

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI ANTIOKSIDAN JAMUR ENDOFIT UMBI TALAS (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) MENGGUNAKAN PEREAKSI SEMPROT DPPH SECARA BIOAUTOGRAFI

Nur Hidayah Syaro Abesah, Mahfur Mahfur*

Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Pekalongan,
Pekalongan, Indonesia
Email*: mahfur.isfa@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan eksplorasi senyawa bioaktif dengan memanfaatkan jamur endofit tanaman menjadi solusi untuk mencegah kerusakan ekologis akibat eksploitasi tanaman karena produksi jamur endofit tanpa biomassa yang besar dan dalam waktu yang relatif singkat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi jamur endofit umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) dan mengidentifikasi adanya aktivitas antioksidan yang dihasilkan jamur endofit umbi talas dengan metode bioautografi. Ekstrak jamur endofit umbi talas diperoleh melalui tahapan isolasi, pemurnian, fermentasi, dan ekstraksi dengan pelarut etil asetat. Pengujian antioksidan dilakukan dengan metode KLT-bioautografi menggunakan pereaksi semprot DPPH yang telah dielusi dengan eluen n-heksan:metanol (1:5). Hasil isolasi jamur endofit umbi talas diperoleh tiga isolat jamur yang diberi kode HJ, HT, dan PT. Hasil uji antioksidan menunjukkan hasil positif dengan ditandai adanya perubahan warna kuning pada latar belakang ungu setelah disemprot DPPH, dimana isolat HJ dan HT memberikan reaksi pada bercak dengan nilai Rf 0,87 dan isolat PT memberikan reaksi pada nilai Rf 0,90. Berdasarkan hasil bioautografi pengujian pereaksi semprot DPPH, ketiga jamur endofit dari umbi talas memiliki potensi sebagai sumber senyawa antioksidan.

Kata Kunci: *Colocasia esculenta*, Bioautografi, DPPH, Jamur endofit.

ABSTRACT

The development of exploration of bioactive compounds by utilizing plant endophytic fungi is a solution to prevent ecological damage due to plant exploitation due to the production of endophytic fungi without large biomass and in a relatively short time. Therefore, this study aims to isolate endophytic fungi of *Colocasia esculenta* (L.) Schott and identify the presence of antioxidant activity produced by endophytic fungi of *Colocasia esculenta* (L.) Schott by bioautography method. The endophytic fungus extract was obtained through the stages of isolation, purification, fermentation, and extraction with ethyl acetate solvent. Antioxidant assay was carried out by TLC-bioautography method using DPPH spray reagent that has been eluted with n-hexan: methanol (1:5) eluent. The results of the isolation of endophytic fungi of taro tubers obtained three fungal isolates coded HJ, HT, and PT. The results of the antioxidant assay showed positive results marked by a yellow color change on a purple background after spraying DPPH, where isolates HJ and

HT gave a reaction to the spot with Rf values of 0.87 and isolate PT gave a reaction to the spot with an Rf value of 0.90. Based on the results of bioautography of DPPH spray reagent assay, the three endophytic fungi from Colocasia esculenta have the potential as a source of antioxidant compounds.

Keywords: *Colocasia esculenta, Bioautography, DPPH, Endophytic fungi*

PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Riskesdas tahun 2018, persentase penyakit degeneratif di Indonesia cukup tinggi diantaranya yaitu, hipertensi (34%), diabetes melitus (5,37%), gagal ginjal kronis (3,8%), stroke (10,9%), penyakit jantung (1,5%), dan kanker (1,8%) yang hingga saat ini menjadi penyebab kematian terbesar di dunia¹. Salah satu faktor penyebab timbulnya penyakit degeneratif yaitu adanya paparan senyawa radikal bebas secara terus menerus yang memicu terjadinya stres oksidatif serta kerusakan jaringan.

Indonesia dengan keragaman hayatinya memiliki berbagai bahan pangan alami yang kaya akan antioksidan dengan berbagai bahan aktifnya², salah satunya umbi talas. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Akyuz (2019), ekstrak etanol umbi talas memiliki efek penangkalan terhadap radikal DPPH

pada konsentrasi tertinggi (600 µg/mL) sebesar 83,8%. Aktivitas antioksidan yang kuat disebabkan oleh adanya kandungan senyawa metabolit sekunder dari flavonoid dan fenolik.

Produksi metabolit sekunder oleh suatu tanaman berhubungan dengan mikroorganisme yang bersimbiosis dengan tanaman tersebut sehingga memiliki potensi yang sama dalam pengembangan obat baru. Jamur simbion *Pennicillium nalgiovense* dari sponge *Gelliodes fibulata* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*, *S. aureus*, dan *S. pyogenes* dengan menghasilkan senyawa fenolik, terpenoid, flavonoid, dan alkaloid yang berperan sebagai antibakteri⁴. Dalam tanaman, dikenal dengan jamur endofit yang hidup dalam jaringan tanaman tersebut⁵. Salah satu spesies jamur endofit *Neofusicoccum parvum* yang diisolasi dari kayu manis mampu menghasilkan aktivitas antioksidan

menggunakan metode DPPH dengan nilai IC_{50} 13,219 $\mu\text{g/mL}$ serta berdasarkan penapisan fitokimia, isolat tersebut mengandung senyawa flavonoid, tanin, serta fenolik⁶. Penelitian yang dilakukan oleh⁷ terkait jamur endofit umbi talas menyatakan bahwa jamur endofit umbi talas berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menunjukkan aktivitas yang kuat dengan zona hambat 13,1 mm dan 15,4 mm serta positif mengandung alkaloid dan flavonoid pada ekstrak simplisianya⁷.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian mengenai jamur endofit pada umbi talas belum banyak dilakukan dan pengujian aktivitas antioksidan jamur endofit umbi talas belum pernah dilaporkan sebelumnya. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui isolat jamur endofit umbi talas yang berpotensi sebagai antioksidan dengan menggunakan metode DPPH. Metode DPPH telah banyak digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan karena metode ini mudah dilakukan, tidak perlu

menggunakan alat khusus, dan tidak membutuhkan jangka waktu yang lama⁷ serta memiliki sensitifitas tinggi pada sampel dengan konsentrasi kecil⁹.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peralatan gelas, cawan petri, autoklaf, *Laminar Air Flow*, inkubator, jarum ose, pisau, pinset, neraca analitik, lampu spiritus, *hot plate*, sentrifugator, corong pisah, *waterbath*, mikroskop, dan chamber. Bahan-bahan yang digunakan yaitu umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) segar, media PDA (Merck), media PDB (Himedia), aquadest, kloramfenikol, alkohol 70%, NaOCl, etanol, metanol, etil asetat, n-heksan, methylene blue, plat silika gel F254 (Merck), DPPH (Sigma Aldrich), kuersetin, kafein, dan asam galat.

Determinasi Tanaman Talas

Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan Universitas Ahmad Dahlan untuk memastikan kebenaran identitas

tanaman yang digunakan.

Preparasi Sampel

Umbi talas segar dibersihkan dari tanah dan kotoran dengan air mengalir selama 5 menit dan dikupas kulitnya lalu dicuci kembali. Umbi talas bersih dipotong ukuran 1x1 cm dengan pisau steril. Potongan sampel disterilisasi permukaan menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, dalam larutan NaOCl 5% selama 5 menit, lalu alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dibilas aquadest sebanyak 2 kali. Sampel dikeringkan dengan tisu steril.

Isolasi Jamur Endofit

Tiga bagian kecil sampel diinokulasikan dalam cawan petri berisi media PDA yang telah ditambahkan kloramfenikol 0,02 gram/L. Diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 37°C hingga tumbuh koloni jamur endofit.

Pemurnian Jamur Endofit

Koloni jamur endofit yang telah tumbuh dipindahkan ke dalam media PDA yang baru menggunakan jarum ose steril masing-masing satu koloni setiap cawan petri. Diinkubasi selama 3-5 hari pada suhu 37°C hingga

tumbuh koloni tunggal sebagai isolat murni.

Karakterisasi Jamur Endofit

Karakterisasi isolat secara makroskopis dilakukan dengan mengamati morfologi dari koloni meliputi bentuk, warna, tekstur, dan permukaan koloni. Karakterisasi secara mikroskopis dilakukan dengan metode pewarnaan *methylene blue* di bawah mikroskop untuk diamati pertumbuhan hifa, ada atau tidaknya sekat pada hifa, bentuk dan warna konidia.

Fermentasi Jamur Endofit

Jamur endofit difermentasi dengan metode fermentasi cair menggunakan media PDB. Masing-masing potongan kecil isolat murni jamur endofit diinokulasikan ke dalam 100 mL media PDB yang telah disterilkan. Diinkubasi secara dinamis selama 10 hari pada suhu 37°C.

Ekstraksi Jamur Endofit

Kultur fermentasi dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Dipisahkan antara biomassa dan supernatan dengan kertas saring. Bagian supernatan diekstraksi cair-cair

dengan 50 mL pelarut etil asetat sebanyak 2 kali. Fase etil asetat dikumpulkan dan diuapkan untuk mendapatkan ekstrak kering.

Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian dilakukan dengan KLT-bioautografi menggunakan fase gerak n-heksan:metanol (1:5) dan fase diam plat silica gel F254. Ekstrak ketiga isolat jamur endofit ditotolkan pada plat KLT dan untuk kontrol positif ditotolkan larutan pembanding kuersetin, kafein, dan asam galat serta untuk kontrol negatif ditotolkan metanol, lalu dielusi dalam chamber. Plat KLT disemprotkan dengan larutan DPPH 0,1 mM dan ditunggu selama 5 menit. Diamati noda yang terbentuk di bawah sinar UV 254 nm dan 366 nm. Hasil positif adanya peredaman terhadap radikal bebas jika teramati perubahan warna ungu menjadi kuning pucat pada spot noda yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

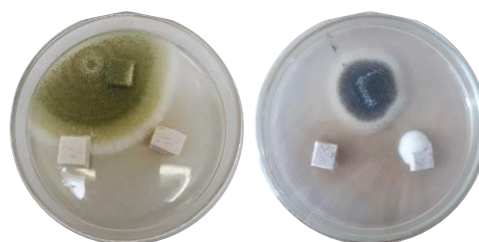
Determinasi Tanaman

Hasil determinasi tanaman di Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan Universitas

Ahmad Dahlan berdasarkan surat Nomor 349/Lab.Bio/B/VI/2024, menyatakan bahwa tanaman yang digunakan adalah benar tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).

Isolasi Jamur Endofit

Umbi talas yang ditanam pada media PDA menunjukkan adanya pertumbuhan tiga koloni jamur endofit setelah diinkubasi 7 hari yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil isolasi jamur endofit umbi talas.

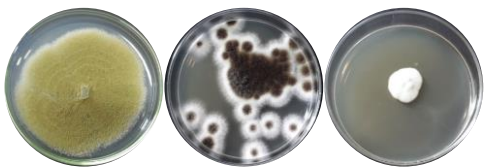
Pertumbuhan jamur endofit yang beragam disebabkan oleh penggunaan umbi talas usia tua karena usia tanaman mempengaruhi kepadatan jamur endofit¹⁰. Kondisi mikrohabitat dan kesesuaian genotip tanaman inang dengan endofit menyebabkan perbedaan komposisi koloni jamur endofit dan tingkat kolonisasinya pada tanaman inang pada lokasi yang sama¹¹.

Pemurnian Jamur Endofit

Koloni jamur endofit yang

berbeda setiap bentuk, warna, dan karakteristik ditumbuhkan kembali pada media PDA yang baru untuk dilakukan pemurnian. Tujuan dari pemurnian adalah untuk mendapatkan isolat murni, yaitu satu jenis jamur endofit dengan morfologi yang sama tanpa adanya kontaminan⁷.

Berdasarkan perbedaan morfologinya, diperoleh tiga isolat murni yang diberi kode HJ (jamur endofit dengan koloni berwarna hijau) untuk isolat 1, kode HT (jamur endofit dengan koloni berwarna hitam) untuk isolat 2, dan kode PT (jamur endofit dengan koloni berwarna putih) untuk isolat 3 yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Isolat murni endofit umbi talas
a.) Isolat HJ, b.) Isolat HT, c.) Isolat PT

Isolat murni yang ditumbuhkan pada media baru terjadi perubahan warna dan bentuk dari pertumbuhan awal saat isolasi. Hal ini dapat terjadi karena adanya proses adaptasi dengan lingkungan baru yang ada pada media pertumbuhan¹².

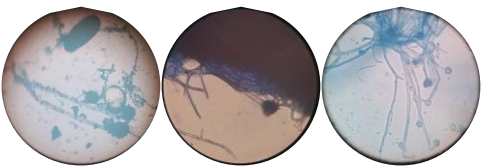
Karakterisasi Jamur Endofit

Isolat tunggal yang tumbuh dapat diamati morfologi dan karakteristiknya untuk membedakan dan memisahkan masing-masing jamur endofit. Berikut merupakan hasil pengamatan morfologi setiap jamur endofit umbi talas.

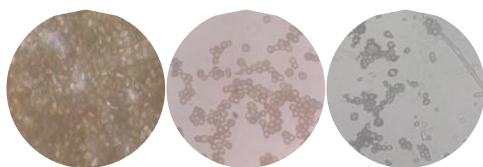
Tabel 1. Hasil pengamatan makroskopis

Karakteristik isolat	Hasil Pengamatan		
	HJ	HT	PT
Tekstur koloni	Granular	Granular	Kapas
Warna permukaan	Hijau	Hitam	Putih
Warna sebalik	Kuning	Putih-kuning	Kuning
Konsentris	Ada	Ada	Tidak ada
Garis radial	Tidak ada	Ada	Tidak ada
Pertumbuhan	Rata ke samping	Rata ke samping	Menggun ung

Selanjutnya, karakterisasi mikroskopis dilakukan dengan metode pewarnaan *methylene blue* untuk memperjelas bentuk sel tanpa merusak miselium dari isolat yang diamati⁹. Berikut merupakan hasil pengamatan mikroskopis setiap jamur endofit umbi talas.



Gambar 3. Pengamatan mikroskopis.
a.) Isolat HJ, b.) Isolat HT, c.) Isolat PT



Gambar 4. Pengamatan bentuk konidia.
a.) Isolat HJ, b.) Isolat HT, c.) Isolat PT

Tabel 2. Hasil pengamatan mikroskopis

Karakteristik isolat	Hasil Pengamatan		
	HJ	HT	PT
Hifa	Bersekat	Bersekat	Bersekat
Warna hifa	Biru	Biru	Biru
Bentuk konidia	Bulat	Bulat	Bulat
Bentuk globus	Berantai	Berantai	Seperti anggur
Warna konidia	Hijau	Coklat kehitaman	Hitam
Spora	Ada	Ada	Ada

Berdasarkan pengamatan isolat jamur endofit yang diperoleh, ketiga jamur endofit yang telah tumbuh sebagai isolat murni tidak menunjukkan kesamaan dari penampakan morfologi antara isolat yang satu dengan yang lainnya sehingga dapat dilanjutkan tahap berikutnya, yaitu fermentasi.

Fermentasi Jamur Endofit

Fermentasi bertujuan untuk mendapatkan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur endofit. Proses fermentasi memungkinkan pertumbuhan sel jamur lebih banyak

sehingga metabolit sekunder yang dihasilkan juga lebih besar¹³. Pada tahap fermentasi ini digunakan media cair untuk memudahkan pengontrolan berlangsungnya proses fermentasi¹⁴ dan lebih efektif bagi jamur tersebut dalam menghasilkan senyawa bioaktif¹².

Fermentasi secara dinamis memungkinkan terjadinya agitasi dan aerasi yang mendukung suplai oksigen menjadi lebih baik dan distribusi suhu merata¹⁵. Setelah inkubasi dinamis selama 10 hari dihasilkan pertumbuhan miselium dalam media cair yang berubah menjadi keruh. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses metabolisme jamur yang menyebabkan perubahan substrat dalam media cair yang dipengaruhi oleh suhu, pH, sumber karbon, nitrogen, dan nutrisi dalam kultur¹⁶. Fermentasi 10 hari merupakan waktu yang optimal dalam menghasilkan lebih banyak ekstrak dan metabolit sekunder yang maksimum. Setelah melewati 15 hari pertumbuhan jamur dan produksi senyawa relatif menurun¹⁷.

Ekstraksi Jamur Endofit

Supernatan hasil fermentasi jamur endofit umbi talas diekstraksi cair-cair menggunakan pelarut etil asetat untuk menarik senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan¹⁸. Hasil ekstraksi diperoleh rendemen pada ketiga ekstrak kering isolat jamur endofit yang dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil perolehan persen rendemen

Ekstrak	Hasil pengukuran		
	Bahan awal (mL)	Ekstrak kering (g)	Rendemen (% b/v)
Isolat HJ	60	0,01	0,016
Isolat HT	50	0,01	0,020
Isolat PT	45	0,01	0,022

Nilai rendemen berhubungan dengan banyaknya bioaktif yang terkandung. Semakin tinggi rendemen yang diperoleh maka semakin banyak pula senyawa bioaktif yang terdapat dalam ekstrak tersebut¹².

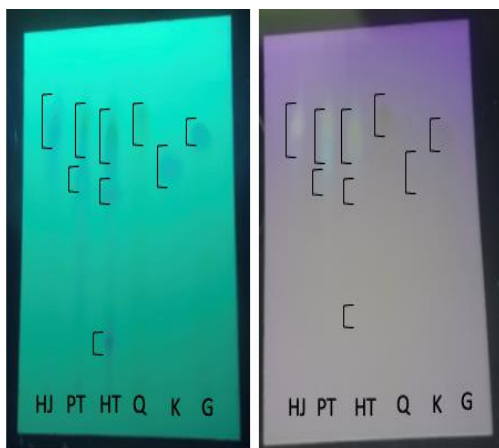
Rendemen dari ekstrak isolat jamur endofit umbi talas ini sebesar 0,016%, 0,020%, dan 0,022%. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan sampel yang sedikit dan waktu ekstraksi cair-cair yang singkat. Seperti yang dikatakan oleh¹⁹, bahwa waktu ekstraksi berpengaruh terhadap

perolehan rendemen.

Uji Aktivitas Antioksidan

KLT-bioautografi adalah penentuan aktivitas biologis berdasarkan pada pemisahan KLT²⁰. Fase gerak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu n-heksan:metanol (1:5). Kombinasi fase gerak ini memungkinkan terjadinya pemisahan senyawa-senyawa antioksidan yang bersifat polar hingga semipolar seperti flavonoid, alkaloid, dan tanin.

Profil pemisahan KLT pada ketiga ekstrak menunjukkan hasil yang berbeda. Pada ekstrak HJ tidak terlihat adanya pemisahan dan ekstrak PT terbentuk adanya dua pemisahan spot noda, sedangkan ekstrak HT menunjukkan profil yang paling baik dengan memberikan tiga pemisahan yang menandakan kandungan senyawa yang lebih kompleks.



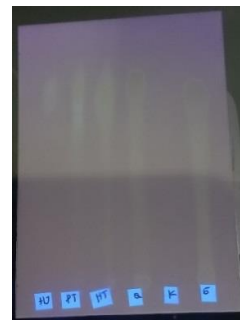
Gambar 5. Hasil KLT ekstrak jamur endofit.
 a.) sinar UV 254 nm, b.) sinar UV 366 nm

Tabel 4. Profil pemisahan KLT dengan eluen n-heksan:metanol (1:5)

Perlakuan	Nilai Rf	UV 254 nm	UV 366 nm
Isolat HJ	0,87	Ungu	Kuning
Isolat PT	0,77	Ungu	Biru
	0,90		Kuning
Isolat HT	0,17	Ungu	Kuning
	0,61	Ungu	Kuning
	0,87	Ungu	Kuning
Quersetin	0,90	Kuning	Kuning
Kafein	0,74	Ungu	Ungu
Asam Galat	0,79	Ungu	Ungu

Berdasarkan hasil pemisahan senyawa pada plat KLT teramati bahwa bercak noda yang terbentuk setelah disemprot dengan pereaksi DPPH menunjukkan terjadinya reaksi peredaman terhadap DPPH pada ketiga isolat (Gambar 6). Terbentuknya noda kuning setelah penyemprotan DPPH 0,1 mM disebabkan oleh adanya senyawa yang dapat mendonorkan atom hidrogen di dalam ekstrak, sehingga dapat

mengakibatkan molekul DPPH tereduksi yang diikuti dengan perubahan warna ungu dari larutan DPPH menjadi kuning pucat^{21,22,23}.



Gambar 6. Hasil reaksi DPPH di bawah sinar UV 366 nm

Tabel 5. Nilai Rf noda yang bereaksi dengan DPPH

Perlakuan	Nilai Rf	Warna Reaksi
Isolat HJ	0,87	Kuning
Isolat PT	0,90	Kuning
Isolat HT	0,87	Kuning
Quersetin	0,90	Kuning
Kafein	0,74	Ungu
As.galat	0,79	Kuning

Secara umum, eluen yang digunakan belum mampu mendeteksi senyawa antioksidan secara spesifik. Namun, penggunaan eluen tersebut memperlihatkan gambaran adanya aktivitas antioksidan pada spot pemisahan yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka pada isolat HJ, HT, dan PT dari umbi talas memberikan hasil positif adanya senyawa antioksidan ditandai

dengan perubahan warna ungu menjadi kuning setelah disemprot DPPH seperti terlihat pada pembanding flavonoid dan tanin yang digunakan²⁴. Adanya pengambatan terhadap DPPH terjadi karena jamur endofit menghasilkan senyawa antioksidan selama proses fermentasi dinamis¹⁰.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) menghasilkan jamur endofit yang diberi kode HJ, HT, dan PT yang memiliki aktivitas antioksidan ditandai dengan adanya perubahan warna ungu menjadi kuning setelah disemprot DPPH pada pengujian bioautografi ketiga ekstrak isolat endofit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kemenkes RI. Hasil utama RISKESDAS 2018. Jakarta: Balitbangkes Kemenkes RI; 2018.
2. Rahmadi A, Puspita Y, Nursayekti D, Sinaga IS. Analisis Proksimat, Senyawa Fenolik, Sifat Antioksidan dan Antibakteri Kulit Buah *Lepisanthes alata*. J Teknol dan Ind Pangan. 2016;27 (2):115–112.
3. AKYÜZ M. Determination of Antioxidant Activity of Ethanol Extract of Gölevez [(*Colocasia esculenta* (L.)) Tubers. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Derg. 2019;22(Suppl 2):388–94.
4. Mahfur M, Rusmalina S, Wiyono MA, Ekayanti NN, Afini F, Soeprapto H, et al. Antibacterial potential of *Penicillium nalgiovense* from Symbiont Fungal in the *Gelliodes fibulata* Sponge. Res J Pharm Technol. 2024;17(June):2633–8.
5. Suhanah RA, Suryelita S, Etika SB, Ulfah M, Riga R. Jamur Endofitik Yang Diisolasi Dari Bunga *Andrographis paniculata* (Sambiloto) Sebagai Sumber Senyawa Antibakteri. J Insa Farm Indones, 2021;4(1): 139-148.
6. Rachman F, Mubarik NR, Simanjuntak P. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kapang Endofit Cb.Gm.B3 Asal Ranting Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*). J Bioteknol Biosains Indones. 2018;
7. Suleman AW, Arna AN, Safaruddin. Isolasi Fungi Endofit Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Secara KLT-Bioautografi. Med Sains J

- Ilm Kefarmasian. 2022;
8. Quintanuha Meisa S, Mahfur M. Narrative Review: Kajian Fitokimia Dan Mekanisme Aksi Aktivitas Antioksidan Pada Tanaman Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.). *BENZENA Pharm Sci J*. 2022;1(01):77–87.
9. Yati SJ, Sumpono S, Candra IN. Potensi Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder dari Bakteri Endofit pada Daun *Moringa oleifera* L. *Alotrop*. 2018;
10. Amir M, Dewi S, Abna IM. Isolasi dan Analisis Antimikroba dari Kapang Endofit Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* Linn). *Arch Pharm*. 2022;4.
11. Wang KW, Wang SW, Wu B, Wei JG. Bioactive Natural Compounds from the Mangrove Endophytic Fungi. *Mini-Reviews Med Chem*. 2014;14(4):370–91.
12. Mahfur M, Mahbub K, Salsabila NS, Istiqomah MN. Optimasi Waktu Fermentasi Jamur *Simbion* dari *Sponge Rhabdastrella* sp. dan Uji Aktivitas Antibakterinya. *J Insa Farm Indones*. 2023;6(1):102–11.
13. Firmansyah F. Isolasi dan Uji Aktivitas Fungi Endofit Batang Beluntas (*Pluchea indica* L) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans*. *J Kesehat Yamasia Makassar*. 2019;3(2).
14. Okafor N, Okeke BC. Modern industrial microbiology and biotechnology, second edition. *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology, Second Edition*. United States: CRC Press; 2017.
15. Kumala S, Pratiwi AA. Efek antimikroba dari kapang endofit ranting tanaman biduri. *J Farm Indones*. 2014;7(2):111–20.
16. Gutiérrez MH, Vera J, Srain B, Quiñones RA, Wörmer L, Hinrichs KU, et al. Biochemical fingerprints of marine fungi: Implications for trophic and biogeochemical studies. *Aquat Microb Ecol*. 2020;87:75–90.
17. Mahfur M, Kamila A, Abidah JF, Samirana PO, Hikmawan BD, Pratimasari D. Antibacterial activity of ethyl acetate extract of symbiont fungus *Aspergillus* sp. in the sponge *Rhabdastrella* sp. from Gili Layar Island, Lombok, Indonesia. *J Appl Pharm Sci*. 2023;13(11):144–51.
18. Abdullah M, Fitriana F, Maryam S. Uji Aktivitas Antioksidan Isolat Fungi Endofit Daun Galing-galing (*Cayratia trifolia* L.) Dengan Metode 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH). *J Ilm As-Syifaa*. 2021;12(2):117–22.
19. Senduk TW, Montolalu LADY, Dotulong V. The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*. *J Perikan Dan Kelaut Trop*. 2020;11(1):9.

20. Wang M, Zhang Y, Wang R, Wang Z, Yang B, Kuang H. An Evolving Technology That Integrates Classical Methods with Continuous Technological Developments: Thin-Layer Chromatography Bioautography. *Molecules*. 2021;26(15):4647.
21. Pakaya MS, Thomas NA, Hasan H, Hutuba AH, Mbae G. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Antioksidan Fungi Endofit dari Tanaman Batang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *J Syifa Sci Clin Res*. 2023;5(2):220–31.
22. Kartikasari D, Rahman IR, Nurhayati S. Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Etanol Dan Kloroform Buah Senggani (*Melastoma Malabathricum* L.) Dengan Menggunakan Metode Penangkap Radikal Bebas Dpph (2,2-Diphenyl-1-Picrilhidrazil). *J Insa Farm Indones*. 2018;1(1):104–112.
23. Narwanti I dan Hamida IA. Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Heksana, Kloroform Dan Etil Asetat Ekstrak Etanol *Limnocharis Flava* Dengan Metode DPPH. *J Insa Farm Indones*. 2018;1(2):251–259.
24. Niah R, Febrianti DR, Ariani N. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Daun Sepat (*Mitragynaspeciosa*) Dan Daun Dadangkak (*Hydrolea Spinosa* L.). *J Insa Farm Indones*. 2020;3(2):387-393.