



Agensi Hayati Jamur Endofit Daun dan Batang Apel Timor

Biological Agents of Endophytic Fungi in the Timorese Apple Leaves and Stems

Ernawati Ernawati ^{*}, Ana Maria Handriana Masi Senari, Yoristo E. Mellu, Milan P. Boimau

Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Kupang

Jalan KH. Ahmad Dahlan No 17 Walikota kota Kupang Telp/Fax. (0380) 8449376

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2022-07-07
Revised : 2022-09-19
Accepted : 2023-01-01
Published : 2023-03-31

KEYWORDS

Biological agents, endophytic fungi, timorese apple leaves and stems

*CORRESPONDENCE

email: ewati0792@gmail.com

ABSTRACT

Apple trees have been developed in the South-Central Timor Regency. However, they gradually gave out fruit and even died of diseases. Disease control can be executed using endophytic fungi as biological agents. The study aims to identify the biological agents of endophytic fungi isolated from the leaves and stems of the Timorese apple tree. The research was conducted through laboratory experiments, in which the antagonistic activity was examined using a dual culture method to test the biological agents against the pathogen fungi. Meanwhile, antagonistic test data was analyzed descriptively. As results, the research indicated that there were three isolates of endophytic fungi, namely, isolate IH (a black isolate) of *Aspergillus* sp., isolate IA (a bluish-green isolate) of *Aspergillus* sp., and isolate IP (a white isolate) of *Fusarium* sp., each isolated from the leaves and stems of the Timorese apple. In addition, the chemical tests showed that endophytic fungi contained alkaloids, terpenoids, and flavonoids, while the antagonistic tests showed that endophytic fungi yet to impede the growth of pathogenic fungi fully.

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan produksi tanaman apel, petani harus diberikan penguatan tentang budidaya tanaman apel mulai dari membuat pupuk organik, teknik memberikan pupuk, teknik meningkatkan produksi buah agar buah lebih besar, dan juga teknik memperbanyak anakan tanaman apel. Para petani juga perlu diajarkan untuk mengembangkan anakan apel tidak hanya dengan cara okulasi saja, tetapi juga dengan cara stek batang (Ehola, 2018).

Tanaman apel telah dikembangkan di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) sejak tahun 1954. Pada tahun 1981, tanaman apel di Kabupaten TTS telah mencapai 268 hektar atau hampir 300.000 pohon apel yang tumbuh subur di Kecamatan Mollo Utara dan Mollo Selatan. Namun pada tahun 1979, tanaman apel mengalami penurunan produksi dan mengalami kematian karena terserang hama dan penyakit. Pada awalnya infeksi penyakit terjadi secara sporadis, namun lama kelamaan makin meluas secara eksplosif sehingga sukar dikendalikan. Salah satu penyebab penyakit pada tanaman apel

Timor adalah serangan jamur *Gromorella* sp, jamur tersebut merusak daun apel Timor dengan gejala warna kuning dan bintik hitam serta menunjukkan karatan pada permukaan daun, sedangkan pada buah apel terdapat gejala busuk buah pada bagian apikal buah. Pada batang memperlihatkan adanya bintik-bintik kecil berwarna hitam pada bagian pangkal batang. Diperoleh 16 isolat jamur pathogen yang menyerang tanaman Apel Timor terdiri dari 4 isolat dari Desa Pubasu dan 12 isolat dari Desa Tubuhue, dan terdapat 2 isolat jamur patogen yang teridentifikasi, yaitu isolat *Glomerella cingulata* dan *Gloeosporium gloeosporiodes*, yang diisolasi dari sampel bergejala busuk buah, dan *Alternaria* sp. yang diisolasi dari sampel bergejala bercak daun (Ina et al, 2020)

Usaha pengembangan kembali tanaman apel menghadapi kendala serius berupa penyakit tanaman. Oleh karena itu perlu adanya pengendalian hayati terhadap hama dan penyakit secara tepat yang dilakukan sedini mungkin untuk mencegah perkembangannya.

Hama dan penyakit tanaman dapat ditanggulangi melalui pengendalian hayati dengan penggunaan musuh alaminya seperti

parasitoid, predator, patogen dan antagonis. Akan tetapi, terdapat beberapa keterbatasan penggunaan agensi hayati seperti pemeliharaan dan penyimpanan yang cenderung membutuhkan waktu yang lama sehingga tidak stabil dan seringkali kurang optimal saat diterapkan dalam skala komersial karena kurang mampu untuk beradaptasi dan bersaing di lingkungan yang baru. (Yulianti, 2013).

Salah satu agensi hayati yang memiliki kemampuan lebih baik dengan yang lainnya adalah jamur endofit. Jamur endofit mendiami relung ekologi yang serupa dengan yang ditempati oleh fitopatogen, sehingga mampu melindungi lingkungan mereka dan mengendalikannya melalui kompetisi, produksi zat antagonis, parasitisme langsung atau bahkan menginduksi resistensi atau toleransi (Nurzannah, 2018). Berdasarkan hasil penelitian Havinda (2017) menunjukkan isolasi dan identifikasi jamur endofit pada daun yang tua tanaman apel didapatkan 17 isolat dari 5 genus yaitu jamur *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Fusarium* dan *Curvularia*. Pada daun tanaman apel yang setengah tua didapatkan 14 isolat dari 6 genus yaitu jamur *Fusarium*, *Acremonium*, *Penicillium*, *Curvularia*, *Alternaria* dan *Aspergillus*. Pada tanaman apel daun muda didapatkan 7 isolat dari 2 genus jamur yaitu *Alternaria* dan *Aspergillus*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui senyawa aktif dan aktivitas jamur endofit yang diisolasi dari daun dan batang tanaman apel Timor sebagai agen hayati, sehingga diketahui kemampuan jamur endofit sebagai agensi hayati dalam pengendalian penyakit pada tanaman apel Timor.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi FKIP Muhammadiyah Kupang untuk tahapan isolasi dan agensi hayati. Pengujian senyawa dilakukan di Laboratorium Kimia FKIP Universitas Nusa Cendana Kupang pada bulan Juni 2021. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen laboratorium untuk menguji aktivitas dan agensi hayati jamur endofit yang diisolasi dari batang dan daun tanaman apel Timor.

Prosedur Penelitian dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel batang dan daun apel Timor

Pengambilan sampel langsung dilahan perkebunan warga di Kecamatan Molo Utara, Kabupaten TTS, Provinsi NTT. Bagian tanaman yang diambil sebagai sampel adalah daun dan batang yang sehat dari tiga tegakan pohon dan masing-masing dua ulangan untuk tiap bagian batang dan daun apel Timor.

2. Isolasi jamur endofit daun dan batang apel Timor dan jamur patogen.

Sampel daun dan batang apel diambil secara acak. Daun dan batang dicuci dengan air mengalir sampai bersih kemudian dipotong dengan ukuran 3 cm. Potongan sampel kemudian direndam secara berurutan dalam alkohol 70% selama 1 menit, natrium hipoklorit 5,25% selama 1 menit dan aquades steril sebanyak 3 kali, lalu dibiarkan mengering dalam ruang steril. Potongan sampel yang sudah steril kemudian ditanam ke dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah padat. Media yang sudah ditanami sampel tersebut kemudian dibungkus dengan plastik wrap dan diinkubasi pada suhu 27°C dan diamati setiap hari sampai muncul pertumbuhan koloni jamur. Jika sudah ada pertumbuhan koloni jamur selanjutnya dilakukan pemurnian isolat (Hasiani, 2015).

Jamur patogen diisolasi dari daun apel Timor yang bergejala penyakit dengan ciri warna kuning dan berbintik-bintik hitam serta berkarat di permukaan daun. Bagian daun yang bergejala tersebut disterilisasi permukaan dengan aquades steril dan alkohol 70%, lalu dibilas dengan aquades steril masing-masing selama 30 detik. Potongan bagian daun tersebut dikering anginkan setelah kering dipindahkan pada media PDA cawan Petri berisi tiga potongan per cawan dan diinkubasi pada suhu 27°C. Setelah itu diamati koloni jamur dan apabila telah terjadi pertumbuhan, selanjutnya dilakukan isolasi dengan teknik spora tunggal untuk mendapatkan isolat murni.

3. Pemurnian isolat dan identifikasi jamur endofit

Pemurnian isolat dilaksanakan untuk memisahkan koloni endofit melalui pengamatan perbedaan morfologi tiap koloni. Pemurnian isolat dilakukan dengan mengambil miselium jamur yang tumbuh dan

ditanam pada PDA yang telah padat dengan menggunakan jarum ose steril. Identifikasi dilakukan dengan mengamati ciri makroskopis berupa warna koloni jamur dan pola pertumbuhan jamur serta ciri mikroskopis jamur. meliputi hifa, sporangium, spora, konidia dan konidiofor serta ciri khusus yang nampak dan akan menentukan jenis jamur endofit (Hasiani, 2015).

4. Fermentasi jamur endofit hasil isolasi

Jamur endofit yang berhasil disolasi yang telah ditumbuhkan pada media PDA, kemudian dipotong persegi dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL yang berisi 100 mL media PDB (*Potato Dextrose Broth*) untuk difermentasi. Fermentasi secara dinamis dengan didiamkan selama 14 hari. Hasil fermentasi disaring untuk memisahkan supernatan dan miselia. Supernatan di ekstraksi dengan pelarut etil asetat. Pelarut diuapkan sampai diperoleh ekstrak kering (Sulaiman, 2022).

5. Identifikasi golongan senyawa kimia

Jamur hasil fermentasi kemudian dilakukan pengujian golongan senyawa kimia. Senyawa-senyawa yang diidentifikasi adalah saponin, flavonoid, fenol, alkaloid dan tannin dengan mengacu pada prosedur uji fitokimia (Harbone, 1996).

6. Pengujian antagonis

Isolat jamur endofit pada batang dan daun apel Timor yang telah dimurnikan diuji daya hambatnya terhadap jamur patogen dengan metode *dual culture* yaitu menumbuhkan dua isolat jamur dalam satu cawan yang sama (Mejia et al., 2008). Pengujian antagonis diinkubasi pada suhu 27 °C selama tujuh hari.

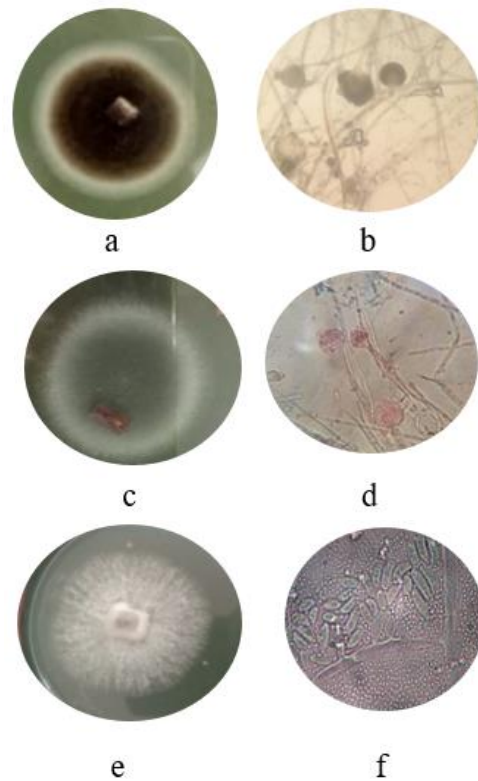
Data zona hambat dari aktivitas antimikroba jamur endofit dan pengujian antagonis dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Jenis Reptil

A. Jamur endofit hasil isolasi

Jamur endofit hasil isolasi dari batang apel Timor diperoleh dua isolat yaitu isolat hitam dan isolat hijau kebiruan (IA) dan pada daun tanaman Apel timor didapatkan isolat jamur hitam (IH) dan isolat putih (IP). Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur endofit disajikan pada gambar 1.



Gambar 1 : a. Makroskopis jamur isolat hitam (IH)
b. Mikroskopis jamur isolat hitam (IH)
c. Makroskopis jamur isolat hijau kebiruan (IA)
d. Mikroskopis jamur isolat hijau kebiruan (IA)
e. Makroskopis jamur isolat putih (IP)
f. Mikroskopis jamur isolat putih (IP)

Hasil pengamatan isolat hitam (IH) secara makroskopis menunjukkan koloni jamur berwarna hitam dengan tepian koloni berwarna putih. permukaan koloni seperti granula. Sedangkan pengamatan makroskopis isolat hijau kebiruan (IA) menunjukkan warna koloni hijau kebiruan dengan tepian koloni berwarna putih, permukaan koloni tekstur menyerupai tepung. Pengamatan mikroskopis kedua isolat tersebut menunjukkan adanya konidia berbentuk bulat dan menyerupai gada, hifa bersepta, terlihat vesikel, dan adanya konidiofor, berdasarkan hasil pengamatan teridentifikasi kedua isolat menyerupai *Aspergillus* sp. Hal ini sesuai dengan penelitian Ristiari et al.(2018) menyebutkan karakteristik makroskopik jamur *Aspergillus* sp pada media PDA yaitu memiliki tekstur seperti tepung dengan permukaannya berwarna hijau gelap sampai hijau terang dan hitam, karakteristik mikroskopik meliputi konidia

berbentuk bulat, dengan hifa bersepta dan hialin. Lebih lanjut menurut Redig (2005) bahwa *Aspergillus* secara mikroskopis memperlihatkan adanya tangkai konidia (konidiofora), vesikel (kepala konidia) menyerupai gada dan spora atau konidia berbentuk bulat berwarna hijau kebiruan, dan menjadi *columnar* dengan bertambahnya umur koloni, dengan permukaan bergerigi.

Hasil pengamatan isolat putih (IP) memperlihatkan koloni jamur berwarna putih menyebar ke segala arah, permukaan seperti kapas, Pengamatan mikroskopis memperlihatkan adanya spora dengan bentuk lonjong, berdasarkan hasil pengamatan isolat putih menyerupai *Fusarium* sp. Hal ini sesuai dengan penelitian Payangan dkk (2019) bahwa pengamatan makroskopis menunjukkan cendawan ini memiliki bentuk miselium seperti kapas yang tumbuh cepat dengan warna putih dan merah muda, sedangkan hasil mikroskopis memperlihatkan spora dengan bentuk lonjong atau bulat telur. Hal ini sesuai dengan pendapat Sholihah et al., (2019) bahwa *Fusarium* memiliki warna putih pucat dengan tipe koloni didominasi oleh tipe seperti kapas dan tipis., berbentuk bulat, koloni bagian bawah berwarna krem, hifa berwarna hialin dan bersekat, konidiofor bercabang Terdapat jenis *Fusarium* yang memiliki dua bentuk dasar konidia berupa mikrokonidia dan makrokonidia. Bentuk makrokonidia melengkung seperti bulan sabit dan memiliki *pedicellate* yang jelas. Sari et al., (2018) melaporkan bahwa warna koloni dari setiap kelompok *Fusarium* sp. didominasi oleh warna putih, namun ada juga isolat *F. oxysporum* f. sp. *cubense* memiliki warna koloni merah muda, krem dan ungu muda.

Hasil isolasi dan identifikasi apel Timor diperoleh tiga isolat yaitu dua isolat dari jenis

Aspergillus sp dan satu isolat dari jenis *Fusarium* sp. Hasil penelitian yang sama oleh Nguru (2021) bahwa diperoleh 11 spesies jamur endofit yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari batang dan daun tanaman apel yaitu *Aspergillus* sp., *Chepalosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp., *Hormiscium* sp., *Nigrospora* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Phoma* sp., dan *Trichoderma* sp. yang tersebar pada delapan isolat jamur endofit berasal dari Desa Tubuhue, empat isolat jamur endofit berasal dari Desa Ajaobaki, dan enam isolat jamur endofit berasal dari Desa Fatumnasi. Hasil penelitian Havinda (2017) menunjukkan isolasi dan identifikasi jamur endofit pada daun yang tua tanaman apel didapatkan 17 isolat dari 5 genus yaitu jamur *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Fusarium* dan *Curvularia*. Pada daun tanaman apel yang setengah tua didapatkan 14 isolat dari 6 genus yaitu jamur *Fusarium*, *Acremonium*, *Penicillium*, *Curvularia*, *Alternaria* dan *Aspergillus*. Pada tanaman apel daun muda didapatkan 7 isolat dari 2 genus jamur yaitu *Alternaria* dan *Aspergillus*.

Kemampuan jamur endofit untuk membentuk koloni bergantung pada jamur tersebut memanfaatkan substrat berbagai bagian tanaman inang (Pandey et al. 2014). Beberapa jamur yang bersifat endofit untuk satu spesies tanaman kemungkinan bersifat patogen untuk spesies lain (Azevedo et al, 2010).

B. Pengujian Golongan Senyawa Kimia

Hasil uji golongan senyawa kimia pada isolat jamur endofit batang dan daun apel Timor menunjukkan adanya kandungan alkaloid, flavonoid dan terpenoid pada isolat jamur endofit yang diisolasi. Golongan senyawa kimia dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji golongan senyawa kimia

Isolat	Golongan senyawa kimia					
	Alkaloid	Steroid	Flavonoid	Tanin	Saponin	Terpenoid
Putih(IP)	+	-	+	-	-	+
Hijau kebiruan (IA)	+	-	+	-	-	+
Hitam (IH)	+	-	-	-	-	+

Keterangan : + = Positif/Ada

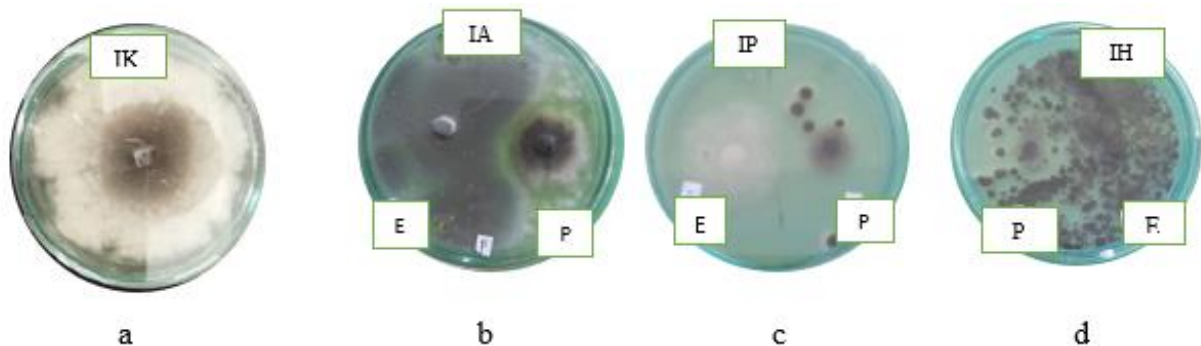
- = Negatif/Tidak Ada

Senyawa alkaloid bekerja melalui penghambatan biosintesis asam nukleat, sehingga sel tidak dapat berkembang dan menyebabkan kematian (Wulandari, 2017). Fenol termasuk di dalamnya flavonoid merupakan senyawa yang bersifat fungistatik yang dapat mendenaturasi protein dinding sel jamur, sehingga menyebabkan kerapuhan dan mudah dilewati zat aktif lainnya yang bersifat fungistatik. Protein yang terdenaturasi menyebabkan enzim tidak dapat bekerja, sehingga metabolisme dan proses penyerapan nutrisi juga akan terganggu (Septiadi et al., 2013). Terpenoid adalah senyawa bioaktif yang juga berfungsi sebagai antimikroba. Terpenoid bekerja dengan menghalangi pertumbuhan mikroba melalui membran sitoplasma serta dapat mengganggu pertumbuhan

dan perkembangan spora dari jamur (Lutfiyanti, 2012).

C. Pengujian Antagonis Jamur Endofit dan Jamur Patogen

Isolasi jamur patogen dari daun apel Timor yang terserang penyakit dengan ciri-ciri terdapat bercak kekuningan diperoleh 1 isolat yaitu jamur abu kehitaman (IK) yang belum teridentifikasi. Hasil isolasi menunjukkan jamur pathogen yang ditemukan memiliki tekstur beludru dengan warna koloni keabu-abuan pada bagian tengah, dan bagian pinggir berwarna putih. Setelah tiga hari penyimpanan semua koloni jamur berubah warna menjadi abu kehitaman. Morfologi jamur pathogen hasil isolasi dan hasil uji antagonis dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: a: Jamur patogen abu kehitaman (IK); hasil uji antagonis b; jamur endofit (E) Isolat hijau kebiruan (IA), c; Isolat Putih (IP) dan d; Isolat Hitam (IH) terhadap jamur patogen (P).

Hasil uji antagonis setelah inkubasi tujuh hari menunjukkan adanya pertumbuhan jamur endofit dan jamur patogen. Jamur endofit memiliki beberapa mekanisme untuk mengurangi atau menekan pertumbuhan jamur patogen seperti bersaing nutrisi atau ruang, mikoparasitisme dan memproduksi metabolit ekstraseluler (Scott 2016; Hamzah et al. 2018). Dalam penelitian ini terlihat jamur endofit isolat hijau kebiruan (IA) *Aspergillus* sp mampu tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan jamur patogen kemungkinan karena pola pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan dengan jamur patogen. Namun, pola pertumbuhan jamur endofit isolat hijau kebiruan terhambat (pola tepian yang tidak sempurna saat bersentuhan dengan tepian jamur patogen) mengindikasikan bahwa jamur endofit belum sepenuhnya menghambat pertumbuhan

jamur patogen. Kedua jamur memperlihatkan mekanisme kompetisi, dimana dua jamur dalam kultur bersama dapat menghalangi pertumbuhan satu sama lain dengan bersaing untuk mendapatkan air, nutrisi, dan ruang hidup.

Pada uji antagonis isolat hitam (IH) menunjukkan jamur patogen masih dapat tumbuh meskipun dikelilingi oleh jamur endofit. Keadaan ini juga belum dapat membuktikan adanya mekanisme penghambatan terhadap jamur patogen, Hasil penelitian yang sama oleh Lelana dkk (2015) bahwa pada hari kedelapan isolat uji *Trichoderma* spp. dan *Aspergillus* spp. belum mampu memparasit jamur *Fusarium* sp, yang kemungkinan terjadi karena ketidakmampuan isolat uji untuk memparasit *Fusarium* sp. atau perlu waktu lebih dari delapan hari bagi isolat uji untuk memparasit *Fusarium* sp. Hasil yang sama

oleh Nurzannah (2018) bahwa *Aspergillus* sp kurang efektif dalam mengendalikan *F. oxysporum*. Menurut Kasutjningati (2004) bahwa faktor ketidakefektifan agens hayati dalam menghambat pertumbuhan patogen adalah antibiotik yang diproduksi konsentrasinya rendah dan terurai oleh mikroorganisme lain. Pada isolat (IP) *Fusarium* sp koloni jamur yang tumbuh tidak tunggal, terjadi kontaminasi dimana masih banyak koloni-koloni kecil lainnya yang tumbuh menyebar sehingga menyulitkan menentukan aktivitas jamur endofit. Belum adanya interaksi antara jamur endofit dan jamur patogen karena pola pertumbuhan kedua jamur endofit yang lambat, sehingga belum membuktikan jamur endofit menghambat jamur patogen. Dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengetahui adanya interaksi antagonis kedua jamur.

KESIMPULAN

Hasil isolasi jamur endofit dari tanaman apel Timor terdapat tiga isolat jamur endofit yaitu isolat hitam (IH) dan isolat hijau kebiruan (IA) yang teridentifikasi sebagai *Aspergillus* sp, isolat putih (IP) yang teridentifikasi sebagai *Fusarium* sp. Hasil uji golongan senyawa kimia menunjukkan isolat jamur endofit mengandung alkaloid, terpenoid dan flavonoid. Hasil uji antagonis menunjukkan jamur endofit belum sepenuhnya menghambat pertumbuhan jamur patogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan yang telah mendanai penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Azevedo, J. L. de, Araújo, W. L., Lacava, P. T., Marcon, J., Lima, A. O. de S., & Sobral, J. K. (2010). Isolamento de microrganismos endofíticos. In *Guia prático : isolamento e caracterização de microrganismos endofíticos*. Piracicaba: Copiadora "Luiz de Queiroz".
- Ehola. (2014). *Politani Negeri Kupang Beri Pendampingan Pengembangan Apel dan*

Sayuran Organik di Tubuhue. URL: <https://kupang.tribunnews.com/2018/09/2/politaninegerikupangberipendampinganpengembanganapeldansayuran-organik-ditubuhue>. diakses 27 Februari 2022.

- Hamzah TNT et al. (2018). Diversity and characterization of endophytic fungi isolated from the tropical mangrove species, *Rhizophora mucronata*, and identification of potential antagonists against the soil-borne fungus, *Fusarium solani*. *Frontiers in Microbiology* 9:91–17. DOI:10.3389/fmicb.2018.01707
- Harbone J.B. (1996). *Metode Fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis Tumbuhan*. Cetakan Kedua Padmawinata, K. dan Soediro, I. (pen). Penerbit ITB, Bandung.
- Hasiani V., V., Islamudin, A & Laode R. (2015). Isolasi Jamur Endofit dan Produksi Metabolit Sekunder Antioksidan dari Daun Pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(4), 146–153. <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i4.32>
- Havinda ,A,W.S.(2017). Sebaran berbagai Genus Jamur Endofit pada Daun Tua, Setengah Tua, Muda Tanaman Apel (*Mallus* sp) dan Patogenisitas terhadap *Spodoptera litura* Fabricius. Skripsi, Universitas Brawijaya. diakses dari http://repository.ub.ac.id/id/eprint/132016/1/Havinda_Anggrilika_W.S_%28125040201111147%29.pdf .
- Ina Y.T., Agnes V.S., Mayafira V.H.(2020). Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Apel Di Kabupaten Timor Tengah Selatan , Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Seminar Nasional Pertanian ke VII*. 26-27 November 2020, Kupang, Indonesia. 171–176.
- Kasutjningati. (2004). Pemiakan mikroorganisme genotipe pisang (*Musa* spp.) dan potensi bakteri endofit terhadap layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. cubense). [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Bogor: IPB.
- Lelana NE., Illa A., Nina M. (2015). Uji Antagonis *Aspergillus* sp dan spp . terhadap *Fusarium* sp Penyebab Penyakit Rebah Kecambah pada Sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 11(3): 23-28
- Lutfiyanti R., Widodo F.M & Eko N.D. (2012). Aktivitas Antijamur Senyawa Bioaktif Ekstrak *Gelidium latifolium* terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 1(1):1-8.
- Mejía, L. C., Rojas, E. I., Maynard, Z., Bael, S. Van, Arnold, A. E., Hebbard, P., Samuels, G. J., Robbins, N., & Herre, E. A. (2008). Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control*, 46(1), 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.012>

- Nurzannah SE., Lisnawita, Darma B. (2014). Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati untuk Mengendalikan Layu *Fusarium oxysporum* pada Cabai dan Interaksinya. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2(3):1230-1238.
- Pandey PK et al. (2014). Fungal endophytes: promising tools for pharmaceutical science. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* 25:128– 138.
- Payangan RY., Gusmiaty., Muh R. (2019). Eksplorasi Cendawan Rhizosfer pada Tegakan Hutan Rakyat Suren untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Biologi Makassar* 4(2):153-160
- Rediq P. (2005). Mycotic infections in birds I: Aspergillosis. North American Veterinary Conference Proceedings, Eastern States Veterinary Association 1192–1194.
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M. ., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19.
- Sari, W., Wiyono, S., Nurmansyah, A., Munif, A., & Poerwanto, R. (2018). Keanekaragaman dan Patogenesisitas *Fusarium* spp. Asal Beberapa Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(6), 216. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.6.216>
- Scott M. 2016. Isolation and Characterization of Endophytic Microorganisms from Industrial Hemp Plant. [Dissertation]. Montreal, Canada: McGill University.
- Septiadi, T., Pringgenies, D., & Radjasa, O. K. (2013). Uji Fitokimia dan Aktivitas Antijamur Ekstrak Teripang Keling (*Holothuria atra*) Dari Pantai Bandengan Jepara Terhadap Jamur *Candida albicans*. *Journal of Marine Research*, 2(2), 76–84. <https://doi.org/10.14710/jmr.v2i2.2355>
- Sholihah, R. I., Sritamin, M., & Wijaya, I. N. (2019). Identifikasi Jamur *Fusarium solani* yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus sp*) Di Kecamatan Bangorejo , Kabupaten Banyuwangi. *Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 91–102.
- Wulandari, M. (2015). Uji Daya Antifungi Ekstrak Biji, Daun Dan Kulit Pohon Tanjung (*Mimusops elengi* Linn.) Terhadap Patogen *Fusarium moniliforme* Sheldon Pada Biji Jagung. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Yulianti, T. (2013). Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau Serat dan Minyak Industri* 5(1), 40–49.