

PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TUMBUH TERHADAP PERSEN RENDEMEN, PROFIL TERPENOID DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN RIMPANG (*Zingiber officinale* var. *Amarum*)

Baiq Sofia Wardani, Denis Mery Mirza, Nugroho Wibisono*
Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) memiliki aktivitas antioksidan salah satu senyawa yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan yaitu terpenoid. Rimpang *Z. Officinale* var. *Amarum* diambil dari tiga lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda yaitu daerah Batu dengan ketinggian 897 mdpl, daerah Lombok Barat 136 mdpl dan daerah Bangkalan 47 mdpl. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap persen rendemen, profil KLT terpenoid dan aktivitas antioksidan ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. *Amarum*

Metode: Rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* diekstraksi menggunakan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) dengan pelarut *n*-Heksana (1:15). Ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* yang diperoleh kemudian dihitung persen rendemen, dilakukan uji profil Kromatografi Lapis Tipis (KLT) terpenoid, dan uji aktivitas antioksidan metode DPPH

Hasil: Ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* mendapatkan persen rendemen tertinggi dari daerah Lombok Barat disusul daerah Bangkalan dan daerah Batu dengan nilai berturut-turut 27,57 %, 26, 87 %, dan 24,70 %. Spot noda paling banyak didapatkan dari daerah Lombok Barat, Batu, dan Bangkalan berturut-turut 10, 9 dan 8 spot noda. Aktivitas antioksidan paling kuat dari daerah Batu yang memiliki nilai IC_{50} 32,425 μ g/ mL, daerah Bangkalan 40,846 μ g/ mL dan daerah Lombok Barat 45,023 μ g/ mL.

Simpulan: Terdapat pengaruh lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda terhadap persen rendemen, profil KLT terpenoid dan aktivitas antioksidan dengan nilai rendemen tertinggi dari daerah Lombok Barat 27,57 %, profil KLT terpenoid terbanyak Lombok Barat dengan 10 spot noda, dan nilai IC_{50} paling kuat dari daerah Batu 32,425 μ g/ mL.

Kata Kunci: Antioksidan, Persen Rendemen, Profil Terpenoid, *Z. officinale* var. *Amarum*

*Korespondensi: Denis Mery Mirza M.Farm

Jl. MT. Haryono 193 Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65144

Email: denismerymirza@unisma.ac.id

EFFECT OF ALTITUDE ON PERCENT YIELD, TERPENOID PROFILE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY RHIZOME (*Zingiber officinale* var. *Amarum*)

Baiq Sofia Wardani, Denis Mery Mirza, Nugroho Wibisono *
Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, Universitas Islam Malang

ABSTRACT

Introduction: *Zingiber officinale* var. *Amarum* has antioxidant activity, one of the compounds that have antioxidant activity is terpenoids. Rhizomes of *Z. officinale* var. *Amarum* were taken from three growing locations with different altitudes, Batu with an altitude of 897 Mdpl, Lombok Barat with an altitude of 136 Mdpl and Bangkalan with an altitude of 47 Mdpl. This study aims to determine the effect of altitude on the percent yield, Thin Layer Chromatography (TLC) profile of terpenoid and antioxidant activity of *n*-Hexane extract of rhizome *Z. officinale* var. *Amarum*.

Method: *Z. officinale* var. *Amarum* was extracted using the Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) method with *n*-Hexane solvent (1:15). The *n*-Hexane extract of *Z. officinale* var. *Amarum* rhizome was obtained, and then calculated the percent yield, TLC test of terpenoid profile, and antioxidant assay using the DPPH method.

Results: The *n*-Hexane extract of the rhizome of *Z. officinale* var. *Amarum* obtained the highest percent yield from the Lombok Barat followed by the Bangkalan and the Batu with consecutive values of 27.57%, 26. 87%, and 24.70%. The most spot stains were obtained from Lombok Barat, Batu, and Bangkalan with 10, 9 and 8 spot stains respectively. The strongest antioxidant activity of Batu has an IC_{50} value of 32.425 μ g/mL, the Bangkalan 40.846 μ g/mL and the Lombok Barat 45.023 μ g/mL.

Conclusion: There is an effect of growing location with different altitudes on the percent yield, terpenoid KLT profile and antioxidant activity with the highest yield value from Lombok Barat of 27.57%, the highest terpenoid KLT profile of Lombok Barat with 10 spot stains, and the strongest IC_{50} value from the Batu 32.425 μ g/mL.

Keyword: Antioxidant, Terpenoid KLT Profile, Percent Yield *Z. officinale* var. *Amarum*

*Correspondence Author: Denis Mery Mirza M.Farm

Jl. MT. Haryono 193 Malang, East Java, Indonesia, 65144

Email: denismerymirza@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Pola hidup sangat berpengaruh terhadap pemicu terjadinya penyakit kanker, gangguan sendi, diabetes melitus, penuaan dini dan penyakit degeneratif lainnya¹. Hal tersebut dipicu karena adanya radikal bebas didalam tubuh, radikal bebas merupakan molekul yang tidak stabil yang reaktif di dalam tubuh, dan sangat reaktif yang dapat bertindak sebagai agen oksidator dan reduktor⁽²⁾. Radikal bebas perlu dicegah dengan bantuan antioksidan untuk meminimalisir kerusakan oksidatif sel atau jaringan yang dapat mengakibatkan timbulnya penyakit degeneratif⁽³⁾.

Antioksidan adalah molekul dapat bertindak sebagai agen reduktor yaitu memberikan atom hidrogen atau elektron dari suatu senyawa sehingga dapat mencegah dari reaksi berantai radikal bebas dan mengubahnya menjadi bentuk yang stabil⁽⁴⁾. Antioksidan didapatkan dari dua sumber (sintetik dan alami), antioksidan sintetik seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT), *tertiary butyl hydroquinone* (TBHQ) dan *propyl gallate* (PG). Antioksidan alami seperti vitamin E, vitamin C, β -caroten dan senyawa dari tumbuhan alami lainnya, antioksidan sintetik bersifat karsinogenik sehingga banyak yang berpindah ke antioksidan alami yang memiliki efek samping lebih kecil⁽⁵⁾.

Tumbuhan alami yang berpotensi dapat menghambat terbentuknya radikal bebas atau memiliki aktivitas antioksidan yaitu rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) kandungan senyawa aktif yang bekerja pada tanaman jahe emprit salah satunya adalah terpenoid⁽⁶⁾. Terpenoid adalah senyawa metabolit sekunder sebagian besar komponen yang menyusun minyak atsiri⁽⁷⁾. Aktivitas antioksidan dari terpenoid yaitu bekerja dengan cara *scavenging spesies reactive* dan sebagai logam pengkelat⁽⁸⁾. Aktivitas antioksidan suatu senyawa dalam tanaman akan berbeda pada setiap daerah atau lokasi tumbuh tanaman tersebut. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuh yang beragam, baik pada tumbuhan yang berjenis sama atau berbeda⁽⁹⁾.

Rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* diambil dari 3 lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda, daerah Batu mewakili dataran tinggi (897 mdpl), daerah Lombok Barat (136 mdpl) dan daerah Bangkalan (47 mdpl). Berdasarkan pada penelitian terdahulu menunjukkan bahwa

ketinggian tempat tumbuh dari berbagai daerah berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman dan senyawa yang terkandung. Hal tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, PH, jenis tanah, dan kekeringan. Selain itu pengolahan bahan baku juga memengaruhi kandungan kimia yang terekstraksi. Kandungan senyawa suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh jenis pelarut dan teknik ekstraksi yang digunakan.

Pada penelitian ini untuk mengekstraksi senyawa terpenoid dapat menggunakan pelarut *n*-Heksana karena bersifat non polar¹⁰. Metode ekstraksi yang dipilih yaitu metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) yang dapat mengekstraksi menggunakan gelombang *ultrasonic* sehingga memudahkan pelarut untuk menarik senyawa dan mempersingkat waktu. Profil metabolit rimpang jahe emprit dianalisa dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Pengujian aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH karena sederhana serta tidak banyak memerlukan sampel dan reagen namun dapat memberikan hasil yang akurat dalam waktu yang singkat. Dari pernyataan diatas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui terdapat perbedaan persen rendemen, profil KLT terpenoid, dan Aktivitas antioksidan ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* dari ketinggian lokasi tumbuh yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian deskripsi analitik. Penelitian dilakukan dengan mengekstraksi simplisia dari lokasi tumbuh dan ketinggian tempat yang berbeda yaitu simplisia daerah Batu dengan ketinggian (897 mdpl), daerah Lombok Barat (136 mdpl) dan daerah Bangkalan (47 mdpl) metode UAE. Hasil ekstraksi kemudian dianalisa jumlah rendemen, profil KLT dan aktivitas antioksidan.

Bahan Penelitian

Serbuk rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* dari daerah Batu, Lombok Barat, dan Bangkalan pelarut *n*-Heksana p.a (Merk Smart-Lab dari Laboratorium Terpadu FK UNISMA), pelarut metanol p.a, pelarut etil asetat (Merk Smart-Lab dari Nura Gemilang), H_2SO_4 10 % (Merk Smart-Lab dari Laboratorium Terpadu FK UNISMA) serbuk

DPPH (Sigma-Aldrich dari Laboratorium Terpadu FK UNISMA).

Alat Penelitian

Alat gelas, *Ultrasonic Bath Cleaner* (Rocker), *Vacum Buchner* (Rocker), *Rotary Vacuum Evaporator* (Heidolph Hei-Vap Core Standart G1), Oven (Binder Type ED 115), Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu single-beam UV-1280), Analog *Vortex Mixer* (Ohaus Vxmnl), Chamber, Silika gel G60 GF₂₅₄, Pipa kapiler.

TAHAPAN PENELITIAN

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

Dimasukkan 300 gram serbuk rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* ke dalam erlenmeyer dengan pelarut *n*-Heksan menggunakan perbandingan 1:15 (%b/v), proses ekstraksi dilakukan selama 45 menit menggunakan *Ultrasonic Bath Cleaner*, setelah itu ekstraksi dipekatkan dengan rotary evaporator dengan kecepatan 50 rpm suhu 38⁰ C, dan di oven pada suhu 40⁰ C hingga tidak tersisa pelarut⁽¹¹⁾.

Rendemen Ekstraksi

Hasil ekstraksi yang telah dipekatkan kemudian ditimbang dan dihitung persen rendemen menggunakan rumus :

... Rumus 1

Uji Profil KLT

Silika gel diaktivasi menggunakan oven pada suhu 100⁰ C untuk menghilangkan uap air pada plat silika. Plat KLT silika G60 F₂₅₄ dengan ukuran 10 x 3 cm batas atas 0,5 cm dan batas bawah 1 cm. Sampel ditotolkan pada plat KLT yang sudah dioven dengan jarak tiap sampel 0,5 cm, fase gerak *n*-Heksan dan etil asetat (3:1). Masukkan plat KLT kedalam chamber yang sudah dijenuhkan dan di eluasi, lalu diamati dibawah sinar UV 254 nm. Mengamati jarak eluasi sampai tanda batas kemudian diamati dibawah sinar UV panjang gelombang 254. KLT disemprot dengan H₂SO₄ 10 % dan dipanaskan dengan api bunsen untuk melihat perubahan warna menjadi ungu, merah muda, atau merah kecoklatan jika positif terpenoid⁽¹²⁾.

Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH Pembuatan Larutan DPPH

Pemenimbang 10 mg serbuk dan dilarutkan dengan 250 ml metanol p.a dalam labu ukur 250 ml hingga tanda batas konsentrasi 40 ppm. Larutan ditutup dengan aluminium foil terlindung dari cahaya disimpan diruangan gelap⁽¹³⁾.

Pengukuran Absorbansi Blanko

larutan stok DPPH 40 ppm dipipet sebanyak 4 ml. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada rentang λ 500-520 nm yang menghasilkan panjang gelombang 515.8 nm⁽¹⁴⁾.

Pembuatan Larutan Sampel

Ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* ditimbang sebanyak 10 mg larutkan dalam 10 ml metanol p.a dalam labu ukur 10 ml sampai tanda batas konsentrasi 1000 ppm. Larutan induk di encerkan menjadi 4 konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm dan 80 ppm⁽¹⁵⁾.

Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak *n*-Heksana Rimpang (*Zingiber officinale* var. *Amarum*)

Larutan uji ekstrak *n*-Heksana Rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* dipipet sebanyak 2 mL, lalu ditambahkan 4 mL larutan stok DPPH 40 ppm. Larutan dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit pada tempat gelap terlindung cahaya⁽¹⁴⁾. Campuran larutan kemudian diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada λ maksimal yang diperoleh. Selanjutnya, hitung persentase inhibisi tiap sampel untuk mengetahui aktivitas penghambatan radikal bebas dengan rumus berikut:

... Rumus 2

Keterangan:

A0 = Absorbansi Blanko

A1 = Absorbansi sampel

Aktivitas antioksidan dapat dinyatakan dengan nilai IC₅₀ dengan cara membuat persamaan regresi linier sebagai berikut:

... Rumus 3

Keterangan:

y = Absorbansi

x = Konsentrasi

b = *Intercept*

a = *Slope*

Analisa Data dan Statistik

Data di ambil dengan melakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Perhitungan nilai IC_{50} dilakukan dengan membuat persamaan regresi linier dengan sumbu (x) sebagai konsentrasi sampel dan sumbu (y) sebagai % inhibisi menggunakan *Software Microsoft Excel Office 2019 For Windows*. Analisa statistik selanjutnya dilakukan menggunakan *Software IBM SPSS Statistic*. Data yang diperoleh di uji homogenitas dan normalitas Shapiro-wilk dengan syarat $p > 0,05$ jika data yang diperoleh memenuhi syarat selanjutnya di uji dengan *One Way Anova (Analysis of variance)* syarat $p < 0,05$ dan untuk melihat perbedaan signifikan dari ketiga sampel uji dengan Tukey HSD Test.

HASIL PENELITIAN

Rendemen Ekstrak *n*-Heksana Rimpang (*Zingiber officinale* var. *Amarum*)

Hasil akhir dari ekstraksi rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* yang telah dipekatkan dan tidak mengandung pelarut dihitung dalam persen rendemen, ekstraksi rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* dari daerah Batu, Lombok Barat dan Bangkalan mendapatkan berat dan persen rendemen yang bervariasi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

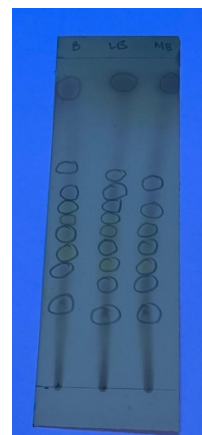
Tabel 1. Rendemen Ekstrak Rimpang Jahe Emprit

Daerah Tumbuh	Berat Ekstrak <i>n</i> -heksana Rimpang Jahe Emprit (g)	% Rendemen
Batu	74,105	24,70
Lombok Barat	82,724	27,57
Bangkalan	80,611	26,87

Profil Metabolit Ekstrak *n*-Heksana Rimpang (*Zingiber officinale* var. *Amarum*)

Hasil uji KLT ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* didapatkan perbedaan profil KLT pada masing-masing sampel, bercak noda paling banyak ditemukan pada sampel daerah Lombok Barat dengan 10 bercak, disusul sampel daerah Batu 9 bercak, dan sampel daerah Bangkalan 8 bercak. Terdapat 7 spot noda dengan nilai Rf yang hampir sama atau mirip. Masing-masing sampel memiliki spot noda dengan nilai Rf yang berbeda untuk daerah Batu 2 spot noda, daerah Lombok Barat 3 spot noda dan daerah Bangkalan 1 spot noda. Perubahan warna pada

senyawa terpenoid setelah disemprot H_2SO_4 10 % merah kecoklatan, merah muda, dan ungu.



Gambar 1. Hasil Profil Deteksi Metabolit Sekunder Ekstrak *n*-Heksana Rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* daerah Batu, Lombok Barat dan Bangkalan.

Keterangan : B (Batu), LB (Lombok Barat), MB (Bangkalan)

Tabel 2. Hasil Nilai Rf

Senyawa	Daerah		
	Batu	Lombok Barat	Bangkalan
Retardation Factor			
	0,23	0,2	0,21
	-	0,29	0,30
	0,33	0,35	0,35
	0,39	0,4	0,41
	0,45	0,45	0,46
	0,49	0,48	-
	0,53	0,53	0,52
	-	0,56	-
	0,58	0,61	0,6
	0,65	-	-
	0,92	0,93	0,94
Jumlah Spot Noda	9	10	8

Aktivitas Antioksidan Ekstrak *n*-Heksana Rimpang *Z. officinale* var. *Amarum* Metode DPPH

Berdasarkan data hasil nilai IC_{50} terendah berturut-turut dihasilkan pada sampel ekstrak *n*-Heksana rimpang jahe emprit daerah Batu, Bangkalan dan Lombok Barat. Aktivitas antioksidan masing-masing sampel digolongkan kedalam antioksidan yang sangat kuat karena nilai $IC_{50} < 50$ ppm.

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan

Sampel Ekstrak <i>n</i> -Heksana Daerah	C (µg / mL)	(n)	IC50 (µg / mL)	Kategori
Batu	20	3	32,425 ^a	Sangat Kuat
	40	3		
	60	3		
	80	3		
Lombok Barat	20	3	45,023 ^b	Sangat Kuat
	40	3		
	60	3		
	80	3		
Bangkalan	20	3	40,846 ^c	Sangat Kuat
	40	3		
	60	3		
	80	3		

Keterangan: C ; Konsentrasi, n ; Pengulangan, *Inhibition Concentration* 50 % ; Huruf menunjukkan perbedaan nilai IC₅₀ ($P < 0,05$; Tukey HSD Test)

PEMBAHASAN

Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Persen Rendemen

Rimpang *Z. officinale* var. Amarum dari beberapa tempat yang berbeda. Sampel pertama dataran tinggi (897 mdpl) yang diperoleh dari daerah Batu, sampel kedua dan ketiga termasuk ke dalam dataran rendah dengan ketinggian (136 mdpl) sampel daerah Lombok Barat dan (47 mdpl) sampel daerah Bangkalan. Sampel diekstraksi dengan metode UAE menggunakan pelarut *n*-Heksana 1;15 selama 45 menit. Metode UAE adalah metode ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonic yang dapat memecah dinding sel sehingga pelarut dapat menarik senyawa dengan mudah dan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dengan waktu yang lebih singkat¹⁶. Penggunaan pelarut *n*-Heksana ditujukan karena pelarut tersebut bersifat non polar dan dapat menarik senyawa seperti terpenoid¹⁷.

Penggunaan rasio pelarut 1;15 dan waktu ekstraksi 45 menit dapat meningkatkan dari persen rendemen suatu ekstrak, karena semakin lama waktu ekstraksi dan semakin banyak volume pelarut yang digunakan memberikan waktu kontak yang lebih lama untuk pelarut menembus dinding sel dan dapat menarik senyawa yang terkandung pada sampel sehingga dihasilkan rendemen yang lebih tinggi¹⁸. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chalif *et al* (2024) didapatkan

rendemen tertinggi pada menit 25 dengan rasio pelarut 1: 20. Selain metode ekstraksi dan penggunaan pelarut lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda dapat mempengaruhi dari persen rendemen yang dihasilkan.

Dari data pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa persen rendemen rimpang *Z. officinale* var. Amarum dataran rendah lebih tinggi dari dataran tinggi, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berbeda-beda setiap lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, CO₂, kekeringan, dan kondisi tanah⁽²⁰⁾ dapat memberikan stres abiotik pada tumbuhan sehingga memproduksi senyawa jumlah tertentu untuk bertahan hidup.

Dataran rendah memiliki kondisi lingkungan dengan suhu, intensitas cahaya yang lebih tinggi dengan kelembaban yang lebih rendah tanaman yang tumbuh pada lahan yang kekurangan air mengalami peningkatan rendemen⁽²¹⁾.

Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Profil KLT Terpenoid

Hasil uji profil KLT pada rimpang *Z. officinale* var. Amarum dengan lokasi tumbuh dan ketinggian tempat yang berbeda menunjukkan perbedaan jumlah spot terlampir pada **Gambar 1**. Jumlah spot paling banyak didapatkan pada rimpang *Z. officinale* var. Amarum dari daerah Lombok Barat yaitu 10 spot noda, disusul daerah Batu dengan 9 spot noda kemudian daerah Bangkalan 8 spot noda. Nilai R_f ditunjukkan pada **Tabel 2**. Perbedaan jumlah spot noda sampel rimpang *Z. officinale* var. Amarum dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan masing-masing lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda. Stres abiotik dapat meningkatkan dan menurunkan dari senyawa metabolit sekunder suatu tanaman tergantung dari cekaman yang diberikan⁽²²⁾.

Semakin rendah lokasi tumbuh semakin tinggi suhu dan intensitas cahaya dan kelembabannya menurun begitupun sebaliknya, senyawa terpenoid terakumulasi lebih banyak pada suhu yang lebih tinggi atau panas sehingga spot noda daerah Lombok Barat lebih banyak⁽²³⁾. Dari data yang didapatkan jumlah spot sampel *Z. officinale* var. Amarum daerah Bangkalan paling rendah yang kemungkinan disebabkan oleh stres abiotik lainnya yaitu kekeringan. Semakin panas suhu menyebabkan kelembaban pada tanah berkurang dan terjadinya kekeringan⁽²⁴⁾. Kondisi tanah yang

mengalami kekeringan dapat meningkatkan kadar garam lebih tinggi, stres garam pada akar dapat menutup stomata dan proses fotosintesis dapat terganggu yang memberikan dampak negatif pada pemasukan karbon ke jalur MEP sehingga biosintesis senyawa terpenoid dapat mengalami penurunan⁽²⁵⁾.

Dataran tinggi memiliki suhu yang lebih rendah namun kelembaban meningkat, kelembaban yang meningkat tanah tidak mengalami kekeringan sehingga biosintesis senyawa terpenoid masih berjalan, selain itu senyawa terpenoid seperti α -Terpinolen mengalami peningkatan pada tanaman wortel pada suhu rendah⁽²⁶⁾. Hal tersebut memungkinkan jika terdapat senyawa aktif terpenoid yang mengalami peningkatan pada suhu dingin dataran tinggi sehingga spot noda sampel *Z. officinale* var. Amarum daerah Batu terdapat banyak spot. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Manurung *et al.*, (2021) terdapat perbedaan spot noda lokasi tumbuh daerah Bogor, Mataram, dan Sambas berturut-turut yaitu 12, 9, dan 8 spot noda.

Terdapat nilai Rf terlampir pada **Tabel 2**. Masing-masing sampel rimpang *Z. officinale* var. Amarum menunjukkan 7 spot noda yang memiliki nilai Rf yang hampir sama. Nilai Rf yang hampir sama menunjukkan kandungan senyawa dengan karakteristik yang sama atau mirip²⁸. Diduga senyawa terpenoid jika terjadi perubahan warna pada rimpang *Z. officinale* var. Amarum berubah menjadi merah muda, merah kecoklatan, dan ungu setelah di semprot H_2SO_4 10 % dan dipanaskan⁽²⁹⁾.

Mekanisme reaksi dari H_2SO_4 yaitu berdasarkan prinsip pelepasan H_2O dan penggabungan karbokation yang dapat melepaskan hidrogen dan terjadinya perpindahan, sehingga terjadi resonansi dan karbokation yang menyebabkan adisi elektrofilik dan terjadinya perpanjangan konjugasi dan menimbulkan warna⁽³⁰⁾.

Pengaruh Ketinggian Tempat dengan Aktivitas Antioksidan

Mekanisme metode DPPH yaitu donasi atom hidrogen atau elektron dari senyawa antioksidan yang menyebabkan radikal bebas DPPH menjadi stabil, hal tersebut dapat diamati pada perubahan warna yang terjadi yaitu dari warna ungu menjadi warna kuning. Peningkatan konsentrasi mampu memperkuat hambatan pada radikal bebas, hal tersebut menunjukkan penurunan nilai absorbansi sampel⁽³²⁾. Nilai IC_{50} merupakan nilai yang menunjukkan peredaman radikal

bebas sebesar 50 %^(33 34). Aktivitas antioksidan, jika semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin kuat senyawa dalam menangkalkan radikal bebas DPPH.

Dari data yang didapatkan aktivitas antioksidan rimpang *Z. officinale* var. Amarum termasuk kedalam kategori sangat kuat karena nilai IC_{50} yang didapatkan pada ketiga sampel <50 ppm dengan nilai IC_{50} berturut-turut 32,425 ppm sampel daerah Batu, 40,846 ppm sampel daerah Bangkalan dan 45,023 ppm sampel daerah Lombok Barat **Tabel 3**. Kondisi lingkungan pada dataran tinggi dan rendah dapat mempengaruhi senyawa aktif yang terbentuk seperti terpenoid sehingga terdapat perbedaan nilai IC_{50} pada ekstrak *n*-Heksana rimpang *Z. officinale* var. Amarum. Kondisi lingkungan yang kurang optimal dapat menyebabkan stres oksidatif meningkat pada tanaman sehingga terjadi biosintesis metabolit terpenoid untuk melindungi tanaman dari kerusakan⁽³⁵⁾.

Dataran tinggi berbanding terbalik dengan dataran rendah, semakin tinggi lokasi tumbuh suhu semakin menurun, dan kelembaban meningkat. Kelembaban yang meningkat membuat tanah tidak mengalami kekeringan sehingga ketersediaan air bagi tumbuhan masih terpenuhi, dataran tinggi memiliki tanah yang subur sehingga kandungan metabolit sekunder dapat meningkat⁽³⁶⁾ seperti senyawa terpenoid dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Tanah yang mengalami ketersediaan air yang tinggi, maka kadar senyawa bioaktifnya lebih tinggi⁽³⁷⁾ sehingga menjadi saran pengujian selanjutnya untuk mengetahui kadar senyawa terpenoid pada tanaman *Z. officinale* var. amarum. Selaras dengan penelitian Nintowati *et al.*, (2024) semakin tinggi lokasi tumbuh semakin kuat aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} terkuat dengan nilai 1,44 ppm didapatkan pada ketinggian 354 mdpl dan tertinggi 10,84 ppm pada ketinggian 122 mdpl. Selain itu terdapat faktor lain yang menyebabkan perbedaan nilai IC_{50} masing-masing sampel yaitu adanya senyawa yang bersifat antagonis yang dapat menurunkan aktivitas antioksidan⁽³⁹⁾. Terpenoid dalam menangkalkan radikal bebas yaitu dengan menyumbang hidrogen pada radikal bebas dan menghambat lipid peroksidasi⁽⁴⁰⁾.

Kelemahan pada penelitian ini tidak menggunakan pembandingan pada pengujian aktivitas antioksidan karena hanya membandingkan dari ketiga sampel (*Z. officinale* var. Amarum) dari lokasi tumbuh

dengan ketinggian tempat yang berbeda sampel daerah mana yang memiliki nilai IC₅₀ paling kuat dan tidak menggunakan pembandingan kontrol karena sudah terdapat kategori untuk nilai IC₅₀ yaitu sangat kuat jika konsentrasi <50 ppm, kuat 50-100 ppm, sedang 100-150 ppm dan lemah 150-200 ppm⁽³⁴⁾ pada penelitian ini tidak memfokuskan kepada senyawa spesifik yang memiliki aktivitas antioksidan namun berfokus kepada nilai IC₅₀ dari ketiga daerah hal tersebut menjadi kekurangan penelitian saya dan menjadi saran penelitian selanjutnya untuk mengujikan dengan sampel daerah yang memiliki aktivitas antioksidan paling kuat dan dibandingkan dengan senyawa antioksidan seperti vitamin C, α - tokoferol, dan quercetin.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat yang berbeda terhadap persen rendemen, profil KLT terpenoid, dan aktivitas antioksidan.

SARAN

Peneliti menyarankan penelitian lanjutan menggunakan senyawa pembandingan, metabolit profiling, penetapan kadar senyawa terpenoid, dan pengamatan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, jenis tanah, PH, curah hujan lebih spesifik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada IOM, Dr. dr. Dini Sri Damayanti M.Kes dan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang yang memberikan intensif dana penelitian ini serta seluruh pihak yang telah memberi bantuan dalam penyelesaian proses penelitian juga penyusunan artikel ini hingga dapat dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fatihaturahmi F, Yuliana Y, Yulastri A. Literature Review : Penyakit Degeneratif: Penyebab, Akibat, Pencegahan Dan Penanggulangan. JGK J Gizi dan Kesehat. 2023;3(1):63–72.
2. Martemucci G, Costagliola C, Mariano M, D'andrea L, Napolitano P, D'Alessandro AG. Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. Oxygen. 2022;2(2):48–78.
3. Widiantari NPI, Armita Sari PMN. REVIEW: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herba Suruhan (*Peperomia Pellucida* (L.) Kunth). J Farm Dan Kesehat Indones. 2023;3(1):1–13.
4. Kamoda APMD, Nindatu M, Kusadhiani I, Astuty E. Hasil Penelitian Uji Aktivitas Antioksidan Alga Cokelat Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura Staf Dosen Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura. 2021;3 (April).
5. Diharmi A, Ilza M, Saputra R. Aktivitas antioksidan, total fenolik, flavonoid dan saponin anggur laut (*Caulerpa lentillifera*) diekstrak dengan pelarut yang berbeda polaritas. 2024;18(3):761–8.
6. Ayu Lestari, Nasrudin R. Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Seduhan Rimpang Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. Rubrum) Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo. 2020;5(2):105–16.
7. Siswantito F, Natasya A, Nugroho R, Listiarini Iskandar R, Sitanggang CO, Al-Qordhiyah Z, et al. Produksi Minyak Atsiri melalui Ragam Metode Ekstraksi dengan Berbahan Baku Jahe. 2023;8(3):178–84.
8. Masriany, M., Sukmawaty, E. Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Bunga Pohon Hujan (*Spathodea campanulata*) Secara In Vitro. In Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan. 2020;(2019):328–34.
9. Lallo S, Lewerissa AC, Rafi'i A, Usmar U, Ismail I, Tayeb R. Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksik Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* L.). Maj Farm dan Farmakol. 2022;23(3):118–23.
10. Constanty IC, Tukiran T. Aktivitas Antioksidan dari Fraksi *n*-Heksana Kulit Batang Tumbuhan Jambu Semarang (*Syzygium samarangense*). J Kim Ris. 2021;6(1):1.
11. Rachma DF, Widyasanti A, Harnesa S. Ekstraksi Oleoresin dari Kulit Mangga Kuweni (*Mangifera Odorata*. Griff) dengan Ultrasound Assisted Extraction (UAE) Bertingkat. J Keteknikan Pertanian Trop dan Biosist. 2021;9(1):20–5.
12. Sopia B, Muliasari H, Yuanita E. Skrining Fitokimia dan Potensi Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol

- Daun Hijau dan Daun Merah Kastuba. J Ilmu Kefarmasian Indones. 2019;17(1):27.
13. Leksono P, Komala O, Ismanto. Aktivitas ekstrak daun pandan wangi. 2013;1(2):74–85.
 14. Ning Rusmiyati, Desy Ayu Irma Permatasari, Isna Nur Khasanah. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi n-Heksan, Etil asetat, dan Air Kulit Jambu Biji Australia (*Psidium guajava* L.) Dengan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil). Detect J Inov Ris Ilmu Kesehat. 2023;1(4):183–206.
 15. Septiani N, Maryanti E, Hermansyah O, Putri MWJ. Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Kalamansi (*Citrus microcarpa* Bunge). J Ilm Pharm. 2024;11(1):1–8.
 16. Widyapuri D, Purbowati ISM, Wibowo C. Pengaruh waktu ekstraksi menggunakan ultrasonic assisted extraction terhadap antosianin jantung pisang (*Musa spp*). Agrotek J Teknol Ind Pertan. 2022;16(2):242–51.
 17. Yunita E, Sari DRAP. Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Fraksi Etil Asetat dan Fraksi N-Heksan Daun Pegagan (*Centella Asiatica* L.). J Mandala Pharmacon Indones. 2022;8(1):58–66.
 18. Isdiyanti, S. I., Kurniasari, L., Maharani, F. Ekstraksi Flavonoid Dari Daun Kersen (*Muntinga calabura* L) Menggunakan Pelarut Etanol Dengan Metode MAE (Microwave Assisted Extraction) Dan UAE (Ultrasonic Assisted Extraction) Jurnal Inovasi Teknik Kimia, 2023;6(2), 105-109.
 19. Chalif C, Alauhdin M. Analisis Pengaruh Massa Sampel, Volume Pelarut, dan Waktu Sonikasi pada Ekstraksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Kandungan Quercetin. Indones J Math Nat Sci. 2024;47(1):37–48.
 20. Wardani YK, Kristiani EBE, Sucahyo. Korelasi Antara Aktivitas Antioksidan dengan Kandungan Senyawa Fenolik dan Lokasi Tumbuh Tanaman *Celosia argentea* Linn. Bioma Berk Ilm Biol [Internet]. 2020;22(2):136–42.
 21. Rahmawati LM, Santosa D, Purwanto P. Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Komponen Senyawa Minyak Atsiri serta Aktivitas Antibakteri Rimpang *Zingiber montanum* (J. Koenig) Link. ex. A. Dietr. Maj Farm [Internet]. 2023;19(2):171–6.
 22. Amallia N, Mas'ud ZA, Ratnadewi D. Production of Secondary Metabolite Compounds of Gotu Kola (*Centella asiatica*) Under Salinity and Drought Stress. J Jamu Indones. 2020;5(2):68–75.
 23. Jan R, Asaf S, Numan M, Lubna, Kim KM. Plant secondary metabolite biosynthesis and transcriptional regulation in response to biotic and abiotic stress conditions. Agronomy. 2021;11(5):1–31.
 24. Purnowo D, Setiawan A, Yusmaniar Y. Pengaruh Faktor Suhu dan Kelembaban pada Lingkungan Kerja terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Mikroba. JRSKT - J Ris Sains dan Kim Terap. 2024;9(2):45–54.
 25. Halopainen, J. K., Himanen, S. J., Yuan, J. S., Chen, F., Stewart, C. N. Ecological Functions Of Terpenoids In Changing Climates. Natural Products. 2013;2913-2940.
 26. Qaderi MM, Martel AB, Strugnell CA. Environmental Factors Regulate Plant Secondary Metabolites. Plants. 2023;12(3):1–27.
 27. Manurung DI, Hidayati L, Wijayanti N, Nuringtyas TR. Metabolite profiling of agarwood (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) leaves from difference growth locations using Thin Layer Chromatography. J Biol Trop. 2021;21(2):615–23.
 28. Darmawansyah, A., Nurlansi, Haerudin. Pemisahan Senyawa Terpenoid Ekstrak *n*-Heksana Daun Kaembu-Embu (*Blumea balsamifera*) Menggunakan Kromatografi Kolom Gravitasi. Sains; Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia. 2023;12(1), 24-30.
 29. Normansyah, A., Arianti, N. P., Astuti, K. W. Profil Kandungan Kimia Ekstrak Etanol 8 % Kulit Batang (*Michelia champaca* L) dengan Kromatografi Lapis Tipis dan Pereaksi Pendeteksi. Jurnal Farmasi Udayana. 2013;2(3), 279870.
 30. Ansyori Achmad Kadri, Tamrin Mutmainna, Sa'adah Hayatus. Jurnal riset kefarmasian indonesia vol.6 no.2, 2024. J Ris Kefarmasian Indones. 2024;6(2):233–48.
 31. Singkil OF, Premna L, Dewi CE, Saleh C, Pratiwi DR, Magdaleni AR. Potensi aktivitas antioksidan ekstrak metanol

- daun singkil. 2024;9(2):137–44.
32. Hasanuddin ARP, Yusran, Islawati, Artati. BIOMA : Jurnal Biologi Makassar Extract (Anredera cordifolia) Ten) Steenis. J Biol Makassar. 2023;7168(August 2022):66–74.
 33. Sachdev S, Ansari SA, Ansari MI, Fujita M, Hasanuzzaman M. Abiotic stress and reactive oxygen species: Generation, signaling, and defense mechanisms. Antioxidants. 2021;10(2):1–37.
 34. Yulia, M., Dona, A. R. Uji Aktivitas Sitotoksik Daun Sirsak (*Annona muricata* L) Berdasarkan Tempat Tumbuh. SITAWA ; Jurnal Farmasi Sains dan Obat Tradisional. 2024;3(2), 146-156.
 35. Wardani, Y. K., Kristiani, E. B. E., Sucahyo, S. Korelasi Antara Aktivitas Antioksidan dengan Kandungan Senyawa Fenolik dan Lokasi Tumbuh Tanaman (*Celosia argentea* L). Bioma; Berkala Ilmiah Biologi. 2020;22(2), 136-142.
 36. Nintowati, P., Solichatun, S., Suratman, S. Analisa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Daun Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Berdasarkan Perbedaan Ketinggian Tempat Tumbuh. Bioscientist; Jurnal Ilmiah Biologi. 2024;12(2), 2317-2333.
 37. Sukma, M., Nurlansi, Nasrudin. Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Seduhan Kulita Batang Soni (*Dillenia serrata*). Sains; Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia. 2022;11(1), 27-34.
 38. Setiawan, N. C., E., Amalia, H. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah (*Areca vestiaria*) dan Fraksinya dengan Metode DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). J. Cis-Trans JC-T. 2017;2(1), 10.