

Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk Pengendalian Penyakit Busuk Batang (*Fusarium Oxysporum* Sp.) pada Tanaman Vanili (*Vanilla Planifolia*)

MEI NOVITA BR PARDEDE, GUSTI NGURAH ALIT SUSANTA WIRYA*),
KHAMDAN KALIMI

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana,
Jl. PB. Sudirman, Denpasar Bali 80232, Indonesia

*)Email: susantawirya@unud.ac.id

ABSTRACT

Effectiveness of *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. For Controlling Stem Rot (*Fusarium Oxysporum* sp.) in Vanilla (*Vanilla planifolia*).

Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) is one of the industrial plants that have very high economic value as an export commodity. One of the main obstacles to increasing vanilla production is stem rot disease. Stem rot disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* became one of the main obstacles faced. This research on the effectiveness of antagonistic microbes aims to obtain the best antagonist microbes in suppressing stem rot disease in vanilla plants. The experiment was carried out in vitro at the Laboratory of Plant Diseases at Udayana University and in vivo at the Experimental Garden Greenhouse. The experiment used a randomized block design with six replications and four treatments, namely Control (without antagonistic microbes), G (*Gliocladium* sp. + compost), T (*Trichoderma* sp. + compost), and GT (*Gliocladium* sp. and *Trichoderma* sp. + compost). The results showed that T (*Trichoderma* sp. + compost) and GT (*Gliocladium* sp. and *Trichoderma* sp. + compost) able inhibit stem rot disease with the best percentage of 10%.

Keywords: *Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp., Stem rot disease, Vanilla

PENDAHULUAN

Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) adalah salah satu tanaman industri yang memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi sebagai komoditas ekspor, sehingga banyak diusahakan oleh petani (Rosman dkk., 1986 dan Harahap 1987). Penyakit busuk batang

yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* menjadi salah satu kendala utama yang dihadapi oleh negara-negara penghasil utama vanili dalam meningkatkan produksi vanili (Thomas dkk. 2002). Penyakit ini dapat memperpendek umur produksi dari 10 kali panen menjadi dua kali, mutu buah

rendah, menggagalkan pertanaman sampai 80%. Sampai saat ini, pengendalian terhadap penyakit busuk batang vanili masih sangat tergantung pada penggunaan pestisida kimia sintetis.

Penggunaan fungisida sintetis yang tidak bijaksana berdampak buruk bagi tanaman sehingga diperlukan alternatif pengendalian penyakit untuk dapat mengurangi penggunaan fungisida sintetis tersebut. Pengendalian dengan cara biologi dilaporkan efektif untuk mengendalikan berbagai macam patogen pada tanaman dan belum ada yang dilaporkan pengendalian secara biologi mengakibatkan peningkatan ketahanan jamur patogen terhadap agens pengendali hayati (Freeman dkk. 2002). Salah satu pengendalian secara hayati untuk penyakit tanaman adalah dengan menggunakan mikroba antagonis.

Beberapa jamur antagonis yang menunjukkan hasil yang cukup baik dalam mengendalikan patogen adalah jenis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.. Potensi *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. sebagai jamur antagonis bersifat preventif terhadap penyakit tanaman telah menjadikan jamur tersebut semakin luas digunakan oleh petani dalam usaha pengendalian organisme

pengganggu tanaman (OPT) (Departemen Pertanian, 2011).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang efektivitas mikroba antagonis untuk pengendalian penyakit busuk batang (*Fusarium oxysporum f.sp. vanillae*) pada tanaman Vanili (*Vanilla planifolia*), untuk mendapatkan mikroba antagonis terbaik dalam mengendalikan penyakit busuk batang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan September 2020 sampai dengan April 2021 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana dan Rumah Kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peralatan laboratorium berupa cawan Petri (*petridish*), tabung reaksi, mikroskop, *handsprayer*, *autoclave*, *rotary shaker*, pipet, jarum *ose*, optilab, aluminium *foil*, *beaker glass*, penggaris, kamera dan laptop. Sedangkan bahan yang digunakan adalah akuades, alkohol, plastik, beras, jagung, dedak, PDA (*Potato Dextrose Agar*), tanaman vanili,

kompos dan isolat *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp.

Isolasi dan Identifikasi Patogen Penyebab Penyakit Busuk Batang Vanili

Batang vanili yang menunjukkan gejala sakit dipotong 1 cm x 1 cm, setelah itu potongan batang didesinfeksi kurang lebih 1 menit dan dibilas dengan aquades steril. Selanjutnya, batang diambil secara aseptis dengan scalpel steril dan diletakkan di atas medium PDA (Potato Dextrose Agar), diinkubasikan pada suhu kamar (25 °C) selama 5-7 hari. Patogen penyebab penyakit busuk batang hasil isolasi kemudian diidentifikasi dengan mengamati morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi secara makroskopis dengan mengamati bentuk koloni jamur, warna permukaan koloni jamur dan warna bawah koloni jamur. Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan mengamati bentuk spora dan hifa jamur di bawah mikroskop. Kemudian karakteristik morfologi jamur dicocokkan dengan menggunakan buku *CMI description of pathogenic fungi & bacteria*, 1981.

Uji Patogenitas Jamur Hasil Isolasi

Jamur patogen hasil isolasi dari bagian tanaman vanili sakit, diinokulasikan pada tanaman sehat dengan menyiram biakan jamur yang telah dibiakkan pada PDB (*Potato Dextrose Broth*) selama 7 hari sebelumnya, ke bagian pangkal batang dan tanah. Tanaman yang telah diinokulasi diamati perkembangan penyakitnya. Selanjutnya diisolasi dan diidentifikasi kembali, sebagai satu rangkaian proses dalam uji Postulat Koc'h.

Uji Daya Hambat Mikroba Antagonis terhadap *F. oxysporum* sp. Secara In Vitro

Jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. diuji kemampuannya untuk mengendalikan jamur patogen secara *in vitro* dengan metode biakan ganda (*dual culture method*). *F. oxysporum* sp. dan mikroba antagonis *Trichoderma* sp. dan *Glicodium* sp. ditumbuhkan sebelumnya pada media PDA selama 7 hari. Biakan *F. oxysporum* sp. mikroba antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp dipotong dengan *cork borer* kemudian ditumbuhkan pada media PDA dengan posisi masing-masing mikroba antagonis

dan jamur patogen saling berhadapan dengan jarak 3 cm prosedur Amal dkk. (2005), kemudian diinkubasi dan dilakukan pengukuran dengan rumus:

$$P = \frac{K-A}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase penghambatan

K = Luas pertumbuhan koloni paogen pada kontrol

A = Luas pertumbuhan jamur patogen dengan perlakuan

Pencampuran *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada kompos

Sebelum dicampurkan pada media kompos *Trichoderma* sp., dan *Gliocladium* sp. dibiakkan pada media beras dan jagung terlebih dahulu. Media beras dan jagung dicuci dan direndam selama 1 jam kemudian dikukus hingga setengah matang dan didinginkan. Jagung yang sudah dingin dicampurkan dengan dedak sampai merata dengan perbandingan 2:1. Masing- masing 200 gram media jagung dan beras dimasukan kedalam plastik berukuran 0,5 kg dan disterilkan pada *autoclave* dengan suhu 120°C selama 15 menit. Setelah disterilkan, media beras dan jagung didinginkan dan diinokulasikan *Trichoderma* sp, dan *Gliocladium* sp.

yang telah dibiakan selama 7 hari dalam cawan petri.

Uji Daya Hambat Mikroba Antagonis dalam Menekan Penyakit Busuk Batang Vanili Secara *In Vivo*

Mikroba antagonis *Trichoderma* sp. dan *Glicodium* sp. yang ditambahkan pada kompos yang telah dibuat sebelumnya, diuji secara *in vivo* di rumah kaca. Sebelum stek vanili ditanam, media tumbuh vanili dicampur dengan kompos yang telah diberi perlakuan mikroba antagonis masing-masing *Gliocladium* sp. (G), *Trichoderma* sp. (T), campuran *Gliocladium* sp. + *Trichoderma* sp. (GT) dengan perbandingan 3:1. Stek vanili ditanam pada ketiga perlakuan, untuk kontrol stek vanili ditanam pada media tanpa mikroba antagonis (K). Stek setelah ditanam pada *polybag*, diinokulasikan dengan 30 ml suspensi *F. oxysporum* yang mengandung 10^6 spora pada setiap *polybag*. Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 4 perlakuan dengan 6 ulangan, pada setiap perlakuan terdiri dari 10 tanaman. Persentase penyakit dihitung pada 21 hari setelah inokulasi menggunakan rumus:

$$P = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase penyakit

a = Jumlah tanaman yang terinfeksi pada tiap perlakuan

N = Jumlah keseluruhan tanaman pada tiap perlakuan

Penghitungan Populasi Mikroba Antagonis dalam Media Tanam Vanili

Kerapatan populasi mikroba dihitung pada awal dan akhir pengamatan dengan menggunakan metode pengenceran (*pour plate*) (Sudana, dkk., 2012). Sampel tanah sebanyak 5 gram diambil secara acak pada setiap perlakuan kemudian disuspensikan dengan air steril 50 ml dan dihomogenkan menggunakan *rotary shaker* selama 30 menit. Suspensi tanah yang telah homogen kemudian dipindahkan 1 ml kedalam tabung reaksi berisi 9ml air steril sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Hasil pengenceran tersebut kembali diencerkan sehingga diperoleh suspensi 10^{-6} . Hasil pengenceran kemudian diinokulasikan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 2-3 hari. Koloni yang tumbuh pada media dihitung secara kasat mata (cfu/ g tanah).

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA (Analysis of Varians). Apabila uji F menunjukkan pengaruh yang nyata, dilanjutkan dengan uji beda rata-rata Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan identifikasi patogen penyebab penyakit busuk batang vanili

Hasil dari isolasi dan pembiakan jamur dari bagian tanaman vanili yang bergejala busuk batang pada media PDA menunjukkan pertumbuhan yang cepat. Memiliki makrokonidia sangat melimpah, berbentuk bulan sabit dan runcing pada kedua ujungnya. Makrokonidia berukuran $\pm 2-9,56 \mu\text{m}$, tidak berwarna, berdinding tipis dan memiliki 3-4 septa. Mikrokonidia terbentuk sangat banyak, berbentuk lonjong, tidak berwarna, tidak berseptat dan berukuran $\pm 1-5,67 \mu\text{m}$ (Gambar 1). Hifa yang bercabang dan bersekat.

Berdasarkan pencocokan hasil identifikasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis dengan buku CMI *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria* (1981) serta literatur penelitian yang berkaitan dengan gejala

dan jamur patogen penyebab penyakit busuk batang memiliki kesamaan dengan jamur dari genus *Fusarium* sp.

Patogenitas jamur hasil isolasi terhadap vanili

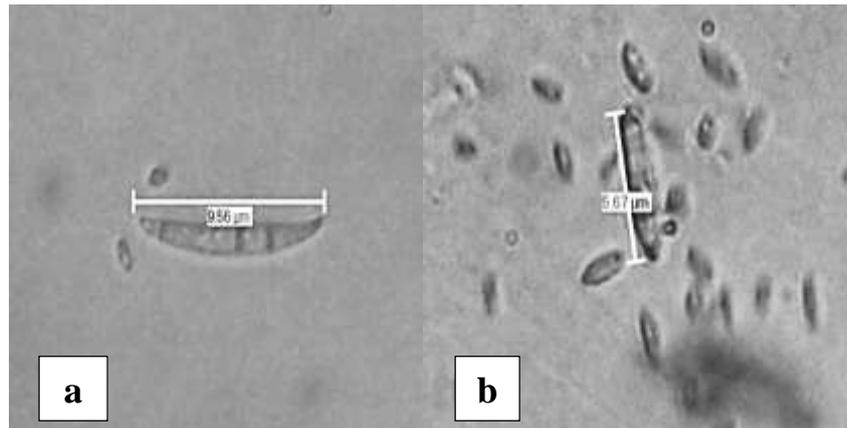
Uji patogenitas hasil isolasi pada tanaman vanili dilakukan selama 4 minggu sampai terlihat gejala busuk batang. Pada minggu pertama setelah inokulasi, batang dan daun vanili mengalami perubahan warna dari hijau menjadi kuning. Pada minggu kedua batang yang diinokulasikan *F. oxysporum* sp. menjadi berwarna coklat, sedangkan pada kontrol tanaman vanili yang tidak diinokulasikan *F. oxysporum* sp. daun dan batang masih tetap berwarna hijau dan terlihat segar.

Pada minggu ketiga gejala sakit pada batang tanaman semakin meningkat dan mengalami kebusukan. Tanaman vanili yang diinokulasikan dengan jamur patogen pada minggu keempat mengalami kematian akibat proses fisiologis yang terganggu (Gambar 2c dan 2d), sedangkan kontrol masih sehat

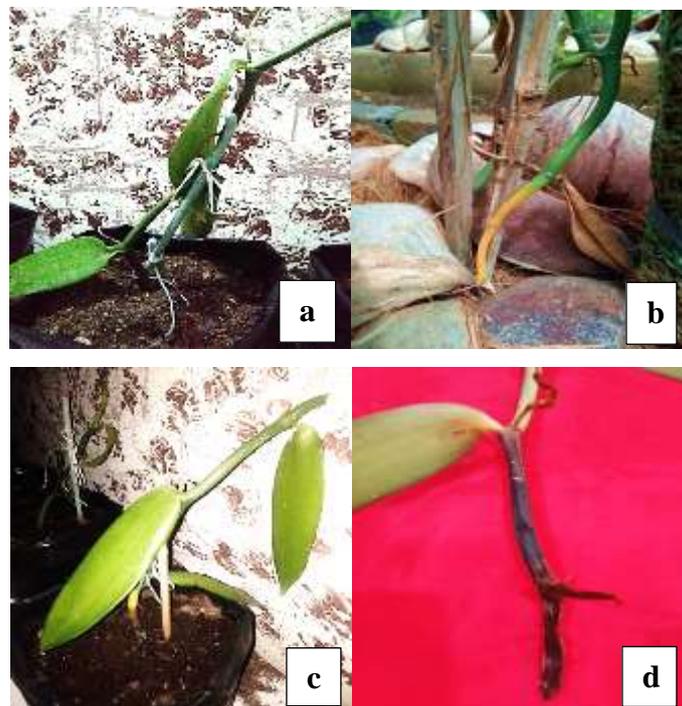
dan tidak memperlihatkan gejala busuk batang (Gambar 2a).

Kemampuan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* sp. secara *in vitro*

Kemampuan *Trichoderma* sp dan *Gliocladium* sp. dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* sp. pada media PDA disajikan pada (Tabel 1). *Trichoderma* sp. mampu menekan pertumbuhan *F. oxysporum* sp. pada media PDA pada 12 hsi, ditunjukkan dengan luas koloni *F. oxysporum* sp. yang paling kecil dibandingkan dengan luas koloni pada perlakuan *Gliocladium* sp. dan kontrol. Luas koloni *F. oxysporum* sp. akibat penekanan *Trichoderma* sp. sebesar 82,738 mm² berbeda nyata dengan luas koloni *F. oxysporum* sp. akibat penekanan oleh *Gliocladium* sp sebesar 319,809 mm² dan kontrol sebesar 4069,44 mm².



Gambar 1. Makrokonidia dan mikrokonidia jamur hasil isolasi dari tanaman vanili bergejala busuk batang pada media PDA setelah 15 hari inkubasi diamati pada mikroskop dengan pembesaran 400 kali. (a) Makrokonidia berbentuk bulan sabit dengan 4 septa dan panjang 9,5 μm (b) Mikrokonidia berbentuk lonjong panjang 5,67 μm



Gambar 2. Perbandingan tanaman vanili sehat dengan tanaman yang terserang penyakit busuk batang, (a) Tanaman sehat tanpa inokulasi jamur hasil isolasi (kontrol), (b) Tanaman bergejala penyakit busuk batang di lapangan, (c dan d) Tanaman bergejala busuk batang setelah diinokulasi jamur hasil isolasi

Tabel 1. Rata-rata Luas Koloni *F. oxysporum* sp. pada media PDA selama 12HSI dan Persentase Daya Hambat *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. terhadap Pertumbuhan *F.oxysporum* sp.

Perlakuan	Rata-rata Luas Koloni ¹⁾ Jamur Patogen (mm ²)	Rata-rata Persentase Daya Hambat (%)
K	4069,44 c	-
G	319,809 b	92,14
T	82,738 a	97,96

¹⁾ Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Trichoderma sp. mempunyai daya hambat terbaik karena jamur *Trichoderma* sp., diduga mempunyai kecepatan tumbuh yang cepat untuk menguasai substrat sehingga mampu mengungguli jamur patogen dalam penguasaan ruang serta sumber makanan. Hastuti (2009) menegaskan bahwa jamur *Trichoderma* sp. pertumbuhannya sangat cepat dan sebagai hiperparasit pada beberapa jenis jamur penyebab penyakit tanaman (Gambar 3.).

Trichoderma sp. selain mempunyai kemampuan untuk tumbuh dengan cepat, juga mempunyai sifat mikoparasit. Gambar 3C menunjukkan *Trichoderma* sp. tumbuh di atas jamur *F. oxysporum* sp., menandakan sifat mikoparasit dari *Trichoderma*. Sudantha (2010) melaporkan *Trichoderma* sp. dalam menekan pertumbuhan jamur patogen

memiliki mekanisme sebagai mikoparasit, kompetitor yang agresif dan antibiosis.

Gliocladium sp. yang ditumbuhkan pada media PDA bersamaan dengan *F. oxysporum* sp. (Gambar 3B) membentuk zona hambatan antara *Gliocladium* sp. dan *F. oxysporum* sp. sehingga menghambat pertumbuhan jamur patogen. Terbentuknya zona hambatan menandakan *Gliocladium* sp. menghasilkan senyawa antijamur. Winarsi (2007) melaporkan *Gliocladium* sp. mampu menghasilkan senyawa antibiotik gliotoksin, glioviridin dan viridin yang bersifat fungistatik dalam menekan pertumbuhan patogen. Gliotoksin mampu menghambat jamur dan bakteri, sedangkan viridin dapat menghambat jamur patogen.

Kemampuan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam menekan perkembangan penyakit busuk batang vanili secara *in vivo*

Trichoderma sp. dan *Gliocladium* sp. yang dicampur dengan kompos mampu memberikan penghambatan terhadap perkembangan penyakit busuk batang pada tanaman vanili yang diuji di rumah kaca, seperti yang disajikan dalam Tabel 2.

Trichoderma sp. + kompos yang ditambahkan pada media tumbuh vanili mampu menekan persentase penyakit busuk batang karena *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang bersifat mikoparasit. Pinem dan Sipayung (2001) menyebutkan bahwa *Trichoderma* sp. adalah jamur antagonis yang mampu memparasit miselium jamur patogenik, dengan cara melekat pada miselium dan menembus miselium patogen serta menyerap isi selnya sehingga terjadi degradasi pada dinding sel jamur patogen.

Trichoderma sp. diduga juga menghasilkan senyawa metabolis yang menghambat spora patogen, serta antibiosis untuk mematikan sel patogen dan sintesis toksik (Benitez dkk. 2004). *Trichoderma* sp. menghasilkan

trichodermin, demadin dan viridin yang terbagi atas dua tipe yaitu fungistatik yang menghambat perkembangan populasi jamur dan fungisidal yang mampu mematikan jamur patogen.

Tanaman vanili yang diberikan *Gliocladium* sp. + *Trichoderma* sp. + kompos pada media tanamnya juga mampu menekan penyakit, sama seperti vanili yang media tanamnya diberikan *Trichoderma* sp.+ kompos yaitu 10%. Hal ini karena adanya kesamaan sifat dari *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yaitu bersifat antagonisme.

Tanaman vanili yang tidak diberikan mikroba antagonis (Kontrol) mengalami penyakit busuk batang dan memiliki persentase penyakit busuk batang paling tinggi (Tabel 2). Persentase penyakit yang tinggi dikarenakan tidak adanya hambatan dari mikroba antagonis terhadap *F. oxysporum* sp. sehingga patogen berkembang dengan sangat baik dan menyebabkan tanaman sakit. Kandungan pada kompos dalam menyediakan unsur hara yang cukup mampu membantu menekan persentase penyakit.

Pengaruh pemberian mikroba antagonis terhadap pertumbuhan tunas

Hasil dari pengamatan menunjukkan rata-rata panjang tunas pada vanili yang diberikan *Gliocladium* sp. + kompos, *Trichoderma* sp. + kompos dan *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. + kompos

menunjukkan tidak berbeda nyata tetapi pada kontrol menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan lain dengan rata-rata panjang tunas 0,13cm.



Gambar 3. Uji Daya Hambat Jamur Antagonis Sebagai Agen Pengendali Hayati secara *in vitro* pada 12 HSI pada media PDA, A) Kontrol *F. oxysporum* sp. yang ditumbuhkan tanpa mikroba antagonis, B) *F. oxysporum* sp. yang ditumbuhkan bersama dengan *Gliocladium* sp., C) *F. oxysporum* sp. yang ditumbuhkan bersama *Trichoderma* sp.

Tabel 2. Rata-rata persentase penyakit busuk batang pada tanaman vanili yang ditumbuhkan pada media tanam yang diberikan mikroba antagonis.

Perlakuan	Persentase Penyakit Busuk Batang (%) ¹⁾
K (Tanpa Mikroba antagonis)	85 b
G (<i>Gliocladium</i> sp.+ kompos)	15 a
T (<i>Trichoderma</i> sp.+ kompos)	10 a
GT (<i>Gliocladium</i> sp. + <i>Trichoderma</i> sp. + kompos)	10 a

¹⁾ Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Tabel 3. Rata-rata persentase panjang tunas pada bibit vanili yang ditumbuhkan pada media tanam mikroba antagonis + kompos yang diinokulasikan *F. oxysporum* sp.

Perlakuan	Rata-rata Panjang tunas (cm) ¹⁾
K	0,13 a
G	5,45 b
T	4,76 b
GT	6,78 b

¹⁾ Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Kontrol merupakan pertumbuhan tunas paling rendah, karena tanaman pada kontrol mengalami pembusukan pada batang akibat terinfeksi *F. oxysporum* sp.. Patogen yang tumbuh dan berkembang dengan sangat baik tanpa adanya hambatan mikroba antagonis menyebabkan tanaman sakit, sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Tanaman yang diberikan *Gliocladium* sp. + *Trichoderma* sp. dan kompos merupakan tanaman dengan pertumbuhan tunas paling baik dari setiap perlakuan yaitu 6,7833. Karena

Gliocladium sp. + *Trichoderma* sp. yang mampu menekan pertumbuhan patogen dalam tanah, selain itu juga mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman (Ganik, 2013).

Perkembangan populasi mikroba antagonis dalam tanah

Hasil perhitungan populasi mikroba antagonis ditunjukkan pada (Tabel 4.). Meningkatnya jumlah populasi mikroba antagonis dari 1MST sampai 5MST diduga karena kompos menjadi media tumbuh yang baik bagi mikroba antagonis (Suryawan, 2017).

Tabel 4. Populasi mikroba antagonis dalam tanah

Perlakuan	Populasi ⁴⁾	
	1MST (cfu/g)	5MST (cfu/g)
K	0	0
G	4 x 10 ⁶	1 x 10 ⁷
T	5 x 10 ⁶	1 x 10 ⁷
GT	5 x 10 ⁶	2 x 10 ⁷

⁴⁾ Keterangan: G = *Gliocladium* sp. dan T = *Trichoderma* sp.

Populasi mikroba antagonis yang meningkat pada 5MSI menandakan bahwa *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. sebagai jamur kompetitor bagi *F. oxysporum* sp. mampu mengalahkan dan bersinergi dengan mikroba lain dalam kompos yang ikut berperan dalam pertumbuhan tanaman. Novita (2011) menyatakan pemberian mikroba antagonis terhadap patogen tular tanah menyebabkan bertambahnya populasi antagonis di dalam tanah sehingga penekanan dan penurunan populasi patogen yang mengakibatkan menurunnya kemampuan patogen dalam menginfeksi tanaman.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa Mikroba antagonis *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. dapat menekan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* sp. pada media PDA secara *in vitro* dengan persentase daya hambat sebesar 92,14% dan 97,96% jika dibandingkan dengan kontrol. Mikroba antagonis *Trichoderma* sp. dan campuran *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. merupakan mikroba antagonis yang terbaik untuk pengendalian penyakit busuk batang pada bibit vanili yang disebabkan oleh *F.*

oxysporum sp. secara *in vivo* dan mampu menekan kejadian penyakit busuk batang vanili dari 85% menjadi 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, A.A, K.A. Abd-Elsalam., M.R. Omar, dan A.A. Aly. (2005). *Antagonistic potential of Trichoderma spp. against Rhizoctonia solani and use of M13 microsatellite-primed PCR to evaluate the antagonist genetic variation.* J. Plant Dis. Protec. 112(6):550- 561.
- Benitez, T., A. M. Rincon., M. C. Limon., and A. C. Codon. (2004). *Biocontrol Mechanism of Trichoderma strains.* International Microbiology 7: 249-260.
- CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacterial. (1981). Commonwealth Mycological Institute. England.
- Departemen Pertanian. (2011). *Pengendalian Jamur Fusarium oxysporum.* Hortikultura budidaya fusarium-antagonis.pdf. Diakses tanggal 25 Desember 2020.
- Freeman, S., A. Zveibel., H. Vintal & M. Maymon. (2002). *Isolation of nonpathogenic mutants of Fusarium oxysporum f.sp. melonis for biological control of Fusarium wilts in cucurbits.* Phytopathology 92: 164-168.
- Ganik, R. (2013). *Kecernaan In Vitro Bahan Kering dan Bahan Organik Jerami Jagung (Zea mays) yang Diinokulasikan dengan Trichoderma sp. pada lama inkubasi yang berbeda.* Makasar.
- Harahap, H. (1987). *Potensi pengembangan panili di Indonesia.* Seminar Pengembangan Panili

- Melalui Pola PIR di Denpasar Bali. Paper. 14 hlm.
- Novita, Trias. (2011). *Trichoderma* sp. dalam Pengendalian Penyakit Fusarium pada Tanaman Tomat. *Biospecies* 4(2) :27-29.
- Pinem, M. I., W. Sipaung. (2001). Peran Agens Antagonis dalam Pengendalian Hayati. Dalam Pelatihan Agens Hayati untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Perkebunan Kakao. Hal 20-25.
- Purwantisari, S & R.B. Hastuti. (2009). Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Bioma* 11(1): 24–32.
- Rosman, R. (1986). Kemungkinan pengembangan tanaman vanili di Pulau Jawa dan Madura ditinjau dari segi kesesuaian lahan dan iklim. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.
- Sudana, M., G. R. M. Temaja, G. N. A. S. Wirya, P. Sudiarta. (2012). Penuntun praktikum bioteknologi perindungan tanaman. Denpasar.
- Sudantha, I. M. (2010). Pengujian beberapa jenis jamur endofit dan saprofit *Trichoderma* spp. terhadap penyakit layu *Fusarium* pada tanaman kedelai. *Jurnal Ilmu Pertanian Agroteksos*, 20: 2-3.
- Suryawan. (2017). Penggunaan *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada Berbagai Kompos untuk Pengendalian Penyakit layu Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp.)
- Thomas J, AK. Vijayan., RS. Bhai. (2002). *Vanilla disease in India and their management*. Indian Journal of Arecanut Spices & Medical Plants 4, 143-149.
- Winarsi H. (2007). Antioksidan alami dan radikal bebas potensi dan aplikasinya dalam kesehatan. Yogyakarta. Kanisius.