

Diversitas Jamur Endofit pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama

Endophytic Fungi Diversity in Rice Plant and their Potential as Pest Control

SOPIALENA¹, SOPIAN², LUSYANA DWI ALLITA³

^(1,2,3)Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Jl. Pasir Balengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119, Kalimantan Timur, Indonesia. Tel: +62-541-749161, Fax: +62-541-738341, ³email : alusyana1@gmail.com

Manuscript received: 2019. Revision accepted: 2019.

Abstract. This study is conducted to identify the type of endophyte fungus on *Oryza sativa* along with its possibility as pest controller or entomopathogenic. Endophyte fungus is microorganism that lives within a plant contains a compound that gives resistance for host plants from parasitic organism. This research is conducted in two activities, field activities and laboratory activities. Field activities has been done by collecting a healthy sample of *Oryza sativa*. Then, laboratory activities has been done by doing isolation, identification, and entomopathogenic test. The result of this research showed that the identified endophyte fungus of *Oryza sativa* from two research location are village Karang Tunggal, Tenggarong Seberang and village Tanah Merah, Samarinda Utara there are 4 types, they are *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp. Besides, type of endophyte fungus has potency as a entomopathogenic that gives the highest mortality to Ulat Hongkong are *Metarhizium* sp. dan *Penicillium* sp.

Key words : *Diversity, Entomopathogenic, Endophyte Fungus, Oryza sativa.*

PENDAHULUAN

Padi merupakan salah satu tanaman pangan yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan seluruh masyarakat Indonesia. Beras yang dihasilkan tanaman padi merupakan bahan pokok utama yang menjadi komoditas strategis dan memiliki kedudukan yang sangat penting. Berdasarkan data FAO (2001) dalam Champagne (2004), Sekitar 75% kebutuhan kalori tiap hari diperoleh dari padi dan lebih dari 50% populasi penduduk dunia menjadikan padi sebagai sumber kalori utama.

Faktor pembatas produksi tanaman padi yaitu keberadaan serangan hama dan penyakit yang menyerang tanaman padi. Pada umumnya kerusakan yang terjadi berkisar antara 5-10% dan juga dapat terjadi hingga mencapai 100%. Oleh karena itu perlunya dilakukan pengendalian hama dan penyakit untuk mengurangi kerugian hasil pada suatu produksi (Lingga, 2010).

Penyakit yang menyerang tanaman padi dapat disebabkan oleh patogen seperti jamur, bakteri dan virus yang mempengaruhi produksi suatu hasil. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghambat pertumbuhan hama dan penyakit pada tanaman padi yaitu dengan pengendalian hayati menggunakan jamur entomopatogen endofitik. Dalam pengendaliannya beberapa teknik telah dilakukan seperti penggunaan fungisida, kultur teknis, dan kultivar yang resisten, tetapi hasil yang didapatkan belum memuaskan.

Pengendalian hayati merupakan pengendalian yang dilakukan tanpa menggunakan bahan kimia dan ramah terhadap lingkungan karena penggunaan bahan kimia yang berlebihan dapat mengganggu lingkungan sehingga perlunya inovasi lain sebagai alternatif dalam menjaga lingkungan. Penggunaan mikroba antagonis perlu diupayakan dan salah satunya adalah memanfaatkan jamur endofitik. Pada jamur endofitik terdapat mikroba antagonis yang menghasilkan mikotoksin, enzim dan antibiotika oleh sebab itu jamur entomopatogen endofitik ini sangat diperlukan sebagai alternatif dalam pengendalian hama tumbuhan.

Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa jurnal menyatakan jamur endofit mampu memberikan ketahanan bagi tanaman inang dari patogen yang menyerang. Jamur endofit akan menghambat laju pertumbuhan dan mengambil nutrisi dari patogen dan menghasilkan senyawa bioaktif yang mampu membunuh patogen tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Jamur endofitik yang terdapat pada tanaman padi serta mengetahui potensi jamur endofitik sebagai entomopatogen dan mengetahui pengaruh kesuburan tanah terhadap keanekaragaman jamur endofitik

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan terhitung dari bulan Januari hingga bulan April Tahun 2019 di Laboratorium Ilmu hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda. Pengambilan sampel tanaman padi dilakukan di Desa Karang Tunggal, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kelurahan Tanah Merah, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Potato Dextrose Agar* (PDA), sampel tanaman padi sehat, ulat hongkong fase larva, alkohol 70%, NaOCl 5%, aquades, *methilene blue*, plastik *cling wrap chloramphenicol*, spiritus, kapas, *aluminium foil* dan *tissue*. Kategori pemilihan sampel yaitu tanaman yang terlihat sehat, segar dan tidak terlihat gejala terserang penyakit ataupun hama.

Pembuatan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) menggunakan kentang 1000 g, gula halus 100 g, agar-agar 100 g, 8 kapsul *chloramphenicol* dan 5 L aquadest. Air rebusan kentang kemudian di saring dan tambahkan garagar, gula halus dan *chloramphenicol* secara bergantian dan diaduk secara merata. Setelah mendidih, PDA dimasukkan ke dalam erlenmeyer steril dan tutup menggunakan kapas dan *aluminium foil* dengan erat. Kemudian masukan kedalam autoclave media dengan tekanan 1,5 atm selama 15 menit. Media siap digunakan.

Isolasi yang dilakukan pada akar, batang dan daun tanaman padi yang telah dipotong 1cm dimulai dengan mencuci bagian tanaman dengan menggunakan alkohol. Larutan NaOCl 5% dan aquadest secara bergantian selama 1 menit. Setelah bersih, potongan sampel ditanam pada media PDA yang disediakan pada cawan petri. Kemudian dilakukan pengamatan setelah 5 hari.

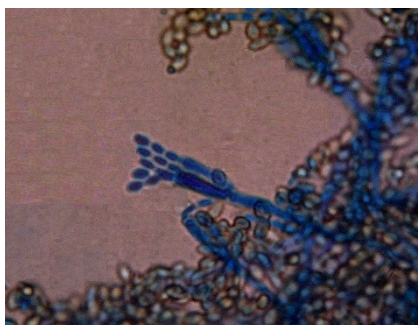
Pemurnian dilakukan pada koloni jamur yang berbeda. Setelah jamur ditanam dan tumbuh pada media lain, jamur selanjutnya diidentifikasi dibawah mikroskop compound. Pembuatan preparat dilakukan dengan mengambil sedikit koloni menggunakan jarum ose kemudian diletakkan pada object glass kemudian ditutup dengan cover glass. Identifikasi dilakukan dengan mencocokkan karakter morfologi makroskopis ataupun mikroskopis berdasarkan panduan Barnett dan Hunter, 1998 dan Watanabe, 2002.

Jamur yang telah teridentifikasi kemudian dilakukan perbanyakan untuk memperoleh jamur endofit guna aplikasi terhadap ulat hongkong. Sebanyak ± 10 cawan petri yang ditumbuhkan selama 2 minggu untuk mendapatkan 1 g jamur.

Pengaplikasian menggunakan botol sprayer yang disemprotkan ke ulat hongkong yang diletakan didalam cup plastik berisi tanah steril. Ulat hongkong yang digunakan sebanyak 10 ekor. Penyemprotan dilakukan sebanyak 3-4 kali hingga tanah lembab. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

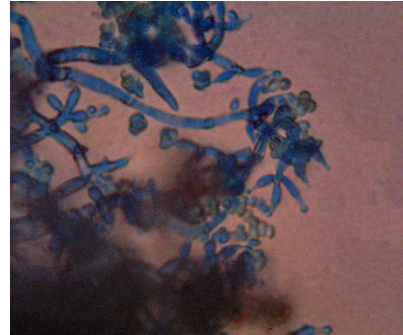
Pada penelitian ini ditemukan beberapa jamur endofit pada tanaman padi yaitu *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp.



Gambar 1. *Metarhizium* sp.



Gambar 2. *Penicillium* sp.

Gambar 3. *Aspergillus* sp.Gambar 4. *Trichoderma* sp.

A. Jamur Endofit Yang Ditemukan Pada Tanaman Padi

Metarhizium sp.

Isolat jamur *Metarhizium* sp. yang didapatkan dengan warna koloni kuning kehijauan dan putih warna pinggirnya. Memiliki bentuk koloni tidak rata pada bagian pinggir ataupun permukaan. Secara mikroskopis jamur *Metarhizium* sp. memiliki ciri hifa bersepta, dengan konidiofor hialin, konidianya ber sel satu., berwarna hialin dan berbentuk bulat silinder. Menurut Barnet dan Hunter (1998) jamur *Metarhizium* sp. memiliki fialid tunggal, berpasangan atau melingkar. Konidia diproduksi dalam rantai basipetal, dipadatkan kedalam koloni silinder yang panjang berbentuk oval.

Penicillium sp.

Isolat jamur *Penicillium* sp. yang diperoleh dengan warna kuning dan bentuk koloni menyebar rata. Secara mikroskopis isolat jamur *Penicillium* sp. memiliki ciri hifa bersepta dan berdinding tipis, konidia tersusun seperti rantai pada ujung fialid berbentuk bulat. Sesuai dengan yang dikemukakan Barnet dan Hunter (1998) jamur *Penicillium* sp. memiliki konidiofor yang muncul dari miselium tunggal, memiliki cabang didekat puncak, berkumpul dan berakhir membentuk sekelompok fialid, konidia hialin berwarna terang, dalam gumpalan sebagian besar berbentuk bulat atau oval. Watanabe (2002) menyebutkan bahwa *Penicillium* sp. memiliki konidiofor tegak, percabangannya membentuk metula dengan sambungan phialid. Pada ujung phialid terdapat konidia berbentuk bulat.

Aspergillus sp.

Isolat jamur *Aspergillus* sp. Memiliki ciri makroskopis koloni berwarna hitam dan bentuk koloni menyebar tak beraturan. Sedangkan ciri mikroskopis jamur *Aspergillus* sp. Menurut Watanabe (2002) ialah memiliki hifa bersepta, koloni berwarna hitam dan hijau konidiofor yang tegak dan miselium bercabang. Barnet dan Hunter (1998) pun mengemukakan bahwa secara mikroskopis jamur *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor tegak dan kemudian tonjolan berbentuk bundar atau lebih tebal pada puncak konidiofor.

Trichoderma sp

Isolasi *Trichoderma* sp. berwarna hijau tua. Dalam bukunya, Watanabe (2002) menyebutkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. memiliki warna hijau gelap dengan warna kekuningan pada media PDA. Bentuk koloni dari isolat tersebut menyebar tak beraturan dan memiliki tepi koloni tidak rata. Secara mikroskopis isolat jamur *Trichoderma* sp. memiliki hifa bersepta, konidiofor banyak dan bercabang, hialin, bentuk konidia semi bulat dan bergerombol diantara hifa. Berdasarkan Barnet dan Hunter (1998) pada jamur *Trichoderma* sp. memiliki hifa bersepta, hialin, konidiofor banyak dan bercabang dan pertumbuhannya mudah dan cepat.

B. Jamur Endofit Sebagai Pengendali Hayati

Menurut Lingga (2009), Jamur endofit termasuk dalam famili Balansiae yang terdiri dari 5 genus yaitu Atkinsonella, Balansiae, Balansiopsis, Epichloe, dan Myriogenospora. Pada genus Balansiopsis hubungan mutualistik dengan tanaman inangnya dapat membantu dalam proses penyerapan unsur hara serta dapat melindungi tanaman dari serangan penyakit. Menurut Sofiyani (2014), Jamur endofit merupakan jamur pada tanaman yang terdapat pada sistem jaringan seperti daun, ranting dan akar yang tidak menyebabkan gejala penyakit. Senyawa yang dihasilkan jamur endofit berpotensi sebagai pengendali hayati. Jamur endofit dapat meningkatkan ketahanan tanaman inang dan dapat mengendalikan pertumbuhan terhadap jamur patogen.

Masyarah (2009) (dalam Kurnia *et al.*, 2014), menyatakan bahwa masing-masing tanaman memiliki mikroorganisme endofit seperti bakteri dan jamur yang dapat menghasilkan senyawa berfungsi sebagai

antibiotika, antivirus, anti serangga, antidiabetes, antimalaria, zat pengatur tumbuh serta penghasil enzim-enzim hidrolitik seperti amilase, selulase, xilanase, ligninase, kitinase. Manfaat yang diperoleh tanaman inang yaitu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman inang, melindungi dari serangan hama serta tahan terhadap penyakit dan kekeringan.

Jamur endofit merupakan agens hayati yang bersifat antagonistik menghasilkan senyawa alkaloid dan mikotoksin yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Kusumawardhani *et al.*, 2015). Terhambatnya pertumbuhan patogen disebabkan oleh jamur endofit merebut nutrisi dari patogen sehingga terjadi perubahan pada hifa patogen. Senyawa yang dihasilkan jamur endofit berupa senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa bioaktif dan dapat berfungsi untuk membunuh patogen. Penggunaan jamur endofit dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman inang secara efektif dan ramah lingkungan. Kelompok jamur yang ditemukan pada tanaman inang dan berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium* sp, *Ampelomyces* sp, *Neothypodium lolii* (Gao *et al.*, 2010).

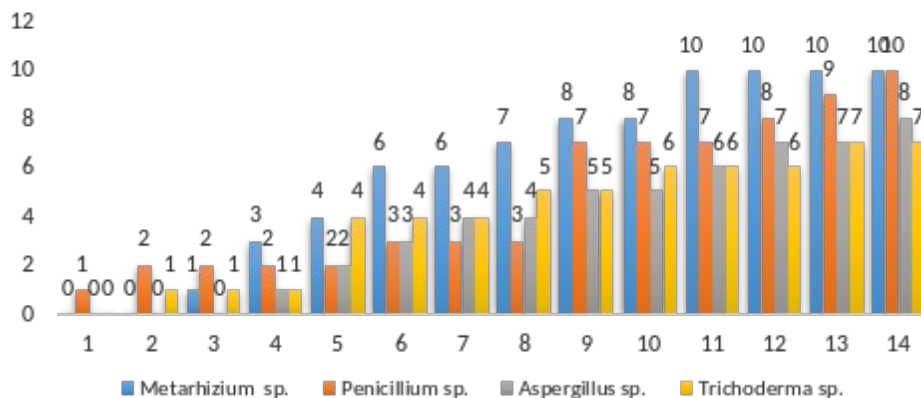
C. Potensi Jamur Endofit Sebagai Entomopatogen

Ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dikenal juga oleh kebanyakan masyarakat sebagai ulat tepung. Ulat hongkong merupakan kumbang yang memiliki warna merah kehitaman atau hitam (Purwakusuma, 2007) dan termasuk ke dalam ordo Coleoptera (Frost, 1959). Ordo Coleoptera merupakan ordo terbesar dari serangga, kurang lebih 40% dari seluruh jumlah serangga yang ada. Serangga yang termasuk ke dalam golongan Tenebrionid memiliki tipe mulut pengunyah dan senang berada di tempat yang gelap. (Borror *et al.*, 1996). Serangga ini aktif di malam hari dan sering menyerang makanan cadangan manusia seperti biji-bijian, sereal, dan lainnya (Purwakusuma, 2007).

Ulat hongkong memiliki siklus hidup yang berlangsung 3-4 bulan terdiri dari empat tahap yaitu telur, larva, pupa dan imago (serangga dewasa) sehingga dikatakan metamorfosis sempurna atau disebut holometabola (Purwakusuma, 2007).

Jamur entomopatogen merupakan jamur yang mengandung bioinsektisida yang secara langsung membunuh serangga. sedangkan jamur parasit merupakan jamur yang hidup bersama dengan serangga inang dewasa dan menimbulkan gejala penyakit sebelum menyebabkan kematian pada serangga (Smith *et al.*, 1981 dalam Septiana, 2015). Ada empat tahapan jamur entomopatogen menginfeksi serangga yaitu inokulasi, penetrasi, infeksi dan invasi. Setelah terserang jamur entomopatogen, serangga akan berubah menjadi kering dan berwarna kehitaman. Pada umumnya jamur masuk ke tubuh serangga melalui kutikula dimana konidia jamur menempel dan berpenetrasi pada integument. Jamur yang berada pada kutikula selanjutnya merusak jaringan dan menyerap cairan tubuh larva sehingga tubuh larva menjadi mengering (Masyitah, 2017).

Mortalitas *Tenebrio molitor*



Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 2 minggu terjadi kematian hama fase larva *Tenebrio molitor* 10 ekor. Larva *Tenebrio molitor* mengalami pengerasan terhadap tubuh. Kurang dari 2 minggu jamur dapat mematikan 10 ulat hongkong yang diuji.

Widiyanti dan Muyadihardja (2004) menyatakan bahwa jamur *Metarhizium* sp dapat menghasilkan endotoksin yang dapat mematikan yaitu destruxins memberikan pengaruh terhadap inang yaitu berupa kelumpuhan dan kematian antara 3-14 hari infeksi. Jamur *Metarhizium* sp. ini tidak selalu tumbuh ke luar menembus integumen serangga. Menurut Ferron (1985) dalam Prayogo, (2008) apabila keadaan kurang

mendukung, perkembangan jamur dalam bersifat saprofit di dalam tubuh serangga tanpa ke luar menembus integumen.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 2 minggu terjadi kematian hama fase larva ulat hongkong 10 ekor. Tubuh larva berubah menjadi cokelat kehitaman dan terlihat adanya koloni jamur berwarna kuning pada tubuh yang telah mati. Mortalitas *Tenebrio molitor* dapat terlihat langsung pada saat hari pertama dan mengalami peningkatan jumlah mortalitas selama kurun waktu 2 minggu pengamatan.

Menurut Rahayu (2006) dalam Miskiyah *et al* (2010) jamur *Penicillium* sp dapat bersifat antibiotik yang menghasilkan penisilin serta beberapa spesies dapat menghasilkan mikotoksin seperti luteoskirin, okratoksin dan lainnya yang dapat menyebabkan keracunan pada serangga.

Berdasarkan uji terhadap larva *Tenebrio molitor* selama pengamatan 2 minggu membuktikan bahwa jamur *Aspergillus* sp dapat mematikan larva atau bersifat entomopatogen. Larva *Tenebrio molitor* yang mati akibat disemprotkan larutan yang terdapat jamur *Aspergillus* sp tidak semua melainkan tersisa 2 ekor yang hidup. Jamur *Aspergillus* sp memiliki potensi sebagai jamur entomopatogen karna dapat menghasilkan senyawa mikotoksin seperti aflaktoksin. senyawa mikotoksin diketahui dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia ataupun hewan dengan mengalami perubahan klinis dan patologis. (Rahayu, 2006) dalam Miskiyah *et.al.*, (2010).

Berdasarkan uji terhadap larva *Tenebrio molitor* selama pengamatan 2 minggu membuktikan bahwa jamur *Trichoderma* sp. dapat mematikan 7 ekor larva *Tenebrio molitor*. hingga pengamatan pada hari ke 14 tidak semua larva *Tenebrio molitor* dapat terinfeksi dengan jamur.

Menurut Carlite dan Watkinson (1994), selain sebagai parasit untuk jamur lainnya jamur *Trichoderma* sp dapat menghasilkan metabolit seperti asam sitrat dan etanol. Enzim yang dihasilkan jamur *Trichoderma* sp seperti enzim urease, selulase, glukonase dan kitinase. Enzim yang dihasilkan jamur *Trichoderma* sp berupa enzim kitinase yang mendegradasi zat kitin pada dinding sel larva *Tenebrio molitor*.

D. Pengaruh Kesuburan Tanah Terhadap Keanekaragaman Jamur Endofit

Berdasarkan hasil analisis tanah yang dilakukan pada tanah sampel varietas Ciherang, Kambang dan Pandan Ungu pada daerah Desa Karang Tunggal dengan varietas Cigelis dan Rojolele pada daerah Kelurahan Tanah Merah memiliki pH yang rendah yaitu sekitar 4,6-4,9. Memiliki sifat kimia C organik yang tinggi sekitar 3,2-5,8. Nilai N total pada semua varietas kategori sedang sedangkan pada varietas Ciherang sangat tinggi. Nilai C/N rasio pada varietas ciherang sangat rendah varietas pandan ungu dan cigelis sedang sedangkan pada varietas Kambang dan Rojolele termasuk kriteria tinggi.

Nilai P tersedia pada semua varietas yaitu dari rendah hingga sangat rendah. Pada unsur kimia K tersedia sangat tinggi pada semua varietas. Pada unsur Ca^{2+} memiliki kategori rendah. Unsur Mg pada semua varietas memiliki nilai yang tinggi kecuali pada varietas Pandan Ungu sangat rendah. Pada unsur K^+ dan Na memiliki nilai yang sangat rendah atau rendah. Pada unsur KTK memiliki kategori rendah hingga sedang sedangkan kejenuhan basa pada tanah semua varietas sedang kecuali varietas Pandan Ungu yang memiliki kejenuhan basa tinggi.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan kondisi tanah sampel yang diuji memiliki tingkat kesuburan tanah yang kurang baik. Hal ini dapat mempengaruhi keanekaragaman jamur endofit pada suatu tempat. Petrini (1992) mengatakan bahwa keanekaragaman jamur dipengaruhi oleh lokasi pengambilan sampel tanaman, varietas tanaman hingga budidaya dan curah hujan. Jika kondisi lingkungan mendukung maka akan mempengaruhi keanekaragaman jamur endofit pada inang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa; jamur endofit yang ditemukan pada sampel tanaman padi yang diambil di Desa Karang Tunggal dan Kelurahan Tanah Merah yaitu *Metarhizium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp.; Jamur endofit yang berpotensi sebagai jamur entomopatogen dan yang memberikan mortalitas tertinggi terhadap ulat hongkong adalah *Metarhizium* sp. dan *Penicillium* sp.; Kesuburan tanah mempengaruhi keanekaragaman jamur endofit pada tanaman inang.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, H.L dan Hunter, B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, 4th edition. APS. Press. New Zealand.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn dan N.F Johnson. 1996. Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi ke-6. Terjemahan : Partosoedjono, S. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Carlile, M.J, S.C Watkinson. 1994. *The Fungi*. Academic Press. London.

- Champagne ET. 2004. Rice Chemistry and Technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc.
- Frost, W.S. 1959. *Insect Life and Insect Natural History*. Dover Publications, Inc. New York.
- Gao, F., Dai, C & Liu, X. (2010) Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection against Pathogens. *Africans Journal of Microbiology Research* 4 (13), 1346-1351.
- Kurnia AT, Pinem MI, dan Oemry S. 2014. Penggunaan jamur endofit untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* dan *Alternaria solani* secara *in vitro*
- Kusumawardani, Y., L. Sulistyowati & A. Cholil. Potensi Antagonis Jamur Endofit Pada Tanaman Lada (*Piper nigrum*) Terhadap Jamur *Phytophthora capsici* L. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang. *Jurnal HPT*. 3(1) : 67-76.
- Lingga, R. 2010. Uji nematisidal jamur endofit tanaman padi (*Oryza sativa* L.) terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp). Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan
- Masyitah Irna, Sitepu Fitriany Suzanna, Safni Irda. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* Vol.5.No.3, EISSN No. 2337- 6597 Agustus 2017 (63): 484- 493
- Miskiyah., Christina., Winarti., dan Wisnu, Broto. 2010. Kontaminasi mikotoksin pada buah segar dan produk olahannya serta penanggulangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol 29(3) :79-85
- Purwakusuma, W. 2007. filter Ultra Violet. diakses : http://www.ofish.com/Filter/filter_uv.php. diunduh : 12 Oktober 2018.
- Septiana, E. 2015. Jamur entomopatogen : potensi dan tantangan sebagai insektisida alam terhadap serangga perusak tanaman dan vektor penyakit manusia. *BioTrends* 1(1): 28-32.
- Sofiyani F. 2014. Identifikasi isolat jamur endofit pohon sengon provenan Wamena berdasarkan analisis RDNA ITS. [skripsi]. Yogyakarta (ID) : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Watanabe, T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi : Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*, Third Edition. CRC Press. Taylor and Francis Group. US
- Widiyanti, Ni Luh P.M. dan Muyadihardja, S. 2004. Uji Toksisitas *Metarhizium anisopliae* Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Media Litbang Kesehatan* Volume XIV Nomor 3 Tahun 2004.