

PENGGUNAAN CENDAWAN ENDOFIT SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI PADA LADA (*PIPER NIGRUM L.*)

(Effective Endhophyte Fungi As Biological Control Agent In Pepper (Piper nigrum L.)

Iman Suswanto*, Cico Jhon Karunia Simamora, Dini Anggorowati
Agricultural Faculty of Tangjungpura University West Kalimantan Pontianak

**Email: hayoountan@gmail.com*

ABSTRACT

This study aims to determine the ability of 19 endophytic fungus isolates from pepper as biological control agents. As a disease variable such as distribution in plant tissues and the ability of inhibitory power to *Septobasidium* spp. Observations were also made on agronomic components such as seed germination, shoot length, shoot diameter and root length. The treatment on this experiment is consists of 19 endophytic fungus isolates, the treatment unit containing 10 pepper / pot seeds arranged in a completely randomized design was repeated 3 times. The results obtained 6 endophytic fungus isolates that have strong inhibitory effect on *Septobasidium* spp and do not cause adverse effects on plants in the form of *Gliocladium* sp. *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp. and *T. harzianum*. Among six sample above, two of them were *Gliocladium* sp. and *T. harzianum* increase plant growth ranging from 27-29%.

Key words : *biological control agents, endhophyte fungi, pepper*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan 19 isolat cendawan endofit asal lada sebagai agens pengendali hayati. Sebagai variabel pengamatan penyakit berupa distribusi pada jaringan tanaman dan kemampuan daya hambat terhadap *Septobasidium* spp. Pengamatan juga dilakukan terhadap komponen agronomis berupa daya kecambah, panjang tunas, diameter pangkal tunas dan panjang akar. Perlakuan berupa pengujian 19 isolat cendawan endofit, unit perlakuan berisi 10 biji lada/pot yang disusun berdasarkan rancangan acak lengkap diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian mendapatkan 6 isolat cendawan endofit yang memiliki daya hambat kuat terhadap *Septobasidium* spp dan tidak menimbulkan dampak merugikan bagi tanaman berupa *Gliocladium* sp. *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp. dan *T. harzianum*. Dua isolat agens hayati tersebut *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* bahkan mampu memacu pertumbuhan tanaman berkisar 27-29%.

Kata kunci : *agens pengendali hayati, cendawan endofit, lada*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai penghasil lada utama dunia (*Piper nigrum* L.) sudah dikenal sejak abad ke-16. Selama kurun waktu 1969-2015 luas areal budidaya lada sebesar 174 ribu ha yang menghasilkan lada sebesar 90 ribu ton lada putih/tahun (BPS, 2014). Masyarakat petani lada (90%) merupakan pelaku utama produksi lada nasional menghadapi kendala penyakit yang sangat merugikan antara lain penyakit busuk pangkal batang, penyakit kuning dan ganggang pirang *Septobasidium*. Keberadaan penyakit tersebut bukan saja menyebabkan penurunan produksi, menambah biaya produksi juga memperpendek masa produksi lada atau bahkan kematian. Upaya yang banyak dikaji sebagai salah satu alternatif pengendalian penyakit adalah pemanfaatan agens pengendali hayati (Suswanto, 2014 dan Suswanto, 2010).

Banyak laporan hasil penelitian yang menunjukkan keberhasilan pemanfaatan cendawan endofit sebagai agens pengendali hayati. Endofit berasal dari kata Yunani "Endon" berarti di dalam dan "phyton" berarti tanaman. Kata ini pertama kali digunakan oleh de Bary pada abad ke-19 untuk menggambarkan sejumlah cendawan yang seluruh siklus hidupnya berada di dalam jaringan inang tanpa menyebabkan gejala penyakit. Saat ini definisi endofit tidak terbatas pada golongan cendawan, tetapi juga golongan bakteri, yeast dan actinomycetes. Banyak endofit jamur menghasilkan senyawa bermanfaat bagi pertumbuhan inang seperti

auksin, giberelin dan lain-lain. Bahkan beberapa senyawa lain bersifat anti jamur, anti bakteri, bersifat insektisida dan kandungan senyawa beracun bagi tanaman maupun hewan (Azevedo *et al.*, 2000; Dutta *et al.*, 2014 dan Strobel, 2018). Lada sehat memiliki cendawan endofit yang melimpah (Rakasiwi *et al.*, 2013 dan Wulan *et al.*, 2015).

Penelitian bertujuan mengkaji potensi cendawan endofit sebagai agens pengendali penyakit lada. Kajian penyakit berupa pengaruh cendawan endofit terhadap pertumbuhan patogen penyebab hawar beludru *Septobasidium* dan pengaruh cendawan endofit terhadap komponen agronomis perkecambahan lada.

BAHAN DAN METODE

Penelitian berupa uji perkecambahan dengan perlakuan berupa perendaman biji dalam suspensi konidia dari 18 isolat cendawan endofit koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Untan. Unit perlakuan berisi 10 biji lada/pot yang disusun berdasarkan rancangan acak lengkap diulang sebanyak 3 kali. Adapun tahapan-tahapan kegiatan sebagai berikut:

Preparasi tanaman uji. Metoda penyiapan bahan perbanyak sesuai dengan Ridwan (2004), preparasi uji benih dilakukan dengan menanam biji lada masak fisiologis, kemudian dikupas bagian kulit dan dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Biji tersebut selanjutnya disimpan dalam refrigator selama 7 hari pada suhu 4°C. Selanjutnya biji lada siap ditanam

pada media pasir dalam pot plastik volume 220 ml.

Inokulasi cendawan endofit. Metoda yang digunakan dalam inokulasi cendawan endofit mengacu pada Noveriza *et al.* (2005), suspensi konidia diperoleh dari pemanenan isolat uji berumur 10 hari setelah inkubasi pada media PDA. Sebanyak 10 mL air akuades steril dimasukkan dalam cawan petri kemudian dikerok agar konidia maupun miselim jamur terlepas dari media. Suspensi ditampung dalam gelas beker 250 mL selanjutnya biji ladadirendam selama 12 jam. Biji lada selanjutnya ditanam pada pot berisi media tanam yang telah disiapkan. Kepadatan konidia ditetapkan 1×10^9 konidia/mL. Penghitungan kepadatan konidia menggunakan Haemositometer dengan perbesaran 400x (Olympus Microscope) sesuai dengan metoda Gabriel & Riyatno (1989).

Variabel pengamatan. a) Distribusi cendawan endofit pada jaringan. Pengamatan distribusi isolat uji pada jaringan tanaman diketahui menggunakan modifikasi metode Sobowale *et al.* (2011). Reisolasi cendawan endofit dengan cara mengambil bagian tanaman yang telah tumbuh, kemudian dipotong-potong sepanjang 1-1,5 cm. Hasil potongan terbagi menjadi tiga bagian yaitu akar, batang, dan daun, kemudian disterilisasi permukaan menggunakan NaOCl 5% selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit, dan pembilasan dengan akuadest steril sebanyak 2 kali. Potongan bagian tanaman tersebut selanjutnya dikeringkan di atas kertas serap steril, kemudian dipotong 0,5 cm lalu ditumbuhkan pada media PDA. Air bilasan terakhir diambil 1 mL kemudian ditanamkan dalam media PDA sebagai

kontrol yang bertujuan untuk menentukan apakah isolat yang diperoleh merupakan cendawan endofit atau bukan. Jika pada media kontrol tumbuh cendawan, maka cendawan yang diisolasi bukan merupakan cendawan endofit. b) Pengujian daya hambat. Pengujian daya hambat cendawan endofit terhadap *Septobasidium* spp. dilakukan dengan metode *dual culture* yang dikembangkan oleh Evans *et al.*, 2003. Setiap isolat cendawan endofit dipotong dengan diameter 5 mm diletakkan pada bagian tepi cawan Petri berisi media PDA dengan jarak 3 cm, langkah yang sama diikuti dengan inokulasi *Septobasidium* spp pada posisi saling berhadapan yang diulang sebanyak 3 kali. Cawan petri kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu kamar. Pertumbuhan patogen dicatat dan data diperoleh dari persentase penghambatan pertumbuhan jejari dengan rumus sesuai dengan metode (Royse & Ries, 1977). Selanjutnya penilaian kriteria kemampuan daya hambat isolat sesuai dengan metode menurut Otten *et al.* (2004).

$$PP = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

keterangan:

PP = Penghambatan pertumbuhan (%)

R1 = pertumbuhan jejari patogen kontrol, dan

R2 = pertumbuhan jejari patogen dalam *dual culture* dengan antagonis

Pengamatan variabel agronomi berupa a) Persentase tumbuh biji dengan menghitung persentase biji maupun setek yang tumbuh (%); b) Panjang tunas diukur dari pangkal pemunculan tunas sampai daun termuda (cm); c) Panjang akar diukur dari pangkal sampai ujung akar terpanjang (cm);

dan d) Diameter tunas diukur pangkal tunas menggunakan jangka sorong (mm).

Analisis Data. Uji statistik dari data hasil pengamatan berupa uji ragam (*analysis of variance*) yang dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan sampai batas kepercayaan 95%. Semua data statistik dianalisis dengan program SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa reisolasi dari 18 isolat cendawan endofit (CE) mampu berkembang pada semua tanaman uji. Namun demikian, terdapat beberapa cendawan endofit tidak mampu tumbuh pada bagian daun yaitu *Curvularia* sp.,

Geotrichum sp. dan *Thielaviopsis* sp. Daun dan tunas merupakan jaringan muda yang bersifat meristematis atau terus tumbuh kembang. Kegagalan kolonisasi cendawan pada jaringan muda diduga disebabkan oleh ketidakmampuan cendawan untuk mengimbangi pertumbuhan tanaman inang. Hal ini dapat disebabkan oleh perkembangan koloni/miselium cendawan yang lambat atau cendawan tidak dapat memanfaatkan nutrisi jaringan muda sebagai sumber makanan. Di alam, ketiga cendawan tersebut merupakan patogen lemah yang menginfeksi bagian daun saat tanaman dewasa.

Tabel 1. Distribusi cendawan endofit dalam jaringan lada dan daya hambatnya terhadap pertumbuhan miselium *Septobasidium* spp.

Isolat Cendawan Endofit	Distribusi dalam Jaringan Tanaman			Daya Hambat Miselium (%)
	Akar	Batang	Daun	
<i>Aspergillus flavus</i>	√	√	√	64,60 ± 3,17
<i>Aspergillus brevipes</i>	√	√	√	41,80 ± 3,27
<i>Aspergillus niger</i>	√	√	√	58,70 ± 8,54
<i>Botrydiplodia</i> sp,	√	√	√	45,33 ± 4,51
<i>Fusarium</i> sp,	√	√	√	65,33 ± 10,50
<i>Botrytis</i> sp,	√	√	√	45,30 ± 7,51
<i>Colletotrichum</i> sp,	√	√	√	37,33 ± 2,52
<i>Cunninghamella</i> sp,	√	√	√	34,03 ± 6,94
<i>Curvularia</i> sp,	√	√	x	40,67 ± 2,08
<i>Geotrichum</i> sp,	√	√	x	44,10 ± 4,15
<i>Gliocladium</i> sp,	√	√	√	65,67 ± 5,13
<i>Mortirella</i> sp,	√	√	√	28,20 ± 7,83
<i>Mucor</i> sp,	√	√	√	30,00 ± 6,24
<i>Penicilium</i> sp,	√	√	√	31,67 ± 6,11
<i>Trichoderma</i> spp,	√	√	√	61,50 ± 6,36
<i>Phytium</i> sp,	√	√	√	25,10 ± 2,01
<i>Thielaviopsis</i> sp,	√	√	x	48,20 ± 1,59

<i>Trichoderma harzianum</i>	√	√	√	75,80 ± 5,25
------------------------------	---	---	---	--------------

Keterangan: √= ada; x=tidak ada

Kemampuan cendawan endofit untuk bertahan dan berkembang dari titik inokulasi ke jaringan lainnya dikenal dengan kapasitas agresifitas. Sifat agresif berkaitan dengan kecepatan pertumbuhan cendawan untuk mengkolonisasi ruang yang tersedia. Sifat agresif penting bagi agens hayati karena infeksi patogen dapat terjadi pada seluruh fase pertumbuhan dan dapat terjadi setiap saat di seluruh jaringan dan. Dengan demikian kemampuan agens hayati bukan hanya dituntut untuk memiliki kemampuan mengkoloni pada inang, tetapi juga harus mampu terdistribusi ke seluruh jaringan yang merupakan karakter dari agesisifitas cenanwan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sobowale *et al.* (2011), agens hayati yang baik memiliki kemampuan endofitik untuk berkembang jauh dari titik awal inokulasi ke seluruh jaringan inang.

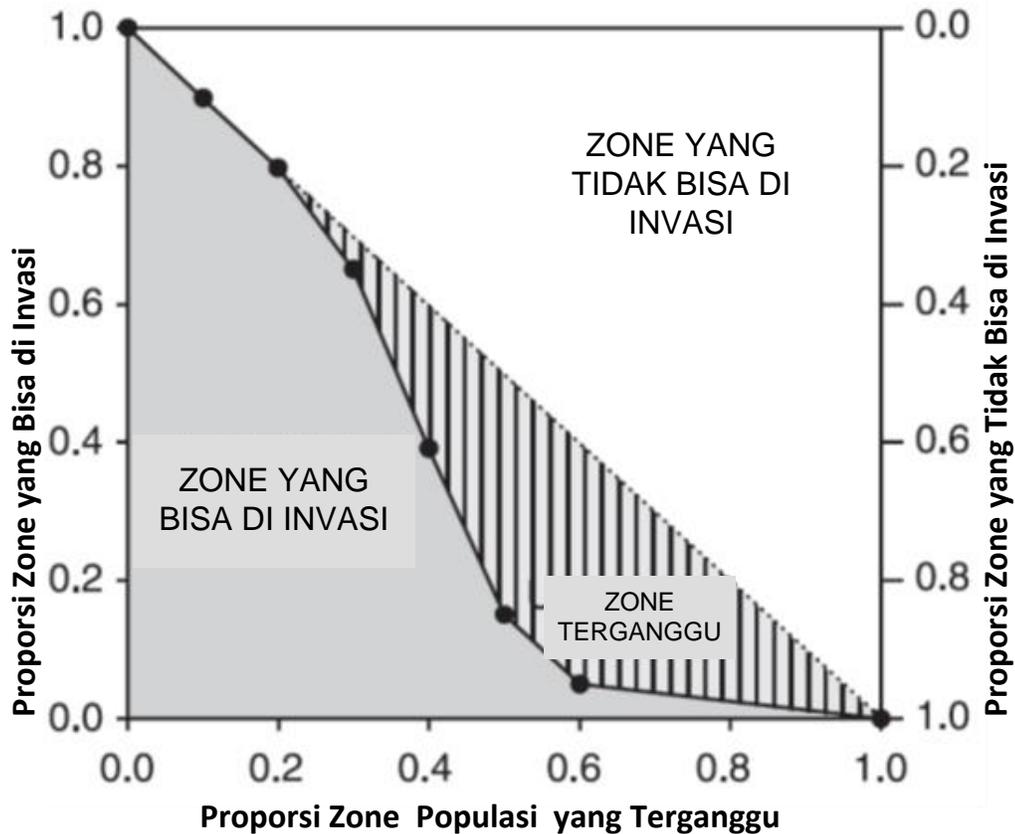
Hasil pengamatan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa cendawan endofit memiliki kemampuan penghambatan mulai dari kisaran yang lemah sampai kuat. Pengujian daya hambat secara *in vitro* penting dilakukan agar saat aplikasi mekanisme penghambatan terhadap jasad sasaran sesuai dengan yang diharapkan. Aplikasi agens hayati yang sesuai harapan adalah mampu mengkoloni pada relung/*niche* yang sama dengan jasad sasaran. Sharma *et al.*, (2013) menyatakan beberapa mekanisme agens hayati dalam menekan pertumbuhan patogen dapat berupa kompetisi, antibiosis, hiperparasit, lisis, ketahanan terimbas dan PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*).

Menurut Otten *et al.* (2004), penghambatan agens hayati yang menyebabkan tekanan pertumbuhan patogen dapat dijelaskan seperti yang tertera pada Gambar 1. Penghambatan akses ruang dan nutrisi bagi patogen dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti penggunaan fungisida, agens hayati, penggunaan varietas tahan dan lain-lain. Berdasarkan Gambar 1 beberapa isolat uji yang memiliki daya hambat kuat terhadap *Septobasidium* spp meliputi *Gliocladium* sp. *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp dan *T. harzianum*. Daya hambat agens hayati tersebut berada pada kisaran 59-75% menekan ruang tumbuh *Septobasidium* spp. mencapai lebih dari 90%. Gambar tersebut memperlihatkan daya hambat kurang dari 20% tidak berpengaruh terhadap ruang bagi perkembangan populasi patogen. Batas minimal agens hayati mulai mengganggu ruang tumbuh patogen apabila daya hambat mencapai 30%. Tekanan terhadap ruang tumbuh patogen terus meningkat secara cepat sampai daya hambat sebesar 60%. Pada tingkat ini, proporsi ruang yang tersedia bagi patogen tidak memungkinkan lagi untuk berkembang sehingga akan menutup peluang terjadinya infeksi.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian isolat cendawan endofit hanya berpengaruh pada panjang tunas (Tabel 2). Dari 18 isolat uji, 2 isolat diantaranya yaitu *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* dapat memacu pertumbuhan tunas berturut-turut sebesar 29 dan 27%. Sementara itu, penambahan 17 isolat lainnya

tidak menyebabkan efek merugikan bagi perkecambahan lada. Di duga respons asosiasi cendawan-inang yang beragam dapat

disebabkan oleh golongan cendawan berbeda seperti cendawan saprofit, endofit maupun oportunist.



Gambar 1. Proporsi zone populasi patogen yang tersisa (warna gelap) akibat tekanan dari faktor lingkungan (arsir garis vertikal) (Sumber Otten *et al.*, 2004)

Hubungan CE-inang umumnya bersifat saling menguntungkan atau simbiosis mutualistik. CE memperoleh sumber makanan dari tanaman inang, sebaliknya CE juga memberikan keuntungan bagi tanaman inang antara lain memacu pertumbuhan, membantu penyerapan hara, meningkatkan ketahanan terhadap cekaman lingkungan maupun serangan patogen dan lain-lain. Di lain pihak, kelompok cendawan saprofit dan oportunist dapat bersifat negatif apabila tanaman terluka ataupun kondisi lemah akibat stres lingkungan. Cendawan oportunist akan berubah menjadi patogen dan

saprofit akan memperparah kondisi tanaman apabila terdapat jaringan mati. Oleh karena itu, pemanfaatan cendawan yang diperoleh dari dalam jaringan tanaman harus melalui tahap pengujian agar benar-benar diperoleh kelompok cendawan endofit. Hal ini sesuai dengan Dutta *et al.* (2014), menyatakan bahwa jamur yang ditemukan dalam jaringan tanaman dapat berupa saprofit ganas atau patogen oportunist. Menurut Rakasiwi *et al.* (2013) dan Strobel (2018) menyatakan bahwa lada sehat lebih banyak dijumpai cendawan endofit ditandai dengan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dan

lebih tahan terhadap kondisi lingkungan abnormal.

Tabel 2. Respons perkecambahan biji lada Varietas Bengkayang setelah direndam dalam suspensi beberapa isolat cendawan endofit pada 30 hari setelah tanam

Isolat Cendawan Endofit	Panjang Tunas (cm)	Diameter tunas (cm)	Panjang akar (cm)	Daya kecambah (%)
<i>Aspergillus flavus</i>	4,44 abc	0,52	4,67	26,67
<i>A. brevipes</i>	3,95 cdef	0,54	4,05	30,00
<i>A. niger</i>	3,88 cdef	0,61	4,09	43,33
<i>Botrydiplodia</i> sp.	3,59 ef	0,49	4,14	16,67
<i>Fusarium</i> spp.	3,79 cdef	0,54	4,11	53,33
<i>Botrytis</i> sp.	4,02 cdef	0,59	4,51	23,33
<i>Colletotrichum</i> sp.	3,62 def	0,63	4,05	26,67
<i>Cunninghamella</i> sp.	4,24 bcde	0,60	3,36	30,00
<i>Curvularia</i> sp.	4,18 bcde	0,57	3,86	30,00
<i>Geotrichum</i> sp.	3,82 cdef	0,56	4,11	25,00
<i>Gliocladium</i> sp.	4,90 a	0,75	4,85	46,67
<i>Mortirella</i> sp.	3,32 f	0,75	4,19	26,67
<i>Mucor</i> sp.	3,87 cdef	0,56	4,05	20,00
<i>Penicilium</i> sp.	3,77 cdef	0,55	4,11	16,67
<i>Trichoderma</i> spp.	4,41 abcd	0,68	4,21	40,00
<i>Phytium</i> sp.	3,88 cdef	0,61	4,09	33,33
<i>Thielaviopsis</i> sp.	3,71 def	0,71	4,19	43,33
<i>T. harzianum</i>	4,83 ab	0,53	5,02	53,3
Kontrol	3,80 cdef	0,68	4,44	53,3
cv	9,14	26,62	12,48	51,76
R ²	0,62	0,24	0,39	0,36

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji Duncan 0,05

Hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan cendawan endofit tidak berpengaruh terhadap daya kecambah. Daya kecambah biji lada berkisar antara 17-53% dengan perbedaan lebih dari 30% jelas memiliki arti penting apabila dikaitkan dengan penyediaan benih. Koefisien keragaman (*coefficient of varian*) sebesar 51,76 disebabkan oleh ketidakkonsistenan dan variasi hasil pengamatan yang tinggi dari masing-masing ulangan sebagian besar perlakuan. Daya

kecambah biji lada kontrol sebesar 53% sebenarnya sudah termasuk normal. Menurut Yufdi & Sunarti (1987), hasil pengujian daya kecambah dari 4 varietas lada berkisar antara 51 - 76%. Daya kecambah Lampung Daun Lebar (LDL) yang merupakan tetua dari lada Varietas Bengkayang, memiliki daya kecambah yang hampir sama yaitu 57%. Lebih lanjut Yufdi & Sunarti (1987), menyatakan bahwa perkecambahan biji lada antara lain dipengaruhi oleh faktor varietas, berat dan ukuran benih, dan metoda

pemecahan

dormansi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Enam isolat cendawan endofit berupa *Gliocladium* sp. *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp dan *T. harzianum* memiliki potensi sebagai agens hayati dan tidak menimbulkan dampak merugikan bagi tanaman. Dua agens hayati *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* bahkan memiliki kemampuan memicu pertumbuhan tunas berturut-turut 29 dan 27%.

Saran

Diperlukan pengujian lebih lanjut *mode of action* dari 6 isolat harapan dan kemampuan daya hambat di pembibitan secara *in vivo*.

DAFTAR PUSTAKA

- Azevedo JL, JW Maccheroni, JO Pereira & L de Araujo, 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances in tropical plants. *Electron J Biotechn.* 3 (1): 40-65.
- BPS, 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Lada 2013 – 2015*. Direktorat Jenderal Perkebunan RI. 38 p.
- Dutta D, KC Puzari, R Gogoi & P Dutta, 2014. Endophytes: Exploitation as a Tool in Plant Protection. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 57 (5): 621-629
- Evans HC, Holmes KA, & Thomas SE. 2003. Endophytes and mycoparasites associated with an indigenous forest Tree, *Theobroma gileri*, in Ecuador and a preliminary assessment of their potential as biocontrol agents of cocoa diseases. *Mycological progress* 2: 149-160.
- Gabriel BP & Riyanto. 1989. *Metharizium annisopilae (Met-sech) Sor. Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian.
- Noveriza R, M Tombe, H Rialdy & D Manohara, 2005. Aplikasi *Fusarium oxysporum* non patogenik (FoNP) untuk menginduksi ketahanan bibit lada terhadap *Phytophthora capsici*. *Bulletin Balitro* 16 (1):27-37.
- Otten, W, DJ Bailey & CA Giligan, 2004. Empirical evidence of spatial threshold to control invasion of fungal parasites and saprotrophs. *New Phytologist* 163: 125-132
- Rakasiwi, R, I. Suswanto & Sarbino, 2013. Eksplorasi cendawan endofit sebagai antagonis terhadap patogen hawar beluduru (*Septobasidium* spp.). *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian Mahasiswa Pertanian* 2 (2): -
- Ridwan, M, 2004. Uji saat pengambilan setek lada (*Piper nigrum* L.) setelah pemangkasan pohon induk. *Stigma* 12 (2): 181-185
- Royse, DJ & SM Ries, 1977. The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of Cytosporacinata. *Phytopathol.* 63: 603-607.
- Sharma AS, VD Diwevidi, S Singh, KK Pawar, M Jerman, LB Singh, S Singh & D Srivastawa, 2013. Biological Control and its Important in Agriculture. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research* 4 (3): 175-180

- Sobowale A. A., O. O. Babalola, A. D. V. Ayansina & A. O. Obisesan, 21011. Abilities of Trichoderma Species to Persist within Maize (*Zea mays*) Stem Long after Inoculation. *British Microbiology Research Journal* 1(4): 95-103
- Strobel, G, 2018. The Emergence of Endophytic Microbes and Their Biological Promise. *J. Fungi* 4 (57): 1-19
- Suswanto, I. 2010. Kajian *Septobasidium* spp. sebagai penyebab penyakit Hawar Beludru Lada (*Piper nigrum* L.). *Bull Agroindustri* 5 (1): 11-1 – 19
- Suswanto, I, 2014. Kajian Formulasi Mutan Trichoderma Sebagai Kandidat Agens Pengendali Hayati Hawar Beludru Septobasidium Pada Lada. *Jurn. Perkebunan dan Lahan Tropika* 4 (2): 22-29.
- Wulan, WS, I. Suswanto & Sarbino. 2015. Peran cendawan endofit dalam menghambat *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit kuning pada lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian* 4 (1): -
- Yufdi, MP & T Sunarti, 1987. Perkecambahan benih 4 varietas lada pada kadar air tanah yang berbeda. *Bul. Litro* (2) 1:17-22