

“Digitalisasi Pertanian Menuju Kebangkitan Ekonomi Kreatif”

[Eksplorasi Jamur Endofit Asal Tanaman Cendana *Santalum album* L. di Sekitar Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur] :
Review

Marry Christyanti Atanus, Mayavira V. Hahuly, dan Petronella S. Nenotek

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

Jln. Adi Sucipto Penfui, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

Email: atanusmarry@gmail.com

Abstrak

Cendana merupakan tanaman endemik asal NTT dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan penghasil minyak atsiri dan merupakan hasil hutan bukan kayu yang potensial di NTT. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi dan mengoleksi jamur endofit yang berada di dalam jaringan tanaman cendana di sekitaran Universitas Nusa Cendana. Pada penelitian ini, dilakukan eksplorasi terhadap jamur endofit pada daun dan batang tanaman cendana. Sampel tanaman cendana diambil dari Universitas Nusa Cendana dan penelitian telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana pada bulan Oktober hingga Desember 2021. Dipilih lima tanaman cendana sehat atau yang tidak bergejala penyakit dari lokasi tersebut untuk diambil daun dan batangnya. Penelitian ini dilakukan dengan mengisolasi sampel daun dan batang tanaman cendana sehat yang telah dipotong dan disterilkan pada media PDA. Apabila terdapat jamur yang tumbuh, dilakukan permurnian terhadap jamur yang terlihat berbeda secara makroskopis. Dari penelitian ini, diperoleh delapan isolat jamur endofit, terdiri dari genus *Aspergillus*, *Gliocladium*, *Phoma*, dan *Trichoderma*.

Kata kunci: tanaman cendana, jamur endofit, eksplorasi

Pendahuluan

Cendana *Santalum album* L. merupakan jenis tanaman asli Indonesia yang tumbuh endemik di daerah Nusa Tenggara Timur (NTT). Tanaman cendana tergolong tanaman yang sangat penting karena mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Cendana NTT mempunyai keunggulan diantaranya memiliki kadar minyak dan produksi kayu teras yang tinggi. Kayu cendana juga menghasilkan minyak atsiri dengan aroma yang harum dan banyak digemari sehingga mempunyai nilai pasar yang cukup baik (Ariyanti dan Asbur, 2018).

Cendana sama seperti tanaman lainnya yang dapat terserang OPT (Organisme Pengganggu Tumbuhan). Misalnya hama kutu sisik yang menyerang bibit, serta tanaman cendana. Hama ini dapat menyebabkan kematian pada tanaman cendana (Windyarini dan Anggraeni, 2011). Selain hama, patogen juga menyerang tanaman cendana. Misalnya jamur *Fusarium* sp yang menyebabkan penyakit lodoh pada semai cendana (Widyastuti dan Hariani, 2006).

Saat ini, metode pengendalian hayati sedang dikembangkan dan diusahakan agar menjadi metode pengendalian utama dalam mengendalikan OPT. Pengendalian hayati merupakan pemanfaatan musuh alami atau agen pengendali hayati (makhluk hidup yang digunakan dalam pengendalian hayati) untuk menurunkan atau mengendalikan hama dan penyakit tanaman (Letak dan Halim, 2018). Salah satu agen pengendali hayati adalah jamur endofit.

Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman, namun tidak membahayakan tanaman tersebut (Clay, 1988). Jamur endofit membentuk koloni di dalam jaringan tanaman dan membentuk interaksi mutualistik (interaksi positif) dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap OPT (Azevedo *et al.*, 2000). Keuntungan yang diberikan oleh jamur endofit bagi inangnya adalah membantu tanaman dalam penyerapan dan pemanfaatan nutrisi tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Xia *et al.*, 2019), membuat tanaman lebih toleran terhadap kekeringan (Amin, 2013) dan suhu yang ekstrim (Barra-Bucarei *et al.*, 2019), serta mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan patogen (Lestari, 2020).

Eksplorasi merupakan langkah awal dari pelaksanaan pengendalian hayati. Kegiatan ini dilakukan karena adanya hubungan antara OPT dan musuh alaminya. Apabila terdapat perubahan yang ekstrem pada lingkungan dimana OPT berada, maka keberadaan musuh alaminya juga akan ikut terancam. Untuk itu perlu dilakukan upaya pelestarian musuh alami, dengan cara mengeksplorasi musuh alami atau agen pengendali hayati tersebut agar dapat dikembangkan dan diperbanyak, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengendalian (Wulandari, 2020).

Univeritas Nusa Cendana Kupang merupakan salah satu tempat dimana tanaman cendana banyak ditanam, khususnya di Fakultas Pertanian dan di sekitar gerbang utama Universitas Nusa Cendana. Terdapat 33 tanaman cendana yang ada di Fakultas pertanian dan 56 tanaman cendana yang ada di sekitar gerbang utama Universitas Nusa Cendana. Kegiatan eksplorasi jamur endofit asal tanaman cendana khususnya di Universitas Nusa Cendana belum pernah dilakukan. Eksplorasi jamur endofit pada tanaman cendana perlu dilakukan untuk mengetahui

tentang jamur endofit pada tanaman cendana yang dapat dimanfaatkan untuk merangsang pertumbuhan tanaman dan juga meningkatkan ketahanan tanaman cendana terhadap serangan OPT. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi dan mengoleksi jamur endofit yang berada di dalam jaringan tanaman cendana di sekitaran Universitas Nusa Cendana.

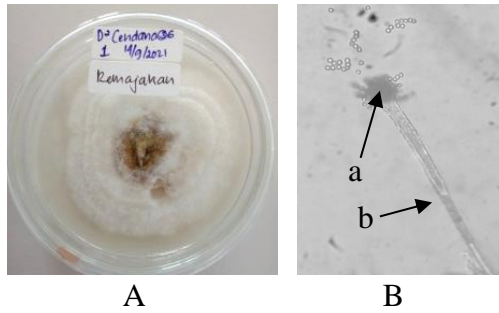
Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil eksplorasi, isolasi, dan identifikasi jamur endofit asal tanaman cendana, diperoleh delapan isolat jamur endofit yang berhasil diisolasi dari daun dan batang tanaman cendana yang sehat. Semua isolat berasal dari empat genus yaitu genus *Aspergillus* sebanyak tiga isolat, *Gliocladium*, dan *Phoma* masing-masing sebanyak satu isolat, dan genus *Trichoderma* sebanyak tiga isolat. Jamur endofit yang diperoleh dari genus *Aspergillus* terdiri dari tiga spesies jamur yaitu *Aspergillus tamarii*, *A. terreus*, dan *A. parasiticus*. Genus *Gliocladium* terdiri dari satu spesies jamur yaitu *Gliocladium* sp. Genus *Phoma* terdiri dari satu spesies jamur yaitu *Phoma* sp. Genus *Trichoderma* terdiri dari tiga spesies jamur yaitu *Trichoderma hamatum*, *T. harzianum*, dan *T. koningii*.

Aspergillus tamarii

A. tamarii pada awal pertumbuhannya, memiliki miselium berwarna putih dan pada hari ketujuh setelah isolasi, berubah menjadi warna hijau kekuningan hingga kecokelatan, tapi hanya pada bagian tengah, sedangkan bagian tepi cawan tetap berwarna putih. Berbentuk bundar, permukaan miselium tidak rata, tekstur miselium menyerupai granular, tebal dan menyebar ke samping (Gambar 1A). Miselium memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada 9 HSI. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahayu, *et al* (2019) yang menyatakan bahwa *A. tamarii* memiliki miselium berwarna hijau pucat kekuningan, permukaan koloni granular dan tebal.

Secara mikroskopis, *A. tamarii* memiliki konidiofor yang bersekat dan tegak (Gambar 1B (b)), konidia berbentuk bundar dan membentuk rantai berwarna hitam. Konidia berukuran 0,01 μm (Gambar 1B (a)). Rahayu *et al.* (2019) menyatakan secara mikroskopis, *A. tamarii* memiliki konidiofor berdinding kasar dan berwarna hialin dengan vesikula berbentuk semibulat.

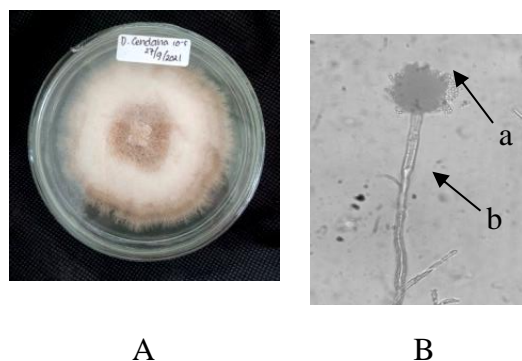


Gambar 1. *Aspergillus tamarii*; A. Biakan murni umur 9 hari pada media PDA, B. Konidia (a) dan konidiofor (b) *A. tamarii*

Aspergillus terreus

A. terreus memiliki miselium berwarna putih di awal pertumbuhannya dan mengalami perubahan warna menjadi coklat pada hari ketiga setelah isolasi. Berbentuk bundar, permukaan miselium tidak rata, tekstur miselium bagian tengah menyerupai granular sedangkan tekstur miselium bagian pinggir menyerupai kapas, dan menyebar kesamping (Gambar 2A). Miselium memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada 14 HSI. Hal ini didukung dengan pernyataan Khiralla (2018) yang mengatakan bahwa *A. terreus* memiliki miselium bagian atas berwarna cokelat dan miselium bagian bawah juga berwarna cokelat.

Berdasarkan pengamatan mikros-kopis, *A. terreus* memiliki vesikel, konidiofor tegak panjang dan tidak bersekat, berwarna hialin (Gambar 2A (b)). konidia berbentuk bulat, berwarna hitam dengan ukuran $0,21 \mu\text{m}$ (Gambar 2A (a)). Hal ini didukung dengan pernyataan Wahyuni (2017) dalam hasil penelitiannya mengemukakan bahwa jamur *A. terreus* yang diisolasi memiliki hifa aseptat, konidiofor panjang dan membengkak menjadi vesikel pada ujungnya membawa sterigma dimana tumbuh konidia. Memiliki konidia 1 sel, berbentuk bundar dan hialin.

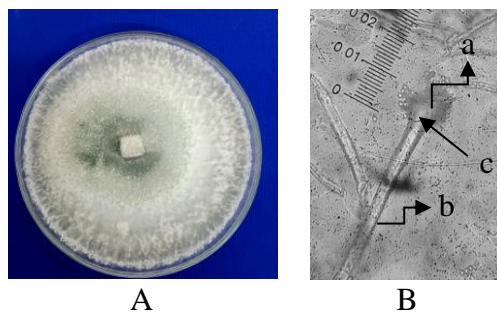


Gambar 2. *Aspergillus terreus*; A. Biakan murni umur 14 hari pada media PDA, B. Konidia (a) dan konidiofor (b) *A. terreus*

Aspergillus parasiticus

A. parasiticus memiliki miselium berwarna putih, permukaan miselium tidak rata, tekstur miselium bagian tengah menyerupai granular sedangkan bagian pinggir berbulu halus, tepi miselium berbentuk bundar dan menyebar ke samping (Gambar 3A). Miselium memenuhi cawan pada hari kesembilan setelah isolasi. Hal ini didukung dengan pernyataan Rahayu *et al.* (2019) dan Syamsia (2016) dalam penelitiannya mengatakan bahwa *A. parasiticus* memiliki miselium bagian atas berwarna putih, bagian bawah krem, permukaan berbulu halus dan seperti granula tipis.

Hasil identifikasi mikroskopis memperlihatkan bahwa *A. parasiticus* memiliki konidiofor yang tegak, pendek, bersekat berwarna hialin (Gambar 3B (b)) dan memiliki vesikel (Gambar 3B (c)). Konidia berbentuk bulat berwarna hitam dengan ukuran $0,04 \mu\text{m}$ (Gambar 3B (a)). Hal ini didukung dengan pernyataan Rahayu, *et al* (2019) dalam hasil penelitiannya mengatakan bahwa *A. parasiticus* memiliki konidia berbentuk kolumnar, konidiofor pendek dengan vesikula berbentuk gada lebar.



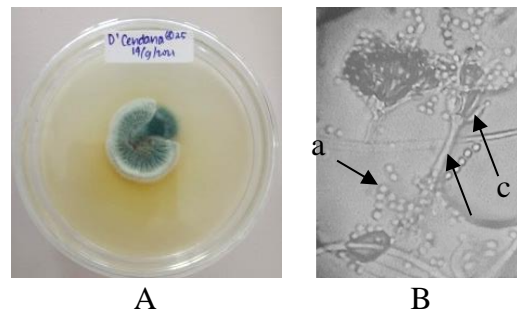
Gambar 3. *Aspergillus parasiticus*; A. Biakan umur 16 hari pada media PDA, B. Konidia (a), konidiofor (b) dan vesikel (c) *A. parasiticus*

Gliocladium sp.

Secara makroskopis, *Gliocladium sp.* memiliki miselium berwarna putih diawal pertumbuhannya. Pada 7 HSI, warna miselium berubah menjadi hijau dengan bagian pinggir berwarna putih, berbentuk bundar, permukaan miselium rata, tekstur miselium menyerupai beludru dan menyebar ke samping (Gambar 4A). Miselium memenuhi cawan pada 9 HSI. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sopialena *et al.* (2020) bahwa secara visual, *Gliocladium sp.* memiliki koloni yang berwarna hijau tua kekuningan dengan tekstur miselium yang agak tipis seperti beludru.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis *Gliocladium sp.* memiliki konidiofor yang tegak, tidak bersekat, dan berwarna hialin (Gambar 4B (b)), memiliki sterigma (Gambar 4B (c)), konidia berbentuk bulat dan membentuk seperti rantai, konidia berukuran $0,015 \mu\text{m}$ (Gambar 4B (a)). Menurut Sopialena *et al.* (2020), ciri mikroskopis *Gliocladium sp.* yaitu memiliki hifa

yang bersekat dengan konidiofor tegak, fialid membentuk kelompok pada ujung konidiofor dan spora berbentuk bulat.

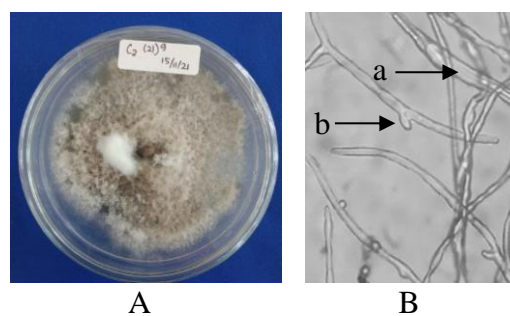


Gambar 4. *Gliocladium* sp.; A. Biakan murni umur 4 hari pada media PDA, B. Konidia (a), konidiofor (b), dan sterigma (c) *Gliocladium* sp.

***Phoma* sp.**

Awal pertumbuhannya, *Phoma* sp. memiliki miselium yang berwarna putih. 9 HSI miselium berubah warna menjadi putih berbintik abu-abu, berbentuk bundar, permukaan miselium tidak rata, tekstur miselium kasar, dan menyebar ke samping (Gambar 5A). Miselium memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada 20 HSI. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Akmalasari *et al.* (2013) yang mengatakan bahwa *Phoma* sp. memiliki warna permukaan miselium putih keabuabuan, tipe pertumbuhan miselium konsentris, dan tekstur permukaan miselium kasar.

Secara mikroskopis, *Phoma* sp. memiliki hifa yang bersekat, berwarna hialin, bercabang (Gambar 5B (a)) dan memiliki fialid (Gambar 5B (b)). Hasil pengamatan mikroskopis karakter tersebut sesuai dengan karakter yang dimiliki *Phoma* sp. Menurut Akmalasari *et al.* (2013) *Phoma* sp. mempunyai ciri-ciri hifa bersekat dan membentuk klamidospora.



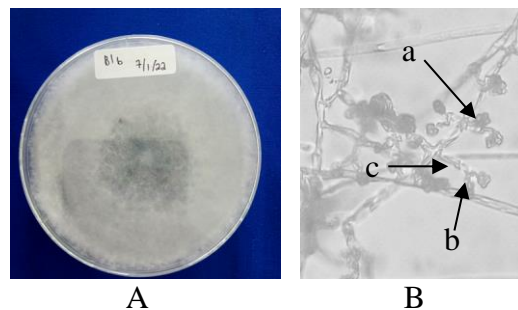
Gambar 5. *Phoma* sp.; A. Biakan murni umur 9 hari pada media PDA, B. Hifa (a) dan fialid (b) *Phoma* sp.

Trichoderma hamatum

Miselium *T. hamatum* berwarna putih kehijauan. Permukaan miselium rata, miselium menyebar ke samping, tepi miselium berbentuk bundar dan seperti kapas (Gambar 6A).

Miselium memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm pada hari keempat setelah isolasi. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Gusnawaty, *et al* (2014) yang menyatakan bahwa *T. hamatum* memiliki miselium berwarna putih awalnya, kemudian hijau dan berbentuk bulat. Koloni pada media PDA mencapai diameter lebih dari 7 cm dalam waktu lima hari.

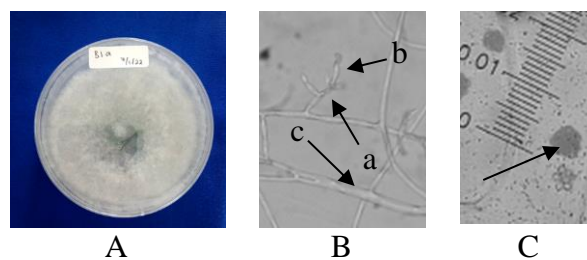
Berdasarkan pengamatan mikros-kopis *T. hamatum* memiliki konidiofor berbentuk tegak dan bercabang-cabang teratur (Gambar 6B (c)), memiliki fialid yang tebal dan pendek (Gambar 6B (b)), dan memiliki konidia berbentuk oval (Gambar 6B (a)). Menurut Gusnawaty, *et al* (2014), *T. hamatum* memiliki bentuk konidiofor yang dikembangkan pada struktur bantal berbentuk tegak, bercabang yang tersusun vertikal. Fialid pendek dan tebal, konidia hijau muda, ber dinding halus dan berbentuk oval.



Gambar 6. *Trichoderma hamatum*; A. Biakan murni umur 4 hari pada media PDA, B. Konidia (a), fialid (b), dan konidiofor (c) *T. hamatum*

Trichoderma harzianum

T. harzianum memiliki miselium berwarna putih kehijauan dengan tekstur permukaan miselium yang menyerupai kapas. Miselium berbentuk bundar, dan menyebar ke samping. Miselium memenuhi cawan petri pada 4 HSI (Gambar 7A). Hal ini sesuai dengan pernyataan Arenas, *et al* (2009) yang menyatakan bahwa pada tahap awal pertumbuhannya, *T. harzianum* memiliki miselium berwarna putih dan akhirnya berkembang menjadi warna hijau tua. *T. harzianum* tumbuh dengan cepat, yakni lima hari inkubasi dalam media PDA pada suhu 25°C.



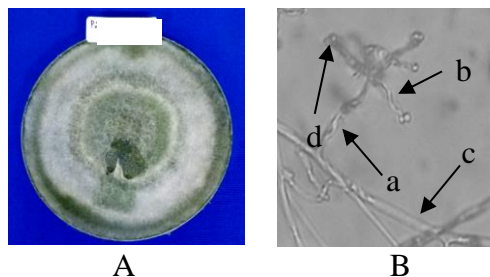
Gambar 7. *Trichoderma harzianum*; A. Biakan murni umur 4 hari pada media PDA, B. Konidiofor (a), fialid (b), hifa (c), C. Konidia *T. harzianum*

T. harzianum memiliki konidiofor yang tegak (Gambar 7B (a)), berbacang yang tersusun secara vertikal, filaid yang pendek (Gambar 7B (b)) dan tebal, hifa yang tidak bersekat (Gambar 7B (c)), serta konidia yang berbentuk bulat (Gambar 7C). Menurut Arenas, *et al* (2009), *T. harzianum* memiliki konidiofor berwarna hijau, memiliki berbagai cabang yang tegak lurus, dan konidia yang diperkirakan berukuran $3,84 \times 3,1 - 3,7 \mu\text{m}$.

Trichoderma koningii

Pada awal pertumbuhannya, *T. koningii* memiliki miselium berwarna putih hingga 2 HSI, miselium berubah warna menjadi agak kehijauan. Permukaan miselium rata, menyebar ke samping, tepi miselium berbentuk bundar dan seperti kapas (Gambar 8A). Miselium memenuhi cawan pada hari keempat setelah isolasi. Pernyataan didukung oleh Gusnawaty *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa *T. koningii* memiliki miselium berwarna hijau, berbentuk bulat dan mencapai lebih dari 5 cm dalam waktu 5 hari.

Secara mikroskopis, *T. koningii* memiliki konidiofor yang tegak dan bercabang (Gambar 8B (a)), fialid yang berbentuk lancip (Gambar 8B (b)), hifa yang tidak bersekat (Gambar 8B (c)), serta konidia yang berbentuk oval (Gambar 8B (d)). Hal ini didukung oleh Gusnawaty *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa *T. koningii* memiliki konidiofor yang tegak, bercabang dan tersusun vertikal. Memiliki fialid yang lancip dan konidia yang berbentuk oval.



Gambar 8. *Trichoderma koningii*; A. Biakan murni umur 4 hari pada media PDA, B. Konidiofor (a), fialid (b), hifa (c), dan konidia (d) *T. koningii*

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh delapan isolat jamur endofit. Semua isolate yang berasal dari Universitas Nusa Cendana yakni di sekitar halaman Fakultas Pertanian dan sekitar gerbang depan, terdiri dari genus *Aspergillus* sebanyak tiga isolat, genus *Gliocladium* dan *Phoma* masing-masing satu isolat, dan genus *Trichoderma* sebanyak tiga isolat. Jamur endofit yang diperoleh dari genus *Aspergillus* terdiri dari tiga spesies jamur yaitu *Aspergillus tamarii*, *A. terreus*, dan *A. parasiticus*. Genus *Gliocladium* terdiri dari satu spesies jamur yaitu *Gliocladium* sp. Genus *Phoma* terdiri dari satu spesies jamur yaitu *Phoma* sp. Genus

Trichoderma terdiri dari tiga spesies jamur yaitu *Trichoderma hamatum*, *T. harzianum*, dan *T. koningii*. Jamur endofit yang diperoleh berasal dari daun dan batang tanaman cendana yang sehat.

Diduga, keadaan lingkungan di sekitar tanaman inang (tanaman cendana) sangat berpengaruh dalam perkembangan dan pertumbuhan jamur endofit. Faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur antara lain faktor substrat, kelembaban, suhu, derajat keasaman (pH), dan senyawa-senyawa kimia di lingkungannya (Gandjar *et al.*, 2000 dalam Ramadhani, 2017). Ketika musim panas, suhu meningkat dan kelembapan menurun. Hal ini menyebabkan jamur endofit yang diperoleh lebih sedikit dan lebih beragam. Sedangkan ketika musim hujan, suhu menurun dan kelembapan meningkat. Hal ini menyebabkan jamur endofit yang diperoleh lebih banyak namun hanya berasal dari satu atau dua genus saja.

Keberadaan naungan juga dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban di sekitar tanaman inang yang dapat mempengaruhi keberadaan jamur endofit dalam jaringan tanaman. Semakin tinggi tingkat naungan atau semakin banyak naungan, suhu udara, suhu tanah, dan intensitas cahaya semakin rendah, namun kelembaban udara semakin meningkat (Hamdani *et al.*, 2016).

Kesimpulan dan Saran

Terdapat delapan isolat jamur endofit yang berhasil diisolasi dari daun dan batang tanaman cendana yang sehat yang terdiri dari genus *Aspergillus*, *Gliocladium*, *Phoma*, dan *Trichoderma*. Diduga, keadaan lingkungan di sekitar tanaman cendana mempengaruhi jumlah dan keragaman jamur endofit yang diperoleh. Ketika suhu meningkat dan kelembapan menurun, jamur endofit yang diperoleh lebih beragam, namun jumlahnya sedikit. Sedangkan, ketika suhu menurun dan kelembapan meningkat, jamur endofit yang diperoleh lebih banyak, namun jamur yang diperoleh berasal dari satu atau dua genus saja. Perlu dilakukan uji lanjut jamur endofit terhadap penyakit-penyakit pada tanaman cendana secara *in vitro* untuk mengetahui jenis spesies jamur endofit yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan penyakit pada tanaman cendana.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada panitia semnas dalam rangka Dies Natalis ke 46 Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menjadi pemakalah dalam seminar ini.

Daftar Pustaka

- Akmalasari, I. dan E. S Purwati. 2013. Isolasi dan identifikasi jamur endofit tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Biosfera*. 30(2): 82–89.
- Amin, N. 2013. Diversity of endophytic fungi from root of Maize var. Pulut (waxy corn local variety of South Sulawesi, Indonesia). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2(8): 148–154.
- Arenas, O. R. 2009. Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Artículo de Revisión*. 11(2): 143–151.
- Ariyanti, M. dan Y. Asbur. 2018. Cendana (*Santalum album* L.) sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. *Kultivasi*. 17(1): 558–567.
- Azevedo, J. L., W. Maccheroni Jr, J. O. Pereira, and W. L. De Araújo. (2000). Endophytic microorganisms: A review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*. 3(1): 40–65.
- Barra-Bucarei, L., A. F. Iglesias, M. G. González, G. S. Aguayo, J. Carrasco- Fernández, J. F. Castro, and J. O. Campos. 2019. Antifungal activity of *Beauveria bassiana* endophyte against *Botrytis cinerea* in two solanaceae crops. *Microorganisms*. 8(1): 65.
- Clay, K. 1988. Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. *Wiley*. 69(1): 10–16.
- Gusnawaty, Hs., M. Taufik, L. Triana, and D. Asniah. 2014. Morphological characterization *Trichoderma* spp. indigenous southeast of Sulawesi. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 88–94.
- Hamdani, J. S., Sumadi, Y. R. Suriadinata, dan L. Martins. 2016. Pengaruh naungan dan zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang kultivar atlantik di dataran medium. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 44(1): 33.
- Khiralla, A. 2018. Phytochemical study, cytotoxic and antibacterial potentialities of endophytic fungi from medicinal plants from Sudan. 262.
- Lestari, R. 2020. Eksplorasi jamur endofitik dari pucuk jagung, pisang, dan sayuran dari dataran rendah dandinggi sumatera selatan dan potensinya sebagai jamur entomopatogen terhadap larva *Spodoptera frugiperda* pada jagung. Universitas Sriwijaya.
- Letak, P. dan A. M. Halim. 2018. Pengendalian hayati dengan memberdayakan potensi mikroba. Mulawarman University PRESS.
- Rahayu, B. R., M. W. Proborini, dan I. B. G. Darmayasa. 2019. Isolasi, identifikasi dan persentase keberadaan hifa jamur endofit pada tanaman gemitir (*Tagetes erecta* L.) di beberapa daerah di Bali. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 6(1): 75.
- Ramadhani, S. H. 2017. Isolasi dan identifikasi jamur endofit pada daun jambang (*Syzygium cumini* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*. 2(2): 77–89.

- Sopialena, S., S. Suyadi, S. Sofian, D. Tantiani, dan A.N. Fauzi. 2020. Efektivitas cendawan endofit sebagai pengendali penyakit blast pada tanaman padi (*Oryza sativa*). AGRIFOR. 19(2): 355.
- Syamsia. 2016. Isolasi dan identifikasi cendawan endofit tanaman padi aromatik lokal enrekang. Jurnal Agrotan. 2(2): 61–67.
- Wahyuni, S. H. 2017. Identifikasi jamur endofit asal tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam menghambat *Xanthomonas albilineans* L. penyebab penyakit vaskular bakteri. Jurnal Agrotek Lestari. 4(2): 1–11.
- Widyastuti, S. M. dan M. Hariani. 2006. Peran *Trichoderma reesei* E. G Simmons pada pengendalian damping-off semai cendana (*Santalum album* Linn.). Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 12(2): 62–73.
- Windyarini, E. dan I. Anggraeni. 2011. Kutu sisik pada cendana (*Santalum album* L.) di Kupang, Nusa Tenggara Timur. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. 8(1): 51–58.
- Wulandari, W. R. 2020. Eksplorasi jamur endofit daun tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) serta potensi antagonismenya terhadap penyebab penyakit gugur daun (*Pestalotiopsis* sp.) secara in vitro. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/4716>.
- Xia, Y., M. R. Sahib, A. Amna, S. O. Opiyo, Z. Zhao, and Y. G. Gao. 2019. Culturable endophytic fungal communities associated with plants in organic and conventional farming systems and their effects on plant growth. Scientific Reports. 9(1): 1669.