

**KEMELIMPAHAN JAMUR PADA KOMPOS DAN *COMPOST TEA* YANG
DIBUAT DENGAN STARTER *Trichoderma* spp.**

Oleh

DWI YANTI KUSUMANINGRUM

Skripsi



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

KEMELIMPAHAN JAMUR PADA KOMPOS DAN *COMPOST TEA* YANG DIBUAT DENGAN STARTER *Trichoderma* spp.

Oleh

Dwi Yanti Kusumaningrum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemelimpahan dan sifat virulensi pada jamur yang ditemukan dalam kompos dan *compost tea*. Keduanya menggunakan starter *Trichoderma* spp.. Penelitian dilaksanakan pada bulan April - Desember 2017. Isolasi jamur menggunakan dua bahan yaitu kompos dan *compost tea* dengan masing-masing 5 ulangan yang ditumbuhkan pada media *Potato Sucrose Agar* (PSA). Isolasi dari *compost tea* terdiri dari masa inkubasi hari ke-0, ke-1, ke-2, ke-3 dan masa simpan bulan ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, ke-6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan berbagai macam jamur pada kompos dan *compost tea*. Jamur yang ditemukan adalah *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, dan *Trichoderma* sp.. Hasil uji hipovirulen menunjukkan bahwa 92,54% (DSI 0-1,92) bersifat hipovirulen, hal ini menunjukkan bahwa jamur yang terkandung dalam kompos dan *compost tea* tidak patogenik terhadap tanaman (DSI < 2) dan aman untuk digunakan.

Kata kunci: *compost tea*, hipovirulen, jamur, kompos

**KEMELIMPAHAN JAMUR PADA KOMPOS DAN *COMPOST TEA* YANG
DIBUAT DENGAN STARTER *Trichoderma* spp.**

Oleh

DWI YANTI KUSUMANINGRUM

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **KEMELIMPAHAN JAMUR PADA KOMPOS
DAN COMPOST TEA YANG DIBUAT
DENGAN STARTER *Trichoderma* spp.**

Nama Mahasiswa : **Dwi Yanti Kusumaningrum**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121064

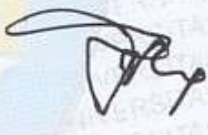
Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.
NIP 198106212005011003


Ir. Joko Prasetyo, M.P.
NIP 195902141989021001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.**



Anggota Pembimbing : **Ir. Joko Prasetyo, M.P.**

.....

Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **15 Agustus 2019**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**KEMELIMPAAIAN JAMUR PADA KOMPOS DAN *COMPOST TEA* YANG DIBUAT DENGAN STARTER *Trichoderma spp.***" merupakan hasil saya 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, 24 Agustus 2019



Dwi Yanti Kusumaningrum

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Metro pada 18 Januari 1995 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara pasangan (Alm) Bapak Sri Hono dan Ibu Siti Maesaroh.

Pendidikan yang ditempuh penulis pertama pada TK Pertiwi Metro pada 1999.

Sekolah dasar SD N 1 Gaya Baru 3 yang diselesaikan pada tahun 2006.

Kemudian pendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama diselesaikan pada tahun 2009 di SMP N 1 seputih Surabaya. Sekolah Menengah Atas diselesaikan penulis pada tahun 2012 di SMA N 1 Seputih Surabaya. Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Program Studi Agroteknologi melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) tertulis sebagai salah satu mahasiswa penerima Beasiswa Bidik Misi.

Penulis telah melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2015 di PT. *Great Giant Pineapple* Terbanggi Besar Lampung Tengah. Kuliah Kerja Nyata ditempatkan di Pekon Napal Kecamatan Kelumbayan Tanggamus selama 60 hari pada tahun 2016. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Bioekologi Hama Tanaman, Pengendalian Hama Tanaman, Entomologi Pertanian, Klinik Pertanian, dan Teknologi Benih.

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala
atas segala nikmat yang telah dilimpahkan
shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad ﷺ

Ku persembahkan skripsi ini untuk
Almamater tercinta,
Universitas Lampung

MOTTO

".....Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan sesuatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri....."

(QS. Ar-Ra'd :11)

SANWACANA

Bismillaahi rohmani rohiim.

Skripsi dengan judul “**KEMELIMPAHAN JAMUR PADA KOMPOS DAN COMPOST TEA YANG DIBUAT DENGAN STARTER *Trichoderma spp.***”

ini disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Skripsi ini telah penulis susun secara maksimal dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si, selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Ketua Bidang HPT Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Ir. FX Susilo. M.Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan kritik dan saran selama pelaksanaan perkuliahan;
5. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., selaku pembimbing utama yang telah memberi ilmu, gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai;

6. Ir. Joko Prasetyo, M.P., selaku pembimbing kedua atas gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai;
7. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc., selaku pembahas yang senantiasa memberikan pengarahan, kritik dan nasihat kepada penulis;
8. Dosen Argoteknologi yang telah memberikan ilmu dan pelajaran selama menempuh perkuliahan;
9. Keluarga dan keluarga besar terkasih yang tidak hentinya memberikan do'a, dorongan moril dan materil kepada penulis dalam meraih cita-cita;
10. Kakak ku terkasih Dian Agustin, S.Pd atas segala bantuan yang telah diberikan;
11. Tim Penelitian ku dan seperjuangan Bang Rully Pebriansyah, S.P, Mba Siti Jarlina ,S.P, mba Ika Rachma Pangesti, S.P, dan Lina Nur Hayati, S.P.;
12. Sahabat ku yang telah mendapatkan gelar sarjana nya terlebih dahulu Dyra Kemala Puspa, Eka Rani Saputri, Ersya Purwati, dan Eka Setiawati;
13. Keluarga ku AGT'12 Kelas B dan teman-teman seperjuangan ku di Laboratorium Bioteknologi Pertanian atas kebersamaan dan kebahagiaan selama di Universitas Lampung;

Semoga Allah Ta'ala membalas segala kebaikan yang telah diberikan *aamiin....*

Bandar Lampung, 24 Agustus 2019
Penulis,

Dwi Yanti Kusumaningrum

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Kerangka Pemikiran.....	2
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kompos	5
2.2 Kompos dengan Starter <i>Tichoderma</i> spp.	6
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan.....	8
2.4 Kompos Jerami Padi Starter <i>Tichoderma</i> spp.	9
2.5 <i>Compos Tea</i>	10
2.6 Uji Hipovirulen	11
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Alat dan Bahan	13

3.3 Metode Penelitian	13
3.3.1. Persiapan Isolasi.....	14
3.3.2. Isolasi Jamur	15
3.4 Identifikasi Jamur.....	16
3.5 Uji Hipovirulen	17

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	19
4.1.1 Populasi Jamur dalam Kompos.....	19
4.1.2 Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i>	20
4.1.3 Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> Setelah Masa Simpan.	23
4.1.4 Uji Hipovirulen	27
4.1.5 Karakteristik Jamur yang Didapatkan	29
4.2 Pembahasan	32

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan.....	37
5.2 Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Populasi Jamur dalam Kompos	19
2. Populasi Jamur dalam Masa Inkubasi <i>Compost Tea</i>	20
3. Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan.....	24
4. Hasil Uji Hipovirulen.....	27
5. Keragaman Jamur pada Kompos	43
6. Populasi Jamur dalam Masa Inkubasi <i>Compost Tea</i> Hari Ke-0.....	43
7. Populasi Jamur dalam Masa Inkubasi <i>Compost Tea</i> Hari Ke-1.....	43
8. Populasi Jamur dalam Masa Inkubasi <i>Compost Tea</i> Hari Ke-2.....	43
9. Populasi Jamur dalam Masa Inkubasi <i>Compost Tea</i> Hari Ke-3.....	43
10 Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan Bulan Ke-1 .	44
11. Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan Bulan Ke-2.	44
12. Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan Bulan Ke-3.	44
13. Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan Bulan Ke-4.	44
14. Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan Bulan Ke-5.	44
15. Populasi Jamur dalam <i>Compost Tea</i> pada Masa Simpan Bulan Ke-6.	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Dinamika Populasi Jamur pada Masa Inkubasi <i>Compost Tea</i>	22
2. Dinamika Populasi Jamur pada Masa Simpan <i>Compost Tea</i>	26
3. Pertumbuhan Kecambah Mentimun Uji Hipovirulen	29
4. <i>Aspergillus</i> sp.	30
5. <i>Aspergillus</i> sp.	30
6. <i>Pencillium</i> sp.	31
7. <i>Pencillium</i> sp.	31
8. <i>Trichoderma</i> sp.	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pupuk kompos sudah digunakan petani di Indonesia sejak dahulu. Kompos merupakan bahan organik yang mengalami dekomposisi oleh mikroba dalam kondisi lingkungan yang lembab, baik secara aerob atau anaerob (Crawford, 2003). Aplikasi kompos dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan daya ikat tanah terhadap air, dan menyediakan unsur hara lengkap bagi pertumbuhan tanaman (Murbandono, 2009).

Banyak jenis bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos. Beberapa jenis bahan yang digunakan antara lain seresah daun, sisa tanaman, sampah sayuran, buah-buahan, dan jerami padi (Murbandono, 2009). Pada penelitian ini, kompos yang digunakan berasal dari jerami padi yang ditambahkan *Trichobas* sebagai *starter*.

Aplikasi kompos akan lebih efisien apabila diolah menjadi ekstrak kompos (*compost tea*). Pembuatan *compost tea* dilakukan dengan cara mencampurkan kompos, gula, dan air yang kemudian direndam selama tiga hari, hal ini mengacu pada Ingham (2003) dengan beberapa modifikasi. Proses pembuatannya dilakukan secara aerob (dengan oksigen) yang diperkaya sumber nutrisi (gula) dan kultur mikroba agar kandungan hara menjadi lebih tinggi (Radovich *et al.*, 2011).

Kajian tentang kandungan mikroba khususnya jamur yang ada di dalam kompos dan *compost tea starter* Trichobas belum dilakukan. Jamur yang berada dalam kompos dan *compost tea* belum diketahui peranannya secara pasti sebagai patogen maupun non patogen. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang kelimpahan jamur yang terkandung di dalam kompos dan *compost tea* serta mengetahui sifat virulensinya.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari kelimpahan jamur yang terkandung di dalam kompos dan *compost tea*.
2. Mempelajari identitas jamur yang terkandung dalam kompos dan *compost tea*.
3. Mempelajari sifat virulensi jamur yang terkandung di dalam kompos dan *compost tea*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Kompos yang digunakan pada penelitian ini berasal dari jerami padi yang ditambah Trichobas sebagai *starter*. Penelitian Isnaini *et al.* (2012) tentang skrining jamur pada kompos jerami padi yang berasal dari Tanggamus diperoleh 5 jenis jamur yaitu *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Aspergillus* sp., dan *Penicillium* sp.

Kompos jerami padi memiliki kandungan asam-asam organik seperti asam humat dan fulvat yang menjerat Fe terlarut sehingga berkurangnya kandungan besi dalam tanah (Khairullah *et al.*, 2011). Kompos jerami memiliki kandungan unsur hara K yang tinggi (0,79 %), Fairhurst *et al.* (2005) menyatakan bahwa kalium yang tersedia meningkatkan pertumbuhan tanaman, merangsang pertumbuhan akar tanaman lebih tahan terhadap hama dan penyakit, serta meningkatkan persentase gabah berisi dan bobot seribu butir gabah.

Aplikasi kompos akan lebih efisien apabila diolah menjadi ekstrak kompos (*compost tea*). *Compost tea* adalah kompos yang diekstrak dengan air yang kaya akan mikroba. *Compost tea* mengandung sejumlah mikroba seperti Rhizobacteria, *Trichoderma* spp., dan *Pseudomonas* spp. (Welke, 2004). Jamur-jamur ini, memproduksi hormon pertumbuhan tanaman dan senyawa kimia (seperti *siderophore*, *tannins*, dan *phenol*) yang bersifat antagonistik dengan berbagai patogen di dalam tanah (Antonio *et al.*, 2008).

Compost tea mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, serta menekan serangan hama dan penyakit (Shrestha *et al.*, 2012). Beberapa peneliti juga melaporkan bahwa *compost tea* terbukti dapat meningkatkan jumlah mikroba tanah dan aktivitasnya dalam memineralisasi bahan organik tanah, kandungan *compost tea* juga mempunyai kemampuan dalam menyuplai hormon tumbuh auksin dan sitokinin untuk tanaman (Arthur *et al.*, 2001; Shrestha *et al.*, 2012).

Uji hipovirulen dilakukan untuk melihat sifat virulensi jamur yang ditemukan dalam kompos dan *compost tea*. Jamur *Fusarium oxysporum* mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman kentang (Dewi, 2014).

Penelitian Mujim *et al.* (2007) melaporkan bahwa pengaplikasian *Trichoderma* sp. menyebabkan keterjadian bulai pada tanaman jagung.

Uji hipovirulen jamur dilakukan menggunakan benih mentimun sebagai tanaman indikator. Tanaman ini dipilih karena sifatnya yang sensitif terhadap penambahan unsur hara dan keberadaan patogen. Pengujian hipovirulen sangat penting dilakukan untuk menentukan nilai *Disease Severity Index* (DSI) atau indeks keparahan penyakit, agar diperoleh informasi mengenai virulensi jamur terhadap tanaman (Worosuryani *et al.*, 2005).

Menurut Suryantini *et al.* (2011) isolat yang dikelompokkan sebagai isolat hipovirulen adalah isolat dengan nilai DSI <2. Hipovirulen pada jamur tanah menunjukkan bahwa jamur tanah tersebut memiliki daya virulen yang rendah sehingga tidak menyebabkan gejala penyakit dan dapat berkembang bersama dengan pertumbuhan tanaman (Abgona *et al.*, 1996).

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan kelimpahan jamur yang terkandung dalam kompos dan *compost tea*.
2. Terdapat berbagai macam jamur yang terkandung dalam kompos dan *compost tea*.
3. Terdapat jamur yang bersifat virulen dan hipovirulen pada kompos dan *compost tea*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompos

Kompos merupakan bahan organik yang mengalami dekomposisi oleh mikroba dalam kondisi lingkungan yang lembab, baik secara aerob atau anaerob. Kompos mengandung sumber hara yang lengkap meskipun dalam jumlah kecil. Kompos juga mampu membantu memperbaiki kesuburan tanah, hara tersedia bagi tanaman, dan ramah lingkungan (Murbandono, 2009).

Menurut Murbandono (2009), pengomposan merupakan proses dekomposisi secara biologis terhadap limbah organik dalam kondisi aerobik (dengan oksigen) atau anaerobik (tanpa oksigen). Kondisi yang terkendali tersebut meliputi rasio karbon dan nitrogen (C/ N rasio), kandungan lignin, kelembaban, pH, suhu, dan kebutuhan oksigen.

Proses pengomposan limbah organik secara alami akan mengalami penguraian oleh mikroba seperti bakteri, jamur dan sebagainya. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dan membantu tanaman menghadapi serangan patogen dengan penambahan kompos (Alex, 2015).

Konsep dasar dari pengomposan adalah merangsang perkembangan dan aktivitas mikroba pengurai untuk mengubah bahan organik menjadi unsur-unsur yang siap diserap oleh tanaman. Peran kompos adalah memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah serta pada akhirnya akan mendukung tersediannya unsur hara di tanah serta serapannya oleh tanaman (Murbandono, 2009).

Kompos adalah pupuk yang dibuat dari bahan-bahan organik yang didegradasi secara organik. Menurut Hardjowigeno (1995), peranan kompos dalam memperbaiki kesuburan tanah, yaitu:

1. Perantara tersedianya unsur hara N, P, dan K yang secara lambat tersedia,
2. Peningkatkan kapasitas tukar kation tanah sehingga kation-kation hara yang penting tidak mudah mengalami pencucian dan tersedia bagi tanaman,
3. Memperbaiki agregat tanah sehingga terbentuk struktur tanah yang lebih baik untuk respirasi dan pertumbuhan akar,
4. Peningkatkan kemampuan pengikat air sehingga ketersediaan air bagi tanaman lebih terjamin, dan
5. Peningkatkan aktivitas mikroba tanah.

2.2 Kompos dengan Starter *Trichoderma* spp.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan salah satu agen antagonis yang bersifat saprofit dan bersifat parasit terhadap jamur lain. *Trichoderma* sp. yang ditumbuhkan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) akan terlihat koloni yang khas berwarna hijau dan secara mikroskopis terlihat hifa dan konidia spora berbentuk seperti buah anggur.

Klasifikasi jamur ini menurut Alexopoulos dan Mimms (1979) tergolong dalam Kerajaan: Fungi, Divisi: Amastigomycota, Kelas : Deuteromycetes, Ordo: Moniliales, Famili: Moniliaceae, Genus: *Trichoderma*, Spesies : *Trichoderma* sp.

Mekanisme yang dilakukan oleh agensia antagonis *Trichoderma* sp. terhadap patogen adalah mikoparasit dan antibiosis. Mekanisme yang terjadi didalam tanah juga dipengaruhi oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu kompetitor ruang serta nutrisi, dan sebagai mikoparasit sehingga mampu menekan aktivitas patogen tular tanah (Sudantha *et al.*, 2011). Mekanisme kerja jamur *Trichoderma* sp. sebagai agen pengendalian hayati adalah antagonis terhadap jamur lain. Penekanan patogen berlangsung dengan proses antibiosis parasitisme, kompetisi O₂ dan ruang yang dapat mematikan patogen tersebut (Ismail dan Tenrirawe, 2011).

Selain itu, jamur *Trichoderma* sp. juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, jamur ini juga memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas (Arwiyanto, 2003).

Jamur *Trichoderma* sp. memiliki banyak manfaat diantaranya adalah sebagai organisme pengurai dan membantu proses dekomposer dalam pembuatan kompos. Pengomposan secara alami akan memakan waktu 2-3 bulan akan tetapi jika menggunakan jamur sebagai dekomposer memakan waktu 14- 21 hari. Menurut Nurahmi *et al.* (2012), biakan jamur *Trichoderma* sp. dalam media kompos berperan sebagai biodekomposer yaitu mendekomposisi limbah organik menjadi kompos yang bermutu, dan biofungisida yaitu menghambat pertumbuhan beberapa jamur penyebab penyakit pada tanaman. Beberapa manfaat jamur dalam

kompos, dibidang pertanian adalah untuk memfiksasi nitrogen dari atmosfer, dekomposisi sampah, dan residu organik, sehingga lebih aman untuk lingkungan, menekan patogen tular tanah, meningkatkan ketersediaan hara, degradasi racun yang berasal dari pestisida atau bahan kimia lainnya, menghasilkan antibiotik dan bahan aktif lainnya, menghasilkan molekul bahan organik sederhana untuk diserap tanaman, meningkatkan kompleksitas logam berat sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman dan melarutkan hara yang tidak terlarut (Simarmata, 2013).

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan menurut Alex (2015) adalah rasio C/N, ukuran partikel, aerasi, porositas, kelembaban, temperatur, pH, kandungan hara, kandungan bahan berbahaya, dan lama pengomposan yang akan di uraikan berikut:

1. Rasio C/N, rasio optimum untuk mengomposan antara 30:1 hingga 40:1. Rasio C/N yang terlalu tinggi menyebabkan terhambatnya aktivitas mikroba. Rasio C/N yang tinggi dapat diturunkan dengan menambahkan kotoran ternak mengandung banyak senyawa N atau menambah mikroorganisme selulolitik.
2. Ukuran partikel, ukuran partikel bahan pengomposan semakin kecil lebih baik. Disarankan untuk mencacah atau memotong-motong terlebih dahulu bahan pengomposan untuk mempercepat prosesnya.
3. Aerasi, memperbaiki aerasi dapat dilakukan dengan pembalikan bahan pengomposan secara berkala agar proses pengomposan mendapatkan oksigen yang maksimal.

4. Porositas, merupakan ruang antara materi pengomposan. Rongga antar partikel terdiri atas air dan udara yang menyuplai oksigen dalam proses pengomposan.
5. Kelembaban, berperan penting dalam aktivitas metabolisme mikroba. Kelembaban optimal pertumbuhan mikroba antara 40-60%.
6. Suhu, mikroba menghasilkan panas dalam pengomposan akibat aktivitasnya. Suhu optimum dalam pengomposan antara 30-60⁰C.
7. pH, pH yang baik untuk pengomposan mendekati netral yaitu 6,5-7,5.
8. Kandungan hara, kandungan hara yang terkandung dalam pencampuran kotoran ternak pengomposan antara lain P dan K. Kandungan hara mempercepat aktivitas mikroba pengomposan.
9. Kandungan bahan berbahaya, bahan organik pengomposan mengandung sebagian kecil unsur berbahaya. Unsur berbahaya seperti Mg, Cu, Zn, dan Cr yang dapat terimobilisasi seiring proses pengomposan.
10. Lama pengomposan, lama pengomposan tergantung pada bahan, metode yang digunakan, dan penambahan aktivator mikroba. Pengomposan secara alami terjadi dalam beberapa bulan hingga dua tahun, sedangkan dengan bantuan aktivator dapat lebih singkat yaitu selama 3-4 bulan.

2.4 Kompos Jerami Padi Starter *Trichoderma* spp.

Penggunaan kompos dapat menjaga kesuburan tanah dan mereduksi tanah.

Kompos mereduksi tanah dari masalah keracunan besi (Fe). Kompos memiliki kandungan asam-asam organik yang menjerat Fe terlarut sehingga menyebabkan berkurangnya kandungan besi dalam tanah (Khairullah *et al.*, 2011).

Kompos yang berasal dari jerami padi ditambah dengan Trichobas sebagai *starter*. Trichobas merupakan produk kompos yang diproduksi oleh Klinik Tanaman Program Studi Agroteknologi (Bidang Proteksi Tanaman), FP Unila yang mengandung bahan aktif *Trichoderma* spp.

2.5 Compost Tea

Compost tea adalah ekstrak cair yang berasal dari kompos. Metode produksi *compost tea* mengacu pada pasokan oksigen di dalam wadah yaitu metode aerasi menghasilkan *Aerated Compost Tea* (ACT). Proses pembuatannya dilakukan secara aerobik dengan diperkaya sumber nutrisi dan kultur mikroba agar nilai keheraan menjadi lebih tinggi (Radovich *et al.*, 2011).

Pembuatan *compost tea* mengacu pada Ingham (2003) dengan beberapa modifikasi. Kompos kering diayak menggunakan ayakan dengan lubang ± 1 cm. Komposisi pembuatan *compost tea* ialah 3.600 g kompos ayak ditambah dengan gula 400 g dan air sebanyak 20 L dimasukkan dalam 25 L ember yang dipasang dengan pompa oksigen dan kompos diaduk rata setiap harinya. Hasil *Compost tea* tidak berbau dan setelah 4 hari disaring *compost tea* siap diaplikasikan.

Sebagai produk lanjutan maka *compost tea* mampu memasok unsur hara dalam bentuk ion-ion yang dapat langsung diserap oleh tanaman. Beberapa peneliti juga melaporkan bahwa *compost tea* terbukti dapat memperbaiki kesuburan tanah secara langsung (Shrestha *et al.*, 2012), meningkatkan jumlah mikroba tanah dan aktivitasnya dalam memineralisasi bahan organik tanah,

melarutkan unsur hara yang terjerap serta mengikat ion. Substansi *compost tea* juga mempunyai kemampuan dalam menyuplai hormon auksin dan sitokinin untuk tanaman (Arthur *et al.*, 2001).

Compost tea yang digunakan berasal dari kompos dengan starter agensia hayati *Trichoderma* spp. agensia hayati mampu mengendalikan hama dan penyakit tanaman yang dapat memperbaiki keseimbangan ekosistem (Ahmad, 1995). *Compost tea* ini diharapkan mampu menjadi alternatif pengendalian hama dan penyakit.

2.6 Uji Hipovirulen

Jamur yang ditemukan dalam kompos dan CT dilakukan uji hipovirulen. Uji hipovirulen jamur menggunakan benih mentimun yang sensitif terhadap penambahan unsur hara atau patogen. Pengujian hipovirulen sangat penting dilakukan untuk menentukan nilai *Disease Severity Index* (DSI) atau indeks keparahan penyakit agar diperoleh informasi mengenai virulensi jamur yang ada di dalamnya (Worosuryani *et al.*, 2005).

Uji hipovirulen digunakan sebagai tolak ukur sifat jamur sebagai patogen atau non patogen bagi tumbuhan. Diharapkan jamur yang ditemukan bersifat hipovirulen sehingga dapat memacu dan merangsang pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, tanaman akan tumbuh dengan lebih baik sekaligus tahan terhadap serangan patogen (Worosuryani *et al.*, 2005).

Menurut Suryantini *et al.* (2011) isolat yang dikelompokkan sebagai isolat hipovirulen yang memiliki nilai DSI < 2 . Hipovirulen pada jamur dalam tanah menunjukkan bahwa jamur tanah tersebut memiliki daya virulensi yang rendah sehingga tidak menyebabkan gejala penyakit dan dapat berkembang bersama dengan pertumbuhan tanaman (Abgona *et al.*, 1996).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Desember 2017.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu cawan petri, plastik tahan panas, karet gelang, bunsen, bor gabus, jarum ose, pinset, mikropipet, Laminar Air Flow (LAF), ember plastik, aquarium pump, saringan, autoklaf, rotamixer, tabung reaksi, erlenmeyer, neraca analitik, gelas beaker, kamera, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan yaitu media kentang, gula, agar batang, bubuk *rose bengal*, kompos *starter Trichoderma spp.*, *compost tea starter Trichoderma spp.*, akuades steril, tisu, dan alkohol 70%.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi persiapan isolasi, isolasi, identifikasi jamur, dan uji hipovirulen. Persiapan isolasi dengan menyiapkan media berbahan dasar agar

yang akan digunakan untuk isolasi kompos dan *compost tea*. Langkah dalam metode penelitian akan dijelaskan sebagai berikut

3.3.1 Persiapan Isolasi

Persiapan isolasi dengan menyiapkan media berbahan dasar agar yang akan digunakan untuk isolasi kompos dan *compost tea*. Media yang digunakan berbahan dasar agar untuk isolasi jamur dan uji hipovirulen. Media yang digunakan antara lain *Potato Sucrose Agar Rose bengal* (PSA-R), *Potato Sucrose Agar* (PSA), dan *Water Agar* (WA) 2%.

Media PSA-R merupakan media tumbuh jamur dan digunakan untuk pembiakan jamur pada kompos dan *compost tea*. Media PSA-R terbuat dari campuran ekstrak kentang, gula, dan agar. 1 L media PSA terdiri dari 200 g kentang, 20 g gula, dan 20 g agar. Kentang sebanyak 200 g dipotong dadu dengan ukuran ± 1 mm dimasukkan dalam gelas beaker dan diberi akuades hingga ukurannya mencapai 1.000 mL direbus selama 20 menit. Ekstrak kentang dicampurkan dengan agar dan gula ditutup dengan aluminium foil kemudian direbus hingga homogen dan ditambah bubuk *rose bengal* sebanyak 0,0084 g (Himedia, 2015). Media PSA-R yang telah homogen dimasukkan dalam plastik anti panas untuk diautoklaf. Media diautoklaf hingga tekanan 1 atm dengan suhu 121°C selama 15 menit. Media diangkat dan didiamkan hingga bersuhu ± 50 ° C lalu dituang dalam petri secara aseptik.

Media PSA merupakan media pertumbuhan jamur dan digunakan untuk pemurnian jamur pada kompos dan *compost tea*. Komposisi PSA terbuat dari

campuran ekstrak kentang, sukrosa/gula, dan agar. 1 L media PSA terdiri dari 200 g kentang, 20 g gula, dan 20 g agar. Ekstrak kentang dicampurkan gula, agar, dan akuades hingga volume 1.000 mL dihomogenkan dan disterilisasi dengan autoklaf hingga mencapai tekanan 1 atm dan suhu 121° C selama 15 menit.

Media WA 2% digunakan untuk pertumbuhan benih mentimun pada uji hipovirulen jamur. Komposisi WA 2% terdiri dari 20 g agar dengan akuades hingga mencapai 1.000 mL direbus hingga larut dan diautoklaf agar steril. Media diautoklaf hingga tekanan 1 atm dengan suhu 121°C selama 15 menit.

3.3.2 Isolasi Jamur

Isolasi jamur menggunakan dua bahan yaitu kompos dan *compost tea* dengan masing-masing 5 ulangan. Pembuatan *compost tea* memerlukan inkubasi selama 3 hari. Selama proses inkubasi *compost tea* dilakukan isolasi jamur hari ke-0, ke-1, ke-2, dan ke-3. *Compost tea* juga diisolasi pada masa simpan bulan ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, dan ke-6 bulan.

Isolasi kompos dilakukan dengan cara pengenceran. Pengenceran dimulai dengan mengambil 1 g kompos yang dilarutkan dalam 9 ml akuades. Larutan dihomogenkan menggunakan *rotamixer* dan dilakukan pengenceran hingga 10^{-3} untuk disebar pada media PSA-R sebanyak 250 μ L dan diinkubasi selama 3-7 hari. Isolat yang telah diperoleh kemudian di re-isolasi ke dalam cawan petri berisi media PSA hingga mendapatkan biakan murni. Biakan murni dipindahkan dalam tabung 5 mL yang berisi media PSA. Biakan murni dipindahkan dalam tabung 5 mL untuk stok jamur.

Metode pembuatan *compost tea* mengacu pada Ingham (2003) dengan beberapa modifikasi. Kompos kering *starter Trichoderma* spp. diayak menggunakan saringan. Kompos yang telah diayak sebanyak 180 g dicampurkan dengan 20 g gula pasir, dan 1 L air dalam ember kapasitas 2 L. Setelah tercampur rata dimasukkan *aquarium pump* (oksigen) selama 3 hari. *Compost tea* sesekali diaduk, agar homogen. Setelah itu, *compost tea* disaring untuk memisahkan partikel kompos dan ekstrak kompos.

Isolasi *compost tea* dilakukan saat proses inkubasi hari ke-0 , ke-1 , ke-2, ke-3 dan masa simpan bulan ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, dan ke-6 bulan. *Compost tea* diambil 1 ml dan ditambah 9 ml akuades steril, kemudian dihomogenkan. Larutan diencerkan hingga 10^{-3} dan disebar pada media PSA-R sebanyak 250 μ L dan diinkubasi selama 3-7 hari. Isolat yang telah diperoleh kemudian di re-isolasi ke dalam cawan petri berisi media PSA hingga mendapatkan biakan jamur murni. Biakan murni dipindahkan dalam tabung 5 mL yang berisi media PSA Biakan murni dipindahkan dalam tabung 5 mL untuk stok jamur.

3.4 Identifikasi Jamur

Identifikasi morfologi jamur dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan mengamati warna dan bentuk serta tekstur koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop majemuk dengan perbesaran total 400 x. Sebagai acuan identifikasi digunakan buku identifikasi jamur Watanabe (2002) pada tingkat genus.

3.5 Uji Hipovirulen

Uji hipovirulen menggunakan tanaman mentimun sebagai indikator. Tanaman mentimun digunakan karena tanaman ini sensitif terhadap penambahan unsur hara atau patogen. Metode ini dilaporkan oleh Ichielevich-Auster *et al.* (1985) dalam Worosuryani *et al.* (2005) permukaan benih direndam menggunakan etanol 70%, dan *natrium hypochlorite* 2% selama 30 detik. Setelah itu dibilas air aquades steril sebanyak tiga kali.

Setelah benih dikeringanginkan, benih ditanam dalam nampan yang berlapis kertas merang dibasahi dengan air hingga kapasitas lapang selama dua hari. Empat bibit mentimun dipindah dalam cawan petri berisi media agar 2% dan diinkubasi selama satu hari.

Jamur uji hipovirulen diperoleh dari jamur yang terdapat dalam kompos dan masa inkubasi *compost tea* hari ke-3. Jamur yang terdapat pada kompos berjumlah 47 koloni dan jamur pada masa inkubasi *compost tea* hari ke-3 sebanyak 19 koloni. Semua koloni jamur digunakan dan diulang sebanyak 3 ulangan. Peremajaan isolat dilakukan sehari sebelum mengecambahkan benih dalam cawan petri. Isolat jamur diambil menggunakan bor gabus dan diletakkan pada pertengahan hipokotil bibit mentimun yang telah diinkubasi selama satu hari.

Dilakukan pengamatan keparahan penyakit setelah 14 hari inokulasi. Keparaham penyakit dihitung dengan mengikuti determinasi skor individual dari Abgona *et al.* (1996) sebagai berikut.

Rumus *Disease Severity Index* (DSI) adalah :

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

Keterangan :

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

N : Nilai tingkat keparahan penyakit pada masing-masing individu

Z : Jumlah individu yang digunakan

Parameter tingkat keparahan penyakit :

0 : sehat, tidak ada infeksi 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.

Analisis data keparahan penyakit dilakukan pada pengamatan terakhir dengan

menggunakan parameter *Disease Severity Index* (DSI). Isolat yang memiliki nilai

$DSI < 2,0$ dikategorikan sebagai isolat yang hipovirulen (Abgona *et al.*, 1996).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Ditemukan 3 jenis jamur pada kompos dan *compost tea* yang teridentifikasi sebagai *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, dan *Trichoderma* sp.
2. Kelimpahan jamur *compost tea* lebih tinggi dibandingkan kelimpahan jamur pada kompos.
3. Hasil uji hipovirulen menunjukkan bahwa 92,54% (DSI 0,00- 1,92) bersifat hipovirulen, hal ini menunjukkan bahwa jamur yang terkandung dalam kompos dan *compost tea* tidak patogenik (DSI < 2) terhadap tanaman dan aman untuk digunakan.

5.2 Saran

Diharapkan pada penelitian yang akan datang, isolasi jamur menggunakan beberapa media tumbuh jamur yang spesifik dan lengkap. Perbandingan beberapa media tumbuh pada jamur untuk melihat perbedaan kelimpahan jamur yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abgona, V. R., Katsuno, N., Kageyama, K., dan Hyakumachi, M. 1996. Isolation and identification of hypovirulent *Rhizoctonia* spp. from soil. *Plant Pathology*. 45:896–904.
- Ahmad, I. 1995. Entomologi dan pengendalian serangga hama yang berwawasan lingkungan. *Makalah Orasi Ilmiah Sidang Terbuka Senat ITB*. 12 Agustus 1995. Bandung.
- Alex, S. 2015. *Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 164 hlm.
- Alexopoulos, C.J. dan Mimms, C. W. 1979. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons. New York. 613 hlm.
- Amaike, S. dan Keller, N.P. 2011. *Aspergillus flavus*. *Annual Reviews Phytopathol*. 49: 107–133.
- Antonio, G. M. F., Carlos, G. G .R., Reiner, R. R, Miguel, A.A., Angela, O.L.M, Cruz, M. J. G., dan Dendooven, D. 2008. Formulation of a liquid fertiliser for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*. 99 : 6174–6180.
- Arancon, N. Q., Edwards, C.A., Dick, R., dan Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. *BioCycle*. 48 (11) :51-52.
- Arthur, G.D., Jager, A. K., dan Standen, J. V . 2001. The release of cytokinin like compounds from *Ginkgo biloba* leaf material during composting. *Environmental and Experimental Botany* . 45:55-61.
- Arwiyanto, T. 2003. Pengendalian hayati penyakit layu bakteri tembakau : 2. Percobaan di rumah kaca. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 5(1): 50-59.
- Belete, E, Ayalew, A., dan Ahmed, S. 2015. Evaluation of local isolates of *Trichoderma* spp. against black root rot (*Fusarium solani*) on faba bean. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*. 6 (6) : 279-283.

- Crawford, J.H. 2003. Composting of agricultural waste. *Biotechnology Applications and Research*.74 (2): 68-77.
- Dewi, W. P. 2014. Pengujian isolat hipovirulen jamur *Fusarium oxysporum* pada resistensi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) terhadap penyakit layu fusarium. *Skripsi*. Universitas Bengkulu. Bengkulu. 26 hlm.
- Fairhurst, T., Witt, C., Buresh, R., dan Dobermann, A. 2005. Rice. A practical Guide to Nutrient Management. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Rice Research Institute (IRRI).
- Febrianto, A. 2015. Kemampuan jamur tanah sebagai plant growth promoting fungi (PGPF) dan agens pengendali hayati penyakit layu fusarium pada melon. *Skripsi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Gajera, H., Domadiya, R., Patel, S., Kapopara, M., dan Golakiya, B. 2013. Molecular mechanism of *Trichoderma* as bio-control agents against phytopathogen system-a review. *Current Research in Microbiology and Biotechnology*. 1(4): 133-142.
- Ghorbani, R., Wilcockson, S., dan Leifert, C. 2005. Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *Phytophthora infestans*. *Potato Research*. 48: 181-189.
- Ginting, C., Prasetyo, J., Nurhidayat, A., dan Maryono, T. 2017. Efikasi isolat *Trichoderma* terpilih dengan bahan organik untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada lada di lapangan. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 17(1) : 77 - 83.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Akademi Pressindo. Jakarta. 126 hlm.
- Hargreaves, J.C, Adl, M.S., dan Warman, P.R. 2009. Are compost teas an effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries soil and plant tissue effect. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89: 390-397.
- Himedia. 2015. Potato dextrose agar rose bengal. Technical Data. Mumbai. India.
- Hmouni, A., Mouria, A., dan Douira, A. 2006. Biological control of tomato grey mould with compost water extracts, *Trichoderma* sp., and *Gliocladium* sp.. *Phytophatol mediterr*. 45 : 110-116.

- Houbraken, J. dan Samson, R.A. 2011. Phylogeny of *Penicillium* and the segregation of Trichocomaceae into three families. *Studies in mycology*. 70: 1-51.
- Houbraken, J., Vries, R.P. D., dan Samson, R. A. 2014. Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* Species. *Advances in Applied Microbiology*. 86 :199-249.
- Howell, C R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*. 87(1): 4-10.
- Ingham, E. R. 2003. *The Compost Tea Brewing Manua Fifth Edision*. First US Printing. United States. 79 hlm.
- Ismail, N. dan Tenrirawe, A. 2011. Potensi agen hayati *Trichoderma harzianum* sebagai agens pengendali hayati. *Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Sulawesi Utara.
- Isnaini, S., Niswati, A., dan Maryati. 2012. Screening of cultivable indigenous fungi which responsible for decomposing of rice straw. *Journal of Tropical Soils*. 17(1) : 61-66.
- Khairullah, I., Indradewa, D., Yudono, P., dan Maas, A. 2011. Pertumbuhan dan hasil tiga varietas padi pada perlakuan kompos jerami dan purun tikus (*Eleocharis dulcis*) di tanah sulfat masam yang berpotensi keracunan besi. *Journal Agroscientiae*. 18(2):108-115.
- Kim, J.M., Shim, C.K., Kim, Y. K., Hong, S. J., Park, J. H., Han, E. J., Kim, J. H., dan Kim, S. C.. 2015. Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and sweet corn in organic cultivation. *The Plant Pathology Journal*. 31(3) : 259-268.
- Kubicek, C. P. dan Harman, G. E. 2002. *Trichoderma* dan *Gliocladium* Basic Biology, Taxonomy and Genetics Vol 1. The Taylor dan Francis eLibrary. 278 hlm.
- Madigan, M.E, Martinko, J.M., dan Parker, J. 2000. *Brock Biology of Microorganism Ninth Edition*. Prentice-Hall Inc. New Jersey. 992 hlm.
- Mislivec, P. B. dan Tuite, J. 1970. Temperature and relative humidity requirements of species of *Penicillium* isolated from yellow dent corn kernels. *Mycologia*. 62 (1) : 75-88.
- Moss, M.O. 1989. Mycotoxins of *Aspergillus* and other filamentous fungi. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement*. 69-81.

- Murbandono, L. H. S. 2009. *Membuat Kompos Edisi Revisi*. Penebar Swadaya. Bogor. 60 hlm.
- Mujim, S., Prasetyo, J., dan Suharjo, R. 2007. Potential of *Trichoderma viridae* Rifai as biological control agent in inhibiting javanese downy mildew on corn, caused by *Perenesclerospora maydis*. Proceeding on the third asian conference on plant pathology. Yogyakarta. Indonesia. August 20-24.
- Naidu, Y., Meon, S., Kadir, J., dan Siddiqui, Y. 2010. Microbial starter for the enhancement of biological activity of compost tea. *International Journal of Agriculture and Biology*. 12: 51–56.
- Neri, F., Mari, M., dan Brigati, S. 2006. Control of *Penicillium expansum* by plant volatile compounds. *Plant Pathology*. 55: 100-105.
- Nurahmi, E., Susana, dan Sriwati, R. 2012. Pengaruh *Trichoderma* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit kakao, tomat, dan kedelai. *Jurnal Floratek*. 7 :51-57.
- Putra, M. B. I. dan Purwantisari, S.. 2018. Kemampuan antagonisme *Pseudomonas* sp. dan *Penicillium* sp. terhadap *Cercospora nicotianae* in vitro. *Jurnal Biologi*. 7 (3) : 1 – 7.
- Radovich, T., Pant. A., Hue, N., Sugano, J., dan Arancon, N. 2011. Promoting plant growth with compost teas. *The Food Provider*. 3 hlm.
- Saraswati, R., Prihatini, T., dan Hastuti, R. D. 2004. Teknologi pupuk mikroba untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan keberlanjutan sistem produksi padi sawah. *Lahan Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. 169-189 hlm.
- Schuster, E., Coleman, N. D., Frisvad, J.C., dan Dijck, P.W. M. V. 2002. On the safety of *Aspergillus niger*. *Applied Microbiol and Biotechnol*. 59:426–435.
- Shehu, K. dan Bello, M.T. 2011. Effect of environmental factors on the growth of *Aspergillus Species* associated with stored millet grains in Sokoto. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*. 19(2): 218-223.
- Shrestha, K., Walsh, K. B., dan Midmore, D. J. 2012. Microbially enhanced compost extract: does it increase solubilisation of minerals and mineralisation of organic matter and thus improve plant nutrition. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*. 3(5):1-9.
- Simarmata, T. 2013. Tropical bioresources to support biofertilizer industry and sustainable agriculture in Indonesia. *Presented in International Seminar on Tropical Bio-resources for Sustainable industry 2013; from Basic Research to Industry*. 30-31st October 2013 in West and East Hall ITB Bandung. 26 hlm.

- Sudantha, I.M., Kusnarta, I. G. M., dan Sudana, I. N. 2011. Uji antagonisme beberapa jenis jamur saprofit terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai serasah. *AGROTEKSOS Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*. 21 : 2-3.
- Suryantini, R., Priyatmojo, A., Widyastuti, S. M., dan Kasiamdari, R. S. 2011. Karakteristik *Rhizoctonia* spp. dari tanah di bawah tegak tusam (*Pinus merkusii jungh. Et de vrise*). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 7(1) : 8-13.
- Susanti, E. V. H dan Ariani, S. R.D. 2004. Kloning Gen Penisilin V Asilase dari *Bacillus* sp. BAC4 melalui Pembuatan Pustaka Genom. *Biodiversitas*. 5(1):1-6.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. UMM Press. Malang. 344 hlm.
- 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. 859 hlm.
- Welke, S. E.W. 2004. The effect of compost extract on the yield of strawberries and severity of *Botrytis cinerea*. *Journal Sustainable Agriculture*. 25 (1) : 37-41.
- Worosuryani, C., Priyatmojo, A., dan Wibowo, A. 2005. Uji Kemampuan Jamur tanah yang diisolasi dari Lahan Pasir Sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). *AGROSAINS Jurnal Penelitian Agronomi*. 19 (2):179-191.
- Wulandari, D.E., Asrul, dan Lakani, I. 2016. Seleksi jamur antagonis *Aspergillus niger* dari beberapa lahan perkebunan kakao untuk mengendalikan *Phytophthora palmivora*. *Agroland The Agricultural Sciences Journal*. . 23 (3) : 233 – 242.