

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN FUNGI ENDOFIT HERBA KROKOT (*Portulaca oleracea* L.)

(*Antioxidant Activity of Endophytic Fungi from the Purslane Herb (*Portulaca oleracea* L.)*)

Siska Nuryanti^{1*}, Asriani Suhaenah², Rachmat Faisal Syamsu³, Rini Andriani⁴

¹Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

²Laboratorium Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

³Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

⁴Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Email: siska.nuryanti@umi.ac.id

ABSTRACT

Article Info:

Received: 2023-05-01

Review: 2023-05-08

Accepted: 2023-06-03

Available Online: 2023-07-01

Keywords:

Antioxidants; DPPH method;
Endophytic fungi; Purslane herb
(*Portulaca oleracea* L.).

Corresponding Author:

Siska Nuryanti

Laboratorium Mikrobiologi
Farmasi

Fakultas Farmasi

Universitas Muslim Indonesia

Makassar

Indonesia

email: siska.nuryanti@umi.ac.id

*Purslane herb (*Portulaca oleracea* L.) is one of the plants that is considered as a valuable plant in the pharmaceutical world for the future because of its antioxidant content and high nutritional value. Endophytic fungi can produce secondary metabolites that have activities similar to those produced by their host plants, where these metabolites have medicinal potential. In previous studies, it was found that the ethyl acetate extract of endophytic fungi had antidiabetic activity in the α -glucosidase enzyme inhibition test. This research aims to determine the antioxidant activity of the ethyl acetate extract of the endophytic fungus of purslane herb (*Portulaca oleracea* L.) using the Test method 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Purslane herbaceous endophytic fungus isolate (*Portulaca oleracea* L.) code FEK purified for 3 days. Then, fermented using MYB medium for 21 days. After that, extracted to become a thick extract. Furthermore, the DPPH test was carried out using a vitamin C comparison solution. Based on the IC_{50} value of the ethyl acetate extract of the endophytic fungus of purslane herb code FEK, it was found to be 64.26 μ g/mL which is a relatively strong antioxidant activity.*



Copyright © 2020 Journal As-Syifaa Farmasi by Faculty of Pharmacy, Muslim University. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Published by:

Fakultas Farmasi

Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI) Makassar, Sulawesi Selatan.

Email:

jurnal.farmasi@umi.ac.id

ABSTRAK

Herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) merupakan salah satu tumbuhan yang dianggap sebagai tanaman berharga dalam dunia farmasi untuk masa depan karena kandungan antioksidannya dan bernilai gizi tinggi. Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas serupa dengan yang dihasilkan oleh tanaman inangnya, dimana metabolit tersebut memiliki potensi berkhasiat mengobati. Pada penelitian sebelumnya didapatkan hasil bahwa ekstrak etil asetat fungi endofit memiliki aktivitas antidiabetes pada pengujian inhibisi enzim α -glukosidase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat fungi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) dengan metode Uji 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Isolat fungi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) kode FEK dimurnikan selama 3 hari. Kemudian, difermentasi menggunakan medium MYB selama 21 hari. Setelah itu, diekstraksi hingga menjadi ekstrak kental. Selanjutnya, dilakukan uji DPPH dengan menggunakan larutan pembanding vitamin C. Berdasarkan nilai IC_{50} dari ekstrak etil asetat fungi endofit herba krokot kode FEK didapatkan sebesar 64,26 μ g/mL yang merupakan aktivitas antioksidan tergolong kuat.

Kata kunci: Antioksidan; Fungi endofit; Herba krokot (*Portulaca oleracea* L.); Metode DPPH.

PENDAHULUAN

Produksi senyawa berkhasiat asal tanaman membutuhkan bahan baku yang sangat banyak, sehingga dibatasi oleh ketersediaan tanaman. Keberhasilan produk alam secara komersial bergantung pada ketersediaan tanaman. Dalam kasus lain, isolat senyawa yang berasal dari tanaman yang terancam punah atau yang sangat endemik akan berdampak buruk pada konservasi keanekaragaman hayati.¹ Salah satu solusi dalam menangani masalah ini adalah penemuan mikroba yang berada di dalam jaringan tanaman yang dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang memiliki karakteristik yang sama dengan tanaman inangnya, dikenal dengan mikroba endofit. Mikroba endofit merupakan organisme yang hidup berasosiasi dengan tanaman. Hidup di dalam interseluler tanaman, dalam jaringan seperti akar, batang, dan daun. Tetapi tidak menyebabkan gejala penyakit pada tanaman inang.²

Eksplorasi potensi mikroba endofit dalam menghasilkan senyawa yang berguna untuk pengobatan masih terus dilakukan dan memberikan suatu peluang untuk dijadikan sebagai sumber bahan alami baru. Salah satu

potensi yang dapat diketahui lebih lanjut adalah kemampuan mikroorganisme tersebut, khususnya kapang endofit, dalam memproduksi senyawa antidiabetes.³

Krokot (*Portulaca oleracea* L.) adalah gulma yang tersebar di seluruh dunia. Krokot telah digunakan sebagai tanaman bernutrisi dan obat sejak ribuan tahun yang lalu. Herba krokot tersebar di daerah yang beriklim sedang dan tropis lainnya di dunia.^{4,5} Sebagai obat tradisional, *Portulaca oleracea* telah digunakan di banyak negara, seperti obat penurun panas, antiseptik, vermifuge, dan lain sebagainya.⁶

Polisakarida yang terdapat pada tanaman herba krokot sebagai senyawa yang dapat menurunkan kadar glukosa darah dan memodulasi metabolisme lipid darah dan glukosa pada mencit diabetes yang diinduksi aloksan.⁷ Polisakarida ditemukan pada herba krokot adalah agen terapi potensial untuk pengobatan diabetes mellitus karena dapat memodulasi lipid darah dan penurunan darah glukosa. *Portulaca oleracea* L. mengandung monoterpen seperti portulosida A dan B, diterpen seperti portulen, dan triterpenoid tipe amyirin.^{8,9}

Pemberian antioksidan merupakan usaha menghambat produksi radikal bebas intraseluler atau meningkatkan kemampuan enzim pertahanan terhadap radikal bebas guna mencegah munculnya stres oksidatif dan komplikasi vaskular terkait diabetes. Berbagai macam suplemen yang mengandung antioksidan dan atau faktor yang dapat meningkatkan produksi nitrit oksida (NO) berpotensi untuk memperbaiki disfungsi endotel dan fungsi mitokondria dalam sel, serta menurunkan aktifitas dari enzim NAD(P)H oksidase. Dalam kasus komplikasi makrovaskular/ mikrovaskular pada penderita diabetes melitus, terapi antioksidan bermanfaat apabila diberikan bersamaan dengan terapi untuk mengendalikan tekanan darah, kondisi dislipidemia, dan kontrol kadar glukosa secara optimal.^{10,11}

Uji DPPH merupakan metode yang cepat, sederhana, akurat dan tidak mahal. Uji ini mengukur kemampuan beberapa senyawa yang bertindak sebagai peredam radikal bebas atau donor hidrogen dan mengevaluasi aktivitas antioksidan. Radikal DPPH adalah senyawa radikal nitrogen organik stabil berwarna violet gelap. Senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen menjadi DPPH-H yang diamagnetik karena adanya pasangan elektron. Keadaan diamagnetik ini tidak bersifat radikal bebas lagi sehingga menyebabkan perubahan warna dari violet menjadi kuning. Uji antioksidan berdasarkan pengukuran hilangnya warna DPPH secara perlahan-lahan pada 515 nm lalu diukur dengan spektrofotometer UV-Vis.

Berangkat dari konsep bahwa tanaman herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) memiliki kandungan senyawa antioksidan yang sangat

poten dan fungi endofit memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa serupa tanaman inangnya, peneliti memiliki hipotesis bahwa fungi endofit tanaman herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) dapat digunakan sebagai sumber alternatif untuk menghasilkan senyawa antioksidan poten tersebut. Hipotesis tersebut kemudian ingin peneliti buktikan melalui serangkaian eksperimen dengan uji DPPH yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Secara umum penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Fakultas Farmasi Universitas Muslim Indonesia.

Pemurnian dan Makroskopik Fungi Endofit

Isolat fungi endofit diambil dengan menggunakan kawat ose dan dipindahkan ke medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA) baru untuk ditumbuhkan kembali dengan cara menggoreskan kawat ose pada jamur lalu ditusukkan di tengah-tengah medium baru. Kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu 25°C, lalu dilakukan pengamatan terhadap bentuk dan warna koloni pada medium PDA.¹²

Fermentasi Isolat Aktif

Isolat aktif kemudian diambil dengan menggunakan ose dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi medium cair *Maltosa Yeast Broth* (MYB) sebanyak 500 mL, selanjutnya dilakukan fermentasi menggunakan alat shaker dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruangan selama 21 hari.¹²

Ekstraksi Metabolit Sekunder

Hasil dari fermentasi akan diperoleh supernatan dan miselia yang disaring menggunakan kertas saring kemudian diambil

supernatannya dan diekstraksi dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan etil asetat sebanyak 500 mL. Setelah itu diuapkan selama \pm 24 jam untuk memperoleh ekstrak kental.¹²

Pembuatan Larutan DPPH

Dibuat larutan DPPH dengan menimbang 5 mg serbuk DPPH dilarutkan dengan metanol pada labu tentukur 5 mL, kemudian diencerkan menjadi 30 ppm.

Penentuan Panjang Gelombang (λ) Maksimum

Pengukuran panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur larutan DPPH yang telah diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C dan diukur pada panjang gelombang 400-800 nm.¹³

Pengujian Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dari fungi endofit herba krokot dianalisis menggunakan metode DPPH atau uji penangkapan radikal DPPH. Tahap pengujian sesuai dengan Molyneux, yaitu ekstrak sampel dalam metanol dengan beberapa variasi konsentrasi 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm, dan 150 ppm. Dengan memipet berturut-turut 0,5 mL, 0,75 mL, 1 mL, 1,25 mL, dan 1,5 mL yang dilarutkan dalam 10 mL labu tentukur. Setelah itu, diambil sebanyak 1 ml kemudian ditambahkan ke dalam larutan DPPH sebanyak 2 mL. Selanjutnya campuran dikocok dan diinkubasi pada suhu kamar selama \pm 30 menit di tempat gelap. Kemudian absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang maksimum, begitu pula dengan larutan blanko yang berupa larutan DPPH namun tidak mengandung bahan uji. Larutan blanko dibuat dengan mencampurkan 2 mL DPPH dan 1 mL metanol p.a. Selanjutnya, diukur panjang gelombang maksimum pada spektrometer UV-Vis. Kemudian, absorbansi larutan pembanding yaitu larutan vitamin C

yang dibuat dengan konsentrasi 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm dan 40 ppm. Dengan memipet berturut-turut 0,2 mL, 0,25 mL, 0,3 mL, 0,35 mL dan 0,4 mL yang dilarutkan dalam metanol 10 mL hingga batas tanda labu tentukur. Setelah itu, diambil sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan ke dalam larutan DPPH sebanyak 2 mL. Selanjutnya diukur pada panjang gelombang maksimum. Persentase inhibisi bahan diukur berdasarkan data absorbansi yang diperoleh.¹⁴

Analisa Data

Besarnya hambatan serapan radikal DPPH berdasarkan data absorbansi yang diperoleh, menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs Blanko} - \text{Abs Sampel}}{\text{Abs Blanko}} \times 100$$

Selanjutnya, nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear, konsentrasi sampel sebagai sumbu x dan % inhibisi sebagai sumbu y. Dari persamaan : y = a + bx dapat dihitung nilai IC₅₀ dengan rumus :

$$\text{IC}_{50} = \frac{50 - b}{a}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas serupa dengan yang dihasilkan oleh tanaman inangnya, dimana metabolit tersebut memiliki potensi berkhasiat mengobati yaitu dengan menghasilkan produk antibiotik, komponen antivirus, antikanker, antioksidan, insektisida, dan komponen imunosupresif.¹²

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dimana pada penelitian sebelumnya didapatkan hasil bahwa ekstrak etil asetat fungi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) memberikan aktivitas antidiabetes pada pengujian inhibisi enzim α -glukosidase. Kemudian, diambil salah satu isolat fungi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.)

kode FEK yang menjadi sampel pada penelitian ini. Sampel tersebut dimurnikan terlebih dahulu kemudian diuji makroskopik sebagai validasi untuk memastikan sampel tersebut adalah isolat yang telah diuji pada penelitian sebelumnya. Setelah itu, sampel difermentasi dan diekstraksi kemudian dilakukan uji aktivitas antioksidan.

Setelah dilakukan uji makroskopik isolat fungi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) kode FEK yang telah diremajakan kemudian difermentasi menggunakan medium *Maltosa Yeast Broth* (MYB) selama 21 hari. Tujuan dari fermentasi ini adalah untuk mendapatkan suspensi koloni fungi endofit dan menghasilkan metabolit sekunder. Koloni murni yang telah diinkubasi selanjutnya diambil menggunakan ose bulat lalu diinokulasikan ke dalam media cair MYB sebanyak 500 mL di dalam labu erlenmeyer berukuran 1000 mL. Selanjutnya dilakukan fermentasi goyang menggunakan *rotary shaker* pada kecepatan 150 rpm di suhu ruang pada interval waktu yaitu selama 21 hari. Medium MYB (*Maltosa Yeast Broth*) merupakan medium cair yang mengandung ekstrak yeast sebagai sumber protein, maltosa serta dextrosa sebagai sumber karbon, dan pepton sebagai sumber asam amino yang dibutuhkan dalam pertumbuhan sintesis sel serta keperluan energi metabolisme mikroorganisme.¹² Setelah beberapa hari terbentuk kapas-kapas kecil berwarna putih melayang-layang dalam medium. Kapas-kapas tersebut merupakan spora atau konidia tunggal yang tumbuh menjadi miselium.

Fermentasi isolat fungi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) kode FEK berlangsung selama 21 hari karena pada hari ke-15 hingga ke-21 terjadi fase stationer dimana pertumbuhan fungi relatif tetap,

pertumbuhan fungi seimbang dengan banyaknya sel yang mati. Pada fase stationer meskipun karbon telah habis digunakan menjadi sumber energi atau nutrisi tetapi bukan berarti pertumbuhan terhenti sebab terjadi lisis pada sel mati yang digunakan sebagai sumber nutrisi. Setelah itu hasil fermentasi dipisahkan antara supernatan dan miselium menggunakan kertas saring. Setelah disaring dilakukan ekstraksi. Pada tahap ekstraksi metabolit endofit menggunakan pelarut yang bersifat semi polar yaitu etil asetat. Etil asetat adalah pelarut semi polar yang sering digunakan dalam mengekstraksi kultur fungi endofit. Sehingga diharapkan dapat mengekstrak lebih banyak komponen polar maupun non polar dan mudah dipisahkan dengan cairan MYB yang bersifat polar. Selain itu, alasan pemilihan pelarut etil asetat karena baik digunakan untuk melarutkan senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan.¹²

Proses ekstraksi dilakukan dengan mengukur volume supernatan yang diperoleh dengan perbandingan ekstrak : pelarut sebesar 1:3. Ekstraksi merupakan proses pemisahan atau penarikan komponen zat aktif dari suatu bahan dengan menggunakan pelarut yang bertujuan untuk menghasilkan komponen aktif tertentu. Ekstraksi dengan perbedaan tingkat kepolaran pelarut maka akan menghasilkan volume ekstrak yang berbeda pula. Selanjutnya, supernatan diuapkan sampai membentuk ekstrak kental dan ekstrak yang diperoleh sebanyak 54,2 mg kemudian di uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH.

Metode DPPH adalah nilai IC_{50} (*Efficient Concentration*) atau sering disebut nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration*) yang didefinisikan sebagai konsentrasi dari substansi yang dapat

meredam 50% aktivitas DPPH (dari perubahan warna). Parameter IC₅₀ menunjukkan bahwa semakin tinggi aktivitas antioksidan, maka semakin rendah nilai IC₅₀ sebelum menghitung nilai IC₅₀ maka terlebih dahulu % inhibisi dihitung. % hambatan adalah perbandingan antara selisih dari absorbansi blanko dan absorbansi sampel dengan absorbansi blanko. Persen inhibisi digunakan untuk menentukan persentase hambatan dari suatu bahan yang dilakukan terhadap senyawa radikal bebas. Persen hambatan dihitung dengan rumus berikut: $Pi = [(Ab-As)/Ab] \times 100\%$, Pi : Persen inhibisi, Ab : Absorbansi blanko As : Absorbansi sampel.

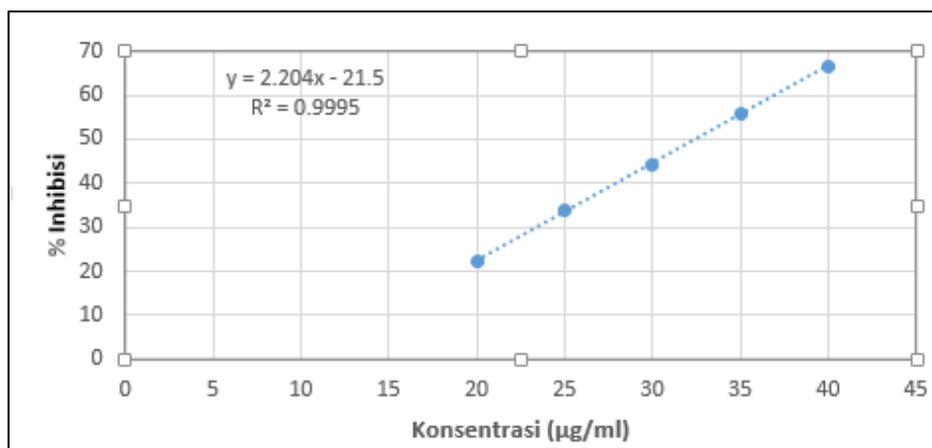
Inhibitor Concentration 50 (IC₅₀) adalah konsentrasi efektif zat dalam sampel yang dapat menghambat 50 % absorbansi DPPH.

Dimana semakin tinggi nilai IC₅₀ maka daya aktivitas antioksidan semakin kecil. Vitamin C merupakan senyawa sintesis murni yang poten sebagai antioksidan.

Senyawa pembanding yang digunakan adalah vitamin C (Asam askorbat), Vitamin C Sebagai kontrol positif adalah salah satu jenis vitamin yang larut dalam air dan memiliki peranan penting dalam menangkal berbagai penyakit. Vitamin ini juga dikenal dengan nama kimia dari bentuk utamanya yaitu asam askorbat. Vitamin C termasuk golongan vitamin antioksidan yang mampu menangkal berbagai radikal bebas ekstraselular. Sehingga Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif karena merupakan senyawa yang sudah murni. Hasil perhitungan % hambatannya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan % inhibisi dan nilai IC₅₀ vitamin C

Larutan Uji	Konsentrasi (ppm)	Absorban Sampel+DPPH	% Inhibisi	IC ₅₀ (ug/mL)
Vitamin C	20	0,714	22,47	32,44
	25	0,608	33,98	
	30	0,515	44,08	
	35	0,405	56,02	
	40	0,308	66,55	



Gambar 1. Kurva hubungan konsentrasi larutan pembanding vitamin C dengan persen inhibisi

Nilai IC₅₀ dari vitamin C 32,44 dengan kategori aktivitas antioksidan sangat kuat. Kurva hubungan antara Konsentrasi dengan %

inhibisi dapat dilihat pada gambar 1. Tahapan yang terjadi yaitu DPPH berperan sebagai radikal bebas dimana senyawa direndam

dengan antioksidan dan membentuk senyawa 1,1 difenil-2-pikril hidrazin. Elektron yang tidak berpasangan dalam suatu senyawa DPPH dapat memberikan absorpsi yang kuat dengan panjang gelombang $\lambda = 515,961$ nm yang ditandai dengan terbentuknya warna ungu dan jika senyawa DPPH direaksikan dengan suatu antioksidan dan akan memberikan warna kuning dan sifat senyawanya stabil. Warna kuning yang dihasilkan pada saat direaksikan

dengan antioksidan terjadi karena antioksidan memberikan satu elektronnya pada senyawa DPPH dan intensitasnya dapat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis.

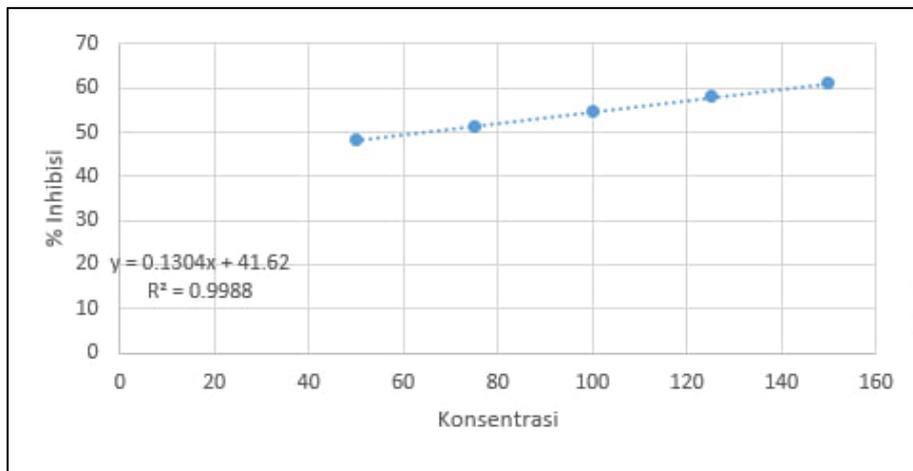
Adapun hasil pengukuran aktivitas antioksidan dari sampel ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) kode FEK dapat dilihat pada tabel berikut. Hasil perhitungan nilai %inhibisi dan nilai IC_{50} dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran aktivitas antioksidan Ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot kode FEK

Larutan Uji	Konsentrasi (ppm)	Absorban Sampel+DPPH	% Inhibisi	IC_{50} (ug/mL)
Ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot kode FEK	50	0,476	48,31	64,26
	75	0,450	51,14	
	100	0,418	54,61	
	125	0,386	58,09	
	150	0,358	61,13	

Nilai IC_{50} ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot kode FEK didapat dari hasil perhitungan persamaan regresi linier pada gambar 2. dimana persamaan regresi dari ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot kode FEK adalah $y = 0,1444x + 39,784$ dan $r = 0,9988$. Koefisien y pada persamaan ini adalah sebagai IC_{50} , sedangkan koefisien x pada persamaan ini adalah konsentrasi dari ekstrak yang akan dicari nilainya, dimana nilai dari x

yang didapat merupakan besarnya konsentrasi yang diperlukan untuk dapat meredam 50% aktivitas radikal DPPH. Nilai $r = 0,9988$ yang mendekati +1 (bernilai positif) menggambarkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak maka semakin besar aktivitas antioksidannya hal ini dapat dilihat dari kurva hubungan konsentrasi ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot kode FEK dengan persen inhibisi pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva hubungan konsentrasi ekstrak etil asetat fungsi endofit herba krokot kode FEK

Berdasarkan persamaan diatas Nilai IC₅₀ dari ekstrak etil asetat fungi endofit herba krokot kode FEK adalah 64,26 µg/m. Adapun kategori aktivitas antioksidan tergolong kuat berdasarkan tabel 3. Hasil tersebut diduga karena tanaman krokot mengandung garam kalium (KCl, KSO₄, KNO₃), 1-noradrenalin noradrenalin, dopamine, dopa, nicotin acid, tanin, saponin, vitamin (A, B dan C) yang bersifat sebagai antioksidan.¹⁵

KESIMPULAN

Hasil uji antioksidan ekstrak etil asetat fungi endofit herba krokot kode FEK termasuk dalam kategori kuat dengan nilai IC₅₀ 64,26 (ug/mL)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya (LP2S) Universitas Muslim Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alvin A, Miller KI, Neilan BA. Exploring the Potential of Endophytes from Medicinal Plants as Sources of Antimycobacterial Compounds. *Microbiol Res.* 2014; 169(7–8):483–495
2. Ramos SÁ *et al.* Endophytic Microorganisms from Bauhinia Monandra Leaves: Isolation, Antimicrobial Activities, and Interaction with Galactose-Specific Lectin BmoLL. *Afr J Microbiol Res.* 2016; 10(17):600–607
3. Strobel G. The Emergence of Endophytic Microbes and Their Biological Promise. *J Fungi (Basel).* 2018; 4(2):57
4. Liu X-F *et al.* Ethanol Extract from *Portulaca Oleracea* L. Attenuated Acetaminophen-Induced Mice Liver Injury. *Am J Transl Res.* 2015; 7(2):309–318
5. Zhou YX *et al.* *Portulaca Oleracea* L.: A Review of Phytochemistry and Pharmacological Effects. *Biomed Res Int.*; 2015. DOI: 10.1155/2015/925631
6. Lee AS *et al.* Anti-TNF-α Activity of *Portulaca oleracea* in Vascular Endothelial Cells. *Int J Mol Sci.* 2012; 13(5):5628–5644
7. Gong F *et al.* Hypoglycemic Effects of Crude Polysaccharide from Purslane. *Int J Mol Sci.* 2009; 10(3):808–888
8. Elkhayat ES, Ibrahim SRM, Aziz MA. Portulene, a New Diterpene from *Portulaca oleracea* L. *J Asian Nat Prod Res.* 2008; 10(11–12):1039–1043
9. Xin HL *et al.* Two Novel Triterpenoids from *Portulaca oleracea* L. *Helv Chim Acta.* 2008; 91(11):2075–2080
10. Bajaj S, Khan A. Antioxidants and Diabetes. *Indian J Endocrinol Metab.* 2012; 16(Suppl 2):267–271
11. Ceriello A, Testa R. Antioxidant Anti-Inflammatory Treatment in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2009; 32(Suppl 2):232–236
12. Abdullah M, Fitriana F, Maryam St. Uji Aktivitas Antioksidan Isolat Fungi Endofit Daun Galing-Galing (*Cayratia trifolia* L.) dengan Metode 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil (DPPH). *As-Syifaa Jurnal Farmasi.* 2020; 12(2):117–122
13. Aminah, Maryam S, Baits M, Kalsum U. Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Berdasarkan Tempat Tumbuh Dengan Metode Peredaman DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia.* 2016; 3(1):146–150
14. Yuniastri R, Hanafi I, Sumitro EA. Potensi Antioksidan Pada Krokot (*Portulaca oleracea*) Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem.* 2020; 8(3):284–290
15. Karlina CY, Ibrahim M, Trimulyono G. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herba Krokot (*Portulaca oleracea* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi.* 2013; 2(1):87–93