

# **Aplikasi Agens Hayati dan Humus untuk Menekan Populasi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Penyebab Busuk Batang Pisang**

NI KADEK LIA SWANDEWI  
I MADE SUDANA \*)  
I KETUT SUADA

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana  
Jl. PB. Sudirman Denpasar 80231 Bali  
\*)Email: imadesudana74@yahoo.com

## **ABSTRACT**

### **Application of Biological Agent and Humus to Suppress Population *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* the Cause of Banana Stem Rot.**

The study aimed to determine the interaction between *P. fluorescens*, *Trichoderma* spp. fungus, and humus in suppressing the population of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* in the soil. The design used was a randomized block design (RBD) of 2 factors namely antagonistic microbes and humus. There were 18 treatments with 3 replications so that 54 experimental units were obtained. The variables observed were the population of Foc, population of *P. fluorescens*, population of *Trichoderma* spp., and soil pH. The results showed that the combination of biological agent and humus could reduce the population of Foc. The higher concentration of humus combined with biological agent showed the decreasing population of Foc which causes rot of banana stems.

Keywords: biological agents, humus, Foc.

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Buah pisang banyak disukai oleh masyarakat Indonesia dari berbagai kalangan karena mengandung gizi tinggi yaitu vitamin, mineral, dan juga karbohidrat. Kandungan vitamin dalam buah pisang seperti vitamin A, B, dan C dapat membantu memperlancar sistem metabolisme tubuh, meningkatkan daya tahan tubuh dari radikal bebas (Prihatini *et al.*, 1999). Penurunan hasil dan kualitas pisang memiliki beberapa kendala, salah satu yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi pisang adalah layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc). Layu fusarium dilaporkan sejak tahun 1980 di Indonesia, dan

secara cepat menyebar di beberapa provinsi. Penggunaan agen hayati seperti bakteri antagonis *P. fluorescens*, jamur *Trichoderma* spp. dapat menekan berbagai jamur patogen, misalnya jamur *Foc. Pseudomonas* kelompok *fluorescens* merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agensia hayati baik untuk jamur maupun bakteri patogen tanaman. Salah satu humus yang bisa digunakan adalah Lignohumit, lignohumit merupakan humus yang berasal dari sisa-sisa pembuatan kertas. Humus adalah produk bioteknologi tinggi yang dirancang untuk meningkatkan kesehatan tanaman dan memperbaiki struktur tanah. Dibuat dari proses yang dipatenkan dari bahan baku berbasis lignin yang sedang dikembangkan di Bali. Humus dikenal mampu meningkatkan pH tanah sehingga mampu menekan populasi jamur *Foc* dalam tanah.

Pengendalian suatu patogen dapat dilakukan dengan memadukan cara-cara yang dapat menekan penyakit atau cara yang mampu menurunkan populasi patogen dalam tanah sebagai inokulum awal. Agen hayati seperti *Trichoderma* spp. dan *P. fluorescens* diketahui mampu menekan pertumbuhan patogen, dimana jamur *Trichoderma* spp. ini dapat menjadi agen biokontrol karena bersifat antagonis bagi jamur lainnya, terutama yang bersifat patogen. Untuk itu maka penelitian dengan kombinasi agen hayati dan humus perlu dilakukan untuk menekan *Foc* dalam tanah.

## **2. Bahan dan Metode**

### **2.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jalan Pulau Moyo No 16x, Pedungan, Denpasar Selatan, Kota Denpasar. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jalan P.B Sudirman Denpasar. Keseluruhan penelitian dilakukan mulai bulan Februari sampai dengan Juni 2019.

### **2.2 Alat dan Bahan**

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, pisau, *cork borer*, lampu bunsen, jarum oose, mikropipet, gunting, piring petri, gelas ukur, *laminar airflow*, *autoklaf*, *haemocytometer*, ember, plastik, alat tulis dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah tanaman pisang, isolat *Trichoderma* spp. dan isolat *P. fluorencens*, humus, akuades, media PDA, media King's B, alkohol 75%, antibakteri kloramfenikol kapas, aluminiumfoil, sill, tissue, dan polybag.

### **2.3 Pelaksanaan Penelitian**

#### **2.3.1 Uji pendahuluan**

Isolasi patogen *Foc* dilakukan pada tanah endemik yang menunjukkan gejala busuk batang pisang di lapang. Pengambilan sampel dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian (KPPF) Universitas Udayana. Sampel yang telah diambil diisolasi dengan metode penanaman jaringan pada media PDA (*Potato Dextrosa Agar*). Jamur

yang tumbuh dimurnikan kemudian diamati secara mikroskopis dan makroskopis serta diuji kemampuannya sebagai patogen penyebab busuk batang pisang. Selanjutnya dilakukan uji antagonistik untuk mengetahui bahwa agen hayati yang digunakan mampu menghambat pertumbuhan patogen Foc.

### **2.3.2 Perbanyak jamur *Trichoderma* spp. dan bakteri *P. fluorescens* untuk aplikasi di lapang**

Jamur *Trichoderma* spp. dan bakteri *P. fluorescens* yang digunakan merupakan isolat hasil koleksi dari Laboratorium Bioteknologi Pertanian. Bakteri *P. fluorescens* yang sudah ada diinokulasi pada media King's B. Perbanyak jamur *Trichoderma* spp. dilakukan pada media nasi setengah matang dengan memasukkan biakan jamur *Trichoderma* spp. pada nasi setengah matang yang sudah disiapkan.

### **2.3.3 Persiapan media**

Media yang dipersiapkan yaitu isolat jamur *Trichoderma* spp. dan isolat bakteri *P. fluorescens* yang sudah diperbanyak sebelumnya, humus, media tanah untuk melakukan aplikasi dan polybag untuk penempatan media. Persiapan media dilakukan untuk memulai melakukan percobaan di polybag.

### **2.3.4 Persiapan media uji**

Tanah yang digunakan adalah tanah endemik penyakit busuk batang pisang yang ada di KPPF Universitas Udayana. Menghitung volume aplikasi kapasitas lapang dilakukan dengan menyiram media dalam polybag yang berlubang dibawahnya dengan air sampai jenuh, biarkan air dalam polybag tersebut menetes dan tampung tetesan air selama 1 malam. Pembuatan konsentrasi uji dilakukan dengan menghitung kerapatan spora jamur *Trichoderma* spp. dan sel bakteri *P. fluorescens* yaitu menggunakan *haemocytometer*. Kerapatan spora per ml dihitung dengan menggunakan rumus Gabriel & Riyatno (1989) sebagai berikut :

$$C = \frac{t}{N \times 0,25} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

C = kerapatan spora per ml larutan

t = jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati

N = jumlah kotak sampel yang diamati

0,25 = faktor koresi penggunaan kotak sampel skala kecil dalam *haemocytometer*.

### **2.3.5 Aplikasi di lapang**

Aplikasi humus dilakukan setelah media siap, siram media menggunakan humus dengan konsentrasi yang sudah ditentukan sebelumnya. Aplikasi jamur *Trichoderma* spp. dilakukan setelah aplikasi humus yaitu inokulasi spora dengan konsentrasi ( $3 \cdot 10^6$  spora) yang disuspensi ke dalam 2.500 ml akuades per tanaman.

Setelah 3 hari pengaplikasian jamur *Trichoderma* spp. kemudian diaplikasikan bakteri *P. fluorescens* dengan konsentrasi ( $3 \cdot 10^6$  CFU) yang disuspensi ke dalam 2.500 ml akuades per tanaman. Perlakuan tanpa inokulum (kontrol) dilakukan dengan menyiramkan sebanyak 2.500 ml akuades per tanaman.

### 2.3.6 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan menyiram media sebanyak 3 kali yaitu minggu pertama, minggu kedua dan minggu ketiga setelah tanah siap. Jika pada media terdapat gulma yang tumbuh maka dilakukan penyiangan terhadap gulma tersebut.

### 2.3.7 Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah 2 minggu aplikasi terakhir. Pengamatan yang dilakukan yaitu populasi Foc, populasi *Trichoderma* spp. populasi bakteri *P. fluorescens*, dan pH tanah.

### 3.3.8 Metode Pengenceran

Siapkan 5 tabung reaksi yang berisikan 9 ml akuades, dan timbang tanah yang sudah dilakukan kombinasi perlakuan sebanyak 1 gram. Masukkan 1 gram tanah ke dalam tabung reaksi pertama atau pengenceran  $10^1$ , lalu tutup dan kocok menggunakan shaker selama kurang lebih 5 menit. Setelah dikocok lalu dipipet sebanyak 1 ml ke dalam pengenceran  $10^2$ , lakukan metode yang sama sampai dengan pengenceran  $10^5$ . Setelah metode pengenceran selesai lalu pipet 1 ml pengenceran ke 4 atau pengenceran  $10^4$  ke dalam media PDA goyangkan secara merata, lalu inkubasi media selama 3 hari. Setelah media diinkubasi dilakukan penghitungan spora dengan menggunakan *haemocytometer*. Pada penghitungan koloni bakteri *P. fluorescense* dilakukan pada media king's B dengan menghitung koloni yang tumbuh pada media biakan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengaruh Interaksi Agen Hayati dan Humus terhadap Variabel Pengamatan

Hasil analisis sidik ragam kombinasi perlakuan agen hayati dan humus berinteraksi secara nyata terhadap penghitungan populasi *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*, dan penghitungan pH tanah, sedangkan berinteraksi sangat nyata pada penghitungan populasi *P. fluorescense* dan *Trichoderma* spp. (Tabel 1). Hal ini diduga akibat dari aktivitas agen hayati dan humus yang mampu melindungi akar tanaman dari patogen dan sekaligus memacu pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Signifikansi interaksi agen hayati dan humus terhadap variabel pengamatan

No	Variabel	Pengaruh Perlakuan Agen Hayati dan Humus		
		A	B	AxB
1	Populasi <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>cubense</i>	*	*	*
2	Populasi <i>P. fluorescens</i>	**	**	**
3	Populasi <i>Trichoderma</i> spp.	**	**	**
4	pH tanah	*	*	*

Keterangan: \* = berpengaruh nyata, \*\*= berpengaruh sangat nyata.

### 3.2 Populasi *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*

Populasi Foc diamati setelah diberikan kombinasi perlakuan agens hayati dan konsentrasi humus. Perlakuan kombinasi agens hayati (*Trichoderma* spp.) dan tanpa humus (0%) menunjukkan populasi Foc tertinggi yaitu  $(233,33 \times 10^4)$  spora/g tanah. Kombinasi agens hayati *P. fluorescens* dan konsentrasi humus 2% menunjukkan populasi Foc terendah yaitu  $66,67 \times 10^4$  spora/g tanah. Populasi Foc penyebab busuk batang pisang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi humus maka semakin rendah populasi Foc. Populasi akhir Foc disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. populasi Foc dalam pot perlakuan yang diisi agen hayati dan humus

Perlakuan	Konsentrasi Humus (%)					
	0	0,05	0,1	0,5	1	2
	..... $\times 10^4$ spora/g tanah ..... .....					
Tanpa Mikroba	200,00 <sup>bc</sup>	166,67 <sup>abc</sup>	133,33 <sup>abc</sup>	133,33 <sup>abc</sup>	100,00 <sup>ab</sup>	83,33 <sup>ab</sup>
<i>P. fluorescens</i>	166,67 <sup>abc</sup>	166,67 <sup>abc</sup>	166,67 <sup>abc</sup>	133,33 <sup>abc</sup>	100,00 <sup>bc</sup>	66,67 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> spp.	233,3 <sup>c</sup>	200,00 <sup>bc</sup>	166,67 <sup>abc</sup>	166,67 <sup>abc</sup>	133,33 <sup>abc</sup>	100,00 <sup>ab</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Tingginya populasi Foc pada perlakuan dengan kombinasi agens hayati dengan humus dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor internal seperti kemampuan untuk bertahan hidup dari mikroba lain, faktor eksternal seperti

lingkungan, kompetisi dalam perebutan ruang dan makanan. Persaingan terjadi ketika terdapat dua mikroorganisme atau lebih yang secara langsung memerlukan sumber nutrisi yang sama. Pengurangan populasi Foc disebabkan oleh adanya aplikasi agen hayati seperti *Trichoderma* spp., dan *P. fluresces*. Pengaplikasian humus juga memiliki peranan dalam penurunan populasi Foc. Humus dikenal mampu meningkatkan pH tanah sehingga mampu menekan populasi jamur Foc dalam tanah. Semakin tinggi konsentrasi perlakuan yang diberikan maka semakin rendah populasi dari jamur Foc. Hal tersebut dikarenakan perlakuan agens hayati dan humus yang diberikan dapat menekan pertumbuhan dari jamur penyebab layu fusarium tersebut.

### 3.3 Populasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp.

Hasil uji pemberian *Trichoderma* spp., sebagai agen hayati dan penambahan humus dalam menekan populasi Foc menunjukkan terjadinya interaksi terhadap penurunan populasi Foc. Populasi akhir Foc diamati setelah diberikan kombinasi perlakuan agens hayati (*Trichoderma* spp.) dengan humus. Perlakuan kombinasi agens hayati (*Trichoderma* spp.) dan konsentrasi humus (2%) menunjukkan populasi *Trichoderma* spp. tertinggi yaitu  $6000,00 \times 10^4$  spora/g tanah, kombinasi agens hayati dan konsentrasi humus (0%) menunjukkan populasi *Trichoderma* spp. terendah yaitu  $3000,00 \times 10^4$  spora/g tanah. Populasi *Trichoderma* spp. tertinggi dapat mempengaruhi penurunan populasi jamur Foc, karena adanya pengaruh toksin yang dihasilkan oleh cendawan ini.

Populasi *P. fluorescens* diamati setelah dilakukan kombinasi perlakuan *P. fluorescens* dan humus 3 hsi. Pemberian *P. fluorescens* dan penambahan humus menunjukkan terjadinya interaksi terhadap penurunan Foc. Perlakuan kombinasi agen hayati (*P. fluorescens*) dan humus konsentrasi (0%) menunjukkan populasi *P. fluorescens* terendah yaitu  $(923,33 \times 10^4)$  CFU/g tanah, konsentrasi agen hayati (*P. fluorescens*) dan humus konsentrasi (2%) menunjukkan konsentrasi tertinggi yaitu  $(4403,33 \times 10^4)$  CFU/g tanah). Bakteri *P. fluorescens* merupakan bakteri antagonis yang dapat menekan pertumbuhan patogen tular tanah, karena bakteri ini dapat menghasilkan senyawa kimia seperti anti cendawan dan antibiotik. Populasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Populasi *P. fluorescens* dan *Trichoderma* spp. dalam pot perlakuan yang diisi agens hayati dan humus

Perlakuan	Konsentrasi (%)					
	0	0,05	0,1	0,5	1	2
	10 <sup>4</sup> CFU/g tanah					
Tanpa Mikroba	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
<i>P. fluorescens</i>	923,33 <sup>b</sup>	1286,67 <sup>c</sup>	2046,67 <sup>d</sup>	2762,00 <sup>e</sup>	2762,00 <sup>e</sup>	4403,33 <sup>f</sup>
<i>Trichoderma</i> spp.	3000,00 <sup>b</sup>	4000,00 <sup>bc</sup>	4666,67 <sup>bc</sup>	4666,67 <sup>bc</sup>	5000,00 <sup>bc</sup>	6000,00 <sup>c</sup>

keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%. Data dianalisis setelah ditransformasi arcsin

$$\sqrt{\left(X + \frac{1}{2}\right)} \dots \dots \dots (2)$$

*Trichoderma* spp., diketahui dapat mengendalikan patogen tular tanah. *Trichoderma* spp. menghasilkan sejumlah enzim ekstra selulase b (1,3)- glukonase dan kitinase. Enzim tersebut dapat menghancurkan glukon dan kitin yang merupakan komponen dinding hifa dari beberapa cendawan patogen tanaman. Selain itu *Trichoderma* spp. mempunyai kemampuan menghasilkan enzim sellulase yang dapat merusak dinding sel patogen, sehingga perkembangan patogen dapat ditekan (Darmono, 1997). *Trichoderma* spp. mampu berkembang dengan cepat dibandingkan dengan cendawan lainnya yang juga memiliki antagonisme. *Trichoderma* spp. merupakan jamur antagonis yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan tanaman, inokulasi *Trichoderma* spp. ke dalam tanah dapat menekan serangan penyakit layu yang menyerang tanaman pisang, hal ini dikarenakan oleh adanya pengaruh toksin yang dihasilkan oleh jamur *Trichoderma* spp. Cook dan Baker (1983) dalam Djatmiko dan Rohadi (1997) menyatakan bahwa *Trichoderma* spp. mempunyai kemampuan berkompetisi dengan patogen tanah lain terutama dalam mendapatkan nitrogen dan karbon. Jamur *Trichoderma* spp. juga memiliki kemampuan berkompetisi dalam memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan.

Bakteri *P. fluorescens* merupakan salah satu bakteri antagonis berpotensi untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati berbagai patogen tular tanah (Soesanto, 2002). *P. fluorescens* memiliki kemampuan untuk melindungi akar dari infeksi patogen tanah dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti anti cendawan dan antibiotik. Bakteri *P. fluorescens* juga memiliki kemampuan bersaing dalam mendapatkan makanan atau menghasilkan senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti siderofor, antibiotik atau enzim

ekstraselluler. Senyawa-senyawa yang dihasilkan seperti pyochelin, pyoverdin dan pseudobactin tersebut bersifat antagonis yaitu menghambat atau berkompetisi dengan patogen tular tanah di sekitarnya (Lam & Gaffney, 1993).

*P. fluorescens* dalam mengendalikan patogen tumbuhan sangat ditentukan oleh jumlah populasinya dalam tanah, semakin banyak jumlah populasi dalam tanah akan menyebabkan semakin tinggi aktivitas antagonisnya terhadap patogen.

### 3.4 pH tanah

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa pH tanah tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi *P. fluorescens* dengan humus konsentrasi 2% yaitu sebesar 7,00 yang diikuti oleh perlakuan *Trichoderma* spp. dengan humus 2% yaitu 6,50. pH tanah terendah terdapat pada perlakuan kombinasi *P. florescens* dengan humus konsentrasi 0% yaitu sebesar 5,97. Tabel perhitungan pH tanah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. pH tanah dalam pot perlakuan yang diisi agens hayati dan humus

Perlakuan	Konsentrasi (%)					
	0	0,05	0,1	0,5	1	2
Tanpa Mikroba	6,00 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>	6,33 <sup>ab</sup>	6,40 <sup>ab</sup>	6,36 <sup>ab</sup>	6,40 <sup>ab</sup>
<i>P. fluorescens</i>	5,97 <sup>a</sup>	6,16 <sup>a</sup>	6,33 <sup>ab</sup>	6,33 <sup>ab</sup>	6,36 <sup>ab</sup>	7,00 <sup>b</sup>
<i>Trichoderma</i> spp.	6,00 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>	6,16 <sup>a</sup>	6,23 <sup>a</sup>	6,33 <sup>ab</sup>	6,50 <sup>ab</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

pH tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses penyerapan unsur hara oleh akar tanaman. Tanah dikatakan bersifat asam jika angka skala pH kurang dari 7 dan disebut basa jika skala pH lebih dari 7, jika skala pH adalah 7 maka tanah tersebut bersifat netral, tidak asam maupun basa. Kondisi tanah yang paling ideal untuk tumbuh dan berkembangnya tanaman adalah tanah yang bersifat netral. Namun demikian beberapa jenis tanaman masih toleran terhadap tanah dengan pH yang sedikit asam, yaitu tanah yang memiliki pH maksimal 5. pH optimum pada tanah adalah pada suasana netral (6,5 sampai 7,8) karena pH tersebut, kandungan mikroorganisme, senyawa organik, unsur hara, mineral-mineral berada pada kondisi yang optimal.

Tanah dihuni oleh bermacam-macam mikroorganisme, mikroorganisme tanah seperti bakteri dan jamur sangat mempengaruhi kesuburan tanah, oleh karena itu

mikroorganisme merupakan salah satu aspek penting yang berperan dalam pembentukan suatu ekosistem. Mikroorganisme tanah juga bertanggung jawab atas pelapukan bahan organik dan pendauran unsur hara, dengan demikian mikroorganisme mempunyai pengaruh terhadap sifat kimia dan sifat fisik tanah. Mikroorganisme tanah penting dalam kesuburan tanah karena berperan dalam siklus energi, berperan dalam siklus hara, berperan dalam pembentukan agregat tanah, menentukan kesehatan tanah terhadap munculnya penyakit terutama penyakit tular tanah-*soil borne pathogen*.

Akar mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Pengaruh yang paling kuat adalah daerah rhizosfer, yaitu tanah sekitar permukaan akar di mana kumpulan makanan dari tanaman merangsang fungi dan bakteri untuk meningkatkan kepadatan populasinya 10 hingga 100 kali dibanding bagian-bagian tanah yang lain. Dengan kata lain pada rhizosfer ini jumlah organismenya jauh lebih banyak dari bagian-bagian lainnya ditanah. Akar juga tempat hidup bakteri, fungi dan hewan-hewan kecil.

Reaksi tanah (pH) adalah parameter tanah yang dikendalikan kuat oleh sifat-sifat elektrokimia koloid-koloid tanah. Istilah ini menunjukkan kemasaman atau kebasahan tanah, yang derajatnya ditentukan oleh kadar ion hidrogen dalam larutan tanah. Selain itu pH tanah juga mempengaruhi jenis dan jumlah mikroorganisme yang ada dalam tanah. Dari hasil analisis yang sudah dilakukan, diketahui pH tanah yang sudah diukur memiliki pH tanah yang baik untuk pertanaman pisang karena terdapat pada kisaran 5,9-7,1 dimana diketahui pH ideal untuk budidaya tanaman pisang yaitu berkisar antara 4,5-7,5. Pemberian humus pada perlakuan diketahui dapat meningkatkan pH sehingga populasi dari jamur Foc penyebab busuk batang pisang dapat berkurang. Dapat dilihat pada penghitungan populasi akhir jamur Foc, bahwa semakin tinggi pH yang terkandung didalam tanah menyebabkan populasi Foc semakin sedikit.

#### **4. Kesimpulan dan Saran**

##### **4.1 Kesimpulan**

Perlakuan agens hayati dan humus berinteraksi dalam menekan populasi Foc penyebab busuk batang pisang. Populasi terendah terdapat pada perlakuan *P. fluorescens* dengan humus konsentrasi 2% yaitu sebesar  $66,67 \times 10^4$  spora/ gr tanah. Semakin tinggi tingkat konsentrasi humus dengan penambahan agens hayati maka semakin rendah populasi akhir dari Foc penyebab busuk batang pisang.

##### **4.2 Saran**

Perlu dilakukan uji lebih lanjut untuk mengetahui dosis aplikasi jamur *Trichoderma* spp., bakteri *P. fluorescens* dan humus yang dapat menekan pertumbuhan jamur Foc penyebab busuk batang pisang.

**Daftar Pustaka**

- Cook, R. J. and K. F. Baker. 1989. The Nature on Practice of Biological Control of Plant Pathogens. ABS press. The American Phytopathological society. St. Paul. Minesota 539 p.
- Darmono. 1997. Biofungisida *Trichoderma* untuk pengendalian patogen penyakit tanaman perkebunan. Dalam *Prosiding Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan untuk Praktek*, Bogor: Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan.
- Djarmiko, H.A. dan Rohadi. 1997. Efektivitas *Trichoderma harzianum* hasil Perbanyakan dalam sekam padi dan bekatul terhadap patogenesitas *Plasmodiophora brassicae* pada tanah latosol dan andosol. *Majalah Ilmiah UNSOED, Purwokerto* (23)2:10-22.
- Dowling, D.N. & F. O’Gara. 1994. Metabolites of *Pseudomonas* involved in the biocontrol of
- Lam, S. T. & T. D. Gaffney. 1993. Biological activities of bacteria used in plant pathogen control. *In: Chet, I. (Eds). Biotecnology in plant disease control. Wiley-Liss, New York. Pages 291-320*
- Prihatini, D.Saptarini, Nuswamarheni, Endang Puspita Pohan. 1999. Mengenal Buah Unggul Indonesia. Penebar Swadaya:Jakarta.
- Rao, N.S.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Jakarta: UI-Press
- Sarief, E.S. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Sepwanti, C., M. Rahmawati, E. Kesumawati. 2016. Pengaruh varietas dan dosis kompos yang diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*) Fakultas Pertanian Universitas Syah Kuala Darussalam Banda Aceh. *Kawista* 1(1):1-7.
- Soesanto L. 2002. Ecological and Biological Control of *Verticillium dahliae*. *Ph.D. thesis*. Wageningen University, Wagening.
- Taufik, M. 2010 Uji Efektivitas jamur antagonis *Trichoderma sp.* dan *Gliocladiumm sp.* untuk mengendalikan penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada tanaman tembakau Deli (*Nicotiana tabaccum L.*) *Agroekoteknologi* 1(14): 2337-6597.