



## TINJAUAN KIMIA MEDISINAL DALAM PENGEMBANGAN OBAT BERBASIS BAHAN ALAM: STUDI LITERATU

Saeful Amin<sup>1</sup>, Yuni Yunarsih<sup>2\*</sup>, Intan Ririhani<sup>3</sup>, Yunisa Miraz<sup>4</sup>, Nabila Amelia<sup>5</sup>,  
Muhamad Rizki<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada  
yuniyunarsih7b@gmail.com

### Abstrak

Kimia medisinal merupakan bidang ilmu yang sangat penting dalam penemuan dan pengembangan obat modern, terutama yang berbasis bahan alam. Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi senyawa bioaktif dari sumber seperti tanaman, mikroorganisme, dan organisme laut. Studi ini bertujuan untuk meninjau secara komprehensif peran kimia medisinal dalam mengembangkan obat yang lebih efektif dan aman, berdasarkan bahan alam. Beberapa metode seperti isolasi senyawa, skrining *in silico*, serta uji *in vitro* dan *in vivo* dikaji dalam konteks efektivitas, efisiensi, dan keberlanjutan. Selain itu, tantangan dalam variabilitas sumber bahan alam, aspek etika, serta regulasi juga dianalisis. Studi literatur ini menekankan pentingnya sinergi antara pendekatan kimia medisinal dan konservasi sumber daya alam untuk inovasi farmasi berkelanjutan. Hasil kimia medisinal memainkan peran penting dalam pengembangan obat berbasis bahan alam dengan memadukan teknologi modern dan pengetahuan tradisional

**Kata kunci:** Kimia medisinal, bahan alam, senyawa bioaktif, pengembangan obat

### Abstrack

*Medicinal chemistry is a crucial field in the discovery and development of modern drugs, particularly those based on natural products. This approach enables the exploration of bioactive compounds from sources such as plants, microorganisms, and marine organisms. This study aims to comprehensively review the role of medicinal chemistry in developing more effective and safer drugs derived from natural sources. Methods such as compound isolation, in silico screening, and in vitro and in vivo testing are discussed in terms of efficacy, efficiency, and sustainability. Furthermore, challenges regarding the variability of natural sources, ethical considerations, and regulatory standards are also analyzed. This literature review highlights the importance of synergy between medicinal chemistry approaches and the conservation of natural resources for sustainable pharmaceutical innovation. Medicinal chemistry results play an important role in the development of natural-based drugs by combining modern technology and traditional knowledge.*

**Keywords:** Medicinal chemistry, natural products, bioactive compounds, drug development

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2025

\* Corresponding author : **Yuni Yunarsih**

Address : Jl. Letjen Mashudi No.20, Setiaratu, Kec. Cibereum, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat 46196

Email : yuniyunarsih7b@gmail.com

Phone : 081223286436



## PENDAHULUAN

Kimia medisinal adalah cabang ilmu yang memainkan peran penting dalam penemuan dan pengembangan senyawa aktif menjadi obat yang aman dan efektif. Menurut Marliza (2023), kimia medisinal mencakup berbagai pendekatan mulai dari sintesis senyawa, pemodelan molekuler, hingga pengujian biologis. Salah satu pendekatan yang semakin menonjol adalah pemanfaatan bahan alam sebagai sumber inspirasi senyawa aktif. Amin (2025) menegaskan bahwa banyak metabolit sekunder dari tanaman lokal Indonesia menunjukkan aktivitas biologis yang potensial. Menurut (Setiani, 2025) Seiring meningkatnya resistensi obat dan efek samping dari terapi konvensional, pendekatan berbasis bahan alam menjadi lebih relevan. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji peran kimia medisinal dalam konteks pengembangan obat berbasis bahan alam.

Bahan alam telah digunakan dalam praktik pengobatan tradisional selama ribuan tahun. Senyawa seperti artemisinin dan vincristine yang kini digunakan secara luas, awalnya ditemukan dari tanaman obat melalui eksplorasi etnobotani (Issusilaningtyas, 2024). Teknologi modern telah memungkinkan analisis mendalam terhadap struktur kimia dan mekanisme kerja senyawa tersebut. Dengan demikian, riset terhadap bahan alam kini tidak hanya bersifat empiris tetapi juga berbasis sains modern (Listiani, 2025). Pendekatan ini memungkinkan pengembangan obat dengan pendekatan yang lebih rasional. Adiputra (2025) menjelaskan bahwa inilah yang membedakan farmasi tradisional dengan kimia medisinal modern.

Selain aspek kimianya, pengembangan obat dari bahan alam juga memperhatikan bioaktivitas dan keamanan senyawa. Pengujian bioaktivitas secara *in vitro* dan *in vivo* diperlukan untuk mengevaluasi potensi terapeutik senyawa sebelum diuji secara klinis. Amin (2025) mencatat bahwa senyawa seperti squalene dan stigmasterol telah menunjukkan aktivitas antikanker yang menjanjikan dalam uji awal. Dengan teknik seperti QSAR dan *docking*, efektivitas senyawa dapat diprediksi sebelum uji laboratorium. Ini menjadikan proses penemuan obat lebih cepat dan hemat biaya. Oleh karena itu, teknologi komputasi sangat mendukung pengembangan senyawa alami menjadi obat.

Namun, pengembangan obat dari bahan alam tidak lepas dari tantangan. Variabilitas sumber bahan, keberlanjutan ekosistem, dan regulasi menjadi isu penting yang harus dihadapi. Amin (2025) mengingatkan bahwa keberhasilan pengembangan obat tidak hanya ditentukan oleh aktivitas biologis, tetapi juga oleh ketersediaan bahan baku yang stabil. Selain itu, aspek etika dalam eksploitasi sumber daya alam dan pengetahuan lokal juga perlu diperhatikan. Oleh karena itu, riset harus dilakukan dengan

pendekatan multidisipliner yang mencakup kimia, biologi, lingkungan, dan hukum. Pendekatan ini mendukung pengembangan obat yang bertanggung jawab secara ilmiah dan sosial.

Seiring berkembangnya teknologi, potensi bahan alam sebagai sumber obat semakin luas. Teknik seperti fermentasi mikroba dan sintesis semi-sintetik kini digunakan untuk menghasilkan senyawa alam secara lebih efisien (Amin, 2025). Dengan demikian, keterbatasan pasokan dari sumber alami bisa diatasi tanpa merusak ekosistem. Selain itu, kolaborasi antara peneliti dari berbagai disiplin menjadi kunci keberhasilan inovasi ini. Amin (2025) menekankan pentingnya integrasi antara tradisi dan teknologi dalam riset farmasi masa depan. Oleh karena itu, pendekatan kimia medisinal terhadap bahan alam menjadi semakin relevan dan menjanjikan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur yang bersifat kualitatif-deskriptif. Studi literatur dipilih untuk mengumpulkan dan mensintesis temuan-temuan ilmiah dari berbagai jurnal yang relevan dan mutakhir. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang luas tentang tren, tantangan, dan peluang dalam pengembangan obat berbasis bahan alam (Dewi, 2025). Literatur yang dianalisis dipilih berdasarkan relevansi, aksesibilitas, dan kualitas sumber.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur atau tinjauan pustaka dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data dikumpulkan melalui pencarian jurnal dari database ilmiah seperti PubMed, Scopus, dan Google Scholar. Kata kunci pencarian meliputi "*medicinal chemistry*", "*natural compounds*", "*drug discovery*", dan "*bioactive phytochemicals*". Artikel yang dipilih adalah yang terbit antara tahun 2022 hingga 2025 dan relevan dengan topik penelitian. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan pendekatan tematik untuk menemukan pola dan temuan utama. Hasil dari analisis ini kemudian disajikan secara sistematis untuk mendukung argumen dan kesimpulan dalam studi ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengantar Kimia Medisinal dan Bahan Alam

Kimia medisinal merupakan cabang ilmu kimia yang berfokus pada desain, sintesis, dan pengembangan senyawa bioaktif sebagai kandidat obat (Dean, 2024). Disiplin ini mengintegrasikan pengetahuan dari kimia organik, farmakologi, dan biologi molekuler untuk memahami interaksi obat dengan target biologis. Tujuan utama kimia medisinal adalah mengidentifikasi senyawa dengan aktivitas terapeutik yang optimal dan efek samping minimal. Aktivitas senyawa ini kemudian dianalisis berdasarkan hubungan struktur-aktivitas (SAR).

Penelitian dalam bidang ini memanfaatkan pendekatan komputasional dan eksperimental untuk mempercepat proses penemuan obat. Menurut Amin (2025), kimia medisinal juga berperan dalam mengevaluasi aspek farmakokinetik dan farmakodinamik suatu senyawa.

Kimia medisinal tidak hanya menciptakan obat baru, tetapi juga mengoptimalkan senyawa yang telah ada agar menjadi lebih efektif. Dengan bantuan teknologi seperti *molecular docking* dan QSAR, para peneliti dapat merancang obat secara rasional (Nurjannah, 2024). Ilmu ini sangat penting dalam penemuan obat untuk penyakit kronis seperti kanker dan thalasemia. Amin (2025) menjelaskan bahwa pemahaman terhadap mekanisme aksi senyawa sangat penting dalam merancang terapi yang tepat sasaran. Oleh karena itu, kimia medisinal menjadi fondasi dalam pengembangan terapi modern berbasis molekuler. Disiplin ini terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan pemahaman biologis (Khasanah, 2025).

Pentingnya bahan alam dalam pengembangan obat bahan alam telah lama menjadi sumber utama dalam pencarian senyawa bioaktif untuk terapi berbagai penyakit. Senyawa alami dari tanaman, mikroorganisme, dan organisme laut menunjukkan keragaman struktur kimia yang unik. Amin (2025) menegaskan bahwa pendekatan berbasis alam dapat menghasilkan obat yang lebih aman dengan toksisitas rendah. Banyak senyawa antikanker dan antibiotik yang berasal dari eksplorasi alam, seperti paclitaxel dan artemisinin. Pendekatan ini juga memberikan peluang untuk pengembangan terapi baru yang belum pernah ditemukan secara sintetik. Kimia medisinal berperan dalam modifikasi dan optimasi senyawa alami agar sesuai sebagai obat modern.

Dalam penelitian farmasi modern, senyawa alam seringkali menjadi lead compound dalam proses desain obat. Teknologi seperti ekstraksi superkritis dan pemodelan molekuler memungkinkan efisiensi dalam seleksi senyawa aktif. Amin (2025) menyebutkan bahwa metabolit sekunder tanaman lokal Indonesia memiliki potensi besar sebagai terapi kanker payudara. Potensi senyawa ini diperkuat dengan nilai IC<sub>50</sub> dan *binding affinity* yang tinggi terhadap target biologis. Oleh karena itu, eksplorasi dan konservasi sumber daya alam menjadi penting dalam strategi pengembangan obat. Kimia medisinal menjembatani bahan alam dengan formulasi obat yang aplikatif secara klinis.

Sejarah penggunaan bahan alam dalam farmasi penggunaan bahan alam sebagai obat telah berlangsung sejak ribuan tahun lalu dalam praktik pengobatan tradisional. Tanaman obat digunakan oleh masyarakat untuk mengobati berbagai penyakit secara empiris (Nurhayati, 2022). Seiring berjalannya waktu, pengetahuan ini

terdokumentasi melalui ilmu etnobotani dan menjadi dasar penelitian modern. Amin (2025) menyatakan bahwa eksplorasi bahan alam didukung oleh tradisi lokal dan pengetahuan turun-temurun. Hal ini membuktikan bahwa pemanfaatan bahan alam dalam farmasi telah mengakar kuat dalam budaya manusia. Bahkan hingga saat ini, lebih dari 50% obat modern berasal dari bahan alami atau derivatifnya.

Di masa perkembangan ilmu pengetahuan, ilmuwan mulai mengisolasi senyawa aktif dari tanaman dan mikroorganisme. Penemuan penisilin oleh Alexander Fleming dari jamur *Penicillium notatum* menjadi tonggak penting dalam sejarah farmasi. Amin (2025) menjelaskan bahwa isolasi dan karakterisasi metabolit sekunder menjadi fokus dalam penemuan obat. Proses ini memerlukan teknik ekstraksi dan analisis yang tepat untuk memastikan keaktifan biologis senyawa. Oleh sebab itu, kontribusi bahan alam dalam farmasi tidak hanya bersifat historis, tetapi juga ilmiah. Teknologi modern terus digunakan untuk menyempurnakan pemanfaatan sumber daya hayati.

Selain itu, banyak obat modern yang merupakan hasil sintesis turunan dari senyawa alami. Contohnya adalah derivatif camptothecin yang dikembangkan menjadi obat kanker topotecan. Amin (2025) menunjukkan bahwa modifikasi struktur senyawa alami meningkatkan potensi farmakologis dan kestabilannya. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara bahan alam dan sintesis kimia memberikan hasil yang signifikan. Sejarah ini menunjukkan kesinambungan antara pendekatan tradisional dan ilmiah dalam penemuan obat. Oleh karena itu, bahan alam tetap menjadi inspirasi utama dalam riset kimia medisinal.

### **Mekanisme Aksi Senyawa Bioaktif dari Bahan Alam**

Jenis senyawa bioaktif dan sumbernya senyawa bioaktif dari alam terbagi menjadi beberapa kelompok utama, seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan polifenol. Senyawa ini umumnya diisolasi dari tanaman, jamur, bakteri, dan laut. Amin (2025) dalam kajiannya menjelaskan bahwa senyawa seperti squalene, kaempferol, dan stigmasterol ditemukan pada tanaman lokal seperti belimbing wuluh dan babandotan. Masing-masing senyawa ini memiliki aktivitas biologis spesifik yang ditargetkan terhadap sel kanker. Sumber bahan alam yang kaya akan metabolit sekunder sangat potensial dalam penemuan molekul aktif baru. Diversitas struktur kimia yang tinggi memungkinkan identifikasi target terapeutik yang berbeda.

Banyak dari senyawa ini bekerja melalui penghambatan enzim, aktivasi jalur apoptosis, atau interaksi dengan DNA dan protein reseptor. Amin (2025) menyebutkan bahwa teknik ekstraksi dan pemurnian sangat mempengaruhi keberhasilan dalam memperoleh senyawa aktif. Tanaman seperti *Curcuma longa*, *Annona muricata*, dan *Strychnos lucida* telah banyak diteliti karena kandungan

bioaktifnya. Selain itu, mikroorganisme seperti jamur dan actinomycetes juga telah digunakan untuk menghasilkan senyawa antibiotik dan antikanker. Kekayaan hayati Indonesia menjadikannya sumber utama eksplorasi senyawa bioaktif dunia.

Mekanisme aksi terhadap target biologis senyawa bioaktif dari bahan alam bekerja melalui berbagai mekanisme aksi terhadap target biologis dalam tubuh. Salah satu mekanisme umum adalah penghambatan enzim yang terlibat dalam proliferasi sel, seperti tirosin kinase dan topoisomerase. Amin (2025) menjelaskan bahwa squalene dan stigmasterol menunjukkan afinitas tinggi terhadap reseptor kanker payudara melalui ikatan dengan protein NUDT5 dan 5W9C. Selain itu, senyawa seperti flavonoid dapat memicu apoptosis melalui aktivasi caspase dan gangguan siklus sel. Aktivitas ini memungkinkan pengendalian pertumbuhan sel kanker secara selektif tanpa merusak sel normal. Mekanisme lain mencakup modulasi ekspresi gen yang berperan dalam pertahanan sel.

Kimia medisinal berperan dalam memahami interaksi molekul obat dengan target melalui simulasi dan validasi eksperimental. QSAR dan *molecular docking* digunakan untuk memprediksi potensi aktivitas senyawa berdasarkan struktur kimianya. Amin (2025) menunjukkan bahwa hasil uji *in silico* senyawa squalene memiliki afinitas  $-94,711$  kcal/mol, menunjukkan potensi terapeutik tinggi. Mekanisme ini menjadi landasan dalam pengembangan terapi yang efektif dan spesifik. Dengan memahami jalur aksi molekul, pengembangan obat dapat diarahkan pada target-target yang relevan secara klinis. Hal ini penting dalam terapi penyakit kompleks seperti kanker.

Contoh senyawa yang berhasil dikembangkan menjadi obat banyak senyawa bioaktif dari bahan alam telah berhasil dikembangkan menjadi obat modern. Contoh paling terkenal adalah artemisinin dari *Artemisia annua*, yang efektif untuk malaria dan mendapat Nobel Prize. Amin (2025) menyoroti senyawa seperti vincristine dari *Catharanthus roseus* yang digunakan untuk leukemia, dan kurkumin dari *Curcuma longa* yang menunjukkan aktivitas anti-inflamasi. Pengembangan ini memerlukan proses panjang mulai dari isolasi, uji bioaktivitas, hingga uji klinis. Kimia medisinal memainkan peran penting dalam modifikasi struktur untuk meningkatkan efektivitas dan menurunkan toksisitas. Keberhasilan ini memperkuat pentingnya pendekatan berbasis alam dalam farmasi modern.

### Metodologi dalam Penelitian Kimia Medisinal

Pendekatan dalam isolasi dan karakterisasi senyawa proses isolasi senyawa bioaktif dari bahan alam memerlukan pendekatan yang

sistematis dan efisien. Langkah awal dimulai dari ekstraksi menggunakan pelarut organik yang sesuai dengan polaritas senyawa target. Amin (2025) menjelaskan bahwa penggunaan teknik modern seperti ekstraksi pelarut superkritis dan ultrasonik meningkatkan efisiensi isolasi. Setelah itu, senyawa dipisahkan menggunakan kromatografi dan dikarakterisasi dengan spektroskopi seperti UV-Vis, FTIR, NMR, dan MS. Metode ini memungkinkan identifikasi struktur kimia secara tepat. Karakterisasi senyawa sangat penting untuk mengkonfirmasi struktur dan menentukan potensi farmakologisnya (Asyasyafiiyah, 2022).

Setelah tahap karakterisasi awal, senyawa diuji kemurniannya melalui metode kromatografi lapis tipis atau HPLC. Proses ini memastikan bahwa aktivitas biologis berasal dari senyawa murni, bukan campuran. Amin (2025) menyatakan bahwa tahap ini merupakan prasyarat sebelum senyawa digunakan dalam uji bioaktivitas. Kombinasi teknik isolasi dan karakterisasi mendalam sangat penting untuk memahami potensi terapeutik suatu senyawa. Hal ini memungkinkan seleksi senyawa yang paling menjanjikan untuk pengembangan lebih lanjut. Proses ini menjadi fondasi utama dalam riset kimia medisinal berbasis bahan alam.

Teknik pemodelan molekuler dan skrining virtual pemodelan molekuler merupakan alat penting dalam kimia medisinal untuk memprediksi interaksi antara senyawa dan target biologis. Teknik ini meliputi *molecular docking*, *molecular dynamics*, dan QSAR. Amin (2025) menyebutkan bahwa *molecular docking* digunakan untuk mengevaluasi afinitas ligan terhadap protein target seperti HER2 dan NUDT5. QSAR digunakan untuk menganalisis hubungan antara struktur kimia dan aktivitas biologis. Teknik ini mempermudah seleksi senyawa kandidat sebelum dilakukan uji laboratorium. Pemodelan ini mempercepat proses penemuan obat dan mengurangi biaya penelitian.

Dengan bantuan perangkat lunak seperti AutoDock, PyRx, dan SwissADME, peneliti dapat menilai parameter ADMET suatu senyawa. Ini membantu memprediksi absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas. Amin (2025) menekankan bahwa pemodelan molekuler sangat berguna dalam menyaring senyawa yang tidak memenuhi kriteria farmakokinetik. Skrining ini menjadi filter awal sebelum senyawa diuji secara *in vitro*. Validasi hasil pemodelan dilakukan dengan membandingkan data eksperimental. Penggunaan teknik ini menjadi standar dalam riset obat modern.

Uji *in vitro* dan *in vivo* dalam pengembangan obat setelah pemodelan molekuler, uji *in vitro* dilakukan untuk mengevaluasi efek biologis senyawa terhadap sel target. Uji ini menggunakan kultur sel seperti MCF-7 untuk kanker payudara atau HeLa untuk kanker serviks. Amin (2025) menjelaskan bahwa uji viabilitas sel, apoptosis, dan aktivitas enzimatis sering digunakan untuk mengukur efektivitas senyawa. Data IC50 menjadi



indikator penting dalam menentukan potensi sitotoksik. *In vitro* juga digunakan untuk menilai selektivitas terhadap sel kanker dibandingkan sel normal. Uji ini cepat dan biaya rendah sehingga digunakan sebagai skrining awal.

Setelah hasil *in vitro* menunjukkan potensi, uji *in vivo* dilakukan pada hewan coba seperti tikus atau mencit. Tujuannya adalah mengevaluasi efikasi, toksisitas, dan farmakokinetik dalam sistem biologis kompleks. Amin (2025) menyatakan bahwa uji ini memberikan gambaran awal tentang keamanan dan efektivitas sebelum uji klinis. Parameter seperti LD50, waktu paruh, dan distribusi jaringan dianalisis secara menyeluruh. Uji *in vivo* menjadi tahap penting sebelum obat masuk ke fase uji klinis. Kombinasi *in vitro* dan *in vivo* memberikan data komprehensif dalam pengembangan obat.

### Tantangan dalam Pengembangan Obat Berbasis Bahan Alam

Variabilitas sumber bahan alam salah satu tantangan utama dalam pengembangan obat berbasis bahan alam adalah variabilitas komposisi kimia antar spesimen. Faktor lingkungan seperti iklim, tanah, dan waktu panen sangat mempengaruhi kandungan senyawa bioaktif. Amin (2025) mencatat bahwa hasil ekstrak dari tanaman yang sama dapat berbeda tergantung lokasi tumbuhnya. Hal ini menyulitkan standarisasi dosis dan efikasi klinis. Penelitian harus mempertimbangkan variabilitas ini dalam setiap tahap produksi dan pengujian. Solusi yang digunakan adalah penanaman terkendali dan penggunaan bahan baku dari sumber standar.

Selain itu, kesulitan dalam mengakses bahan baku berkualitas tinggi menjadi kendala dalam skala besar. Bahan alam cenderung musiman dan mudah rusak saat penyimpanan. Amin (2025) menekankan bahwa penyimpanan dan logistik harus dirancang secara optimal agar kandungan bioaktif tidak rusak. Variabilitas ini juga berdampak pada replikasi hasil riset antara satu laboratorium dengan yang lain. Oleh karena itu, protokol standar dalam pengolahan bahan alam sangat dibutuhkan. Upaya ini dapat mengurangi ketidakpastian dalam kualitas bahan baku.

Teknologi bioteknologi dapat digunakan untuk mengatasi tantangan ini, seperti kultur jaringan dan biosintesis mikroba. Dengan pendekatan ini, senyawa target dapat diproduksi dalam kondisi terkontrol (Wahditiya, 2024). Amin (2025) menyatakan bahwa kultur sel tanaman dapat menghasilkan metabolit sekunder yang seragam dan berkelanjutan. Teknologi ini menjanjikan untuk produksi senyawa aktif secara stabil dan konsisten. Selain itu, teknik ini mendukung konservasi spesies langka yang memiliki nilai farmakologis tinggi. Integrasi teknologi ini memperkuat keberlanjutan dalam riset obat alami.

Masalah keberlanjutan dan etika dalam eksploitasi sumber daya eksploitasi bahan alam seringkali menimbulkan permasalahan keberlanjutan ekologis. Pengambilan bahan secara masif dari alam dapat mengancam kelestarian flora endemik. Amin (2025) mengingatkan pentingnya praktik pengumpulan berkelanjutan dan legalitas bahan. Oleh karena itu, perlu adanya regulasi ketat dalam pengambilan bahan farmasi dari alam. Prinsip bioetika juga harus dijunjung dalam setiap tahapan penelitian. Praktik ini mendukung konservasi dan keseimbangan lingkungan.

Selain aspek ekologi, isu etika juga menyangkut hak masyarakat lokal atas sumber daya hayati. Pengetahuan tradisional seringkali digunakan tanpa kompensasi yang adil. Amin (2025) menekankan pentingnya pendekatan partisipatif dan pengakuan terhadap pengetahuan lokal. Hal ini bisa dilakukan melalui skema benefit sharing dan hak paten komunal. Transparansi dan kolaborasi lintas sektor sangat penting dalam memastikan keadilan. Dengan demikian, eksplorasi bahan alam menjadi lebih bertanggung jawab.

Regulasi dan standar keamanan obat pengembangan obat berbasis bahan alam memerlukan pemenuhan regulasi yang ketat dari badan pengawas obat. Regulasi ini mencakup standar produksi, uji klinis, dan penetapan keamanan. Amin (2025) menyebutkan bahwa banyak senyawa alam gagal melanjutkan ke tahap klinis karena ketidaklengkapan data toksisitas. Badan seperti BPOM dan FDA mewajibkan dokumentasi yang komprehensif. Hal ini termasuk uji stabilitas, interaksi obat, dan potensi efek samping. Kesesuaian dengan regulasi menjadi kunci agar produk bisa diterima di pasar.

Selain regulasi nasional, standar internasional juga harus diperhatikan dalam pengembangan produk ekspor. Amin (2025) menyatakan bahwa sertifikasi seperti WHO-GMP, ISO, dan HALAL menjadi nilai tambah. Proses ini membutuhkan validasi dari pihak ketiga yang independen. Produk berbasis alam juga harus melalui proses *post-marketing surveillance* untuk menjamin keamanan jangka panjang. Oleh sebab itu, dukungan dari lembaga riset dan regulator sangat penting. Hal ini akan memperkuat kepercayaan konsumen terhadap produk berbasis bahan alam.

### Studi Kasus: Obat Modern Berbasis Bahan Alam yang Berhasil

Contoh obat-obatan yang berhasil dikembangkan beberapa contoh sukses dari obat berbasis bahan alam menunjukkan potensi luar biasa pendekatan ini. Artemisinin dari *Artemisia annua* terbukti efektif melawan malaria dan menjadi terapi standar global. Amin (2025) menyebutkan bahwa paclitaxel dari *Taxus brevifolia* digunakan secara luas untuk pengobatan kanker ovarium dan payudara. Vincristine dari *Catharanthus roseus* juga sukses digunakan untuk leukemia limfoblastik. Obat-

obat ini telah melewati tahapan riset panjang hingga uji klinis dan diproduksi secara massal. Keberhasilan ini membuktikan bahwa senyawa alami dapat diubah menjadi terapi efektif.

Pengembangan kurkumin sebagai agen anti-inflamasi juga menunjukkan potensi besar. Amin (2025) mencatat bahwa derivatif kurkumin memiliki aktivitas antioksidan dan antikanker tinggi. Saat ini, berbagai formulasi kurkumin dikembangkan untuk meningkatkan bioavailabilitasnya. Senyawa seperti berberin dan resveratrol juga masuk tahap pengembangan lanjut. Produk suplemen berbasis tanaman ini sudah banyak tersedia di pasaran. Hal ini menunjukkan transisi dari tradisional ke farmasi modern yang teruji.

Produk-produk seperti ekstrak kunyit dan squalene dari belimbing wuluh juga sedang dikembangkan. Amin (2025) menunjukkan bahwa nilai IC50 dan afinitas tinggi pada studi *in silico* memberi dasar kuat untuk pengembangan klinis. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk membuktikan efektivitas dan keamanannya. Namun, tren ini mengarah pada meningkatnya kepercayaan terhadap potensi bahan alam. Studi klinis yang terstruktur menjadi langkah penting ke depan. Hal ini memperluas aplikasi bahan alam dalam terapi modern.

Analisis kontribusi kimia medisinal dalam proses pengembangan kimia medisinal berperan krusial dalam mengidentifikasi dan mengoptimalkan senyawa bioaktif dari alam. Melalui pendekatan komputasional dan sintesis turunan, senyawa alami dapat diubah menjadi molekul yang lebih efektif. Amin (2025) menjelaskan bahwa proses seperti struktur-aktivitas relationship (SAR) dan prediksi ADMET mempercepat penemuan obat. Peran ini meliputi seleksi, modifikasi, dan validasi senyawa kandidat. Kimia medisinal menjadi penghubung antara bahan alam dan teknologi farmasi modern. Hal ini menunjukkan kontribusi interdisipliner yang signifikan.

Penggunaan teknologi seperti QSAR dan *molecular docking* juga membantu dalam memetakan potensi terapeutik senyawa. Amin (2025) menyatakan bahwa pendekatan ini mengurangi biaya riset dan meningkatkan efisiensi. Kontribusi ini menjadikan bahan alam lebih kompetitif di antara pendekatan sintetik lainnya. Selain itu, kimia medisinal juga membantu dalam validasi farmakologis dan toksikologis. Kombinasi pendekatan *in silico* dan eksperimental menjadi standar baru dalam pengembangan obat (Aditama,2023). Oleh karena itu, kimia medisinal berperan sebagai motor utama dalam transformasi bahan alam menjadi obat klinis.

Implikasi untuk penelitian masa depan dan inovasi dalam farmasi perkembangan riset bahan alam menunjukkan arah positif dalam dunia

farmasi. Potensi senyawa bioaktif yang belum dieksplorasi masih sangat luas, terutama dari biodiversitas Indonesia. Amin (2025) menekankan pentingnya riset kolaboratif antara akademisi, industri, dan pemerintah. Sinergi ini diperlukan untuk mempercepat alih teknologi dari laboratorium ke industri. Dukungan regulasi dan pendanaan menjadi faktor pendukung utama. Dengan strategi ini, Indonesia dapat menjadi pemain utama dalam riset obat alami global.

Inovasi dalam farmasi masa depan juga akan melibatkan pendekatan berbasis AI dan big data. Teknologi ini membantu dalam prediksi aktivitas senyawa dan optimalisasi proses skrining. Amin (2025) menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital mempercepat pengembangan obat. Hal ini membuka peluang baru dalam desain obat presisi dan personalisasi terapi. Eksplorasi bahan alam yang didukung teknologi menjadi arah riset strategis. Dengan demikian, kimia medisinal akan terus menjadi pilar dalam inovasi farmasi ke depan.

## SIMPULAN

Kimia medisinal memainkan peran penting dalam pengembangan obat berbasis bahan alam dengan memadukan teknologi modern dan pengetahuan tradisional. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi, modifikasi, dan optimasi senyawa bioaktif sehingga dapat dikembangkan menjadi obat yang lebih efektif dan aman. Melalui teknik seperti isolasi senyawa, pemodelan molekuler, dan uji biologis, kimia medisinal menjembatani pengetahuan dasar dengan aplikasi klinis. Tantangan seperti variabilitas bahan, isu keberlanjutan, dan regulasi tetap perlu diatasi dengan pendekatan lintas disiplin. Studi ini menunjukkan bahwa kombinasi antara riset dasar dan teknologi dapat mendorong inovasi dalam penemuan obat.

Di masa depan, kolaborasi antar peneliti dan pengembangan teknologi skrining yang lebih canggih akan semakin penting. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengevaluasi keamanan dan efektivitas jangka panjang dari senyawa berbasis bahan alam. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa bahan alam masih memiliki potensi besar dalam menyediakan solusi farmasi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan obat melalui pendekatan kimia medisinal tidak hanya menjanjikan dari sisi ilmiah, tetapi juga mendukung prinsip etika dan ekologi dalam praktik farmasi modern.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., Syarifah, S. N., Illavana, N., & Diva, A. J. (2025). *Evolusi Kimia Medisinal Pendekatan Berbasis Alam Dalam Penemuan Obat: Tinjauan Kimia Medisinal*.
- Amin, S., Sutaryat, L. D., Yuniar, L. U., & Haryana, Y. (2025). *Kajian Literatur: Eksplorasi*

- Metabolit Sekunder Tanaman Lokal Indonesia sebagai Terapi Alami Kanker Payudara. *Journal of Innovative and Creativity*, 5(2), 231-239.
- Amin, S., Naffsi, N. T., Ifana, N. C., & Harjakusuma, F. (2025). *Peran Kimia Medisinal dalam Pengembangan Terapi Thalasemia : Strategi Desain dan Optimalisasi Obat*. 5(2), 224–230.
- Amin, S., Pratama, D. E., Medisinal, K., & Obat, P. (2025). *PERAN KIMIA MEDISINAL DALAM PENGEMBANGAN OBAT ANTIKANKER : PENDEKATAN KOMPUTASI DAN EKSPLORASI SENYAWA BIOAKTIF DARI SUMBER*. 1(6), 1356–1361.
- Ardiputra, M. A., Ambarwati, R., Apriyanto, A., Lingga, I. S., Elfrida, N. S. A. L., Wahyunita, S., & Kurniawan, G. (2025). *Buku Ajar Pengantar Ilmu Farmasi : Teori dan Perkembangannya*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Adiatma, D., UTAMI, P., Pranitasari, N., & Rasyida, A. U. (2023). Inhibisi Senyawa Aktif Ekstrak Sirsak (*Annona Muricata*) Terhadap Pertumbuhan Plasmodium falciparum Berdasarkan Studi In Silico. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 323-333.
- Asyafiyah, L. (2022). Sintesis, Karakterisasi, dan Aplikasi Nanopartikel Perak dengan Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) Sebagai Material Anti Lichen pada Batuan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Dean, M., Megawati, M., Efendi, M. R. S., Uyun, H. S. K., Zummah, A., Sari, M. W., & Niati, S. M. (2024). *Kimia Farmasi*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Dewi, Z. Y. A., Saskirana, A., & Hidayat, F. R. (2025). Pengalaman pengguna e-commerce berdasarkan pemanfaatan ai. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(1), 939-948.
- Issusilaningtyas, E., Yulianto, A. N., Rochmah, N. N., Pertiwi, Y., Faoziyah, A. R., Sari, W. Y., & Balfas, R. F. (2024). *Teknologi Farmasi Bahan Alam*. Tohar Media.
- Khasanah, K., Ananta, I. G. B. T., Herlina, N., Yulianita, Y., Ambarwati, R., Sri, T., & Wahyuningrum, C. (2025). *Buku Ajar Pengantar Ilmu Farmasi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Listiani, H., Apriyanto, A., & Haryanti, T. (2025). *Buku Ajar Ilmu Alamiah Dasar*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Marliza, H., Ananta, I. G. B. T., Rusmalina, S., Malo, K. H., Meray, N. W., Khasanah, K., & Pratiwi, D. (2023). *KIMIA DASAR: Teori Komprehensif*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Nurhayati, D. R., Ts, M. P., & Yusof, S. F. B. (2022). *Herbal dan rempah*. Scopindo Media Pustaka.
- Nurjannah, S. (2024). *Studi In Silico Senyawa Peronemin C1 Dan Turunannya Dari Daun Sungkai (Peronema canescens Jack) SEBAGAI Anti-Inflamasi* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Setiani, L. A., & Herlina, N. (2025). *Buah Pandan Laut: Sumber Pengobatan Alami dari Pesisir dalam Perspektif Farmakologi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Wahditiya, A. A., Kurniawan, A., Nendissa, J. I., Meyuliana, A., Yora, M., Jamilah, J., & Andaria, A. C. (2024). *Teknologi produksi tanaman pangan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.