



## Aktivitas Antioksidan Jamur Endofitik RS-1 yang Diisolasi dari Ranting Sambiloto (*Andrographis Paniculata*) dengan Media Pertumbuhan Beras Putih

Namira Putri Fadhillah, Universitas Negeri Padang, Indonesia

Riga Riga\*, Universitas Negeri Padang, Indonesia

Bali Yana Fitri, Universitas Negeri Padang, Indonesia

### ABSTRACT

Endophytic fungus are microorganisms that live in plant tissues without harming their host plants. One of the plants that has the potential host to endophytic fungus is *Andrographis paniculata*, known as Sambiloto. *A. paniculata* is a medicinal plant that produces various secondary metabolites and has been reported to have antioxidant activity. This study aims to determine the antioxidant activity of the endophytic fungus RS-1 isolated from *A. paniculata* twigs. The method of this study consisted of inoculation, optimization, cultivation and extraction, phytochemical tests and antioxidant tests using the DPPH method of endophytic fungus from the twigs of *A. paniculata*. The results of the study on the phytochemical test of the ethyl acetate extract of the endophytic fungus RS-1 contained steroid, phenolic and alkaloid compounds. The results of the antioxidant activity test on the ethyl acetate extract of the RS-1 endophytic fungus showed an  $IC_{50}$  value of 99,74 ppm. The  $IC_{50}$  value indicates that the antioxidant activity is relatively strong.

### ARTICLE HISTORY

Submitted 22/03/2023

Revised 04/05/2023

Accepted 08/05/2023

### KEYWORDS

Endophytic fungus; antioxidant; *Andrographis paniculata*; phytochemical; DPPH

### CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ [rigakimia@fmipa.unp.ac.id](mailto:rigakimia@fmipa.unp.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v7i1.6838>

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya akan keberagaman tumbuhan yang berpotensi sebagai obat herbal dan tradisional. Penggunaan obat tradisional telah lama digunakan karena telah terjamin mutu, khasiat dan keamanannya, sehingga digunakan secara turun-temurun sebagai obat yang dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Salah satu tumbuhan yang digunakan sebagai obat tradisional adalah *Andrographis paniculata* atau lebih dikenal dengan tumbuhan sambiloto (Yunita, 2021)

*A. paniculata* merupakan tumbuhan yang mengandung senyawa aktif yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku obat tradisional. *A. paniculata* memiliki banyak manfaat seperti mengobati diabetes, tekanan darah tinggi, rematik, gatal-gatal, keputihan, diuretik, flu, demam, infeksi saluran pernapasan dan sebagainya (Nur Rachmani et al., 2018). *A. Paniculata* juga memiliki banyak khasiat diantaranya sebagai antioksidan, antimalaria, antibakteri, antiinflamasi, anti-HIV dan antihiperlipidemia (Li et al., 2022). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, tumbuhan *A. paniculata* dilaporkan mengandung senyawa fenolik dan flavonoid. Senyawa flavonoid pada tumbuhan dapat menghambat reaksi oksidasi melalui mekanisme radikal bebas dengan menyumbangkan satu elektron yang tidak berpasangan dalam radikal bebas, sehingga *A. paniculata* merupakan salah satu tumbuhan yang telah dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan alami (Utami, 2021).

Antioksidan merupakan senyawa pendonor elektron, dimana antioksidan dapat mendonorkan satu elektronnya dan digunakan sebagai pelindung bagi tubuh dari serangan radikal bebas. Komponen kimia yang berperan sebagai antioksidan pada jumlah tertentu mampu mencegah dan memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi (Arum Astuti et al., 2017). Berdasarkan hal tersebut, alternatif lain dalam pencarian senyawa antioksidan dari tumbuhan *A. paniculata* adalah dengan menggunakan jamur endofitik.

Jamur endofitik merupakan mikroorganisme yang berkolonisasi terhadap jaringan tanaman inang antar sel atau intraseluler tanpa menimbulkan gejala yang nyata serta memiliki peran fisiologis dan ekologis yang sangat penting (Bimantara et al., 2022; Li et al., 2022). Hubungan antara jamur endofitik dengan tumbuhan inangnya adalah hubungan yang saling menguntungkan. Jamur endofitik dapat memproduksi beragam metabolit sekunder sehingga dapat memproteksi tumbuhan inangnya dalam situasi ekstrim (Riga & Hakim, 2021).



Jamur endofitik mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang sama atau berbeda dengan tanaman inangnya seperti alkaloid, terpenoid, steroid, senyawa fenolik dan memberikan aktivitas biologis yang menarik (Jb et al., 2022; Safitri et al., 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa laporan kapasitas antioksidan dari jamur endofitik masih terbatas (Khalil et al., 2020).

Penelitian sebelumnya melaporkan aktivitas antibakteri dari ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 yang diisolasi dari ranting *A. paniculata* dengan media pertumbuhan beras putih (Yolanda et al., 2022). Akan tetapi, penelitian mengenai aktivitas antioksidan pada jamur endofitik RS-1 yang diisolasi dari ranting *A. paniculata* dengan media pertumbuhan beras putih belum pernah dilaporkan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan dari jamur endofitik RS-1 yang diisolasi dari ranting *A. paniculata*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, Erlenmeyer, *waterbath*, tusuk sate, autoklaf, corong, kertas saring, neraca analitik, kuvet, *laminar air flow*, inkubator, Genesys 20 Vis Spectrophotometer, dan aluminium foil.

Bahan yang digunakan yaitu  $H_2SO_4$  2N, *Potato Dextrose Agar* (PDA), reagen dragendorff, reagen mayer, reagen wagner, etil asetat, alkohol 70%, akuades, beras,  $FeCl_3$ , methanol, etanol 70%, ammonia-kloroform, HCl p.a, logam Mg, DPPH,  $NaOCl_3$  3,5%, dan asam asetat anhidrat.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1 Inokulasi Jamur Endofitik

Ranting segar *A. paniculata* dipotong berukuran 2×2 cm dan dibersihkan dengan air mengalir. Permukaan ranting disterilisasi dengan cara direndam dalam larutan etanol 70% selama 45 detik dan larutan  $NaOCl$  3,5% selama 30 detik. Ranting steril tersebut ditempelkan pada media PDA sebagai kontrol negatif. Ranting dipotong 1×1 cm lalu diinokulasi pada media PDA dan diinkubasi pada suhu 28°C. Setelah 7 hari, jamur endofitik yang tumbuh dipindahkan ke media padat lainnya sehingga didapatkan isolat jamur endofitik (Aulia Suhanah et al., 2021).

#### 2.2.2 Optimasi Waktu Kultivasi Jamur Endofitik

Jamur endofitik yang didapatkan pada proses inokulasi akan dikultivasi dengan cara memindahkan 1×1 cm jamur dari media padat ke dalam Erlenmeyer 250 mL yang berisi media beras. Setiap minggu, jamur endofitik diekstrak dengan pelarut etil asetat, kemudian disaring dan diuapkan pelarutnya dengan *waterbath* sehingga didapat ekstrak pekat etil asetat. Ekstrak pekat tersebut dianalisis sesuai massa ekstrak yang dihasilkan untuk menentukan waktu kultivasi optimum (Aulia Suhanah et al., 2021).

#### 2.2.3 Kultivasi dan Ekstraksi Jamur Endofitik

Isolat tunggal jamur endofitik RS-1 dikultivasi dalam Erlenmeyer 250 mL yang berisi media beras, kemudian diinkubasi pada suhu 28°C. Jamur hasil kultivasi diekstrak dengan pelarut etil asetat sehingga didapat ekstrak pekat etil asetat. Ekstrak pekat etil asetat dapat digunakan untuk uji antioksidan dan uji kandungan metabolit sekunder (Aulia Suhanah et al., 2021).

### 2.3 Uji Fitokimia

#### 2.3.1 Uji Steroid

Larutkan ekstrak etil asetat dengan ammonia-kloroform dan  $H_2SO_4$  2N, kocok sehingga terbentuk dua lapisan. Pada lapisan bawah ditambahkan asam asetat anhidrat. Terbentuknya warna hijau kebiruan menunjukkan adanya steroid (Suryelita et al., 2021).

#### 2.3.2 Uji Terpenoid

Ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu tambahkan kloroform dan  $H_2SO_4$  p.a. Terbentuknya warna coklat kemerahan menunjukkan adanya terpenoid (Saqallah et al., 2018).

### 2.3.3 Uji Alkaloid

Lapisan atas pada uji steroid dan terpenoid dimasukkan kedalam 3 tabung reaksi, kemudian tambahkan pereaksi Dragendorff, pereaksi Mayer dan pereaksi Wagner. Senyawa positif mengandung alkaloid apabila terdapat endapan jingga, putih, dan coklat kemerahan (Suryelita et al., 2021).

### 2.3.4 Uji Flavonoid

Masukkan ke dalam tabung reaksi 1 mL ekstrak sampel kemudian tambahkan 3 mL etanol 70% dan dipanaskan dan disaring. Campuran ditambahkan logam magnesium dan 2 tetes HCl p.a. Perubahan warna menjadi merah menunjukkan positif adanya flavonoid (Hidajati & Triwahyuono, 2019).

### 2.3.5 Uji Fenolik

Larutan ekstrak ditambahkan beberapa tetes  $\text{FeCl}_3$  1%. Senyawa positif mengandung fenolik apabila terbentuknya warna biru tua-hitam (Saqallah et al., 2018).

## 2.4 Uji Aktivitas Antioksidan

### 2.4.1 Pembuatan Larutan DPPH

Sebanyak 2,5 mg padatan DPPH dilarutkan dalam 50 ml methanol. Siapkan larutan kontrol yang berisi 2 ml metanol dan larutan DPPH 50 ppm. Sampel uji disiapkan masing-masing 2 ml larutan sampel dan 2 ml larutan DPPH dan diinkubasi pada suhu 27°C selama 30 menit (Ismawati, 2016).

### 2.4.2 Pembuatan Larutan Induk 100 ppm

Larutan induk sampel dengan konsentrasi 100 ppm dengan melarutkan 2,5 mg ekstrak ke dalam 25 ml methanol, lalu dilakukan pengenceran larutan induk dengan berbagai konsentrasi yaitu 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm, 80 ppm, dan 90 ppm. Inkubasi pada suhu 27°C selama 30 menit.

### 2.4.3 Penentuan Nilai $\text{IC}_{50}$

Pengujian antioksidan dilakukan dengan metode DPPH, setelah diinkubasi dapat dilihat perubahan warna masing-masing sampel. Sampel ekstrak yang sudah diinkubasi dapat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 517nm. Nilai absorbansi masing-masing sampel dianalisis menggunakan kurva kalibrasi dan persamaan regresi, sehingga dapat nilai  $\text{IC}_{50}$  (Ismawati, 2016).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan jamur endofitik dari ranting tumbuhan *A. paniculata*. Pemanfaatan *A. paniculata* sebagai obat tradisional untuk mengobati berbagai macam penyakit menjadi dasar dalam pemilihan sampel pada penelitian ini. Seiring majunya sintesis farmakologis, penelitian sebelumnya membuktikan bahwa *A. paniculata* memiliki potensi sebagai antioksidan (Li et al., 2022). Penelitian terkait aktivitas antioksidan pada jamur endofitik RS-1 yang diisolasi dari ranting *A. paniculata* dengan media pertumbuhan beras putih belum pernah dilaporkan.

### 3.1 Inokulasi Jamur Endofitik

Proses awal dari penelitian ini adalah inokulasi jamur endofitik dari ranting *A. paniculata*. Ranting *A. paniculata* dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran pada permukaan ranting, kemudian dilakukan sterilisasi dengan merendam dalam alkohol 70% dan NaOCl 3,5%. Proses sterilisasi dilakukan untuk membunuh mikroba epifit, mencegah adanya kontaminasi pada proses isolasi dan memastikan bahwa jamur yang tumbuh berasal dari dalam jaringan ranting *A. paniculata* merupakan mikroba endofit (Nurhelmi & Putri, 2021). Ranting yang telah steril diinokulasi pada media PDA yang telah diberi antibiotik yaitu amoksilin yang bertujuan meminimalisir bakteri yang tumbuh pada jaringan ranting tumbuhan. Setelah 7 hari diinkubasi, jamur yang tumbuh pada media PDA dipindahkan ke media lainnya sehingga didapatkan isolat tunggal jamur endofitik dengan kode RS-1.

### 3.2 Pengamatan Makroskopis dan mikroskopis

Isolat jamur endofitik RS-1 yang didapatkan, akan dilakukan pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur endofitik RS-1 ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis RS-1

Jamur endofitik RS-1 memiliki ciri makroskopis yaitu koloni berbentuk bulat dan berserabut, tekstur koloni mirip kapas, koloni berwarna putih, dan memusat. Pengamatan secara mikroskopis jamur endofitik RS-1 dapat dilihat pada gambar memiliki ciri seperti hifa bercabang, berwarna hitam dan bersekat. Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis, dapat dikonfirmasi bahwa mikroorganisme yang diisolasi dari ranting sambiloto merupakan jamur.

### 3.3 Optimasi Waktu dan Kultivasi Jamur Endofitik

Untuk menentukan waktu optimum jamur endofitik saat memproduksi metabolit sekunder, jamur endofitik RS-1 dikultivasi pada skala kecil. Ekstrak etil asetat jamur endofitik dianalisis metabolit sekundernya berdasarkan massa ekstrak yang dihasilkan. Metabolit sekunder diproduksi oleh jamur endofitik pada fase stasioner, yaitu fase terjadinya keseimbangan antara laju pertumbuhan dan kematian sel (Riga et al., 2022)

Jamur endofitik RS-1 dikultivasi pada skala besar dalam Erlenmeyer 250 mL yang berisi media beras putih, ini dilakukan untuk menghasilkan massa ekstrak dalam jumlah yang banyak. Setelah dikultivasi dan mencapai fase stasioner, jamur endofitik tersebut dipanen setelah mencapai waktu optimum dan diekstraksi menggunakan pelarut etil asetat, filtrat disaring dan diuapkan menggunakan penangas sehingga didapatkan ekstrak pekat etil asetat. Ekstrak pekat yang didapatkan digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan dan uji fitokimia dari jamur endofitik RS-1.

### 3.4 Uji Fitokimia

Ekstrak pekat etil asetat yang telah didapatkan, selanjutnya akan dilakukan uji fitokimia meliputi terpenoid, steroid, flavonoid, fenolik serta alkaloid. Hasil uji fitokimia dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat jamur RS-1

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil Uji
Terpenoid	Lieberman-Buncharad	-
Steroid	Lieberman-Buncharad	+
Flavonoid	Mg dan HCl p.a	-
Fenolik	FeCl <sub>3</sub> 1%	+
Alkaloid	Mayer	+
	Dragendorff	+
	Wagner	+

Berdasarkan hasil uji fitokimia pada tabel 1, dapat dilihat bahwa ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 positif mengandung senyawa steroid, fenolik dan alkaloid. Pada uji steroid ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 menghasilkan warna hijau kebiruan yang menunjukkan ekstrak positif mengandung senyawa steroid.

Pada uji fenolik ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 menghasilkan warna hitam yang menunjukkan bahwa ekstrak positif mengandung senyawa fenolik. Senyawa fenolik mempunyai kemampuan dalam mendonorkan atom hydrogen, sehingga radikal bebas DPPH tereduksi menjadi lebih stabil (Hasan et al., 2022).

Pada uji alkaloid ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 menghasilkan warna jingga pada reagen dragendorff, endapan berwarna putih pada reagen mayer, dan endapan berwarna coklat kemerahan pada reagen wagner. Hasil uji alkaloid didasarkan pada ion K<sup>+</sup> pada reagen dan akan terbentuk ikatan koordinasi dari atom nitrogen yang terdapat dalam senyawa (Hidajati & Triwahyuno, 2019).

### 3.5 Uji Aktivitas Antioksidan

Ekstrak etil asetat dari jamur endofitik RS-1 dilakukan pengujian aktivitas antioksidan untuk mengetahui nilai  $IC_{50}$  dari sampel dengan metode DPPH. DPPH merupakan uji dalam menentukan aktivitas antioksidan yang digunakan sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas. Metode DPPH dipilih karena merupakan metode sederhana, mudah dan memerlukan sedikit sampel untuk menguji aktivitas antioksidan pada senyawa bahan alam (Prasetyo et al., 2021).

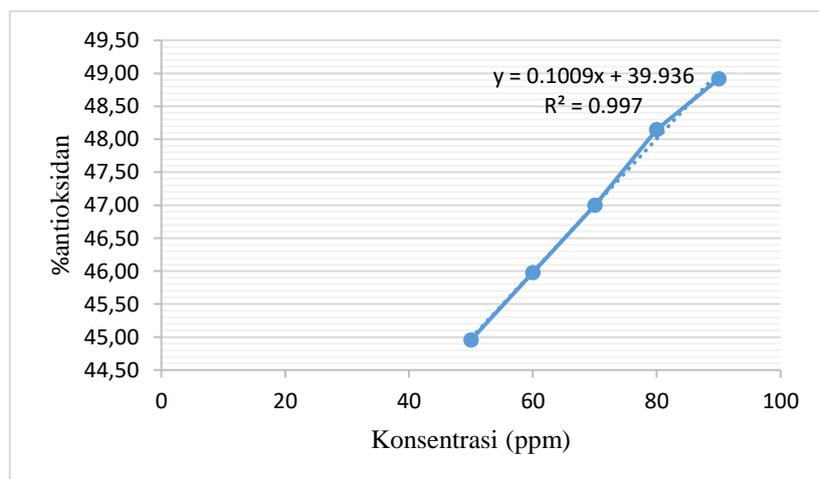
Prinsip uji antioksidan dengan metode DPPH terjadi karena adanya perubahan intensitas warna ungu pada DPPH yang berbanding lurus dengan konsentrasi DPPH yang tersisa setelah direaksikan dengan senyawa antioksidan. Perubahan warna tersebut menyebabkan terjadinya perubahan absorbansi pada larutan saat diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang optimum (Usman & Putra, 2020).

Hasil uji aktivitas antioksidan dari ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 dapat dilihat pada tabel 2 yang menunjukkan hasil pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Perbedaan serapan antara absorbansi DPPH dengan absorbansi sampel yang diukur dengan UV-Vis adalah cara mendapatkan persen antioksidan dari ekstrak jamur endofitik RS-1. Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan adanya nilai  $IC_{50}$  dimana konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  maka semakin besar aktivitas antioksidan sebaliknya semakin besar nilai  $IC_{50}$  maka semakin kecil aktivitas antioksidannya.

Tabel 2. Data hasil Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Jamur Endofitik RS-1

Abs kontrol	Konsentrasi	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Rata-rata	%Antioksidan
0,261	50	0,144	0,144	0,143	0,144	44,96
0,261	60	0,141	0,141	0,141	0,141	45,98
0,261	70	0,138	0,139	0,138	0,138	47,00
0,261	80	0,135	0,136	0,135	0,135	48,15
0,261	90	0,133	0,134	0,133	0,133	48,91

Hasil persamaan regresi linear dari hasil pengukuran aktivitas antioksidan dengan panjang gelombang 517 nm dapat dilihat pada gambar 2 yang menunjukkan persamaan regresi antara % antioksidan dengan konsentrasi ekstrak yang diperoleh yaitu  $y = 0,1009x + 39,936$  dengan nilai koefisien relasi ( $R^2$ ) sebesar 0,997. Dari persamaan tersebut dapat dicari konsentrasi efektif ekstrak untuk menentukan nilai  $IC_{50}$ .



Gambar 2. Kurva Regresi Uji Antioksidan dengan metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan dilakukan untuk memperoleh nilai  $IC_{50}$ . Nilai 50 disubstitusikan sebagai nilai y, sehingga akan didapatkan nilai x sebagai nilai  $IC_{50}$ . Sesuai pernyataan tersebut dapat dilihat nilai  $IC_{50}$  pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3, nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh sebesar 99,74 ppm. Berdasarkan literatur, kategori tingkat  $IC_{50}$  menyatakan bahwa nilai ( $IC_{50} < 50$  ppm) tergolong antioksidan sangat kuat, aktivitas kuat untuk ( $IC_{50}$  ppm-100 ppm), aktivitas sedang (IC

100 ppm-150 ppm) dan lemah (IC 150-200 ppm). Berdasarkan kategori tersebut nilai IC<sub>50</sub> yang diperoleh merupakan antioksidan yang tergolong kuat (Ismawati, 2016; Usman & Putra, 2020).

Tabel 3. Nilai IC<sub>50</sub> sampel ekstrak Etil Asetat Jamur Endofitik RS-1

Persamaan Garis	Nilai IC <sub>50</sub>
$y = 0,1009x + 39,936$	99,74 ppm

### 3.6 Hubungan Antioksidan dengan Hasil Fitokimia

Berdasarkan hasil uji antioksidan, ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 memiliki nilai antioksidan yang besar dikarenakan ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 mengandung senyawa steroid, fenolik dan alkaloid sehingga memiliki aktivitas yang tinggi daripada ekstrak lainnya.

Pada senyawa steroid memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang tergolong dalam antioksidan lipofilik. Berdasarkan mekanismenya, senyawa ini berkerja sebagai antioksidan primer yang mereduksi pembentukan radikal bebas melalui pemutusan reaksi (Kumaradewi et al., 2021).

Pada senyawa fenolik memiliki kemampuan untuk mendonorkan atom hidrogen, sehingga radikal bebas DPPH dapat direduksi menjadi bentuk yang stabil. Semakin banyak gugus hidroksil dalam senyawa fenolik, maka semakin besar aktivitas antioksidannya (Hasan et al., 2022).

Senyawa alkaloid banyak ditemukan dalam pelarut polar. Senyawa alkaloid berpotensi sebagai antioksidan karena di dalam strukturnya terdapat atom nitrogen dimana atom tersebut memiliki pasangan elektron bebas yang mereduksi aktivitas radikal bebas di dalam tubuh (Hasan et al., 2022).

## 4. SIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Simpulan

Berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan, ditarik kesimpulan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 yang diisolasi dari *A. paniculata* yaitu steroid, fenolik dan alkaloid. Ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 menunjukkan aktivitas antoksidan menggunakan metode DPPH diperoleh persamaan regresi ( $R^2$ ) sebesar 0,997 dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 99,74 ppm. Nilai IC<sub>50</sub> yang diperoleh memunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tergolong kuat.

### 4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait uji aktivitas senyawa bioaktif selain uji antioksidan dari isolat jamur endofitik RS-1.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arum Astuti, R., Rante, H., & Kursia, S. (2017). Isolasi, Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Fungi Endofit Tangkai Daun Murbei (*Morus alba L.*).
- Aulia Suhanah, R., Riga, R., Suryelita, S., Benti Etika, S., & Ulfah, M. (2021). Jamur Endofitik yang Diisolasi dari Bunga *Andrographis Paniculata* (Sambiloto) sebagai Sumber Senyawa Antibakteri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 4(1), 139–148. <https://doi.org/10.36387/jifi.v4i1.664>
- Bimantara, A., Widjajanti, H., & Nurnawati, E. (2022). *Potency of Endophytic fungi Isolated from Muntingia calabura as Antifungal Substances against Candida parapsilosis*. 8(2), 88–95.
- 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 picrylhidrazyl (DPPH). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 1(3), 67–73. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i1.10995>
- Hidajati, N., & Triwahyuno, D. A. (2019). Uji Antioksidan dan Fitokimia Ekstrak Etil Asetat (*Swietenia mahagoni Jacq.*). *Jurnal Kimia UNESA*, 179–184.
- Ismawati, A. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH pada Ekstrak Etanol Daun Tanjung (*Mimusops elengi L.*). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan,"* 1–7.
- Jb, H. F., Pk, L., & Er, M. (2022). Antibacterial and Antioxidant Properties of Endophytic Fungi Extracts from *Cola acuminata* (*Sterculiaceae*). 10(1).
- Khalil, D. M. A., El-zayat, S. A., & El-sayed, M. A. (2020). Applied Biotechnology Reports Phytochemical Screening and Antioxidant Potential of Endophytic Fungi Isolated From *Hibiscus sabdariffa*. 7(2), 116–124. <https://doi.org/10.30491/JABR.2020.109287>

- Kumaradewi, D. A. P., Subaidah, W. A., Andayani, Y., & Al-Mokaram, A. (2021). Phytochemical Screening and Activity Test of Antioxidant Ethanol Extract of Buni Leaves (*Antidesma bunius* L. Spreng) Using DPPH Method. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2), 275. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i2.675>
- Li, N., Xu, D., Huang, R. H., Zheng, J. Y., Liu, Y. Y., Hu, B. S., Gu, Y. Q., & Du, Q. (2022). A New Source of Diterpene Lactones From *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees—Two Endophytic Fungi of *Colletotrichum* sp. With Antibacterial and Antioxidant Activities. *Frontiers in Microbiology*, 13(February), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.819770>
- Nur Rachmani, E. P., Pramono, S., & Nugroho, A. E. (2018). Aktivitas Antioksidan Fraksi Flavonoid Bebas Andrografolid dari Herba Sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 1(2), 42–49. <https://doi.org/10.35799/pmj.1.2.2018.21642>
- Nurhelmi, & Putri, D. H. (2021). Optimization of Andalas Leaf Tissue Surface Sterilization (*Morus macroura* Miq.) with NaOCl for Endophytic Microbial Isolation. *Serambi Biologi*, 6(1), 13–18.
- Prasetyo, E., Kiromah, N. Z. W., & Rahayu, T. P. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Terhadap Ekstrak Etanol Kulit Buah Durian (*Durio zibethinnus* L.) dari Desa Alasmalang Kabupaten Banyumas. *Jurnal Pharmascience*, 8(1), 75. <https://doi.org/10.20527/jps.v8i1.9200>
- Riga, R., Etika, S. B., Suhanah, R. A., Anshar, V., Khairi, A., Zarah, J., & No, V. (2022). Aktivitas Antibakteri Jamur Endofitik RS-2 Yang Diisolasi Dari Tumbuhan Sambiloto (*Andrographis Paniculata*). *Jurnal Zarah*, 10(1), 1–5.
- Riga, R., & Hakim, E. H. (2021). Aktivitas Sitotoksik dan Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Jamur Endofitik *Colletotrichum gloeosporioides* yang Diisolasi dari Daun *Artocarpus heterophyllus*. 10(2).
- Safitri, S., Etika, S. B., & Riga, R. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Jamur Endofitik RS-1 Beras Hitam *Antibacterial Activity of the Ethyl Acetate Extract of Endophytic Fungus RS-1 from Andrographis Paniculata Using Black Rice Media*. 10(2), 122–126.
- Saqallah, F. G., Hamed, W. M., & Talib, W. H. (2018). In Vivo Evaluation of Antirrhinum Majus' Wound-Healing Activity. *Scientia Pharmaceutica*, 86(4). <https://doi.org/10.3390/scipharm86040045>
- Suryelita, S., Riga, R., Etika, S. B., Ulfah, M., & Artasasta, M. A. (2021). Antibacterial Screening of Endophytic Fungus *Xylaria* sp. Derived from *Andrographis paniculata* (sambiloto). *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9, 971–975. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.7475>
- Usman, & Putra, A. D. (2020). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun Dan Kulit Batang Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Berwawasan Lingkungan*, 2–6.
- Utami, Y. P. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Akar Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.F.) Ness.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 4(1), 20. <https://doi.org/10.35799/pmj.4.1.2021.34520>
- Yolanda, M., Etika, S. B., & Riga, R. (2022). *EduMatSains*. 7(1), 91–98.
- Yunita, E. (2021). Mekanisme Kerja Andrografolida dari Sambiloto sebagai Senyawa Antioksidan. *Herb-Medicine Journal*, 4(1), 43. <https://doi.org/10.30595/hmj.v4i1.8825>