

EVALUASI POTENSI ANTIOKSIDAN EKSTRAK BERTINGKAT DAUN ANDALIMAN (*ZANTHOXYLUM ACANTHOPODIUM DC.*) BERDASARKAN METODE DPPH

Najla Mahirah¹, Roy Indrianto Bangar^{2*}, Asyrun Alkhairi Lubis³

Sarjana Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia¹, Program Studi Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, 20118, Indonesia^{2,3}, PUI Phyto Degenerative & Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia^{2,3}

*Corresponding Author : royindriantobangars@unprimdn.ac.id

ABSTRAK

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*), spesies asli Sumatera Utara, umumnya digunakan sebagai bumbu konvensional; namun, aplikasinya sebagai sumber zat bioaktif, khususnya antioksidan, masih terbatas. Paparan radikal bebas yang berkepanjangan dapat menyebabkan stres oksidatif dan memicu timbulnya berbagai penyakit kronis. Oleh karena itu, perlu dilakukan investigasi terhadap sumber antioksidan alami yang potensial, dengan daun Andaliman sebagai salah satu pilihannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai kemanjuran antioksidan dari ekstrak bertingkat daun Andaliman menggunakan uji DPPH. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pendekatan ekstraksi sekuensial menggunakan n-heksana, etil asetat, dan etanol sebagai pelarut. Potensi antioksidan dievaluasi melalui teknik penangkapan radikal bebas DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), yang dikuantifikasi melalui nilai IC_{50} . Vitamin C dan kuersetin digunakan sebagai standar referensi. Pengukuran absorbansi diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada 517 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap ekstrak dari daun Andaliman menunjukkan sifat antioksidan yang sangat kuat, dibuktikan dengan nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$. Secara spesifik, nilai IC_{50} untuk ekstrak n-heksana, etil asetat, dan etanol masing-masing adalah 24,55 $\mu\text{g/mL}$, 19,87 $\mu\text{g/mL}$, dan 19,47 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak etanol menunjukkan kinerja antioksidan terkuat, mendekati kadar vitamin C (IC_{50} 17,64 $\mu\text{g/mL}$) dan kuersetin (IC_{50} 17,30 $\mu\text{g/mL}$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi bertahap terbukti efektif dalam mengisolasi senyawa antioksidan dari daun Andaliman, dengan fraksi etanol sebagai yang paling menjanjikan.

Kata kunci : andaliman, antioksidan DPPH, ekstraksi bertingkat, IC_{50}

ABSTRACT

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*), a species native to North Sumatra, is commonly employed as a conventional spice; however, its application as a reservoir of bioactive substances, particularly antioxidants, remains restricted. Prolonged exposure to free radicals can induce oxidative stress and promote the onset of numerous chronic ailments. Consequently, there is a necessity to investigate prospective sources of natural antioxidants, with Andaliman leaves representing one such option. The objective of this research is to assess the antioxidant efficacy of graded extracts from Andaliman leaves employing the DPPH assay. This investigation constitutes an experimental design utilizing a sequential extraction approach with n-hexane, ethyl acetate, and ethanol as solvents. Antioxidant potency was evaluated through the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging technique, quantified via IC_{50} values. Vitamin C and quercetin served as reference standards. Absorbance readings were obtained using a UV-Vis spectrophotometer at 517 nm. Findings indicated that every extract from Andaliman leaves exhibited exceptionally robust antioxidant properties, evidenced by IC_{50} values below 50 $\mu\text{g/mL}$. Specifically, the IC_{50} values for n-hexane, ethyl acetate, and ethanol extracts were 24.55 $\mu\text{g/mL}$, 19.87 $\mu\text{g/mL}$, and 19.47 $\mu\text{g/mL}$, respectively. The ethanol extract demonstrated the strongest antioxidant performance, approaching the levels of vitamin C (IC_{50} 17.64 $\mu\text{g/mL}$) and quercetin (IC_{50} 17.30 $\mu\text{g/mL}$). The study's outcomes suggest that multistage extraction proves efficacious in isolating antioxidant compounds from Andaliman leaves, with the ethanol fraction emerging as the most promising.

Keywords : andaliman, antioxidant, DPPH, sequential extraction, IC_{50}

PENDAHULUAN

Indonesia, negara tropis dengan kualitas hidup yang tinggi, telah menyaksikan transmisi pemanfaatan sumber daya alam antar generasi di kalangan penduduknya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, termasuk terapi alami. Spesies tumbuhan juga berfungsi sebagai reservoir konstituen kimia, yang berasal dari proses metabolisme primer dan sekunder. Metabolit sekunder menunjukkan sifat antioksidan bawaan yang bermanfaat untuk menangkal radikal bebas. Zat yang dihasilkan atau disintesis oleh tumbuhan disebut sebagai metabolit sekunder. Alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, saponin, triterpenoid, dan steroid merupakan contoh dalam kategori senyawa ini. Skrining fitokimia merupakan teknik yang digunakan untuk membedakan metabolit fundamental dalam tumbuhan melalui uji kolorimetri menggunakan reagen spesifik (Pangisian et al., 2022). Antioksidan, yang dikenal sebagai agen kimia, melindungi organisme dari dampak buruk radikal bebas. Dengan mentransfer elektron ke entitas radikal bebas, antioksidan menghambat proses oksidatif dan kerusakan tubuh yang diakibatkannya. Melalui kemampuannya untuk mengikat radikal bebas, berbagai antioksidan terutama yang berasal dari sumber alami seperti enzim, tokoferol, karotenoid, asam askorbat, dan polifenol dapat mencegah kerusakan sel (Rienoviar et al., 2019).

Andaliman termasuk tanaman obat. Masyarakat Batak di Sumatera Utara sangat mengenal andaliman, sejenis rempah liar. Bumbu ini memiliki rasa yang kuat dan memberikan cita rasa unik pada makanan. Sifat sensorik buahnya yang unik, memberikan sensasi "pedas" di lidah dan aroma yang menarik dan khas, sangatlah istimewa. Setelah dikonsumsi, buah ini mengurangi sensitivitas lidah dan merangsang reseptor rasa (Aritonang et al., 2022). Potensi andaliman telah diteliti dalam berbagai upaya penelitian, meliputi metabolit sekunder seperti alkaloid, glikosida, gula, tanin, fenol, flavonoid, dan steroid, selain lemak dan minyak. Alkaloid, steroid, dan saponin terdeteksi dalam dedaunan andaliman. Atribut penting meliputi penghambatan xantin oksidase dari ekstrak n-butanol, kemanjuran antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, aktivitas antimikroba terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dari ekstrak etil asetat, dan efek antioksidatif dari ekstrak etanol. Terlepas dari karakteristik sitotoksik ekstrak minyak andaliman, potensi antioksidatifnya masih terbatas (Rienoviar et al., 2019). Penelitian sebelumnya telah mendokumentasikan kemanjuran antioksidan ekstrak andaliman dalam berbagai sediaan, seperti komponen dalam minuman fungsional yang menunjukkan kadar flavonoid dan pengukuran IC_{50} yang menguntungkan dalam penangkapan radikal DPPH, serta terjaganya potensi antioksidan di berbagai lingkungan suhu dan pH (Rosmiati et al., 2025). Senyawa fenolik dan flavonoid yang terdapat dalam ekstrak tumbuhan dikenal memiliki hubungan yang kuat dengan efektivitas antioksidan, khususnya pada spesies *Zanthoxylum* seperti *Z. acanthopodium*, yang secara luas dikenal sebagai andaliman. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi zat antioksidan kuat dalam fraksi etil asetat dan etanol dari buah andaliman melalui uji DPPH dan ABTS, meskipun dengan pengukuran IC_{50} yang berfluktuasi tergantung pada teknik ekstraksi dan kategori pelarut (Situmorang et al., 2019).

Metodologi DPPH menawarkan keunggulan seperti kemudahan penggunaan, kecepatan, keterjangkauan, dan potensi. DPPH berfungsi sebagai reagen unggul untuk evaluasi antioksidan karena sifatnya yang akromatik, tidak larut dalam media berair, dan stabilitas yang kuat. Setelah dilarutkan dalam pelarut alkohol, DPPH menunjukkan panjang gelombang serapan sekitar 515–520 nm. Interaksi dengan senyawa antioksidan memicu transisi ke warna kuning-oranye. Perubahan ini timbul dari degradasi radikal DPPH. Dengan demikian, tingkat perubahan warna reagen berkorelasi dengan peningkatan potensi antioksidan (Sulistiyani et al., 2024). Berbagai penelitian telah mendokumentasikan sifat antioksidan ekstrak buah Andaliman melalui uji DPPH dan CUPRAC, yang menunjukkan fluktuasi nilai IC_{50}

bergantung pada pelarut yang digunakan. Fraksi etanol dan n-butanol menunjukkan kemanjuran yang kuat, sedangkan campuran pelarut tertentu meningkatkan konsentrasi polifenol dan flavonoid, yang terkait dengan potensi antioksidan. Meskipun demikian, penelitian mendalam yang berfokus secara eksklusif pada ekstrak daun Andaliman masih langka, sehingga penelitian ini diperlukan untuk mengatasi kekurangan tersebut (Lewerissa et al., 2025). Investigasi tambahan juga telah mengidentifikasi kadar flavonoid total yang substansial bersamaan dengan respons antioksidan yang efektif terhadap radikal bebas, dan menghubungkan hal ini dengan ketahanan antioksidan dalam konteks lingkungan tertentu (Delfahedah et al., 2022). Secara kolektif, kumpulan literatur ini memperkuat gagasan bahwa andaliman memiliki potensi yang signifikan sebagai sumber antioksidan alami, meskipun teknik ekstraksi dan kategori sampel secara substansial memodulasi efektivitas yang dihasilkan (Hutapea et al., 2024).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menguraikan sifat antioksidan Andaliman, dengan fokus pada buahnya, dan menunjukkan konstituen bioaktif yang mendasari khasiat ini (Rienoviar et al., 2019). Namun demikian, penelitian yang berkaitan dengan potensi antioksidan daun Andaliman, terutama penilaian yang menggunakan teknik ekstraksi berurutan dengan pelarut yang memiliki polaritas berbeda, masih langka. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menilai potensi zat antioksidan dalam daun Andaliman melalui protokol ekstraksi bertahap menggunakan uji DPPH. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk melihat evaluasi potensi dari aktivitas antioksidan pada sampel asam askorbat, kuersetin, ekstrak n-heksana daun Andaliman, ekstrak etil asetat daun Andaliman, dan ekstrak etanol daun Andaliman, penelitian ini akan menguji optimasi kinerja spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan DPPH.

METODE

Penelitian ini menggunakan, desain eksperimental labortaorium untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak daun andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*), dalam pelarut n-Heksan, etil asetat, etanol dengan menggunakan DPPH. Pengujian ini dilakukan secara in vitro menggunakan spektrofometri UV-vis untuk mengamati aktivitas antioksidan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2025 – Agustus 2025 di Laboratorium Terpadu Program Studi S1 Farmasi Klinis, Universitas Prima Indonesia, Jl. Sampul No.3, Sei Putih Barat, Medan Petisah Sumatera Utara.

Populasi tanaman dalam penelitian ini adalah Tanaman daun andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*), yang digunakan berasal dari (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*), dari daerah kecamatan Dolog Massagal kabupaten Simalungun provinsi Sumatera Utara Negara Indonesia. Variabel independen mencakup kategori pelarut ekstraksi bertahap (n-heksana, etil asetat, dan etanol) dan konsentrasi ekstrak daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*). Variabel dependen terdiri dari kemanjuran antioksidan ekstrak, yang diukur melalui persentase inhibisi dan nilai IC_{50} yang diperoleh dari uji DPPH. Sebanyak 300gram sampel daun andaliman yang akan dibuat menjadi ekstrak dengan menggunakan pelarut n-Heksan, etil asetat, etanol 96%. Alat yang digunakan pada penelitian ini Spektrofotometri Uv-Vis (SHIMADZU®), vial, gunting stainless steel, labu ukur (IWAKI®), tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikropipet (DLAB®), kertas saring, corong (PYREX®), timbangan analitik (SHIMADZU®), blender (Miyako®), pengering oven dan evaporator putar vakum (BUCHI®). Bahan yang digunakan 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma), n-heksan, etanol 96%, etil asetat (teknisi), aquadest, pereaksi dragendrof, FeCl₃ 5%, vitamin c (pro analisis), kuarsetin (sigma)

Prosedur Kerja Ekstraksi

Pelarut dengan polaritas berbeda, dimodifikasi dari (Hamka & Arief, 2022). Sebanyak 300 g bahan daun Andaliman mentah dimaserasi dengan 3 L n-heksana sebagai pelarut non-polar selama tiga hari, dengan pengadukan tiga kali sehari. Setelah maserasi selesai, campuran disaring melalui kertas saring Whatman No. 01 untuk mengisolasi filtrat dan residu. Residu dari maserasi n-heksana kemudian dikeringkan di udara hingga pelarut residu menguap. Kemudian dilakukan maserasi lagi dengan 3 L etil asetat sebagai pelarut semi-polar, mengikuti protokol yang sama. Residu dikeringkan sekali lagi dan kemudian dimaserasi lagi menggunakan 3 L etanol 96% sebagai pelarut polar selama tiga hari, dengan pengadukan tiga kali sehari. Filtrat yang diperoleh dari setiap pelarut kemudian dipekatkan menggunakan evaporator putar pada suhu rendah untuk menghasilkan ekstrak kental.

Karakterisasi Bahan

Karakterisasi simplisia dilakukan dengan sejumlah pengujian, meliputi penentuan kadar air, kadar ekstrak yang larut dalam air, kadar ekstrak yang larut dalam etanol, kadar abu total, serta kadar abu yang tidak larut dalam asam (Kementerian Kesehatan RI, 2020; Kementerian Kesehatan RI, 2017).

Penetapan Kadar Air Penjenuhan Toeulen

Toluen sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam labu alas bulat, lalu ditambahkan 2 ml air suling, kemudian alat dipasang dan dilakukan destilasi selama 2 jam. Destilasi dihentikan dan dibiarkan dingin selama ± 30 menit, kemudian volume air dalam tabung penerima dibaca dengan ketelitian 0,1 ml.

Penetapan Kadar Air Simplisia

Labu berisi toluen tersebut dimasukkan 5 g serbuk simplisia yang telah ditimbang seksama, dipanaskan hati-hati selama 15 menit, setelah toluen mendidih, kecepatan toluene diatur 2 tetes per detik sampai sebagian besar air terdestilasi, kemudian kecepatan dinaikkan sampai 4 tetes per detik dan setelah semua air destilasi, bagian dalam pendingin dibilas dengan toluen. Destilasi dilanjutkan selama 5 menit, tabung penerima dibiarkan mendingin pada suhu kamar. Setelah air dan toluen memisah sempurna, volume air dibaca dengan ketelitian 0,1 ml. Selisih kedua volume air yang dibaca sesuai dengan kadar air yang terdapat dalam bahan yang diperiksa. Kadar air dihitung dalam persen.

Penetapan Kadar Sari yang Larut dalam Air

Sebanyak 5 gram serbuk simplisia dimasukkan dalam labu bersumbat, dimaserasi dengan 100 ml air-kloroform P (2,5 ml kloroform dalam 1000 ml air) selama 24 jam, sambil sesekali dikocok selama 6 jam pertama dan kemudian dibiarkan selama 18 jam. Disaring, sejumlah 20 ml filtrat diuapkan sampai kering dalam cawan dangkal berdasar rata yang telah ditara, sisanya dipanaskan pada suhu 105°C sampai bobot tetap. Kadar sari yang larut dalam air dihitung terhadap bahan yang sudah dikeringkan.

Penetapan Kadar Sari yang Larut Dalam Etanol

Sebanyak 5 g serbuk simplisia dimasukkan dalam labu bersumbat, dimaserasi dengan 100 ml etanol 96% selama 24 jam, sambil sesekali dikocok selama 6 jam pertama dan kemudian dibiarkan selama 18 jam. Disaring, sejumlah 20 ml filtrat diuapkan sampai kering dalam cawan dangkal berdasar rata yang telah ditara, sisanya dipanaskan pada suhu 105°C

sampai bobot tetap. Kadar sari larut dalam etanol dihitung terhadap bahan yang telah dikeringkan.

Penetapan Kadar Abu Total

Sebanyak 2 g serbuk yang telah ditimbang seksama dimasukkan dalam kurs porselin yang telah dipijar dan ditara, kemudian diratakan. Kurs dipijar sampai diperoleh bobot tetap. Kadar abu dihitung terhadap bahan yang telah dikeringkan di udara.

Penetapan Kadar Abu yang Tidak Larut dalam Asam

Abu yang telah diperoleh dalam penetapan kadar abu total dididihkan dalam 25 ml asam klorida 2 N selama 5 menit, bagian yang tidak larut dalam asam dikumpulkan, disaring melalui kertas saring bebas abu dan dicuci dengan air panas. Residu dan kertas saring dipijar sampai bobot tetap, kemudian didinginkan dan ditimbang. Kadar abu yang tidak larut dalam asam dihitung terhadap bahan yang telah dikeringkan.

Skrining Fitokimia

Ekstrak daun Andaliman menjalani penyaringan untuk alkaloid, steroid, tanin, flavonoid, fenol, dan saponin. Deteksi alkaloid melibatkan penambahan kloroform dan amonia ke ekstrak, diikuti dengan penyaringan dan perlakuan dengan asam sulfat 2N, kemudian diuji dengan reagen Meyer dan Dragendorf hasil positif dibuktikan dengan pembentukan endapan berwarna jingga atau putih (Srikandi et al., 2020). Steroid dievaluasi menggunakan reagen Liebermann-Burchard, yaitu kombinasi etanol, asam sulfat, dan asam asetat anhidrat perubahan pigmentasi dari ungu menjadi biru atau hijau menunjukkan keberadaan steroid (Srikandi et al., 2020). Kandungan tanin dinilai dengan memanaskan ekstrak dalam air suling, kemudian disaring dan ditambahkan 1% FeCl₃ hasil positif ditunjukkan oleh warna coklat kehijauan atau hitam kebiruan (Srikandi et al., 2020). Flavonoid diuji dengan penambahan etanol 70%, magnesium, dan asam klorida pekat pada filtrat; terbentuknya lapisan etanol menandakan keberadaan flavonoid (Srikandi et al., 2020). Fenol diuji dengan menambahkan FeCl₃ 5% pada ekstrak perubahan warna menjadi hijau atau hijau kebiruan menunjukkan adanya fenol (Anisa & Najib, 2022). Saponin diuji dengan merebus ekstrak dalam air suling, kemudian filtrat dikocok dan didiamkan; munculnya busa menandakan keberadaan saponin (Srikandi et al., 2020).

Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Pembuatan Larutan DPPH, Asam Askorbat, Kuarsetin dan Ekstrak Daun Andaliman

Ditimbang 2,5 mg DPPH di ad dengan metanol pa hingga 50 mL. Ditimbang 20 mg asam askorbat dan dilarutkan dalam 100 mL metanol pa. Ditimbang 10 mg ekstrak di ad 1000 µL metanol pa, lalu disaring. Filtrat digunakan sebagai sampel (Celep et al., 2015).

Pengujian Antioksidan Asam Askorbat dan Kuarsetin

Dari larutan stok dibuat minimum 5 konsentrasi, diambil 10 µL, 12,5 µL, 15 µL, 20 µL, 25 µL, Masing-masing konsentrasi ditambahkan metanol p a hingga volume 125 µL. Kemudian ditambahkan larutan DPPH sebanyak 750 µL, diinkubasi selama 30 menit di ruang yang tertutup dan gelap (tutup dengan aluminium foil). Selanjutnya absorbansi diukur dengan spektrofotometri UV-vis pada panjang gelombang 517 nm (absorban pada rentang 0,2-0,8). Diperoleh persen peredaman masing-masing konsentrasi, dibuat kurva kalibrasi persen peredaman asam askorbat dan diperoleh persamaan regresi dengan minimum R² = 0.99 (Celep et al., 2015).

Pengujian Aktivitas Antioksidan Sampel Daun Andaliman

Diambil sampel sebanyak 12,5 μL , ditambahkan metanol p a hingga 125 μL (lalu dilakukan pengenceran dengan konsentrasi 10 μL , 12,5 μL , 15 μL , 20 μL , 25 μL). Kemudian ditambahkan larutan DPPH sebanyak 750 μL , diinkubasi selama 30 menit di ruang yang tertutup dan gelap (tutup dengan aluminium foil). Absorbansi diukur dengan spektrofotometri UV-vis pada panjang gelombang 517 nm (absorban pada rentang 0,2-0,8), diperoleh persen peredaman sampel (Celep et al., 2015).

Penentuan Operating Time

Diamkan selama 30 menit pada suhu 37°C pada panjang gelombang maksimum yang telah didapat. Penentuan operating time dilakukan dengan melihat grafik absorbansi pada menit yang menunjukkan pengukuran yang stabil. Ciri-ciri secara visual adanya perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning (Wardiyah, 2022).

Analisis Data

Nilai IC₅₀, atau konsentrasi di mana 50% aktivitas DPPH hilang, merupakan metrik yang biasa digunakan untuk mengevaluasi hasil uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Semakin rendah nilai IC₅₀, semakin kuat aktivitas antioksidannya (Yaspseang, 2025). Persentase hambatan (IC₅₀) terhadap radikal DPPH dari masing masing konsentrasi larutan

HASIL

Tabel 1. Hasil Berat Ekstrak yang Diperoleh Dari Ekstraksi Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*)

Pelarut Digunakan	Yang Berat simplisia awal	Berat ekstrak yang diperoleh	% Rendemen
n-Heksan	300 gram	59,2 gram	19,7%
Etil asetat	300 gram	73,2 gram	24,4%
Etanol	300 gram	48 gram	16%

Tabel 2. Hasil Karakterisasi Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*)

No	Parameter	Hasil
1.	Kadar Air	8,66%
2.	Kadar Sari Larut Air	11,28%
3.	Kadar Sari Larut Etanol	5,80%
4.	Kadar Abu Total	5,15%
5.	Kadar Abu Tidak Larut Asam	0,53%

Tabel 3. Hasil Skrinning Fitokimia Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*)

Golongan Senyawa	Reagen	Hasil Uji
Flavonoid	Uap ammonia	+
Fenol	FeCl ₃	+
Alkaloid	Dragendorff, Meyer	+
Steroid	Lieberman-Burchard (LB)	+
Tanin	FeCl ₃	+
Terpenoid	Anisaldehyd sulfat	+
Saponin	Lieberman-Burchard	-

Keterangan : (+) adanya perubahan warna; (-) tidak terjadi perubahan warna

Tabel 4. Hasil Uji Antioksidan Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*)

Sampel Uji	Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
Blanko (DDPH + Metanol)	0	0,782	0	0
Vitamin C (Baku Pembanding)	10	0,763 \pm 0,006	22,12 \pm 0,59	17,64
	12,5	0,651 \pm 0,005	31,05 \pm 0,49	
	15	0,545 \pm 0,007	42,31 \pm 0,69	
	20	0,359 \pm 0,004	58,19 \pm 0,43	
	25	0,237 \pm 0,004	74,88 \pm 0,38	
Kuarsetin (Baku Pembanding)	10	0,793 \pm 0,005	21,45 \pm 0,51	17,30
	12,5	0,699 \pm 0,004	31,47 \pm 0,35	
	15	0,575 \pm 0,021	44,53 \pm 2,03	
	20	0,422 \pm 0,003	60,80 \pm 0,25	
	25	0,282 \pm 0,003	75,62 \pm 0,25	
Ekstrak n-Heksan (Sampel)	10	0,702 \pm 0,001	10,48 \pm 0,14	24,55
	12,5	0,637 \pm 0,002	19,29 \pm 0,23	
	15	0,571 \pm 0,001	28,23 \pm 0,14	
	20	0,461 \pm 0,003	43,13 \pm 0,36	
	25	0,381 \pm 0,001	53,97 \pm 0,14	
Ekstrak Etil Asetat (Sampel)	10	0,732 \pm 0,035	6,41 \pm 4,55	19,87
	12,5	0,656 \pm 0,045	16,67 \pm 5,82	
	15	0,559 \pm 0,044	29,90 \pm 5,60	
	20	0,415 \pm 0,010	49,41 \pm 1,28	
	25	0,244 \pm 0,030	72,49 \pm 3,88	
Ekstrak Etanol (Sampel)	10	0,729 \pm 0,024	6,82 \pm 3,11	19,47
	12,5	0,652 \pm 0,036	17,21 \pm 4,60	
	15	0,556 \pm 0,033	30,22 \pm 4,28	
	20	0,401 \pm 0,022	51,22 \pm 2,86	
	25	0,223 \pm 0,022	75,43 \pm 2,75	

PEMBAHASAN

Hasil Rendemen Ekstrak n-Heksan, Etil Asetat, dan Etanol Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*)

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, hasil ekstraksi berurutan dari daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) menggunakan pelarut dengan polaritas yang berbeda menunjukkan perbedaan persentase hasil. Pelarut etil asetat menghasilkan ekstraksi maksimum sebesar 24,4%, diikuti oleh n-heksana sebesar 19,7%, dan etanol sebesar 16%. Maserasi bertahap menghasilkan bahan kimia yang berasal dari semua pelarut yang berlaku, sementara itu mengisolasi senyawa yang berbeda dari setiap pelarut yang digunakan. Zat bioaktif yang diekstrak bergantung pada kategori pelarut. Entitas polar tertarik pada pelarut polar, yang non-polar pada pelarut non-polar, dan senyawa semi-polar pada pelarut semi-polar. Penelitian ini menggunakan tiga pelarut dengan polaritas yang berbeda: n-heksana (non-polar, dilambangkan N-H), etil asetat (semi-polar, dilambangkan EA), dan etanol 96% (polar, dilambangkan ET). Pemilihan pelarut ini bertujuan untuk menilai pengaruh polaritas pelarut terhadap efektivitas ekstraksi konstituen bioaktif dari daun andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*). Ekstraksi mengikuti prinsip "yang sejenis larut dalam yang sejenis", di mana pelarut lebih menyukai melarutkan senyawa dengan polaritas yang sama. Oleh karena itu, pelarut nonpolar seperti n-heksana mengambil zat nonpolar, pelarut semi-polar seperti etil asetat menargetkan senyawa dengan polaritas sedang, dan pelarut polar seperti etanol lebih unggul dalam mengekstrak zat polar. Hasil ekstraksi diukur sebagai persentase yang diperoleh dari rasio berat akhir ekstrak terhadap berat bahan awal, dikalikan dengan 100% (Hamka & Arief, 2022).

Hasil maserasi bertingkat pada daun andaliman menunjukkan perbedaan rendemen antar pelarut: n-heksan menghasilkan 59,2 g (19,7%), etil asetat 73,2 g (24,4%), dan etanol 48 g (16%). Perbedaan ini berkaitan dengan kemampuan masing-masing pelarut mengekstraksi senyawa bioaktif berdasarkan prinsip “like dissolves like” (Qodariyah, A. S et al., 2024). Pelarut semi-polar seperti etil asetat sering lebih efektif mengekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid dibandingkan pelarut nonpolar atau polar, tergantung pada jenis tanaman dan profil metabolitnya (Vittaya et al., 2023). Rendemen tertinggi pada fraksi etil asetat mengindikasikan bahwa daun andaliman kaya senyawa dengan kepolaran menengah yang larut optimal dalam etil asetat. Sebaliknya, n-heksan mengekstraksi senyawa nonpolar seperti lipid dan sterol, yang meskipun berkontribusi pada rendemen, tidak selalu signifikan terhadap aktivitas antioksidan. Ekstraksi dengan etanol, meski efektif untuk senyawa polar, memberikan rendemen lebih rendah dibanding etil asetat, kemungkinan karena jumlah senyawa polar dalam daun andaliman lebih sedikit (Aprilianti et al., 2023), (Qodariyah, A. S et al., 2024). Variasi hasil ekstraksi yang diamati pada berbagai pelarut menunjukkan bahwa alokasi senyawa metabolit sekunder dalam daun andaliman sangat dipengaruhi oleh tingkat polaritas pelarut. Temuan ini sejalan dengan penelitian pada bunga *Calophyllum inophyllum*, yang menetapkan bahwa variasi polaritas pelarut sangat memengaruhi komposisi fitokimia dan efektivitas proses ekstraksi (Siregar et al., 2025). Selain itu, prosedur fraksinasi yang menggunakan pelarut air pada spesies tumbuhan alternatif, termasuk *Leea aequata* L., menggarisbawahi pentingnya memilih teknik ekstraksi dan fraksinasi yang tepat untuk memaksimalkan perolehan konstituen bioaktif (Siregar et al., 2025).

Hasil Karakterisasi Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* Dc.)

Data karakterisasi untuk simplisia daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.), seperti yang disajikan pada Tabel 2, menunjukkan tingkat kelembapan sebesar 8,66%. Angka ini berada di bawah ambang batas kelembapan maksimum tipikal untuk simplisia, sehingga menandakan stabilitas yang kuat dan kemungkinan proliferasi mikroba serta kerusakan senyawa bioaktif yang berkurang. Selain itu, kandungan kelembapan minimal meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan mengurangi risiko pengenceran pelarut dari sisa air dalam sampel. Hasil ekstrak yang larut dalam air sebesar 11,28% melampaui hasil ekstrak yang larut dalam etanol sebesar 5,80%, menunjukkan dominasi konstituen polar, termasuk zat fenolik, glikosida flavonoid, dan metabolit sekunder lainnya yang mudah larut dalam media berair. Sebaliknya, nilai ekstrak yang larut dalam etanol yang lebih rendah menunjukkan kelimpahan senyawa semi-polar yang relatif lebih rendah yang mudah larut dalam etanol. Kandungan abu total yang tercatat sebesar 5,15% mewakili akumulasi mineral dan unsur anorganik di dalam simplisia, yang masih berada dalam batas yang diizinkan dan menegaskan tidak adanya kontaminan anorganik yang berlebihan.

Selain itu, kandungan abu yang tidak larut dalam asam sebesar 0,53% menunjukkan kehadiran minimal silikat dan pengotor anorganik seperti pasir dan tanah. Mengkarakterisasi ekstrak daun andaliman merupakan langkah awal yang penting untuk memeriksa kualitas fisik dan kimia bahan sebelum mengekstrak apa pun dan melakukan pengujian lebih lanjut. Langkah-langkah karakterisasi ini membantu mengetahui seberapa stabil bahan tersebut, apakah mungkin terkontaminasi oleh mikroba, dan seberapa baik kemampuannya melepaskan senyawa yang bermanfaat. Pemeriksaan kadar air menunjukkan seberapa banyak kelembapan dalam bahan; terlalu banyak air dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba dan menurunkan stabilitas bahan aktif, sementara kelembapan rendah biasanya berarti bahan tersebut lebih stabil dan siap untuk diproses. Melihat ekstrak yang larut dalam air dan etanol membantu melihat seberapa banyak zat kimia yang dapat dikeluarkan menggunakan air atau alkohol, menunjukkan seberapa baik bahan tersebut dalam melepaskan bagian-bagian yang bermanfaat. Abu total dan abu yang tidak larut dalam asam memberi tahu kita tentang

mineral dan sisa bahan yang terbakar, yang menunjukkan seberapa bersih dan murni bahan mentah tersebut. Semua pemeriksaan ini merupakan bagian dari proses standar untuk memastikan ekstrak tanaman obat berkualitas baik, konsisten, dan aman sebelum melakukan pengujian lebih lanjut pada bahan kimianya dan bagaimana cara kerjanya dalam tubuh (Dewi et al., 2025).

Mengkarakterisasi bahan baku merupakan langkah penting untuk memastikan kualitas dan konsistensinya baik sebelum diekstraksi dan dianalisis lebih lanjut. Kadar air yang rendah pada bahan tanaman kering biasanya merupakan hal yang baik karena membantu menghentikan pertumbuhan mikroba dan memperlambat perubahan kimia, yang membuat bahan lebih stabil dan tahan lama sebelum ekstraksi senyawa aktif. Pengukuran kadar air merupakan bagian kunci dari analisis dasar tanaman dan herba. Hasil uji kadar air daun andaliman adalah 8,66%, yang merupakan tingkat kelembapan rendah. Hal ini mendukung ekstraksi yang efisien dan membantu mencegah pertumbuhan mikroba selama tahap awal penyimpanan sampel. Nilai ini sesuai dengan tingkat kelembapan tipikal yang ditemukan pada tanaman herbal lainnya, yang biasanya berkisar antara 6 hingga 12%, menunjukkan bahwa bahan kering tersebut memiliki kualitas yang tepat untuk mengekstrak senyawa kimia tanaman (Owoeye et al., 2023).

Tingkat kelarutan ekstrak dalam air dan etanol menunjukkan seberapa banyak bahan yang larut dalam pelarut dengan polaritas berbeda. Hasil menunjukkan bahwa 11,28% bahan larut dalam air, yang lebih tinggi daripada 5,80% yang larut dalam etanol. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar bagian daun andaliman yang larut bersifat polar, yang sesuai dengan gagasan bahwa zat polar lebih mudah larut dalam pelarut polar. Pengukuran ini membantu menentukan seberapa banyak senyawa organik tanaman yang dapat diekstrak menggunakan pelarut yang berbeda, dan memainkan peran kunci dalam pemulihan senyawa bioaktif. Metode ini sering digunakan dalam analisis dasar tanaman herbal (Owoeye et al., 2023). Kandungan abu total sebesar 5,15% menunjukkan seberapa banyak material non-organik yang tersisa setelah pembakaran. Kandungan abu yang tidak larut dalam asam yang rendah (0,53%) berarti sebagian besar mineral dapat dilarutkan oleh asam, dengan hanya sebagian kecil berupa silika atau material tidak reaktif lainnya. Kandungan abu membantu menentukan seberapa murni bahan baku tersebut dan apakah ada kontaminasi dari sumber non-tumbuhan; kadar abu yang tinggi sering menunjukkan adanya campuran tanah atau material asing lainnya. Informasi ini sangat penting untuk memahami kualitas awal bahan baku sebelum mengekstrak senyawa yang bermanfaat dan menguji sifat antioksidannya (Bhuneshwari Lahare and Sandhyarani Panda, 2025).

Hasil Skrining Fitokimia Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc.*)

Hasil skrining fitokimia yang dirinci dalam Tabel 3 untuk ekstrak daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) menunjukkan respons positif untuk beberapa kelas metabolit sekunder, meliputi flavonoid, fenol, alkaloid, steroid, tanin, dan terpenoid. Indikator positif termasuk perubahan warna atau pembentukan endapan yang sesuai dengan reagen uji spesifik. Flavonoid dikonfirmasi melalui paparan uap amonia, sedangkan fenol dan tanin dipastikan menggunakan reagen FeCl₃. Alkaloid diidentifikasi melalui interaksi dengan reagen Dragendorff dan Meyer, dan steroid serta terpenoid dideteksi menggunakan reagen Liebermann–Burchard dan anisaldehyd sulfat, masing-masing. Sebaliknya, uji saponin menghasilkan hasil negatif, karena tidak adanya pembentukan busa yang bertahan lama. Secara keseluruhan, temuan skrining fitokimia ini mengungkapkan bahwa daun Andaliman mengandung spektrum luas metabolit sekunder, kecuali saponin, sehingga menyiratkan susunan kimia ekstrak daun Andaliman yang beragam. Pengujian kandungan kimia dalam ekstrak daun Andaliman menemukan beberapa jenis senyawa penting yang disebut metabolit sekunder, seperti flavonoid, fenol, alkaloid, steroid, tanin, dan terpenoid. Namun, saponin

tidak ditemukan dalam pengujian tersebut. Flavonoid sangat penting karena merupakan jenis polifenol yang membantu melawan kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas dan juga dapat mengikat logam berat.

Kemampuan ini telah ditunjukkan dalam penelitian pada tanaman lain yang digunakan untuk pengobatan (Tiranakwit et al., 2023). Senyawa fenolik yang juga ditemukan adalah jenis senyawa yang sering disebut sebagai faktor kunci dalam memberikan manfaat antioksidan karena gugus hidroksil aromatiknya bekerja dengan baik dalam menetralkan radikal oksigen berbahaya (Tiranakwit et al., 2023). Keberadaan flavonoid dan senyawa fenolik dalam daun Andaliman memiliki fungsi penting, tidak hanya bertindak sebagai antioksidan tetapi juga sebagai zat obat tambahan. Penelitian terhadap ekstrak *Leea aequata* L. membuktikan bahwa flavonoid merupakan agen utama yang bertanggung jawab untuk menetralkan radikal bebas (R. I. Bangar et al., 2026). Selain itu, kemajuan dalam metodologi, yang dicontohkan oleh formulasi nanoemulsi yang diterapkan pada ekstrak tumbuhan yang kaya akan flavonoid, telah menunjukkan peningkatan stabilitas dan bioaktivitas zat-zat ini, termasuk sifat antibakterinya (R. I. Bangar et al., 2026). Perkembangan ini membuka jalan untuk memajukan pemanfaatan ekstrak daun andaliman menjadi formulasi farmasi yang lebih tahan lama dalam aplikasi mendatang.

Pengujian dengan reagen Dragendorff dan Meyer menemukan bahwa ekstrak dari daun andaliman memiliki beberapa senyawa cincin yang mengandung nitrogen. Jenis senyawa ini biasanya dikaitkan dengan efek yang berhubungan dengan kesehatan seperti melawan bakteri dan mengurangi peradangan, seperti yang ditunjukkan dalam banyak penelitian tentang susunan kimia tanaman tersebut (Nisaa et al., 2025). Senyawa steroid yang menunjukkan hasil positif dalam tes Lieberman Burchard adalah jenis zat larut lemak yang biasanya ditemukan dalam ekstrak tumbuhan. Senyawa ini dapat memengaruhi cara kerja sel dalam tubuh, misalnya dengan mengurangi peradangan atau mengubah kadar hormone (Hazimah et al., 2018). Identifikasi tanin sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa senyawa ini berperan sebagai antioksidan dan agen astringen dalam berbagai ekstrak tanaman (Tiranakwit et al., 2023). Sementara terpenoid yang juga positif merupakan golongan metabolit sekunder yang luas fungsi biologisnya, termasuk aktivitas antiinflamasi dan antioksidan yang dilaporkan dalam banyak penelitian fitokimia (Tiranakwit et al., 2023).

Tidak adanya saponin dalam ekstrak menunjukkan bahwa susunan fitokimia daun Andaliman berbeda dari spesies lain yang memiliki saponin bersama dengan polifenol, flavonoid, dan tanin dalam uji kualitatifnya. Secara keseluruhan, profil fitokimia ini mendukung penelitian sebelumnya bahwa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, alkaloid, tanin, dan terpenoid penting untuk aktivitas antioksidan dan fungsi biologis lainnya pada tanaman obat (Tiranakwit et al., 2023). Selain memiliki sifat antioksidan yang kuat, daun Andaliman juga mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid dan tanin. Senyawa-senyawa ini dapat memberikan manfaat kesehatan lain pada daun, seperti melawan bakteri. Gagasan ini didukung oleh penelitian pada tanaman serupa, seperti *Leea aequata* L. Para peneliti menemukan bahwa ekstrak etanol dari tanaman ini secara efektif menghentikan pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Pada konsentrasi 75%, ekstrak tersebut menciptakan zona inhibisi sebesar 21,06 mm, menunjukkan kekuatan antibakterinya yang kuat (Gaol et al., 2025). Karena daun andaliman memiliki senyawa yang mirip dengan senyawa lainnya, hal ini menunjukkan bahwa melakukan penelitian lebih lanjut tentang kemampuan antibakterinya bisa sangat menjanjikan. Ini dapat membantu memanfaatkan daun andaliman dengan lebih baik di industri farmasi (Gaol et al., 2025).

Hasil Uji Antioksidan Daun Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* Dc.)

Hasil uji DPPH yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap sampel yang diuji menunjukkan kapasitas reduksi radikal bebas, dibuktikan dengan penurunan pembacaan

absorbansi dan peningkatan persentase inhibisi seiring peningkatan konsentrasi. Kontrol (blank) tidak menunjukkan efek penangkapan radikal bebas, yang menegaskan bahwa pergeseran absorbansi pada sampel berasal dari sifat antioksidan zat yang dievaluasi. Senyawa referensi, vitamin C dan quercetin, menunjukkan peningkatan persentase inhibisi progresif dengan peningkatan konsentrasi, menghasilkan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 17,64 ppm dan 17,30 ppm, yang menunjukkan kekuatan antioksidan yang kuat. Ekstrak daun Andaliman mencerminkan tren ini, dengan peningkatan konsentrasi berkorelasi dengan peningkatan laju inhibisi radikal DPPH. Dari ketiga ekstrak tersebut, fraksi etanol menunjukkan potensi antioksidan yang lebih unggul, dengan nilai IC_{50} sebesar 19,47 ppm, diikuti oleh etil asetat sebesar 19,87 ppm dan n-heksana sebesar 24,55 ppm. Variasi IC_{50} ini menggarisbawahi perbedaan kapasitas netralisasi radikal bebas di antara fraksi-fraksi tersebut.

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun Andaliman dengan metode penangkapan radikal DPPH menemukan bahwa semua ekstrak mampu mengurangi radikal bebas DPPH, dan semakin pekat sampelnya, semakin tinggi persentase penghambatannya. Metode DPPH umum digunakan karena mudah, cepat, dan membantu menemukan nilai IC_{50} , yang menunjukkan seberapa kuat aktivitas antioksidannya (Hartono et al., 2019). Nilai IC_{50} yang lebih rendah mencerminkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat: dalam penelitian ini, ekstrak etil asetat memiliki IC_{50} 19,87 ppm dan ekstrak etanol 19,47 ppm, lebih kuat dibanding ekstrak n-heksan (24,55 ppm), meskipun ketiganya masih sedikit lebih tinggi dibanding baku pembanding seperti vitamin C (17,64 ppm) dan kuarsetin (17,30 ppm). Kapasitas antioksidan yang sangat kuat yang ditunjukkan oleh daun Andaliman, dengan nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$, sangat sesuai dengan hasil yang diperoleh dari fraksi etil asetat daun *Leea aequata* L., yang menunjukkan IC_{50} sebesar 11,309 ppm (Kaban et al., 2026). Meskipun demikian, aktivitas penangkapan radikal bebas yang diamati pada fraksi air tanaman menunjukkan nilai yang sedikit lebih tinggi, sekitar 32,87 $\mu\text{g/mL}$ (Kaban et al., 2026). Hal ini memperkuat pernyataan bahwa komponen yang kurang polar atau agak polar yang berasal dari daun andaliman, termasuk ekstrak etanol dan etil asetat, menunjukkan peningkatan kemanjuran dalam netralisasi radikal DPPH dibandingkan dengan komponen dari tanaman obat tropis lainnya. Hasil ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa nilai IC_{50} DPPH berbeda antar ekstrak dan mencerminkan variasi komposisi fitokimia yang memengaruhi kapasitas radikal scavenging, terutama senyawa fenolik dan flavonoid yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan nilai IC_{50} bervariasi sesuai profil senyawa bioaktif masing-masing ekstrak (Wahyuni & Hertiani, 2016).

Berdasarkan temuan penelitian, kemanjuran ekstrak daun Andaliman dalam menangkal radikal bebas DPPH terkait erat dengan kelimpahan konstituen metabolit sekunder, khususnya flavonoid. Hal ini sejalan dengan penelitian pada daun titanus (*Leea aequata* L.), yang menunjukkan bahwa flavonoid tipe flavonol, khususnya quercitrin (3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavone 3-rhamnoside), menunjukkan potensi biologis yang substansial. Arsitektur molekuler flavonoid, yang memiliki banyak gugus hidroksil (-OH) pada cincin aromatiknya, berfungsi sebagai donor hidrogen yang mampu mengubah radikal DPPH yang tidak stabil menjadi entitas non-radikal yang stabil (R. Bangar et al., 2024). Kapasitas antioksidatif ini juga dimodulasi oleh prosedur ekstraksi dan fraksinasi bertahap. Dalam studi perbandingan, maserasi etil asetat menunjukkan aktivitas yang lebih unggul karena afinitas optimalnya terhadap konstituen flavonoid relatif terhadap maserasi n-heksana (non-polar) atau air (sangat polar). Hal ini menjelaskan mengapa, dalam penelitian daun Andaliman, maserasi dengan polaritas menengah seperti etil asetat sering menunjukkan nilai IC_{50} DPPH terendah (paling ampuh), karena tahap ini memaksimalkan konsentrasi senyawa flavonoid seperti quercitrin atau analognya (R. Bangar et al., 2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi potensi antioksidan daun Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) menggunakan metode DPPH, penelitian ini secara tegas menyimpulkan bahwa metode ekstraksi bertingkat efektif dalam memetakan distribusi senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas peredaman radikal bebas. Seluruh sampel uji, mulai dari fraksi n-heksan, etil asetat, hingga etanol, menunjukkan efektivitas biologis dalam kategori "Sangat Kuat" dengan nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$. Secara khusus, ekstrak etanol menunjukkan performa paling superior dengan nilai IC_{50} sebesar 19,47 $\mu\text{g/mL}$, sebuah capaian yang secara kompetitif mendekati aktivitas kontrol positif Vitamin C IC_{50} 17,64 $\mu\text{g/mL}$ dan standar flavonoid Kuersetin IC_{50} 17,30 $\mu\text{g/mL}$. Tingginya aktivitas ini berkorelasi dengan keberadaan senyawa golongan fenolik dan flavonoid yang bekerja melalui mekanisme donor atom hidrogen untuk menstabilkan radikal bebas, selaras dengan karakteristik kimiawi senyawa *quercitrin* yang diidentifikasi dalam studi literatur terkait. Temuan ini menegaskan posisi daun Andaliman sebagai sumber antioksidan alami yang potensial untuk diintegrasikan dalam pengembangan sediaan farmasi dan pangan fungsional di masa depan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak atas inspirasi, masukan, dan dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, N., & Najib, S. Z. (2022). Skrining Fitokimia Dan Penetapan Kadar Total Fenol Flavonoid Dan Tanin Pada Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.). *Indonesian Journal Pharmaceutical and Herbal Medicine*, 1(2), 96–104.
- Aprilianti, N. M., Purgiyanti, P., & Barlian, A. A. (2023). Penentuan kadar total fenol fraksi n-heksan, etil asetat, dan air herba pegagan (*Centella asiatica* (L) Urban). *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 12(1), 77–85.
- Aritonang, N. S., Sherlyn, S., Chiuman, L., & Rudy, R. (2022). IDENTIFICATION TEST OF ANDALIMAN METHANOL EXTRACT STEROID COMPOUNDS (*ZANTHOXYLUM ACANTHOPODIUM* DC) BY THIN LAYER CHROMATOGRAPHY. *Journal Health & Science: Gorontalo Journal Health and Science Community*, 6(2), 90–98.
- Bangar, R. I., Saraswati, G., & Waruwu, L. D. K. Y. (2026). Exploration and Characterization of Natural Antioxidant Compounds from *Leea aequata* L. Leaves through In Vitro Evaluation. *Proceedings of the 2nd International Conference on Lifestyle Diseases and Natural Medicine (ICOLIFEMED 2025)*, 310.
- Bangar, R., Ningsih, K. N., Kartasasmita, R. E., & Insanu, M. (2024). Isolation of α -glucosidase enzyme inhibitor from titanus (*Leea aequata* L.). *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 6(1), 41–47.
- Bhuneshwari Lahare and Sandhyarani Panda, (2025). (2025). PHYSICO-CHEMICAL AND PHYTO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE FLOWERS OF IMPATIENS BALSAMINA Bhuneshwari Lahare and Sandhyarani Panda * School of Sciences, MATS University, Raipur - 493441, Chhattisgarh, India. *International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research*, 16(1), 281–290. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.16\(1\).281-90](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.16(1).281-90)
- Celep, E., Charehsaz, M., Akyüz, S., Acar, E. T., & Yesilada, E. (2015). Effect of in vitro

- gastrointestinal digestion on the bioavailability of phenolic components and the antioxidant potentials of some Turkish fruit wines. *Food Research International*, 78, 209–215.
- Delfahedah, Y., Manik, A. B., & Damanik, N. K. (2022). *Antioxidant Activity Test of Ethanol Extract of Andaliman Fruit (Zanthoxylum Acanthopodium DC .) on Superoxide Dismutase (SOD) Levels in Rats. 01(02), 237–240.* <https://doi.org/10.55299/ijphe.v1i2.330>
- Dewi, N. A. R., Rahmawati, I., & Purnamasari, N. A. D. (2025). Clay Mask Formulation with Moringa oleifera Leaf Extract and Antibacterial Activity Against Staphylococcus aureus. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 5(1), 71–84.
- Gaol, I. Y. L., Bangar, R. I., Kaban, V. E., Sembiring, N. B., & Harahap, D. W. S. (2025). Efficacy Test of Tetanus Leaf (Leea aequata L.) Ethanol Extract against Bacteria (Pseudomonas aeruginosa). *PCJN: Pharmaceutical and Clinical Journal of Nusantara*, 3(01), 1–7.
- Hamka, Z., & Arief, R. (2022). Pengaruh Metode Maserasi Bertingkat Terhadap Nilai Rendemen Dan Profil Kromatografi Lapis Tipis (Klt) Ekstrak Daun Kemangi (Ocimum Basilicum L.). *Jurnal Kesehatan Yamasi Makassar*, 6(1), 154–162.
- Hartono, B., Chrisanto, C., & Farfar, I. O. (2019). Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Aktivitas Antioksidan Berbagai Macam Jus Buah Berdasarkan Metode DPPH. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 25(2), 75–80.
- Hazimah, H., Azharman, Z., Triwuri, N. A., Yuharmen, Y., & Jose, C. (2018). Evaluasi Fitokimia, Aktivitas Antioksidan dari Tanaman Solanum Ferox L dan Plectranthus Amboinicus L. *Jurnal Berkala Ilmiah Sains Dan Terapan Kimia*, 12(2), 76–83.
- Hutapea, D. B., Susilawati, Y., Muhaimin, M., & Chaerunisaa, A. Y. (2024). Potent bioactivity of Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.). *Pharmacia*, 71, 1–10.
- Kaban, V. E., Bangar, R. I., Agustan, S. D., Sihotang, N., & Gaol, I. Y. L. (2026). Nanoemulsion of Leea aequata (L.) Leaf Extract. *Proceedings of the 2nd International Conference on Lifestyle Diseases and Natural Medicine (ICOLIFEMED 2025)*, 322.
- Lewerissa, K. B., Lestario, L. N., & Sihombing, C. N. (2025). Antioxidant Activity of Herbal Drink using Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC). *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 59–66.
- Nisaa, N. R. K., Wahyuni, L. E. T., & Anggreini, P. (2025). Skrining Fitokimia dan Studi Komparasi Kadar Flavonoid Dalam Bunga, Daun, dan Kulit Batang Pinus (Pinus merkusii). *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 4(1), 71–77.
- Owoeye, T. F., Akinlabu, K. D., & Ajani, O. O. (2023). Proximate composition, phytochemical screening and mineral content studies of leaves extract of Adenantha pavonina. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences*, 30(1), 317–328.
- Pangisian, J., Sangi, M. S., & Kumaunang, M. (2022). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Aktivitas Antioksidan serta Antibakteri Biji Buah Pangi (Pangium edule Reinw). *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 7(1), 11–19.
- Qodariyah, A. S et al., (2024). (2024). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kadar Total Fenolik. *JOURNAL OF PHARMACEUTICAL*, 1(1), 71–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.30989/jop.v2i2,%20Special%20Edition.1522>
- Rienoviar, R., Heliawati, L., & Khoiriyah, A. (2019). Aktivitas antioksidan dan identifikasi senyawa aktif dalam ekstrak buah Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.). *Indonesian Journal of Industrial Research*, 36(2), 124–130.
- Rosmiati, R., Emilia, E., Firmansyah, H., Rahman, P. A., & Azhar, W. C. U. (2025). Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Powdered Beverage Based on Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium) and Kuweni (Mangifera odorata). *Preventive Nutrition and Food Science*, 30(6), 630.

- Siregar, N., Bangar, R. I., Kaban, V. E., & Simanjuntak, N. J. P. (2025). Antioxidant Activity Test of The Aqueous Fraction of Tetanus Leaves (*Leea aequata* L.) Using The DPPH Method. *PCJN: Pharmaceutical and Clinical Journal of Nusantara*, 3(01), 8–14.
- Situmorang, P. C., Ilyas, S., Hutahaean, S., & Rosidah, R. (2019). Effect of nanoherbal andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) and extra virgin olive oil combination on preeclamptic rats liver histology. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(14), 2226.
- Srikandi, S., Humaeroh, M., & Sutamihardja, R. T. M. (2020). Kandungan gingerol dan shogaol dari ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan metode maserasi bertingkat. *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 7(2), 75–81.
- Sulistiyani, M., Mahatmanti, F. W., Huda, N., & Prasetyo, R. (2024). Optimization of microplate type uv-vis spectrophotometer performance as an antioxidant activity testing instrument. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 13(1).
- Tiranakwit, T., Puangpun, W., Tamprasit, K., Wichai, N., Siriamornpun, S., Srisongkram, T., & Weerapreeyakul, N. (2023). Phytochemical screening on phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activities of six indigenous plants used in traditional thai medicine. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(17), 13425.
- Vittaya, L., Chalad, C., Ratsameepakai, W., & Leesakul, N. (2023). Phytochemical characterization of bioactive compounds extracted with different solvents from *Calophyllum inophyllum* flowers and activity against pathogenic bacteria. *South African Journal of Botany*, 154, 346–355.
- Wahyuni, O. T., & Hertiani, T. (2016). Dpph Radical Scavenging Activity, Total Phenolics and Flavonoids of Water Soluble Extracts Derived From Leaves and Fruit of *Ficus Carica* L. and *Ficus Parietalis* Bl. *Majalah Obat Tradisional*, 21(2), 86–92.
- Wardiyah, W. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Krim Papain Kombinasi Dengan Virgin Coconut Oil (Vco) Dengan Metode Dpph. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 5(1), 91–100.
- Yaspsenang, A. J. (2025). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Bungkus (*Smilax Rotundifolia*) Dengan Metode Dpph. Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.