

**IDENTIFIKASI DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR RHIZOSFER
TANAMAN NANAS YANG BERPERAN SEBAGAI PGPF
(*Plant Growth Promoting Fungi*)**

(Skripsi)

Oleh

DINA AULIA



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI dan UJI KEMAMPUAN JAMUR RHIZOSFER TANAMAN NANAS SEBAGAI *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF)

Oleh

Dina Aulia

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menguji kemampuan jamur rhizosfer tanaman nanas yang berperan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF). Penelitian yang dilakukan meliputi pengujian hipovirulensi jamur rhizosfer tanaman nanas dengan menggunakan skor *Disease Severity Index* (DSI), identifikasi jamur yang bersifat hipovirulen, dan pengujian PGPF di rumah kaca untuk isolat-isolat yang dinyatakan bersifat hipovirulen dan isolat *Trichoderma* virulen. Pada pengujian hipovirulen dan PGPF digunakan tanaman mentimun sebagai tanaman indikator. Isolat jamur rhizosfer tanaman nanas yang diuji sebanyak 44 isolat. Pengujian PGPF dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis ragam (Anava) dengan perbedaan nilai tengah diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$. Dari hasil pengujian hipovirulensi didapatkan 11 isolat jamur rhizosfer tanaman nanas, yaitu 2 isolat *Aspergillus*, 3 isolat *Penicillium*, 2 isolat *Trichoderma*, 1 isolat *Chaetomium* dan 3 isolat *unidentified fungi*. Pada pengujian PGPF didapatkan satu isolat yang konsisten menunjukkan perbedaan

yang nyata terhadap kontrol pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, kehijauan daun, bobot basah tajuk, bobot kering akar, dan panjang akar, yaitu isolat GSB52B (*Aspergillus* sp.). Isolat GSB52B (*Aspergillus* sp.) dapat dikatakan sebagai isolat yang paling berpotensi sebagai PGPF karena tanaman mentimun yang dapat perlakuan dengan isolat GSB52B secara visual menunjukkan pertumbuhan yang jauh lebih baik dari pada tanaman kontrol.

Kata kunci: *Aspergillus*, GSB52B, Jamur rhizosfer tanaman nanas, PGPF.

**IDENTIFIKASI DAN UJI KEMAMPUAN JAMUR RHIZOSFER
TANAMAN NANAS YANG BERPERAN SEBAGAI PGPF
(*Plant Growth Promoting Fungi*)**

Oleh

DINA AULIA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

**: IDENTIFIKASI DAN UJI KEMAMPUAN
JAMUR RHIZOSFER TANAMAN NANAS
SEBAGAI *PLANT GROWTH PROMOTING*
FUNGI (PGPF)**

Nama Mahasiswa

: Dina Aulia

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1214121058

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian



Titik Nur Aeny

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

Radix Suharjo

Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.
NIP 198106212005011003

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

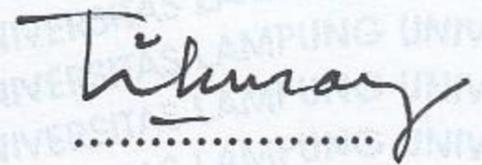
Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini

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

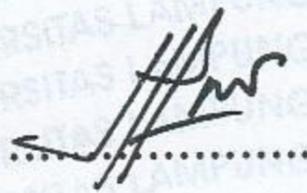
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

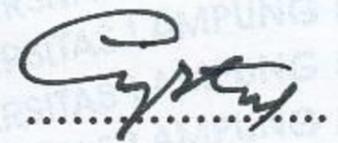
Ketua : **Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.**



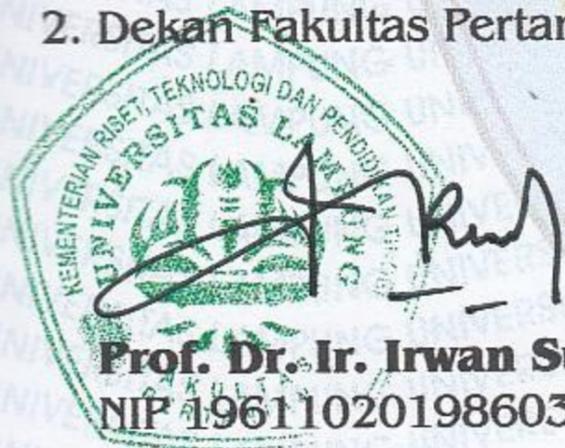
Sekretaris : **Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 September 2016**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "IDENTIFIKASI dan UJI KEMAMPUAN JAMUR RHIZOSFER TANAMAN NANAS yang BERPERAN SEBAGAI *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF)" 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, 20 Oktober 2016
Penulis,



Dina Aulia
NPM 1214121058

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Baturaja, Ogan Komering Ulu (OKU), Sumatera Selatan pada 15 Juli 1994 sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Sudirwan Yusuf, S.Ag dan Ibu Dra. Asmawati. Pendidikan formal pertama penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak Telkom Baturaja, Ogan Komering Ulu (OKU), Sumatera Selatan (1999-2000). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Dasar Negeri 01 Surabaya, Bandar Lampung (2000-2006). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 29 Bandar Lampung (2006-2009) lalu melanjutkan pendidikan kembali di Sekolah Menengah Atas Negeri 5 Bandar Lampung (2009-2012). Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Program Studi Agroteknologi Strata 1 (S1) melalui jalur Ujian Masuk Lokal Perguruan Tinggi Negeri (UMLPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata pada tahun 2015 di Desa Wono Agung, Rawajitu Selatan dan di tahun yang sama melaksanakan Praktik Umum di Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit Tanaman Pangan, Pandak, Bantul, Yogyakarta. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Pengendalian Penyakit Tanaman pada tahun 2015 dan 2016, Bioekologi Penyakit Tanaman pada tahun 2015, Pengendalian Hama Tanaman pada tahun 2016 dan Jamur Patogen pada tahun 2016.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi dan Uji Kemampuan Jamur Rhizosfer Tanaman Nanas yang Berperan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF)”**. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian ibu Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi dan juga selama pelaksanaan penelitian, khususnya kepada:

1. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku pembimbing satu yang telah memberi gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai;
2. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D, selaku pembimbing kedua atas gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai;
3. Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc., selaku pembahas yang senantiasa memberikan pengarahan, kritik dan nasihat kepada penulis;
4. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. 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. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku dosen Pembimbing Akademik.
8. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, nasehat, motivasi dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
9. Tim penelitian Yohan Yogaswara dan Nia Afrianti atas kerjasama, kebersamaan dan bantuannya selama proses penelitian.
10. Sahabat-sahabat tercinta Apriandi, Adam, Bihikmi, Anindita, Dea, Dwi, Diny, Diyan, Darwin, Emmy, Jamaluddin, Gusty, Mega, Nia, dan Niken atas keceriaan, persahabatan dan kebersamaannya.
11. Rimma Hayati A.Md, Rizky Samty Ayu N. S.Pd, Sulistyowati Tri Utami S.P dan Willy Andika Putra atas persahabatan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
12. Kak Eko, Mbak Idha, Mbak Dina, Mbak Uum, Mas Jeny, dan Pak Paryadi atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
13. Keluarga AGT' 12 dan HPT' 12 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

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

Bandar Lampung, 20 Oktober 2016
Penulis

Dina Aulia

MOTTO

“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi ia baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah mengetahui dan kamu tidak mengetahui.”

(Q. S Al Baqarah : 216)

“Terus berusaha walaupun berulang kali gagal karena hasil akhir kerja keras adalah kesuksesan”.

(The Billionaire - 2011)

“Success represents the 1% of your work which results from the 99% of failure”.

(Soichiro Honda)

*“Selalu lakukan yang terbaik yang kamu bisa,
agar Allah membantumu”*

(Dina Aulia)

*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

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman nanas (<i>Ananas comosus</i>)	5
2.1.1 Taksonomi tanaman nanas	5
2.1.2 Syarat Tumbuh	6
2.1.3 Media Tanam	6
2.2 Pengendalian Hayati	7
2.3 Mikroba Rhizosfer	7
2.4 <i>Plant Growth Promoting Fungi</i> (PGPF)	8
III. BAHAN DAN METODE	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10

3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Pelaksanaan Penelitian	11
3.3.1 Media Isolasi	11
3.3.2 Uji Hipovirulensi	11
3.3.3 Identifikasi Jamur	13
3.3.4 Uji Kemampuan sebagai PGPF	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Isolat-Isolat Jamur Rhizosfer Tanaman Nanas	16
4.2 Uji Hipovirulensi	17
4.3 Hasil Identifikasi Jamur	21
4.4 Kemampuan Isolat Jamur Rhizosfer sebagai PGPF	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat jamur rhizosfer tanaman nanas yang digunakan dalam penelitian.....	16
2. Hasil uji hipovirulensi 44 isolat jamur tanah rhizozfer tanaman nanas	18
3. Rerata tinggi tanaman, jumlah daun, kehijauan daun, bobot basah dan kering berangkas dan panjang akar tanaman mentimun pada uji kemampuan jamur sebagai PGPF	28
4. Analisis ragam tinggi tanaman mentimun	39
5. Analisis ragam jumlah daun tanaman mentimun.....	39
6. Analisis ragam kehijauan daun tanaman mentimun	39
7. Analisis ragam bobot basah tajuk tanaman mentimun	39
8. Analisis ragam bobot basah akar tanaman mentimun.....	39
9. Analisis ragam bobot kering tajuk tanaman mentimun	39
10. Analisis ragam bobot kering akar tanaman mentimun.....	40
11. Analisis ragam panjang akar tanaman mentimun	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pertumbuhan kecambah mentimun 14 hari setelah perlakuan dengan isolat	20
2. Koloni <i>Aspergillus</i> sp. 3 hari setelah inkubasi	22
3. Koloni <i>Penicillium</i> sp. 7 hari setelah inkubasi.....	23
4. Koloni <i>Trichoderma</i> sp.7 hari setelah inkubasi..	24
5. Koloni <i>Chaetomium</i> sp. 3 dan 7 hari setelah inkubasi	25
6. Koloni jamur <i>unidentified</i> 21 hari setelah inkubasi	26
7. Koloni jamur <i>unidentified</i> 3 dan 7 hari setelah inkubasi.....	27
8. Pertumbuhan tanaman mentimun pada uji sebagai PGPF	29
9. Akar tanaman mentimun setelah perlakuan dengan isolat PGPF	30
10. Kecambah mentimun untuk uji hipovirulen dan PGPF	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) adalah salah satu tanaman hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan karena mendominasi perdagangan buah tropika dunia. Nanas memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi salah satu komoditas ekspor karena memiliki nilai jual yang tinggi dan selalu tersedia di pasaran. Saat ini, Indonesia menjadi salah satu negara penyedia nanas terbesar setelah Amerika dan Brazil (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2014). Dalam beberapa tahun terakhir perluasan areal tanaman nanas menempati urutan pertama dari 13 jenis buah-buahan komersial yang dibudidayakan di Indonesia (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Sebagai salah satu negara penghasil nanas terbesar ketiga di dunia, Indonesia terus meningkatkan produksinya. Produksi nanas di Indonesia pada tahun 2012 sebesar 1.781.899 ton kemudian meningkat menjadi 1.882.806 ton pada tahun 2013, tetapi pada tahun 2014 produksi nanas mengalami penurunan sebesar 47.316 ton menjadi 1.835.490 ton (Badan Pusat Statistik, 2015). Penurunan jumlah produksi tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam kendala, salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) khususnya patogen yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas hasil.

Pengendalian terhadap patogen tanaman saat ini masih bertumpu pada penggunaan pestisida sintetik, padahal penggunaan pestisida sintetik secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai macam dampak negatif. Suwahyono (2009) menyatakan bahwa penggunaan pestisida sintetik dapat membahayakan keselamatan hayati termasuk manusia dan keseimbangan ekosistem. Menurut Budiarti & Nurhayati (2014), dampak negatif penggunaan pestisida sintetik yang cukup besar bagi lingkungan salah satunya adalah terbunuhnya mikroorganisme non target seperti jamur dan bakteri antagonis yang berada di tanah terutama pada bagian rhizosfer tanaman.

Dalam upaya mengurangi penggunaan pestisida sintetik maka pengendalian hayati dapat menjadi alternatif pengendalian yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk pengendalian hayati adalah 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 (rhizosfer) berperan dalam menguraikan bahan organik, membantu pertumbuhan tanaman dan beberapa jenis mikroorganisme lainnya diketahui dapat menekan perkembangan patogen tanaman (Murali *et al.*, 2012).

Banyak jamur rhizosfer yang mempunyai kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman sekaligus mampu menekan perkembangan patogen dan dikenal sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) seperti *Trichoderma* spp. dan *Rhizoctonia* spp. yang telah diketahui juga dapat memacu pertumbuhan tanaman selain kemampuannya sebagai pengendali hayati (Shivana *et al.*, 1996).

PGPF banyak ditemukan di sekitar tanaman sehat yang ditanam secara budidaya maupun tanaman liar, dan jamur ini dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan memproduksi hormon pertumbuhan yang merangsang pertumbuhan tanaman (Shivana *et al.*, 1994; Worosuryani 2005). Selain itu, juga memiliki kemampuan untuk mengkoloni rhizosfer serta mampu membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Supriyanto, 2011).

Di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Univeritas Lampung terdapat koleksi 98 isolat jamur tanah yang diisolasi dari rhizosfer tanaman nanas. Sebanyak 54 isolat telah teridentifikasi dan diuji kemampuannya sebagai PGPF (Triani, 2016). Selebihnya, yaitu 44 isolat belum diketahui identitas dan kemampuannya sebagai PGPF sehingga perlu diteliti.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi 44 isolat jamur rhizosfer tanaman nanas koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman dan menguji kemampuannya sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*).

1.3 Kerangka Pemikiran

Banyak jenis jamur yang dapat diisolasi dari rhizosfer tanaman padi, cabai, kentang dan jagung yang dapat memacu pertumbuhan tanaman sehingga termasuk dalam kelompok PGPF. PGPF merupakan kelompok jamur yang menghasilkan hormon pertumbuhan dan antibiotik sehingga berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan dan sebagai penghambat bagi pertumbuhan patogen di sekitar tanaman atau dapat bersifat sebagai agensia hayati. Tanaman yang terkoloni

PGPF akan tumbuh lebih baik dan kuat sehingga akan tahan terhadap patogen (Shivana *et al.*, 1996; Worosuryani, 2005). Jamur PGPF dilaporkan juga memproduksi IAA (*Indole Acetic Acid*) yang dapat meningkatkan produksi rambut akar sehingga penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi lebih optimal (Usha & Padmavathi, 2013; Triani, 2016). Selain itu, jamur PGPF juga memiliki kemampuan sebagai agen biokontrol (Abri *et al.*, 2015).

Shivana *et al.* (2005) membuktikan bahwa isolat *Phoma* sp. yang diisolasi dari rhizosfer *Zoysiagrass* mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil mentimun baik di lahan maupun di rumah kaca. Sementara itu, hasil penelitian Meera *et al.* (1994) menyatakan bahwa beberapa jamur yang berasal dari rhizosfer seperti *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp. dan *Penicillium* spp., tidak hanya berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF), tetapi dapat juga berpotensi untuk meningkatkan ketahanan tanaman mentimun terhadap patogen *Colletotrichum orbiculare*.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Triani (2016) menunjukkan bahwa dari 56 isolat yang diuji diperoleh dua isolat yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diduga dari 44 isolat yang belum diuji terdapat isolat jamur yang berperan sebagai PGPF.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah bahwa diantara 44 isolat jamur rhizosfer koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman yang belum teridentifikasi terdapat isolat yang mampu berperan sebagai PGPF.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas (*Ananas comosus*)

Tanaman nanas yang mempunyai nama ilmiah *Ananas comosus* L. Merr. termasuk famili bromeliaceae. Tanaman ini berasal dari daratan Amerika Selatan dan selanjutnya berkembang meluas ke seluruh dunia yang beriklim tropis, termasuk Indonesia (Ashari, 2006). Buah nanas mengandung berbagai nutrisi antara lain air, gula, asam organik, mineral, nitrogen, dan protein, dan tanaman nanas juga mengandung semua vitamin meskipun dalam jumlah kecil, kecuali vitamin D (Hadiati & Indriyani, 2008).

2.1.1 Taksonomi Tanaman Nanas

Menurut *United States Department of Agriculture* (USDA, 2016), tanaman nanas dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivision	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Zingiberidae
Order	: Bromeliales
Family	: Bromeliaceae
Genus	: <i>Ananas</i>
Species	: <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr

2.1.2 Syarat Tumbuh

Tanaman nanas dapat tumbuh pada kondisi cuaca lembab maupun kering. Pada umumnya tanaman nanas toleran terhadap kekeringan serta memiliki kisaran curah hujan yang luas sekitar 1000-1500 mm/tahun, akan tetapi tanaman nanas tidak toleran terhadap hujan salju. Suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman nanas adalah 21 - 32⁰C, tetapi dapat juga hidup di lahan bersuhu rendah sampai 10⁰C. Nanas juga membutuhkan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Persentase sinar matahari yang rendah dapat menghambat pertumbuhan, buah kecil, kadar asam tinggi dan kadar gula buah rendah. Sebaliknya, terlalu banyak sinar matahari dapat menyebabkan luka bakar pada buah yang hampir masak (Suyanti, 2010).

2.1.3 Media Tanam

Pada umumnya hampir semua jenis tanah yang digunakan untuk pertanian cocok untuk tanaman nanas. Meskipun demikian, nanas lebih cocok ditanam pada jenis tanah yang mengandung pasir dengan kandungan kapur yang rendah, subur, gembur serta banyak mengandung bahan organik. Derajat kemasaman yang cocok adalah pada pH 4,5, dan 6,5. Air juga sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman nanas untuk proses penyerapan unsur-unsur hara yang dapat larut di dalamnya tetapi kandungan air tersebut jangan sampai berlebihan atau menggenang sebab tanaman yang terendam akan sangat mudah terserang busuk akar (Evitasari, 2013).

2.2 Pengendalian Hayati

Menurut Tuhumury *et al.* (2012), pestisida sintetik merupakan bahan beracun yang paling banyak digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti serangga, gulma, dan patogen. Penggunaan pestisida sintetik tersebut banyak dipilih karena dinilai lebih efisien dan ekonomis. Namun, seiring berjalannya waktu, penggunaan pestisida sintetik menjadi tidak tepat aturan dan berlebihan sehingga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan juga kesehatan manusia.

Bahaya penggunaan pestisida yang semakin nyata menimbulkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya langkah pengendalian yang lebih aman dan ramah lingkungan. Oleh sebab itu, pengendalian hayati menjadi salah satu alternatif pilihan yang dapat digunakan dalam mengendalikan OPT. Proses pengendalian hayati harus berkelanjutan. Hal ini akan terwujud bila dilakukan koordinasi untuk melakukan eksplorasi, pengadaan agensia hayati, aplikasi di lapangan dan evaluasi secara terus-menerus. Dalam upaya eksplorasi untuk mendapatkan agensia hayati diperlukan penelitian yang berkelanjutan (Sudarmo, 2005).

2.3 Mikroba Rhizosfer

Menurut Hasanudin (2003), secara keseluruhan habitat hidup mikroorganisme yang banyak berperan di dalam pengendalian hayati adalah di dalam tanah, di sekitar akar tumbuhan (rhizosfer) atau di atas daun, batang, bunga, dan buah (filosfer). Mikroba tanah akan berkumpul di dekat perakaran tanaman (rhizosfer) yang menghasilkan eksudat akar dan serpihan tudung akar sebagai sumber makanan mikroba tanah. Bila populasi mikroba di sekitar rhizosfer didominasi

oleh mikroba yang menguntungkan tanaman, maka tanaman akan memperoleh manfaat yang besar dengan hadirnya mikroba tersebut (Lugtenberg & Kravchenko, 1999).

Mikroorganisme rhizosfer pada umumnya menguntungkan karena dapat dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati yang bersifat antagonis.

Mikroorganisme tersebut antara lain *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., mikroba pelarut fosfat, *Cytophaga* sp., dan *Trichoderma* spp. (Gunarto, 2000). Menurut Hyakumachi & Kubota (2003), jamur rhizosfer merupakan salah satu kelompok mikroba yang telah dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara.

Jamur rhizosfer membantu pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme seperti peningkatan penyerapan nutrisi, dan menghasilkan hormon pertumbuhan bagi tanaman (Chanway, 1997). Dilaporkan bahwa 80% mikroorganisme yang diisolasi dari rhizosfer berbagai tanaman memiliki kemampuan untuk mensintesis dan melepaskan auksin sebagai metabolit sekunder (Patten & Glick, 1996).

2.4 *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF)

Banyak mikroba rhizosfer yang dilaporkan berperan dalam memacu pertumbuhan dan sekaligus dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit.

Dari berbagai jenis mikroba rhizosfer, jamur merupakan kelompok yang paling banyak diisolasi dari rhizosfer tanaman budidaya yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dan dikelompokkan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) (Hyakumachi & Kubota, 2003). Menurut Hyakumachi (1992) dalam Worosuryani (2005) beberapa isolat PGPF ditemukan di sekitar tanaman

sehat yang ditanam secara budidaya maupun tanaman liar dan dari beberapa hasil penelitian diketahui bahwa jamur PGPF umumnya banyak ditemukan di daerah rhizosfer berbagai jenis tanaman (Murali, 2012).

PGPF dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui mekanisme produksi hormon, membantu mineralisasi dan penekanan mikroorganisme yang merugikan tanaman (Supriyanto *et al.*, 2011). Meera *et al.* (1995) menyatakan bahwa kehadiran terus-menerus dari isolat PGPF di akar dapat memicu tanaman untuk menghasilkan respon pertahanan sehingga dapat menekan patogen tanaman. Selain itu, menurut Murali *et al.* (2012) PGPF juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara tidak langsung yaitu melalui perubahan terhadap struktur rhizosfer tanah yang menguntungkan tanaman.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Isolat yang diteliti merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang diisolasi dari sampel tanah pada perakaran (rhizosfer) tanaman nanas PT. *Great Giant Pineapple* (GGP) Terbanggi Besar, Lampung Tengah dan PT. *Nusantara Tropical Farm* (NTF) Labuhan Ratu, Lampung Timur. Peremajaan isolat, identifikasi jamur dan pengujian hipovirulensi isolat dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengujian kemampuan isolat sebagai PGPF dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2016 sampai dengan Juni 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, tabung erlenmeyer, tabung reaksi, pembakar bunsen, gelas ukur 100 ml, *laminar air flow*, *autoclave*, jarum ose, bor gabus, penggaris, *aluminium foil*, *plastic wrap*, kertas label, nampan, plastik tahan panas, *polybag*, gunting, ember plastik, timbangan dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat-isolat jamur rhizosfer tanaman nanas, kentang, agar batangan dan gula pasir untuk membuat media PSA (*Potato Sucrose Agar*), alkohol 70%, air steril, asam laktat, spritus pasir dan kompos untuk media tanam.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Media Isolasi

Pada tahap pertama pelaksanaan penelitian, media isolasi yang digunakan 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 dan 1 liter aquades. Kentang dikupas, dicuci bersih lalu ditimbang. Selanjutnya kentang dipotong sebesar ukuran dadu dan direbus dengan menggunakan aquades. Volume akhir dijadikan kembali satu liter dengan penambahan aquades. Air rebusan tersebut disaring dan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang telah berisi 20 gram agar batang dan 20 gram gula. Penambahan aquades dilakukan apabila volume air rebusan kentang kurang dari 1 liter. Media kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 15 menit. Sebelum dituang dalam cawan petri ditambahkan asam laktat sebanyak 1,4 ml/ liter (Achmad *et al.*, 2009).

3.3.2 Uji Hipovirulensi

Pengujian hipovirulensi dilakukan dengan menggunakan tanaman mentimun sebagai indikator karena tanaman mentimun dapat memberikan respon yang cepat terhadap serangan patogen. Pengujian ini menggunakan metode yang dikemukakan oleh Ichielevich-Auster *et al.* (1985) dalam Worosuryani (2005).

Tahap pertama yang dilakukan adalah benih direndam dengan air hangat ($\pm 45^{\circ}\text{C}$) selama 30 menit. Perendaman tersebut bertujuan untuk mempercepat proses perkecambahan benih. Setelah itu, benih mentimun didesinfeksi dengan cara direndam dengan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian direndam kembali dalam larutan *sodium hypochlorite* 2% selama 30 detik, hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Kemudian, benih dicuci dengan air steril sebanyak 3 kali untuk membersihkan sisa larutan desinfektan. Selanjutnya, benih dikecambahkan dalam cawan petri yang telah dialasi dengan kertas merang yang telah dilembabkan dengan air steril lalu diinkubasikan selama 2 hari pada suhu kamar. Setelah 2 hari, empat bibit yang tumbuh dalam cawan dipindahkan pada cawan berisi media agar air 2% dan kembali diinkubasikan pada suhu kamar.

Isolat jamur rhizosfer yang diuji adalah biakan yang berumur 3 hari. Biakan tersebut diambil menggunakan bor gabus berdiameter ± 3 mm dan diletakkan di tengah-tengah hipokotil bibit mentimun berumur tiga hari. Setiap isolat yang diuji diulang sebanyak tiga kali. Isolat dikategorikan sebagai hipovirulen jika nilai DSI-nya kurang dari 2. Pengamatan dilakukan 14 hari setelah inokulasi dengan mengamati gejala yang muncul untuk menentukan Indeks Keparahan Penyakit (*Disease Severity Index*/DSI) mengikuti determinasi skor individual dari Cardoso & Echandi (1987) dalam Worosuryani (2005). Rumus *Disease Severity Index* (DSI) adalah sebagai berikut :

$$\text{DSI} = \frac{\sum N}{Z}$$

Keterangan:

DSI = *Disease Severity Index* (Indeks keparahan penyakit)

N = Skor keparahan penyakit pada masing-masing individu

Z = Jumlah individu yang digunakan

Skor keparahan penyakit :

0 = sehat, tidak ada gejala pada hipokotil

1 = satu atau dua bercak coklat muda $< 0,25$ cm

2 = bercak coklat muda $< 0,5$ cm dan area kebasahan $< 10\%$ pada hipokotil

3 = bercak coklat muda sampai tua $> 1,0$ cm dan kemudian bergabung dengan bercak lainnya dan daerah kebasahan $10\% < x < 100\%$ pada hipokotil (daun belum layu dan hipokotil masih putih).

4 = hipokotil bercak hitam, daun layu dan bibit mati.

Isolat yang tidak menunjukkan gejala penyakit atau gejala yang ditimbulkan akibat isolat hanya sedikit ($DSI < 2,0$) dikategorikan sebagai isolat yang hipovirulen (Cadoso & Echandi, 1987 *dalam* Worosuryani, 2005).

3.3.3 Identifikasi Jamur

Identifikasi morfologi jamur yang berperan sebagai PGPF dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis terhadap jamur yang bersifat hipovirulen.

Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan mengamati warna dan bentuk serta tekstur koloni sedangkan pada pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati struktur vegetatif (hifa) dan struktur generatif (spora) dan ciri hifa.

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop majemuk dengan perbesaran total 400x, di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sebagai acuan identifikasi digunakan buku kunci determinasi jamur Watanabe (2002) hingga pada tingkat genus.

3.3.4 Uji Kemampuan sebagai PGPF

Uji kemampuan isolat jamur yang berperan sebagai PGPF dilakukan terhadap semua isolat yang bersifat hipovirulen dan empat isolat jamur *Trichoderma* sp. virulen. Isolat jamur *Trichoderma* sp. virulen diikutsertakan dalam pengujian, bertujuan untuk membandingkan kemampuan isolat *Trichoderma* sp. virulen dengan hipovirulen dalam memacu pertumbuhan tanaman. Dalam beberapa literatur dilaporkan bahwa *Trichoderma* sp. termasuk ke dalam jamur yang dapat memacu pertumbuhan tanaman menurut Shivana *et al.* (1996) dan Meera *et al.* (1994).

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan tanaman mentimun sebagai tanaman indikator. Masing-masing isolat jamur yang bersifat hipovirulen dan *Trichoderma* sp. diremajakan dengan menggunakan media PSA dan ditumbuhkan selama 3 hari. Setelah itu, untuk keperluan media perbanyakan, sebanyak 100 gram menir dimasak setengah matang, didinginkan, lalu dimasukkan ke dalam plastik tahan panas lalu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Selanjutnya, isolat jamur tanah ditumbuhkan dalam media perbanyakan tersebut dan kultur diinkubasi selama 10 hari pada suhu kamar untuk dijadikan sebagai inokulum pada pengujian lebih lanjut (Worosuryani, 2005).

Untuk pengujian PGPF, benih mentimun yang akan ditanam terlebih dahulu didesinfeksi dengan alkohol 70% dan *sodium hypochlorite* 2% seperti yang dilakukan pada uji hipovirulensi. Selanjutnya benih disemai dalam cawan petri yang telah dilapisi kertas merang yang telah dilembabkan. Penyiapan media

tanam untuk uji PGPF dilakukan sebagai berikut. Sebanyak 10 gram inokulum isolat hipovirulen dan *Trichoderma* sp. dicampur-ratakan dengan media tanam berupa campuran pasir dan kompos steril (1:1 w/w) sebanyak 500 gram dalam *polybag*. Setelah itu, bibit mentimun berumur 2 hari dipindah-tanamkan ke dalam polibag dan ditumbuhkan selama 25 hari. Pengamatan dilakukan selama 25 hari dengan parameter yang diamati meliputi jumlah daun, dan tinggi tanaman yang dilakukan dua hari sekali.

Pada akhir pengamatan dilakukan pengamatan terhadap kehijauan daun, bobot basah dan kering berangkasan tanaman (meliputi akar dan tajuk), bagian akar, bagian tajuk, dan panjang akar. Pengujian PGPF ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 11 isolat hipovirulen dan 4 isolat *Trichoderma* sp. sebagai perlakuan dan 4 ulangan. Data yang diperoleh akan dianalisis ragam (Anava) dengan perbedaan nilai tengah akan diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$ (Worosuryani, 2005).

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 44 isolat jamur tanah yang diuji, 11 isolat bersifat hipovirulen ($DSI < 2$) dan 33 isolat bersifat virulen.
2. Dari 15 isolat jamur yang diuji kemampuannya sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*) hanya satu isolat yang berpotensi sebagai PGPF yaitu *Aspergillus* (isolat GSB52B).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang diajukan adalah perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut terkait apakah isolat jamur *Aspergillus* (GSB52B) secara konsisten dapat memacu pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abri, T. Kuswinanti, E.L. Sengin, and R. Sjahrir. 2015. Production of indole acetic acid (IAA) hormone from fungal isolates collected from rhizosphere of aromatic rice in Tana Toraja. *International Journal of Current Research Biosciences and Plant Biology*. 2(6): 198-201.
- Achmad dan P.S. Eny. 2009. Pengaruh media terhadap pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum*. *Buletin RISTRI* 1(4): 160-161.
- Alimmudin, S. Henny dan S. Rini. 2011. Uji penggunaan PGPF (*plant growth promoting fungi*) pada budidaya lidah buaya di lahan gambut. Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. 6 hlm.
- Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budaya*. UI-Press. Jakarta. 481 hlm.
- Badan Pusat Statistika. 2015. Produksi Tanaman Nanas. *Produksi-Tanaman-Hortikultura-Buah-Nanas-diprovinsi Lampung*. <http://www.BPS.go.id>. Diakses pada 7 Januari 2016.
- Budiarti, L. dan Nurhayati. 2014. Kelimpahan cendawan antagonis pada rhizosfer tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk.) di lahan kering Indralaya Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. 26-27 September 2014. ISBN: 979-587-529-9. 11 hlm.
- Chanway, C.P. 1997. Inoculation of tree roots with plant growth promoting bacteria: an emerging technology for reforestation. *Forest Science*. 43: 96-112.
- Evitasari, L.D. 2013. *Vitamin C pada Nanas dapat Meningkatkan Kekebalan Tubuh terhadap Serangan Flu*. Karya Tulis Ilmiah.
- Ginting, R.C.B., S. Rasti dan H. Edi. 2006. *Pupuk organik dan pupuk hayati, mikroorganisme pelarut Fosfat*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Pertanian. Bogor. Hal 141-157.
- Gunarto, L. 2000. Mikroorganisme rhizosfer potensi dan manfaatnya. *Jurnal Litbang Pertanian*. Bogor. 19(2).

- Hadiati, S., dan N.P. Indriyani. 2008. Budidaya nanas. *Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika*. IV, hlm 24.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan peranan mikroorganisme dalam sistem pengendalian penyakit tumbuhan secara terpadu. USU Digital Library. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. 9 hlm.
- Hyakumachi, M and 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. Pp 101-110.
- Hyakumachi, M. 2004. Plant growth promoting fungi from Turfgrass rhizosphere with potential for disease suppression. *Soil Microorganism*. 44 :53 – 68
- Lugtenberg, B.J.J. and L.V. Kravchenko. 1999. Tomato seed and root exudate sugars: composition, utilization by *Pseudomonas* biocontrol strains and role in rhizosphere colonization. *Environmental Microbiology*. 1 (5): 439-446.
- Madjid, A dan Nursanti. 2009. Dasar-dasar ilmu tanah: bakteri pelarut fosfat sebagai agents pupuk hayati. Bahan Ajar Online. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.
<http://www.scribd.com/doc/49307002/bakteri-pelarut-fosfat-1/>. Diakses 22 Juli 2016.
- Meera, M.S., M.B. Shivanna., K. Kageyama and M. Hyakumachi. 1994. Plant growth promoting fungi from *Zoysiagrass* rhizosphere as potential inducers of systemic resistance in cucumbers. *Phytopathology* 84:1399–1406.
- Meera, M.S., M.B. Shivanna., K. Kageyama and M. Hyakumachi. 1995. Responses of cucumber cultivars to induction of systemic resistance against anthracnose by plant growth promoting fungi. *European Journal of Plant Pathology*. 101: 421–430.
- Murali, M., K.N. Amruthesh, J. Sudisha., S.R. Niranjana and 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.
- Nugroho, P.S. Karakterisasi Biologi Isolat-Isolat *Rigidoporus Microporus* pada Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis*) Asal Cilacap. 2010. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 31 hlm.
- Patten, C.L. and B.R. Glick. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Canadian Journal of Microbiology*. 42: 207-220.

- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 2014. *Statistik Pertanian 2013*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Rao, N.S.S. 2007. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 353p.
- Samekto, R. 2006. *Pupuk Kompos*. PT Intan Sejati. Klaten Jawa Tengah. 44 hlm.
- Sembiring, R.A., Y. Setiyo dan Sumiyati. 2013. Pengaruh pemberian kompos pada budidaya tanaman kacang tunggak terhadap erodibilitas tanah. Universitas Udayana. *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*. Bali. 1(1): 1-9.
- Shivana, M.B., M.S. Meera., K. Kageyama and M. Hyakumachi. 1994. Sterile fungi from zoysiagrass rhizosphere as plant growth promoters in spring wheat. *Canadian Journal of Microbiology*. 40: 637 – 644.
- Shivana, M.B., M.S. Meera and M. Hyakumachi. 1996. Role of root colonization ability of plant growth promoting fungi in the suppression of take-all and common root rot of wheat. *Crop Protection*.15:497-504.
- Simanjuntak, F.A., I.W. Tike dan Sumiyati. 2013. Pengaruh tingkat pemberian kompos terhadap kebutuhan air tanaman beberapa jenis kacang. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Bali. 1(2): 1-10.
- Subowo, Y.B. 2010. Uji aktivitas enzim selulase dan ligninase jamur pendukung pertumbuhan terong. Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Berita Biologi* 10 (1): 681-690.
- Supriyanto, P. Achmadi dan A. Triwidodo. 2009. Penapisan pgpf untuk pengendalian penyakit busuk lunak lidah buaya (*Aloe vera*) di tanah gambut. Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura. Pontianak. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15 (2): 71-82.
- Supriyanto, A. Priyatmojo dan T. Arwiyanto. 2011. Uji penggabungan pgpf dan *Pseudomonas putida* strain PF-20 dalam pengendalian hayati penyakit busuk lunak lidah buaya di tanah gambut. *Jurnal HPT Topika*. 1:11-21.
- Shukla, R.M. and R.V. Vyas. 2014. Phosphate solubilizing efficiency of mycopesticides. *International Journal of Agriculture, Environment, and Biotechnology*. 7(4): 705-710.
- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta. 58 hlm.
- Suwahyono, U. 2009. *Biopestisida*. PT. Niaga Swadaya. Jakarta. 164 hlm.

- Suryantini, R., A. Priyatmojo., Widyastuti, S.M., dan Kasiamdari R.S.
Karakteristik *Rhizoctonia* spp. dari tanah di bawah tegakan tusam (*Pinus merkusii jungh. Et de vriese*). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 7(1): 8-13.
- Suyanti. 2010. *Aneka olahan buah nenas, peluang yang menjanjikan*. Publikasi Elektronik. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia. 1(32) p7-9.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2016. National nutrient database for standar reference. *Pineapple*. http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl/ Diakses: 17 Febuari 2016.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Buah Nanas*. Nuansa Aulia. Bandung. 134 hlm.
- Triani, I. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur pada Risosfer Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L Merr.) yang Berperan sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 47 hlm.
- Tuhumury, G.N.C., J. A. Leatemala., R.Y. Rumthe dan J.V. Hasinu. 2012. Residu pestisida produk sayuran segar di kota ambon. Universitas Pattimura. *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1(2): 99-105.
- Usha, S. and T. Padmavathi. 2013. Effect of plant growth promoting microorganisms from rhizosphere of *Piper nigrum* L. *International Journal Pharmacy Biological Sciences*. 4(1): 835 – 846.
- Villajuan-abgona, RV., N. Katsuno., K. Kageyama and M. Hyakumachi. 1996. Isolation and identification of hypovirulent *Rhizoctonia* spp. from soil. *Plant Pathology* 45: 896–904.
- Watanabe, T. 2002. *Soil and Seed Fungi Tsuneo Watanabe Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. 2thed. Library of Congress Cataloging in Publication Data. America.
- Worosuryani, C., A. Priyatmojo dan A. Wibowo. 2005. Uji Kemampuan Jamur yang diisolasi dari Lahan Pasir Sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). (Tesis). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 70 hlm.