

WIDYA BIOLOGI

KARAKTERISASI MORFOLOGIS *Trichoderma* sp. ISOLAT JB
DAN DAYA HAMBATNYA TERHADAP JAMUR *Fusarium* sp. PENYEBAB
PENYAKIT LAYU DAN JAMUR AKAR PUTIH PADA BEBERAPA TANAMAN

(THE MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Trichoderma* sp. ISOLATE
JB AND ITS INHIBITORY POWER ON *Fusarium* sp. CAUSING WILT DISEASE
AND WHITE ROOT ROT IN SEVERAL PLANTS)

I Wayan Suanda

Prodi Pend. Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali

Email: suandawayan65@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the morphological characterization of Trichoderma sp. isolate JB and its inhibitory power on Fusarium sp. as the cause of wilt disease and white root rot disease in clove and tamarind plants. The research was conducted at the Laboratory of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Udayana University. The observations' variables were the macroscopic characteristics which involve the colony colors, the elevation, and the side shapes, also the microscopic characteristics involve the shapes of the conidiophores, phialides and conidial. The results showed that by in-vitro and at the age of 5 HSI, Trichoderma sp. isolate JB are able to inhibit the growth of the Fusarium sp. colonies as the cause of wilt disease in strawberry plants by 63.33%, in long bean plants 50.66%, chili plants 66.67%, and tomato plants 89.47%. It is able to suppress the growth of the white root rot in clove plants by 90.14%, and in tamarind plants 81.48%.

Keywords: *characterization, Trichoderma isolate JB, power inhibition, Fusarium sp., JAP.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi morfologis Trichoderma sp. isolat JB dan daya hambatnya terhadap jamur Fusarium sp. penyebab penyakit layu dan jamur akar putih (JAP) pada tanaman cengkeh dan tanaman asem. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Variabel observasi berupa karakteristik makroskopik, meliputi warna koloni, elevasi, bentuk tepi koloni dan karakteristik mikroskopis termasuk bentuk konidiofor, fialid dan konidia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Trichoderma sp. isolat JB secara in-vitro pada umur 5 HSI mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur Fusarium sp. penyebab penyakit layu pada tanaman stroberi = 63,33%, tanaman kacang panjang = 50,66%, tanaman cabai 66,67%, tanaman tomat = 89,47% dan mampu menekan pertumbuhan koloni JAP pada tanaman cengkeh sebesar 90,14 % serta JAP pada tanaman asem sebesar 81,48%.

Kata kunci: *Karakterisasi, Trichoderma isolat JB, daya hambat, Fusarium sp. JAP.*

WIDYA BIOLOGI**PENDAHULUAN**

Patogen tanaman menjadi masalah penting di dalam budidaya tanaman, karena dapat menurunkan produksi. Adanya penyakit pada tanaman menunjukkan bahwa tidak terjadi keseimbangan biologi di alam. *Fusarium* merupakan jamur yang mampu hidup dalam berbagai ekosistem, termasuk tanah dan perakaran tanaman, serta tersebar luas di berbagai belahan dunia. *Fusarium oxysporum* menyebabkan penurunan produksi buah stroberi di Jepang sekitar 60%, di Korea pada tahun 1990-an menurunkan produksi 81% (Alex, 2012). Hasil wawancara penulis dengan petani stroberi di Desa Pancasari bulan Juli 2016, terjadi penurunan produksi sampai 95% akibat serangan patogen penyebab penyakit layu. Tanaman yang dibudidayakan di lapangan sering terserang penyakit *Fusarium oxysporum* penyebab busuk akar dan layu *Fusarium*. Patogen *Fusarium* ini dapat memproduksi beberapa toksin di antaranya *fusaric acid* dan *fumonisin* yang dapat memperparah infeksi penyakit (Chehri *et al.*, 2010).

Fusarium sp. dilaporkan dapat menurunkan hasil panen tanaman inang sekitar 40% di kawasan Eropa, Amerika

Utara dan Asia pada tahun 2008 (Purwantisari dan Rini, 2009). Akar tanaman yang terinfeksi patogen akan terlihat ditumbuhi dengan benang-benang jamur berwarna putih (*miselia*) dan tanaman menjadi layu. Jamur *Fusarium* sp. mengadakan infeksi pada akar, terutama melalui luka pada akar tanaman, lalu menetap dan berkembang di berkas pembuluh angkut, sehingga pengangkutan air dan hara terganggu yang menyebabkan tanaman menjadi layu (Semangun, 2004). Jamur akar putih (JAP) menyerang tanaman cengkeh di Kabupaten Buleleng mulai bulan April 2011 dan tanaman Jambu Mente di Kabupaten Karangasem. Serangan JAP menyebabkan tanaman cengkeh menjadi layu, yang diawali daun menguning dan akhirnya gugur. Tanaman yang terinfeksi JAP pada bagian akar terlihat benang-benang jamur berwarna putih (*miselia*) yang menyebabkan akar tanaman busuk dan berwarna hitam (Suanda, 2017)

Pengendalian patogen tanaman telah banyak usaha dilakukan, baik dengan penggunaan tanaman tahan maupun pestisida kimia sintetis. Akan tetapi, tanaman tahan terhadap patogen jarang tersedia, sedangkan pestisida kimia sintetis jika digunakan dengan

WIDYA BIOLOGI

tidak bijaksana akan menimbulkan masalah baik terhadap lingkungan, produk dari tanaman maupun kesehatan manusia (Walker dan Stachecki, 2002). Oleh karena itu agensia pengendali hayati merupakan salah satu alternatif pengendalian patogen tanaman yang menjanjikan karena murah, mudah didapat dan aman terhadap lingkungan serta berkelanjutan.

Trichoderma sp. merupakan salah satu jenis yang banyak dijumpai pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat yang merupakan salah satu jenis jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agensia hayati pengendali patogen tular tanah (*soil borne*) dan telah menjadi perhatian penting sejak beberapa dekade terakhir ini karena kemampuannya sebagai pengendali biologis terhadap beberapa patogen tanaman (Harman *et al.*, 2004). Mekanisme antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap beberapa patogen tular tanah *Sclerotinia* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp. (Hajieghrari *et al.*, 2008), *Ganoderma* sp. dan *Rigidoporus lignosus* (Widyastuti, 2006; Jayasuriya dan Thennakoon, 2007). Lebih lanjut Suanda dan Ratnadi, (2015) menyebutkan mekanisme pengendalian yang bersifat

spesifik target dan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman, menjadi keunggulan tersendiri bagi *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendali hayati. *Trichoderma* sp. dapat disolasi dari akar tanaman secara endofit, serasah tanah, rizosfer berbagai tanaman, jaringan tanaman yang sehat, biomassa jamur dan kayu mati serta banyak digunakan sebagai biofungisida pada beberapa komoditi seperti tebu, jagung, kubis, lada dan kakao (Papavizas *et al.*, 1985) dan pada tanaman cengkeh (Suanda, 2017).

Beberapa strain *Trichoderma* seperti *Trichoderma harzianum*, *T. atroviride*, *T. viride*, *T. virens* dan *T. koningii* telah diketahui sebagai agensia biokontrol yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen dalam tanah, sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman inang (Anuradha *et al.*, 2014). Namun karakteristik morfologi *Trichoderma* sp. isolat JB dan daya hambatnya terhadap jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu pada tanaman stroberi (*Fragaria vesca* L.), kacang panjang (*Vigna sinensis* L.), cabai (*Capsicum annum* L.), tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dan jamur akar putih (JAP) pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan tanaman

WIDYA BIOLOGI

asem (*Tamarindus indica* L.) belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolat JB dan daya hambatnya terhadap jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu dan jamur akar putih (JAP) secara *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang meliputi penyediaan isolat jamur *Fusarium* sp. dan jamur akar putih (JAP) serta *Trichoderma* sp. isolat JB. Pengujian daya hambat *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap pertumbuhan koloni jamur *Fusarium* sp. dan JAP dengan metode *dual culture* dan *slide culture* dilaksanakan dari bulan April sampai Agustus 2016 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

Penyediaan Jamur *Fusarium* sp. dan JAP

Jamur *Fusarium* sp. diisolasi dari akar tanaman stroberi bergejala layu yang terinfeksi patogen (diperoleh dari Desa Pancasari Kecamatan Sukasada, Kab. Buleleng), tanaman kacang panjang, cabai, tomat yang terinfeksi patogen (diperoleh dari Desa Kuwum, Kecamatan Marga, Kab. Tabanan).

Patogen jamur akar putih (JAP) didapat pada tanaman cengekeh di Desa Seririt Kecamatan Seririt Kabupaten Buleleng dan JAP tanaman asem diperoleh di Kelurahan Pedungan Kecamatan Denpasar Selatan Kota Denpasar. Bagian akar tanaman yang terinfeksi patogen tersebut dipotong dengan gunting steril berukuran kecil-kecil (± 1 cm) di dalam *laminar airflow*, didisinfeksi dengan cara mencelupkan ke dalam larutan natrium hipoklorit 1 % selama 15 detik, kemudian dicuci dengan air steril dan dikering anginkan di atas kertas tisu steril. Isolasi dilakukan dengan menggunakan teknik *direct plating* (Malloch, 1997) yaitu, meletakkan potongan akar tanaman yang terinfeksi patogen dengan menggunakan pinset ke dalam cawan Petri yang telah berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA) ditambahkan *Levofloxacin* 500 mg pada volume 1.000 mL, kemudian diberi label, selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) selama 3 hari setelah isolasi (HSI). Koloni jamur *Fusarium* sp. dan JAP yang tumbuh pada media PDA selanjutnya dimurnikan kembali menggunakan metode monospora dengan mengisolasi kembali pada media PDA.

WIDYA BIOLOGI

Perbanyakkan *Trichoderma* sp. isolat JB

Perbanyakkan isolat jamur *Trichoderma* sp. isolat JB yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi dari I Wayan Suanda, yang kemudi diremajakan dengan diisolasi kembali menggunakan metode monospora pada medium *potato dextrose agar* (PDA) berisi *Levofloxacin* 500 mg pada volume 1.000 mL dan diinkubasi pada suhu kamar ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) selama 7 hari. *Trichoderma* sp. isolat JB selanjutnya diperbanyak untuk memenuhi kebutuhan penelitian. Menurut Kartika (2012) bahwa karakterisasi (identifikasi) morfologi jamur dilakukan atas dasar karakteristik pemurnian melalui kultur koloni tunggal. Pembuatan kultur spora tunggal bertujuan untuk mendapatkan spora yang berasal dari satu jenis yang sama.

Pengamatan karakteristik morfologi *Trichoderma* sp. isolat JB dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis mengacu pada buku identifikasi berdasarkan deskripsi yang dikemukakan oleh Barnett dan Hunter (1998) dan Watanabe (2002). Pengamatan *Trichoderma* sp. isolat JB secara makroskopis meliputi bentuk koloni, warna koloni, elevasi dan

diameter pertumbuhan koloni, dilakukan setiap hari sampai berumur 7 HSI. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan metode mikrokultur (*slide culture*) di mikroskop, bagian yang diamati meliputi bentuk konidiofor, fialid dan konidia serta bentuk dan ornamentasi tangkai spora. Pengamatan daya hambat jamur *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap patogen dilakukan dengan metode *dual culture*. Pertumbuhan diameter koloni patogen *Fusarium* sp. dan jamur akar putih (JAP) pada perlakuan metode *dual culture* dan perlakuan kontrol dilakukan dengan membuat gambar menggunakan spidol yang dipolakan pada kertas "kalkir" transparan merek *diamant*, setelah itu diterakan pada kertas milimeter blok dan dihitung luasnya (Suanda dan Ratnadi, 2015).

Uji Daya Hambat *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap jamur *Fusarium* sp. dan JAP

Uji daya hambat pertumbuhan koloni jamur patogen dilakukan untuk mengetahui bentuk interaksi *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap jamur *Fusarium* sp. dan JAP. Pengujian daya hambat pertumbuhan ini dilakukan di dalam *laminar airflow* agar kondisi aseptiknya tetap terjaga dilakukan dengan metode *dual culture* secara *in*

WIDYA BIOLOGI

vitro. Koloni jamur *Trichoderma* sp. isolat JB umur 7 HSI dan jamur patogen *Fusarium* sp. umur 10 HSI di media PDA dipotong dengan bor gabus (*cork borer*) menjadi lempeng biakan seperti cakram berdiameter 0,5 cm. Kedua koloni diambil dengan jarum *ose* steril ditumbuhkan berdampingan dengan jarak 3 cm pada media PDA dalam cawan Petri. Perlakuan kontrol sebagai pembanding dilakukan dengan

mengisolasikan jamur patogen pada media PDA tanpa perlakuan jamur antagonis. Semua pengujian dilakukan dengan pengulangan sebanyak 4 kali dan diinkubasi pada suhu kamar ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) selama 6 hari. Menurut Singh dan Vijay (2011), pengaruh antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen dapat diketahui dengan penghitungan PIRG (*Percentage Inhibition of Radial Growth*) berdasarkan rumus:

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

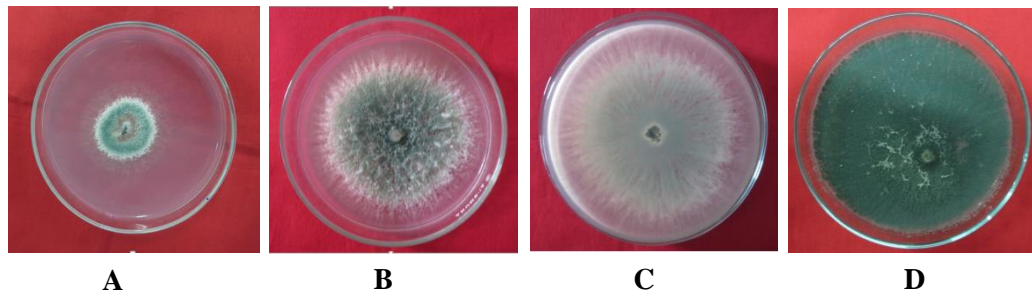
Keterangan:
 PIRG = Percentage Inhibition of Radial Growth
 (Daya Hambat)
 R1 = Luas koloni pathogen pada kontrol
 R2 = Luas koloni patogen pada perlakuan *dual culture*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan makroskopis *Trichoderma* sp. isolat JB menunjukkan bahwa koloni permukaannya datar berbentuk bulat tetapi kasar seperti berserat dengan bagian tepi halus, mula-mula koloni berwarna putih dan bagian tengah berwarna hijau muda lalu menjadi hijau tua berbentuk lingkaran dengan batas jelas, sedangkan bagian pinggir berwarna

putih seperti kapas. Warna koloni berubah menjadi hijau tua pada seluruh permukaan atas saat umur 6 hari setelah isolasi (HSI) (Gambar 1). Stamets (2000) bahwa sebagian besar jamur saprofit pada mulanya memiliki miselium berwarna putih, kemudian warna dapat berubah ketika miselium tersebut dewasa. Pertumbuhan diameter koloni *Trichoderma* sp. isolat JB disajikan pada Tabel 1.

WIDYA BIOLOGI



Gambar 1. Morfologi bentuk dan warna *Trichoderma* sp. isolate JB
A. umur 3 HSI B. umur 5 HSI C. permukaan bawah (5 HSI) D. umur 6 HSI

Tabel 1. Rerata pertumbuhan diameter koloni *Trichoderma* sp. isolat JB (cm²)

No.	Pengamatan (HSI)	Rerata Pertumbuhan Luas Koloni (cm ²)
1.	0	0,5
2.	1	1,5
3.	2	2,5
4.	3	4,0
5.	4	5,5
6.	5	7,8
7.	6	9,0

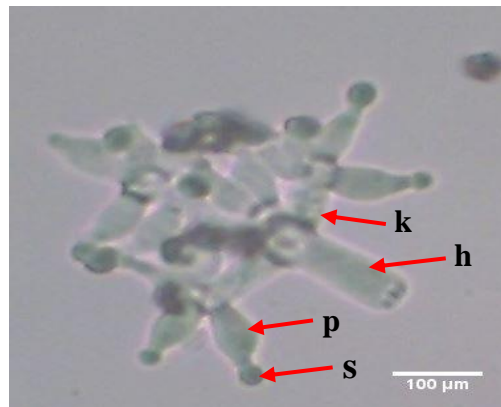
(cawan Petri dipenuhi koloni jamur)

Penampakan secara mikroskopis *Trichoderma* sp. isolat JB yaitu hifa berwarna hijau, tangkai *fialid* pendek, konidia berwarna kehijauan berbentuk *globuse* (bulat) tumbuh pada ujung dan ada juga konidium terbentuk secara bergerombol berwarna hijau muda pada permukaan sel konidiofornya. Fialid memiliki ukuran panjang $\pm 11,1\mu$ dan cabang konidiofor panjangnya $\pm 13,4\mu$. Adanya banyak percabangan konidiofor

yang menyerupai piramid yaitu cabang yang lebih panjang di bawahnya, fialid tersusun pada kelompok-kelompok yang berbeda, terdapat 2-3 fialid tiap kelompok (Gb. 2). Hasil pengamatan karakteristik morfologi *Trichoderma* isolat JB secara makroskopis dan mikroskopis dicocokkan dengan buku identifikasi deskripsi jamur oleh Barnett dan Hunter (1998) dan Watanabe (2002), menunjukkan tingkat similaritas

WIDYA BIOLOGI

atau kedekatan dengan *Trichoderma asperellum*.



Gambar 2. Struktur mikroskopis *Trichoderma* sp. isolat JB (p= fialel atau sterigma, s = konidia atau spora, k= konidiofor dan h= hifa)

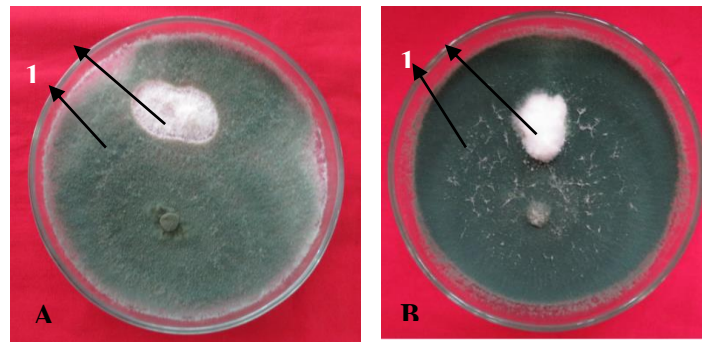
Berdasarkan uji daya hambat *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap pertumbuhan luas koloni patogen *Fusarium* sp. dari tanaman stroberi, tanaman kacang panjang, tanaman

cabai, tanaman tomat dan jamur akar putih (JAP) dari tanaman cengkeh serta JAP dari tanaman asem dengan metode *dual culture* secara *in vitro* disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Rerata Daya Hambat *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap Luas Koloni Patogen (%)

No.	Isolat Patogen	Rerata Daya Hambat <i>Trichoderma</i> sp. isolat JB terhadap Luas Koloni Patogen (%)
1.	<i>Fusarium</i> sp. dari tanaman stroberi	63,33
2.	<i>Fusarium</i> sp. dari tanaman kacang panjang	50,66
3.	<i>Fusarium</i> sp. dari tanaman cabai	66,67
4.	<i>Fusarium</i> sp. dari tomat	89,47
5.	JAP dari tanaman cengkeh	90,14
6.	JAP dari tanaman asem	81,48

WIDYA BIOLOGI



Gambar 3. Uji antagonis *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap jamur *Fusarium* sp. dari beberapa tanaman

A. *Trichoderma* JB dengan *Fusarium* sp. dari tanaman kacang panjang (5 HSI)

B. *Trichoderma* JB dengan JAP dari tanaman cengkeh (7 HSI)

1. koloni *Trichoderma* sp. isolat JB. 2. koloni *Fusarium* sp. 3. koloni

Penghambatan pertumbuhan diameter koloni *Fusarium* sp. dan JAP disebabkan pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. isolat JB lebih cepat dan kemampuan kompetisi lebih tinggi dibanding dengan pertumbuhan koloni *Fusarium* sp. dan koloni JAP. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mukarlina *et al.* (2010) bahwa daya hambat antagonis *T. harzianum* pada *Fusarium* sp. secara *in vitro* sebesar 94,2%. *Trichoderma* sp. telah diujikan terhadap beberapa patogen tanaman seperti *Ganoderma* sp. (Widyastuti, 2006), *R. lignosus* (Widyastuti dan Sumardi, 1998), *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. (Chet *et al.*, 2005) dan *Sclerotium rolfsii* (Widyastuti *et al.*, 2003; Suanda dan Resiani, 2018) dan hasilnya menunjukkan *Trichoderma* sp. secara

efektif dapat menekan pertumbuhan jamur patogen. Isolat *Trichoderma* sp. yang didapat dari 9 Kabupaten/Kota di Provinsi Bali setelah diuji secara *in vitro* menunjukkan kemampuan daya hambat yang positif (>60%) terhadap patogen *S. rolfsii* (Suanda dan Resiani, 2018). Lebih lanjut Otter *et al.* (2004), menyatakan batas ambang jamur antagonis mampu menghambat jamur patogen mencapai 30% di permukaan cawan Petri, maka jamur antagonis hanya memiliki efek penghambat minimal pertumbuhan jamur patogen, namun jika penghambatan >60%, maka jamur antagonis dikatakan mampu untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen

WIDYA BIOLOGI

antara lain kompetisi, parasitisme, antibiosis dan lisis. Menurut Cook dan Baker (1983) salah satu syarat suatu organisme dapat dikatakan sebagai agensia hayati adalah mempunyai kemampuan antagonisme yaitu kemampuan menghambat perkembangan atau pertumbuhan organisme lainnya. Semakin besar daya hambat yang terjadi, maka semakin tinggi daya antagonis isolat tersebut. Perbedaan daya hambat menggambarkan perbedaan kemampuan dari masing-masing isolat untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pesaing (Suanda dan Ratnadi, 2015). Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh jenis, jumlah, dan kualitas dari antibiotik atau zat lain yang dihasilkan *Trichoderma* sp. yang dapat

menghambat pertumbuhan patogen (Herliyana *et al.*, 2013).

Mekanisme *Trichoderma* sp. menghambat patogen *Phytophthora* sp. ialah melalui cara langsung, yaitu dengan mikoparasitisme atau antibiosis (Bae *et al.* 2011; Atanasova *et al.* 2013). Lebih lanjut Chet (1987) menyatakan bahwa *Trichoderma asperellum* mampu menghasilkan enzim yang dapat menyebabkan lisis pada hifa inangnya dan memiliki sifat mikoparasit yang dapat menghambat perkembangan patogen. Mekanisme daya antagonis *Trichoderma* sp. isolat JB menempel dan membelokkan hifanya ke hifa inang dengan membuat lilitan pada hifa inang (Suanda, 2017) (Gambar 4).



Gambar 4. Mekanisme antagonis mikoparasit *Trichoderma* sp. isolat JB terhadap jamur akar putih (JAP)

- a. Hifa *Trichoderma* sp. menempel pada hifa pathogen
- b. Hifa pathogen JAP

WIDYA BIOLOGI

Bila pertumbuhan hifa *Trichoderma* sp. sejajar dengan pertumbuhan hifa inangnya maka hifa *Trichoderma* sp. akan menempel pada hifa biasanya melilit hifa inangnya dengan lilitan spiral yang agak jarang dan membentuk alat pengait (*hook-like structure*), sambil menembusi miselium inang dengan mendegradasi sebagian dinding sel inang (Lewis *et al.*, 1998). Baker dan Cook. (1982). melaporkan bahwa *T. harzianum* dan *T. hamatum* bertindak sebagai mikoparasit terhadap jamur *R. solani* dan *S. rolfsii* dengan menghasilkan enzim β -(1,3) glukonase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inang.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian karakterisasi morfologi dan struktur *Trichoderma* sp. isolat JB bisa dijadikan dasar untuk menentukan spesies *Trichoderma* sp. dan isolat ini lebih dekat dengan *Trichoderma asperellum*. *Trichoderma* sp. isolat JB memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan koloni *Fusarium* sp. pada tanaman stroberi, kacang Panjang, tomat dan cabai serta mampu menghambat koloni JAP pada tanaman cengkeh dan JAP pada tanaman asem secara *in vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, S. 2012. Integrated, nonchemical management of fusarium wilt and clubroot. Departemen of Agriculture. oregon State University. viewed 6 Januari 2013. <http://bpp.oregonstate.edu>.
- Atanasova, L., Le Crom, S., Gruber, S., Couplier, F., Seidl-Seiboth, V., Kubicek, C.P. and Druzhinina, I.S. 2013. Comparative transcriptomics reveals different strategies of *Trichoderma mycoparasitism*. *Journal BMC Genomics* 14: 121.
- Barnett, H.L., Hunter, B. 1998. Illustrated genera Of Imperfect Fungi. The American Phytopathological Society St. Paul. Columbia.
- Bae, H., Roberts, D.P., Lim, H.S., Strem, M.D., Park, S.C., Ryu, C.M., Melnick, R.L. and Bailey, B.A. 2011. Endophytic *Trichoderma* isolates from tropical environments delay disease onset and induce resistance against *Phytophthora capsici* in hot pepper using multiple mechanisms. *Journal Mol Plant Microb In* 24: 336-351.
- Baker, K.F. dan Cook, R.J. 1982. Biological control of plant pathogens. The American Phytopathology Society. Minnesota Fravel.
- Chehri, K., Saeed, T.J., Kasa, R.N.R, Saeed, A and Baharuddin S. 2010. Occurrence of *Fusarium* spp. and Fumonisin in stored wheat grains marketed in Iran. *Toxins*. 2: 2816-2823.
- Chet, I., N. Benhamou, and Haran, S. 2005. Mycoparasitism and

WIDYA BIOLOGI

- lytic enzymes. In Harman, G. E. and C.P. Kubicek (Eds), *Trichoderma and Gliocladium enzymes biological control and commercial applications* Volume 2. Taylor and Francis. London.
- Cook, R.J. and Baker, K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. *American Phytopathol. Soc.* St. Paul, MN.
- Chet, I. 1987. *Innovative Approaches to Plant Diseases Control*. John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication, USA. pp. 11-210.
- Coskuntuna, A. and Ozer, N. 2008. Biological Control of Onion Basal Root Disease Using *Trichoderma harzianum* and Induction of Antifungal Compounds in Onion Set Following Seed Treatment. *Journal Crop Protection* 27: 330-336.
- Cilliers, A.J, Herselman L. and Pretorius, Z.A. 2000. Genetic variability within and among mycelial compatibility groups of *Sclerotium rolfsii* in South Africa. *Phytopathology* 90 (9): 1026-1031.
- Davis, M.R. and Nunez, J. 2007. Integrated approaches for carrot pests and diseases management. In: Ciancio A & Mukerji KG. (Eds.). *General Concepts in Integrated Pest and Disease Management*. pp.149-190.
- Fichtner, E.J. 2006. *Sclerotium rolfsii*. 'Kudzu of the Fungal World'.
- Hajieghrari, B., Torabi-Giglou, M., Mohammadi, M.R. and Davari, M. 2008. Biological potential of some Iranian *Trichoderma* isolates in the control of soil borne plant pathogenic fungi. *African Journal of Biotechnology* 7 (8): 967-972
- Harman, G.E., Charles, R.H., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Journal Nature Rev* 2: 43-54.
- Herliyana E.N., Jamilah, R., Taniwiryono, D. dan Firmansyah, M.A. 2013. Uji In-vitro Pengendalian Hayati oleh *Trichoderma* spp. terhadap Ganoderma yang Menyerang Sengon. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan, IPB. *Jurnal Silviculture Tropika* 4(3): 190-193.
- Kartika, E., Lizawati dan Hamzah. 2012. Isolasi, Identifikasi dan pemurnian Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dari tanah bekas tambang batubara. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Vol. 1:4
- Khattabi, N., Ezzahiri, B., Lauali, L., and Oihabi, A. 2004. Antagonistic activity of *Trichoderma* isolates against *Sclerotium rolfsii*: Screening of isolates from Morocco soils for biological control. *Phytopathol. Mediterr* 43: 332-340.
- Lewis, J.A., R.P. Larkin and D.L. Rogers. 1998. A formulation of *Trichoderma* and *Gliocladium* to reduce damping-off by *Rhizoctonia solani* and

WIDYA BIOLOGI

- saprophytic growth of the pathogen in soil less mix. *Pl. Dis* 82:501-506.
- Malloch, D. 1997. Moulds Isolation, Cultivation, Identification, Mycology. Departement of Botany University of Toronto.
- Mukarlina, S.K. dan Rianti, R. 2010. Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) secara *In Vitro*. *Jurnal Fitomedika*. 7 (2): 80-85.
- Otter, W., Bailey, D.J. and Gilligan, C.A. 2004. Empirical evidence of spatial thresholds to control invasion of fungal parasites and saprotrophs. *Jurnal New Phytologist* 163: 125-132.
- Papavizas, C.G. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology Ekology and Potential for Biological Control. *Ann. Rev. Phytopathology* 23:23-54.
- Purwantisari, S dan Rini B.H. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Jur. BIOMA*. 11 (1): 24-32. Juni 2009
- Suanda, I W. 2017. Identifikasi Patogen Penyakit Akar Putih pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan Pengendalian Secara Hayati. Disertasi. Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Suanda, I W. dan Ratnadi, N.W. 2015. Daya Antagonism *Trichoderma* sp. Isolat Local terhadap Jamur Patogen penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Schlerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Prodi Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali. *Jurnal EmaSains* IV (2):155-162.
- Suanda, I W. dan. Resiani, N.M.D. 2018. Eksplorasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Jamur Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat secara *In Vitro*. *Buletin Teknologi Pertanian Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bali*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian 16 (47): 7-12. ISSN: 1693-1262.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Singh, P. K. dan Vijay K. 2011. Biological Control of *Fusarium* wilt of Chrysanthemum with *Trichoderma* and Botanicals. *Journal of Agricultural Technology* 7 (6): 1603-1613.
- Stamets, P. 2000. *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*. Ed ke-3. California: Ten Speed Press.
- Walker, E.D. and Stachecki, J.A. 2002. *Pest Management for Small Animals a Training Manual for Commercial Pesticide Applicatorrs and Registered Technicians*. Michigan State University Extension. Michigan. p.140.

WIDYA BIOLOGI

- Watanabe T. 2002. Pictorial atlas of soil and seed fungi morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press LLC. U.S.A.
- Widyasuti, S.M. 2006. The biological control of Ganoderma root rot by *Trichoderma*. *ACIAR Proceedings* No. 124.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, H and Yuniarti, D. 2003. Biological control of *Sclerotium rolfsii* damping-off with three isolates of *Trichoderma* spp. Online *J. Biol. Sc.* 3(1): 95-102.
- Widyastuti, S.M. and Sumardi. 1998. Antagonistic potential of *Trichoderma* spp. against root rot pathogens of tree species. *Asian J. Sust. Agric.* 1 (2): 1-8.
- Jayasuriya, K.E. and Thennakoon, B.I. 2007. Biological control of *Rigidoporus lignosus*, the cause of white root disease in rubber. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)* 36 (1): 9-16.
- Otter W, DJ Bailey dan CA Gilligan, 2004. Empirical evidence of spatial thresholds to control invasion of fungal parasites and saprotrophs. *Jurnal New Phytologist* 163: 125-132.