

**UJI KEMAMPUAN BEBERAPA ISOLAT JAMUR RIZOSFER  
TANAMAN NANAS SEBAGAI ANTAGONIS JAMUR  
*Phytophthora* sp. DAN PELARUT FOSFAT**

(Skripsi)

Oleh

**NIA AFRIANTI**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2017**

## ABSTRAK

### UJI KEMAMPUAN BEBERAPA ISOLAT JAMUR RIZOSFER TANAMAN NANAS SEBAGAI ANTAGONIS JAMUR *Phytophthora* sp. DAN PELARUT FOSFAT

Oleh

Nia Afrianti

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan jamur rizosfer tanaman nanas sebagai antagonis jamur *Phytophthora* sp. dan pelarut fosfat. Penelitian yang dilakukan meliputi uji antagonisme isolat jamur rizosfer tanaman nanas terhadap jamur *Phytophthora* sp. dan uji kemampuan isolat jamur rizosfer tanaman nanas sebagai pelarut fosfat pada media *Pikovskaya*. Isolat jamur rizosfer tanaman nanas yang diuji sebanyak 12 isolat. Perlakuan dalam uji antagonisme dan pelarut fosfat disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis ragam dan perbedaan nilai tengah diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Hasil uji antagonisme menunjukkan bahwa keduabelas isolat jamur rizosfer tanaman nanas dapat menghambat jamur *Phytophthora* sp. Persentase penghambatan terbesar terdapat pada isolat 3BS1052 (78,15%), yang merupakan jamur *Aspergillus* sp. Pada uji pelarut fosfat, keduabelas isolat jamur rizosfer

yang diuji tidak menghasilkan zona bening pada media *Pikovskaya* sehingga tidak ada yang berperan sebagai pelarut fosfat.

**Kata kunci:** *Ananas comosus*, antagonis, jamur rizosfer, pelarut fosfat, *Phytophthora* sp.

**UJI KEMAMPUAN BEBERAPA ISOLAT JAMUR RHIZOSFER  
TANAMAN NANAS SEBAGAI ANTAGONIS JAMUR  
*Phytophthora* sp. DAN PELARUT FOSFAT**

Oleh

**NIA AFRIANTI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Program Studi Agroteknologi**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

Judul Skripsi : **UJI KEMAMPUAN BEBERAPA ISOLAT  
JAMUR RIZOSFER TANAMAN NANAS  
SEBAGAI ANTAGONIS JAMUR  
*Phytophthora* sp. DAN PELARUT FOSFAT**

Nama Mahasiswa : **Nia Afrianti**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121149

Jurusan : Agroteknologi

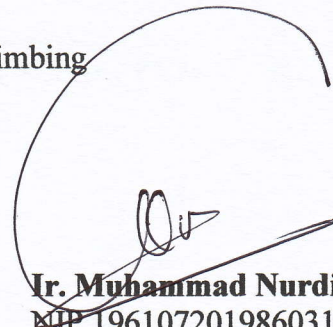
Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing




**Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.**  
NIP 196201071986032001



**Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**  
NIP 196107201986031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

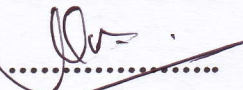
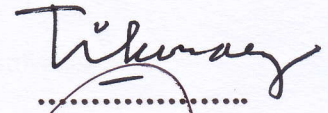
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.**

Sekretaris : **Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**

Penguji  
Bukan Pembimbing : **Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.**



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Agustus 2017**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Uji Kemampuan Beberapa Isolat Jamur Rizosfer Tanaman Nanas sebagai Antagonis Jamur *Phytophthora* sp. dan Pelarut Fosfat” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Desember 2017

Penulis,



Nia Afrianti  
NPM 1214121149

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Lampung pada 12 April 1994 sebagai anak kedua pasangan Bapak Rochiman dan Ibu Rosnida. Pendidikan formal pertama penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak Setia Kawan Kecamatan Panjang, Bandar Lampung (1998-2000). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Dasar Negeri 01 Karang Maritim, Bandar Lampung (2000-2006). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 02 Bandar Lampung (2006-2009) lalu melanjutkan pendidikan kembali di Sekolah Menengah Atas Negeri 10 Bandar Lampung (2009-2012). Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Program Studi Agroteknologi Strata 1 (S1) melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata pada tahun 2015 di Desa Wonokerto, Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat dan di tahun yang sama melaksanakan Balai Karantina Pertanian Kelas I Bandar Lampung, Jalan Jawa No.3 Pelabuhan Panjang, Kecamatan Panjang Bandar Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Mikrobiologi Umum pada tahun 2015, Bioekologi Penyakit Tumbuhan pada tahun 2015, dan Karantina Tumbuhan pada tahun 2016.



## *MOTTO*

*“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur (terhadap karunia Allah).”  
(Q.S. Yusuf: 87)*

*Kupersembahkan karya kecil ini  
untuk Kedua Orang Tuaku tercinta  
yang senantiasa melimpahkan kasih sayang,  
motivasi, dan doa yang tiada hentinya  
serta untuk  
Almamater tercinta*

Universitas Lampung

## SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta kasih sayang-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Uji Kemampuan Beberapa Isolat Jamur Rizosfer Tanaman Nanas sebagai Antagonis Jamur *Phytophthora* Sp. dan Pelarut Fosfat” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penelitian ini merupakan bagian dari payung penelitian Ibu Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc. dan Bapak Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.

Melalui tulisan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penulisan hasil penelitian, khususnya kepada :

1. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku pembimbing utama yang telah memberi gagasan, nasihat, arahan, masukan dalam membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran dalam penelitian dan penulisan skripsi ini hingga selesai;
2. Ir. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku pembimbing kedua atas gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai;

3. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D., selaku pembahas yang senantiasa memberikan pengarahannya, kritik, masukan dalam perbaikan penulisan skripsi, dan nasihat kepada penulis;
4. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung;
6. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Ketua Bidang HPT Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Ir. Tumiar Katarina Manik, M.Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik.
8. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, nasihat, motivasi dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
9. Sahabat-sahabat tercinta, Eka, Vidia, Hanna, May, Dola, Nurul, Baes, Novia, Karisma, Puji Astuti, Puji Ayu, Risqi, Tanti, Hairani, Nia, Mutia, Rani, Isma, Lita, Anindita, Dea, Dwi, Diny, Diyan, Emmy, Gusti, Mega, Niken dan Tio atas keceriaan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.

Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Desember 2017  
Penulis

**Nia Afrianti**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Kerangka Pemikiran .....	4
1.4 Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Tanaman Nanas ( <i>Ananas comosus</i> L.) .....	6
2.2 Penyakit Busuk Hati (Titik Tumbuh) dan Busuk Akar .....	8
2.3 Jamur Rizosfer .....	10
2.4 Jamur Pelarut Fosfat .....	11
<b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
3.2 Alat dan Bahan .....	14
3.3 Metode Penelitian .....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	15
3.4.1 Pembuatan Media PSA-AL .....	15
3.4.2 Pembuatan Media <i>Pikovskaya</i> .....	16
3.4.3 Peremajaan Isolat Jamur Rizosfer .....	16
3.4.4 Produksi Spora dan Viabilitas Spora Jamur .....	17

3.4.4.1	Produksi Spora .....	17
3.4.4.2	Viabilitas Spora .....	18
3.4.5	Uji Antagonisme Isolat Jamur Rizosfer tanaman nanas terhadap jamur <i>Phytophthora</i> sp. ....	19
3.4.6	Uji Kemampuan Jamur Rizosfer sebagai Pelarut Fosfat .....	20
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1	Uji Pertumbuhan, Kerapatan Spora, dan Viabilitas 12 Isolat Jamur Rizosfer Tanaman Nanas .....	22
4.1.1	Kerapatan Spora Isolat Jamur Rizosfer .....	22
4.1.2	Viabilitas Spora Isolat Jamur Rizosfer .....	24
4.2	Uji Antagonisme Isolat Jamur Rizosfer Tanaman Nanas terhadap Jamur <i>Phytophthora</i> sp. ....	26
4.3	Uji Kemampuan sebagai Pelarut Fosfat .....	31
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>34</b>
5.1	Simpulan .....	34
5.2	Saran .....	34
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>39</b>
	Tabel 5-10 .....	40-41

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat jamur rizosfer yang digunakan dalam penelitian .....	17
2. Kerapatan spora 12 isolat jamur rizosfer pada 15 hsi .....	23
3. Viabilitas 12 isolat jamur rizosfer.....	25
4. Antagonisme 12 isolat jamur rizosfer terhadap jamur <i>Phytophthora</i> sp. ...	27
5. Data kerapatan spora 12 isolat jamur rizosfer .....	40
6. Analisis ragam kerapatan spora 12 isolat jamur rizosfer .....	40
7. Data viabilitas spora 12 isolat jamur rizosfer .....	40
8. Analisis ragam viabilitas spora 12 isolat jamur rizosfer .....	41
9. Data uji antagonis 12 isolat jamur rizosfer terhadap jamur <i>Phytophthora</i> sp. ....	41
10. Analisis ragam uji antagonis 12 isolat jamur rizosfer terhadap jamur <i>Phytophthora</i> sp. ....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gejala penyakit busuk hati dan busuk akar yang disebabkan oleh <i>Phytophthora</i> sp. ....	10
2. Posisi peletakan 3 tetes suspensi jamur pada media PSA-AL .....	19
3. Cara peletakan inokulum jamur <i>Phytophthora</i> sp. dan inokulum jamur Rizosfer .....	20
4. Cara pengukuran diameter koloni jamur dan diameter zona bening.....	21
5. Pengamatan spora jamur pada kotak sedang <i>haemocytometer</i> di bawah mikroskop dengan perbesaran 400X .....	24
6. Pengamatan perkecambahan spora jamur pada media PSA-AL di bawah mikroskop dengan perbesaran 400X .....	26
7. Kompetisi ruang antara jamur <i>Aspergillus</i> sp., jamur <i>Penicillium</i> sp., dan jamur <i>Trichoderma</i> sp., terhadap jamur <i>Phytophthora</i> sp. pada 8 hsi ...	29
8. Mekanisme mikroparasitisme dalam uji antagonis <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada 2 hsi dan 8 hsi .....	31
9. Kultur jamur <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., dan <i>Trichoderma</i> sp. pada media <i>Pikovskaya</i> 6 hsi .....	33
10. Duabelas isolat jamur rizosfer tanaman nanas yang diuji sebagai antagonis jamur <i>Phytophthora</i> sp. dan pelarut fosfat .....	42
11. Kultur jamur <i>Phytophthora</i> sp. ....	42



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi salah satu komoditas ekspor bagi Indonesia karena sangat mendominasi perdagangan buah tropika dunia.

Nanas berasal dari Amerika Selatan dan merupakan salah satu buah komersial yang paling penting di dunia. Pada beberapa tahun terakhir ini luas areal tanaman nanas menempati urutan pertama dari 13 jenis buah-buahan komersial yang dibudidayakan di Indonesia. Produksi nanas di seluruh dunia mencapai 20% dari produksi buah tropika dunia, dan Indonesia menempati posisi ketiga sebagai negara penghasil nanas olahan dan segar setelah Thailand dan Filipina (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Nilai ekspor nanas dalam bentuk segar dan olahan semakin meningkat, yaitu dari 87.286.570 US\$ pada tahun 2003 menjadi 124.973.944 pada tahun 2006 (Hadiati & Indriyani, 2008). Pada tahun 2012, produksi nanas di Indonesia mencapai 1.781.899 ton dan meningkat menjadi 1.882.806 ton pada tahun 2013. Namun, pada tahun 2014, produksi nanas mengalami penurunan sebesar 9.284 ton sehingga menjadi 1.873.522 ton (Badan Pusat Statistika, 2015). Selain faktor budidaya tanaman yang kurang optimal dan tingkat kesuburan tanah yang

semakin menurun, penurunan produksi diduga juga disebabkan oleh adanya permasalahan hama dan penyakit tanaman. Salah satu penyakit pada tanaman nanas yang sangat merugikan adalah penyakit busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. dan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Phytophthora cinnamomi* yang berasosiasi dengan *Pythium* sp. (Bartholomew *et al.*, 2003).

Pestisida kimia sintetis hingga saat ini masih menjadi pilihan utama untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman nanas (Murali *et al.*, 2012). Namun begitu, banyak laporan yang menyebutkan bahwa penggunaan pestisida kimia sintetis ternyata dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, pengguna dan konsumen, termasuk terjadinya resistensi hama dan patogen tanaman serta berkurangnya jenis dan populasi mikroba tanah (Djojosemarto, 2000).

Dilaporkan bahwa sebagian besar mikroba tanah baik jamur maupun bakteri yang berada pada zona perakaran (rizosfer) dapat berperan dalam menguraikan bahan organik, membantu pertumbuhan tanaman dan beberapa jenis mikroorganisme lainnya diketahui dapat menekan perkembangan patogen tanaman (Murali *et al.*, 2012).

Pengendalian hayati dapat menjadi alternatif dalam mengurangi penggunaan pestisida kimia sintetis karena lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu pengendalian hayati yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme yang terdapat di tanah terutama mikroorganisme yang berada di sekitar perakaran tanaman.

Mikroorganisme baik jamur ataupun bakteri yang berada pada zona perakaran (rizosfer) berperan dalam menguraikan bahan organik, membantu pertumbuhan

tanaman dan beberapa jenis mikroorganisme lainnya diketahui dapat menekan perkembangan patogen tanaman (Murali *et al.*, 2012).

Mikroorganisme rizosfer banyak dilaporkan dapat dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati karena bersifat antagonis. Beberapa di antara mikroba rizosfer adalah *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., dan *Trichoderma* spp. (Gunarto, 2000). Menurut Hyakumachi & Kubota (2003), jamur rizosfer merupakan salah satu kelompok mikroba yang dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara.

Selain itu, beberapa jamur rizosfer juga dilaporkan dapat berperan sebagai pelarut fosfat, misalnya *Cytophaga* sp. dan *Aspergillus* sp.. Unsur fosfat (P) adalah unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar (Ginting, 2006). Menurut Buntan (1992) dalam Madjid dan Nursanti (2009), mikroba tersebut akan mengeluarkan berbagai macam asam organik seperti asetat, propionat, glutamat, formiat, glikolat, fumarat, oksalat, suksinat, tartarat, sitrat, laktat, malat, fumarat dan  $\alpha$ -ketoglutarat yang bersifat menguntungkan bagi tanaman. Selanjutnya asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ , atau  $Mg^{2+}$  membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat yang terikat sehingga dapat diserap oleh tanaman. Adapun jamur-jamur lain yang diketahui dapat menunjukkan aktivitas pelarutan fosfat yakni, *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Metarhizium* dan *Beauveria*.

Beberapa isolat jamur rizosfer ada dalam koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian Unila, yang berasal dari sampel tanah di rizosfer tanaman nanas di PT. *Great Giant Food* (GGF) Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Belum diketahui apakah isolat-isolat jamur rizosfer tanaman nanas tersebut mampu berperan sebagai antagonis yang menghambat pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora* sp. dan sebagai pelarut fosfat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kemampuan beberapa isolat jamur rizosfer tanaman nanas sebagai antagonis jamur *Phytophthora* sp..
2. Mengetahui kemampuan beberapa isolat jamur rizosfer tanaman nanas sebagai pelarut fosfat.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Selain membantu pertumbuhan tanaman, beberapa jenis jamur rizosfer diketahui bersifat antagonis terhadap jamur lain yang bersifat patogen sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati. Hyakumachi & Kubota (2003) melaporkan bahwa jamur rizosfer merupakan salah satu kelompok mikroba yang dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara.

Selain sebagai antagonis, beberapa isolat jamur rizosfer juga dilaporkan dapat berperan sebagai pelarut fosfat. Dilaporkan bahwa *Penicillium* merupakan salah

satu jamur rizosfer yang dapat berperan sebagai jamur pelarut fosfat. Seluruh strain *Penicillium* yang telah diuji sejauh ini dapat melarutkan metafosfat dan menggunakannya sebagai sumber P (Phuwiwat & Tong, 2001). *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. mampu melarutkan Al-P dan Fe-P *Aspergillus* sp. melarutkan 18 %  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  sedangkan *Penicillium* sp. mampu melarutkan 26 % hingga 40 %  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Chonkar dan Rao, 1967 dalam Elfiati, 2005).

#### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah isolat jamur rizosfer tanaman nanas mampu berperan sebagai antagonis jamur *Phytophthora* sp. dan atau sebagai pelarut fosfat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Nanas (*Ananas comosus*)

Nanas (*Ananas comosus* L.) adalah tanaman buah berupa semak yang berasal dari Brasil. Nanas pertama kali masuk ke Indonesia pada abad ke-15, dibawa oleh pedagang Spanyol. Pada awalnya tanaman nanas merupakan tanaman yang dibudidayakan di perkarangan rumah, namun kemudian tanaman ini meluas menjadi tanaman perkebunan (BAPPENAS, 2000).

Menurut Bartholomew *et al.* (2003), tanaman nanas diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Superdivisio	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Divisio	: Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	: Liliopsida (monokotil)
Ordo	: Bromeliales
Famili	: Bromeliaceae (nanas-nanasan)
Genus	: <i>Ananas</i>
Spesies	: <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.

Nanas (*Ananas comosus* L.) merupakan salah satu buah komoditas perdagangan Indonesia. Permintaan buah nanas dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, baik dipasarkan dalam negeri maupun luar negeri. Permintaan dalam negeri (domestik) semakin meningkat dikarenakan pertumbuhan jumlah penduduk dan sadarnya nilai vitamin pada buah. Permintaan luar negeri meningkat dapat dilihat dari nilai ekspor nanas Indonesia pada tahun 2014 mencapai US\$ 193,35 juta (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2015). Negara tujuan utama ekspor nanas Indonesia adalah Amerika Serikat sebesar US\$ 56,32 juta lalu diikuti dengan beberapa negara lainnya.

Menurut Badan Pusat Statistik (2013), produksi buah nanas di Indonesia pada tahun 2013 sebesar 1.837.159 ton atau naik dari tahun sebelumnya (2012) 1.540.626 ton. Salah satu daerah sentra produksi nanas di Indonesia adalah Lampung. Lampung memproduksi 722.620 ton buah nanas pada tahun 2013 (Badan Pusat Statistik, 2013). Agroklimat di Lampung sangat cocok untuk pertumbuhan nanas. Tanaman nanas akan tumbuh baik di ketinggian 800-1.200 m di atas permukaan laut (dpl) pada suhu 23-32° C dengan intensitas cahaya matahari berkisar 33-71% serta curah hujan sekitar 1000 – 1.500 mm per tahun. Pertumbuhan optimum tanaman nanas antara 10-700 m dpl (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Agroklimat yang cocok untuk budidaya nanas menarik perusahaan swasta maupun petani lokal untuk mendirikan perkebunan nanas di Lampung. Namun demikian, meningkatnya minat petani untuk berbudidaya nanas tidak diimbangi dengan pengetahuan budidaya nanas yang benar terutama

tentang cara mengelola penyakit tanaman, sehingga produksi nanas belum maksimal.

## 2.2 Penyakit busuk hati (titik tumbuh) dan busuk akar

Penyakit busuk hati pada tanaman nanas disebabkan oleh jamur *Phytophthora* sp.

(Bartholomew *et al.*, 2003). Menurut Global Biodiversity Information Facility

(2015), jamur *Phytophthora* sp. diklasifikasikan sebagai berikut:

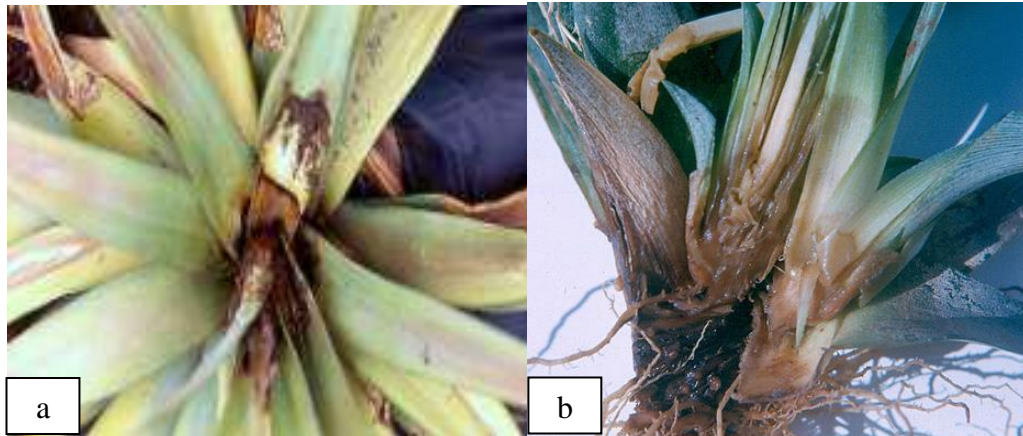
Kingdom	: Fungi
Phylum	: Ascomycota
Class	: Oomycetes
Ordo	: Peronosporales
Family	: Pythiaceae
Genus	: <i>Phytophthora</i>
Spesies	: <i>Phytophthora</i> sp.

Gejala busuk hati pada tanaman muda yang terserang penyakit ini yaitu daun yang klorotis dengan ujung nekrotik, daun-daun muda mudah dicabut dan pangkalnya busuk (Gambar 1). Bagian daun yang membusuk mempunyai batas yang berwarna coklat. Pembusukan dapat meluas ke bagian batang tanaman, bagian yang busuk berbau tidak sedap. Pada tanaman tua jarang terjadi infeksi, jika hal ini terjadi, umumnya hanya sebatas pada jaringan sukulen pada bagian atas batang dan terbatas pada petak kecil di lapang. Tanaman yang terserang penyakit ini tidak selalu mati, hanya rebah dan membentuk tunas-tunas baru dan secara perlahan melanjutkan pertumbuhannya. Jika tanaman terserang jamur ini maka pertumbuhannya terhambat, sehingga pematangan buahnya juga tertunda. Penyakit ini berkembang dengan baik pada kondisi pertanaman nanas yang drainasenya tidak baik atau tergenang air (Semangun, 2007).



Penyakit busuk akar disebabkan oleh jamur *P. cinnamomi* dan berbagai jenis *Pythium*, dan yang paling umum *Pythium arrhenomanes*. Gejala awal dari penyakit ini adalah gangguan pertumbuhan, daun memerah, tepi daun menguning dan akhirnya menjadi nekrotik. Selanjutnya hati dan akar membusuk yang dapat mengurangi hasil panen, dan pada lingkungan yang bersuhu dingin dapat menyebabkan kerugian total. Gejala terparah muncul ketika tanah dalam kondisi dingin atau lembab, kering, dan kekurangan unsur hara (Bartholomew *et al.*, 2003).

Untuk mengendalikan penyakit ini dapat melalui beberapa cara diantaranya bibit diletakkan terbalik diatas tanaman nanas di lapang sebelum ditanam untuk menyembuhkan luka bekas potongan. Bibit sebaiknya tidak ditanam pada musim hujan, jika harus menanam pada cuaca yang tidak menguntungkan, pangkal bibit dicelupkan ke dalam larutan 14 fungisida benomyl atau thiabendazole. Untuk mencegah terjadinya infeksi melalui luka potongan pada tangkai buah, dapat digunakan asam benzoat 10% dalam etanol, yang dilakukan paling lambat 5 jam setelah pemotongan buah (Semangun, 2007).



Gambar 1. Gejala penyakit busuk hati (a) dan busuk akar (b) yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. (Sumber : Nelson, 2012).

### 2.3 Jamur Rizosfer

Mikroorganisme *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Cytophaga* sp., dan *Trichoderma* spp. merupakan mikroorganisme rizosfer yang menguntungkan karena dapat berperan sebagai agensia pengendali hayati yang bersifat antagonis (Gunarto, 2000). Jamur rizosfer merupakan salah satu kelompok mikroba yang telah dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara (Hyakumachi & Kubota, 2003)

Jamur rizosfer merupakan jamur yang tumbuh pada tanah di sekitar perakaran tanaman. Banyak jenis jamur yang dapat diisolasi dari rizosfer tanaman budidaya seperti cabai, kentang, tembakau dan jagung, yang dapat memacu pertumbuhan tanaman sehingga termasuk dalam kelompok *Plant Growth Promoting Fungi/ PGPF* (Hyakumachi & Kubota, 2003). PGPF diketahui dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara (Hyakumachi & Kubota, 2003). Jamur rizosfer membantu pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme seperti

peningkatan penyerapan nutrisi, sebagai kontrol biologi terhadap serangan patogen, dan juga menghasilkan hormon pertumbuhan bagi tanaman (Chanway, 1997). Dilaporkan bahwa 80% mikroorganisme yang diisolasi dari rizosfer berbagai tanaman memiliki kemampuan untuk mensintesis dan melepaskan auksin sebagai metabolit sekunder (Patten & Glick, 1996).

Beberapa isolat jamur rizosfer alang-alang yang diinokulasikan pada perakaran tanaman tomat dilaporkan dapat meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap penyakit bercak coklat (*Alternaria solani*) pada daun tanaman tomat (Hersanti, 2002). Jamur *Trichoderma* spp., *Aspergillus* sp., dan *Penicillium* sp. yang berasal dari rizosfer tanaman cabai rawit sehat dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* penyebab penyakit layu cabai melalui mekanisme kompetisi dan antibiosis (Maulana *et al.*, 2016). Jamur *T. piluliferum*, *T. viridae*, *Gliocladium solani*, dan *A. oryzae* yang berasal dari rizosfer tanaman jahe juga dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (Purnomo, 2006).

#### **2.4 Jamur Pelarut Fosfat**

Jamur pelarut fosfat merupakan kelompok jamur yang mempunyai kemampuan melarutkan fosfat-anorganik tak larut dengan mensekresikan asam-asam organik. Fosfat merupakan salah satu unsur makro esensial, tidak hanya bagi kehidupan tumbuhan tetapi juga bagi biota tanah. Aktivitas mikroba tanah berpengaruh langsung terhadap ketersediaan fosfat di dalam larutan tanah. Sebagian aktivitas mikroba tanah dapat melarutkan fosfat dari ikatan fosfat tak larut (melalui sekresi

asam-asam organik) atau mineralisasi fosfat dari bentuk ikatan fosfat-organik menjadi fosfat-anorganik. Selain oleh tanaman, fosfat anorganik terlarut juga digunakan oleh mikroba untuk aktivitas dan pembentukan sel-sel baru, sehingga terjadi pengikatan (*immobilisasi*) fosfat.

Mikroba tanah seperti bakteri *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Escherichia*, dan *Xanthomonas*, serta fungi *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Curvularia* dan golongan aktinomesetes seperti *Streptomyces* mempunyai kemampuan melarutkan fosfat-anorganik tak larut dengan cara mensekresikan asam-asam organik (Krishnananda & Padole, 2017). Setiap mikroba pelarut fosfat (MPF) menghasilkan jenis dan jumlah asam organik yang berbeda dan ada kemungkinan satu jenis MPF menghasilkan lebih dari satu jenis asam organik (Adu-Tae, 2004 dalam Santosa, 2001). Fosfat di dalam tanah secara alami terdapat dalam bentuk organik dan anorganik. Kedua macam bentuk tersebut merupakan bentuk fosfat yang tidak larut atau sedikit larut, sehingga ketersediaannya bagi biota tanah sangat terbatas.

Mikroba pelarut fosfat (MPF) merupakan salah satu jenis pupuk hayati yang dapat mengefisienkan pupuk P anorganik, sehingga dapat mengatasi rendahnya P tersedia tanah, dan meningkatkan konsentrasi P tanaman. Kemampuan MPF sangat beragam tergantung dari jenis mikroba, daya adaptasi, hingga kemampuan dalam memproduksi asam-asam organik dan enzim (Whitelaw, 2000). Mikroba pelarut fosfat mensekresikan sejumlah asam organik seperti asam-asam format, asetat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat, dan suksinat yang mampu membentuk khelat dengan kation-kation seperti Al dan Fe pada Ultisol sehingga

berpengaruh terhadap pelarutan fosfat yang efektif. Dengan demikian P menjadi tersedia dan dapat diserap oleh tanaman (Rao, 1994 *dalam* Santosa, 2001).

Mikroba pelarut fosfat juga memiliki kemampuan dalam mensekresikan enzim fosfatase yang berperan dalam proses hidrolisis P organik menjadi P anorganik (Zhongqi *et al.*, 2004). Beberapa jamur yang dilaporkan berperan aktif dalam melarutkan fosfat dalam tanah antara lain *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. yang mampu melarutkan Al-P dan Fe-P. Jamur *Penicillium* sp. juga mampu melarutkan 26 % hingga 40 %  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , sedangkan *Aspergillus* sp. melarutkan 18 %  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Chonkar dan Rao, 1967 *dalam* Elfiati, 2005).

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2016.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, labu erlenmeyer, tabung reaksi, bor gabus, lampu bunsen, *laminar air flow*, gelas ukur 100 ml, penggaris, jarum ose, pipet tetes, aluminium foil, plastik pembungkus, kertas label, nampan, plastik tahan panas, otoklaf, alat pemotong, timbangan, kaca pembesar, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 isolat jamur rizosfer yang didapatkan dari sampel tanah rizosfer tanaman nanas PT. Great Giant Food (GGF) Terbanggi Besar, Lampung Tengah, kentang, agar, gula pasir, alkohol 70%, air steril, aquades, asam laktat, glukosa, Fe PO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>. 2H<sub>2</sub>O, MnSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>, ekstrak ragi, agar dan aquades.

### 3.3 Metode Penelitian

Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 12 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan adalah 12 isolat jamur rizosfer tanaman nanas. Data yang diperoleh, yaitu persentase penghambatan dan indeks pelarutan fosfat dianalisis dengan analisis sidik ragam (anara) dan nilai tengah antar perlakuan diuji dengan uji DMRT pada taraf 5%.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Media PSA-AL

Media yang digunakan untuk peremajaan isolat jamur adalah *Potato Sucrose Agar - Asam Laktat* (PSA-AL). Pembuatan media PSA-AL adalah sebagai berikut : bahan-bahan yang akan digunakan adalah 200 gram kentang, 20 gram agar batang, 20 gram gula pasir dan 1 liter aquades. Pertama-tama kentang dikupas, dicuci bersih lalu ditimbang. Selanjutnya kentang dipotong sebesar ukuran dadu dan direbus dengan menggunakan aquades selama  $\pm 45$  menit. Air rebusan tersebut disaring dan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang telah berisi 20 gram agar batang dan 20 gram gula. Volume akhir dijadikan kembali satu liter dengan penambahan aquades apabila volume air rebusan kentang kurang dari 1 liter. Media kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$ , tekanan 1 atm selama 15 menit. Sebelum dituang dalam cawan petri ke dalam media tersebut ditambahkan asam laktat sebanyak 1,4 ml/ liter (Achmad & Eny, 2009).

### 3.4.2 Pembuatan Media *Pikovskaya*

Media *pikovskaya* dibuat dengan mencampurkan bubuk media *Pikovskaya* dengan akuades (Pratamaningtyas, 2011). Bubuk *pikovskaya* yang sudah ditimbang sebanyak 16,1 gr dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan kemudian ditambahkan akuades sebanyak 1 liter. Tabung erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan diikat dengan karet gelang. Setelah itu, tabung erlenmeyer yang berisi media dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan diautoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1atm selama 15 menit. Setelah itu, media dikeluarkan dari dalam autoklaf, ditunggu sampai agak dingin dan dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak  $\pm$  15 ml secara aseptik di dalam *laminar air flow hood*.

### 3.4.3 Peremajaan Isolat Jamur Rizosfer

Isolat jamur rizosfer yang digunakan pada penelitian ini adalah 12 isolat yang berasal dari koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Sebelum digunakan, isolat-isolat tersebut diremajakan pada media *Potato Sucrose Agar - Asam Laktat* (PSA-AL). Dua belas isolat jamur tersebut disajikan pada Tabel 1.



Tabel 1. Isolat Jamur Rizosfer yang Digunakan

No	Kode Isolat	Identitas
1	3BS1052	<i>Aspergillus</i> sp.
2	GS52A	
3	GSB52	
4	GSB52B	
5	SH1052 As	
6	SK3A1042 A	<i>Penicillium</i> sp.
7	GS142C	
8	GH41	<i>Trichoderma</i> sp.
9	GS41A	
10	NS141C	
11	SK3A1041 Tb	
12	NSH11041 BWHT	

### 3.4.4 Produksi Spora dan Viabilitas Spora Jamur

#### 3.4.4.1 Produksi spora

Kemampuan isolat jamur rizosfer tanaman nanas untuk memproduksi spora diamati dengan cara menambahkan 10 ml air steril pada cawan petri yang berisi biakan murni jamur yang berumur 15 hari. Spora jamur dipanen dengan cara mengeruk secara hati-hati permukaan koloni jamur dengan drigalski agar miselia dan media tidak terikut. Setelah semua spora jamur terlepas, suspensi spora dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan menggunakan rotamixer.

Setelah suspensi homogen, dilakukan pengenceran dengan cara mengambil sebanyak 1 ml suspensi jamur lalu ditambahkan ke tabung reaksi yang berisi 9 ml air steril. Setelah itu diambil 1 ml dan diteteskan pada *haemocytometer* dan ditutup dengan kaca obyek hingga suspensi mengalir ke bawah kaca obyek dan mengisi ruang hitung. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah spora dalam lima sampel kotak sedang di bawah mikroskop dengan perbesaran total

400X dan dihitung rata-ratanya. Setelah diketahui banyaknya spora pada kotak sedang di *haemocytometer*, selanjutnya dihitung jumlah spora dengan rumus menurut Syahnen *et al.*, (2014):

$$S = R \times K \times F$$

Keterangan:

S = Jumlah spora/ml

R = Jumlah rata-rata spora pada 5 kotak sedang *haemocytometer*

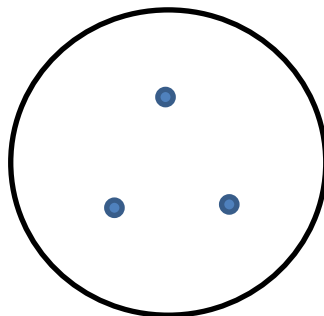
K = Konstanta koefisien alat ( $2,5 \times 10^5$ )

F = Faktor pengenceran yang digunakan

#### 3.4.4.2 Viabilitas Spora

Uji viabilitas spora dilakukan dengan mengambil suspensi jamur (suspensi yang sama dengan yang digunakan untuk pengukuran kerapatan spora). Suspensi tersebut (masing-masing isolat) diteteskan menggunakan mikropipet sebanyak 1 ml pada media PSA-AL di 3 titik yang berbeda masing masing 1 tetes untuk tiap titik (Gambar 2) dan diinkubasikan selama 12 jam. Selanjutnya suspensi diamati di bawah mikroskop majemuk dengan perbesaran total 400X. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah spora yang berkecambah dan yang tidak berkecambah. Persentase daya kecambah jamur dihitung menggunakan rumus :

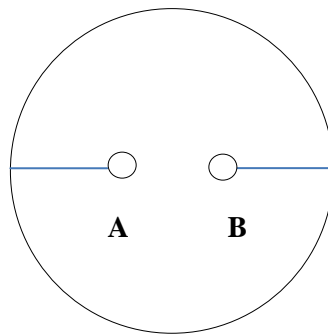
$$P = \frac{\text{Jumlah spora yang berkecambah}}{\text{Jumlah spora yang diamati}} \times 100 \%$$



Gambar 2. Posisi peletakan 3 tetes suspensi jamur pada media PSA-AL

#### **3.4.5 Uji Antagonisme Isolat Jamur Rizosfer Tanaman Nanas terhadap Jamur *Phytophthora* sp.**

Untuk keperluan uji antagonisme maka jamur *Phytophthora* sp. yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Unila terlebih dahulu diremajakan pada media PSA-AL. Uji antagonisme 12 isolat jamur rizosfer tanaman nanas terhadap *Phytophthora* sp. dilakukan pada media PSA-AL dalam cawan petri berdiameter 9 cm dengan menggunakan metode *dual culture* (Mahadtanapuk *et al.*, 2007). Satu potongan bor gabus (diameter 0,8 cm) biakan murni jamur *Phytophthora* sp. diletakkan pada sebuah titik dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri, sedangkan dari tepi yang lain dengan jarak yang sama diletakkan satu potongan bor gabus biakan murni isolat jamur rizosfer. Sebagai pembanding (kontrol) inokulum jamur *Phytophthora* sp. akan diletakkan pada cawan petri (di tengah) tanpa inokulum jamur rizosfer. Cara peletakan inokulum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Cara peletakan inoculum jamur *Phytophthora* sp. (A) dan inoculum jamur rizosfer (B) dalam media cawan.

Pengamatan dilakukan selama 10 hari, dimulai pada hari pertama sampai dengan 10 hsi. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter jamur *Phytophthora* sp. pada cawan petri tanpa jamur rizosfer atau kontrol (D1) dan diameter *Phytophthora* sp. pada cawan petri dengan jamur rizosfer (D2). Persentase penghambatan jamur rizosfer terhadap jamur *Phytophthora* sp. dihitung menggunakan rumus Soenartiningsih *et al.*, (2014) :

$$P = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase penghambatan

D1 = Diameter jamur patogen tanpa jamur rizosfer (kontrol)

D2 = Diameter koloni jamur patogen dengan jamur rizosfer

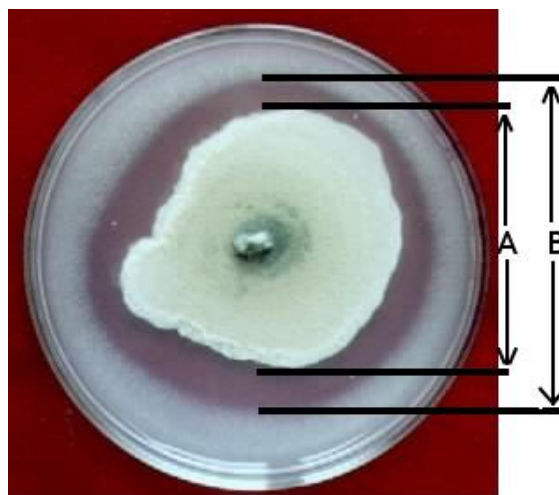
#### 3.4.6 Uji Kemampuan Isolat Jamur Rizosfer Tanaman Nanas sebagai Pelarut Fosfat

Uji kemampuan isolat jamur rizosfer sebagai pelarut fosfat dilakukan dengan menggunakan media *Pikovskaya* dengan metode cawan tuang (*pour plate*). Isolat murni jamur rizosfer diuji indeks pelarutan P atau *Phosphate Solubilizing Index*

(PSI) pada media *Pikovskaya* yang ditandai dengan adanya pembentukan zona bening di sekitar koloni (Gaur, 1981). Satu potongan bor gabus dengan ukuran 0,8 mm diletakkan di tengah cawan petri yang berisi media *Pikovskaya*. Selanjutnya, pertumbuhan koloni diamati dan diukur selama 7 hari. Pengukuran dilakukan pengukuran terhadap diameter koloni dan diameter zona beningnya dengan penggaris dan dengan bantuan kaca pembesar pada koloni yang disertai zona bening (Gambar 4). Pengukuran diameter koloni dan zona bening dilakukan sebanyak 2-3 kali pada posisi yang berbeda kemudian hasil pengukuran dirata-ratakan. Indeks pelarutan fosfat dihitung menggunakan rumus menurut Premono (1994):

$$\text{Indeks Pelarutan Fosfat} = \frac{dk + dzb}{dk}$$

Keterangan: dk = Diameter koloni jamur  
 dzb = Diameter zona bening



Gambar 4. Cara pengukuran diameter koloni jamur (A) dan diameter zona bening (B)

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Dari 12 isolat jamur rizosfer tanaman nanas yang diuji (yang terdiri dari *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., dan *Trichoderma* sp.), semuanya dapat berperan sebagai antagonis jamur *Phytophthora* sp. dengan persentase penghambatan sebesar 54,81-78,15%.
2. Dari 12 isolat jamur rizosfer tanaman nanas yang diuji, tidak ada yang berperan sebagai pelarut fosfat.

### 5.2 Saran

Perlu adanya identifikasi lebih lanjut terhadap keduabelas jamur rizosfer tersebut untuk mengetahui spesiesnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad & P.S. Eny. 2009. Pengaruh media terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. *Buletin RISTR* 1(4): 160-161.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Data Produksi Tanaman Nanas. Jakarta. [http://www.bps.go.id/tnmn\\_pgn.php](http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php). Diakses 10 Maret 2017.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Tanaman Nanas. *Produksi-Tanaman-Hortikultura-Buah-Nanas-diprovinsiLampung*. <http://www.BPS.go.id>. Diakses pada 07 Maret 2017.
- Bappenas. 2000. *Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan Tentang Tanaman Nanas*. Bappenas. Jakarta. Hlm 250- 278.
- Bartholomew, D.P., R.E. Paul, & K.G. Rohrbach. 2003. *Pineapple: Botany, Production, and Uses*. CAB international. 301 hlm.
- Chanway, C.P. 1997. Inoculation of tree roots with plant growth promoting bacteria: an emerging technology for reforestation. *Forest Science*. 43(1): 96-112.
- Djafaruddin. 2000. *Dasar Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta. 282 hlm.
- Djojosumarto, P. 2000. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta. 211 hlm.
- Elfiati, D. 2005. Peranan Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman. *e-USU Repository Universitas Sumatera Utara*. Medan. 10 hlm.
- Febbiyanti, T.R. 2012. Penapisan jamur dan bakteri antagonis terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) dari rizosfer tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain). *Indonesian J. Nat. Rubb. Res*. 30(1) : 4-5.
- Gaur, A.C. 1981. Phosphomicroorganism and Varians Transformation in Compost Technology. *FAO Project Field Document*. 13 : 106-111.

- Ginting, R.C., Badia, R. Saraswati, & Husen. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati, Mikroorganisme Pelarut Fosfat*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Pertanian. Bogor. Hlm 141-157
- Global Biodiversity Informasi Facility. 2015. Klasifikasi jamur *Phytophthora* sp.. <http://www.gbif.org/species/2597864>. Diakses 09 Maret 2017.
- Goenadi, D.H. & R. Saraswati. 1993. Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat fungi pelarut fosfat. *Menara Perkebunan*. 61(3): 61-66.
- Gunarto, L. 2000. Mikroorganisme rizosfer : potensi dan manfaatnya. *Jurnal Litbang Pertanian*. Bogor. 19(2). Hlm 2-3.
- Hadiati, S. & N.P. Indriyani. 2008. *Budidaya Nanas*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Iv. 24 hlm.
- Haggag, W.M. & Mohamed. 2007. Biotechnological aspects of microorganisms used in plant biological control. *Word J Agric Sci*. 3(6):771–776.
- Hersanti. 2002. Pengujian kemampuan *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp., dan *Penicillium* spp. dalam meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap penyakit bercak coklat (*Alternaria solani* Sor.). *Jurnal Bionatura*. 4(3) : 131 - 136
- Hyakumachi, M. & M. Kubota. 2003. Fungi as plant growth promoter and disease suppressor. In: *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food and Environmental Application*. Arora D. K. (ed) Marcel Dekker. Hlm 101-110.
- Krishnananda, P.I. & D.A.Padole. 2017. Phosphate solubilizing microbes: an overview. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 6(1): 844-852.
- Madjid, A. & Nursanti. 2009. Dasar-dasar ilmu tanah: bakteri pelarut fosfat sebagai agens pupuk hayati. Bahan Ajar Online. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan. <http://www.scribd.com/doc/49307002/bakteri-pelarut-fosfat-1/>. Diakses 13 Mei 2017.
- Mahadatanapuk, S.M., R.W. Sanguansermisri, V. Cutler, Sardud & S. Anuntalabhochai. 2007. Control of anthracnose caused by *Colletotrichum musae* on *Curcuma alismatifolia* Gagnep. using antagonistic *Bacillus* spp.. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 2: 54-61.
- Maulana, F.D., I.M. Sudarma., & N.W. Suniti. 2016. Potensi jamur asal rizosfer tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) sehat dari Desa Bumbungan Kecamatan Banjarangkan Kabupaten Klungkung dalam upaya mengendalikan penyakit layu *Fusarium* secara *In Vitro*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 5(2) :151-159.



- Murali, M, K.N. Amruthesh, J. Sudisha, S.R. Niranjana & H.S. Shetty. 2012. Screening for plant growth promoting fungi and their ability for growth promotion and induction of resistance in pearl millet against downy mildew disease. *Journal of Phytology*. 4(5): 30-36.
- Nelson, S. 2012. Pineapple Images. [http:// www.flickr.com/photos/scotelson/8250775784](http://www.flickr.com/photos/scotelson/8250775784). Diakses pada 30 November 2017.
- Octriana L, 2011. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phyitium* sp. Secara invitro. *Jurnal Buletin Plasma Nutfah*. 17(2): 138– 142.
- Otter, W., D.J. Bailey & C.A. Gilligan, 2004. Empirical evidence of spatial thresholds to control invasion of fungal parasites and saprotrophs. *Jurnal New Phytologist*. 163(1): 125-132.
- Patten, C.L. & B.R. Glick. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Canadian Journal of Microbiology*. 42(3): 207-220.
- Phuwiwat, W. & K. S. Tong. 2001. The effect of *Penicillium notatum* on plant growth. *Fungal Diversity*. 8: 143-148.
- Pratamaningtyas, S. 2011. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Aktifitas Mikroba Pelarut Fosfat dan Pengikat Nitrogen dari Mol (*Mikroorganisme Lokal*) Bonggol dan Batang Pisang (*Musa paradisiaca*). Universitas Brawijaya. Malang.
- Premono, M.E. 1994. Jasad renik pelarut fosfat pengaruhnya terhadap P-tanah dan efisiensi pemupukan P tanaman tebu. *Disertasi*. 223 hlm.
- Purnomo, B. 2006. Seleksi jamur rizosfer non-patogenik untuk pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman jahe di Bengkulu. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8(1): 6-11.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian . 2015. Ekspor impor komoditas pertanian. *Buletin Triwulanan*. 7(1): 1-13.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2014. Pengendalian penyakit Jamur Akar Putih (JAP) pada pembibitan karet dengan *Trichoderma* sp.. *Publikasi Semi Populer*. 6(1) : 2.
- Roeswitawati, D. 2007. Penggunaan inokulum antagonis (cendawan dan bakteri) dalam menekan penyakit lanas (*Phytophthora parasitica* var. *nicotiana*) pada tembakau. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 3: 418–426.
- Santosa, E. 2001. *Mikroba Pelarut Fosfat*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Indonesia). 14 hlm.

- Semangun, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura*. Gajah Mada University. Yogyakarta. 850 hlm.
- Soenartiningih., N. Djaenuddin & M.S. Saenong. 2014. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai agen biokontrol hayati penyakit busuk pelepah daun pada jagung. [http:// balitsereal.litbang. pertanian. go.id /ind /images /stories/14hpros11.pdf](http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/ind/images/stories/14hpros11.pdf) . Diakses 26 Februari 2017.
- Susanti, S.M., Widyastuti & Harjono. 2015. Mekanisme parasitisme *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium oxysporum* pada semai *Acacia mangium*. *Jurnal HPT Tropika*. 15(1): 72-80.
- Syahnen, D.D.N. Sirait, & S.E. Br. Pinem. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan. Hlm 6.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Buah Nanas*. Nuansa Aulia. Bandung. 134 hlm.
- Whitelaw. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. *Advances in Agronomy*. 69: 99-151.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, & Harjono. 1999. Potensi antagonistik tiga *Trichoderma* spp. terhadap delapan penyakit tanaman kehutanan. *Buletin kehutanan*. 41: 2-10.
- Winarsih, S. dan J.B. Baon. 1999. Pengaruh masa inkubasi dan jumlah spora terhadap infeksi Mikoriza dan pertumbuhan planet kopi. *Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao Pelita Perkebunan*. 15(1).
- Zhongqi He, S.G. Timothy., & H. Wayne. 2004. Enzymatic hydrolysis of organic phosphorus in swine manure and soil. *J. Environ.Qual.* 33(1): 367-370.