

Aktivitas Antioksidan Jamur Endofitik BS-1 yang Diisolasi dari Bunga Sambiloto Menggunakan Beras Putih sebagai Media Pertumbuhan

Antioxidant Activity of Endophytic Fungus BS-1 Isolated from Sambiloto Flowers Using White Rice as Growth Media

Mauline Adia Silvani¹, Riga Riga^{1,*}, Dewi Meliati Agustini²

¹Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

*Email Korespondensi: rigakimia@fmipa.unp.ac.id

Abstrak

Sambiloto merupakan tumbuhan dari famili Acanthaceae dilaporkan menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang memiliki bioaktivitas salah satunya bersifat antioksidan. Selain menggunakan tumbuhan alaminya, sumber lainnya untuk mencari senyawa antioksidan dari sambiloto yaitu menggunakan jamur endofitik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan aktivitas antioksidan dan skrining fitokimia dari jamur endofitik BS-1 yang berkolonisasi dengan bunga sambiloto (*Andrographis paniculata*) menggunakan beras putih sebagai media pertumbuhan. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari tahap inokulasi, optimasi, kultivasi, dan diekstraksi menggunakan etil asetat sehingga didapatkan ekstrak pekat etil asetat (EtOAc). Ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1 dilakukan skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa jamur endofitik BS-1 positif mengandung steroid, fenolik, dan alkaloid. Senyawa fenolik pada ekstrak jamur endofitik BS-1 ini dapat berpotensi sebagai antioksidan, yang didukung oleh hasil uji antioksidan, dimana ekstrak jamur endofitik BS-1 memiliki sifat antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 38,61 ppm.

Kata Kunci: Bunga sambiloto, antioksidan, jamur endofitik

Abstract

Sambiloto is a plant from the Acanthaceae family which is reported to produce various secondary metabolites which have bioactivity, one of which is antioxidant. Apart from using natural plants, another source for searching of antioxidant compound from Sambiloto is using endophytic fungus. The aim of this study was to determine the antioxidant activity and phytochemical screening of the

BS-1 endophytic fungus colonizing with sambiloto flowers (*Andrographis paniculata*) using white rice as a growth media. The steps taken in this study started from the stages of inoculation, optimization, cultivation, and extraction using ethyl acetate to obtain a concentrated extract of ethyl acetate (EtOAc). The EtOAc extract of endophytic fungus BS-1 was subjected to phytochemical screening and antioxidant activity tests. The results of the phytochemical screening showed that the positive BS-1 endophytic fungus contained steroids, phenolics, and alkaloids. The phenolic compounds in the BS-1 endophytic fungus extract have the potential as antioxidants, which is supported by the antioxidant test results, where the BS-1 endophytic fungus extract has very strong antioxidant properties with an IC50 value of 38.61 ppm.

Keywords: Sambiloto flowers, antioxidant, endophytic fungus

Received: 31 Januari 2023

Accepted: 06 Maret 2023

DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i2.1734>



Copyright (c) 2023, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

How to Cite:

Silvani, M.A., Riga, R., Agustini, D.M., 2023. Aktivitas Antioksidan Jamur Endofitik BS-1 yang Diisolasi dari Bunga Sambiloto Menggunakan Beras Putih sebagai Media Pertumbuhan. *J. Sains Kes.*, 5(2). 149-156.
DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i2.1734>

1 Pendahuluan

Antioksidan adalah senyawa yang menyumbangkan satu atau lebih elektron (donor elektron) yang berguna untuk mencegah pembentukan radikal dalam tubuh manusia dengan cara mengikat molekul radikal bebas. Senyawa antioksidan alami yang terdapat pada tumbuhan dapat mencegah tingginya kandungan radikal bebas dalam tubuh. Salah satu tumbuhan yang dilaporkan berpotensi memiliki aktivitas antioksidan adalah tumbuhan sambiloto (*Andrographis paniculata*) [1].

Sambiloto adalah tumbuhan yang berasal dari famili Acanthaceae. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan yang banyak digunakan sebagai obat tradisional di Indonesia. Manfaat dari tumbuhan sambiloto dalam pengobatan tradisional diyakini untuk meningkatkan nafsu

makan anak, mengatasi flu atau influenza, asma, diabetes, mengatasi penyakit yang berhubungan dengan saluran pencernaan. Selain itu, sambiloto juga digunakan sebagai antibakteri, analgesik, dan antiinflamasi [2], [3], [4]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa daun sambiloto positif mengandung senyawa fenolik dan flavonoid. Senyawa fenolik dan flavonoid diketahui dapat menangkap radikal bebas atau berfungsi sebagai antioksidan [1]. Adapun alternatif atau cara lain untuk pencarian senyawa antioksidan dari tumbuhan sambiloto yaitu dengan menggunakan jamur endofitik. Pada beberapa dekade, ilmuwan tumbuhan mulai menyadari bahwa tumbuhan dapat berfungsi sebagai sumber beberapa mikroorganisme endofit [5].

Jamur endofitik adalah kelompok jamur yang hidup di dalam jaringan tumbuhan dan

tidak menimbulkan efek yang merugikan terhadap inangnya [6], [7], [8]. Hubungan antara jamur endofitik dengan tumbuhan inangnya merupakan hubungan simbiosis mutualisme yaitu hubungan yang saling menguntungkan [9]. Jamur endofitik diketahui mampu menghasilkan senyawa bioaktif dengan berbagai aktivitas biologi. Metabolit sekunder yang dilaporkan memiliki bioaktivitas pada jamur endofitik di antaranya alkaloid, terpenoid, fenolik, dan sebagainya. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas biologi termasuk sebagai antioksidan [10]. Selain itu, keunggulan lain yang dimiliki jamur endofitik ini sangat mudah tumbuh dalam jumlah banyak dan cepat tanpa membutuhkan tumbuhan dalam jumlah yang banyak. Hal ini menyebabkan teknik isolasi jamur endofitik menjadi alternatif yang efektif untuk menghasilkan senyawa bioaktif dari tumbuhan tanpa membahayakan habitatnya [11].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, jamur endofitik BS-1 yang diisolasi dari bunga sambiloto telah diuji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus pyogenes*. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat jamur endofitik BS-1 yang diisolasi dari bunga tumbuhan sambiloto memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan semua bakteri uji [12]. Namun, belum ada penelitian yang melaporkan terkait aktivitas antioksidan jamur endofitik yang diisolasi dengan bunga sambiloto. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan jamur endofitik BS-1 yang berkolonisasi dengan bunga sambiloto.

2 Metode Penelitian

2.1 Inokulasi Jamur Endofitik

Bunga sambiloto segar dengan ukuran 2x2 cm dibersihkan permukaannya. Bunga sambiloto disterilkan permukaannya dengan cara direndam dalam etanol 70% selama 45 detik dan larutan NaOCl 3,5% selama 30 detik. Sterilisasi permukaan ini bertujuan untuk membunuh mikroba epifit yang di bunga sambiloto. Bunga yang sudah disterilkan kemudian ditempelkan pada media PDA sebagai kontrol negatif. Bunga dipotong dengan ukuran

1x1 cm untuk diinokulasi pada media PDA, inkubasi pada suhu 28°C. Setelah 7 hari diinkubasi, jamur endofitik di sub-kultur ke media PDA lainnya hingga diperoleh isolat tunggal jamur endofitik [12].

2.2 Optimasi Waktu Kultivasi Jamur Endofitik

Jamur endofitik dipotong dengan ukuran 2x2 cm kemudian dimasukkan ke dalam enam Erlenmeyer 250 ml yang berisi media nasi dengan masing-masing dua erlenmeyer untuk minggu kedua, ketiga dan keempat dipanen dan diekstraksi dengan pelarut etil asetat sehingga didapatkan ekstrak EtOAc. Selanjutnya, untuk menentukan waktu kultivasi optimumnya ekstrak EtOAc dianalisis berdasarkan massa yang diperoleh [12].

2.3 Kultivasi dan Ekstraksi Jamur Endofitik

Isolat tunggal jamur endofitik BS-1 dikultivasi dengan memindahkan jamur 1x1 cm pada media nasi, kemudian diinkubasi pada suhu 28°C, didiamkan selama tiga minggu. Setelah tiga minggu, jamur endofitik dipanen dan diekstrak dengan EtOAc sebanyak 75 ml, didiamkan selama 1 hari. Ekstrak EtOAc disaring sehingga didapatkan filtratnya. Ekstrak diuapkan pelarutnya hingga didapatkan ekstrak pekat EtOAc dan ditimbang massanya [12].

2.4 Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jamur Endofitik

2.4.1 2.4.1 Pembuatan Larutan DPPH 50 ppm

Larutan DPPH konsentrasi 50 ppm dibuat dengan melarutkan 2,5 mg padatan DPPH ke dalam 50 ml methanol. Siapkan larutan pembanding atau larutan kontrol yang berisi 1 ml DPPH 50 ppm dan 2 ml metanol.

2.4.2 2.4.2 Pembuatan Larutan Induk Sampel 100 ppm

Larutan induk sampel konsentrasi 100 ppm disiapkan dengan melarutkan ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1 sebanyak 2,5 mg ke dalam 25 ml methanol. Selanjutnya, larutan induk sampel diencerkan dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm, 80 ppm, dan 90 ppm. Inkubasi selama 30 menit pada suhu 27°C.

2.4.3 Pengukuran Absorbansi Sampel

Sampel yang telah selesai diinkubasi pada suhu kamar dan tidak terkena cahaya matahari diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. [13]

2.4.4 Pengujian Nilai IC₅₀

Pengujian aktivitas antioksidan metode DPPH dilakukan dengan mengamati perubahan warna pada sampel setelah diinkubasi dengan DPPH. Apabila semua elektron DPPH berpasangan dengan elektron pada sampel ekstrak maka akan terjadi perubahan warna dari ungu tua menjadi kuning terang. Kemudian sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Nilai absorbansi setiap sampel diolah menggunakan kurva regresi sehingga diperoleh nilai IC₅₀ [13].

2.5 Uji Fitokimia

2.5.1 Uji Steroid

Sebanyak 0,5 ml ekstrak jamur endofitik BS-1 dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Tambahkan 0,5 ml kloroform, 1 ml asetat anhidrat, dan 1-2 tetes asam sulfat pekat. Apabila terbentuk warna hijau tua menandakan adanya steroid [14].

2.5.2 Uji Terpenoid

Ekstrak jamur endofitik BS-1 sebanyak 0,5 ml kloroform dan 0,5 ml asam sulfat pekat. Jika terbentuk warna coklat kemerahan menandakan adanya terpenoid [14].

2.5.3 Uji Fenolik

Ekstrak jamur endofitik BS-1 dimasukkan ke dalam plat tetes kemudian ditambahkan larutan FeCl₃ 1%. Jika sampel mengalami perubahan warna menjadi biru-hitam menunjukkan hasil positif senyawa fenolik pada sampel [15].

2.5.4 Uji Alkaloid

Ekstrak jamur endofitik BS-1 dimasukkan ke dalam tiga tabung reaksi yang berbeda lalu ditambahkan masing-masing tabung dengan pereaksi Dragendorff, pereaksi Mayer, dan pereaksi Wagner. Terbentuknya endapan jingga,

putih, dan coklat menunjukkan hasil uji positif alkaloid [15].

2.5.5 Uji Flavonoid

Ekstrak jamur endofitik BS-1 dimasukkan ke dalam tabung reaksi, tambahkan etanol 70% dan dipanaskan. Setelah itu ditambahkan logam Mg dan satu tetes HCl pekat. Jika terbentuk larutan berwarna merah muda menunjukkan hasil positif flavonoid [15].

3 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan dari ekstrak etil asetat (EtOAc) jamur endofitik yang diisolasi dari bunga sambiloto yang memiliki potensi sebagai tanaman obat. Penggunaan bagian sambiloto untuk mengobati berbagai penyakit merupakan faktor yang mendasari pemilihan sampel pada penelitian ini. Menurut sifat etnofarmakologi suatu tumbuhan dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif yang terkandung pada tumbuhan tersebut. Penelitian terkait mengenai aktivitas jamur endofitik pada tumbuhan inang lainnya sudah pernah dilaporkan [16], [17]. Namun, studi terkait aktivitas antioksidan pada jamur endofitik dari bunga sambiloto belum pernah dilaporkan.

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengisolasi jamur endofitik dari bunga sambiloto. Bunga sambiloto dicuci bersih dengan air mengalir agar tidak ada pengotor yang terdapat pada permukaan sampel. Selanjutnya, dilakukan sterilisasi dengan etanol 70% dan NaOCl 3,5% untuk membunuh mikroorganisme yang ada pada permukaan bunga. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa jamur yang tumbuh pada media inokulan adalah jamur endofitik yang berasal dari jaringan bunga sambiloto. Sampel yang telah steril ini dilakukan inokulasi pada media PDA yang sudah ditambahkan amoxilin dengan konsentrasi 2,5%. Penambahan antibiotik ini bertujuan untuk mencegah tumbuhnya bakteri pada kultur tersebut. Setelah tujuh hari, jamur yang tumbuh dipindahkan ke dalam media PDA yang baru sehingga diperoleh isolat tunggal jamur endofitik. Jamur endofitik BS-1 dipilih untuk dilakukan proses yang lebih lanjut berdasarkan pengamatan morfologinya. Jamur endofitik BS-1 mempunyai ciri makroskopik yaitu koloninya

berbentuk bulat dan memusat. Permukaan koloni jamur endofitik BS-1 cukup kasar, tipis dan tersebar merata ke semua permukaan media. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis jamur endofitik BS-1 mempunyai spora dan hifa yang tidak bersekat menyerupai *Chrysosporium spp* [12].



Gambar 1. Isolat Jamur Endofitik BS-1

Jamur endofitik yang diisolasi dari bunga sambiloto dilakukan kultivasi skala kecil untuk menentukan waktu optimum jamur dalam menghasilkan metabolit sekunder. Ekstrak etil asetat jamur endofitik BS-1 pada minggu pertama, kedua, ketiga dan keempat dianalisis massa ekstraknya untuk mendapatkan informasi mengenai kandungan metabolit sekundernya. Jamur endofitik menghasilkan metabolit sekunder pada fase stasioner, yaitu tahap dimana laju pertumbuhan dan kematian sel terjadi keseimbangan. Fase ini terjadi ketika jamur telah kehabisan nutrisi yang terkandung pada media. Hal ini akan mengakibatkan enzim-enzim yang menghasilkan metabolit sekunder akan terakumulasi, sehingga metabolit sekunder yang dihasilkan semakin meningkat. Hasil uji menunjukkan bahwa waktu kultivasi optimum jamur BS-1 dalam memproduksi senyawa yaitu dalam waktu dua minggu. Berikut ini adalah Tabel 1 yang menunjukkan massa ekstrak etil asetat pada minggu pertama hingga minggu keempat dari jumlah kultivasi yang sama.

Tabel 1. Massa ekstrak EtOAc pada minggu pertama hingga minggu keempat kultivasi

Jamur	Minggu			
	1	2	3	4

BS-1 (Jamur yang diisolasi dari bunga sambiloto)	15,3 mg	25,3 mg	24,6 mg	24,0 mg

Selanjutnya jamur endofitik BS-1 dilakukan kultivasi ke dalam dua Erlenmeyer yang berisi media nasi. Setelah dilakukan kultivasi selama fase stasionernya yaitu dalam waktu dua minggu, jamur endofitik BS-1 dipanen dan diekstraksi menggunakan etil asetat. Selanjutnya pelarut diuapkan hingga didapatkan ekstrak pekat EtOAc dari jamur endofitik BS-1.

Ekstrak pekat EtOAc jamur endofitik BS-1 dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa terpenoid, steroid, flavonoid, fenolik, dan alkaloid. Hasil uji fitokimia ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji fitokimia ekstrak jamur endofitik BS-1

Golongan Senyawa	Pereaksi	Hasil
Terpenoid	Liebermann-Burchard	-
Steroid	Liebermann-Burchard	+
Flavonoid	HCl dan logam Mg	-
Fenolik	FeCl ₃ 1%	+
Alkaloid	Mayer	+
	Dragendorff	+
	Wagner	+

Berdasarkan hasil yang diperoleh, ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1 positif mengandung senyawa steroid, fenolik, dan alkaloid. Ini membuktikan bahwa ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1 mengandung senyawa aktif metabolit sekunder.

Pada identifikasi steroid, pengujian dilakukan dengan menggunakan pereaksi Liebermann-Burchard yang terdiri dari anhidrida asetat dan asam sulfat. Steroid yang dihidrolisis dengan asam sulfat pekat akan menghasilkan gugus hidroksil dan bereaksi dengan anhidrida asetat. Hasil positif pada uji ini ditandai dengan terbentuknya warna hijau pada larutan yang berasal dari reaksi antara steroid dengan asam asetat glasial dengan asam sulfat pekat [18].

Pada uji fenolik dilakukan dengan penambahan larutan FeCl_3 untuk menentukan apakah ekstrak EtOAc mengandung gugus fenol. Hasil uji menunjukkan perubahan warna menjadi biru kehitaman setelah ditambahkan FeCl_3 . Hal ini membuktikan bahwa ekstrak jamur endofitik BS-1 mengandung senyawa fenolik. Reaksi yang terjadi adalah $\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 6 \text{ArOH} \rightarrow 6\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{Cl}^-(\text{aq}) + [\text{Fe}(\text{OAr})_6]^{3-}(\text{aq})$. Kandungan fenolik yang terkandung dalam ekstrak jamur endofitik BS-1 menunjukkan bahwa adanya potensi sebagai antioksidan [19].

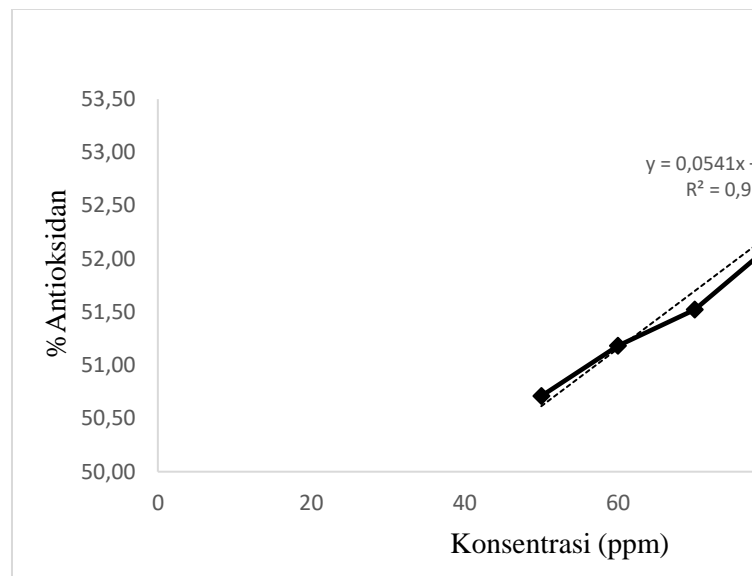
Pada uji senyawa alkaloid menunjukkan hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan putih dengan penambahan pereaksi Mayer. Diperkirakan endapan tersebut adalah kompleks kalium-alkaloid. Pada pembuatan reagen Mayer, larutan merkuri (II) klorida ditambah kalium iodida akan bereaksi membentuk endapan merah merkuri (II) iodida. Jika kalium iodida yang ditambahkan berlebih maka akan terbentuk kalium tetraiodomerkurat (II). Pada uji alkaloid dengan pereaksi Mayer, nitrogen pada alkaloid akan bereaksi dengan ion logam K^+ dari kalium tetraiodomerkurat (II) membentuk endapan kompleks kalium alkaloid. Hasil uji positif alkaloid pada uji Dragendorff menunjukkan terbentuknya endapan coklat muda sampai kuning. Endapan tersebut adalah kalium-alkaloid. Pereaksi Dragendorff dibuat dengan melarutkan bismut nitrat dengan asam klorida agar tidak terjadi reaksi hidrolisis karena garam-garam bismuth mudah terhidrolisis. Hasil uji alkaloid pada reagen Wagner ditunjukkan dengan adanya endapan coklat muda hingga kuning. Pada uji ini, ion K^+ akan membentuk ikatan kovalen koordinat dengan nitrogen pada alkaloid membentuk endapan kompleks kalium-alkaloid [19].

Selanjutnya, ekstrak pekat EtOAc jamur endofitik BS-1 juga dilakukan uji terhadap aktivitas antioksidannya dengan menggunakan metode DPPH. Metode ini dipilih karena tidak memerlukan sampel dalam jumlah yang banyak, dan metode ini juga tergolong sederhana [20]. Hasil uji dari aktivitas antioksidan ekstrak jamur endofitik BS-1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1

Absorban kontrol	Konsentrasi	Absorban
0.493	50	0.243

0.493	60	0.241	51.18
0.493	70	0.239	51.52
0.493	80	0.236	52.13
0.493	90	0.232	52.94



Gambar 2. Kurva Antioksidan Ekstrak EtOAc Jamur Endofitik BS-1

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai IC_{50} yaitu nilai konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Berdasarkan kurva antioksidan di atas didapatkan persamaan garis $y = 0,0541x + 47,911$ sehingga dapat ditentukan nilai IC_{50} dengan mensubstitusikan nilai 50 pada nilai y, didapatkan nilai IC_{50} sebesar 38,61 ppm. Sifat antioksidan berdasarkan IC_{50} dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Sifat Antioksidan berdasarkan Nilai IC_{50} [13]

Nilai IC_{50}	Sifat Antioksidan
<50 ppm	Sangat kuat
50-100 ppm	Kuat
100-150 ppm	Sedang
150-200 ppm	Lemah

Berdasarkan nilai IC_{50} dapat dikatakan bahwa sifat antioksidan pada ekstrak jamur endofitik BS-1 tergolong sangat kuat, karena berada pada rentang <50 ppm. Nilai IC_{50} aktivitas antioksidan dari ekstrak tersebut merupakan nilai IC_{50} dari jamur endofitik BS-1.

Hal ini dikonfirmasi dengan tidak adanya metabolit sekunder dari hasil ekstraksi media beras putih kosong (yang tidak ditumbuhi jamur).

Hasil uji antioksidan ini juga berhubungan dengan kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak EtOAc jamur endofitik BS-1 yaitu steroid, fenolik, dan alkaloid karena senyawa-senyawa ini yang berpotensi sebagai antioksidan pada penelitian ini. Mekanisme steroid sebagai senyawa yang berperan sebagai antioksidan primer yaitu mampu mengurangi pembentukan radikal bebas baru dengan cara memutus reaksi berantai dan mengubahnya menjadi produk yang lebih stabil [21]. Fenolik memiliki kemampuan untuk mendonorkan atom hidrogen, sehingga radikal bebas DPPH dapat tereduksi menjadi bentuk yang lebih stabil. Semakin banyak gugus -OH yang dimiliki oleh senyawa fenolik, maka semakin kuat aktivitas antioksidan yang diperoleh [22]. Selain itu, senyawa alkaloid juga berperan sebagai antioksidan dengan cara menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas, sehingga mekanisme ini menunjukkan bahwa alkaloid berperan sebagai antioksidan primer [23].

4 Kesimpulan

Hasil uji aktivitas antioksidan jamur endofitik BS-1 yang berkolonisasi dengan bunga sambiloto menggunakan beras putih sebagai media pertumbuhan menunjukkan bahwa ekstrak EtOAc jamur endofitik memiliki sifat antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 38,61 ppm.

5 Daftar Pustaka

- [1] Apriliani, T. & Tukiran. 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kejibeling (*Strobilanthes crispata* L., Blume) dan Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Burm. f. Nees) dan Kombinasinya. *Jurnal Kimia Riset* vol. 6.
- [2] Silalahi, M. 2020. Sambiroto (*Andrographis paniculata*) dan Bioaktivitasnya. *BEST J. (Biology Educ. Sains Technol.* 3, 76–84.
- [3] Febria, F., Suryelita, S. & Riga, R. 2022. Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of The Fraction of Endophytic Fungus Derived from Sambiloto Flowers (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees). *J. Sains Nat.* 12, 134.
- [4] Ratnani, R. D., Hartati, I. & Kurniasari, L. 2012. Potensi Produksi Andrographolide dari Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) melalui Proses Ekstraksi Hidrotopi. *Momentum* 8, 6–10.
- [5] Oktavia, L., Ilyas, M. & Agusta, A. 2020. The Antimicrobial and Antioxidant Activity of Endophytic Fungi Extract Associated With Chlorantus Officinalis Blume and Staurogyne Elongata Kuntze. *J. Kim. dan Pendidik. Kim.* 5, 131–140.
- [6] Khiralla, A. et al. 2015. A Pilot Study of Antioxidant Potential of Endophytic Fungi from Some Sudanese Medicinal Plants. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 8, 701–704.
- [7] Akmalasari, I., Purwati, E. S. & Dewi, R. S. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Biosfera* 30, 82–89.
- [8] Eltivitasari, A., Wahyuono, S. & Astuti, P. 2021. Jamur Endofit *Arthrimum* sp., Sumber Potensial Senyawa Obat Review. *J. Sains Farm. Klin.* 8, 228.
- [9] Riga, R. & Hakim, E. H. 2021. Aktivitas Sitotoksik dan Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Jamur Endofitik *Colletotrichum gloeosporioides* yang Diisolasi dari Daun *Artocarpus heterophyllus*. *J. Farm. Udayana* 10, 193.
- [10] Astuti, R. A., Rante, H. & Kursia, S. Isolasi, Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Fungi Endofit Tangkai Daun Muebei (*Morus alba* L.).
- [11] Aminin, A. L. N., Cahyanti, N., Sari, A., Mulyani, N. S. & Cahyono, B. 2020. Antioxidant and Antimicrobial Screening of Endophytic Fungi Culture Filtrate from Purwoceng (*Pimpinella alpina* Molke) Leaf. *J. Kim. Sains dan Apl.* 23, 319–324.
- [12] Riga, R., Aulia Suhanah, R., Suryelita, S., Benti Etika, S. & Ulfah, M. 2021. Jamur Endofitik yang Diisolasi dari Bunga *Andrographis paniculata* (Sambiloto) sebagai Sumber Senyawa Antibakteri. *J. Insa. Farm. Indones.* 4, 139–148.
- [13] Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T. & Jonathan, J. G. 2018. Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH pada Ekstrak Etanol Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.). 1–7.
- [14] Saqallah, F. G., Hamed, W. M. & Talib, W. H. 2018. In Vivo Evaluation of *Antirrhinum majus*' Wound-Healing Activity. *Sci. Pharm.* 86.
- [15] Elita, A., Saryono, S. & Christine, J. 2019. Penentuan Waktu Optimum Produksi Antimikroba dan Uji Fitokimia Ekstrak Kasar Fermentasi Bakteri Endofit *Pseudomonas* sp. dari Umbi Tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*). *J. Ind. Che Acta* 3, 56–62.

- [16] Riga, R. *et al.* 2021. Secondary metabolites from *Diaporthe lithocarpus* isolated from *Artocarpus heterophyllus*. *Nat. Prod. Res.* 35, 2324–2328.
- [17] Angelin, M., Endey, B., Patading, G. F., Kolondam, B. J. & Tangapo, A. M. 2022. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Jamur Endofit Daun Leilem (*Clerodendrum minahassae* L.). *J. Bios Logos* 12, 62.
- [18] Najoan, J. J., Runtuwene, M. J. R. & Wewengkang, D. S. 2016. Uji Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Tiga (*Allophylus Cobbe* L.). *Pharmacon* 5, 266–274.
- [19] Wardhani, R. A. P. & Suparsono, S. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Pada Bakteri. *IJCS - Indones. J. Chem. Sci.* 4, 1–6.
- [20] Wijaya, D. P., Paendong, J. E. & Abidjulu, J. 2014. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Nasi (*Phrynium capitatum*) dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *J. MIPA* 3, 11.
- [21] Maulida, W., Fadraersada, J. & Rijai, L. 2016. Isolasi Senyawa Antioksidan dari Daun Pila-Pila (*Mallotus paniculatus*). 35, 384–390.
- [22] Hasan, H., Ain Thomas, N., Hiola, F. & Ibrahim, A. S. 2022. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) Dengan Metode 1,1-Diphenyl-2-picrylhidrazil (DPPH). *Indones. J. Pharm. Educ.* 1, 67–73.
- [23] Kurniati, R. I. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Etanol Daun Buas-Buas (*Premna cordifolia* Linn.) dengan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil).