah, M., & Kunci, K. (2021). Review: potensi farmakologi makroalga genus *Caulerpa* bagi pengembangan obat bahan alam. *Jalan Arjuna Utara*, 9, 65145. <http://journal.uim.ac.id/index.php/attamruJIFAJurnalIlmiahFarmasiAttamrujournalhomepage:www.elsevier.com/locate/rsaseReview:potensifarmakologimakroalgagenusCaulerpaabagipengembanganobatbahanalam>
- Yanti Astrina, S., Asyura, S., & Husna Dhirah, U. (2025). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Dalam Bunga Tapak Dara (*Catharanthus Roseus*) Dan Implikasinya Terhadap Pengembangan Obat Herbal Modern Exploration Of Bioactive Compounds In Tapak Dara (*Catharanthus Roseus*) And Their Implications For The Development Of Modern Herbal Medicine. In *Journal of Healthcare Technology and Medicine* (Vol. 11, Issue 1)