



RESEARCH ARTICLE

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN JAMUR ENDOFITIK RS-1 DARI RANTING SAMBILOTO MENGGUNAKAN MEDIA BERAS HITAM

Rafigha Gusjelita Absa¹, Riga Riga^{1*}

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

Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang 251311 telp: (0761)588006

*e-mail korespondensi: rigakimia@fmipa.unp.ac.id

Article History

Received:

06 Maret 2023

Accepted:

11 April 2023

Published:

30 Juni 2023

ABSTRAK

Sambiloto (*Andrographis paniculata*) merupakan salah satu tanaman obat herbal yang banyak digunakan sebagai obat tradisional di Indonesia. *A. paniculata* dapat mengobati pilek, demam, radang tenggorokan, gangguan pencernaan dan penyakit lainnya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, *A. paniculata* dapat menghasilkan metabolit sekunder diantaranya alkaloid, fenolik, terpenoid, dan steroid yang memiliki bioaktivitas sebagai antioksidan, antikanker, dan antibakterial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas antioksidan dari jamur RS-1 yang diisolasi dari *A. paniculata* menggunakan media beras hitam sebagai media pertumbuhan. Pengujian aktivitas antioksidan jamur endofitik dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) dengan tujuan untuk mengskrinings aktivitas penangkap radikal dari beberapa senyawa dengan nilai IC_{50} 72,38 ppm. Berdasarkan nilai IC_{50} tersebut, dapat diketahui bahwa isolat tunggal jamur RS-1 yang diisolasi dari tumbuhan *A. paniculata* yang dikultivasi menggunakan media beras hitam tergolong kuat. Hal ini disebabkan karena adanya metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur endofitik RS-1.

Kata kunci: *Andrographis paniculata*, antioksidan, jamur endofitik

ABSTRACT

Sambiloto (*Andrographis paniculata*) is one of the herbal medicinal plants that is widely used as traditional medicinal in Indonesia. *A. paniculata* including to treat colds, fever, sore throat, digestive disorders and others. Based on the results of previous studies, *A. paniculata* can produce secondary metabolites including alkaloids, phenolics, terpenoids, and steroids which have bioactivity as antioxidant, anticancer, and antibacterial. Therefore, this study aims to determine the antioxidant activity of the fungal RS-1 isolated from the *A. paniculata* using black rice as the medium. Testing of antioxidant activity of endophytic fungi was carried out using the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) method with the aims of screening the radical scavenging activity test obtaining an IC_{50} value of 72.38 ppm. Based on the IC_{50} value, it can be seen that a single isolate of endophytic fungus RS-1 isolated from the *A. paniculata* which was cultivated using black rice media was classified as strong. This is due to the presence of secondary metabolites produced by the endophytic fungus RS-1.

Keywords: *Andrographis paniculata*, antioxidant, endophytic fungus

©Absa & Riga

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan keanekaragaman hayati sehingga menjadi salah satu negara penghasil obat herbal dan tradisional. Salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai obat herbal yaitu tumbuhan sambiloto (Yunita, 2021). Tumbuhan sambiloto merupakan tumbuhan dari famili Acanthaceae dengan genus *Andrographis* dan diberi nama latin *Andrographis paniculata*. Tumbuhan ini banyak digunakan sebagai obat tradisional yang dapat mengobati berbagai penyakit diantaranya, masuk angin, radang tenggorokan, gangguan pencernaan, dan

demam (Riga *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian sebelumnya, *A. paniculata* mengandung berbagai macam senyawa metabolit sekunder seperti senyawa alkaloid, fenolik, terpenoid, dan steroid (Febria *et al.*, 2022). Senyawa metabolit sekunder tersebut dilaporkan memiliki berbagai bioaktivitas seperti sebagai antioksidan, antibakteri, dan antikanker (Anshar *et al.*, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan *A. paniculata* mengandung senyawa antioksidan (Yunita, 2021). Alternatif pencarian senyawa antioksidan dari tumbuhan sambiloto dapat dilakukan

dengan mengisolasi jamur endofitiknya (Riga *et al.*, 2022).

Jamur endofitik merupakan jamur yang berkolonisasi dalam jaringan tumbuhan. Jamur endofitik dapat hidup dan berkembang biak pada bagian akar, batang, ranting, daun, maupun bunga (Yolanda *et al.*, 2022). Jamur endofitik merupakan jenis mikroorganisme non-patogenik yang hidup dalam jaringan tumbuhan. Jamur endofitik memiliki hubungan simbiosis mutualisme dengan inangnya. Hasil metabolisme tumbuhan inang merupakan sumber nutrisi bagi jamur endofitik, sedangkan jamur endofitik akan menghasilkan metabolit sekunder yang dibutuhkan oleh tumbuhan inang. Bagi tumbuhan inang, metabolit sekunder berfungsi sebagai sistem pertahanan terhadap serangan penyakit yang dapat merusak inangnya (Febria *et al.*, 2022). Jamur endofitik mampu memproduksi metabolit sekunder yang sama dengan tumbuhan inangnya seperti senyawa alkaloid, terpenoid, steroid, dan fenolik dengan berbagai aktivitas biologis (Yolanda *et al.*, 2022).

Penelitian sebelumnya tentang aktivitas antioksidan pada jamur endofitik dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil). Metode DPPH merupakan metode untuk menskrining aktivitas penangkap radikal dari beberapa senyawa (Yati *et al.*, 2018).

Penelitian terkait aktivitas antioksidan dari jamur endofitik yang diisolasi dari ranting tumbuhan *A. paniculata* menggunakan media pertumbuhan beras hitam belum pernah dilaporkan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari jamur endofitik yang berasosiasi pada jaringan dalam ranting tumbuhan *A. paniculata* dengan menggunakan media pertumbuhan beras hitam sebagai media untuk mengkultivasi jamur tersebut.

METODE PENELITIAN

Alat

Pada penelitian ini, alat-alat yang digunakan adalah satu set alat destilasi, autoklaf, incubator (Biolab Scientific), *laminar air flow*, sarung tangan, jarum ose, erlenmeyer, kertas aluminium foil, gelas ukur, cawan petri, corong, kertas saring, labu ukur, gelas kimia, botol vial, batang pengaduk, neraca analitik, dan spektrofotometri UV-Vis (Agilent).

Bahan

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan antara lain sampel yaitu ranting segar dari tumbuhan *A. paniculata*, larutan etanol 70%, larutan NaOCl 3,5%, aquades, penisilin, *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Oxoid), DPPH (Sigma Aldrich), beras hitam, etil asetat (Sigma Aldrich), kloroform (Sigma Aldrich),

dan metanol (Sigma Aldrich), H₂SO₄ p.a (Sigma Aldrich), reagen Wagner, reagen Mayer, reagen Dragendorff, FeCl₃ 1%, amoniak (Sigma Aldrich), serbuk Mg, dan HCl p.a (Smartlab).

Prosedur

Inokulasi Jamur Endofitik

Ranting segar dari tumbuhan *A. paniculata* yang diperoleh dari Kelurahan Tabing Banda Gadang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang. Ranting dipotong 2x2 cm dan dibersihkan dengan air mengalir, serta disterilisasi dengan larutan etanol 70% selama 45 detik dan larutan NaOCl 3,5% selama 30 detik. Sterilisasi dilakukan dengan tujuan untuk membunuh mikroba epifit yang hidup pada permukaan ranting tumbuhan *A. paniculata* (Riga *et al.* 2021). Kontrol negatif dapat dibuat dengan menempelkan ranting steril pada media PDA. Ranting steril kemudian dipotong ukuran 1x1 cm dan diletakkan pada media PDA untuk diinokulasi, serta diinkubasi selama 7 hari dengan suhu 28°C. Jamur endofitik yang telah tumbuh di sub-kultur ke media PDA lain dan didapat isolat tunggal dari jamur endofitik (Yolanda *et al.*, 2022).

Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofitik

Identifikasi isolat tunggal hasil isolasi jamur endofitik dapat dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dapat dilakukan berdasarkan ciri-ciri morfologi diantaranya dari segi warna bentuk, tekstur, dan warna permukaan dari koloni jamur yang dihasilkan (Amelia *et al.*, 2021). Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan metode *slide culture* (Riddle) atau lebih dikenal dengan metode pewarnaan. Metode *slide culture* dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam identifikasi jamur dengan melihat ciri-ciri mikroskopisnya (Riga *et al.*, 2022)

Optimasi Waktu Kultivasi Jamur Endofitik

Optimasi kultivasi jamur endofitik dilakukan untuk mengetahui waktu optimum jamur endofitik dalam produksi metabolit sekunder. Jamur endofitik berukuran 1x1 cm dipindahkan dari media PDA kedalam media beras. Optimasi dilakukan selama tiga minggu dan hasil diekstraksi dengan pelarut etil asetat, sehingga diperoleh ekstrak pekat. Ekstrak pekat dianalisis berdasarkan massa yang didapat untuk menentukan waktu kultivasi optimumnya (Riga *et al.*, 2022).

Kultivasi dan Ekstraksi Jamur Endofitik

Isolat tunggal dari jamur endofitik pada media PDA dikultivasi dalam Erlenmeyer 250 mL yang berisi media nasi beras hitam dan diinkubasi selama 21 hari pada suhu 28°C. Setelah waktu kultivasi optimum, jamur endofitik dipanen dan diekstraksi dengan pelarut etil asetat dan diperoleh ekstrak pekat etil asetat.

Ekstrak pekat etil asetat dilakukan uji kandungan fitokimia dan uji aktivitas antioksidan (Safitri *et al.*, 2022).

Uji Fitokimia Jamur Endofitik

Uji Senyawa Terpenoid dan Steroid

Ekstrak pekat jamur endofitik RS-1 dimasukkan ke 3 tabung reaksi yang berbeda dan tambahkan amoniak-kloroform dan H₂SO₄ 2N, lalu dikocok kuat dan diamkan. Hasil akan terbentuk dua fasa yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Lapisan bawah diteteskan pada plat tetes dan diamkan hingga mengering. Selanjutnya teteskan asam asetat anhidrat dan H₂SO₄ p.a. Hasil positif senyawa terpenoid terbentuk warna merah dan steroid terbentuk warna biru-kehijauan (Anshar *et al.*, 2021).

Uji Senyawa Alkaloid

Uji senyawa alkaloid dilakukan dengan diambilnya lapisan atas dari uji terpenoid dan steroid, dan dimasukkan ke dalam 3 tabung reaksi yang berbeda. Tabung reaksi tersebut ditetesi reagen wagner, mayer dan Dragendorf. Hasil positif mengandung senyawa alkaloid ditandai dengan terbentuknya endapan jingga, putih dan coklat dari masing-masing tabung reaksi tersebut (Safitri *et al.*, 2022).

Uji Senyawa Fenolik

Senyawa fenolik dapat diuji dengan memasukkan ekstrak pekat jamur endofitik ke plat tetes dan tetesi larutan FeCl₃ 1%. Hasil positif mengandung senyawa fenolik terjadinya perubahan warna menjadi merah muda (Safitri *et al.*, 2022).

Uji Senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid dapat diuji dengan memasukkan ekstrak ke tabung reaksi, lalu tambahkan serbuk Mg dan beberapa HCl pekat. Hasil positif mengandung senyawa flavonoid ditandai dengan terjadinya perubahan warna menjadi warna jingga atau merah magenta (Abdullah *et al.*, 2020).

Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan melarutkan 0,0025 gram ekstrak pekat menggunakan metanol p.a sampai volume 25 mL. Selanjutnya, larutan ekstrak diencerkan dengan metanol p.a dengan variasi konsentrasi yaitu 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm, 80 ppm, dan 90 ppm dari ekstrak. Setiap ekstrak ditambah dengan metanol p.a sampai volume berturut-turut yaitu 2,5 mL, 2 mL, 1,5 mL, 1 mL, dan 0,5 mL. Selanjutnya masing-masing ekstrak ditambah 2 mL DPPH. Selanjutnya larutan ekstrak dihomogenkan dan inkubasi selama 30 menit (Abdullah *et al.*, 2020). Kemudian dilakukan pengukuran terhadap absorbansi dari tiap-tiap larutan dengan spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm, dengan control negatif adalah campuran 2 mL metanol dan 2 mL

DPPH (Tristantini *et al.*, 2016). Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai konsentrasi terhadap nilai % inhibisi dari setiap sampel yang disajikan menggunakan grafik regresi sehingga diperoleh persamaan linear (Tristantini *et al.*, 2016). Kemudian nilai IC₅₀ dihitung berdasarkan persamaan linear yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari jamur endofitik yang diisolasi dari ranting tumbuhan sambiloto (*A. paniculata*). Proses-proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah proses inokulasi, pengamatan makroskopis dan mikroskopis, optimasi, kultivasi, uji fitokimia dan uji antioksidan dari jamur endofitik RS-1 yang berasosiasi pada ranting *A. paniculata*.

Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofitik

Pada tahap inokulasi, ranting *A. paniculata* yang telah disterilkan diinokulasi dengan media padat PDA yang berisi antibiotik. Antibiotik ditambahkan untuk membunuh bakteri yang hidup dalam jaringan ranting tumbuhan. Jamur endofitik yang berhasil tumbuh dalam media PDA di sub-kultur kemedialain setelah 7 hari. Jamur endofitik hasil sub-kultur menghasilkan 2 isolat tunggal jamur endofitik. Jamur endofitik dengan kode RS-1 diambil untuk diuji aktivitas antioksidannya. Sebelum melakukan uji aktivitas antioksidan jamur endofitik RS-1, dilakukan pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis untuk melihat ciri morfologi dari jamur endofitik RS-1.

Pengamatan morfologi jamur secara makroskopis berdasarkan dari bentuk koloni dan warna. Isolat jamur RS-1 memiliki bentuk koloni berserabut dan bertekstur seperti kapas dengan warna koloni putih melingkar. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan metode *slide culture* dengan tujuan untuk melihat ciri-ciri mikroskopis jamur, sehingga jamur dapat diidentifikasi. Secara mikroskopis jamur endofitik RS-1 memiliki hifa bercabang, bersekat dan berwarna hitam, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur RS-1

Optimasi Waktu Kultivasi, Kultivasi dan Ekstraksi Jamur Endofitik

Proses selanjutnya adalah proses optimasi dan kultivasi jamur endofitik RS-1. Jamur endofitik RS-1 dikultivasi dengan menggunakan erlenmeyer 250 ml yang berisi media pertumbuhan beras hitam. Kultivasi dilakukan dengan 2 erlenmeyer adalah untuk mendapatkan ekstrak isolat tunggal jamur endofitik. Jamur dipanen setelah mencapai waktu kultivasi optimum yaitu setelah 21 hari. Selanjutnya jamur diekstraksi dengan etil asetat dan dipekatkan hingga diperoleh ekstrak pekat etil asetat (EtOAc).

Uji Fitokimia Ekstrak Jamur Endofitik

Ekstrak pekat EtOAc selanjutnya dilakukan uji fitokimia. Uji fitokimia bertujuan untuk mengetahui jenis metabolit sekunder yang terkandung dalam isolat tunggal jamur endofitik RS-1. Hasil uji fitokimia ekstrak EtOAc jamur endofitik RS-1 tersebut ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji kandungan metabolit sekunder ekstrak EtOAc jamur RS-1

Uji Fitokimia	Hasil Uji
Terpenoid	-
Steroid	+
Flavonoid	-
Fenolik	+
Alkaloid	
a. Mayer	+
b. Dragendorff	+
c. Wagner	+

Berdasarkan tabel 1, metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak EtOAc jamur endofitik yang dikultivasi dengan media beras hitam diantaranya adalah senyawa steroid, fenolik dan alkaloid. Kandungan metabolit sekunder pada jamur endofitik, khususnya senyawa fenolik dapat mempengaruhi kuat atau lemahnya aktivitas antioksidan yang terkandung pada jamur tersebut.

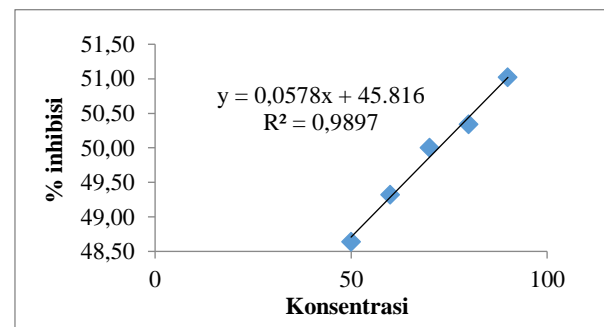
Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jamur Endofitik

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode pengukuran serapan radikal DPPH berdasarkan kemampuan senyawa aktif antioksidan dalam merendam aktivitas radikal DPPH yang sebelumnya berwarna ungu berubah menjadi bentuk senyawa stabil non-radikal yang berwarna kuning (Rachman *et al.*, 2018). Larutan DPPH bertindak sebagai radikal bebas yang bereaksi dengan senyawa antioksidan. Hal ini disebabkan karena DPPH mengalami reduksi, sehingga terjadi perubahan warna pada larutan DPPH dalam methanol dari warna ungu pekat menjadi kuning pucat (Hasti *et al.*, 2022).

Hasil uji aktivitas antioksidan dari jamur endofitik RS-1 yang berasosiasi pada *A. paniculata* menggunakan media pertumbuhan beras hitam ditampilkan pada tabel 2 dan gambar 2. Berdasarkan hasil pengukuran tabel 2 dan gambar 2, dapat dihitung nilai IC₅₀ (% inhibisi) terhadap radikal DPPH dengan menggunakan persamaan regresi seperti tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian aktivitas antioksidan

Absorbansi sampel	Kon-sentra-si (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi
1	50	0.151	48.64
2	60	0.149	49.32
3	70	0.148	50.00
4	80	0.146	50.34
5	90	0.144	51.02



Gambar 2. Kurva antioksidan sampel isolat jamur endofitik dari ranting sambilotto (*A. paniculata*)

Tabel 3. Nilai IC₅₀ sampel isolat jamur endofitik dari ranting sambilotto (*A. paniculata*)

Persamaan linear	Nilai y	Nilai x (IC ₅₀)
y = 0,0578x + 45,816	50	72,38 ppm

Berdasarkan perhitungan pada tabel 3, diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 72,38 ppm. Berdasarkan studi literatur, nilai IC₅₀ mempengaruhi kuat lemahnya aktivitas antioksidan. Suatu senyawa dikatakan memiliki antioksidan yang sangat kuat jika nilai IC₅₀ adalah 50 ppm, aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC₅₀ sekitar 50-100 ppm, antioksidan sedang jika IC₅₀ bernilai 101-250 ppm dan lemah aktivitas antioksidan jika IC₅₀ 251-500 ppm (Rachman *et al.*, 2018). Berdasarkan hal tersebut, aktivitas antioksidan dari jamur endofitik RS-1 pada ranting *A. paniculata* menggunakan media pertumbuhan beras hitam adalah kuat dalam rentang IC₅₀ bernilai 50-100 ppm.

Aktivitas antioksidan yang terdapat pada jamur endofitik RS-1 yang diisolasi dari *A. paniculata* dengan menggunakan media pertumbuhan beras hitam dipengaruhi oleh kandungan fitokimianya. Berdasarkan penelitian sebelumnya, senyawa fenolik mempengaruhi aktivitas antioksidan, dimana semakin tinggi kadar senyawa fenolik maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya (Rachman *et al.*, 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi etil asetat yang sifatnya semi polar menunjukkan bahwa kandungan fenolik yang memiliki gugus OH dapat menarik reduksi radikal bebas (Agustina *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Aktivitas antioksidan pada jamur endofitik RS-1 yang berasosiasi pada tumbuhan sambiloto (*A. paniculata*) menggunakan media pertumbuhan beras hitam adalah kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 72,38 ppm. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari kandungan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur endofitik RS-1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Penelitian Departemen Kimia FMIPA UNP.

CONFLICT OF INTEREST

Penulis menyatakan bahwa tidak ada *conflict of interest* pada penulisan artikel ini.

REFERENSI

- Abdullah, M., Fitriana, F., and Maryam, S. 2020. Uji aktivitas antioksidan isolat fungi endofit daun galing-galing (*Cayratia trifolia* L.) dengan metode 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, **12(2)**: 117–222.
- Abdullah, M.K. 2020. Isolasi Identifikasi Dan Uji Fitokimia Flavonoid Fungi Endofit Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) serta Potensinya Sebagai Antioksidan. *Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya*.
- Agustina, W., Nurhamidah, N., and Handayani, D. 2017. Skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan beberapa fraksi dari kulit batang jarak (*Ricinus communis* L.). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, **1(2)**: 117–22.
- Amelia, P., Ayunda, R., and Bahri, S. 2021. Screening of Antibacterial activities of the endophytic fungi isolated from the leaves of *Medinilla speciosa* Blume. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, **8(3)**: 24–28.
- Febria, F., Suryelita, S., and Riga, R. 2022. Antibacterial Activity and phytochemical screening of the fraction of endophytic fungus derived from sambiloto flowers (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees). *Jurnal Sains Natural*, **12(3)**: 134–142.
- Hasti, S., and Makbul, R. 2022. Aktivitas antiradikal DPPH ekstrak etanol kulit batang *Artocarpus altilis* (Parkinson Ex F.A.Zom) Fosberg. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, **11(2)**: 23–29.
- Khairi, V.A., Etika, S.B., Suryelita, S., Ulfah, M., and Riga, R. 2021. Study of the antibacterial activity of endophytic fungus that colonize with the twig of *Andrographis paniculata*. *Eksakta*, **22(2)**: 137–144.
- Rachman, F., Mubarik, N.R., and Simanjuntak, P. 2018. Aktivitas antioksidan ekstrak kapang endofit Cb.Gm.B3 asal ranting kayu manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, **5(2)**: 204–213.
- Riga, R., Suhanah, R.A., Suryelita, S., and Etika S.B., Ulfah, M. 2021. Jamur endofitik yang diisolasi dari bunga *Andrographis paniculata* (sambiloto) sebagai sumber senyawa antibakteri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, **4(1)**: 139–148.
- Riga, R., Etika, S.B., Suhanah, R.A., and Khairi, V.A. 2022. Aktivitas antibakteri jamur endofitik RS-2 yang diisolasi dari tumbuhan sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Jurnal Zarah*, **10(1)**: 1–5.
- Safitri, S., Etika, S.B., and Riga, R. 2022. Aktivitas Antibakteri ekstrak etil asetat jamur endofitik RS-1 beras hitam. *Jurnal Zarah*, **10(2)**: 122–126.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B.T., and Jonathan, G.J. 2016. Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH Pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan,"* 1–7.
- Yati, S.J., Sumpono, S., and Candra, I.N. 2018. Potensi aktivitas antioksidan metabolit sekunder dari bakteri endofit pada daun *Moringa oleifera* L. *Alotrop*, **2(1)**: 82–87.
- Yolanda, M., Etika, S.B., Riga, R. 2022. Kajian Fitokimia dan sifat anti bakteri jamur endofitik Rs-1 pada ranting *Andrographis paniculata* (sambiloto) dengan media pertumbuhan beras

merah. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 7(1): 91-98.

Yunita, E. 2021. Mekanisme kerja andrografolida dari sambiloto sebagai senyawa antioksidan. *Herb-Medicine Journal*, 4(1): 43-56.