Diagnosis: Jurnal Kesehatan Masyarakat
dan Inovasi Teknologi Kesehatan
ISSN Cetak : XXXX-XXXX ISSN Online : XXXX-XXXX
Volume 03 Nomor 02, Juni 2026

POTENSI DAN PENGEMBANGAN SENYAWA ALAM SEBAGAI AGEN ANTIKANKER MELALUI PENDEKATAN KIMIA MEDISINAL

Raisha Thahira Bunyamin[1],Sinta[2],Dhea Ramadhani[3],Saeful Amin[4]
Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada
raishathahirabunyamin@gmail.com

ABSTRACT

Cancer is one of the leading causes of death worldwide, with an increasing incidence each year. Conventional treatments such as chemotherapy and radiotherapy remain the primary options; however, they are associated with significant side effects and drug resistance. Therefore, safer and more effective therapeutic alternatives are needed.Natural compounds derived from plants have shown strong potential as anticancer agents due to their ability to target multiple molecular pathways involved in cancer progression. This study aims to review the potential of natural compounds and their development strategies through a medicinal chemistry approach.

This study employed a structured literature review using scientific publications from 2017–2025, including identification, screening, eligibility assessment, and inclusion processes.The results indicate that flavonoids, alkaloids, and terpenoids exhibit anticancer activities through apoptosis induction, inhibition of cell proliferation, and suppression of angiogenesis. Furthermore, medicinal chemistry strategies such as molecular modification and nanotechnology significantly improve bioavailability and therapeutic effectiveness.In conclusion, natural compounds possess significant potential as anticancer agents and can be further optimized through medicinal chemistry approaches to achieve more effective and safer therapies.

Keywords: anticancer; natural compounds; medicinal chemistry; apoptosis; nanotechnology

ABSTRAK

Kanker merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia dengan angka kejadian yang terus meningkat setiap tahun. Terapi konvensional seperti kemoterapi dan radioterapi masih menjadi pilihan utama, namun memiliki keterbatasan berupa efek samping yang tinggi serta resistensi obat. Oleh karena itu, diperlukan alternatif terapi yang lebih aman dan efektif.
Senyawa alam dari tanaman diketahui memiliki potensi sebagai agen antikanker karena mampu memengaruhi berbagai jalur molekuler yang terlibat dalam pertumbuhan dan penyebaran sel kanker. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi senyawa alam serta strategi pengembangannya melalui pendekatan kimia medisinal.

Metode yang digunakan adalah studi literatur terstruktur terhadap publikasi ilmiah periode 2017–2025 melalui tahapan identifikasi, penyaringan, evaluasi, dan inklusi artikel
Hasil kajian menunjukkan bahwa flavonoid, alkaloid, dan terpenoid memiliki aktivitas antikanker melalui mekanisme induksi apoptosis, penghambatan proliferasi sel, serta penekanan angiogenesis. Pendekatan kimia medisinal melalui modifikasi struktur molekul dan teknologi nano terbukti mampu meningkatkan bioavailabilitas dan efektivitas senyawa.
Kesimpulannya, senyawa alam memiliki potensi besar sebagai agen antikanker dan dapat dikembangkan lebih lanjut melalui pendekatan kimia medisinal untuk menghasilkan terapi yang lebih efektif dan aman.
Kata Kunci : antikanker; senyawa alam; kimia medisinal; apoptosis; nanoformulasi

A. Pendahuluan

Penyakit kanker didefinisikan sebagai kondisi patologis yang kompleks, di mana terjadi proliferasi sel secara abnormal dan tidak terkendali yang disertai dengan risiko penyebaran (metastasis) ke berbagai organ tubuh Merujuk pada data terbaru dari World Health Organization serta International Agency for Research on Cancer, prevalensi kanker di tingkat global menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun (Sung et al., 2021)

Hingga saat ini, strategi pengobatan standar masih didominasi oleh metode konvensional seperti radioterapi dan kemoterapi. Namun, penggunaan terapi ini sering kali terbentur oleh berbagai hambatan teknis, mulai dari rendahnya selektivitas terhadap sel target, risiko toksisitas atau efek samping yang berat bagi pasien, hingga fenomena resistensi sel kanker terhadap obat (Muhammad et al., 2022).

Sebagai solusi alternatif, pemanfaatan senyawa bahan alam yang berasal dari tanaman obat menawarkan peluang besar karena keberagaman struktur molekul serta spektrum aktivitas biologisnya yang luas. Kekayaan hayati tanaman obat di Indonesia telah diidentifikasi memiliki prospek cerah sebagai agen antikanker baru, yang diperkuat melalui berbagai analisis berbasis simulasi in silico (Amin & Fauziyyah, 2025).

Secara spesifik, kandungan senyawa aktif dalam Carica papaya terbukti memiliki efek sitotoksik terhadap lini sel kanker dengan cara menghalangi pembelahan sel (proliferasi) serta menginduksi mekanisme kematian sel terprogram atau apoptosis (Amin et al., 2025). Melalui integrasi strategi kimia medisinal, potensi senyawa

tersebut dapat dioptimalkan lebih lanjut guna mencapai tingkat efektivitas dan selektivitas yang lebih tinggi (Amin & Pratama, 2025). Kebaruan dari kajian ini terletak pada pembahasan komprehensif yang menghubungkan eksplorasi bahan alam dengan metodologi kimia medisinal berdasarkan rujukan literatur primer yang mutakhir (Amin & Fauziyyah, 2025; Amin et al., 2025; Amin & Pratama, 2025).

Kajian Teori

Penyakit kanker didefinisikan sebagai kondisi patologis yang kompleks, di mana terjadi proliferasi sel secara abnormal dan tidak terkendali yang disertai dengan risiko penyebaran (metastasis) ke berbagai organ tubuh Merujuk pada data terbaru dari World Health Organization serta International Agency for Research on Cancer, prevalensi kanker di tingkat global menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun (Sung et al., 2021)

Hingga saat ini, strategi pengobatan standar masih didominasi oleh metode konvensional seperti radioterapi dan kemoterapi. Namun, penggunaan terapi ini sering kali terbentur oleh berbagai hambatan teknis, mulai dari rendahnya selektivitas terhadap sel target, risiko toksisitas atau efek samping yang berat bagi pasien, hingga fenomena resistensi sel kanker terhadap obat (Muhammad et al., 2022).

Sebagai solusi alternatif, pemanfaatan senyawa bahan alam yang berasal dari tanaman obat menawarkan peluang besar karena keberagaman struktur molekul serta spektrum aktivitas biologisnya yang luas. Kekayaan hayati tanaman obat di Indonesia telah diidentifikasi memiliki prospek cerah sebagai agen antikanker baru, yang diperkuat melalui berbagai analisis berbasis simulasi in silico (Amin & Fauziyyah, 2025).

Secara spesifik, kandungan senyawa aktif dalam Carica papaya terbukti memiliki efek sitotoksik terhadap lini sel kanker dengan cara menghalangi pembelahan sel (proliferasi) serta menginduksi mekanisme kematian sel terprogram atau apoptosis (Amin et al., 2025). Melalui integrasi strategi kimia medisinal, potensi senyawa tersebut dapat dioptimalkan lebih lanjut guna mencapai tingkat efektivitas dan selektivitas yang lebih tinggi (Amin & Pratama, 2025). Kebaruan dari kajian ini terletak pada pembahasan komprehensif yang menghubungkan eksplorasi bahan

alam dengan metodologi kimia medisinal berdasarkan rujukan literatur primer yang mutakhir (Amin & Fauziyyah, 2025; Amin et al., 2025; Amin & Pratama, 2025).

B. Metode Penelitian

Kajian ini menerapkan desain tinjauan pustaka dengan metode deskriptif kualitatif guna mengeksplorasi peran senyawa bahan alam sebagai kandidat antikanker dalam kerangka kimia medisinal. Kami menghimpun data dari literatur ilmiah yang tersebar di platform Google Scholar serta database PubMed dan ScienceDirect. Strategi pencarian literatur difokuskan pada penggunaan kata kunci spesifik seperti apoptosis, medicinal chemistry, anticancer, serta natural compounds.

Rangkaian pengumpulan data dijalankan secara terstruktur, dimulai dari tahap identifikasi dokumen, skrining terhadap abstrak dan judul, hingga peninjauan mendalam pada isi naskah secara utuh untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Artikel yang terpilih merupakan karya ilmiah peer-reviewed yang terbit dalam rentang tahun 2017 hingga 2025 dan memiliki relevansi kuat dengan topik. Di sisi lain, naskah yang terdeteksi duplikat, tidak relevan, atau kualitasnya kurang memadai langsung dieksklusi dari proses analisis.

Rangkaian pengumpulan data dijalankan secara terstruktur, dimulai dari tahap identifikasi dokumen, skrining terhadap abstrak dan judul, hingga peninjauan mendalam pada isi naskah secara utuh untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Artikel yang terpilih merupakan karya ilmiah peer-reviewed yang terbit dalam rentang tahun 2017 hingga 2025 dan memiliki relevansi kuat dengan topik. Di sisi lain, naskah yang terdeteksi duplikat, tidak relevan, atau kualitasnya kurang memadai langsung dieksklusi dari proses analisis

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat komputer atau laptop yang terhubung dengan jaringan internet untuk mengakses database ilmiah. Bahan penelitian berupa artikel

ilmiah yang diperoleh dari database PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar yang relevan dengan topik senyawa alam sebagai agen antikanker melalui pendekatan kimia medisinal.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan naratif dan komparatif. Data yang diperoleh dari berbagai artikel ilmiah kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis senyawa, mekanisme kerja antikanker, serta strategi pengembangan melalui pendekatan kimia medisinal. Selanjutnya, dilakukan perbandingan antar hasil penelitian untuk mengidentifikasi pola, kesamaan, dan perbedaan temuan sehingga diperoleh kesimpulan yang komprehensif (Amin & Fauziyyah, 2025; Amin & Pratama, 2025).

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Kapasitas Senyawa Alami sebagai Antikanker

Produk alam menunjukkan spektrum aktivitas biologis yang sangat luas, khususnya dalam memblokir progresi sel tumor. Kekayaan flora medisinal di Indonesia menyimpan berbagai metabolit sekunder yang terbukti secara in silico memiliki afinitas kuat terhadap protein pemicu kanker melalui mekanisme molecular docking (Amin & Fauziyyah, 2025). Sebagai contoh, kandungan flavonoid jenis kuersetin dalam ekstrak Carica papaya memperlihatkan efek sitotoksik yang signifikan dengan cara menghentikan pembelahan sel (proliferasi) serta memicu kematian sel terprogram atau apoptosis (Amin et al., 2025)

2. Jalur Mekanisme pada Tingkat Molekuler

Cara kerja senyawa alami dalam tubuh melibatkan jalur molekuler yang kompleks. Efek antikanker utamanya dihasilkan melalui induksi apoptosis yang berkaitan dengan stimulasi enzim kaspase serta modifikasi pada keseimbangan protein Bax/Bcl-2 (Tian et al., 2024; Amin et al., 2025). Selain itu, senyawa ini mampu menghambat jalur pensinyalan MAPK dan PI3K/Akt yang krusial bagi pertumbuhan sel, sementara kontrol terhadap jalur NF-κB membantu meminimalisir peradangan kronis serta menekan potensi resistensi obat (Ren et al., 2020; Gupta et al., 2017). Di sisi lain, proses anti-angiogenesis dipicu melalui

supresi protein VEGF, sehingga pembentukan jaringan pembuluh darah baru pada tumor dapat dicegah (Guo et al., 2021)

3. Relevansi Bidang Kimia Medisinal

Penerapan kimia medisinal bertujuan untuk mengeksplorasi korelasi antara arsitektur molekul dengan respons biologis yang dihasilkan, guna memaksimalkan potensi terapi suatu zat. Melalui modifikasi pada struktur intinya, efektivitas dan selektivitas senyawa terhadap target sel kanker dapat ditingkatkan secara optimal (Amin & Pratama, 2025; Naeem et al., 2022). Penggunaan metode in silico juga memfasilitasi prediksi interaksi molekuler secara presisi, yang membuat proses identifikasi obat baru menjadi jauh lebih efisien (Al-Karmalawy et al., 2025).

4. Teknik Optimalisasi Melalui Modifikasi Molekul

Upaya modifikasi senyawa sering kali diarahkan untuk memperbaiki parameter bioavailabilitas serta ketahanan zat aktif di dalam tubuh. Penggunaan strategi teknologi nano (nanoformulasi) serta penggantian gugus fungsi spesifik telah terbukti mampu memperkuat performa senyawa aktif (Amin & Pratama, 2025). Selain itu, sistem penghantaran berbasis nanoformulasi menjamin pelepasan obat yang lebih tepat sasaran pada sel kanker, sehingga meningkatkan keberhasilan terapi secara keseluruhan (Singh et al., 2020; Elmowafy et al., 2023)

Tabel 1. Senyawa Alam dan Aktivitas Antikanker

Senyawa	Sumber	Mekanisme	Referensi
Quercetin	Pepaya	Apoptosis	Amin et al., 2025
Flavonoid	Tanaman	Anti-proliferasi	Amin & Fauziyyah, 2025
Senyawa turunan	Modifikasi	↑ aktivitas	Amin & Pratama, 2025

Keterangan:
diolah dari berbagai sumber penelitian.

1. Analisis Kritis

Meskipun senyawa alam menunjukkan potensi besar sebagai agen antikanker, sebagian besar penelitian masih berada pada tahap in vitro dan in silico. Keterbatasan utama meliputi bioavailabilitas yang rendah serta stabilitas senyawa yang terbatas dalam tubuh (Elmowafy et al., 2023).

Dibandingkan dengan terapi konvensional, senyawa alam memiliki toksisitas yang lebih rendah, namun memerlukan optimasi lebih lanjut untuk mencapai efektivitas maksimal (Naeem et al., 2022; Amin & Pratama, 2025).

D. Kesimpulan

Senyawa alam memiliki potensi besar sebagai agen antikanker melalui berbagai mekanisme molekuler. Pendekatan kimia medisinal dan strategi modifikasi molekul terbukti meningkatkan efektivitas dan selektivitas senyawa tersebut.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji klinis, meningkatkan bioavailabilitas, serta mengembangkan formulasi yang lebih optimal

DAFTAR PUSTAKA

Amin, S., & Fauziyyah, A. N. (2025). Exploration of Indonesian medicinal plants as breast cancer candidates through *in silico* approach. *Journal of Medicinal Chemistry Research*, 14(2), 101–115.

Amin, S., Innayatulloh, R., & Fauzi, M. I. (2025). Medicinal chemistry review of *Carica papaya* as an anticancer candidate. *Pharmacognosy Reviews*, 19(1), 45–58.

Amin, S., & Pratama, B. R. (2025). Chemical modification of natural compounds for anticancer drug development. *Journal of Drug Design and Development*, 11(3), 210–225.

Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 71(3), 209–249.

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over nearly four decades. Journal of Natural Products, 83(3), 770–803.

Cragg, G. M., & Pezzuto, J. M. (2021). Natural products as a vital source for the discovery of anticancer agents. Phytochemistry Reviews, 20, 877–906.

Naeem, A., Badshah, S. L., Muska, M., Ahmad, N., & Khan, K. (2022). The current case of medicinal chemistry in drug discovery. Drug Discovery Today, 27(4), 1031–1042.

Elmowafy, M., et al. (2023). Drug delivery systems for anticancer therapy: Advances and challenges.

Pharmaceutics, 15(3), 876

Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., & Zhang, L. (2020). Flavonoids: Promising anticancer agents.

Biomedicine & Pharmacotherapy, 121, 109557.

Guo, Y., et al. (2021). Resveratrol as a promising natural compound for cancer therapy. Molecules, 26(18), 5601.

Singh, D., et al. (2020). Nano-curcumin as an emerging strategy for cancer therapy. Pharmaceutics, 12(11), 1089.

Zhang, J., et al. (2020). Chemical modification of natural compounds for improved anticancer activity.

Journal of Medicinal Chemistry, 63(12), 6427–6440.

Tian, X., et al. (2024). Targeting apoptosis pathways in cancer therapy. Cancer Letters, 580, 216–228.

Rang, H. P., Dale, M. M., Ritter, J. M., & Flower, R. J. (2020). Rang and Dale's pharmacology (9th ed.). Elsevier.

Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R., & Knollmann, B. C. (2022). Goodman & Gilman's the pharmacological basis of therapeutics (14th ed.). McGraw-Hill.

Patrick, G. L. (2020). An introduction to medicinal chemistry (7th ed.). Oxford University Press.