



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Eksplorasi Tanaman Obat Indonesia sebagai Kandidat Antikanker payudara melalui Pendekatan Kimia Medisinal

Exploration of Indonesian Medicinal Plants as Breast Cancer Candidates through Medicinal Chemistry Approach

Saeful Amin¹, Alya Nisrina Fauziyyah^{2*}

¹Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada

²Fakultas Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada

*Corresponding Author: E-mail: alyanisrina867@gmail.com

Artikel Review

ABSTRAK

Article History:

Received: 16 Sep, 2025

Revised: 17 Oct, 2025

Accepted: 03 Nov, 2025

Kata Kunci:

Kanker payudara

In silico

Senyawa bioaktif

Keywords:

Breast cancer

In silico

Bioactive compounds

DOI: [10.56338/jks.v8i11.8903](https://doi.org/10.56338/jks.v8i11.8903)

Kanker payudara merupakan salah satu penyebab utama kematian pada wanita di seluruh dunia, dengan lebih dari 2,3 juta kasus baru setiap tahunnya. Terapi konvensional seperti pembedahan, kemoterapi, dan radioterapi sering kali menimbulkan efek samping serta resistensi terhadap obat, sehingga diperlukan alternatif pengobatan yang lebih aman dan efektif. Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tinggi dengan berbagai tanaman obat yang mengandung senyawa bioaktif berpotensi sebagai agen antikanker. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi senyawa bioaktif dari tanaman obat Indonesia sebagai kandidat antikanker payudara melalui pendekatan kimia medisinal dan metode in silico. Metode yang digunakan adalah literature review deskriptif dengan menelaah berbagai jurnal ilmiah dari basis data PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar. Hasil kajian menunjukkan bahwa beberapa senyawa bioaktif seperti moringin isothiocyanate (daun kelor), andrographolide (sambiloto), quercetin (kencana ungu), galangin (lengkuas), zingiberenol (jahe), 3-O-cis-caffeoylquercetin (centella asiatica), dan sesamin (babandotan) memiliki aktivitas antikanker payudara yang kuat melalui berbagai mekanisme, seperti penghambatan proliferasi, induksi apoptosis, dan penekanan metastasis sel kanker. Pendekatan kimia medisinal dan in silico berperan penting dalam mengidentifikasi interaksi molekuler antara senyawa alami dan target biologis, serta mempercepat proses penemuan kandidat obat baru berbasis bahan alam.

ABSTRACT

. Breast cancer is one of the leading causes of death in women worldwide, with more than 2.3 million new cases each year. Conventional therapies such as surgery, chemotherapy, and radiotherapy often cause side effects and drug resistance, necessitating safer and more effective treatment alternatives. Indonesia has high biodiversity with various medicinal plants containing bioactive compounds that have potential as anticancer agents. This study aims to explore the potential of bioactive compounds from Indonesian medicinal plants as breast cancer candidates through a medicinal chemistry approach and in silico methods. The method used is a descriptive literature review by examining various scientific journals from the PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases. The results of the study show that several bioactive compounds such as moringin isothiocyanate (moringa leaves), andrographolide (sambiloto), quercetin (purple kencana), galangin (galangal), zingiberenol (ginger), 3-O-cis-caffeoylquercetin (gotu kola), and sesamin (sesame) have strong breast cancer-fighting properties through various mechanisms, such as inhibiting proliferation, inducing apoptosis, and suppressing cancer cell metastasis. Medicinal chemistry and in silico approaches play an important role in identifying molecular interactions between natural compounds and biological targets, as well as accelerating the process of discovering new drug candidates based on natural ingredients.

PENDAHULUAN

Kanker payudara menjadi salah satu penyebab utama kematian pada wanita di seluruh dunia. Berdasarkan data terkini, setiap tahunnya terdapat lebih dari 2,3 juta kasus baru kanker payudara, yang mencakup sekitar 11,7% dari seluruh diagnosis kanker secara global.(1) Walaupun kemajuan terhadap deteksi dini serta pengembangan terapi modern seperti kemoterapi, radioterapi, dan terapi target telah meningkatkan prognosis pasien, tingkat kekambuhan dan munculnya resistensi terhadap pengobatan tetap menjadi tantangan utama dalam penanganan kanker payudara. (2)

Pada umumnya pengobatan kanker dilakukan dengan tindakan pembedahan, radioterapi, dan kemoterapi. Namun, keberhasilan terapi sering kali terhadap oleh munculnya efek samping, ketidaktepatan sasaran pengobatan, serta berkembangnya resistensi terhadap obat. Sel kanker memiliki kemampuan khusus untuk bermetastasis, sehingga sering kali sulit disembuhkan hanya dengan terapi konvensional. Selain itu, pada beberapa kasus, kekambuhan penyakit juga sangat mungkin terjadi.(3)

Dalam konteks kanker payudara, berbagai target molekuler seperti human epidermal growth factor receptor 2 (HER 2), reseptor progesteron (PR), faktor imun seperti PD-L1, serta reseptor estrogen (ER), kini menjadi pusat perhatian dalam pengembangan terapi yang memanfaatkan senyawa alami. (4). Pentingnya eksplorasi senyawa alami semakin ditegaskan dengan adanya keterbatasan pada terapi konvensional, yang sering menimbulkan efek samping berat serta resistensi terhadap pengobatan. Pendekatan terapi berbasis produk alami menghadirkan paradigma baru dalam pengembangan obat yang lebih selektif, aman dan efektif, sejalan dengan konsep *personalized medicine* dalam bidang teknologi modern. (5)

Secara botani, Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, yang memiliki berbagai jenis tanaman mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenolik, dan saponin yang berpotensi sebagai antikanker. Beberapa senyawa alami tersebut diketahui mampu menekan pertumbuhan (poliferasi) sel kanker payudara, memicu proses apoptosis, serta menghambat pembentukan pembuluh darah baru (angiogenesis) yang mendukung perkembangan tumor. (6)

Menurut Nogrady dan Weaver (2005), kimia obat merupakan cabang ilmu terapan yang berfokus pada perancangan dan pengembangan molekul terapeutik yang berperan dalam pengobatan penyakit. Bidang ini mencakup proses penemuan dan optimalisasi *New Chemical Entities* (NCE) atau entitas kimia baru. Seorang ahli kimia obat dituntut memiliki kemampuan dalam merancang serta mensintesis molekul baru, memahami interaksinya dengan reseptor biologis (seperti protein dan asam nukleat),

menjelaskan hubungan antara struktur kimia dan aktivitas biologisnya, serta mengevaluasi aspek farmakokinetiknya seperti penyerapan, distribusi, metabolisme dan eliminasi senyawa tubuh.

Pendekatan yang potensial yaitu pemanfaatan senyawa bioaktif yang berasal dari sumber alami melalui metode kimia medisinal. Kimia medisinal sendiri merupakan bidang ilmu kimia yang berfokus pada perancangan sintesis, serta pengembangan senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan terapeutik atau obat. (7) Melalui penerapan pendekatan kimia medisinal, potensi senyawa bioaktif yang berasal dari tanaman di Indonesia dapat dikaji sebagai kandidat agen anti kanker payudara dengan menelusuri mekanisme kerjanya pada tingkat molekuler serta interaksinya dengan target biologis spesifik. Pendekatan ini menjadi landasan penting untuk memahami hubungan antara struktur kimia suatu senyawa dan aktivitas biologisnya, khususnya dalam menghambat proliferasi sel kanker (8)

Pendekatan komputasi telah memberikan kemajuan signifikan dalam penelitian pengembangan obat antikanker. Melalui teknik seperti molecular docking, para peneliti dapat menilai interaksi antara senyawa bioaktif dan target-target kanker, misalnya protein HER2 serta reseptor estrogen, secara lebih efisien sebelum dilakukan pengujian eksperimental di laboratorium. Selain itu, pencarian senyawa bioaktif dari sumber alam juga menjadi strategi penting dalam menemukan kandidat obat antikanker baru yang lebih efektif dan memiliki profil keamanan lebih baik. (9)

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian pustaka (literature review) dengan pendekatan deskriptif dan kualitatif. Kajian pustaka dilakukan melalui proses penelusuran serta analisis berbagai sumber literatur seperti jurnal ilmiah, buku, dan publikasi lain yang relevan dengan topik penelitian. Tujuannya adalah untuk menyusun pembahasan yang berfokus pada isu dan tema tertentu berdasarkan hasil telaah terhadap sumber-sumber ilmiah yang tersedia.

Penelusuran sumber literatur dilakukan secara sistematis dengan memanfaatkan berbagai sumber seperti Google Scholar, PubMed dan ScienceDirect sebagai basis pencarian dengan menggunakan kata kunci "tanaman obat indonesia", "kanker payudara", "antikanker payudara", "kimia medisinal", "in silico", "molekular docking". Peneliti menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang spesifik untuk memastikan bahwa hanya artikel yang relevan serta memenuhi standar ilmiah yang disertakan dalam penelitian ini. Literatur yang dipilih terbatas pada publikasi lima tahun terakhir, ditulis dalam bahasa indonesia atau inggris, dan berfokus pada senyawa metabolit tanaman yang berpotensi sebagai antikanker payudara.



Gambar 1. Alur penelitian

Berdasarkan alur penelitian yang tertera pada gambar 1, proses review artikel ini dilakukan melalui beberapa tahap yang terstruktur. Tahap pertama dimulai dari pencarian jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk memahami konteks, metodologi, serta hasil dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan.

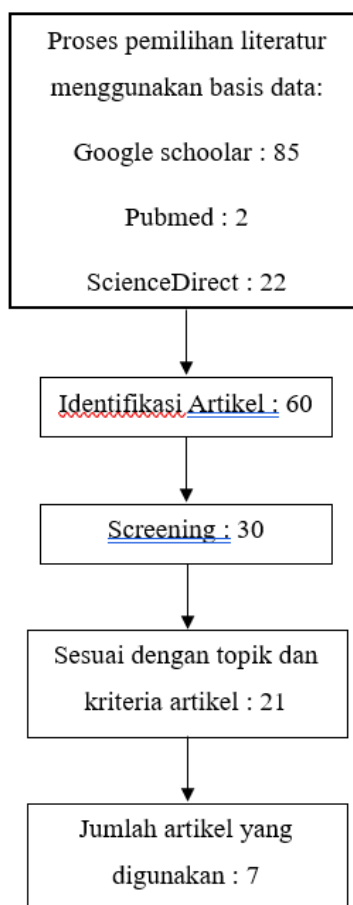
Tahap berikutnya adalah pengumpulan hasil literatur review, yaitu mengidentifikasi dan menyeleksi informasi penting dari setiap artikel yang telah dikaji. Hasil literatur kemudian disajikan dalam bentuk sintesis, yang memudahkan dalam melihat hubungan antar temuan dan kecenderungan penelitian sebelumnya.

HASIL

Proses penelusuran dan pemilihan literatur yang ditunjukkan pada gambar 2 dilakukan dengan menggunakan beberapa basis data ilmiah, yaitu Google Scholar, PubMed, dan Science Direct. Berdasarkan hasil pencarian awal, diperoleh total 109 artikel, dengan rincian Google Scholar (85 artikel), PubMed (2 artikel) dan ScienceDirect (22 artikel).

Dari keseluruhan artikel yang ditemukan, dilakukan identifikasi terhadap 60 artikel yang relevan berdasarkan judul dan abstrak. Selanjutnya dilakukan tahap screening untuk menilai kesesuaian isi dan kualitas artikel terhadap topik penelitian, sehingga diperoleh 30 artikel yang memenuhi kriteria awal. Setelah disesuaikan kembali dengan topik dan kriteria inklusi, 21 artikel dinyatakan layak untuk dianalisis lebih lanjut. Dari jumlah tersebut, 7 artikel terpilih digunakan sebagai sumber utama dalam proses analisis review artikel karena dianggap paling relevan dan mendukung tujuan penelitian.

Proses seleksi literatur sebagaimana tergambar pada gambar 2 ini memastikan bahwa artikel yang dianalisis memiliki tingkat relevansi dan validitas ilmiah yang tinggi, sehingga hasil review yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi penelitian terkini secara komprehensif dan akurat.

**Gambar 2.** Flowchart pencarian literatur

Untuk memperjelas serta memperkuat hasil pembahasan, penulis menyajikan ringkasan data diri dari beberapa penelitian relevan yang membahas mekanisme kerja, sumber senyawa, dan potensi pengembangan senyawa bioaktif melalui pendekatan kimia medisinal. Ringkasan ini memuat informasi penting seperti jenis senyawa bioaktif, asal bahan alam, target sel kanker, serta jalur molekuler yang berperan dalam aktivitas antikanker. Penyajian hasil dalam bentuk tabel bertujuan untuk memberikan gambaran yang terstruktur dan komprehensif mengenai peran senyawa-senyawa alami tersebut dalam pengembangan terapi antikanker yang lebih efektif, selektif, dan berbasis inovasi kimia medisinal.

No	Asal senyawa	Senyawa bioaktif	Mekanisme antikanker	Referensi
1.	Daun dan Biji Kelor	Moringin isothiocynates	Berikatan kovalen dengan residu sistein pada protein target seperti NF- κ B, mengatur siklus sel, dan menginduksi ekspresi protein antiapoptotik Bcl-2.	(Amin, Pujiyani, et al, 2024)
2.	Tumbuhan Sambiloto	Andrographolide	Membentuk ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik dengan residu MET801,	(Suherlan et al, 2021)

			LEU726, ALA751 dan LEU852, juga menghambat jalur NF-kB, menurunkan ekspresi TNF- α dan meningkatkan apoptosis.	
3.	Daun Kencana Ungu	Kuersetin	Terbentuk ikatan hidrogen konvensional, ikatan van der Waals, carbon hydrogen bond dan membentuk interaksi dengan 16 residu asam amino pada SIRT1	(Shofi, 2022)
4.	Rimpang lengkuas	Galangin	Berikatan dengan residu asam amino pada HER-2, yaitu ASP A:863 dan MET A:801, melalui ikatan hidrogen dan van der Waals	(Nuraini & Ruswanto, 2021)
5.	Rimpang Jahe	Zingiberenol	Berinteraksi langsung dengan residu asam amino Phe 778 pada progesteron melalui ikatan van der Waals	(Shafa Shaomi Maharani et al, 2025)
6.	Centella Asiatica	3-O-cisCaffeoylquercetin	Menghambat reseptor SIRT1, dan membentuk ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik dengan residu asam amino penting pada SIRT1.	(Fadhilah Faza & Kesuma, 2024)
7.	Babandotan	Sesamin	Menghambat aktivitas MMP9 melalui ikatan selektif pada domain PEX9, sehingga mencegah degradasi matriks ekstraseluler dan menekan proses metastasis serta proliferasi sel kanker payudara.	(Hariono et al, 2020)

PEMBAHASAN

Kanker payudara merupakan salah satu kondisi keganasan yang terjadi pada sel-sel jaringan payudara. Kanker payudara sendiri dapat berasal dari komponen kelenjar, baik pada epitel saluran maupun lobulusnya, serta dapat melibatkan jaringan penunjang lain seperti jaringan lemak, pembuluh darah, dan saraf yang terdapat di dalam payudara. (6) Terdapat berbagai faktor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya kanker payudara pada seseorang. Faktor-faktor tersebut meliputi adanya riwayat kanker payudara dalam keluarga, usia saat pertama kali mengalami menstruasi (menarche), serta usia ketika hamil dan melahirkan anak pertama. Selain itu, wanita yang belum pernah melahirkan (nullipara), memiliki riwayat tidak menyusui, mengalami kelebihan berat badan atau obesitas, dan memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah, juga diketahui memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kanker payudara. (17)

Kimia medisinal memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan obat modern, terutama dalam penanganan penyakit kompleks seperti kanker payudara. Bidang ini berfokus pada pengenalan, optimalisasi, dan modifikasi senyawa bioaktif agar mampu berinteraksi secara spesifik dengan target biologis, serta mengurangi potensi efek samping. Dalam beberapa tahun terakhir,

kemajuan teknologi komputasi telah membawa perubahan besar melalui penerapan metode seperti molecular docking dan analisis farmakokinetik secara *in silico*. (18)

Desain obat modern saat ini banyak memanfaatkan pendekatan *in silico*, yakni metode simulasi berbasis komputer yang memungkinkan peneliti memprediksi efektivitas dan keamanan suatu senyawa sebelum dilakukan uji eksperimental. Keunggulan utama metode ini terletak pada kemampuannya untuk menyaring ribuan hingga jutaan kandidat senyawa dalam waktu relatif singkat, sekaligus mengurangi biaya dan durasi penelitian laboratorium. Pendekatan ini sangat penting dalam pengembangan obat antikanker, karena dibutuhkan senyawa yang tidak hanya memiliki aktivitas biologis tinggi tetapi juga aman digunakan. Selain itu, metode *in silico* memungkinkan optimalisasi struktur molekul secara sistematis, sehingga mempercepat proses perancangan obat yang lebih efektif dan selektif. (19)

Penelitian yang dilakukan oleh Amin et al. (2024) menunjukkan bahwa moringin isothiocyanate, senyawa yang berasal dari daun dan biji kelor, memiliki antikanker kuat terutama terhadap sel kanker payudara tipe MCF-7 dan MDA-MB-231. Dalam konteks kimia medisinal, gugus isothiocyanate ($-N=C=S$) pada moringin bersifat reaktif dan mampu berikatan kovalen dengan residu sistein pada protein target seperti NF- κ B dan enzim pengatur siklus sel, sehingga dapat menginduksi jalur Nrf2, yang memicu peningkatan enzim protektif seperti NQO1 dan HO-1, serta menekan stres oksidatif intraseluler. Mekanisme multi-target ini menjadikan moringin sebagai kandidat potensial untuk terapi kanker berbasis senyawa alami.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Suherlan et al, (2021) menyatakan bahwa andrographolide senyawa yang berasal dari tumbuhan sambiloto, menunjukkan afinitas ikatan yang kuat terhadap reseptor HER-2, dengan energi bebaas ikatan yang rendah (-5,42 Kcal/mol) dan konstanta inhibisi kecil (105,72 nM), menandakan interaksi yang stabil dan efektif. Senyawa ini membentuk ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik dengan residu asam amino penting (MET801, LEU726, ALA751, dan LEU852) pada situs aktif HER-2, sehingga dapat menghambat proses autofosforilasi dan aktivasi sinyal Focal Adhesion Kinase (FAK) yang biasanya memicu proliferasi, migrasi, dan metastasis sel kanker. Selain itu, andrographolide juga diketahui dapat menekan jalur pensinyalan NF- κ B dan meningkatkan ekspresi faktor proapoptosis seperti TNF- α , yang berkontribusi pada kematian sel kanker. Kombinasi efek penghambatan pertumbuhan, pencegahan metastasis, dan induksi apoptosis inilah yang menjadikan andrographolide sebagai kandidat kuat senyawa antikanker payudara, khususnya untuk sub tipe HER-2 positif.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Shofi (2022) menyatakan bahwa senyawa kuersetin yang terdapat pada daun kencana ungu (*Ruellia tuberosa* L.) memiliki potensi sebagai anti kanker payudara. Hasil uji *in silico* menunjukkan bahwa kuersetin mampu berikatan kuat dengan enzim Sirtuin1 (SIRT1) melalui beberapa jenis ikatan seperti *van der Waals* dan *hidrogen*, dengan nilai *binding affinity* sebesar -7,3 kkal/mol. Interaksi tersebut menunjukkan kemampuan kuersetin dalam menghambat aktivitas SIRT1, sehingga menjaga kestabilan protein p53, yang berperan penting dalam regulasi siklus sel dan induksi apoptosis. Dengan demikian, kuersetin berpotensi dikembangkan sebagai kandidat obat alami antikanker payudara.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Nuraini & Ruswanto, (2021) menunjukkan bahwa senyawa galangin yang terdapat pada Rimpang Lengkuas, memiliki potensi besar sebagai anti kanker payudara alami. Melalui pendekatan komputasi *in silico* dengan metode molecular docking. Galangin terbukti mampu berinteraksi dengan reseptor HER-2, yaitu protein yang berperan penting dalam proliferasi dan metastasis sel kanker payudara, dengan nilai energi ikatan -7,79 kkal/mol. Mendekati native ligand -8,78 kkal/mol. Senyawa ini membentuk ikatan hidrogen dengan residu ASP A:863 dan MET A:801, menunjukkan afinitas yang stabil. (13)

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Shafa Shaomi Maharani et al., (2025) menyatakan bahwa senyawa zingiberenol yang berasal dari rimpang jahe memiliki potensi kuat sebagai antikanker

payudara dengan mekanisme kerja melalui penghambatan reseptor progesteron. Berdasarkan hasil uji *in silico* yang meliputi prediksi *Lipinski's Rule of Five*, ADME/Tox, *pharmacophore screening*, dan *molecular docking*, diperoleh bahwa zingiberenol memenuhi kriteria kelayakan obat, memiliki kemampuan penyerapan dan distribusi yang baik, serta menunjukkan energi ikatan paling rendah (-8,38 kkal/mol) dan konstanta inhibisi terkecil (4,36 μ M). Hal tersebut menandakan zingiberenol memiliki afinitas tinggi terhadap reseptor progesteron dan mampu menempati situs aktif protein tersebut secara stabil. Interaksi utama terjadi melalui ikatan van der Waals dengan residu asam amino Phe778 pada reseptor, yang berpotensi menghambat aktivitas hormon progesteron dalam merangsang pertumbuhan sel kanker payudara.

Selanjutnya, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah Faza & Kesuma (2024) dapat disimpulkan bahwa senyawa 3-O-cis-Caffeoylquercetin dari tanaman *Centella asiatica* memiliki potensi kuat sebagai agen anti kanker payudara berdasarkan analisis *in silico*. Mekanisme kerjanya diprediksi melalui penghambatan reseptor SIRT (Sirtuin 1), yaitu enzim yang berperan dalam pengaturan pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel kanker. Hasil molekular docking menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki energi ikatan -10,34 kkal/mol, lebih rendah dibandingkan dDoxorubicin (-9,46 kkal/mol), yang berarti interaksi senyawa dengan reseptor lebih stabil. Interaksi kuat antara 3-O-cis-Caffeoylquercetin dan SIRT1 melalui ikatan hidrogen dan hidrofobik pada residu asam amino aktif yang diperkirakan mampu menghambat aktivitas SIRT1, sehingga menekan proliferasi serta memicu apoptosis sel kanker payudara.

Selanjutnya berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hariono et al, (2020), senyawa sesamin yang terdapat dalam tanaman babandotan menunjukkan potensi kuat sebagai agen antikanker payudara dengan menghambat enzim Matrix Metalloproteinase-9 (MMP9). Hasil uji *in silico* memperlihatkan bahwa sesamin memiliki afinitas ikatan yang tinggi terhadap domain hemopeksin (PEX9) dari MMP9 dengan energi ikatan sebesar -8,3 kkal/mol. Interaksi stabil antara sesamin dan residu asam amino penting pada PEX9 diyakini dapat menghambat proses homodimerisasi dan aktivitas enzimatik MMP9 yang berperan dalam degradasi matriks ekstraseluler, migrasi, serta metastasis sel kanker payudara.

Pendekatan berbasis bahan alam tetap menjadi landasan utama dalam pengembangan obat modern, khususnya dalam upaya menemukan agen antikanker baru. Senyawa yang berasal dari alam umumnya memiliki struktur kimia yang kompleks, sehingga mampu berinteraksi dengan berbagai target molekuler secara simultan. Namun demikian, banyak senyawa alami menghadapi kendala dalam farmakokinetika, seperti rendahnya stabilitas, kelarutan, dan bioavailabilitas. Oleh karena itu, diperlukan penerapan pendekatan kimia medisinal untuk meningkatkan potensi terapeutiknya. Melalui modifikasi struktur, sintesis analog, serta penerapan teknologi penghantaran obat modern, efektivitas dan selektivitas senyawa bioaktif dapat ditingkatkan secara optimal. (20).

Berbagai studi telah mengungkapkan bahwa senyawa alami dari berbagai golongan kimia memiliki potensi yang signifikan sebagai agen antikanker, karena kemampuannya untuk menargetkan berbagai jalur molekuler yang berperan dalam proses proliferasi, apoptosis, angiogenesis, dan metastasis pada sel kanker. (21) Secara keseluruhan, kelima senyawa bioaktif dari bahan alam tersebut menunjukkan mekanisme kerja antikanker yang kuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa berbagai tanaman obat Indonesia mengandung senyawa bioaktif dengan potensi tinggi sebagai agen antikanker payudara. Senyawa seperti moringin isothiocyanate, andrographolide, quercetin, galangin, zingiberenol, 3-O-cis-caffeoylquercetin, dan sesamin mampu berinteraksi dengan target molekuler penting seperti HER-2, SIRT1, MMP9, dan reseptor progesteron yang berperan dalam pertumbuhan dan metastasis sel kanker. Pendekatan kimia medisinal dan metode *in silico* terbukti efektif dalam mengidentifikasi interaksi molekuler serta memprediksi aktivitas biologis senyawa alami secara efisien. Untuk memastikan

efektivitas dan keamanan senyawa-senyawa tersebut, diperlukan penelitian lanjutan melalui uji in vitro dan in vivo sehingga dapat dikembangkan menjadi kandidat obat antikanker berbasis bahan alam yang aman, selektif, dan efektif.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa berbagai tanaman obat Indonesia mengandung senyawa bioaktif dengan potensi kuat sebagai agen antikanker payudara. Senyawa moringin isothiocyanate, andrographolide, quercetin, galangin, zingiberenol, dan 3-O-cis-Caffeoylquercetin mampu berinteraksi dengan target molekuler penting yang mengatur pertumbuhan, metastasis, dan apoptosis sel kanker. Pendekatan kimia medisinal dan komputasi in silico berperan penting dalam mengidentifikasi interaksi molekul serta mengevaluasi potensi terapeutik dan profil keamanan senyawa alami tersebut. Penelitian lanjutan secara in vitro dan in vivo sangat diperlukan untuk memverifikasi efektivitas dan bioavailabilitas senyawa-senyawa tersebut, sehingga dapat dikembangkan menjadi kandidat obat antikanker berbasis bahan alam yang efektif, selektif, dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209–49.
2. Othman B, Beigh S, Albanghali MA, Sindi AAA, Shanawaz MA, Ibahim MAEM, et al. Comprehensive pharmacokinetic profiling and molecular docking analysis of natural bioactive compounds targeting oncogenic biomarkers in breast cancer. *Sci Rep.* 2025;15(1):1–19.
3. Wijaya HM, Gondhowiardjo SA. Perkembangan Terapi Sel Punca pada Kanker Solid. *Radioter Onkol Indones.* 2020;11(1):24–31.
4. Park Y, Jeong J, Seong S, Kim W. In silico evaluation of natural compounds for an acidic extracellular environment in human breast cancer. *Cells.* 2021;10(10):1–13.
5. Azmal M, Paul JK, Prima FS, Talukder OF, Ghosh A. An in silico molecular docking and simulation study to identify potential anticancer phytochemicals targeting the RAS signaling pathway. *PLoS One* [Internet]. 2024;19(9 September):1–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0310637>
6. Purwanto A. Potensi tumbuhan obat unggul Indonesi. *Biospektrum J Biol.* 2022;1(1):51–7.
7. Zahrah Qanitah, Maya Tejasari, Umar Islami. Systematic Review: Khasiat Antikanker Sediaan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Pertumbuhan Kanker Paru. *Bandung Conf Ser Med Sci.* 2023;3(1):569–86.
8. Amin S, Wihdatunnisa I, Aisyah R, Kurniawan YS. Potensi Senyawa Kuersetin sebagai Antikanker Payudara melalui Pendekatan Molecular Docking. *J Ilmu Medis Indones.* 2024;4(1):41–51.
9. Amin S, Azhari RA, Nurmaliya FR, Pujawati L, Hamidah S, Sopiyyurrohman ML. Peran Kimia Medisinal dalam Pengembangan Obat Antikanker: Kajian Literatur tentang Senyawa Bioaktif dari Sumber Alam. *J Ners.* 2025;9(2):2987–92.
10. Amin S, Pujiyanti D, Rusiyana NP, Azzahra SM. Evaluasi Potensi Antikanker Senyawa Daun Kelor melalui Kimia Medisinal. *J Ilmu Medis Indones.* 2024;4(1):75–82.
11. Suherlan S, Rohayah R, Fakhri TM. UJI AKTIVITAS ANTIKANKER PAYUDARA SENYAWA ANDROGRAFOLOIDA DARI TUMBUHAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* (Burm F) Ness.) TERHADAP HUMAN EPIDERMAL GROWTH FACTOR RECEPTOR 2 (HER-2) SECARA IN SILICO. *J Ilm Farm Farmasyifa.* 2021;4(2):39–50.

12. Shofi M. STUDI IN SILICO SENYAWA KUARSETIN DAUN KENCANA UNGU (*Ruellia tuberosa* L.) SEBAGAI AGEN ANTIKANKER PAYUDARA. *J Sint Penelit Sains, Terap dan Anal.* 2022;2(1):1–9.
13. Nuraini M, Ruswanto. Studi In Silico Senyawa Galangin Lengkuas (*Alpinia galanga*) Sebagai Antikanker Terhadap Kanker Payudara. *Pros Semin Nas dan Penelit Kesehat.* 2021;178–91.
14. Shafa Shaomi Maharani, Ratnadani Amalia Safitri, Khalisa Wahidani Aufhanggi, Amira Hasna Azis, Sasha Nurhalisa. Studi in Silico Senyawa Aktif Rimpang Jahe (*Zingiberis Officinalis* Rhizoma) sebagai Antikanker Payudara terhadap Progesterone Receptor. *J Kesehat Amanah.* 2025;9(1):228–46.
15. Fadhilah Faza F, Kesuma D. Prediksi ADMET dan Molecular Docking.... *Pharmacoscript* [Internet]. 2024;7(1):1–12. Available from: www.rcsb.org/pdb
16. Hariono M, Rollando R, Karamoy J, Hariyono P, Atmono M, Djohan M, et al. Bioguided fractionation of local plants against matrix metalloproteinase9 and its cytotoxicity against breast cancer cell models: In silico and in vitro study. *Molecules.* 2020;25(20):1–17.
17. Azizah N. Open Acces Acces. *J Bagus.* 2021;02(04):1175–80.
18. Amin S, Abidin AT, Fathurohman M. Prediksi In Silico Aktivitas Antikanker Payudara dari Metabolit Sekunder Tanaman Babandotan (*Ageratum conyzoides* L .). 2024;4:267–82.
19. Amin S, Heryanto P, Athaya R, Fitri NA. Perkembangan Terkini dalam Desain Obat Berbasis Kimia Medisinal. *J Ilmu Medis Indones.* 2024;4(1):93–100.
20. Saeful Amin, Neng Padia Amelia, Tiara Oktavia Ramadhan, Silvia Dwi Putri. Pendekatan Kimia Medisinal dalam Optimasi Senyawa Bioaktif dari Bahan Alam sebagai Kandidat Obat Antikanker. *J Ris Rumpun Ilmu Kedokt.* 2025;4(1):51–60.
21. Amin S, Azijah RN, Gunawan FR. Eksplorasi Senyawa Alami sebagai Lead Antikanker Payudara dengan Pendekatan In Silico. *J Ilmu Medis Indones.* 2024;4(1):63–74.