

Pendekatan Kimia Medisinal dalam Optimasi Senyawa Bioaktif dari Bahan Alam sebagai Kandidat Obat Antikanker

Saeful Amin ¹, Neng Padia Amelia ^{2*}, Tiara Oktavia Ramadhan ³, Silvia Dwi Putri ⁴

¹⁻⁴ Universitas Bakti Tunas Husada, Indonesia

Email: nengpadiaamelia19@gmail.com *

Abstract, Cancer is one of the leading causes of death in the world, with the incidence rate continuing to increase every year. Conventional treatments such as chemotherapy and radiotherapy often have limitations, especially related to selectivity towards cancer cells and toxic side effects caused to normal cells. Therefore, an alternative approach that is more effective and safe is needed. One promising approach is the utilization of bioactive compounds from natural materials that are optimized through a medicinal chemistry approach. This study aims to examine the potential of natural compounds such as epigallocatechin gallate (EGCG) from green tea, berberine from *Berberis vulgaris*, curcumin from turmeric (*Curcuma longa*), and cardiotonic steroids (CTS) from *Digitalis purpurea* and *Nerium oleander* as anticancer agents, as well as their optimization strategies through structural modification, increased stability, and modern delivery technology. The method used is a systematic literature review of scientific articles from 2020 to 2025 obtained through the PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases. The results of the study indicate that these compounds have various anticancer mechanisms of action, such as apoptosis induction, cell cycle inhibition, and activation of specific signaling pathways such as PI3K/Akt, MAPK, and ferroptosis. However, challenges such as low bioavailability, poor stability, and toxicity are still obstacles in their application. Through a medicinal chemistry approach, these compounds can be structurally modified or reformulated to improve their clinical effectiveness. In conclusion, the combination of natural wealth with medicinal chemistry innovation opens up great opportunities in the development of more selective, effective, and safe anticancer therapies in the future.

Keywords: anticancer, bioactive compounds, medicinal chemistry, natural ingredients, structure modification.

Abstrak, Kanker merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia, dengan angka kejadian yang terus meningkat setiap tahunnya. Pengobatan konvensional seperti kemoterapi dan radioterapi seringkali memiliki keterbatasan, terutama terkait selektivitas terhadap sel kanker dan efek samping toksik yang ditimbulkan pada sel normal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih efektif dan aman. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan senyawa bioaktif dari bahan alam yang dioptimalkan melalui pendekatan kimia medisinal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi senyawa alami seperti epigallocatechin gallate (EGCG) dari teh hijau, berberin dari *Berberis vulgaris*, kurkumin dari kunyit (*Curcuma longa*), serta cardiotonic steroids (CTS) dari *Digitalis purpurea* dan *Nerium oleander* sebagai agen antikanker, serta strategi optimasinya melalui modifikasi struktur, peningkatan stabilitas, dan teknologi penghantaran modern. Metode yang digunakan adalah kajian literatur sistematis terhadap artikel ilmiah dari tahun 2020 hingga 2025 yang diperoleh melalui basis data PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar. Hasil kajian menunjukkan bahwa senyawa-senyawa tersebut memiliki mekanisme kerja antikanker yang beragam, seperti induksi apoptosis, penghambatan siklus sel, serta aktivasi jalur sinyal spesifik seperti PI3K/Akt, MAPK, dan ferroptosis. Namun, tantangan seperti bioavailabilitas rendah, stabilitas buruk, dan toksisitas masih menjadi kendala dalam aplikasinya. Melalui pendekatan kimia medisinal, senyawa-senyawa ini dapat dimodifikasi secara struktural atau diformulasikan ulang untuk meningkatkan efektivitas klinisnya. Kesimpulannya, penggabungan kekayaan alam dengan inovasi kimia medisinal membuka peluang besar dalam pengembangan terapi antikanker yang lebih selektif, efektif, dan aman di masa depan.

Kata kunci: antikanker, bahan alam, kimia medisinal, modifikasi struktur, senyawa bioaktif.

1. PENDAHULUAN

Kanker adalah penyakit mematikan yang disebabkan oleh pertumbuhan sel-sel tubuh yang abnormal. Sel-sel ini dapat merusak fungsi organ dan berpotensi mengakibatkan kematian. Setiap tahun diperkirakan terdapat sekitar 30.000 kasus kanker di seluruh dunia,

dengan kanker paru-paru dan kanker payudara menjadi dua jenis kanker yang paling mematikan. Kanker merupakan penyakit yang sangat berbahaya, dapat mengancam dan merenggut nyawa banyak orang. Penyakit ini muncul akibat pertumbuhan sel yang tidak terkontrol dibagian-bagian tubuh yang berpotensi membahayakan (Amin & Meithasari, 2025).

Kanker telah menjadi penyebab utama kematian di seluruh dunia baik dinegara maju maupun di negara berkembang dengan angka kasus meningkat sebesar 70% dalam dua dekade terakhir. Menurut database GLOBOCAN 2020, terdapat lebih dari 19,3 juta kasus kanker yang dilaporkan, dengan hampir 10 juta jiwa kehilangan nyawa akibat penyakit ini. Di antara berbagai metode pengobatan kanker, beberapa terapi yang sering digunakan meliputi operasi, radioterapi, kemoterapi, imunoterapi, terapi gen, serta transplantasi sel darah perifer. Namun, dalam praktiknya terapi tersebut masih dianggap kurang efektif meskipun telah menunjukkan kemajuan. Hal ini disebabkan oleh sifat obat-obatan kemoterapi yang non-selektif, yang berarti bahwa obat tersebut dapat mempengaruhi sel-sel normal lainnya dan memberikan efek toksik pada sel-sel tersebut, disamping fungsi utamanya sebagai antikanker untuk mengurangi efek samping yang ditimbulkan, penggunaan obat-obatan dari alam atau herbal alami dengan potensi antikanker dapat menjadi alternatif yang menjanjikan (Rahmah et al., 2021).

Di Indonesia, penggunaan obat tradisional masih diakui dan dipercaya oleh sejumlah kalangan sebagai alternatif untuk mengobati berbagai macam penyakit. Obat tradisional terdiri dari ramuan yang terbuat dari bahan-bahan alami, seperti tumbuhan, bahan hewani, mineral serta sari-sari yang dicampur dan diracik untuk dikonsumsi. Masyarakat telah mewarisi pengetahuan tentang khasiatnya secara turun temurun. Obat tradisional juga sering disebut sebagai obat herbal, karena semua komponen yang digunakan berasal dari sumber alami (Adiyasa et al., 2021).

Masyarakat lokal telah lama memanfaatkan tanaman sebagai obat tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan etnobotani telah menjadi dasar yang kuat dalam pengembangan obat-obatan baru (Purwanti et al., 2020). Senyawa bioaktif yang terdapat dalam tanaman obat memiliki potensi besar dalam pengobatan berbagai penyakit. Analisis fitokimia memainkan peran penting dalam mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan dalam efek terapeutik yang dihasilkan oleh tanam-tanaman (Alqethami dan Aldhebiani, 2021).

Kimia medisinal merupakan suatu disiplin ilmu yang memusatkan perhatian pada desain, pengembangan, dan sintesis obat-obatan. Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis alam semakin mendapatkan perhatian dalam proses penemuan obat. Hal ini tidak terlepas dari potensi luar biasa yang dimiliki oleh senyawa-senyawa alami. Senyawa yang

berasal dari tanaman, mikroorganisme, dan sumber laut telah terbukti menjadi sumber inspirasi yang kaya untuk pengembangan obat baru, serta menawarkan keragaman kimia dan bioaktivitas yang unik (Newman dan Cragg, 2019).

Menurut Burger 1970 Kimia Medisinal adalah ilmu pengetahuan yang merupakan cabang dari ilmu kimia dan biologi, dan digunakan untuk memahami dan menjelaskan mekanisme kerja obat. Sebagai dasar adalah mencoba menetapkan hubungan struktur kimia dan aktifitas biologis obat, serta menghubungkan perilaku biodinamik melalui sifat-sifat fisik dan kereaktifan kimia senyawa obat. Kimia medisinal melibatkan isolasi, karakterisasi dan sintesis senyawa-senyawa yang digunakan dalam bidang kedokteran, untuk mencegah dan mengobati penyakit serta memelihara Kesehatan (Amin & Dian, 2025).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, kimia medisinal muncul sebagai jembatan antara pengetahuan tradisional dan pendekatan ilmiah modern. Kajian dalam kimia medisinal berfokus pada penelitian dan pengoptimalan senyawa kimia yang berasal dari alam untuk dikembangkan menjadi obat yang efektif dan aman banyak senyawa bioaktif dari bahan alam yang menjadi perhatian, seperti kurkumin dari tanaman Kunyit (*Curcuma longa*), Berberine dari tanaman *Berberis vulgaris*, dan *coptischinensis*, Epigallocatechin gallate (EGCG) dari tanaman Teh hijau (*Camellia sinensis*) dan Cardiotonic steroids (CTS) dari tanaman *Digitalis purpurea* dan *Nerium oleander*. Senyawa-senyawa ini menunjukkan aktivitas biologis yang penting, seperti antioksidan, antiinflamasi, dan antikanker, sehingga berpotensi untuk dikembangkan untuk menjadi fitofarmaka atau kandidat obat baru. Melalui pendekatan Kimia Medisinal, struktur senyawa tersebut dapat dimodifikasi atau diformulasikan ulang guna meningkatkan potensi, stabilitas, dan availabilitasnya (Siswandono, 2015). Dengan demikian, senyawa-senyawa tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam terapi modern.

Kimia medisinal, salah satu cabang ilmu yang berfokus pada desain dan optimasi obat. Ilmu ini berperan penting dalam mengembangkan senyawa bioaktif menjadi kandidat obat antikanker yang lebih selektif, efektif, dan stabil. Pendekatan ini sangat krusial untuk mengintegrasikan kekayaan alam Indonesia dengan teknologi farmasi modern, sehingga dapat menghasilkan terapi kanker yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengidentifikasi berbagai jenis senyawa bioaktif yang berasal dari bahan alam, seperti curcumin, berberine, epigallocatechin gallate (EGCG), dan Cardiotonic steroids (CTS) yang memiliki potensi sebagai agen antikanker. Melalui pendekatan studi literatur dan untuk menyajikan peta ilmiah terkini yang dapat menjadi landasan bagi pengembangan obat antikanker berbasis bahan alam di masa depan.

2. METODE PENELITIAN

Artikel ini menganalisis 5 dari 10 artikel terpilih, dengan penekanan dalam pendekatan kimia medisinal dalam pengoptimalan senyawa bioaktif dari bahan alam yang berpotensi sebagai obat antikanker. Untuk memperjelas dan memperkuat hasil tinjauan pustaka, penulis menyusun ringkasan data dari berbagai penelitian yang relevan yang mengeksplorasi strategi pengembangan dan potensi farmakologis senyawa alami.

Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah metode kualitatif yang didasarkan pada kajian literatur sistematis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis berbagai artikel ilmiah yang membahas senyawa bioaktif dari senyawa alami yang berpotensi sebagai obat antikanker, serta penerapan pendekatan kimia medisinal dalam upaya optimasinya. Proses penelitian dilakukan dengan menelusuri dan menyaring literatur dari berbagai basis data ilmiah terkemuka, seperti PubMed, Science Direct dan Google Scholar. Untuk memcerminkan hasil-hasil penelitian terbaru dalam bidang farmasi dan kimia medisinal, rentang tahun publikasi yang dianalisis adalah dari 2020-2025.

Dalam proses pencarian, kata kunci yang digunakan mencakup “*pendekatan kimia medisinal*”, “*produk alam antikanker*”, “*senyawa bioaktif dari tanaman*”, “*inductor ferroptosis*”, dengan penggabungan operator Booleann AND/OR untuk memperluas cakupan pencarian. Kriteria inklusi untuk seleksi artikel meliputi publikasi ilmiah yang membahas senyawa alami dengan aktivitas antikanker, yang menggunakan pendekatan kimia medisinal dalam optimasi struktur atau bioaktivitas, tersedia dalam format teks penuh, serta ditulis dalam Bahasa Inggris atau Indonesia. Disisi lain, artikel berupa abstrak, editorial, opini, atau yang tidak relevan dengan topik utama penelitian dikeluarkan dari analisis.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pencarian literatur, seleksi awal berdasarkan judul dan abstrak, serta penyaringan lebih lanjut berdasarkan lengkap isi dan lengkap artikel. Artikel yang berhasil lolos seleksi kemudian diekstraksi datanya mencakup nama senyawa bioaktif, sumber alam, mekanisme kerja antikanker, struktur kimia, dan strategi optimasi menggunakan pendekatan kimia medisinal, seperti modifikasi struktur, peningkatan stabilitas, atau bioavailabilitas, serta desain turunan baru. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif-kualitatif. Untuk mengidentifikasi pola-pola umum, efektifitas mekanisme kerja, dan potensi pengembangan lebih lanjut dari senyawa-senyawa tersebut. Hasil akhir disajikan dalam bentuk narasi ilmiah yang dilengkapi dengan tabel dan pembahasan tematik, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai kontribusi bahan alam dalam penemuan obat antikanker berbasis pendekatan kimia medisinal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Artikel tinjauan pustaka ini menggunakan 10 artikel akan tetapi yang digunakan hanya 5 artikel yang akan dibahas terkait senyawa bioaktif dari bahan alam sebagai obat antikanker. Untuk memperjelas dan memperkuat hasil tinjauan pustaka yang telah disampaikan, penulis menyusun ringkasan data dari beberapa penelitian yang relevan mengenai mekanisme kerja, sumber senyawa, serta potensi pengembangan senyawa bioaktif melalui pendekatan kimia medisinal. Ringkasan ini mencakup informasi mengenai jenis senyawa bioaktif, sumber bahan alam, target sel kanker, serta jalur molekuler yang terlibat dalam mekanisme antikanker. Penyajian data dalam bentuk tabel diharapkan dapat memberikan gambaran yang sistematis dan menyeluruh mengenai kontribusi senyawa-senyawa tersebut dalam pengembangan terapi antikanker yang lebih efektif dan selektif melalui inovasi kimia medisinal.

Tabel 1. Senyawa bioaktif dari bahan alam sebagai agen antikanker

No	Senyawa bioaktif	Sumber alam	Mekanisme antikanker	Target sel kanker	Referensi
1.	Epigallocatechin gallate (EGCG)	Teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>)	Induksi ferroptosis melalui penurunan ekspresi tsRNA-13502, penurunan GPX4 dan SLC7A11, peningkatan ROS dan ACSL4	Kanker paru-paru non-sel (NSCLC)	Wang et al., 2024
2.	Berberine	<i>Berberis vulgaris</i> , <i>Coptischinensis</i>	Induksi apoptosis, autofagi, arrest siklus sel, dan hambatan metastatis melalui berbagai jalur molekuler	Kanker kolorektal, payudara, hati dan lain-lain	Samadi et al., 2020

3.	Curcumin	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>)	Efek antiproliferatif, antioksidan, dan apoktotik, serta penghambatan angiogenesis dan metastatis	Berbagai jenis kanker (umum, tidak spesifik)	Sharifi-rad et al., 2020
4.	Cardiotonic steroids (CTS)	<i>Digitalis purpurea</i> , <i>Nerium oleander</i>	Hambatan Na^+/K^+ ATPase, aktivasi Src-NFkB, keterlibatan Wnt/ β -catenin, dan MEK/ERK	Kanker hati, prostat, leukemia, dan lain-lain	Ren et al., 2022

Pendekatan kimia medisinal dalam optimalisasi senyawa bioaktif yang berasal dari bahan alam memiliki peranan krusial dalam penemuan dan pengembangan obat antikanker. Berbagai senyawa alami berhasil diidentifikasi dan menunjukkan aktivitas biologis yang signifikan. Melalui kimia medisinal senyawa-senyawa ini dapat dimodifikasi atau disintesis ulang dengan tujuan meningkatkan efikasi, selektifitas, dan bioavailabilitasnya.

Salah satu senyawa yang mendapatkan perhatian luas adalah Epigallocatechin gallate (EGCG), polifenol utama yang terdapat dalam teh hijau (*Camelia sinensis*). Menurut penelitian oleh Wang et al., (2024), EGCG memiliki potensi sebagai agen antikanker melalui induksi ferrotoksis, yaitu suatu bentuk kematian sel terprogram yang memerlukan zat besi dan dipicu oleh stress oksidatif. EGCG terbukti menurunkan ekspresi tsRNA-13502 serta menghambat ekspresi protein GPX4 dan SLC7A11 yang menghalangi ferroptosis, sambil meningkatkan kadar ACSL4, Fe^{2+} , ROS, dan MDA dalam sel kanker paru-paru non-sel kecil (NSCLC). Dengan struktur kimianya yang kaya akan gugus hidroksil, EGCG berpotensi sebagai penangkap radikal bebas. Dari perspektif kimia medisinal, ada peluang untuk memodifikasi EGCG agar lebih stabil dan bioavailable, serta mengembangkannya sebagai senyawa utama (lead compound) dalam desain turunan antikanker yang baru.

Epigallocatechin gallate (EGCG), yang telah banyak diteliti sebagai kandidat antikanker alami yang menjanjikan. Tetapi, EGCG memiliki masalah terkait stabilitas dan penetrasi sel. Untuk mengatasinya, berbagai penelitian telah berhasil mengembangkan derivative EGCG dalam sistem penghantaran berbasis nanopartikel atau liposom terbukti meningkatkan penumpukan senyawa ini secara spesifik pada jaringan kanker. Pendekatan seperti ini menunjukkan bahwa EGCG dapat dioptimalkan melalui teknik formulasi untuk meningkatkan efektivitas klinisnya.

Senyawa menarik lainnya adalah Berberine, alkaloid isoquinolin yang diekstraksi dari tanaman seperti *Berberis vulgaris* dan *Coptis chinensis*. Sebagaimana dijelaskan oleh Samadi et al., (2020), berberine menunjukkan aktivitas antikanker melalui beberapa mekanisme, termasuk induksi apoptosis, penghambatan siklus sel, dan penekanan metastatis. Senyawa ini bekerja dengan menargetkan jalur molekuler kunci seperti PI3K/Akt, MAPK dan NF- κ B. Struktur aromatik planar berberin memfasilitasi interkalasi ke dalam DNA, membuatnya efektif dalam menghambat proliferasi sel kanker. Namun, rendahnya bioavailabilitas berberin menjadi tantangan yang dapat diatasi melalui pendekatan kimia medisinal, seperti derivatisasi atau formulasi berbasis nanopartikel, yang berpotensi meningkatkan selektivitas terhadap target dan mengurangi toksisitas.

Berberin juga menunjukkan aktivitas antikanker multi-target, berkat pengaruhnya terhadap jalur PI3K/Akt, MAPK, dan NF- κ B. Struktur aromatnya yang planar memungkinkan interkalasi ke dalam DNA, meskipun rendahnya bioavailabilitas menjadi hambatan utama dalam penggunaannya. Strategi kimia medisinal, seperti derivatisasi dengan gugus piperazin, konjugasi dengan peptida penarget, serta pemanfaatan formulasi berbasis nanopartikel, telah berhasil meningkatkan selektivitas dan mengurangi toksisitas senyawa ini. Dengan pengembangan lebih lanjut, berberin memiliki potensi untuk digunakan sebagai agen kemoterapi berbasis bahan alam dengan cakupan terapi yang lebih luas.

Selanjutnya, Curcumin, senyawa aktif yang berasal dari kunyit (*Curcuma longa*) telah dikenal lama karena berbagai aktivitas farmakologisnya. Menurut kajian yang dilakukan oleh Syarifirad et al., (2020), curcumin berfungsi sebagai agen antiproliferasi, antiinflamasi, antioksidan, dan pro-apoptotik. Senyawa ini dapat menghambat ekspresi COX-2, TNF- α dan NF- κ B, serta mencegah angiogenesis serta metastatis sel kanker. Namun, tantangan utama bagi kurkumin adalah kestabilannya yang rendah dan cepat dimetabolisme dalam tubuh. Dalam konteks kimia medisinal, kurkumin telah dimodifikasi, misalnya melalui konjugasi dengan senyawa hidrofilik atau dengan membentuk formulasi nanopartikel untuk meningkatkan bioavailabilitas dan efektivitas klinisnya.

Di sisi lain, curcumin, senyawa aktif yang terdapat dalam kunyit, telah dikenal luas dan memiliki profil keamanan yang baik. Meskipun masih menghadapi tantangan terkait stabilitas serta metabolisme yang cepat dalam tubuh. Berbagai pendekatan, seperti penggunaan nanoemulsi, konjugasi dengan senyawa hidrofilik, serta kombinasi dengan piperine untuk menghambat metabolisme hepatic, telah terbukti mampu meningkatkan bioavailabilitasnya secara signifikan. Selain itu, curcumin juga dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai terapi kombinasi yang mendukung pengobatan kanker secara sinergis bersama agen kemoterapi konvensional.

Terakhir, Cardiotonic Steroids seperti digoxin, digitoksin, dan ouabain adalah kelompok senyawa glikosida steroid yang awalnya digunakan untuk terapi penyakit jantung, namun kini menunjukkan potensi dalam pengobatan kanker. Sebagaimana diulas oleh Ren et al., (2022), CTS dapat menghambat Na^+/K^+ ATPase, yang memicu berbagai jalur sinyal seperti Src, MEK/ERK, NF- κ B, dan Wnt/ β -catenin, yang terlibat dalam proliferasi dan kelangsungan hidup sel kanker. Namun, kelemahan utama CTS adalah toksisitas yang tinggi dan rentang terapeutik yang sempit. Oleh karena itu, kimia medisinal memainkan peran penting dalam merancang derivat CTS dengan struktur yang dimodifikasi untuk menurunkan toksisitas sambil mempertahankan aktivitas antikankernya.

Upaya dalam bidang kimia medisinal difokuskan pada rancangan turunan CTS yang memiliki struktur lebih selektif terhadap isoform enzim yang banyak diekspresikan pada sel kanker. Selain itu pemanfaatan teknologi seperti antibody-drug conjugates (ADC) dan sistem penghantaran bertarget memungkinkan CTS bisa diarahkan langsung ke jaringan tumor, sehingga meminimalkan efek samping sistemik yang berpotensi muncul.

Pendekatan yang didasarkan pada bahan alam terus berperan sebagai fondasi penting dalam pengembangan obat modern, terutama dalam pencarian agen antikanker. Senyawa alami biasanya memiliki struktur kimia yang kompleks, yang memungkinkan mereka berinteraksi dengan berbagai target molekuler secara bersamaan. Namun, banyak dari senyawa ini mengalami permasalahan dalam aspek farmakokinetik, seperti stabilitas, kelarutan dan bioavailabilitas yang rendah. Hal ini memerlukan penerapan pendekatan kimia medisinal untuk mengoptimalkan potensi terapeutik yang mereka miliki. Dengan teknik modifikasi struktur, sintesis analog, serta pemanfaatan teknologi penghantaran obat modern, efektivitas dan selektivitas dari senyawa bioaktif dapat ditingkatkan secara signifikan.

Secara keseluruhan, keempat senyawa bioaktif dari bahan alam tersebut menunjukkan mekanisme kerja antikanker yang kuat dan berbeda-beda serta berpotensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut melalui pendekatan kimia medisinal. EGCG dan curcumin memiliki

keunggulan sebagai senyawa yang aman dan alami, namun perlu peningkatan bioavailabilitas. Berberin sangat menjanjikan karena multi-targeting pathway, dan CTS meskipun toksik, sangat efektif bila dimodifikasi dengan pendekatan kimia modern. Dengan optimasi struktur, modifikasi kimia, dan teknologi formulasi, senyawa-senyawa ini dapat menjadi senyawa utama dalam penemuan obat antikanker berbasis bahan alam yang lebih efektif dan aman di masa depan.

4. KESIMPULAN

Pendekatan kimia medisinal memiliki peranan krusial dalam pengoptimalan senyawa bioaktif dari bahan alam sebagai calon obat antikanker. Senyawa-senyawa seperti epigallocatechin gallate (EGCG), berberin, kurkumin, dan cardiotonic steroids (CTS) telah menunjukkan aktifitas antikanker yang menjanjikan. Namun, masih menghadapi beberapa tantangan terkait stabilitas, bioavailabilitas, dan toksisitas. Melalui modifikasi struktur, formulasi nanopartikel, dan teknologi penghantaran obat, efektivitas dan keamanan senyawa-senyawa ini dapat ditingkatkan. Dengan dukungan penelitian yang berkelanjutan, senyawa alami ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi terapi antikanker modern yang lebih selektif, efektif dan aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Farmasi Universitas Bakti Tunas Husada Tasikmalaya atas segala dukungan yang diberikan, baik berupa sarana, prasarana maupun bimbingan yang telah diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Artikel yang berjudul “Pendekatan Kimia Medisinal dalam Optimasi Senyawa Bioaktif dari Bahan Alam sebagai Kandidat Obat Antikanker”. Artikel ini disusun sebagai bagian dari salah satu mata kuliah, dengan harapan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang bermanfaat dalam pengembangan penelitian dibidang farmasi, khususnya dalam pengembangan obat antikanker berbasis bahan alam melalui pendekatan kimia medisinal.

REFERENSI

- Adiyasa, M. R., & Meiyanti, M. (2021). Pemanfaatan obat tradisional di Indonesia: distribusi dan faktor demografis yang berpengaruh. *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*, 4(3), 130-138.
- Alqethami, A., & Aldhebiani, A. Y. (2021). Medicinal plants used in Jeddah, Saudi Arabia: Phytochemical screening. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 805–812. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.013>

- Amin, S., & Meithasari, F. (2025). Peran Kimia Medisinal Dalam Pengembangan Obat Anti Kanker. *Science: Indonesian Journal of Science*, 1(6), 1321-1333.
- Amin, S., & Pratama, D. E. (2025). Peran Kimia Medisinal dalam Pengembangan Obat Antikanker: Pendekatan Komputasi dan Eksplorasi Senyawa Bioaktif dari Sumber Alam. *Science: Indonesian Journal of Science*, 1(6), 1356-1361.
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2019). *Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019*. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>
- Parikesit, A. A., Nurdiansyah, R., & Agustriawan, D. (2019). Penerapan Pendekatan Machine Learning Pada Pengembangan Basis Data Herbal Sebagai Sumber Informasi Kandidat Obat Kanker. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(2).
- Prasetiawati, R., Arnefia, A., Permana, B., & Lubis, N. (2022). Studi Penambatan Molekul Senyawa Turunan Fenilpropanoid Pada Tumbuhan Lengkuas (*Alpinia galangal* (L.) Willd.) Sebagai Obat Antikanker Otak. *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 11(2), 189-161.
- Purwanti, E., Mahmudati, N., Faradila, S. F., & Fauzi, A. (2020). Utilization of plants as traditional medicine for various diseases: Ethnobotany study in SumeNep, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2231(April). <https://doi.org/10.1063/5.0002430>
- Rahmah, W., Nandini, E., & Siregar, K. A. A. K. (2021). Potensi tanaman mangrove sebagai agen antikanker: literature review. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 10(1), 12-16.
- Ren, J., Gao, X., Guo, X., Wang, N., & Wang, X. (2022). Research progress in pharmacological activities and applications of cardiotonic steroids. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 902459. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.902459>
- Samadi P, Sarvarian P, Gholipour E, Shams Asenjan K, Aghebati-Maleki L, Motavalli R, et al. Berberine: A novel therapeutic strategy for cancer. *IUBMB Life*. 2020;72(10):2065–2079. doi:10.1002/iub.2350.
- Sharifi-Rad, J., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Belwal, T., Martorell, M., Kumar, M., ... & Salehi, B. (2020). Curcumin and inflammatory diseases: Learnings from the past and advances for the future. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 1021. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.01021>
- Siswandono. (2015). *Kimia medisinal* (Edisi ke-2). Airlangga University Press.
- Suci, P. R., Nurkhasanah, N., & Sulistyani, N. (2021). Aktivitas Antikanker Ekstrak Etanol Tanaman Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.) Terhadap Sel T47D Melalui Induksi Apoptosis. *JIIS (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 6(1), 49-58.
- Wang S, Wang R, Hu D, Zhang C, Cao P, Huang J, et al. Epigallocatechin gallate modulates ferroptosis through downregulation of tsRNA-13502 in non-small cell lung cancer. *Cancer Cell Int*. 2024;24(200). doi:10.1186/s12935-024-03391-5