

**FUNGI ENDOFIT PADA BERBAGAI TANAMAN BERKHASIAT OBAT DI
KAWASAN HUTAN EVERGREEN TAMAN NASIONAL BALURAN DAN POTENSI
PENGEMBANGAN SEBAGAI PETUNJUK PAKTIKUM MATA KULIAH
MIKOLOGI**

Endophytic Fungi of Various Medicinal Plants Collected From Evergreen Forest Baluran National Park and Its Potential as Laboratory Manual for Mycology Course

Siti Murdiah

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember,
Jl. Kalimantan 37 Sumbersari, Jember, (0331) 337738
e-mail korespondensi: murdiah_st.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

*Fungi endofit yang ditemukan pada tanaman berkhasiat obat memiliki manfaat khusus. Metabolit antimikroba yang dihasilkan oleh fungi endofit memberikan alternatif pilihan untuk mengatasi resistensi obat yang terus meningkat dan sebagai upaya untuk memberantas penyakit-penyakit infeksi yang menjadi salah satu penyebab utama mortalitas pada manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi fungi endofit dari sampel daun 5 jenis tanaman berkhasiat obat yang diperoleh dari hutan evergreen Taman Nasional Baluran dan pemanfaatannya sebagai petunjuk praktikum Mikologi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 3 isolat fungi endofit yang ditemukan dari 2 tanaman berkhasiat obat Kesambi (*Schleicera oleosa*) dan Ketapang (*Terminalia catappa*). Ketiga isolat membentuk struktur reproduksi aseksual berupa sporangiospora sedangkan struktur reproduksi seksual tetap tidak ditemukan hingga akhir penelitian sehingga klasifikasi isolat fungi endofit belum dapat ditentukan. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa petunjuk praktikum layak digunakan dengan persentase capaian 85.37% dan 88.56%.*

Kata kunci: *fungi endofit, petunjuk praktikum, tanaman berkhasiat obat*

ABSTRACT

*Endophytic fungi found on a variety of medicinal plants may express particular benefit. These fungi provide an alternative to overcome the progressive microbial resistance and as an effort to combat infectious diseases that became one of the leading causes of mortality. The main objective of this study was to isolate endophytic fungi from leaf samples of five medicinal plants species collected from evergreen forests Baluran National Park and its use as laboratory manual for Micology. Research findings showed there were 3 isolates of endophytic fungi isolated from 2 medicinal plants namely Kesambi (*Schleicera oleosa*) and Ketapang (*Terminalia catappa*). All three isolates formed sporangiophores as asexual reproductive structures, while the structure of sexual still undiscovered therefore its classification has not been determined. The validity tests also showed that the lab manual is feasible for use with the percentage achievement 85.37% and 88.56%.*

Keywords: *endophytic fungi, laboratory manual, medicinal plants*

Taman Nasional Baluran sebagai salah satu kawasan konservasi yang didalamnya memiliki berbagai macam flora, fauna dan ekosistem serta beragam manfaat baik pemanfaatan skala terbatas maupun manfaat skala luas berupa produk jasa lingkungan.

Hutan *evergreen* pada Taman Nasional Baluran memiliki keanekaragaman tumbuhan yang berfungsi secara ekologis

dan fisiologis. Beberapa jenis tumbuhan telah diidentifikasi sebagai jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat. Tanaman tersebut adalah Asam (*Tamarindus indica*), Mimba (*Azadirachta indica*), Kesambi (*Schleicera oleosa*), Ketapang (*Terminalia catappa*), Saga (*Adenantera microsperma*).

Metabolit berkhasiat secara farmakologis ini ternyata tidak hanya dihasilkan tanaman tetapi juga oleh mikroorganisme yang tumbuh dalam jaringan tanaman. Penelitian terdahulu telah berhasil membuktikan secara ilmiah melalui isolasi spesies mikroorganisme penghasil antibiotik berspektrum kerja luas dari berbagai bagian organ tumbuhan seperti daun, akar, dan kulit batang (Yunus, 2007; Tejesvi & Pirttila, 2011; Simlai, *et al.* 2014; Restiani, *et al.*, 2016). Potensi farmakologis yang dimiliki oleh satu jenis tumbuhan sangat mungkin disebabkan karena asosiasi mutualistik dengan mikroorganisme endofit, salah satunya adalah fungi. Fungi endofit adalah fungi yang hidup dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu membentuk koloni dalam jaringan tanpa membahayakan inang itu sendiri.

Setiap tanaman dapat mengandung satu atau lebih mikroorganisme endofit yang terdiri dari fungi atau bakteri (Anandha & Sridhar, 2002; Radji, 2005; Rante *et al.*, 2013). Fungi endofit hidup intraseluler di dalam jaringan tanaman sehat yang menginduksi inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Induksi ini dapat disebabkan karena rekombinasi genetik atau koevolusi (Sugijanto *et al.*, 2004; Sia, *et al.*, 2013). Huang dalam White *et al.* (2014) menyebutkan bahwa terdapat korelasi antara keberadaan fungi endofit dengan kemampuan tanaman inang dalam memproduksi metabolit sekunder. Kemampuan fungi endofit untuk mensintesis senyawa metabolit sekunder adalah peluang untuk produksi skala besar dalam waktu singkat tanpa menimbulkan kerusakan ekologis.

Agensia-agensia terapi farmakologi baru sangat diperlukan mengingat

perkembangan penyakit yang pesat dewasa ini. Kebutuhan ini menjadi masalah yang problematis mengingat alam sebagai sumber utama tanaman obat bersifat sangat terbatas. Ekstraksi dan pemurnian zat metabolit aktif dari tanaman obat membutuhkan biomassa yang besar serta melalui pengambilan sampel yang destruktif. Isolasi spesies endofit pada tanaman berkhasiat obat secara ekologis menjadi solusi yang ramah lingkungan.

Metabolit antimikroba yang dihasilkan oleh fungi endofit memberikan alternatif pilihan untuk mengatasi resistensi obat yang terus meningkat dan sebagai upaya untuk memberantas penyakit-penyakit infeksi yang menjadi salah satu penyebab utama mortalitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi jenis-jenis fungi endofit dari sampel daun 5 jenis tanaman obat hutan *evergreen* Taman Nasional Baluran dan pemanfaatannya sebagai suplemen petunjuk praktikum mata kuliah Mikologi.

Penelitian ini akan menjadi langkah awal untuk uji antagonisme terhadap patogen-patogen penyebab penyakit dan uji kemampuan produksi metabolit sekunder fungi endofit yang terbukti memiliki potensi sebagai agen farmakologi.

Hasil penelitian harus dapat dimanfaatkan secara praktis maupun teoritis, tidak hanya oleh komunitas akademis tetapi juga masyarakat secara luas. Hal ini memerlukan strategi mengkomunikasikan hasil penelitian kepada masyarakat (Imamah *et al.*, 2016). Bentuk komunikasi penyebaran (diseminasi) dapat dilakukan secara lisan melalui seminar, simposium atau workshop dan dapat dilakukan secara tertulis seperti artikel, buku, kolom maupun perangkat pembelajaran.

Perangkat pembelajaran yang dipilih adalah petunjuk praktikum untuk mata kuliah Mikologi. Jenis perangkat tersebut paling sesuai dengan *load* penelitian yang sarat dengan teknis-teknis laboratoris.

METODE

Tiga rumusan masalah penelitian dijawab melalui 6 tahap penelitian yang meliputi pengkajian literatur, pengambilan sampel, pengumpulan data, penyusunan petunjuk praktikum, validasi dan revisi produk serta penyusunan laporan akhir. Sampel daun didapatkan dari kawasan hutan *evergreen* Taman Nasional Baluran. Aktivitas isolasi dan karakterisasi fungi dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi. Daun yang dipilih sebagai sampel adalah daun yang utuh, sehat tanpa bercak penyakit, Daun dimasukkan dalam polybag steril dan disimpan dalam lemari es ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) hingga siap digunakan untuk isolasi (El-Nagerabi, *et al.*, 2013).

Prosedur sterilisasi permukaan menggunakan teknik yang dikembangkan Rante (2013) sedangkan prosedur isolasi serta pemurnian fungi endofit mengadopsi metode oleh Kasi *et al* (2015). Sampel daun dibersihkan dahulu dengan aquadest steril yang mengalir untuk menghilangkan kotoran yang melekat, setelah ditiriskan sampel dipotong-potong menjadi potongan kecil berukuran 3x3 cm. Potongan sampel ini kemudian direndam dalam etanol 70% selama 2 menit, dilanjutkan dengan perendaman dalam natrium hipoklorit 5,3% selama 5 menit dan perendaman etanol 70% kembali selama 1 menit.

Isolasi fungi endofit dilakukan dengan metode tanam langsung. Setelah sterilisasi permukaan selesai dilakukan, potongan sampel dikeringkan dengan kertas

saring steril selama beberapa menit. Kemudian masing-masing potongan sampel diletakkan pada media PDA yang ditambah dengan kloramfenikol 1% dengan posisi permukaan belahan menempel pada media agar. Penambahan kloramfenikol 1% untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Petridisk kemudian diinkubasi selama 2-14 hari pada suhu $27^{\circ}\text{-}29^{\circ}\text{C}$ (suhu ruang).

Koloni yang tumbuh dalam medium diamati setiap hari selama 14 hari. Pengamatan dilakukan secara makroskopis, meliputi kecepatan pertumbuhan koloni, warna permukaan koloni bagian atas, warna permukaan koloni bagian bawah, bentuk dan tekstur permukaan, serta tepian koloni. Koloni yang menunjukkan perbedaan dianggap sebagai isolat yang berbeda, yang kemudian dipisahkan dan dikultur kembali dalam media SA. Pemurnian ini dilakukan berulang-ulang hingga didapatkan kultur yang seragam dalam satu petridisk.

Karakterisasi dilakukan dengan melakukan pengamatan ciri-ciri tertentu dan mencocokkan ciri-ciri tersebut dengan literatur (Sudantha, 2009). Karakterisasi ini hanya terbatas pada pengamatan mikroskopis yang meliputi morfologi dan warna hifa, bentuk dan ukuran konidia, ada tidaknya chlamydospora atau struktur reproduksi yang lain.

Slide kultur tiap-tiap isolat murni dipersiapkan terlebih dahulu untuk menjaga bentuk aerial hifa agar tidak rusak saat pengamatan mikroskopis. Pembuatan slide kultur dilakukan dengan menginokulasi kaca benda steril yang telah diberi 1 tetes medium SA dengan fragment hifa. Kaca benda diletakkan dalam petridisk yang telah dialasi tissue steril dan ditutup dengan kaca penutup. Tisu dan kaca benda dibatasi oleh 2 buah tusuk gigi steril untuk mencegah uap air menempel pada kaca benda yang dapat

mengganggu pengamatan dan menjadi jalan masuk mikroorganisme kontaminan. Tisu kemudian ditetesi dengan aquadest steril dan diinkubasi. *Slide* kultur siap diamati dengan mikroskop setelah 2-7 hari.

Hasil pengamatan karakterisasi akan dikonsultasikan dengan buku kunci identifikasi Alexopoulos, Mims dan Blackwell (1996), Ellis *et al* (2007), Hibbet (2007) serta Hawksworth *et al* (2014).

Langkah penelitian berikutnya setelah proses isolasi dan karakterisasi adalah penyusunan draft petunjuk praktikum.

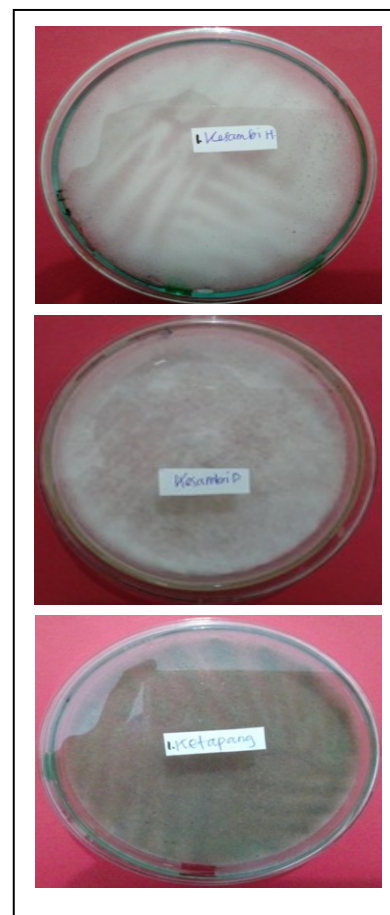
Pengembangan paket pembelajaran mata kuliah Mikologi ini menggunakan model Dick and Carey. Model ini terdiri atas 10 langkah, yaitu: (1) mengidentifikasi tujuan umum pembelajaran, (2) analisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi tingkah laku masukan dan karakteristik pembelajaran, (4) merumuskan tujuan khusus pembelajaran, (5) mengembangkan butir-butir tes acuan patokan, (6) mengembangkan strategi pembelajaran, (7) mengembangkan dan memilih materi pembelajaran, (8) merancang dan melakukan penilaian formatif, (9) merevisi materi pembelajaran, (10) merancang dan melakukan penilaian sumatif. Penyusunan draft petunjuk praktikum hanya menggunakan 9 dari ke 10 langkah tersebut. Peneliti tidak melaksanakan tahap perancangan penilaian dan evaluasi karena keterbatasan waktu penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 5 jenis tanaman berkhasiat obat yang menjadi sampel, isolat fungi endofit hanya ditemukan pada daun Ketapang (*Terminalia catappa*) dan Kesambi

(*Schleichera oleosa*). Total yang ditemukan adalah 3 isolat; 2 isolat dari Kesambi (*Schleichera oleosa*) dan 1 isolat dari Ketapang (*Terminalia catappa*). Isolat selanjutnya disebut dengan KS_1 , KS_2 dan KT_1 . Koloni mikroba endofit dapat diisolasi juga dari sampel daun mimba (*Azadirachta indica*) dan saga (*Adenantera microsperma*), koloni endofit yang tumbuh dari 2 sumber ini adalah koloni bakteri sehingga tidak diperhitungkan karena tidak sesuai dengan tujuan penelitian.

Perolehan isolat fungi endofit hasil isolasi selanjutnya dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil pengamatan morfologi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Koloni fungi endofit yang diisolasi dari daun Kesambi (*Schleichera oleosa*) dan daun Ketapang (*Terminalia catappa*). Dari atas ke bawah; KS_1 , KS_2 , KT_1 .

Disubmit: Februari 2017
Direvisi: Maret 2017
Disetujui: Maret 2017

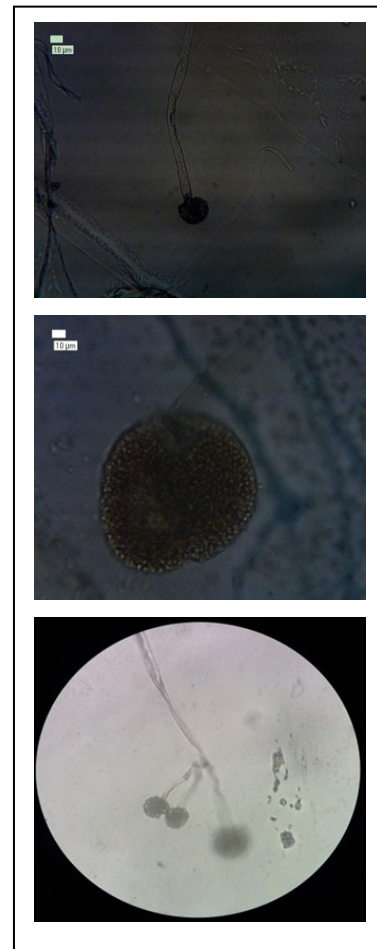
Hasil pengamatan sifat makroskopis menunjukkan strain KS_1 dan KS_2 memiliki laju pertumbuhan yang relatif lebih cepat. Fungi secara teoritis memiliki masa inkubasi 5-7 hari. Isolat KS_1 dan KS_2 sudah menunjukkan pertumbuhan koloni yang pesat setelah diinkubasi kurang dari 5 hari. Salah satu karakter morfologi khas yang membedakan antara isolat KS_1 , KS_2 dan KT_1 adalah terbentuknya tetesan air atau droplet di permukaan koloni dan warna spora. Droplet terbentuk pada koloni isolat KT_1 . Warna spora mulai dari putih pada isolat KS_2 hingga hitam pada isolat KT_1 . Ciri morfologi yang ditemukan di ketiga isolat fungi endofit adalah tekstur dan bentuk permukaan koloni.

Karakter makroskopis masing-masing isolat tersaji dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakter isolat fungi endofit

Indikator Pengamatan	Kesambi 1 (KS_1)	Kesambi 2 (KS_2)	Ketapang (KT_1)
Kecepatan pertumbuhan	Cepat (2 hari)	Cepat (4 hari)	lambat (7 hari)
Warna permukaan atas koloni	Putih keabu-abuan	putih	Hitam
Warna permukaan bawah koloni	Putih bagian pinggir kekuningan	putih	Hitam
Bentuk permukaan koloni	tersebar	tersebar	tersebar
Tekstur permukaan koloni	Seperti kapas	Seperti kapas	Seperti kapas
Ciri khusus	-	-	Membentuk droplet

Karakter mikroskopis isolat fungi endofit tersaji dalam Gambar 2. Sementara itu, hasil pengamatan mikroskopis tersaji dalam Tabel 2.



Gambar 2. Struktur reproduksi aseksual. Dari atas ke bawah: KS_1 , KS_2 , KT_1 .

Tabel 2. Hasil pengamatan mikroskopis isolat fungi endofit

Indikator pengamatan	Kesambi 1 (KS_1)	Kesambi 2 (KS_2)	Ketapang (KT_1)
Ukuran hifa	paling besar	besar	paling kecil
Ada tidaknya sekat	ada	ada	ada
Ciri khusus pada hifa	Membentuk rhizoid	Membentuk rhizoid	Tidak ada rhizoid
Struktur reproduksi seksual	Tidak ditemukan	Tidak ditemukan	Tidak ditemukan
Struktur reproduksi aseksual	sporangiospora	sporangiospora	sporangiospora
Ciri lain	Ukuran sporangium kecil	Ukuran sporangium besar	Ukuran sporangium kecil

Hasil penelitian isolasi fungsi endosfit ini selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan suplemen perkuliahan mata kuliah Mikologi dengan bentuk produk petunjuk praktikum. Hasil penilaian ahli menunjukkan capaian persentase sebesar 85,37% dan 88,56% atau termasuk dalam kualifikasi sangat baik, tidak memerlukan perbaikan dan dapat digunakan dalam aktifitas perkuliahan.

Fungi endofit merupakan mikroorganisme penting dan sumber senyawa bioaktif baru karena memiliki kemampuan khusus menghasilkan senyawa bioaktif yang sama dengan tanaman inangnya atau senyawa lainnya. Penelitian yang menyelidiki tentang keragaman, peran ekologi, metabolit sekunder dan bioaktivitas fungi endofit dari berbagai tanaman berkhasiat obat sedang marak dilakukan (Liang *et al.*, 2012; Barathidasan & Panneerselvam, 2011). Keberadaan fungi endofit secara tidak langsung mempengaruhi kemampuan tanaman dengan khasiat obat dalam memproduksi metabolit sekundernya (Arnold *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2014).

Fungi endofit yang dihasilkan dari tanaman inang dapat menghasilkan jenis isolat yang berbeda-beda dan jumlah bervariasi (Azevedo *et al.*, 2000). Noverita *et al.* (2009) menyatakan bahwa isolasi jamur endofit dari bagian tanaman yang berbeda dari satu tumbuhan inang, ternyata mengandung jenis isolat yang berbeda pula. Kandungan jenis endofit yang berbeda ini merupakan mekanisme adaptasi dari endofit terhadap mikroekologi dan kondisi fisiologis yang spesifik dari masing-masing tumbuhan inang. Satu jaringan hidup suatu tumbuhan dapat menjadi inang tempat tumbuh lebih dari satu jenis jamur endofit. Wang *et al.* (2014) juga menyebutkan

bahwa kehadiran jenis endofit dihubungkan dengan kondisi mikrohabitat tanaman inang dan kecocokan genotip antara tanaman inang dan endofit, sehingga akan berpengaruh terhadap perbedaan dalam komposisi koloni endofit dan tingkat infeksi tanaman inang yang di tempati oleh jamur endofit pada lokasi yang sama.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah pengetahuan baru dalam bentuk artikel dan suplemen perangkat perkuliahan untuk melengkapi petunjuk praktikum pada mata kuliah Mikologi. Petunjuk telah divalidasi dengan kualifikasi sangat baik tanpa memerlukan revisi sehingga siap untuk dimanfaatkan dalam perkuliahan. Kendala yang dihadapi adalah proses identifikasi dan karakterisasi isolat yang hanya menggunakan teknik konvensional melalui perbandingan dengan referensi. Peneliti memerlukan beberapa kali pengamatan untuk lebih meyakinkan hasil perbandingan. Proses pengamatan yang berulang tentu saja tidak efisien karena memerlukan alokasi waktu yang tidak sedikit.

PENUTUP

Setiap jenis tumbuhan hidup dalam co-existence dengan mikroorganisme. Keberadaan bersama dalam satu bentuk interaksi ini lebih kuat pada tanaman yang mempunyai fungsi secara farmakologi. Hutan evergreen kawasan Taman Nasional Baluran memiliki 5 jenis tanaman berkhasiat obat yang, dari kelima jenis tanaman berkhasiat obat tersebut hanya 2 jenis tanaman yang berafiliasi dengan fungi endofit. Dua tanaman tersebut adalah Kesambi (*Schleicera oleosa*) dan Ketapang (*Terminalia catappa*). Ditemukan 3 isolat fungi endofit dari daun tanaman obat

Disubmit: Februari 2017
Direvisi: Maret 2017
Disetujui: Maret 2017

tersebut, 2 isolat dari daun Kesambi (*Schleicera oleosa*) dan 1 isolat dari daun Ketapang (*Terminalia catappa*).

Hasil penelitian juga dimanfaatkan untuk penyusunan perangkat pembelajaran dalam bentuk suplemen petunjuk praktikum untuk mata kuliah Mikologi. Hasil uji kelayakan draft perangkat pembelajaran menunjukkan bahwa draft berkualifikasi baik dan dapat digunakan dalam kegiatan perkuliahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Universitas Jember khususnya Lembaga Penelitian Universitas Jember yang mendanai penelitian tentang fungi endofit ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Alexopoulos, C. J. & Mims, C. W. (1996). *Introductory mycology*. New York: John Wiley & Sons.
- Anandha, K. & Sridhar, K. R. (2002). Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the west coast of India. *Can. J. Microbiol.* 48: 871–878.
- Arnold, M., Kyllo, R. & Robbins. (2003). Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *PNAS*, 100 (26), 15649–15654.
- Azevedo, J. L., Macheroni, W., Pereira, J. O. & Araujo, W. L. (2000). Endophytic microorganisms: A review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*, 3 (1), Issue of April 15.
- Bharathidasan & Panneerselvam, A. (2011). Isolation and identification of endophytic fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram District, Karankadu, Tamilnadu, India. In

European Journal of Experimental Biology, 1 (3), 31-36.

- Ellis, D., Davis, S., Alexiou, H., Handke, R., & Bartley, R. (2007). *Description of medical fungi*. Australia: Mycology Units' Women and Children Hospital.
- El-Nagerabi, S., El-Shafie, A. E., & Al-Khanjari, S.S. (2013). Endophytic fungi associated with *Ziziphus* species and new records from mountainous area of Oman. *BIODIVERSITAS*, 14 (1), 10-16.
- Hawksworth, D. L., & Crous, P.W. (2014). IMA fungus. *The Global Mycological Journal*, 5 (1), June 2014.
- Hibbet, D., Binder, M., Bischoff, J., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., Timothy, J., Kirk, P.M., & Lucking, R., (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, 1 (11), 509 – 547.
- Huang, W.Y. Cai, Y.Z. Xing, J. Corke, J.H. and Sun, M. (2007). A Potential Antioxidant Resource: Endophytic Fungi From Medicinal Plants. *Econ Bot*, 61:14–30.
- Imamah, E. Q., Lestari, U. & Gofur, A. (2016). Developing booklet based on the research result of the effect of formalin-added-tofu to hepar histopatology of male mice Balb/C Strain. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(2), 102-108.
- Kasi, Y. A., Posangi, J., Wowor, P. M. & Bara, R. (2015). Uji efek antibakteri jamur endofit daun mangrove *Avicennia marina* terhadap bakteri Uji *Staphylococcus aureus* dan *Shigella dysenteriae*. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*, 3 (1), Januari-April 2015.
- Liang, H., Yongmei, X., Juan, C., Dawei, Z., Shunxing, G., & Chunlang, W. (2012). Antimicrobial activities of endophytic fungi isolated from

- Ophiopogon japonicus (Liliaceae). In *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2012, 12:238.
- Noverita, Fitria, D., & Sinaga, E. (2009). Isolasi dan uji aktifitas antibakteri jamur endofit dari daun dan rimpang *Zingiber ottensii* Val. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/235981709>.
- Radji, M. (2005). Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal. Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi. Departemen Farmasi, FMIPA-UI. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 2 (3), 113-126.
- Rante, H. Taebe, B. & Intan, S. (2013). Isolasi fungi endofit penghasil senyawa antimikroba dari daun cabai katokkon (*Capsicum annum* L var. *Chinensis*) dan Profil KLT Bioautografi. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 17 (2), 39 – 46.
- Restiani, R. A., Suarsini, E. & Indriwati, SE. (2016). Test of fungi number of *syzygium polyanthum* bark simplisia for traditional medicine as disseminate material to the low economic communities in Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2 (3), 300-308.
- Sia, E. D., Marcon, J., Luvizotto, D. M., Quecine, M. C., Tsui, S., Pereira, J. O., & Azevedo, J. L. (2013). Endophytic fungi from the Amazonian plant *Paullinia cupana* and from *Olea europaea* isolated using cassava as an alternative starch media source. *SpringerPlus*, 2:579.
- Simlai, A., Rai, A., Mishra, S., Mukherjee, K., & Roy, A. (2014). Antimicrobial and antioxidative activities in the bark extract of *Sonneratia caseolaris*, a mangrove species. *Journal of Experimental and Clinical Science*. 13 (Augt), 997-1010.
- Sudantha, I. M. 2009. Karakterisasi jamur saprofit dan potensinya untuk pengendalian jamur *Fusarium oxysporum* F. sp. *Vanillae* pada tanaman vanili. *Agroteksos*, 19 (3), 89-100.
- Sugijanto, N. E., Indrayanto, G. Zaini, N. C. (2004). Isolasi dan determinasi berbagai jamur endofit dari tanaman *Aglaia elliptica*, *Aglaia eusideroxylon*, *Aglaia odorata* dan *Aglaia odoratissima*. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta*, 5 (2).
- Tejesvi & Pirttila. (2011). Potential of tree endophytes as sources for new drug compounds. In Pirttila dan Frank, A.C. (Eds.). *Endophytes of Forest Trees Biology and Applications*. New York: Springer-Dordrecht.
- Wang, K. Shiwei, W. Bin, W. & Jiguang, W. (2014). Bioactive natural compounds from the mangrove endophytic fungi. *Medicinal Chemistry*, 14: 370-391.
- Yunus, A. (2012). *Isolasi fungi endofit dari tanaman Artemisia Annua L dan Mengetahui Kemampuannya dalam Menghasilkan Artemisinin*. Retrieved from <http://eprints.uns.ac.id/id/eprint>.