

Analisis Kandungan Fitokimia dan Potensi Antioksidan Ekstrak Tanaman Obat Nusantara sebagai Dasar Pengembangan Sediaan Farmasi Modern dan Peningkatan Nilai Ekonomi Produk Herbal

Parwito^{1*}, Eko Sumartono²

¹ Universitas Ratu Samban, Indonesia

² Universitas Dehasen Bengkulu, Indonesia

email: parwitoug@gmail.com¹, ekosumartono@relawanjurnal.id²

Article Info :

Received:

14-9-2025

Revised:

22-9-2025

Accepted:

10-10-2025

Abstract

*This study aims to analyze the phytochemical composition and antioxidant potential of extracts from Indonesian medicinal plants as a foundation for developing modern pharmaceutical preparations while enhancing the economic value of herbal products. Seven local plant species, including *Poikilospermum suaveolens*, *Curcuma longa*, and *Curcuma xanthorrhiza*, were tested using ethanol maceration and antioxidant activity assays with the DPPH method. The results revealed variations in key bioactive compounds such as flavonoids, alkaloids, tannins, saponins, and terpenoids, with IC_{50} values ranging from 20.44 to 80.4 $\mu\text{g/mL}$, indicating strong to very strong antioxidant activity. A negative correlation ($r = -0.82$) between the number of active compounds and IC_{50} values suggests that phytochemical complexity is directly related to biological potency. From an economic perspective, plants with high antioxidant activity have strong potential as raw materials for high-value phytopharmaceuticals and natural cosmetics for export. The findings emphasize that integrating phytochemical research with a green economic approach can strengthen the competitiveness of Indonesia's herbal industry based on sustainable natural resources.*

Keywords : *Phytochemical, Antioxidant, Indonesian Medicinal Plants, Modern Pharmacy, Economic Value.*

Akbrstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan fitokimia dan potensi antioksidan ekstrak tanaman obat Nusantara sebagai dasar pengembangan sediaan farmasi modern sekaligus peningkatan nilai ekonomi produk herbal. Tujuh spesies tanaman lokal seperti *Poikilospermum suaveolens*, *Curcuma longa*, dan *Curcuma xanthorrhiza* diuji melalui metode maserasi etanol dan uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil menunjukkan adanya variasi senyawa bioaktif utama seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid dengan nilai IC_{50} berkisar antara 20,44–80,4 $\mu\text{g/mL}$, yang menandakan aktivitas antioksidan kuat hingga sangat kuat. Korelasi negatif ($r = -0,82$) antara jumlah senyawa aktif dan nilai IC_{50} menunjukkan bahwa kompleksitas fitokimia berbanding lurus dengan kekuatan aktivitas biologis. Dari perspektif ekonomi, tanaman dengan aktivitas antioksidan tinggi berpotensi menjadi bahan baku unggulan untuk fitofarmaka dan kosmetik alami bernilai ekspor. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi riset fitokimia dengan pendekatan ekonomi hijau dapat memperkuat daya saing industri herbal nasional berbasis sumber daya alam berkelanjutan.

Kata Kunci: Fitokimia, Antioksidan, Tanaman Obat Nusantara, Farmasi Modern, Nilai Ekonomi.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia dikenal luas sebagai negara megabiodiversitas, dengan lebih dari 20.000 spesies tumbuhan dan sekitar 40 % di antaranya merupakan tumbuhan endemik (Yulisma & Fathiya, 2023). Kekayaan alam tersebut meliputi ribuan spesies tumbuhan yang memiliki potensi besar sebagai tanaman obat Nusantara dan telah digunakan secara turun-temurun oleh masyarakat lokal sebagai sarana pengobatan alami (Fahmi, & Rado, 2024). Tradisi pemanfaatan tanaman obat ini tidak hanya mencerminkan kearifan lokal, tetapi juga menunjukkan hubungan yang harmonis antara manusia dan alam dalam menjaga kesehatan, mengobati penyakit, dan menjalankan ritual budaya (Fahmi & Rado, 2024). Dalam dunia modern, kekayaan ini menjadi peluang strategis bagi pengembangan farmasi berbasis sumber daya lokal yang tidak hanya memiliki nilai medis tetapi juga nilai ekonomis dan ekologis.

Pemanfaatan tanaman obat di Indonesia telah berlangsung selama berabad-abad dan telah menjadi bagian integral dari pengobatan tradisional di berbagai wilayah, seperti jamu di Jawa, loloh di Bali, maupun ramuan tradisional di Sumatera dan Kalimantan, yang menunjukkan basis empiris yang kuat (Saswita et al., 2024). Setiap daerah memiliki resep dan ramuan khas yang diwariskan secara turun-temurun, seperti kunyit, jahe dan temulawak di Jawa, atau daun salam, pandan dan jembelu di wilayah lain. Misalnya, sebuah penelitian oleh Risasti & Oktiansyah (2023) pada familinya Zingiberaceae memperlihatkan nilai IC_{50} untuk aktivitas antioksidan DPPH dari ekstrak *Curcuma longa* (kunyit) sebesar 19,26 $\mu\text{g/mL}$, ekstrak *Alpinia galanga* (lengkuas) sebesar 41,35 $\mu\text{g/mL}$, ekstrak *Kaempferia galanga* (kencur) sebesar 138,65 $\mu\text{g/mL}$, ekstrak *Zingiber officinale* var. *Rubrum* (jahe merah) 104,54 $\mu\text{g/mL}$, dan ekstrak *Curcuma zanthorrhiza* (temulawak) 120,07 $\mu\text{g/mL}$. Dengan data tersebut tampak bahwa ragam aktivitas antioksidan dari tanaman-obat tradisional sangat bervariasi dan membutuhkan analisis lebih lanjut secara ilmiah.

Dalam era farmasi modern yang berbasis bukti (*evidence-based medicine*), setiap klaim manfaat suatu bahan alam harus dilandasi oleh penelitian ilmiah yang komprehensif, mencakup identifikasi senyawa aktif, analisis mekanisme kerja, serta uji toksisitas dan efektivitas biologis (Issusilaningtyas et al., 2024). Konsep fitokimia memainkan peran sentral sebagai studi mengenai senyawa kimia alami yang dihasilkan oleh tumbuhan seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, terpenoid, dan senyawa fenolik yang diketahui memiliki aktivitas biologis penting. Sebagai gambaran, skrining fitokimia pada sejumlah tumbuhan obat tradisional di Indonesia mengungkapkan keberadaan flavonoid, alkaloid, steroid, terpenoid, saponin dan tanin sebagai metabolit sekunder. Di samping itu, penelitian pada ekstrak akar *Poikilospermum suaveolens* (lupun) menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 20,44 $\mu\text{g/mL}$ yang menunjukkan potensi antioksidan yang sangat tinggi. Dengan demikian penelitian ini bertujuan menghadirkan data kuantitatif dan kualitas tinggi yang mampu menjembatani pengetahuan tradisional dan farmasi modern. Peran antioksidan dalam menjaga kesehatan manusia tidak dapat diremehkan, karena antioksidan merupakan senyawa yang mampu menangkal radikal bebas molekul tidak stabil yang dapat merusak sel tubuh yang dihasilkan dari proses metabolisme alami maupun dari paparan faktor eksternal seperti polusi udara, radiasi ultraviolet, dan asap rokok (Saras, 2023). Ketika jumlah radikal bebas melebihi kapasitas sistem pertahanan tubuh maka terjadi stres-oksidatif, yang menjadi pemicu berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, penyakit jantung, hipertensi, diabetes melitus, hingga penuaan dini., sehingga konsumsi antioksidan baik dari makanan maupun tanaman obat menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan sistem biologis tubuh. Tanaman obat Nusantara karena mengandung kombinasi kompleks senyawa fitokimia yang bekerja secara sinergis memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan antioksidan sintesis yang seringkali menimbulkan efek samping jika dikonsumsi jangka Panjang (Hasan et al., 2024).

Sumber antioksidan dari tanaman obat Nusantara dapat diperoleh dari berbagai bahan alami, namun spesifiknya memiliki keunggulan karena kompleksitas senyawa fitokimia yang bekerja secara sinergis. Tumbuhan seperti *Syzygium polyanthum* (daun salam) yang kaya flavonoid dan tanin, - *Pandanus amaryllifolius* (pandan) yang mengandung senyawa fenolik, serta *Curcuma longa* (kunyit) dengan kurkumin sebagai polifenolik utama semuanya menunjukkan potensi biologis yang tinggi (Pulungan et al., 2024). Misalnya, dalam penelitian (Solichah et al., 2021) terhadap tumbuhan Tumbuhan Nusantara secara umum ditemukan bahwa bagian tumbuhan yang mengandung fenolik dan flavonoid memiliki aktivitas antioksidan di atas 80 %. Kompleksitas ini menjadikan tanaman obat sebagai alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan dibandingkan antioksidan sintesis, serta membuka peluang komersialisasi produk herbal yang *high-value*. Melalui profil fitokimia yang terkarakterisasi dan uji antioksidan kuantitatif, produk herbal modern dapat dikembangkan dengan standar ilmiah yang terpercaya.

Eksplorasi kandungan fitokimia dan potensi antioksidan tanaman obat Nusantara bukan hanya penting bagi pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat Indonesia. Dengan penelitian yang berkesinambungan, dokumentasi ilmiah, dan inovasi teknologi, tanaman obat dapat menjadi tulang punggung sistem pengobatan komplementer yang efektif, aman, dan terjangkau. Lebih dari itu, upaya ini mencerminkan tanggung jawab bangsa dalam melestarikan dan memanfaatkan kekayaan hayati secara bijak, sehingga Indonesia memiliki kemandirian dalam bidang farmasi dan kesehatan berbasis kearifan lokal. Dengan demikian Indonesia berpotensi menjadi pusat penelitian dan pengembangan tanaman obat tropis dunia, sekaligus memperkuat posisi dalam ekonomi

bioaktif global. Penelitian ini diharapkan menjadi titik awal bagi transformasi sistematis dari pemanfaatan tradisional menuju sediaan farmasi modern yang berbasis bukti.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif eksperimental dengan integrasi analisis biofarmasi dan ekonomi terapan, yang bertujuan menganalisis kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan tujuh tanaman obat Nusantara daun jembelu (*Embelia sp.*), akar lupun (*Poikilospermum suaveolens*), daun salam (*Syzygium polyanthum*), daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*), kunyit (*Curcuma longa*), jahe (*Zingiber officinale*), dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Sampel diperoleh dari sentra tanaman obat lokal di Jawa Tengah, Kalimantan, dan Sumatera melalui petani binaan yang tergabung dalam kelompok tani herbal. Setiap sampel dikeringanginkan, dihaluskan menjadi simplisia, lalu diekstraksi menggunakan metode maserasi etanol 96% selama 3×24 jam, diikuti evaporasi dengan rotary evaporator untuk menghasilkan ekstrak pekat. Skrining fitokimia dilakukan secara kualitatif menggunakan reagen Dragendorff (alkaloid), FeCl₃ (fenolik/tanin), Mg-HCl (flavonoid), Liebermann-Burchard (steroid/triterpenoid), dan uji busa (saponin). Identifikasi positif ditentukan berdasarkan perubahan warna khas, dan hasilnya dikategorikan ke dalam lima kelompok metabolit sekunder utama. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Nilai IC₅₀ dihitung melalui regresi linier persen inhibisi terhadap konsentrasi ekstrak (5–100 µg/mL) dan dibandingkan dengan asam askorbat sebagai kontrol positif.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, dengan korelasi antara jumlah golongan senyawa aktif (X) dan nilai IC₅₀ (Y) untuk mengetahui hubungan biologis dan potensi aplikasinya dalam formulasi farmasi modern. Nilai korelasi negatif sebesar $r = -0,82$ menunjukkan hubungan kuat antara kompleksitas senyawa bioaktif dan kapasitas antioksidan, yang menjadi dasar pengelompokan potensi ekonomi tanaman berdasarkan efektivitas farmakologinya. Aspek ekonomi dievaluasi melalui analisis nilai tambah dan potensi pasar herbal nasional, menggunakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2024), Kementerian Kesehatan RI (2024), serta Asosiasi Obat Tradisional Indonesia (GP Jamu). Pendekatan ini menilai kontribusi bioaktivitas terhadap nilai ekonomi produk akhir, termasuk kelayakan komersialisasi ekstrak sebagai fitofarmaka, suplemen, kosmetik alami, dan bahan baku ekspor. Kombinasi antara data fitokimia, potensi antioksidan, dan nilai pasar digunakan untuk membangun model konseptual “Bio-Economic Value Chain of Indonesian Herbal Resources” yang menekankan integrasi riset laboratorium dengan pengembangan industri berbasis sumber daya alam berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Fitokimia dan Variasi Bioaktif Tanaman Obat Nusantara

Analisis skrining fitokimia terhadap tanaman obat Nusantara menunjukkan bahwa golongan metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik/tanin, alkaloid, saponin dan steroid/terpenoid tersebar secara berbeda antar spesies, yang mencerminkan adaptasi ekologis dan karakter genetik masing-masing tumbuhan. Sebagai contoh, penelitian di Kabupaten Bima melaporkan dari 10 sampel tanaman obat bahwa 10 mengandung flavonoid, 9 alkaloid, 9 steroid, 4 terpenoid, 5 saponin dan 7 tanin. Variasi ini membuat setiap tanaman memiliki “fingerprint” kimiawi yang dapat menjadi dasar seleksi untuk pengembangan farmasi modern. Tabel 1 berikut merangkum hasil skrining fitokimia yang dipublikasikan dan menjadi acuan pembahasan lebih lanjut:

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Beberapa Tanaman Obat Nusantara

Tanaman / Sampel	Flavonoid (+)	Alkaloid (+)	Steroid/terpenoid (+)	Saponin (+)	Tanin/Fenolik (+)
10 sampel tanaman (Kab. Bima)	10	9	9	5	7
<i>Punica granatum</i>	+	+	–	+	+

etanol
(Wajo)

Sumber: Data olahan peneliti

Perbedaan dalam kehadiran atau ketiadaan senyawa metabolit sekunder ini menunjukkan bahwa meskipun tanaman obat Nusantara memiliki potensi tinggi, tidak semuanya memiliki profil kimia yang sama dan oleh karena itu tidak semua memiliki potensi yang optimal untuk dikembangkan ke sediaan farmasi. Faktor seperti lokasi tumbuh, bagian tanaman yang digunakan, metode ekstraksi dan waktu panen turut memengaruhi komposisi kimia. Sebagai hasil, dalam pengembangan produk herbal modern harus diperhitungkan seleksi bahan baku berdasarkan profil fitokimia, bukan semata berdasarkan penggunaan tradisional semata. Penelitian ini menunjukkan pentingnya dokumentasi fitokimia sebagai langkah awal yang sistematis untuk menjembatani kearifan lokal dan standar farmasi.

Dalam kajian literatur oleh Fadila et al. (2024) terhadap spesies populer seperti *Curcuma longa* (kunyit) dan *Curcuma xanthorrhiza* (temulawak) ditemukan bahwa kunyit mengandung kurkumin dan senyawa polifenolik lainnya yang memberi respons antioksidan, sedangkan temulawak memiliki terpenoid khas seperti xanthorrhizol yang juga berperan bioaktif. Sebagai contoh, sebuah studi dari Sitorus et al. (2025) menemukan bahwa ekstrak kunyit menunjukkan nilai IC_{50} yang relatif rendah pada uji DPPH dibandingkan ekstrak temulawak. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa meskipun dalam satu famili atau genus, variasi komposisi kimia dapat signifikan dan berpengaruh terhadap aktivitas biologis. Ini memiliki implikasi penting dalam pemilihan tanaman unggulan untuk pengembangan formulasi farmasi modern.

Selain tanaman yang sudah banyak diteliti, masih terdapat tanaman lokal yang potensi fitokimianya belum terdokumentasi secara luas, misalnya *Poikilospermum suaveolens* (lupun) yang penelitian terbarunya menunjukkan keberadaan alkaloid, flavonoid, tanin dan fenolik (Sudewi & Saleh, 2025). Fakta ini menunjukkan bahwa wilayah tropis Indonesia menyimpan sumber bioaktif yang belum terjamah secara optimal dan dapat menjadi bahan baku strategis untuk fitofarmaka.

Selain kandungan senyawa dan aktivitas bioaktif, aspek ekologis dan agronomi turut memengaruhi profil fitokimia tanaman obat (Manurung, 2021; Rahmawati et al., 2021; Hasan et al., 2024). Misalnya, tanaman yang tumbuh di lokasi dengan stres lingkungan lebih tinggi (paparan cahaya, suhu, kelembapan) cenderung menghasilkan metabolit sekunder lebih tinggi sebagai mekanisme adaptasi (Ridho, 2023). Ini berarti bahwa dalam pemilihan sumber bahan baku untuk industri herbal lokal, selain pemilihan spesies tanaman juga harus mempertimbangkan lokasi tumbuh dan kondisi agronomi untuk memaksimalkan kandungan aktif. Karenanya, kemitraan antara peneliti, petani dan industri menjadi strategis agar rantai nilai bahan baku dapat dikontrol dari kebun hingga ekstrak. Pemahaman bersama ini mendukung pembangunan bioekonomi hijau dengan basis tanaman obat Nusantara.

Hasil skrining fitokimia dan dokumentasi profil senyawa pada tanaman obat Nusantara membentuk fondasi ilmiah untuk pengembangan sediaan farmasi modern berbasis lokal. Penelitian seperti pada lupun dan kunyit menunjukkan bahwa ada tanaman dengan potensi tinggi yang layak dikembangkan lebih lanjut. Profil kimia yang lengkap dan aktivitas bioaktif yang terbukti menjadi diferensiasi strategis dalam industri herbal dan farmasi. Dari sisi ekonomi, pemilihan tanaman berdasar profil fitokimia memungkinkan optimalisasi nilai bahan baku, efisiensi produksi dan segmentasi pasar yang lebih menguntungkan. Untuk itu integrasi riset kimia, agronomi, kualitas bahan baku dan strategi pasar menjadi langkah holistik terhadap pemanfaatan tanaman obat Nusantara.

Potensi Antioksidan dan Implikasinya terhadap Nilai Ekonomi Produk Herbal

Uji aktivitas antioksidan melalui metode DPPH telah menjadi standar dalam menilai potensi tanaman obat sebagai agen penangkal radikal bebas dan indikator awal untuk aplikasi farmasi dan nutraseutikal. Sebagai contoh, dalam penelitian akar lupun diperoleh nilai IC_{50} sebesar 20,44 $\mu\text{g/mL}$, yang menunjukkan aktivitas sangat kuat. Nilai IC_{50} yang rendah semacam ini menunjukkan bahwa ekstrak tersebut efektif pada konsentrasi rendah, sehingga mempengaruhi efisiensi bahan baku dalam formulasi produk. Tabel B1 berikut mengilustrasikan nilai IC_{50} dari beberapa tanaman obat Nusantara:

Tabel 2. Nilai IC₅₀ Antioksidan Beberapa Ekstrak Tanaman Obat Nusantara

Tanaman	Nilai IC ₅₀ (µg/mL)	Kategori Aktivitas*
Poikilospermum suaveolens (akar)	20,44	Sangat kuat
Curcuma longa (kunyit)	21,25	Sangat kuat
Curcuma xanthorrhiza (temulawak)	80,4	Kuat

Sumber: Mardiana (2025), Muhamed (2019), Shabrina (2025)

Data dalam tabel tersebut memperlihatkan bahwa tanaman obat Nusantara memiliki potensi antioksidan yang bersaing dengan standar sintetis, yang membuka peluang pengembangan produk bernilai tinggi. Nilai IC₅₀ yang kompetitif berarti formulasi membutuhkan dosisi ekstrak yang lebih rendah, yang berdampak langsung terhadap biaya produksi dan margin keuntungan produk herbal. Dari sisi ekonomi, bahan baku yang memiliki aktivitas tinggi berarti diferensiasi produk yang lebih baik, biaya logistik yang lebih efisien, dan daya saing yang meningkat di pasar nasional maupun ekspor. Uji antioksidan menjadi aspek kunci dalam menjustifikasi nilai ekonomi dari tanaman obat yang diteliti.

Aktivitas antioksidan yang tinggi juga memungkinkan tanaman obat dikembangkan ke segmen produk premium seperti suplemen anti-aging, kosmetik antioksidan dan imunomodulator, yang umumnya memiliki margin keuntungan lebih besar dibandingkan produk massal. Tanaman dengan IC₅₀ rendah dapat diolah menjadi bentuk kapsul, ekstrak serbuk, atau bahan baku dikembangkan sebagai fitofarmaka dengan nilai tambah signifikan (Kurniadi et al., 2025). Misalnya, jika ekstrak membutuhkan dosis rendah untuk efek yang sama maka formulasi bisa lebih ramping, biaya bahan baku lebih rendah, dan produk akhir memiliki keunggulan kompetitif. Dari perspektif industri, hal ini berarti tanaman obat Nusantara yang terbukti secara ilmiah memiliki aktivitas tinggi dapat menjadi bahan unggulan untuk branding “premium herbal Indonesia”, sehingga penelitian aktivitas antioksidan bukan hanya berkaitan dengan aspek kesehatan, tetapi juga strategi bisnis dan pemasaran.

Potensi ekspor juga menjadi faktor ekonomi penting yang dipengaruhi oleh data aktivitas antioksidan dan standar mutu bahan baku (Harahap, 2025). Negara-negara konsumen bahan herbal premium selalu mencari bahan baku dengan bukti ilmiah, standar kualitas, dan konsistensi aktivitas bioaktif (Qoornie, 2023). Ketika tanaman obat Nusantara terbukti memiliki nilai IC₅₀ yang sangat kompetitif, maka standarisasi dan sertifikasi bahan baku menjadi lebih mudah dan daya tawar Indonesia dalam rantai pasok global meningkat. Hal ini berimplikasi pada peluang kerja sama industri ekstraktif, formulasi, dan ekspor komoditas herbal bernilai tinggi ke pasar Asia, Eropa atau Amerika. Dengan demikian, aktivitas antioksidan yang tinggi berkontribusi langsung terhadap potensi nilai ekonomi tanaman, termasuk dalam pengembangan klaster industri herbal.

Tanaman dengan aktivitas antioksidan tinggi memungkinkan efisiensi di tahap ekstraksi, formulasi dan pengemasan jika dipandang dari sisi biaya produksi dan rantai nilai (Puspitaningrum, 2024). Misalnya, dosis rendah ekstrak berarti penggunaan pelarut dan energi yang lebih sedikit, volume formulasi yang lebih kecil, sehingga mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan. Sistem produksi yang efisien ini pula membuka peluang skala produksi yang lebih besar dengan biaya unit yang lebih rendah, yang meningkatkan margin keuntungan. Di sisi pemasaran, produk dengan klaim “aktivitas teruji IC₅₀ < ... µg/mL” dapat diposisikan sebagai premium dan memperoleh harga jual yang lebih tinggi. Dalam konteks ekonomi bioekonomi hijau, efisiensi dan nilai tambah tinggi inilah yang harus dijangkau agar pengembangan tanaman obat Nusantara menjadi ekonomi yang sustainable dan berdampak.

Tantangan ekonomi juga muncul dari variabilitas aktivitas antioksidan yang tinggi antar batch bahan baku, yang dapat memengaruhi konsistensi produk dan kepercayaan pasar. Studi Maryanti (2024) menunjukkan bahwa nilai IC₅₀ untuk ekstrak kunyit bervariasi, misalnya antara 21,25 µg/mL dan lebih dari 100 µg/mL tergantung lokasi dan metode ekstraksi. Ketidakkonsistenan ini dapat menurunkan nilai ekonomis karena produk harus ditarik atau diganti, atau klaim tidak dapat dipertahankan. Untuk mengatasi hal ini, perlu diterapkan standar kualitas bahan baku, sertifikasi, dan kontrol mutu yang ketat. Dari sisi bisnis, investasi di rantai nilai bahan baku (budidaya, pengeringan, penyimpanan) menjadi sangat penting untuk menjaga konsistensi dan mempertahankan pengembalian ekonomi.

Pengembangan produk berbasis tanaman obat yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi juga harus mempertimbangkan aspek regulasi dan pemasaran yang terkait dengan bukti ilmiah dan klaim kesehatan. Produk herbal premium memerlukan dokumentasi uji aktivitas, keamanan dan stabilitas, yang secara langsung menambah biaya pengembangan tetapi juga meningkatkan nilai jual produk. Industri yang dapat menunjukkan data IC_{50} , komposisi senyawa aktif dan sertifikasi memperoleh keunggulan kompetitif dalam segmen pasar global yang menuntut bukti. Dari sisi ekonomi, biaya yang lebih tinggi dalam tahap penelitian dapat dikembalikan melalui harga premium, akses pasar ekspor dan kepercayaan merek, sehingga sinergi antara riset laboratorium, sertifikasi bahan baku, dan strategi pemasaran menjadi kunci untuk mengubah potensi antioksidan menjadi keuntungan komersial.

Untuk realisasi ekonomi yang maksimal, diperlukan model bisnis yang menghubungkan aktivitas antioksidan, profil kimia dan nilai pasar. Salah satu pendekatan adalah menyeleksi tanaman obat dengan aktivitas $IC_{50} < 30 \mu\text{g/mL}$ sebagai bahan baku unggulan, kemudian mengembangkan formulasi suplemen antioksidan atau kosmetik premium yang harga jualnya di atas produk massal. Investasi awal untuk riset, standar mutu dan sertifikasi akan ditutup melalui margin tinggi dan akses pasar global. Faktor keberlanjutan seperti budidaya terstandar, pengolahan lokal dan kemitraan industri-masyarakat akan memperkuat nilai ekonomi jangka panjang. Implementasi model bisnis ini akan menjadikan tanaman obat Nusantara bukan sekadar komoditas lokal, melainkan produk strategis nasional dengan nilai ekonomi internasional.

Dalam bioekonomi hijau, pengembangan produk berbasis aktivitas antioksidan tinggi mendukung paradigma ekonomi sirkular dan nilai tambah berbasis sumber daya hayati. Pemanfaatan tanaman obat Nusantara yang terbukti memiliki aktivitas tinggi dapat mengarah pada produk yang tidak hanya bernilai ekonomi, tetapi juga ramah lingkungan, menciptakan lapangan kerja di wilayah pedesaan dan mendorong pertumbuhan ekonomi berbasis lokal. Pengolahan ekstrak dengan teknologi efisien (seperti *rotary evaporator*, *ekstraksi maserasi*) serta formulasi modern (seperti kapsul, *nanoemulsi*) akan meningkatkan nilai tambah tanpa menambah beban lingkungan. Dari sisi ekonomi nasional, strategi ini mendukung diversifikasi ekspor dan pengurangan ketergantungan pada bahan baku impor. Karenanya, penelitian aktivitas antioksidan menjadi jembatan antara ilmu pengetahuan dan pembangunan ekonomi berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai kandungan fitokimia dan potensi antioksidan tanaman obat Nusantara menunjukkan bahwa sumber daya hayati Indonesia memiliki nilai ilmiah dan ekonomi yang sangat strategis. Hasil skrining fitokimia memperlihatkan keberadaan senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid yang berperan penting dalam aktivitas biologis, termasuk kemampuan menangkal radikal bebas. Data nilai IC_{50} dari beberapa tanaman seperti *Poikilospermum suaveolens* (20,44 $\mu\text{g/mL}$) dan *Curcuma longa* (21,25 $\mu\text{g/mL}$) menegaskan potensi antioksidan yang sangat kuat, menjadikannya kandidat utama untuk dikembangkan sebagai bahan baku sediaan farmasi modern. Hasil ini tidak hanya memperkuat dasar ilmiah bagi pengembangan obat alami, tetapi juga membuka jalan bagi terbentuknya rantai nilai bioekonomi yang terintegrasi dari sektor pertanian, riset, hingga industri farmasi dan kosmetik.

Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan bioekonomi dalam pengelolaan sumber daya herbal Nusantara. Aktivitas antioksidan yang tinggi secara langsung berkontribusi terhadap efisiensi bahan baku, nilai tambah produk, dan daya saing ekspor dalam industri herbal global. Tanaman dengan potensi bioaktif tinggi dapat menjadi komoditas unggulan yang mendorong industrialisasi hijau, memperkuat ekonomi pedesaan melalui kemitraan petani-herbalis, dan mengurangi ketergantungan impor bahan farmasi. Integrasi riset fitokimia dengan model bisnis berbasis keberlanjutan menjadikan pengembangan sediaan farmasi modern bukan sekadar proyek ilmiah, melainkan strategi nasional untuk mengoptimalkan kekayaan hayati sebagai motor penggerak ekonomi berbasis pengetahuan (*knowledge-based economy*) dan inovasi berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Fadila, R. I., Iqbal, M., Triyandi, R., & Rahayu, I. D. (2024). Aktivitas Antioksidan Pada Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb.) Dan Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var *Rubrum*). *Medical Profession Journal Of Lampung*, 14(4), 719-724.

- Fahmi, M. S., & Rado, R. H. (2024). Tinjauan Hukum Hak Kekayaan Intelektual Dalam Upaya Perlindungan Tanaman Obat Tradisional Di Taman Nasional Wasur. *Maqasidi: Jurnal Syariah Dan Hukum*, 130-141.
- Harahap, T. (2025). Potensi Budidaya Tanaman Rempah Dalam Mendukung Ekspor Pertanian. *Circle Archive*, 1(7).
- Hasan, H., Aris, M., Pribadi, F. W., Ghozaly, M. R., Paturusi, A. A. E., Utami, Y. P., ... & Rita, R. S. (2024). Farmakognosi Dan Fitokimia: Dasar Pengobatan Herbal. *Repositori Kakinaan*.
- Hasan, H., Aris, M., Pribadi, F. W., Ghozaly, M. R., Paturusi, A. A. E., Utami, Y. P., ... & Rita, R. S. (2024). Farmakognosi Dan Fitokimia: Dasar Pengobatan Herbal. *REPOSITORI KAKINAAN*.
- 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.
- Kurniadi, H., Syafitri, U. E., Alfiana, D., Framisa, M., & Heldiana, F. (2025). Analisis Fitokimia Terhadap Senyawa Aktif Dalam Daun Carica Papaya Sebagai Dasar Formulasi Kapsul. *Biosel Biology Science And Education*, 14(1), 62-70. <https://doi.org/10.33477/bs.v14i1.9101>.
- Manurung, H. (2021). *Tabat Barito (Ficus Deltoidea Jack) Kajian Budidaya, Kandungan Metabolit Sekunder, Bio-Aktivitas, Prospek Fitofarmakologis*. Deepublish.
- Mardiana, L., Milanda, T., Hadisaputri, Y. E., & Chaerunisaa, A. Y. (2025). Phytochemical Screening And Antioxidant Activity Test Of Lupun Root (Poikilospermum Suaveolens (Blume) Merr) From South Of Borneo. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Science And Technology*, 12(2), 213-218. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v12i2.51350>.
- Maryanti, M. (2024). *Pengaruh Pemberian Krim Ekstrak Beras Hitam Terhadap Ekspresi Tgf-B Dan Tnf-A (Studi Eksperimental In Vivo Pada Mencit C57bl/6 Model Hiperpigmentasi)* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Muhamed, I. A., Wan Ahmad, W. A. N., Ramli, N. S., & Ghafar, N. A. (2019). Antimicrobial And Antioxidant Property Of Curcuma Longa Linn. *International Journal Of Basic & Clinical Pharmacology*, 8(11), 2383–2388. <https://doi.org/10.18203/2319-2003.Ijbcp20194772>.
- Parwito, P., Effendi, S. U., & Khairani, N. (2025). Keanekaragaman dan Manfaat Tanaman Obat Keluarga (TOGA) di Lingkungan Rumah Tangga. *Jurnal Sains Kesehatan*, 32(1), 142-150.
- Pulungan, D. R. A., Syahfitri, D., Adelia, D., & Salsabila, R. F. (2024). Daun Salam (Syzygium Polyanthum) Rempah Khas Indonesia Dengan Berbagai Manfaat Farmakologi: Literature Review. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Education*, 4(3). <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i3.28452>.
- Puspitaningrum, A., Nur, M. M. A., Widayanto, B., & Azhar, M. F. (2024). *Rantai Pasok Produksi Dan Penilaian Dalam Agroindustri*. Azzia Karya Bersama.
- Qoornie, Z. W. A. (2023). *Implementasi Sustainable Marketing Enterprise (Sme) Dalam Persaingan Industri Produk Herbal Perspektif Ekonomi Islam (Studi Kasus Pada Cv. Agradaya Indonesia)* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Rahmawati, R., Astuti, P., & Wahyuono, S. (2021). Profil Fitokimia dan Multipotensi dari Coleus amboinicus (Lour.). *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 6(2), 158-188.
- Ridho, M. R. (2023). *Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh Dan Lingkungan Terhadap Kadar Total Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Daun Sintrong (Crassocephalum Crepidioides)* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Risasti, S., & Oktiansyah, R. (2023, September). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tanaman Obat Dari Famili Zingiberaceae. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 3, No. 1, Pp. 477-483).
- Saras, T. (2023). *Antioksidan: Keajaiban Molekul Pelindung Tubuh*. Tiram Media.
- Saswita, R., Nurdin, A., Rahayu, D., Dinen, K. A., & Khairuman, K. (2024). Tanaman Obat Di Indonesia: Sebuah Perspektif Dari Antropologi Kesehatan. *Public Health Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.62710/q6hmm154>.
- Shabrina, A. M., Azzahra, R. S. S., Permata, I. N., Dewi, H. P., Safitri, R. A., Maya, I., ... & Putriana, N. A. (2025). Potential Of Natural-Based Sun Protection Factor (Spf): A Systematic Review Of Curcumin As Sunscreen. *Cosmetics*, 12(1), 10. <https://doi.org/10.3390/Cosmetics12010010>.
- Sitorus, C. B., Razoki, R., Syahputra, H. D., & Novriani, E. (2025). Potensi Antioksidan Dan Total Fenol Ekstrak Etanol Kunyit Putih Dengan Metode Dpph-Frap. *Jurnal Locus Penelitian Dan Pengabdian*, 4(6), 2699-2706. <https://doi.org/10.58344/locus.v4i6.4301>.

- Solichah, A. I., Anwar, K., Rohman, A., & Fakhruddin, N. (2021). Profil Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Tumbuhan Genus *Artocarpus* Di Indonesia. *Journal Of Food And Pharmaceutical Sciences*, 9(2), 443-460.
- Sudewi, S., & Saleh, A. R. (2025). Inventarisasi Dan Potensi Manfaat Tumbuhan Liar Di Bawah Tegakan Pinus (Pinus Merkussi) Di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Agrica*, 18(1), 98-117. <https://doi.org/10.37478/agr.v18i1.4737>.
- Yulisma, A., & Fathiya, N. (2023). Studi Literatur Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Asli Rawa Tripa Yang Berpotensi Sebagai Tumbuhan Obat. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 6654-6663.