

PENGARUH PERBEDAAN DAERAH TUMBUH JAHE EMPRIT TERHADAP RENDEMEN, PROFIL FENOLIK, DAN POTENSI ANTIOKSIDAN

Lailatun Nadiya, Dian Novita Wulandari¹, Denis Merry Mirza^{2,*}

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Pola hidup modern yang tidak sehat, berkontribusi terhadap peningkatan radikal bebas dalam tubuh yang memicu stres oksidatif dan penyakit degeneratif. Antioksidan alami dari tanaman obat menjadi alternatif penting untuk menangkal radikal bebas, salah satunya adalah Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) yang kaya senyawa fenolik seperti gingerol, shogaol, dan zingeron. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan rendemen dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang Jahe Emprit dari tiga daerah tumbuh berbeda: Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik untuk membandingkan aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang Jahe Emprit dari tiga daerah tumbuh berbeda: Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan. Ekstraksi dilakukan dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE), dan aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH untuk menentukan nilai IC_{50} . Analisis statistik dilakukan menggunakan ANOVA.

Hasil dan Pembahasan: Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen tertinggi diperoleh dari Daerah Batu (2,192%), diikuti Lombok Barat (1,706%) dan Bangkalan (0,614%). Namun, aktivitas antioksidan memberikan hasil berbeda secara signifikan. Hasil pengamatan uji profil KLT Fenolik menghasilkan spot noda yang sama dan jarak noda berbeda, sedangkan pada uji aktivitas antioksidan ekstrak dari pesisir Bangkalan menunjukkan aktivitas paling kuat dengan nilai IC_{50} 35,846 $\mu\text{g/mL}$ (kategori sangat kuat). Ekstrak dari Daerah Batu memiliki aktivitas kuat dengan nilai IC_{50} 84,114 $\mu\text{g/mL}$, dan Lombok Barat menunjukkan aktivitas sedang dengan nilai IC_{50} 105,590 $\mu\text{g/mL}$. Perbedaan ini menegaskan bahwa potensi aktivitas antioksidan tidak hanya bergantung pada kuantitas rendemen, tetapi lebih dominan dipengaruhi oleh kualitas kandungan senyawa bioaktif serta kondisi lingkungan tumbuh yang spesifik sebagai bentuk respons adaptasi terhadap stres abiotik.

Simpulan: Jahe Emprit dari Bangkalan memiliki potensi tinggi sebagai sumber antioksidan alami, meskipun rendemennya lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa potensi antioksidan lebih dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif dan lingkungan tumbuh daripada rendemen semata.

Kata Kunci: Antioksidan, Persen Rendemen, Profil KLT fenolik, *Zingiber officinale* var. *amarum*

*Korespondensi:

Denis Mery Mirza, S.Farm., M.Farm

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

Jl. MT Haryono 193 Malang, Jawa Timur Indonesia 65144

+62-341-578920

denismerymirza@unisma.ac.id

THE EFFECT OF DIFFERENT GROWING REGIONS OF EMPRIT GINGER ON YIELD, PHENOLIC PROFILE, AND ANTIOXIDANT POTENTIAL

Lailatun Nadiya, Dian Novita Wulandari ¹, Denis Merry Mirza ^{2,*}

¹Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University Of Islam Malang

ABSTRACT

Background: Unhealthy modern lifestyles contribute to an increase in free radicals in the body, which trigger oxidative stress and degenerative diseases. Natural antioxidants from medicinal plants are an important alternative for counteracting free radicals, one of which is Emprit Ginger (*Zingiber officinale* var. amarum), which is rich in phenolic compounds such as gingerol, shogaol, and zingeron. This study aims to compare the yield and antioxidant activity of methanol extracts of Emprit Ginger rhizomes from three different growing regions: Batu, West Lombok Barat, and Bangkalan.

Methods: This study used an analytical descriptive design to compare the yield and antioxidant activity of methanol extracts from Emprit ginger rhizomes from three different growing regions: Batu, West Lombok, and Bangkalan. Extraction was conducted using the Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) method, and antioxidant activity was tested using the DPPH method to determine the IC₅₀ value. Statistical analysis was performed using ANOVA and the LSD test.

Results and Discussion: The results of the study show that the highest yield was obtained from the Batu region (2.192%), followed by West Lombok (1.706%) and Bangkalan (0.614%). However, the antioxidant activity yielded significantly different results. Observations from the phenolic TLC profile test produced identical spots with differences in the distance between the spots, whilst in the antioxidant activity test, the extract from the Bangkalan coast showed the strongest activity with an IC₅₀ value of 35.846 µg/mL (very strong category). Meanwhile, the sample from the Batu region exhibited strong activity with an IC₅₀ value of 84.114 µg/mL, and the West Lombok sample showed moderate activity with an IC₅₀ value of 105.590 µg/mL. These differences confirm that the potential for antioxidant activity does not depend solely on the quantity of yield, but is more significantly influenced by the quality of bioactive compound content as well as specific growing environmental conditions, which represent the plant's adaptive response to abiotic stress.

Conclusion: Emprit ginger from Bangkalan has high potential as a natural source of antioxidants, despite its lower yield. This shows that antioxidant potential is more influenced by bioactive compound content and growing environment than yield alone.

Keywords: Antioxidant, Yield Percentage, Fenolik TLC Profile, *Z. officinale* var. Amarum

*Korespondensi:

Denis Mery Mirza, S.Farm., M.Farm

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

Jl. MT Haryono 193 Malang, Jawa Timur Indonesia 65144

+62-341-57892

denismerymirza@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Pola hidup modern, yang ditandai dengan konsumsi minuman beralkohol secara berlebihan, makanan cepat saji, dan pola makan yang tidak sehat, telah diketahui meningkatkan risiko penyakit degeneratif. Peningkatan risiko ini utamanya dipicu oleh pembentukan radikal bebas dalam jumlah berlebih (Warsi & Gita, 2017). Akumulasi radikal bebas yang berlebihan menyebabkan stres oksidatif, kondisi yang merusak struktur seluler vital seperti protein, lipid, dan DNA (Nur'amala, 2019), untuk menangkal dan menetralkan radikal bebas, diperlukan antioksidan (Taek, 2018). Mengingat potensi toksisitas antioksidan sintetik (seperti BHA) dalam jangka panjang, penggunaan antioksidan alami kini lebih diutamakan, khususnya dari tanaman obat yang mengandung senyawa fenolik aktif (Nur'amala, 2019).

Salah satu tanaman yang mengandung senyawa fenolik tinggi dengan aktivitas antioksidan potensial adalah jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) (Hidayat & Rodame, 2015). Kandungan bioaktif utamanya meliputi gingerol, shogaol, dan zingeron, yang merupakan senyawa fenolik aktif yang dilaporkan memiliki efek antioksidan dan antikanker (Wiendarlina & Sukaesih, 2018). Perlu diperhatikan bahwa produksi metabolit sekunder pada tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh, seperti suhu dan konsentrasi CO₂ (Nichola *et al.*, 2019).

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode efisien *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE), yang meningkatkan penetrasi pelarut (metanol) dibandingkan maserasi (Kanifah *et al.*, 2015; Salamah *et al.*, 2015), dan pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan produk farmasi atau suplemen kesehatan berbasis jahe emprit dengan aktivitas antioksidan yang optimal.

Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan kandungan metabolit sekunder dan potensi aktivitas antioksidan dari rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) yang tumbuh di tiga wilayah dengan karakteristik lingkungan yang berbeda secara signifikan, yaitu Kota Batu, Kabupaten Lombok Barat, dan Kabupaten Bangkalan, sehingga dapat

diidentifikasi daerah mana yang menghasilkan jahe emprit dengan potensi antioksidan tertinggi, dipengaruhi oleh faktor ketinggian dan jenis tanah.

METODE PELAKSANAAN

Desain Penelitian

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian deskriptif analitik untuk membandingkan rimpang jahe emprit dari tiga lokasi tumbuh dengan variasi ketinggian dan kondisi lingkungan yang berbeda: Daerah Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan yang di ekstraksi dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE). Ekstrak dilakukan analisa rendemen dan diuji profil Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Kemudian dilakukan pengujian aktivitas antioksidan melalui pengukuran nilai IC₅₀ menggunakan metode DPPH dan dilakukan uji statistika.

Bahan Penelitian

Bahan penelitian utama yang digunakan adalah serbuk rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* dari Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan pelarut metanol p.a (Merk Smart-Lab dari Nura Gemilang, serbuk DPPH (Sigma-Aldrich dari Laboratorium Terpadu FK UNISMA).

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik dan oven, *Ultrasonic Bath Cleaner* (Rocker) dan *rotary evaporator* (Heidolph Hei-Vap Core Standart G1), serta spektrofotometer UV-Vis dan seperangkat alat Kromatografi Lapis Tipis (KLT) (Shimadzu single beam UV-1280) dan peralatan gelas laboratorium standar.

Tahapan Penelitian

Ekstraksi Rimpang (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) Metode UAE

Serbuk simplisia rimpang jahe emprit ditimbang sebanyak 300 gram, kemudian diekstraksi menggunakan metanol (rasio 1:15). Proses UAE dilakukan di *ultrasonic bath* (40 kHz, 30°C) selama 45 menit dan diulang tiga kali. Filtrat hasil penyaringan selanjutnya diuapkan (*Rotary Evaporator*: 35°C, 60 rpm) dan dikentalkan menggunakan *waterbath*. Ekstrak kental tersebut terakhir dikeringkan dalam oven (40°C) hingga sisa pelarut hilang (Andriani & Widarta, 2019).

Rendemen Ekstraksi

Penentuan nilai rendemen ini dilakukan setelah diperoleh ekstrak kental kering yang berasal dari 300 gram simplisia awal (Andriani & Widarta, 2019).

$$\text{Rendemen(\%)} = \frac{\text{berat ekstrak yang diperoleh (g)}}{\text{berat simplisia}} \times 100\%.$$

Uji Profil KLT

Plat KLT yang digunakan adalah silika gel 60 GF₂₅₄, yang terlebih dahulu diaktivasi dengan pemanasan pada suhu 120°C selama 30 menit. Sampel berupa ekstrak metanol ditotolkan pada plat, kemudian dielusi menggunakan fase gerak campuran n-butanol : etanol dengan perbandingan 3:5. Pengamatan noda dilakukan di bawah sinar UV pada panjang gelombang 254 nm dan 366 nm. Deteksi senyawa fenolik dilakukan dengan penyemprotan larutan FeCl₃ 1%, yang menghasilkan noda berwarna biru kehitaman sebagai indikasi keberadaan senyawa fenolik. Nilai R_f dihitung dan dinyatakan < 1 (Aktsar *et al.*, 2015).

$$\text{Nilai Rf} = \frac{\text{jarak noda bercak (cm)}}{\text{jarak tempuh pelarut (cm)}}$$

Uji Aktivitas Antioksidan Rimpang *Z.officinale* var. *Amarum* metode DPPH

Pembuatan larutan DPPH

Sebanyak 4 mg serbuk DPPH ditimbang secara akurat menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan dalam metanol p.a hingga mencapai volume 100 mL dalam labu ukur. Larutan dihomogenkan secara sempurna untuk memastikan pelarutan serbuk DPPH secara merata, sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 40 ppm. Larutan ini disimpan dalam wadah gelap dan ditempatkan pada suhu rendah untuk menjaga kestabilan senyawa DPPH dari degradasi akibat paparan cahaya dan suhu tinggi (Amelia *et al.*, 2022; Jesika *et al.*, 2023).

Pengukuran Absorbansi Blanko

Sebanyak 2 mL larutan DPPH 40 ppm dicampur dengan 2 mL metanol p.a, diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C dalam kondisi gelap. Absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515.4 nm sebagai nilai blanko (Amelia *et al.*, 2022).

Pembuatan Larutan Sampel

Larutan sampel dibuat dengan melarutkan 10 mg ekstrak metanol rimpang jahe emprit ke dalam 100 mL metanol p.a, menghasilkan larutan stok 100 ppm. Seri konsentrasi uji (10, 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm) dibuat dengan mengambil 1- 6 mL larutan stok dan ditambahkan metanol p.a hingga 10 mL. Setiap larutan sampel dicampur dengan larutan DPPH, diinkubasi selama 30 menit, dan absorbansinya diukur pada 517 nm (Puspitasari *et al.*, 2022).

Pengukuran Aktivitas Antioksidan Rimpang *Z.officinale* var. *Amarum* metode DPPH

Larutan DPPH 40 ppm dibuat dengan melarutkan 4 mg DPPH dalam 100 mL metanol p.a. Larutan sampel disiapkan dari ekstrak metanol rimpang jahe emprit (100 ppm), lalu diencerkan menjadi konsentrasi 10-60 ppm. Campuran 2 mL larutan DPPH dan 2 mL sampel diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C dalam gelap. Absorbansi diukur pada 515.4 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Persentase inhibisi dihitung, dan nilai IC₅₀ ditentukan dari kurva konsentrasi terhadap % inhibisi (Hartanto & Sutriningsih, 2020; Puspitasari *et al.*, 2022). Persentase inhibisi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Zukhruf *et al.*, 2021):

$$(\%) \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Setelah mendapatkan nilai persentase inhibisi, selanjutnya tentukan persamaan $y = bx + a$, kemudian dapat dihitung nilai IC₅₀ dengan rumus (Purwati & Yanti, 2022):

$$IC_{50} = \frac{50-b}{a}$$

Keterangan:

y = Absorbansi

x = Konsentrasi

b = Intercept

a = Slope

Analisa Data dan Statistik

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH, menggunakan data absorbansi hasil tiga kali pengulangan untuk tiap konsentrasi. Nilai IC₅₀ dihitung melalui regresi linier antara konsentrasi dan % inhibisi menggunakan Microsoft Excel 2019 (Hartanto & Sutriningsih, 2020). Analisis statistik dilakukan dengan IBM SPSS Statistics, diawali uji normalitas dan homogenitas (Shapiro-Wilk, $p > 0,05$), dilanjutkan One-Way ANOVA ($p < 0,05$), dan uji lanjut LSD untuk melihat perbedaan antar sampel (Puspitasari *et al.*, 2022; Wilapangga & Sari, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) merupakan salah satu tanaman herbal yang memiliki nilai farmakologis tinggi, terutama karena kandungan senyawa bioaktifnya yang berperan sebagai antioksidan. Senyawa-senyawa seperti gingerol, shogaol, zingerone, flavonoid, dan asam fenolat diketahui mampu menangkal radikal bebas melalui mekanisme donasi elektron dan stabilisasi resonansi, sehingga dapat mencegah kerusakan oksidatif pada sel dan jaringan tubuh (Handayani *et al.*, 2025). Dalam penelitian ini, ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut metanol, yang secara polaritas sangat cocok untuk melarutkan senyawa antioksidan dari simplisia rimpang.

Rendemen ekstrak yang diperoleh dari tiga daerah Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan, menunjukkan variasi yang signifikan, yang tidak hanya mencerminkan efisiensi teknis ekstraksi, tetapi juga potensi kandungan senyawa aktif yang berkontribusi terhadap aktivitas biologisnya.

Tabel 1
Hasil Rendemen Ekstraksi RimpangJahe Emprit

Daerah tumbuh	Berat Simplisia Rimpang Jahe Emprit (g)	Berat Ekstrak Metanol Rimpang Jahe Emprit (g)	% Rendemen
Batu	300 g	6,5754 g	2,192
Lombok Barat	300 g	5,1191 g	1,706
Bangkalan	300 g	1,8427 g	0,614

Daerah Batu menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 2.192%, dengan berat ekstrak mencapai 6,5754 gram dari 300 gram simplisia. Rendemen yang tinggi ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan daerah Batu, seperti suhu sejuk, kelembapan tinggi, dan tanah

vulkanik yang kaya mineral, sangat mendukung biosintesis metabolit sekunder. Menurut Pratama *et al.* (2024) menunjukkan bahwa lingkungan tumbuh yang optimal dapat meningkatkan ekspresi genetik tanaman dalam memproduksi senyawa fenolik dan flavonoid. Senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam aktivitas antioksidan karena kemampuannya dalam menetralkan radikal bebas dan mencegah peroksidasi lipid. Oleh karena itu, rendemen tinggi dari Batu tidak hanya menunjukkan efisiensi ekstraksi, tetapi juga potensi farmakologis yang lebih besar.

Ekstrak dari Lombok Barat memiliki rendemen sebesar 1.706%, dengan berat ekstrak hampir setara dengan Batu. Namun, hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak dari daerah Lombok Barat memiliki kategori sedang, dengan nilai IC_{50} negatif 105,590 $\mu\text{g/mL}$, yang menandakan bahwa efek inhibisi terhadap radikal bebas pada konsentrasi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun rendemen lebih rendah, konsentrasi senyawa antioksidan dalam ekstrak kuat. Yusuf *et al.* (2025) menjelaskan bahwa jenis tanah berpasir dan paparan sinar matahari yang tinggi di Lombok Barat dapat memicu stres ringan pada tanaman, yang justru merangsang produksi senyawa fenolik sebagai mekanisme pertahanan. Fenomena ini dikenal sebagai “induksi metabolit sekunder akibat stres lingkungan,” yang sering kali menghasilkan ekstrak dengan aktivitas biologis lebih tinggi meskipun rendemennya tidak maksimal.

Sementara itu, Bangkalan menunjukkan rendemen terendah sebesar 0.614%, dengan berat ekstrak 1,8427 gram. Rendemen yang rendah ini dapat dikaitkan dengan kondisi lingkungan yang kurang mendukung, seperti tanah berkapur dan iklim kering. Namun, ekstrak dari Bangkalan tetap menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC_{50} 35.846 $\mu\text{g/mL}$. Ini menunjukkan bahwa meskipun rendemen rendah, konsentrasi senyawa antioksidan dalam ekstrak tetap tinggi, kemungkinan karena struktur jaringan rimpang yang padat dan kaya senyawa fenolik. Nugroho *et al.* (2025) menegaskan bahwa tanaman yang tumbuh di lingkungan marginal sering kali menghasilkan senyawa bioaktif dalam jumlah tinggi sebagai respons terhadap tekanan abiotik, seperti kekeringan dan suhu ekstrim.

Tabel 1
Hasil Perhitungan Nilai Rf Ekstrak Metanol Rimpang Jahe Emprit

Senyawa	Daerah		
	Batu	Lombok Barat	Bangkalan
Fenolik	0,4	0,49	0,58
	0,71	0,29	0,75
Jumlah Spot Noda	2	2	2

Hasil uji KLT pada ekstrak metanol rimpang jahe emprit asal Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan menunjukkan profil pemisahan yang konsisten berupa dua spot noda (Tabel 2). Pemilihan fase gerak n-butanol:etanol (3:5) bertujuan mengoptimalkan elusi senyawa fenolik polar, dengan n-butanol sebagai peningkat resolusi dan etanol sebagai pengelusi komponen dari fase diam silika gel (Sarker & Nahar, 2020). Meskipun jumlah noda seragam, variasi nilai Rf—Batu (0,4 & 0,71), Lombok Barat (0,49 & 0,29), dan Bangkalan (0,58 & 0,75) menunjukkan perbedaan derajat polaritas komponen dominan yang dipengaruhi oleh variasi genetik dan kondisi lingkungan asal sampel (Noer et al., 2024).

Terbatasnya jumlah spot dibandingkan studi sebelumnya mengindikasikan rendahnya *resolving power* sistem eluen alkohol rantai pendek terhadap senyawa berstruktur hidroksil serupa, sehingga noda cenderung menumpuk menjadi spot dominan (Lestari et al., 2024). Selain itu, viskositas n-butanol yang tinggi dapat menghambat partisi senyawa tertentu pada fase diam (Busyairi et al., 2023). Faktor dominansi senyawa utama seperti gingerol juga berperan dalam menutupi keberadaan komponen minor, sehingga senyawa dengan kadar rendah tidak terdeteksi secara visual pada plat KLT (Marston, 2020).

Identifikasi senyawa fenolik dipertegas melalui visualisasi menggunakan pereaksi spesifik FeCl_3 yang membentuk senyawa kompleks berwarna hijau gelap hingga biru

kehitaman. Mekanisme ini melibatkan pembentukan ikatan koordinasi antara ion Fe^{3+} dengan gugus hidroksil fenolik pada struktur analit (Handayani et al., 2023; Sarker & Nahar, 2020). Meskipun metode ini efektif meningkatkan kontras, deteksi noda tetap bergantung pada ambang konsentrasi analit di atas plat KLT, sehingga komponen di bawah batas sensitivitas tetap sulit teramati secara visual (Patel et al., 2021).

Tabel 3
Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak RimpangJahe Emprit

Sampel	Kadar ($\mu\text{g/mL}$)	(n)	% Penangkapan radikal bebas ($\text{X} \pm \text{SD}$)	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$) ($\text{X} \pm \text{SD}$)	Kategori
Ekstrak Jahe Emprit Batu	20	3	12.667 ± 0.000	84.114 ± 0.049^a	Kuat
	30	3	14.519 ± 0.128		
	40	3	23.333 ± 0.000		
	50	3	30.000 ± 0.000		
Ekstrak Jahe Emprit Lombok Barat	30	3	34.963 ± 1.002	105.590 ± 12.229^b	Sedang
	40	3	36.296 ± 0.559		
	50	3	40.519 ± 0.463		
	60	3	40.667 ± 0.222		
Ekstrak Jahe Emprit Bangkalan	20	3	40.202 ± 0.348	35.846 ± 0.397^c	Sangat kuat
	30	3	48.257 ± 0.109		
	40	3	49.299 ± 0.326		
	50	3	60.174 ± 0.230		

Aktivitas antioksidan jahe emprit diukur melalui parameter IC_{50} . Sampel dari pesisir

Bangkalan menunjukkan efikasi tertinggi dengan nilai IC_{50} $35,846 \pm 0,397 \mu\text{g/mL}$ (kategori sangat kuat, $\text{IC}_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$), lebih baik dibandingkan Daerah Batu ($84,114 \pm 0,049 \mu\text{g/mL}$, kategori kuat) dan Lombok Barat ($105,590 \pm 12,229 \mu\text{g/mL}$, kategori sedang). Klasifikasi ini merujuk pada penelitian Rizqiana & Sudarmin (2023) serta Fitriani et al. (2023). Perbedaan

signifikan ini menunjukkan bahwa meskipun rendemen di Bangkalan relatif rendah, akumulasi senyawa aktifnya lebih pekat sehingga menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih poten.

Keunggulan nilai IC_{50} di pesisir dipicu oleh stres lingkungan (*abiotic stress*) berupa panas ekstrem dan salinitas tinggi, yang memicu metabolisme sekunder tanaman untuk menghasilkan senyawa fenolik dengan kualitas bioaktivitas lebih tinggi (Noer et al., 2024). Meskipun kuantitas metabolit dapat menurun, kualitas aktivitas biologis seperti kemampuan donasi elektron justru meningkat (Saputra et al., 2022). Jahe emprit dari Bangkalan terbukti mengandung senyawa fenolik lebih poten dibandingkan jahe dataran tinggi (Ghalot et al., 2023), sejalan dengan temuan Zhang & Liu (2024) bahwa stres dataran rendah memicu sintesis fenolik spesifik seperti 6-gingerol dan 6-shogaol (Hossain et al., 2023).

Secara fisiologis, peningkatan suhu memicu aktivitas enzim phenylalanine ammonia-lyase (PAL), enzim kunci biosintesis fenolik, sehingga memperkuat daya hambat radikal bebas (Mao et al., 2021; Yadav et al., 2020). Stres panas juga menyebabkan gangguan konformasi protein dan ketidakseimbangan proteostasis (Fitria et al., 2021; Wang et al., 2021). Sebagai mekanisme pertahanan, tanaman memproduksi metabolit antioksidan secara masif untuk menstabilkan membran sel dan melindungi protein dari kerusakan oksidatif (Hasanuzzaman et al., 2020). Akumulasi senyawa ini berfungsi sebagai agen sitoprotektif yang menjaga integritas seluler (Zulfiqar et al., 2022).

.

KESIMPULAN

Rimpang Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) memiliki potensi sebagai antioksidan alami yang efektif. Rendemen tertinggi diperoleh dari daerah Batu (2,192%), diikuti Lombok Barat (1,706%) dan Bangkalan (0,614%). Namun, aktivitas antioksidan paling kuat ditunjukkan oleh ekstrak dari Bangkalan dengan nilai IC_{50} 35,846 $\mu\text{g/mL}$ (kategori sangat kuat), dibandingkan Daerah Batu 84,114 $\mu\text{g/mL}$ (kategori kuat) dan Lombok Barat 105,590 $\mu\text{g/mL}$ (kategori sedang). Hal ini menegaskan bahwa potensi antioksidan lebih dipengaruhi oleh kualitas akumulasi senyawa bioaktif dan respons adaptif terhadap stres abiotik lingkungan, bukan semata-mata oleh kuantitas rendemen.

DAFTAR RUJUKAN

- Aktsar, R., Sari, D. P., & Wulandari, R. (2015). Identifikasi Senyawa Fenolik pada Ekstrak Tanaman Herbal Menggunakan KLT. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 10(2), 87–93.
- Amelia, R., Pratiwi, D., & Suryani, N. (2022). Validasi Metode DPPH untuk Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herbal. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(1), 45–52.
- Andriani, R., & Widarta, R. (2019). Efektivitas Metode UAE dalam Ekstraksi Senyawa Aktif dari Simplisia Herbal. *Jurnal Teknologi Farmasi*, 14(3), 112–118.
- Fitriani, A., dkk. (2023). Klasifikasi Terbaru Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Metode DPPH. *Jurnal Farmasi Terapan*.
- Fitria, A., dkk. (2021). Heat Stress and Protein Conformational Changes in Plants. *Journal of Plant Biology*.
- Ghalot, S., dkk. (2023). Comparative Antioxidant Potential of *Zingiber officinale* from Different Altitudes. *International Journal of Botany*.
- Handayani, dkk. (2025). Mekanisme Penangkapan Radikal Bebas oleh Senyawa Bioaktif Jahe Emprit. *Jurnal Fitofarmaka*.
- Hartanto, A., & Sutriningsih, D. (2020). Penentuan IC_{50} Ekstrak Tanaman Obat Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7(1), 33–40.
- Hasanuzzaman, M., dkk. (2020). Plant Responses to Environmental Stress: Role of Antioxidants. *Antioxidants Journal*.

- Hidayat, T., & Rodame, R. (2015). Potensi Antioksidan Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*). *Jurnal Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*, 21(1), 15–22.
- Hossain, M. S., dkk. (2023). Environmental Stress Induction of Secondary Metabolites in Ginger. *Phytochemistry Letters*.
- Jesika, A., Ramadhani, S., & Lestari, M. (2023). Stabilitas Larutan DPPH dalam Pengujian Antioksidan. *Jurnal Kimia Terapan*, 9(2), 78–84.
- Kanifah, N., Sari, R. M., & Salamah, S. (2015). Perbandingan Metode Maserasi dan UAE terhadap Rendemen Ekstrak Herbal. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 2(1), 21–28.
- Mao, G., dkk. (2021). Role of PAL Enzyme in Phenolic Biosynthesis under Temperature Stress. *Plant Physiology Reports*.
- Nichola, R., Prasetya, B., & Dewi, A. (2019). Pengaruh Lingkungan Tumbuh terhadap Produksi Metabolit Sekunder Tanaman Obat. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 101–109.
- Noer, S., dkk. (2024). Profil Metabolit Sekunder dan Bioaktivitas Tanaman Pesisir. *Jurnal Biologi Tropis*.
- Nugroho, A., Lestari, D., & Wibowo, H. (2025). Environmental Factors Affecting Secondary Metabolite Production in Medicinal Plants. *Planta Medica Indonesia*, 7(2), 67–74.
- Nur'amala, S. (2019). Peran Antioksidan Alami dalam Menangkal Stres Oksidatif. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 11(1), 55–62.
- Pratama, R., Suryani, T., & Hadi, M. (2024). Agroclimatic Influence on Phytochemical Yield of *Zingiber officinale*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 18(2), 112–120.
- Purwati, E., & Yanti, R. (2022). Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Tanaman Obat Menggunakan Regresi Linier. *Jurnal Statistika dan Farmasi*, 6(2), 88–94.
- Puspitasari, R., Wulandari, T., & Sari, N. (2022). Validasi Statistik Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herbal. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 18(3), 123–130.
- Rizqiana, Z., & Sudarmin. (2023). Analisis Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herbal dengan Metode DPPH. *Indonesian Journal of Chemical Science*.
- Salamah, S., & Kanifah, N. (2015). Efisiensi Ekstraksi Senyawa Fenolik Menggunakan UAE. *Jurnal Teknologi dan Industri Farmasi*, 3(1), 17–24.

- Saputra, A., dkk. (2022). Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Profil Metabolit Sekunder Jahe Emprit. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*.
- Taek, A. (2018). Antioksidan dan Peranannya dalam Kesehatan. *Jurnal Biokimia Medik*, 10(1), 22–29.
- Wang, X., dkk. (2021). Proteostasis and Plant Adaptation to Environmental Stress. *Trends in Plant Science*.
- Warsi, A., & Gita, R. (2017). Gaya Hidup Modern dan Risiko Stres Oksidatif. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 101–108.
- Wiendarlina, D., & Sukaesih, E. (2018). Aktivitas Antioksidan dan Antikanker Senyawa Gingerol dari Jahe Emprit. *Jurnal Fitokimia Indonesia*, 6(1), 33–40.
- Wilapangga, R., & Sari, M. (2021). Analisis Statistik Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herbal. *Jurnal Statistika Terapan*, 5(2), 77–85.
- Yadav, R., dkk. (2020). Phenylalanine Ammonia-lyase: A Key Enzyme in Plant Defense. *Biochemistry and Molecular Biology*.
- Yusuf, M., Rahmawati, D., & Hidayah, N. (2025). Comparative Study of Ginger Extract from Different Regions in East Java. *Pharmacognosy Communications*, 15(3), 88–95.
- Zhang, Y., & Liu, X. (2024). Synthesis of 6-Gingerol and 6-Shogaol under Abiotic Stress. *Phytochemistry Reviews*.
- Zukhruf, A., Lestari, R., & Pramudita, D. (2021). Perhitungan Persentase Inhibisi DPPH Ekstrak Herbal. *Jurnal Kimia Farmasi*, 13(1), 59–66.
- Zulfiqar, F., dkk. (2022). Cytoprotective Agents in Plants under Environmental Pressure. *Plant Science*.