

POTENSI TANAMAN OBAT TRADISIONAL ACEH SEBAGAI SUMBER KANDIDAT FITOFARMAKA BERBASIS BUKTI ILMIAH

The Potential Of Aceh's Traditional Medicinal Plants As A Source Of Evidence-Based Phytopharmaceutical Candidates

Maulidella*¹, Syarifah Yanti Astryna², Silmi Kaffah³

^{1,2,3}Universitas Ubudiyah Indonesia, Banda Aceh, Indonesia

*Koresponding Penulis: maulidella@uui.ac.id

Abstrak

Provinsi Aceh memiliki kekayaan biodiversitas dan tradisi etnofarmakologi yang berpotensi dikembangkan menjadi fitofarmaka berbasis bukti ilmiah. Penelitian ini bertujuan menginventarisasi serta menganalisis potensi bioaktivitas tanaman obat tradisional Aceh melalui pendekatan systematic literature review terhadap publikasi tahun 2010–2026. Sebanyak 25 spesies dari 13 famili teridentifikasi memiliki kandungan metabolit sekunder dominan berupa flavonoid (88%), terpenoid (72%), dan senyawa fenolik (64%). Aktivitas biologis yang paling banyak dilaporkan meliputi antioksidan (100%), antiinflamasi (80%), antimikroba (72%), antikanker (60%), dan antidiabetes (40%). Temuan ini menegaskan potensi strategis tanaman obat Aceh sebagai sumber kandidat fitofarmaka nasional berbasis biodiversitas lokal.

Kata kunci: tanaman obat Aceh, fitofarmaka, etnofarmakologi, bioaktivitas, metabolit sekunder

Abstract

Aceh Province possesses high biodiversity and a strong ethnopharmacological tradition with potential for evidence-based phytopharmaceutical development. This study aimed to inventory and analyze the bioactivity potential of traditional medicinal plants from Aceh using a systematic literature review of publications from 2010–2026. A total of 25 species from 13 families were identified, predominantly containing flavonoids (88%), terpenoids (72%), and phenolic compounds (64%). The most frequently reported biological activities included antioxidant (100%), anti-inflammatory (80%), antimicrobial (72%), anticancer (60%), and antidiabetic (40%) effects. These findings highlight the strategic potential of Aceh medicinal plants as promising national phytopharmaceutical candidates based on local biodiversity.

Keywords: Aceh medicinal plants, phytopharmaceuticals, ethnopharmacology, bioactivity, secondary metabolites

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara megabiodiversitas yang memiliki lebih dari 30.000 spesies tumbuhan, dan sekitar 9.600 di antaranya berpotensi sebagai tanaman obat. Pemanfaatan tanaman obat telah menjadi bagian integral dalam sistem pengobatan tradisional masyarakat Indonesia, termasuk di Provinsi Aceh yang memiliki kekayaan flora khas serta tradisi etnomedisin yang kuat (Zuhud et al., n.d.). Pengetahuan lokal mengenai penggunaan tanaman sebagai obat diwariskan secara turun-temurun dan digunakan dalam pengobatan berbagai penyakit seperti inflamasi, gangguan metabolik, infeksi, dan penyakit degeneratif (Zulpakor Oktoba Afiliati et al., 2018).

Dalam beberapa dekade terakhir, pengembangan obat berbasis bahan alam mengalami peningkatan signifikan seiring meningkatnya resistensi obat sintesis, efek samping jangka panjang, serta tingginya biaya terapi modern. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) juga mendorong integrasi pengobatan tradisional berbasis bukti ilmiah ke dalam sistem pelayanan

kesehatan nasional (Health Organization, n.d.). Di Indonesia, regulasi mengenai jamu, obat herbal terstandar (OHT), dan fitofarmaka telah ditetapkan sebagai bentuk standarisasi keamanan dan efektivitas produk herbal.

Provinsi Aceh memiliki ekosistem hutan tropis yang mendukung pertumbuhan berbagai tanaman obat dengan kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, dan polifenol. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki aktivitas farmakologis seperti antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antihiperglikemik, dan antihiperurisemia. Namun demikian, sebagian besar pemanfaatan tanaman obat di Aceh masih bersifat empiris dan belum terdokumentasi secara ilmiah maupun terstandarisasi secara farmasetika.

Pendekatan etnofarmakologi yang dikombinasikan dengan analisis fitokimia dan evaluasi farmakologis menjadi strategi penting dalam mengidentifikasi kandidat tanaman yang berpotensi dikembangkan menjadi produk kesehatan modern (Zulpakor Oktoba Afiliati et al., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi tanaman obat khas Aceh serta menganalisis potensi bioaktivitas dan prospek pengembangannya dalam bidang teknologi kesehatan dan obat berbasis bahan alam.

1. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR) dengan metode deskriptif-analitik untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti ilmiah terkait potensi bioaktivitas tanaman obat tradisional Aceh. Proses kajian dilakukan mengikuti pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guna menjamin transparansi dan reproduktibilitas penelitian.

2.2 Strategi Pencarian Literatur

Data diperoleh dari:

1. Artikel ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2010–2026.
2. Database ilmiah seperti PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, dan Garuda.
3. Dokumen resmi pemerintah dan regulasi terkait obat herbal di Indonesia.
4. Buku etnobotani dan etnofarmakologi yang relevan.

Kata kunci yang digunakan secara kombinatorial dengan operator Boolean (AND/OR) meliputi: Aceh medicinal plants, ethnopharmacology Aceh, phytochemical analysis, anti-inflammatory activity, antioxidant activity, antimicrobial activity, anticancer activity, antidiabetic activity, secondary metabolites. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli (original research), review artikel terkait aktivitas farmakologis tanaman dan publikasi yang menjelaskan kandungan fitokimia dan mekanisme kerja biologis.

2.3 Pengumpulan Data

Tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi tanaman obat khas Aceh berdasarkan literatur etnofarmakologi.
2. Penelusuran kandungan senyawa aktif utama dari masing-masing tanaman.
3. Analisis aktivitas farmakologis berdasarkan hasil uji in vitro, in vivo, maupun in silico.
4. Evaluasi potensi pengembangan dalam bentuk sediaan herbal terstandar atau fitofarmaka.

2.4 Ekstraksi dan Sintesis Data

Data yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi:

1. Nama lokal dan nama ilmiah tanaman
2. Famili botani
3. Bagian tanaman yang digunakan
4. Metode ekstraksi
5. Senyawa bioaktif utama

6. Teknik elusidasi struktur (GC-MS, HPLC, LC-MS/QToF, NMR, FTIR)
7. Jenis uji bioaktivitas (in vitro, in vivo, in silico)
8. Mekanisme kerja molekuler yang dilaporkan

Data kemudian dianalisis secara kualitatif-komparatif untuk mengidentifikasi pola dominansi metabolit sekunder serta korelasinya dengan aktivitas farmakologis.

2.5 Analisis Data

Analisis dilakukan secara deskriptif dan komparatif dengan pendekatan naratif-sintesis. Persentase distribusi metabolit sekunder dan aktivitas biologis dihitung untuk menggambarkan kecenderungan dominan pada 25 spesies tanaman obat yang dikaji. Validitas informasi diperkuat melalui triangulasi minimal dua sumber referensi independen untuk setiap klaim bioaktivitas.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

3.1.1 Identifikasi dan Inventarisasi Tanaman Obat Khas Aceh

Hasil kajian literatur ilmiah terhadap 25 spesies tanaman obat yang terdokumentasi dalam pengobatan tradisional masyarakat Aceh menunjukkan keragaman taksonomi yang mencakup 13 famili berbeda. Famili *Zingiberaceae* mendominasi dengan 7 spesies (28%), diikuti oleh *Fabaceae* (2 spesies), *Apiaceae* (2 spesies), *Nepenthaceae* (2 spesies dengan 2 kajian), serta famili lainnya masing-masing satu spesies. Distribusi taksonomi ini mencerminkan kekayaan flora tropis Aceh yang memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku fitofarmaka berbasis kearifan lokal (Tabel 1).

Berdasarkan bagian tanaman yang paling banyak dimanfaatkan, rimpang merupakan organ terdepan (7 spesies), diikuti daun (8 spesies), buah dan biji (5 spesies), akar (3 spesies), kulit batang (1 spesies), serta kantong/struktur khusus (2 spesies). Predominansi penggunaan rimpang dan daun sejalan secara fitokimia, mengingat kedua organ tersebut merupakan tempat akumulasi metabolit sekunder tertinggi pada tanaman tropis.

Tabel 1. Rangkuman Profil Fitokimia dan Bioaktivitas 25 Tanaman Obat Tradisional Aceh

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili	Senyawa Bioaktif Utama	Aktivitas Farmakologis
1	Jahe Aceh	<i>Zingiber officinale Roscoe</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Gingerol, shogaol, paradol, zingerone, terpenoid	Antioksidan, antiinflamasi, antikanker, gastroprotektif, imunomodulator
2	Jahe Aceh Liar	<i>Zingiber acehensis</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Minyak atsiri, terpenoid, flavonoid, oleoresin	Antiinflamasi, antioksidan, antikanker, anti-hipertensi
3	Kunyit	<i>Curcuma longa L.</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Kurkumin, demetoksikurkumin, bisdemetoksikurkumin, ar-turmeron	Antiinflamasi, antioksidan, imunomodulator, antimikroba, antikanker
4	Temulawak	<i>Curcuma xanthorrhiza Roxb.</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Kurkuminoid, xanthorrhizol, kurkumin, minyak atsiri	Antiinflamasi, antioksidan, hepatoprotektif, antimikroba,

					antikanker
5	Lengkuas	<i>Alpinia galanga (L.) Willd.</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Asetoksikavikol asetat (ACA), galangin, kaempferide, terpenoid	Antiinflamasi, antioksidan, antimikroba, antidiabetes, antikanker
6	Kapulaga Aceh	<i>Amomum acehensis</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Monoterpen, seskuiterpen, flavonoid, senyawa fenolik	Antioksidan, antimikroba, antiinflamasi
7	Kapulaga Jawa	<i>Amomum compactum Sol. ex Maton</i>	<i>Zingiberaceae</i>	1,8-sineol, minyak atsiri, flavonoid, senyawa fenolik	Antioksidan, antimikroba, antidiabetes, antikanker
8	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L.M. Perry</i>	<i>Myrtaceae</i>	Eugenol, eugenyl acetate, β -kariofilena, senyawa fenolik	Antimikroba, antifungi, antioksidan, antiinflamasi
9	Kayu Manis	<i>Cinnamomum burmannii (Nees) Blume</i>	<i>Lauraceae</i>	Borneol, eukaliptol, linalool, isobornyl asetat, β -kariofilena	Antimikroba, antiinflamasi, antioksidan
10	Serai Wangi Aceh	<i>Cymbopogon nardus (L.) Rendle</i>	<i>Poaceae</i>	Citronellal, citronellol, geraniol, sitral, limonene, flavonoid	Antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, antidiabetes, antikanker
11	Nilam Aceh	<i>Pogostemon cablin Benth.</i>	<i>Lamiaceae</i>	Patchouli alcohol, norpatchoulénol, flavonoid, senyawa fenolik	Antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, antikanker, neuroprotektif
12	Manggis	<i>Garcinia mangostana L.</i>	<i>Clusiaceae</i>	α -mangostin, β -mangostin, γ -mangostin (68 xanthone), flavonoid, triterpenoid	Antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antimikroba
13	Akar Kuning Aceh	<i>Fibraurea tinctoria Lour.</i>	<i>Menispermaceae</i>	Berberine, palmatine, jatrorrhizine, flavonoid	Antidiabetes, antioksidan, antimikroba, antiinflamasi

14	Tuba Hutan Aceh	<i>Derris elliptica</i> (Wall.) Benth.	<i>Fabaceae</i>	Rotenone, deguelin, tephrosin, flavonoid, alkaloid, saponin, tanin	Antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, antikanker, insektisida
15	Sambung Hutan	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	<i>Asteraceae</i>	Quercetin, rutin, taxifolin, luteolin, isorhamnetin, borneol, camphor	Antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, diuretik, antipiretik
16	Langsat Hutan Aceh	<i>Lansium domesticum</i> Corr.	<i>Meliaceae</i>	Flavonoid, alkaloid, terpenoid, senyawa fenolik, saponin	Antioksidan, antibakteri, antiinflamasi
17	Kantong Semar (Aceh)	<i>Nepenthes gracilis</i> / <i>N. eustachya</i>	<i>Nepenthaceae</i>	Plumbagin, naphthoquinone, flavonoid, antosianin	Antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, antikanker
18	Jintan Putih	<i>Cuminum cyminum</i> L.	<i>Apiaceae</i>	Kuminal, linalool, β -pinena, γ -terpinena, flavonoid, alkaloid	Antioksidan, antimikroba, antidiabetes, antikanker
19	Ketumbar	<i>Coriandrum sativum</i> L.	<i>Apiaceae</i>	Linalool, geraniol, terpinene, limonene, camphor, senyawa fenolik	Antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes
20	Nibung/Bayas	<i>Oncospermum horridum</i> (Griff.) Scheff.	<i>Arecaceae</i>	Flavonoid, senyawa fenolik (data genus <i>Arecaceae</i>)	Antioksidan (potensi berdasarkan kajian literatur genus)
21	Gelinggang/Ketepeng Cina	<i>Cassia alata</i> L.	<i>Fabaceae</i>	Emodin, kaempferol, kaempferol-3,7-diglukosida, kaempferol-3-O- β -D-glukopiranosida, alkaloid, saponin, tanin, terpenoid	Antibakteri, antioksidan, antifungi, antiperadangan kulit
22	Bunga Lawang	<i>Illicium verum</i> Hook.f.	<i>Schisandraceae</i>	(E)-anethole (72–92%), limonene, α -pinene, fenilpropanoid, flavonoid, neolignan	Antidiabetes, antimikroba, antioksidan, antispasmodik, antirematik

23	Ara Aceh / Beringin Aceh	<i>Ficus acehensis</i>	<i>Moraceae</i>	Tanin, flavonoid, senyawa fenolik, alkaloid	Antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, antimikroba, neuroprotektif
24	Daun Sirih	<i>Piper betle L.</i>	<i>Piperaceae</i>	Eugenol, hidroksikavicol, chavicol, chavibetol, fenilpropanoid, flavonoid, tanin, alkaloid	Antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, antifungi, antiseptik
25	Kantong Semar Endemik Aceh	<i>Nepenthes lavicola / N. tobaica</i>	<i>Nepenthaceae</i>	Metabolit sekunder karnivora, senyawa nitrogen organik, flavonoid, antosianin	Antioksidan, antimikroba (cairan kantong), potensi sebagai agen terapi

Keterangan: Data dikompilasi berdasarkan kajian literatur ilmiah terindeks (Scopus & jurnal nasional terakreditasi, 2020–2026)

3.1.2 Profil Senyawa Bioaktif

Analisis terhadap 25 spesies tanaman obat Aceh berhasil mengidentifikasi lima kelompok utama senyawa bioaktif: (1) flavonoid, teridentifikasi pada 22 dari 25 spesies (88%); (2) terpenoid dan minyak atsiri, ditemukan pada 18 spesies (72%); (3) senyawa fenolik dan kurkuminoid, terdeteksi pada 16 spesies (64%); (4) alkaloid, hadir pada 12 spesies (48%); serta (5) saponin dan tanin, teridentifikasi pada 10 spesies (40%). Teknik elusidasi struktur yang digunakan meliputi GC-MS, HPLC, UPLC-Q-Orbitrap HRMS, LC-MS/QToF, spektroskopi NMR (^1H -NMR, ^{13}C -NMR, HMBC, HSQC), FTIR, dan UV-Vis.

3.2 PEMBAHASAN

3.2.1 Aktivitas Antioksidan sebagai Landasan Farmakologis Utama

Seluruh 25 tanaman obat yang dikaji menunjukkan aktivitas antioksidan yang dapat dikonfirmasi melalui kajian fitokimia dan mekanisme biologisnya. Aktivitas antioksidan yang dominan ini secara konsisten berkorelasi dengan tingginya kandungan senyawa fenolik dan flavonoid. Sebagaimana dikemukakan oleh Dai et al. (2023), flavonoid seperti *quercetin*, *luteolin*, dan *rutin* yang ditemukan pada *Blumea balsamifera* bekerja melalui donasi proton dan elektron untuk menetralkan radikal bebas, serta mengkelat ion logam transisi seperti Fe^{2+} dan Cu^{2+} yang memicu reaksi oksidatif melalui reaksi Fenton.

Tanaman dari famili *Zingiberaceae* memperlihatkan kapasitas antioksidan paling menonjol. Kurkumin pada *Curcuma longa* dan xanthorrhizol pada *C. xanthorrhiza* terbukti sebagai antioksidan kuat melalui inhibisi peroksidasi lipid. Studi Moulick et al. (2025) menunjukkan ekstraksi metanol menghasilkan kadar kurkuminoid total 25,04 mg/g dibandingkan pelarut air hanya 0,81 mg/g, membuktikan pentingnya pemilihan pelarut dalam optimasi ekstraksi senyawa fenolik polar. Senyawa xanthone dari *Garcinia mangostana*, terutama α -mangostin, β -mangostin, dan γ -mangostin, menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat berkat sistem ikatan rangkap terkonjugasi pada kerangka xanthone yang memungkinkan delokalisasi elektron radikal secara efisien, dengan 68 senyawa xanthone dari total 86 metabolit sekunder teridentifikasi.

Penambahan kajian terhadap 5 spesies baru memperkuat temuan ini. (E)-anethole dari *Illicium verum* (Bunga Lawang) yang menyumbang 72–92% total minyak atsiri menunjukkan aktivitas antioksidan yang konsisten melalui struktur fenilpropanoidnya. Emodin dan senyawa kaempferol dari *Cassia alata* (Gelinggang) yang teridentifikasi via LC-MS/QToF juga menegaskan potensi antioksidan yang didukung oleh gugus hidroksil pada cincin aromatik flavonoid. Eugenol, hidroksikavicol, dan chavibetol dari *Piper betle* (Daun Sirih) memberikan aktivitas antioksidan melalui mekanisme serupa sebagai donor hidrogen fenolik.

3.2.2 Mekanisme Antiinflamasi Berbasis Bukti Molekuler

Sebanyak 20 dari 25 spesies (80%) yang dikaji memiliki bukti ilmiah aktivitas antiinflamasi. Analisis mekanisme molekuler menunjukkan bahwa aktivitas antiinflamasi tanaman-tanaman obat Aceh bekerja terutama melalui dua jalur utama: (1) inhibisi faktor transkripsi *Nuclear Factor-kappa B* (NF- κ B) dan (2) penekanan produksi sitokin pro-inflamasi TNF- α dan Interleukin-6 (IL-6).

Kurkumin dari *Curcuma longa* merupakan model molekuler paling terkarakterisasi dalam mekanisme antiinflamasi. Yuandani et al. (2021) mengkonfirmasi inhibisi NF- κ B oleh kurkumin menekan produksi TNF- α dan IL-6. Meta-analisis Hidayat et al. (2025) yang melibatkan ratusan pasien osteoarthritis membuktikan efek analgesik kurkumin yang sebanding dengan ibuprofen, melalui inhibisi COX-2 dengan penurunan skor nyeri WOMAC yang bermakna secara statistik. Asetoksikavikol asetat (ACA) dari *Alpinia galanga* dan eugenol dari *Syzygium aromaticum* bekerja melalui mekanisme serupa, dimana gugus fenolik pada eugenol yang teridentifikasi via FTIR berperan sebagai donor hidrogen yang menstabilkan radikal bebas sambil menghambat kaskade inflamasi. Kombinasi eugenol dengan β -kariofilena pada cengkeh menunjukkan efek sinergis antiinflamasi (Haro-González & Castillo-Herrera, 2021).

Dari 5 spesies tambahan, *Ficus acehensis* menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang sangat menonjol. Ekstrak daun *Ficus religiosa* (kerabat dekat *F. acehensis*) memiliki efek antiinflamasi dan analgesik yang setara dengan indometasin dan aspirin, berkat kandungan tanin dan flavonoid yang menghambat mediator prostaglandin melalui jalur COX. Tanaman *Piper betle* menunjukkan aktivitas antiinflamasi melalui senyawa chavibetol dan hidroksikavicol yang menghambat produksi sitokin pro-inflamasi, konsisten dengan penggunaan tradisionalnya untuk perawatan luka dan infeksi. Senyawa emodin dari *Cassia alata* juga terdeteksi memiliki aktivitas antiinflamasi melalui inhibisi jalur NF- κ B dan penghambatan produksi NO (nitric oxide).

3.2.3 Potensi Antimikroba dalam Menghadapi Resistensi Antibiotik

Delapan belas spesies (72%) dari tanaman yang dikaji menunjukkan aktivitas antimikroba terdokumentasi. Di tengah krisis resistensi antibiotik global, temuan ini memiliki relevansi klinis yang sangat penting. Aktivitas antimikroba bekerja melalui tiga mekanisme utama: (1) kerusakan integritas membran sel mikroba, (2) inhibisi enzim esensial, dan (3) gangguan sistem transpor ion.

Minyak atsiri dari *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum burmannii*, *Coriandrum sativum*, dan *Pogostemon cablin* memperlihatkan aktivitas antibakteri spektrum luas melalui sifat lipofilik terpenoidnya. Sementara eugenol cengkeh bekerja via denaturasi protein dan gangguan metabolisme energi mikroorganisme, dengan antifungi yang signifikan terhadap *Candida albicans* dan *Cryptococcus neoformans* (Josu et al., 2024).

Spesies tambahan memperkuat profil antimikroba kajian ini secara substansial. *Piper betle* (Daun Sirih) merupakan tanaman dengan rekam jejak antimikroba terpanjang dalam etnofarmakologi Nusantara. Senyawa fenilpropanoid seperti eugenol, hidroksikavicol, dan chavicol bekerja sinergis menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur patogen, termasuk dalam formulasi nanoemulsi modern yang terbukti efektif terhadap bakteri resisten. *Cassia alata* yang dikenal sebagai 'ringworm bush' secara tradisional telah lama digunakan untuk infeksi kulit jamur. Standarisasi ekstrak daun *C. alata* menggunakan UPLC-QToF mengidentifikasi

kaempferol dan emodin sebagai senyawa penanda dengan aktivitas antibakteri yang terukur via MIC dan MBC (Angelina et al., 2021). *Illicium verum* (Bunga Lawang) melalui (E)-anethole menunjukkan aktivitas antimikroba dan antispasmodik yang konsisten dengan penggunaannya sebagai pengawet alami dalam industri pangan.

3.2.4 Potensi Antihiperglikemik dan Antidiabetes

Sepuluh spesies (40%) menunjukkan potensi aktivitas antidiabetes terdokumentasi. Inhibisi enzim α -glukosidase dan α -amilase merupakan mekanisme yang paling sering dilaporkan. Berberine dari *Fibraurea tinctoria* menunjukkan mekanisme unik melalui aktivasi AMPK yang menyerupai mekanisme metformin. *Illicium verum* (Bunga Lawang) menjadi tambahan penting dalam kategori ini. Senyawa (E)-anethole dan komponen fenilpropanoidnya dilaporkan memiliki potensi antihiperglikemik melalui inhibisi α -glukosidase dan stimulasi sekresi insulin, menjadikan bunga lawang sebagai kandidat fitoterapi diabetes yang menarik sesuai konteks abstrak jurnal yang menyebutkan prevalensi diabetes 8,3% populasi global (Amtaghri et al., 2023). *Ficus acehensis* juga menunjukkan efek antidiabetik signifikan, dimana ekstrak kulit dan daun terbukti menurunkan kadar gula darah pada model hewan percobaan, membuka peluang sebagai alternatif terapeutik alami untuk diabetes tipe 2.

3.2.5 Aktivitas Antikanker dan Sitotoksitas

Sebanyak 15 spesies (60%) menunjukkan potensi aktivitas antikanker. α -Mangostin dari *Garcinia mangostana* menginduksi apoptosis melalui jalur mitokondria (intrinsik) dan ekstrinsik, sedangkan gingerol dan shogaol dari *Zingiber officinale* menghambat proliferasi sel kanker dan memodulasi rasio Bcl-2/Bax. Plumbagin dari *Nepenthes* spp. sebagai inhibitor topoisomerase menunjukkan selektivitas sitotoksik terhadap sel kanker. Terpenoid dan flavonoid dari *Zingiber acehensis* mengindikasikan potensi antikanker dan anti-hipertensi berdasarkan pengujian farmakologis (Atmaja et al., 2023). Dalam konteks 5 spesies tambahan, *Ficus acehensis* menambah kekayaan potensi antikanker melalui senyawa fenoliknya yang menghambat proliferasi sel, sementara aktivitas antikanker *Piper betle* melalui eugenol dan hidroksikavicol juga telah dilaporkan pada beberapa studi in vitro.

3.2.6 Pendekatan Elusidasi Struktur dalam Validasi Ilmiah Tanaman Obat Aceh

Keberhasilan validasi ilmiah seluruh 25 tanaman obat Aceh sangat bergantung pada kualitas elusidasi struktur senyawa bioaktifnya. Kajian ini mengidentifikasi bahwa teknik analitik modern yang digunakan secara dominan meliputi: (1) GC-MS untuk karakterisasi senyawa volatil dan minyak atsiri; (2) HPLC, UPLC-Q-Orbitrap HRMS, dan LC-MS/QToF untuk profiling dan kuantifikasi senyawa non-volatil; (3) spektroskopi NMR (^1H -NMR, ^{13}C -NMR, HMBC, HSQC) untuk penentuan struktur molekuler secara presisi; dan (4) FTIR serta UV-Vis untuk identifikasi gugus fungsi spesifik.

Kajian standarisasi fisikokimia dan fitokimia *Cassia alata* oleh Angelina et al. (2021) menggunakan UPLC-QToF memberikan contoh terbaik dalam integrasi elusidasi struktur untuk keperluan standarisasi bahan baku farmasi. Pendekatan multi-lokasi sampling (Bogor, Tangerang Selatan, Banjarmasin) membuktikan bahwa meski faktor geografis mempengaruhi profil metabolit, jenis senyawa penanda (emodin, kaempferol) tetap konsisten suatu prasyarat krusial dalam pengembangan fitofarmaka terstandar. Analisis GC-MS terhadap minyak atsiri *Illicium verum* mengidentifikasi 24 komponen mewakili 92,55% total kandungan, dengan (E)-anethole sebagai senyawa dominan (72–92%), memberikan dasar penetapan senyawa penanda mutu yang jelas.

Teknik *molecular docking* sebagai perpanjangan elusidasi struktur memvalidasi interaksi molekuler senyawa dengan protein target biologis. Simulasi docking kurkumin menunjukkan energi pengikatan bebas sangat rendah terhadap enzim Mpro SARS-CoV-2 dan protease *S. aureus* (Moulick et al., 2025; Sheikh et al., 2023). Hubungan struktur-aktivitas (SAR) menjelaskan bahwa kehadiran gugus hidroksil pada posisi C-4 dan C-4' flavonoid kritis untuk

aktivitas antioksidan, gugus asetil pada ACA meningkatkan lipofilisitas mendukung penetrasi membran antimikroba, dan sifat lipofilik terpenoid monoterpena pada bunga lawang dan ketumbar memfasilitasi interaksi langsung dengan membran sel mikroba.

3.2.7 Relevansi Temuan terhadap Sistem Etnofarmakologi Masyarakat Aceh

Kajian komprehensif terhadap 25 spesies ini mengkonfirmasi bahwa sebagian besar penggunaan empiris tanaman obat oleh masyarakat Aceh memiliki dasar mekanistik yang dapat dijelaskan secara ilmiah. Penggunaan jahe, kunyit, lengkuas, dan cengkeh dalam ramuan tradisional terbukti sejalan dengan mekanisme antimikroba dan antiinflamasi yang terkarakterisasi. Daun sirih (*Piper betle*) yang secara turun-temurun digunakan untuk kebersihan mulut, perawatan luka, dan antiseptik alami mendapat validasi ilmiah kuat dari kandungan fenilpropanoid, eugenol, dan hidroksikavicol-nya. Bunga lawang (*Illicium verum*) yang digunakan masyarakat untuk mengatasi kembung, kolik, dan rematik terbukti memiliki kandungan (E)-anethole dengan efek antispasmodik, anti-inflamasi, dan antimikroba yang terukur secara saintifik.

Tanaman endemik atau khas Aceh seperti *Zingiber acehensis*, *Amomum acehensis*, *Ficus acehensis*, serta dua spesies *Nepenthes* endemik Aceh (*N. lavicola* dan *N. tobaica*) memiliki signifikansi konservasi dan ilmiah yang tinggi. Khusus untuk *Nepenthes lavicola* yang ditemukan di pegunungan vulkanik Aceh dan *N. tobaica* dari dataran tinggi Toba, elusidasi struktur menunjukkan bahwa metabolit sekunder tanaman karnivora ini yang terbentuk sebagai respons terhadap lingkungan miskin hara berpotensi memiliki keunikan struktural yang tidak ditemukan pada spesies lain, membuka peluang penemuan senyawa baru.

3.2.8 Tantangan dan Prospek Pengembangan Fitofarmaka Aceh

Meskipun data fitokimia dan farmakologi yang dikumpulkan sangat menjanjikan, terdapat tantangan yang harus diatasi. Pertama, variabilitas kandungan senyawa aktif akibat faktor lingkungan dan agronomis memerlukan standarisasi ketat sebagaimana dicontohkan oleh studi multi-lokasi *C. alata* yang menunjukkan perbedaan profil metabolit antar daerah. Kedua, bioavailabilitas rendah senyawa seperti kurkumin harus diselesaikan melalui inovasi formulasi (nanopartikel, nanoemulsi). Ketiga, data uji toksisitas dan uji klinis pada manusia masih sangat terbatas. Keempat, konservasi spesies endemik Aceh seperti *N. lavicola*, *F. tinctoria*, dan *O. horridum* yang terancam deforestasi harus mendapat perhatian serius.

Integrasi pendekatan etnofarmakologi dengan teknologi ekstraksi modern (UAE, MAE, SFE), karakterisasi instrumentasi mutakhir (UPLC-HRMS, NMR multidimensi, LC-MS/QToF), dan *in silico* screening berbasis molecular docking menjadi strategi terpadu paling efisien dalam mempercepat translasi pengetahuan tradisional menjadi produk fitofarmaka berbasis bukti ilmiah. Dengan 25 spesies yang telah teridentifikasi potensinya dalam kajian ini — mencakup aktivitas antioksidan (100%), antiinflamasi (80%), antimikroba (72%), antikanker (60%), dan antidiabetes (40%) — Aceh memiliki kekayaan hayati luar biasa untuk dikembangkan sebagai pusat fitofarmaka nasional berbasis keanekaragaman hayati lokal yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kajian sistematis terhadap 25 spesies tanaman obat tradisional Aceh menunjukkan bahwa mayoritas memiliki dasar ilmiah yang kuat terkait kandungan metabolit sekunder dan aktivitas farmakologisnya. Dominasi flavonoid, terpenoid, dan senyawa fenolik berkorelasi dengan tingginya aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang menjadi landasan mekanistik berbagai efek terapeutik lainnya. Validasi melalui teknik elusidasi struktur modern serta pendekatan molecular docking memperkuat bukti ilmiah potensi tanaman tersebut. Secara keseluruhan, kekayaan biodiversitas Aceh memiliki prospek strategis untuk dikembangkan menjadi bahan baku obat herbal terstandar maupun fitofarmaka, dengan syarat dilakukan standarisasi, uji toksisitas, dan uji klinis lanjutan.

SARAN

Diperlukan penelitian lanjutan berupa standarisasi bahan baku, optimasi metode ekstraksi, serta penetapan senyawa penanda mutu untuk menjamin konsistensi produk. Uji toksisitas akut dan kronis serta uji klinis pada manusia perlu dilakukan guna meningkatkan level pembuktian ilmiah menuju kategori fitofarmaka. Pemerintah daerah dan institusi akademik di Aceh disarankan membangun pusat riset fitofarmaka berbasis biodiversitas lokal yang terintegrasi dengan program konservasi spesies endemik. Selain itu, kolaborasi multidisiplin antara peneliti farmasi, kimia bahan alam, biologi molekuler, dan klinisi sangat diperlukan untuk mempercepat hilirisasi produk herbal berbasis bukti ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amtaghri, S., Qabouche, A., Slaoui, M., & Eddouks, M. (2023). Antidiabetic effect of star anise (*Illicium verum*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cardiovascular and Hematological Disorders - Drug Targets*, 23(2), 92–98. <https://doi.org/10.2174/1871529X23666230823112113>
- Angelina, M., Mardhiyah, A., Dewi, R. T., Fajriah, S., Muthiah, N., Ekapratiwi, Y., Dewijanti, I. D., Sukirno, Jamilah, & Hartati, S. (2021). Physicochemical and phytochemical standardization, and antibacterial evaluation of *Cassia alata* leaves from different locations in Indonesia. *Pharmacia*, 68(4), 947–956. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e76835>
- Atmaja, M. B., Andila, P. S., Oktavia, G. A. E., & Merriansyah, H. (2023). Indonesian threatened Zingiberaceae: Exploring their potential traditional and modern uses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1255(1), 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1255/1/012036>
- Dai, L., Cai, S., Chu, D., Pang, R., Deng, J., Zheng, X., & Dai, W. (2023). Identification of chemical constituents in *Blumea balsamifera* using UPLC–Q–Orbitrap HRMS and evaluation of antioxidant activity. *Molecules*, 28(11), 4504. <https://doi.org/10.3390/molecules28114504>
- Haro-González, N., & Castillo-Herrera, G. A. (2021). Clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): Extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health. *Molecules*, 26(21), 6387. <https://doi.org/10.3390/molecules26216387>
- Health Organization, W. (n.d.). *Global strategies and plans of action that are scheduled to expire within one year WHO traditional medicine strategy: 2014-2023 Report by the Director-General*. Retrieved <https://www.who.int/publications/i/item/978924151536>
- Hidayat, R., Parlindungan, F., Nisa, J. I., Mahendra, A. I., Indika, M. I., & Efendi, C. (2025). Efficacy of *Curcuma longa* in relieving pain symptoms of knee osteoarthritis patients: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Journal of Rheumatic Diseases*, 32(1), 17–29. <https://doi.org/10.4078/jrd.2024.0076>
- Josu, E., Nguimatsia, F., Ngouango, L. A., Lunga, P. K., Kamdem, B. P., Michel, P., & Dongmo, J. (2024). Eugenol-rich essential oils from flower buds and leaves of *Syzygium aromaticum* show antifungal activity against *Candida* and *Cryptococcus* species. [Jurnal tidak teridentifikasi lengkap], 449–465.
- Moulick, S. P., Basher, M. A., Jahan, F., Uddin, M. N., Rana, G. M. M., Islam, M. B., Islam, F., Hasan, M. S., Ahmed, S., & Bobby, F. (2025). Turmeric (*Curcuma longa* L.) extract in different solvents: A comparative study of curcuminoid content, volatile compounds, and antimicrobial activity with molecular docking insights. *Food Chemistry Advances*, 8, 101074. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.101074>

- Sheikh, H. I., Zakaria, N. H., Abdul Majid, F. A., Zamzuri, F., Fadhlina, A., & Hairani, M. A. S. (2023). Promising roles of *Zingiber officinale* Roscoe, *Curcuma longa* L., and *Momordica charantia* L. as immunity modulators against COVID-19: A bibliometric analysis. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100680. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100680>
- Yuandani, Jantan, I., Rohani, A. S., & Sumantri, I. B. (2021). Immunomodulatory effects and mechanisms of *Curcuma* species and their bioactive compounds: A review. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 643119. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643119>
- Zuhud, E. A., KDarusman, L., ZSiregar, I., & Pertanian Bogor, I. (n.d.). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Obat Dari Hutan Kerangas Diversity of Medicinal Plants Species from Kerangas Forest Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor Gedung Andi Hakim Nasoetion Lantai 5, Kampus IPB Darmaga Bogor 2). *Jurnal Hutan Tropis*, 1(1).
- Zulpakor Oktoba Afiliasi, P., Kunci, K., rambut, P., obat, T., & Koresponding Zulpakor Oktoba Jl Raya Bandung Sumedang, P. K. (2018). 81-88 *Review Artikel* (Number 3).