

**PERFORMA MUTAN *Trichoderma* sp. TAHAN N TINGGI, P TINGGI,
DAN pH RENDAH HASIL IRADIASI SINAR ULTRAVIOLET**

(Skripsi)

Oleh

RIAN ADI NATA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PERFORMA MUTAN *Trichoderma* sp. TAHAN N TINGGI, P TINGGI, DAN pH RENDAH HASIL IRADIASI SINAR ULTRAVIOLET

Oleh

RIAN ADI NATA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengujian pada media *potato dextrose agar* (PDA) terhadap isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P tinggi dan pH rendah hasil iradiasi sinar ultraviolet tidak menghilangkan kemampuan mutannya, serta menguji kemampuan isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P tinggi dan pH rendah hasil iradiasi sinar ultraviolet sebagai *plant growth promoting fungi* (PGPF). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dimulai pada bulan April 2017 sampai dengan Agustus 2017. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), menggunakan isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi sebanyak 10 isolat, tahan P tinggi sebanyak 10 isolat, tahan pH rendah sebanyak 8 isolat, dan 4 isolat *wild type*.

Pengujian meliputi uji pertumbuhan, antagonis, kerapatan spora, viabilitas, dan PGPF (*plant growth promoting fungi*). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan diuji lanjut DMRT (*duncan's multiple range test*) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan terdapat Isolat mutan *Trichoderma* sp. yang tidak kehilangan kemampuan mutannya setelah diuji pada media PDA, yaitu ITN 1.1, ITN 1.3, ITN 3.1, ITN 3.2, ITP 3.2 dan ITP 3.3. selain itu, isolat mutan *Trichoderma* sp. yang masih memiliki kemampuannya sebagai PGPF yaitu, ITN 1.1, ITN 1.3 dan ITP 3.2.

Kata kunci : *Trichoderma* sp., *wild type*, pertumbuhan, antagonis, kerapatan spora, viabilitas, PGPF.

**PERFORMA MUTAN *Trichoderma* sp. TAHAN N TINGGI, P TINGGI,
DAN pH RENDAH HASIL IRADIASI SINAR ULTRAVIOLET**

Oleh

RIAN ADI NATA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **PERFORMA MUTAN *Trichoderma* sp. TAHAN N
TINGGI, P TINGGI, DAN pH RENDAH HASIL
IRADIASI SINAR ULTRAVIOLET**

Nama Mahasiswa : Rian Adi Nata

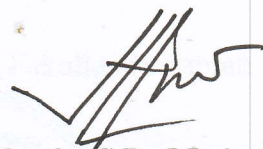
Nomor Pokok Mahasiswa : 1314121158

Jurusan/Program Studi : Agroteknologi

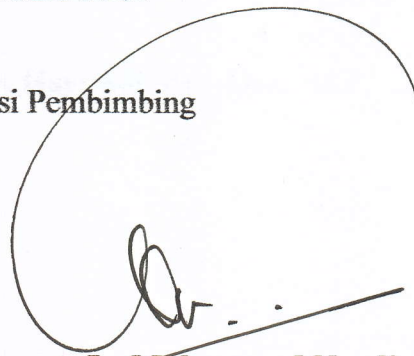
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.
NIP 196107201986031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

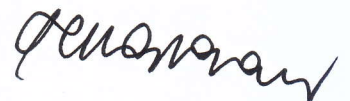
Ketua : Radix Suharjo, S.P., M. Agr., Ph.D.



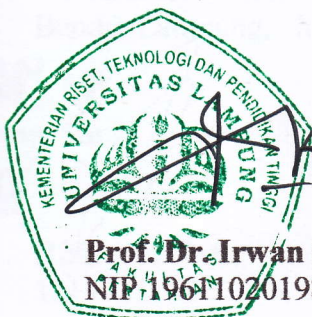
Sekretaris : Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



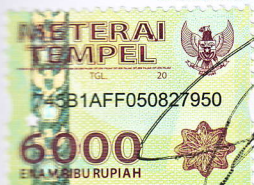
Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian skripsi : 27 Maret 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PERFORMA MUTAN *Trichoderma sp.* TAHAN N TINGGI, P TINGGI, DAN pH RENDAH HASIL IRADIASI SINAR ULTRAVIOLET”** merupakan hasil karya sendiri, bukan orang lain. Semua yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari skripsi ini terbukti merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Maret 2018



Rian Adi Nata
1314121148

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 22 September 1995 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan bapak Adlao dan ibu Parmiasi. Jenjang pendidikan dimulai dengan menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Al-Munawwaroh Bandar Lampung pada tahun 2000, Sekolah Dasar di SDN 1 Langkapura pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 25 Bandar Lampung pada tahun 2010 dan SMAN 16 Bandar Lampung pada 2013. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur SBMPTN.

Pada bulan Januari – Maret 2016 penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) POSDAYA Universitas Lampung di Kampung Aji Jaya KNPI, Kecamatan Gedung Aji, Tulang Bawang. Kemudian pada bulan Juli 2016, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di PT. Nusantara Tropica Farm, Labuhan Ratu, Lampung Timur.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah terpilih menjadi penerima Beasiswa Bank Indonesia pada tahun 2016/2017. Penulis juga pernah menjadi asisten Praktikum mata Kuliah Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman pada Semester Ganjil 2017/2018.

*Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT
kupersembahkan karyaku ini untuk*

*Kedua orang tua tercinta,
Bapak Adlao dan Ibu Parmati,
Mas Andi dan Mbak Hani yang selalu sabar
Dalam membimbingku, menasehatiku, mendukungku, dan tak pernah lelah
menyebutku dalam doa-doa dan sujud mereka untuk keberhasilanku
dan memberikan limpahan kasih sayang
yang takkan kulupakan*

*Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.
Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.
dan Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.*

dan

*Almamaterku,
Universitas Lampung*

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbil'alam*, puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahuwa Ta'ala*, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai kemudahan yang telah diberikan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “**PERFORMA MUTAN *Trichoderma* sp. TAHAN N TINGGI, P TINGGI, DAN pH RENDAH HASIL IRADIASI SINAR ULTRAVIOLET**” merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Adlao dan Ibu Parmiami sebagai orang tua tercinta yang selalu memotivasi dan mendukung moral serta materi selama penyelesaian studi di Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Ketua Bidang Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
5. Ibu Ir. Ermawati, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan, arahan dan masukan selama penulis tercatat sebagai mahasiswa.

6. Bapak Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I atas semua arahan, bimbingan, masukan, waktu dan kesabarannya dalam membimbing penulis selama proses penyelesaian skripsi.
7. Bapak Ir. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II atas semua ide, bimbingan, saran, nasihat, bantuan serta kesabarannya selama proses penyelesaian skripsi.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Dosen Penguji atas semua masukan, saran, nasihat, motivasi dan dorongan untuk penyempurnaan skripsi ini.
9. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian dan khususnya Dosen Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
10. Kedua kakakku Ngandrianto dan Dwi Indriani serta keluarga besarku yang senantiasa memberi arahan, semangat, dukungan, dan doa kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuanganku Rio Aji Sindapati dan Fitri Widyanti atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian.
12. Teman-teman yang sudah membantu penelitian: Sarah Bahriana, Yuli Agustin, Safrianirmasari Siregar, Mbak Dina, Mbak Novisha, Mbak Meri, Bang Frans dan lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
13. Teman-teman, Elite Global: Nurhidayat, Mayuda Santana, M. Arief Suryadi, M. Iben Sardio, M. Ikhwan Alrasyid, M. Saiful Anwar S., M. Sofa Rizano K., Nur Kholis, Rindang Wicaksono, dan Reski Ramadan yang bersama-sama berjuang demi gelar S.P.

14. Sahabat-sahabat Praktik Umum (PU) PT. Nusantara Tropica Farm dan KKN Kampung Aji Jaya KNPI atas kepedulian, persaudaraan, kebersamaan, dan dukungan, yang menjadi penyemangat bagi penulis.
15. Sahabat dan teman-teman dekatku di Agroteknologi 2013, atas kebersamaan dan persaudaraan selama menjalani perkuliahan.

Saya menyadari sepenuhnya dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat kesalahan ataupun kekurangan. Dengan demikian saya menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini sehingga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Maret 2018

Rian Adi Nata

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan penelitian	4
1.3 Kerangka pemikiran	4
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kelapa sawit	7
2.2 Jamur busuk pangkal batang (<i>G. boninense</i> Pat.)	8
2.2.1 Siklus hidup <i>Ganoderma</i>	9
2.2.2 Gejala serangan	10
2.2.3 Pengendalian penyakit busuk pangkal batang	10
2.3 Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	11
2.3.1 Mekanisme antagonis <i>Trichoderma</i> spp.	12
2.4 Sinar ultraviolet sebagai mutagen	13
2.5 <i>Plant Growth Promoting Fungi</i> (PGPF)	13
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan	15
3.2 Alat dan bahan	15
3.3 Rancangan percobaan	16
3.4 Pelaksanaan penelitian	17
3.4.1 Penyiapan media	17
3.4.2 Peremajaan isolat <i>Trichoderma</i> sp.	17
3.4.3 Pengujian pertumbuhan isolat <i>Trichoderma</i> sp.	18
3.4.4 Pengujian antagonis isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>G. boninense</i>	18
3.4.4.1 Penyiapan isolat <i>Ganoderma</i>	18

	Halaman
3.4.4.2 Pengujian antagonis	18
3.4.5 Pengamatan sporulasi isolat <i>Trichoderma</i> sp.	20
3.4.6 Pengujian viabilitas isolat <i>Trichoderma</i> sp.	21
3.4.7 Uji Kemampuan isolat <i>Trichoderma</i> sp. sebagai PGPF	22
3.4.7.1 Penyiapan media tanam	22
3.4.7.2 Penyiapan media beras sebagai media perbanyak isolat <i>Trichoderma</i> sp.	22
3.4.7.3 Perbanyak isolat <i>Trichoderma</i> sp.	22
3.4.7.4 Penyiapan tanaman indikator	23
3.4.7.5 Aplikasi PGPF	23
3.4.7.6 Pengamatan	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	24
4.1.1 Pengujian isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi secara <i>in-vitro</i>	24
4.1.1.1 Uji pertumbuhan	24
4.1.1.2 Uji antagonis	25
4.1.1.3 Uji kerapatan spora	26
4.1.1.4 Uji viabilitas/daya berkecambah spora	28
4.1.2 Pengujian isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi secara <i>in-vitro</i>	29
4.1.2.1 Uji pertumbuhan	29
4.1.2.2 Uji antagonis	30
4.1.2.3 Uji kerapatan spora	32
4.1.2.4 Uji viabilitas/daya berkecambah spora	33
4.1.3 Pengujian isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan pH rendah secara <i>in-vitro</i>	34
4.1.3.1 Uji pertumbuhan	34
4.1.3.2 Uji antagonis	36
4.1.3.3 Uji kerapatan spora	36
4.1.3.4 Uji viabilitas/daya berkecambah spora	37
4.1.4 Pengujian isolat <i>Trichoderma</i> sp. terpilih sebagai PGPF	38
4.1.4.1 Tinggi tanaman	39
4.1.4.2 Jumlah daun	40
4.1.4.3 Kehijauan daun	41
4.1.4.4 Bobot basah tajuk	42
4.1.4.5 Bobot basah akar	42
4.1.4.6 Bobot kering tajuk	43
4.1.4.7 Bobot kering akar	44
4.1.4.8 Panjang akar	45
4.1.4.9 Kenampakan akar	45
4.2 Pembahasan	46
4.2.1 Pertumbuhan diameter isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp.	46

	Halaman
4.2.2 Daya hambat/antagonisme isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>G. boninense</i>	47
4.2.3 Kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp.	47
4.2.4 Viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp.	48
4.2.5 Kemampuan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. sebagai PGPF ...	48

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA 52

LAMPIRAN	56
Tabel 22 – 61	58-68
Gambar 12 – 18	69-72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kode isolat yang digunakan	16
2. Pertumbuhan diameter koloni mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. pada 2 hsi	25
3. Daya hambat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi sebagai antagonis jamur <i>Ganoderma boninense</i>	26
4. Kerapatan spora mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	27
5. Viabilitas mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	29
6. Pertumbuhan diameter koloni mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. pada 2 hsi	30
7. Daya hambat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi sebagai antagonis jamur <i>Ganoderma boninense</i>	32
8. Kerapatan spora mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	33
9. Viabilitas mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	34
10. Pertumbuhan diameter koloni mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan pH tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. pada 2 hsi	35
11. Daya hambat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan pH tinggi sebagai antagonis jamur <i>Ganoderma boninense</i>	36
12. Kerapatan spora mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan pH tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	37

Tabel	Halaman
13. Viabilitas mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan pH tinggi dan <i>wild type</i> <i>Trichoderma</i> sp.	38
14. Rerata tinggi tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	39
15. Rerata jumlah daun tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	41
16. Rerata kehijauan daun tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	41
17. Rerata bobot basah tajuk tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	42
18. Rerata bobot basah akar tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	43
19. Rerata bobot kering tajuk tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	44
20. Rerata bobot kering akar tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	44
21. Rerata panjang akar tanaman mentimun pada 12 hst hasil uji PGPF isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. terpilih	45
22. Diameter pertumbuhan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type</i> pada 2 hsi	58
23. Analisis ragam diameter pertumbuhan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type</i> <i>Trichoderma</i> sp. pada 2 hsi	58
24. Persentase antagonis isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi terhadap <i>G. boninense</i>	58
25. Analisis ragam persentase antagonis isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi terhadap <i>G. boninense</i>	59
26. Kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type</i> <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>wild type</i> <i>Trichoderma</i> sp.	59
27. Analisis ragam kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type</i> <i>Trichoderma</i> sp.	59

Tabel	Halaman
28. Viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	60
29. Analisis ragam viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan N tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	60
30. Diameter pertumbuhan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type</i> pada 2 hsi	60
31. Analisis ragam diameter pertumbuhan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. pada 2hsi	61
32. Persentase antagonis isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi terhadap <i>G. boninense</i>	61
33. Analisis ragam persentase antagonis isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi terhadap <i>G. boninense</i>	61
34. Kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	62
35. Analisis ragam kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	62
36. Viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	62
37. Analisis ragam viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	63
38. Diameter pertumbuhan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type</i> pada 2 hsi	63
39. Analisis ragam diameter pertumbuhan isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. pada 2hsi	63
40. Persentase antagonis isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi terhadap <i>G. boninense</i>	63
41. Analisis ragam persentase antagonis isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi terhadap <i>G. boninense</i>	64
42. Kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp. dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	64

Tabel	Halaman
43. Analisis ragam kerapatan spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	64
44. Viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	64
45. Analisis ragam viabilitas/daya berkecambah spora isolat mutan <i>Trichoderma</i> sp. tahan P tinggi dan <i>wild type Trichoderma</i> sp.	65
46. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap tinggi tanaman mentimun setelah 12 hst	65
47. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap tinggi tanaman mentimun setelah 12 hst	65
48. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap jumlah daun tanaman mentimun setelah 12 hst	65
49. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap jumlah daun tanaman mentimun setelah 12 hst	66
50. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap kehijauan daun tanaman mentimun setelah 12 hst	66
51. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap kehijauan daun tanaman mentimun setelah 12 hst	66
52. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot basah tajuk tanaman mentimun setelah 12 hst	66
53. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot basah tajuk tanaman mentimun setelah 12 hst	67
54. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot basah akar tanaman mentimun setelah 12 hst	67
55. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot basah akar tanaman mentimun setelah 12 hst	67
56. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot kering tajuk tanaman mentimun setelah 12 hst	67
57. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot kering tajuk tanaman mentimun setelah 12 hst	68

Tabel	Halaman
58. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot kering akar tanaman mentimun setelah 12 hst	68
59. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap bobot kering akar tanaman mentimun setelah 12 hst	68
60. Pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap panjang akar tanaman mentimun setelah 12 hst	68
61. Analisis ragam pengujian PGPF isolat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap panjang akar tanaman mentimun setelah 12 hst	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. A. <i>G. boninense</i> tanpa antagonis, B. Kultur ganda, D1, D2 = diameter <i>G. boninense</i> T = <i>Trichoderma</i> sp.	19
2. <i>Haemocytometer</i>	20
3. Titik penetesan suspensi	22
4. Kerapatan spora isolat A. ITN 3.3, B. T3 (<i>wild type</i>), C. ITN 2.2, D. T2 (<i>wild type</i>)	27
5. Pertumbuhan isolat A. ITP 3.2, B. T3 (<i>wild type</i>), C. ITP 3.1 pada 2 hsi	30
6. Daya hambat isolat A. ITP 1.1, B. T1 (<i>wild type</i>), C. ITP 1.2 pada 2 hsi	31
7. Kerapatan spora isolat A. ITP 1.2, B. T1 (<i>wild type</i>), C. ITN 1.1	33
8. Pertumbuhan isolat A. ITpH 2.1, B. T2 (<i>wild type</i>), C. ITpH 2.4 pada 2 hsi	35
9. Kerapatan isolat spora A. ITP 3.1, B. T3 (<i>wild type</i>), C. ITN 3.2	37
10. Perbandingan tinggi tanaman mentimun A. kontrol, B. T3 (<i>wild type</i>), C. ITP 3.2, D. ITP 3.3	40
11. Kenampakan akar tanaman mentimun A. kontrol, B. T1 (<i>wild type</i>), C. ITN 1.1	46
12. Pengujian antagonis mutan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>G. Boninense</i>	69
13. Pengenceran isolat <i>Trichoderma</i> sp. untuk pengujian kerapatan spora	69
14. Media beras yang digunakan untuk perbanyakan isolat <i>Trichoderma</i> sp.	70

15. Media tanam yang telah disterilkan	70
16. Pemindahan media tanam ke polybag	71
17. Pengukuran tingkat kehijauan daun	71
18. Penimbangan bobot akar tanaman mentimun	72

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack) merupakan tanaman yang berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Tanaman ini pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh kolonial Belanda pada tahun 1848. Saat ini, kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan dan utama Indonesia. Hal ini dikarenakan, produk utama dari tanaman ini berupa minyak sawit (CPO) dan minyak inti sawit (KPO) memiliki nilai ekonomis tinggi dan menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya (Fauzi *et al.*, 2012).

Salah satu masalah utama penyebab turunnya produktivitas kelapa sawit adalah adanya serangan jamur *Ganoderma boninense* yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang (BPB). Menurut Susanto *et al.* (2013), patogen ini tidak hanya menyerang tanaman tua, tetapi juga yang masih muda dan sampai saat ini tidak ada kelapa sawit yang resisten terhadap *G. boninense*. Laju infeksi penyakit BPB berjalan cepat, terutama pada tanah dengan tekstur berpasir. Selain itu, tanah yang kekurangan atau miskin unsur hara cenderung berpeluang lebih besar terjadi penyakit busuk pangkal batang.

Upaya untuk mengendalikan penyakit BPB pada kelapa sawit telah banyak dilakukan berupa pengendalian menggunakan metode kultur teknik, kimia, dan hayati. Menurut Priwiratama *et al.* (2014), pengendalian penyakit BPB secara kultur teknik pada kelapa sawit dapat dilakukan dengan membersihkan sisa-sisa tanaman yang terserang ketika akan dilakukan tanam ulang. Hal ini dilakukan karena penyebaran penyakit BPB dapat terjadi melalui akar, sehingga dengan sanitasi sumber inokulum ini diharapkan mampu meminimalkan kontak antara akar sehat dan sisa-sisa akar terinfeksi.

Pengendalian penyakit BPB pada kelapa sawit yang saat ini dinilai paling efektif adalah secara kimiawi dengan menggunakan fungisida karena hasil yang diberikan cepat terlihat. Namun, penggunaan fungisida yang dilakukan secara terus menerus menyebabkan timbulnya berbagai masalah. Berupa timbulnya resistensi patogen, resurgensi dan mematikan organisme non-target yang berujung pada pengrusakan ekosistem. Menurut Susilo *et al.* (2005), perlunya penggunaan fungisida yang tepat dosis dan sasaran, serta menggabungkan dengan agensia hayati. Hal ini dikarenakan, penggunaan fungisida sangat rentan terhadap pencemaran lingkungan.

Selain menggunakan kedua metode tersebut pengendalian *Ganoderma* sp. dapat juga dilakukan menggunakan agensia hayati yang memiliki sifat antagonis terhadap jamur patogen, salah satunya adalah *Trichoderma* sp. Menurut Purwantisari (2009), *Trichoderma* spp. dikatakan sebagai antagonis jamur patogen karena kemampuannya dalam menyerang, mengambil nutrisi, serta memarasit jamur patogen, sehingga pertumbuhan jamur patogen akan terhambat. Selain

kemampuannya sebagai pengendali hayati, jamur ini juga mampu meningkatkan atau memacu pertumbuhan tanaman dan dikenal sebagai *plant growth promoting fungi* (Shivana *et al.*, 1996).

Trichoderma spp. merupakan jamur yang bersifat saprofit dan banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah. Selain itu, ketika jamur ini berada pada daerah perakaran tanaman, ia mampu berkembang dengan cepat (Gusnawaty *et al.*, 2014). Namun, penggunaan pupuk kimia secara terus menerus dalam jumlah besar dapat menurunkan aktivitas jamur ini di dalam tanah. Menurut Lestari (2009), kerusakan fisik dan kimia pada tanah dapat diakibatkan dari penggunaan pupuk kimia secara terus menerus terutama pupuk N dan P. Hal tersebut dapat menyebabkan penumpukan unsur hara, sehingga kandungan unsur N dan P di dalam tanah meningkat. Selain itu, penggunaan pupuk N yang terus menerus dapat menurunkan pH tanah dan menyebabkan penyusutan populasi mikroorganisme tanah, termasuk juga *Trichoderma* spp. Oleh karena itu, pengaplikasian *Trichoderma* spp. di lapang masih menemui banyak kendala.

Kendala tersebut dapat diatasi dengan upaya perakitan *Trichoderma* spp. yang tahan terhadap kondisi N tinggi, P tinggi, dan pH rendah. Terdapat 28 isolat mutan *Trichoderma* sp. di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang tahan N tinggi (3.000ppm), P tinggi (30.000 ppm dan 50.000 ppm), dan, pH rendah (pH 2) hasil iradiasi sinar ultraviolet (UV). Aplikasi iradiasi UV dilakukan menggunakan LAF (*laminar air flow*) dalam taraf waktu yang berbeda-beda. Namun begitu, hingga saat ini belum diketahui kemampuan tumbuh, daya antagonis, kerapatan spora, viabilitas, dan PGPF (*plant growth*

promoting fungi), ke-28 isolat tersebut, dibandingkan dengan isolat *Trichoderma* sp. tanpa iradiasi UV (*wild type*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apakah pengujian pada media *potato dextrose agar* (PDA) terhadap isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P tinggi dan pH rendah hasil iradiasi sinar ultraviolet tidak menghilangkan kemampuannya.
2. Menguji kemampuan isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P tinggi dan pH rendah hasil iradiasi sinar ultraviolet sebagai *plant growth promoting fungi* (PGPF).

1.3 Kerangka Pemikiran

Trichoderma spp. telah banyak dilaporkan memiliki kemampuan dalam mengendalikan berbagai jenis patogen karena jamur ini bersifat antagonis (kompetisi, hiperparasitisme, antibiosis dan lisis). Menurut Hajieghrari *et al.* (2008), *Trichoderma* spp. efektif sebagai agen hayati untuk mengendalikan patogen tular tanah *Sclerotinia* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp.

Dendang (2015), melaporkan bahwa isolat *Trichoderma* spp. mampu menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. dengan persentase penghambatan tertinggi mencapai 74% secara in-vitro. Selain itu, Alviodyasyari (2015) juga melaporkan bahwa isolat *Trichoderma* sp. SBJ8 dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense*, dengan daya hambat >50% yaitu 56,25%, dan 65,25% pada hari ke 3 dan ke 4.

Pengaplikasian *Trichoderma* spp. di lapang selama ini masih menemui kendala yang disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia. Penggunaan pupuk kimia secara terus menerus dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan kerusakan kimia dan fisik pada tanah, seperti terjadinya penurunan pH tanah dan pemadatan tanah.

Akibat dari kedua kerusakan tersebut menyebabkan penurunan aktifitas mikroorganisme, termasuk *Trichoderma* spp. (Lestari, 2009). Selain itu, menurut Jayaswal *et al.* (2003), melaporkan bahwa *T. viride* mampu tumbuh dan memproduksi spora dengan maximal pada pH 4,5-5,5. Menurut Suswanto dan Ramadhan (2014), isolat jamur antagonis yang masih alami seringkali memiliki kemampuan daya antagonis yang tidak sesuai dengan keinginan. Sehingga, perlu dilakukan upaya tambahan untuk perbaikan daya antagonisme menggunakan sinar UV.

Selain kemampuannya sebagai antagonis jamur patogen, *Trichoderma* sp. juga mampu berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman atau *plant growth promoting fungi* (PGPF). Menurut Murali *et al.* (2012), PGPF merupakan jamur yang menguntungkan karena mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Shivana *et al.* (1996) dalam Worosuryaniet *al.*(2006), menyatakan bahwa beberapa jamur seperti *Trichoderma* spp. dan *Rhizoctonia* spp. dilaporkan mampu memacu pertumbuhan tanaman sebaik kemampuannya sebagai pengendali hayati.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap *Trichoderma* sp. hasil iradiasi UV secara *in-vitro* dan sebagai PGPF untuk mengetahui kemampuannya sebagai jamur antagonis dan pemacu pertumbuhan tanaman.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P Tinggi dan pH rendah hasil iradiasi sinar ultraviolet pada media pada media *potato dextrose agar* (PDA) tidak menghilangkan kemampuan isolat mutan tersebut.
2. Isolat *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P tinggi dan pH rendah hasil iradiasi sinar UV mampu memacu pertumbuhan tanaman lebih cepat dibandingkan dengan *wild type*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Klasifikasi tanaman kelapa sawit menurut Pahan (2012), sebagai berikut:

Divisi : Embryophyta Siphonagama

Kelas : Angiospermae

Ordo : Monocotyledonae

Famili : Arecaceae (dahulu disebut Palmae)

Subfamili : Cocoideae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) berasal dari Afrika Barat.

Namun, sebagian berpendapat bahwa kelapa sawit berasal dari kawasan Amerika Selatan yaitu Brazil. Hal ini karena spesies kelapa sawit banyak ditemukan di daerah hutan Brazil dibandingkan Amerika. Pada kenyatannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya, seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini. Bahkan, mampu memberikan hasil produksi per hektar yang lebih tinggi (Fauzi *et al.*, 2012).

Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada daerah tropika basah dengan ketinggian 0 - 500 m dpl. Suhu yang optimum yang diperlukan tanaman kelapa sawit berkisar antara 24 - 28°C. Lama penyinaran optimum antara 5 - 7 jam/ hari. Penyinaran yang kurang dapat menyebabkan berkurangnya asimilasi dan gangguan penyakit. Curah hujan optimum yang diperlukan tanaman kelapa sawit rata-rata 2.000 - 2.500 mm/tahun dengan distribusi merata sepanjang tahun tanpa bulan kering yang berkepanjangan.

2.2 Jamur Busuk Pangkal Batang (*G. boninense* Pat.)

Menurut Alexopoulos dan Mims (1979) taksonomi jamur *Ganoderma boninense* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Mycetae

Phylum : Basidiomycota

Class : Basidiomycetes

Subclass : Holobasidiomycetidae

Order : Aphyllophorales

Family : Polyporaceae

Genus : *Ganoderma*

Species : *G. boninense*

G. boninense merupakan jamur patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang yang menjadi penyakit utama pada tanaman kelapa sawit. Jenis basidiokarp yang banyak ditemukan pada jamur ini adalah *sessile*, yaitu basidiokarp tidak bertangkai, tubuh buah langsung menyatu dengan pangkal batang kelapa sawit. Umumnya *Ganoderma* yang ditemukan memiliki tepi tubuh buah (basidiokarp)

halus, tidak bergelombang dan permukaan bawah basidiokarp berwarna putih gelap (Wicaksono *et al.*, 2011).

Basidiokarp yang dibentuk awalnya berukuran kecil, bulat, berwarna putih, dengan pertumbuhan yang cepat hingga membentuk basidiokarp dewasa yang memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang variatif. Umumnya basidiokarp berkembang sedikit dan mengelilingi bagian pangkal batang yang sakit. Ukuran basidiokarp yang bertambah besar menunjukkan perkembangan penyakit semakin parah dan akhirnya menyebabkan kematian pada tanaman (Ariffin *et al.*, 2000).

2.2.1 Siklus hidup Ganoderma

Ganoderma merupakan cendawan Basidiomycota yang bersifat tular tanah dan sebagai penyebab utama penyakit akar putih pada tanaman berkayu dengan menguraikan lignin. Sebagian besar siklus Ganoderma ada didalam tanah atau jaringan tanaman. Penularan penyakit busuk pangkal batang melalui tiga cara, yaitu kontak akar tanaman dengan sumber inokulum Ganoderma, udara dengan basidiospora, dan inokulum sekunder berupa tunggul tanaman atau inang alternatif (Susanto *et al.*, 2013).

Penularan penyakit BPB umumnya terjadi melalui kontak akar tanaman sehat dengan sumber inokulum yang dapat berupa sisa - sisa tanaman atau akar yang sakit (Semangun, 2000). Basidiospora yang dihasilkan tubuh buah tidak dapat menyebabkan terjadinya infeksi langsung pada tanaman kelapa sawit sehat, tetapi mempunyai kemampuan saprofitik untuk mengkoloni substrat dan membangun inokulum yang berpotensi untuk menginfeksi tanaman sehat (Paterson, 2007).

2.2.2 Gejala Serangan

Penyakit BPB dapat menyerang tanaman mulai dari bibit hingga tanaman tua, tetapi gejala penyakit biasanya baru terlihat setelah bibit ditanam di kebun.

Gejala serangan pada tanaman belum menghasilkan terlihat daun menguning dan mengering serta nekrosis dari pelepah bawah terus ke pelepah atas, terjadi pembusukan pada pangkal batang, tanaman mengering dan mati sedangkan gejala pada tanaman menghasilkan adalah daun menguning pucat diikuti dengan akumulasi daun tombak. Pelepah daun bagian bawah menggantung dan bagian tengah tanaman kelapa sawit membusuk (Allorerung *et al.*, 2010).

2.2.3 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang

Penanggulangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) dapat dilakukan dengan perbaikan kesehatan tanah melalui teknik budidaya kelapa sawit yang menggunakan pupuk organik dan kimia secara berimbang. Sehingga cara tersebut diharapkan mampu memperpanjang produktivitas kelapa sawit dan mencegah melemahnya kekuatan fisik kelapa sawit. Bahkan perbaikan tanah di sekitar tanaman yang sakit dapat memulihkan kembali tanaman tersebut dan dapat kembali memberikan hasil yang diharapkan. Aplikasi agensia hayati seperti *Trichoderma*, *Gliocladium*, dan *Bacillus* juga dapat membantu menghambat perkembangan (Priyatno, 2012).

Selain dengan menggunakan pupuk organik dan kimia secara berimbang, metode pengendalian lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit BPB yaitu menggunakan jamur antagonis, seperti *Trichoderma* spp. Susanto *et al.*

(2005) dalam Hushiarian *et al.* (2013), menyatakan bahwa lahan yang diaplikasikan agen pengendali hayati atau jamur antagonis (*T. harzianum*), menunjukkan keterjadian penyakit yang lebih rendah dibandingkan lahan yang tidak diaplikasikan.

2.3 Jamur *Trichoderma* spp.

Taksonomi *Trichoderma* sp. adalah sebagai berikut:

Kingdom : Mycetae

Divisio : Amastigomycota

Class : Deutromycetes

Ordo : Moniliales

Famili : Moniliacea

Genus : *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. dicirikan dengan hifa yang berwarna hijau dengan konidiofor yang bercabang-cabang teratur, tidak membentuk berkas, konidium jorong.

Selain itu, jamur ini juga berbentuk oval, dan memiliki sterigma atau phialid tunggal dan berkelompok (Nurhaedah, 2002). Menurut Nurhayati (2001), pada awal pertumbuhan pada media agar, koloni *Trichoderma* sp. berwarna putih selanjutnya miselium berubah menjadi kehijau-hijauan. Bagian tengah kemudian akan berwarna hijau dan dikelilingi dengan miselium yang masih berwarna putih dan pada akhir pertumbuhan seluruh medium akan berwarna hijau.

Trichoderma sp. adalah jenis cendawan yang tersebar luas di tanah, dan mempunyai sifat mikoparasitik. Mikoparasitik adalah kemampuan untuk menjadi

parasit cendawan lain. Sifat inilah yang dimanfaatkan sebagai biokontrol terhadap jenis-jenis cendawan fitopatogen. Beberapa cendawan fitopatogen penting yang dapat dikendalikan oleh *Trichoderma* spp. antara lain : *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp, *Lentinus lepidus*, *Pythium* spp, *Botrytis cinerea*, *Gloeosporium gloeosporioides*, *Rigidoporus lignosus* dan *Sclerotium roflsii* yang menyerang tanaman jagung, kedelai, kentang, tomat, dan kacang buncis, kubis, cucumber, kapas, kacangtanah, pohon buah- buahan, semak dan tanaman hias (Wahyudi, 2002 dalam Tindaon, 2008).

2.3.1 Mekanisme Antagonis *Trichoderma* sp.

Mekanisme utama pengendalian patogen tanaman yang bersifat tular tanah dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* sp. dapat terjadi melalui.

- a. Mikoparasit, *Trichoderma* sp. akan memarasit miselium jamur lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil nutrisi dari dalam sel sehingga jamur lain akan berhenti tumbuh bahkan mati.
- b. Menghasilkan antibiotik seperti *alametichin*, *paracelsin*, dan *trichotoxin* yang dapat menghancurkan sel jamur melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim chitinase, laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel.
- c. Mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan.
- d. Mempunyai kemampuan melakukan interfensi hifa. Hifa *Trichoderma* sp. dapat menyebabkan perubahan permeabilitas dinding sel (Ismail dan Tenrirawe, 2010).

2.4 Sinar Ultraviolet sebagai Mutagen

Sinar ultraviolet banyak dijumpai pada sinar matahari dan energi yang dihasilkan sangat rendah, sehingga hanya dapat menembus bagian permukaan sel. Namun, ultraviolet mempunyai kemampuan sebagai mutagen, jika diaplikasikan pada dosis yang tinggi. Paparan sinar ultraviolet yang berlebihan akan mengganggu aktivitas DNA suatu spesies. Sehingga untuk bertahan pada kondisi tersebut, suatu spesies melakukan perubahan materi genetik atau melakukan proses mutasi (Tamarin, 1995 *dalam* Purba 2010).

Salah satu pemanfaatan iradiasi sinar UV terhadap *Trichoderma* spp. yaitu dengan meningkatkan aktivitas enzim kitinase. Balasubramanian *et al.* (2010), melaporkan bahwa *T. harzianum* mutan hasil penginduksian UV memiliki aktivitas enzim kitinase yang lebih tinggi dari *wild type*. Menurut Herdyastuti *et al.* (2009), enzim kitinase dimanfaatkan sebagai agen biokontrol bagi jamur patogen. Hal ini dikarenakan kitin yang merupakan komponen utama dinding sel jamur dapat didegradasi oleh enzim kitinase, salah satu penghasil enzim tersebut yaitu *Trichoderma* sp.

2.5 Plant Growth Promoting Fungi (PGPF)

Penggunaan pupuk kimia secara terus menerus akan berdampak buruk terhadap kesehatan dan menurunkan populasi mikrobia pada tanah akibat menurunnya kualitas struktur fisik tanah. Umumnya mikroorganisme tersebut tersebar secara merata pada rizosfer dan memberikan peranan dalam dekomposisi materi organik, beberapa diantaranya mampu menekan organisme pengganggu yang mampu

menghambat pertumbuhan tanaman. Beberapa mikroorganisme yang berasosiasi dengan perakaran tanaman dan mampu meningkatkan pertumbuhan pada tanaman disebut sebagai *plant growth promoting fungi* (PGPF) atau *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) (Murali *et al.*, 2012).

Berbagai jamur rhizosfir tertentu telah banyak dilaporkan dapat memberikan efek menguntungkan bagi tanaman karena mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan sebagai pengendali patogen penyebab penyakit tanaman. Berbagai jamur tersebut disebut sebagai *plant growth promoting fungi* (PGPF). Jamur PGPF menginfeksi dan berhubungan dengan akar tanaman ditujukan untuk memodulasi pertumbuhan, morfologi, asimilasi nitrogen, dan penyerapan mineral dari tanaman inang (Murali *et al.*, 2012).

Tanaman umumnya akan tumbuh lebih baik dan lebih tahan terhadap serangan patogen tanaman ketika terkolonisasi oleh jamur yang bersifat sebagai PGPF. Hal ini terjadi karena jamur PGPF mampu menghasilkan hormon pengatur tumbuh seperti IAA (*indole acetic acid*) yang berperan dalam pemanjangan sel-sel akar yang menyebabkan serapan hara semakin tinggi (Contreras-Cornejo *et al.*, 2009). Chandanie (2009), melaporkan jamur PGPF dapat melindungi tanaman dari patogen dengan mekanisme antagonisme, mikoparasitisme agresif dan kompetisi bagi jamur lain.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari April 2017 sampai dengan Agustus 2017.

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, oven, timbangan, *drigalski*, bunsen, *micropipette*, *haemocytometer*, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, P tinggi, dan pH rendah hasil iradiasi sinar UV, *wild type Trichoderma* sp., isolat jamur *G. boninense*, media *potato dextrose agar* (PDA), agar bubuk, alkohol 70%, air steril, benih mentimun, asam laktat, pasir dan kompos untuk media tanam.

Tabel 1. Kode isolat yang digunakan

No	Kode Isolat	Kode Isolat	Kode Isolat	Kode Isolat
1	ITN 1.1	ITP 1.1	ITpH 2.1	T1
2	ITN 1.2	ITP 1.2	ITpH 2.2	T2
3	ITN 1.3	ITP 2.1	ITpH 2.3	T3
4	ITN 2.1	ITP 2.2	ITpH 2.4	T4
5	ITN 2.2	ITP 2.3	ITpH 2.5	
6	ITN 3.1	ITP 3.1	ITpH 2.6	
7	ITN 3.2	ITP 3.2	ITpH 3.1	
8	ITN 3.3	ITP 3.3	ITpH 3.2	
9	ITN 4.1	ITP 4.1		
10	ITN 4.2	ITP 4.2		

Keterangan:

ITN : Isolat Mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi

ITP : Isolat Mutan *Trichoderma* sp. tahan P tinggi

ITpH : Isolat Mutan *Trichoderma* sp. tahan pH rendah (pH 2)

T : Isolat *Wild Type Trichoderma* sp.

Berdasarkan hasil perakitan yang telah dilakukan, tidak dihasilkan mutan tahan pH rendah yang berasal dari isolat *wild type* T1 dan T4 (semua isolat hasil iradiasi UV yang berasal dari T1 dan T4 tidak berhasil tumbuh di media pH rendah). Sehingga hanya terdapat dua pembandingan untuk isolat-isolat mutan tahan pH rendah, yaitu isolat *wild type* T2 dan T3.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan menggunakan isolat mutan *Trichoderma* sp. tahan N tinggi sebanyak 10 isolat, tahan P tinggi sebanyak 10 isolat, tahan pH rendah sebanyak 8 isolat, dan 4 isolat *wild type*. Semua isolat tersebut kemudian akan diuji untuk mengetahui performanya, pengujian tersebut meliputi uji pertumbuhan, antagonis, sporulasi, viabilitas, dan *plant growth promoting fungi* (PGPF).

Data yang diperoleh dianalisis ragam (Anava) dan apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilanjutkan dengan uji *duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Media

Media yang digunakan untuk pengujian secara *in-vitro* adalah *potato dextrose agar* (PDA). Bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan media ini adalah 39 gram PDA, 2 gram agar bubuk, dan 1 liter aquades. PDA dan agar bubuk dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 1 liter, lalu diaduk agar PDA dan agar bubuk tercampur. Media kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 15 menit. Sebelum dituang dalam cawan petri ditambahkan asam laktat sebanyak 1,4 ml/ liter (Achmad dan Eny, 2009).

3.4.2 Peremajaan isolat *Trichoderma* sp.

Peremajaan *Trichoderma* sp. dilakukan dengan menggunakan media PDA. Peremajaan dilakukan dengan mengambil satu bor gabus isolat *Trichoderma* sp. menggunakan jarum ose yang ada pada cawan petri untuk ditumbuhkan ke media yang baru. Setelah dua hari, *Trichoderma* sp. hasil peremajaan digunakan untuk uji pertumbuhan.

3.4.3 Pengujian Pertumbuhan isolat *Trichoderma* sp.

Uji pertumbuhan *Trichoderma* sp. dilakukan dengan menggunakan isolat yang telah diremajakan selama dua hari. Kemudian isolat diambil menggunakan jarum ose yang telah dibor gabus dengan diameter 0,5 cm dan diletakkan di tengah cawan yang telah berisi media PDA sebanyak tiga ulangan. Selanjutnya, cawan ditutup dan direkatkan dengan plastik wrap. Pengamatan pertumbuhan ini dilakukan selama tujuh hari setelah isolasi dengan membuat empat garis diameter yang membagi cawan dengan isolat sebagai pusatnya. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur diameter pertumbuhan *Trichoderma* sp. menggunakan penggaris selama 7 hari setelah inkubasi (hsi).

3.4.4 Pengujian Antagonis Isolat *Trichoderma* sp. terhadap *G. boninense*

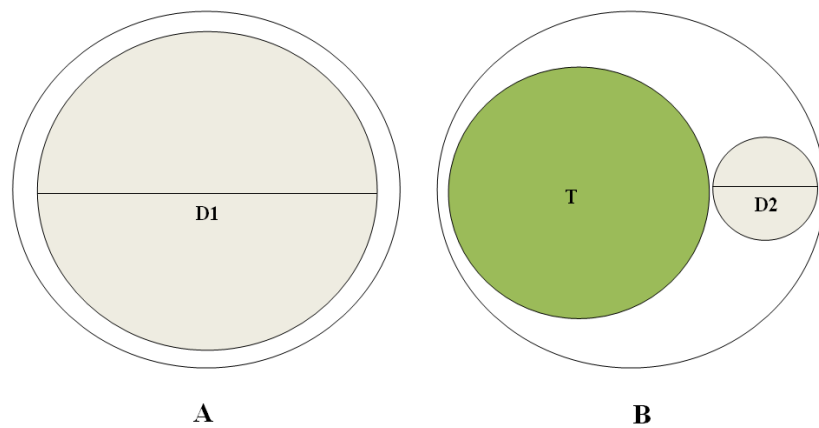
3.4.4.1 Penyiapan Isolat *G. boninense*

Isolat *G. boninense* sp. sebelum diuji antagonis, terlebih dahulu diremajakan dengan ditumbuhkan pada media PDA dan diinkubasi selama empat hari. Peremajaan dilakukan dengan mengambil satu bor gabus isolat *G. boninense* menggunakan jarum ose, lalu dipindahkan ke media yang baru. Setelah biakan *G. boninense* berumur empat hari, maka sudah siap digunakan untuk uji antagonis.

3.4.4.2 Pengujian Antagonis

Uji antagonis dilakukan dengan metode kultur ganda, pengujian dilakukan menggunakan isolat jamur *G. boninense* dan isolat *Trichoderma* sp. tahan N

tinggi, P tinggi, dan pH rendah berumur empat hari. Kedua isolat kemudian dibor gabus dengan diameter 5 mm, selanjutnya diletakkan pada media PDA dalam cawan petri berdiameter 80 mm dengan jarak antara kedua isolat tersebut 30 mm sebanyak 3 ulangan (Gambar 1B). Selain pengujian secara kultur ganda, isolat *Ganoderma* sp. juga ditumbuhkan pada media PDA tanpa adanya jamur antagonis (Gambar 1A). Pengamatan hasil pengujian dilakukan dengan mengukur perkembangan miselium *G. boninense* mulai dari hari ke-2 sampai dengan hari ke-7 setelah isolasi. Kemudian dilakukan penghitungan daya penghambatannya.



Gambar 1. A. Jamur *G. boninense* tanpa antagonis, B. Kultur ganda, D1, D2 = Diameter *G. boninense* T = *Trichoderma* sp.

Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang dari pertumbuhan diameter *G. boninense* menggunakan pengaris. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus yang digunakan Ahlem *et al.* (2012):

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

Keterangan:

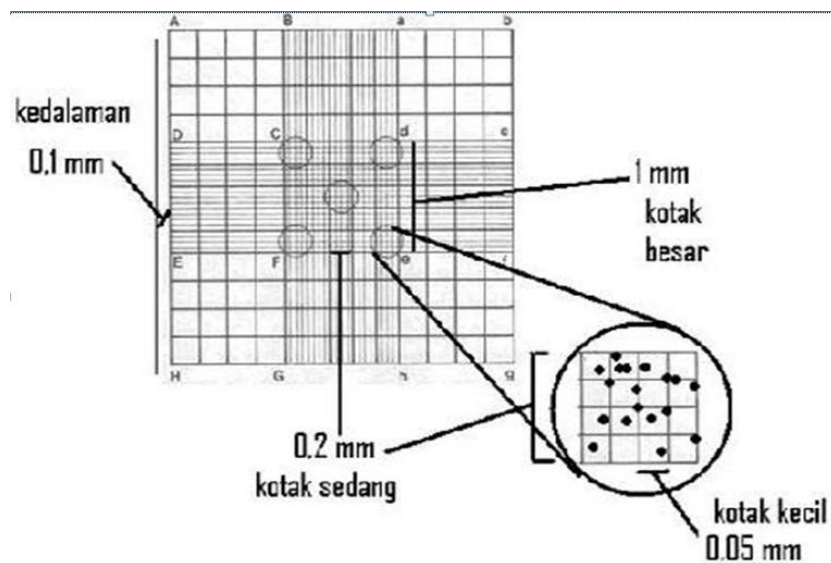
PIGR = *Percentage inhibition of radial growth* (% hambat)

D1 = Diameter *G. boninense* tanpa antagonis (kontrol)

D2 = Diameter *G. boninense* dengan antagonis (dual kultur)

3.4.5 Pengamatan Sporulasi Isolat *Trichoderma* sp.

Pengamatan sporulasi atau kerapatan spora menggunakan isolat *Trichoderma* sp. yang telah berumur tujuh hari. Pengamatan ini dilakukan dengan cara menuang 10 ml air steril ke media biakan kemudian mengeruk permukaan koloni jamur dengan hati-hati menggunakan drigalski. Setelah semua spora *Trichoderma* sp. terlepas dari media, suspensi spora dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian dilakukan pengenceran sampai tingkat 10^{-3} . Selanjutnya, suspensi pengenceran tingkat 10^{-3} diambil sebanyak 1 ml untuk diteteskan pada *haemocytometer* dan ditutup dengan kaca obyek. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah spora dalam empat sampel kotak sedang di bawah mikroskop (Gambar 2).



Gambar 2. *Haemocytometer*

Kerapatan spora dihitung menggunakan rumus (Syahnen *et al.*, 2014):

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

Keterangan :

S : Jumlah spora

R : Jumlah rata-rata spora pada empat bidang pandang *haemocytometer*

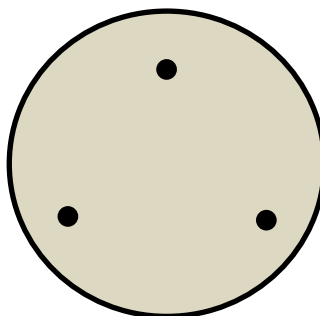
K : Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$)

F : Faktor pengenceran yang dilakukan

3.4.6 Pengujian Viabilitas Isolat *Trichoderma* sp.

Pengujian viabilitas menggunakan isolat yang sama pada pengamatan kerapatan spora (suspensi pengenceran tingkat 10^{-3}). Suspensi yang digunakan kemudian diteteskan pada cawan petri yang berisi media PDA pada tiga titik yang letaknya berbeda (Gambar 3). Selanjutnya hasil penetesan diinkubasi selama 12 jam, kemudian diamati dibawah mikroskop. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah spora yang berkecambah dan yang tidak berkecambah untuk dihitung daya berkecambahnya. Penghitungan daya berkecambah menggunakan rumus (Martinus *et al.*, 2010) :

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



Gambar 3. Titik Penetesan Suspensi

3.4.7 Uji Kemampuan Isolat *Trichoderma* sp. sebagai PGPF

3.4.7.1 Penyiapan Media Tanam

Media yang digunakan untuk pengujian PGPF merupakan hasil dari campuran pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Media kemudian disterilisasikan pada suhu 121°C selama 15 menit. Media yang sudah steril kemudian dipindahkan kedalam *polybag* ukuran 0,5 Kg. Setiap *polybag* diisi dengan media sebanyak 500 gram.

3.4.7.2 Penyiapan Media Beras sebagai Media Perbanyakan Isolat *Trichoderma* sp.

Perbanyakan isolat *Trichoderma* sp. menggunakan media beras yang sebelumnya telah dicuci, lalu dikukus sampai setengah matang. Beras yang telah dikukus kemudian dimasukkan kedalam plastik tahan panas, tiap plastik berisi 100 gram media beras. Kemudian media disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

3.4.7.3 Perbanyakan Isolat *Trichoderma* sp.

Sebelum diperbanyak, 10 isolat *Trichoderma* sp. tahan N tinggi, 10 isolat *Trichoderma* sp. tahan P tinggi dan 8 isolat *Trichoderma* sp. tahan pH rendah, dipilih 3 isolat terbaik dari masing-masing jenis ketahanannya. Isolat-isolat terpilih dan isolat *wild type*, kemudiandiremajakan pada media PDA selama 3 hari. Setelah berumur 3 hari, satu potong bor gabus biakan murni dengan diameter

±5mm dipindahkan ke dalam kantong plastik yang berisi media beras (100gram) steril, lalu diikat dan diinkubasi selama 10 hari pada suhu kamar.

3.4.7.4 Penyiapan Tanaman Indikator

Tanaman indikator yang digunakan dalam uji PGPF adalah tanaman mentimun. Benih mentimun didisinfeksi dengan cara direndam selama 5 detik pada larutan *etanol* 70% dan *sodium hypochlorite* 2%. Benih yang telah didisinfeksi kemudian disemai didalam nampan yang dilapisi kertas merang lembab selama 2 hari.

3.4.7.5 Aplikasi PGPF

Sebanyak 10 gram media beras yang telah diinokulasikan dengan isolat mutan *Trichoderma* sp terpilih, serta *wild type* dicampur dengan media tanam pada *polybag* sebanyak empat ulangan, kemudian disiram dan didiamkan selama satu hari. Bibit mentimun yang berumur 2 hari, kemudian dipindah tanamkan ke media yang telah dicampurkan dengan masing-masing jamur *Trichoderma* sp. yang akan diuji.

3.4.7.6 Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap dua hari sekali selama 21 hari meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan kehijauan daun (menggunakan *chlorophylmeter*). Pada akhir masa tanam, dilakukan juga pengamatan terhadap panjang akar, bobot basah dan kering berangkasan tanaman. Bobot basah tanaman ditimbang sesaat setelah tanaman dicabut. Sedangkan, bobot kering tanaman ditimbang setelah dilakukan pengeringan menggunakan oven selama 3 hari dengan suhu 80°C.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Isolat mutan *Trichoderma* sp. yang tidak kehilangan kemampuan mutannya setelah diuji pada media PDA, yaitu ITN 1.1, ITN 1.3, ITN 3.1, ITN 3.2, ITP 3.2 dan ITP 3.3
2. Isolat mutan *Trichoderma* sp. yang masih memiliki kemampuannya sebagai PGPF yaitu, ITN 1.1, ITN 1.3 dan ITP 3.2.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah perlunya dilakukan pengujian kemampuan mutan *Trichoderma* sp. hasil iradiasi sinar UV menggunakan media dengan kandungan N tinggi, P tinggi dan pH rendah secara *in-plata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad dan P.S. Eny. 2009. Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan Cendawan *Fusarium oxysporum*. *Buletin RISTRI* 1(4): 160-161.
- Ahlem, H., M. Ezziyyani., B. Alain., dan A. Lamarti. 2012. Effect of pH, Temperature and Water Activity on The Inhibition of *Botrytis cinerea* by *Bacillus amyloliquefaciens* Isolates. *African Journal of Biotechnology* 11(9): 2210-7.
- Alexopoulos, C. J., dan C. W. Mims. 1979. *Introductory Mycology*. Third edition. Jhon Wiley and Sons. New York. 631 hlm.
- Allorerung, D., Msyakir., Z. Poeloengan., Syafaruddin dan W Rumini. 2010. *Budidaya Kelapa Sawit*. Aska Media, Bogor. hlm 71.
- Alviodinasyari, R., A. Martina., dan W. Lestari. 2015. Pengendalian *Ganoderma boninense* oleh *Trichoderma* sp. SBJ8 pada Kecambah dan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Tanah Gambut. *Jom FMIPA* 2(1): 99-107.
- Ariffin D., A. S. Idris., dan G. Singh. 2000. Status of Ganoderma in Oil Palm. Di dalam: Flood J, Bridge PD, Holderners M. (Editor), *Ganoderma Disease of Perennial Crops*. CABI Publishing, Wallingford, UK. hlm 49-68.
- Balasubramanian, N., V. T. Priya., S. Gomathinayagam., V. Shanmugaiah., J. Jashnie., dan D. Lalithakumari. 2010. Effect of Chitin Adapted and Ultraviolet Induced Mutant of *Trichoderma harzianum* Enhancing Biocontrol and Chitinase Activity. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4(10): 4701 - 4709.
- Chandanie, W.A., M. Kubota., dan M. Hyakumachi. 2009. Interactions Between The Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus mosseae* and Plant Growth-Promoting Fungi and Their Significance for Enhancing Plant Growth and Suppressing Damping-Off of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Applied Soil Ecology* 41: 336–341.

- Contreras-Cornejo, H. A., L. Marcias-Rodriguez., C. Cortes-Penagos., dan J. Lopez-Bucio. 2009. *Trichoderma virens*, a Plant Beneficial Fungus, Enhances Biomass Production and Promotes Lateral Root Growth through an Auxin-Dependent Mechanism in Arabidopsis. *Plant Physiology* 149: 1579-92.
- Dendang, B. 2015. Uji Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* sp. yang Menyerang Tanaman Sengon secara In-vitro. *Penelitian Kehutanan Wallacea* 4(2): 147-156.
- Fauzi, Y., Y. E. Widyastuti., I. Satyawibawa., dan R. H. Paeru. 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 236 hlm.
- Gusnawaty., M. Taufik., L. Triana., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Agroteknos* 4(2): 87-93.
- Hadapad, A. B., N. Vijayalakshmi., R. S. Hire., dan T. K. Dongre. 2008. Effect of Ultraviolet Radiation on Spore Viability and Mosquitocidal Activity of an Indigenous ISPC-8 *Bacillus sphaericus* Neide strain. *Acta Tropica* 107: 113-6.
- Harman, G. E. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96: 190-194.
- Hajieghrari, B., M. Torabi-Giglou., M. R. Mohammadi., dan M. Davari. 2008. Biological Potential of Some Iranian *Trichoderma* Isolates in The Control of Soil Borne Plant Pathogenic Fungi. *African Journal of Biotechnology* 7 (8) : 967 - 972.
- Herdyastuti, N., T. J. Raharjo., Mudasir, dan S. Matsjeh. 2009. Chitinase and Chitinolytic Microorganism : Isolation, Characterization and Potential. *Indo. J. Chem* 9(1): 37 - 47.
- Hushiarian, R., N. A. Yusof., dan S. W. Dutse. 2013. Detection and Control of *Ganoderma boninense*: Strategies and Perspectives. *Springer Plus* 2013 2:555 12 hlm.
- Ismail, N dan Tenrirawe. 2010. *Potensi Agens Hayati Trichoderma spp. sebagai Agens Pengendali Hayati*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Sulawesi Utara.
- Jayaswal R. K., R. Singh., dan Y.S Lee. 2003. Influence of Physiological and Environmental Factors on Growth and Sporulation of an Antagonistic Strain of *Trichoderma viride* RSR 7. *Mycobiology* 31(1): 36-41.
- Lestari, A. P. 2009. Pengembangan Pertanian Berkelanjutan Melalui Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Organik. *Agronomi* 13(1): 38 - 44.

- Martinus., Y. Liswarni., dan Y. Miska. 2010. Uji Konsentrasi Air Rebusan Daun Serai Wangi *Andropogon nardus* L. (graminae) terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Pepaya secara In-vitro. *Manggara* 11(2): 57-64.
- Murali, M., K. N. Amruthesh., J. Sudisha., S. R. Niranjana., dan 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.
- Nurhaedah. 2002. Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* sp. dan Mulsa terhadap Persentase Serangan Penyakit Antraknosa pada Buah Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.). [Skripsi]. Fakultas Pertanian UNTAD, Palu.
- Nurhayati, H. 2001. Pengaruh Pemberian *Trichoderma* sp. terhadap Daya Infeksi Dan Ketahanan Hidup *Sclerotium roflsii* pada Akar Bibit Cabai. [Skripsi]. Fakultas Pertanian UNTAD, Palu.
- Pahan, I. 2012. *Kelapa Sawit : Manajemen dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta. 411 hlm.
- Paterson, R. R. M. 2007. Ganoderma Disease of Oil Palm – A White Rot Perspective Necessary For Integrated Control. *Crop protection* 26, 1369-1376.
- Patil, A. S., dan A. G. Lunge. 2012. Strain Improvement of *Trichoderma harzianum* by UV Mutagenesis Forenhancing it's Biocontrol Potential Against *Aflotoxigenic aspergillus* Species. *The Experiment* 4(2): 228-42.
- Priwiratama, H., A. E. Prasetyo., dan A. Susanto. 2014. Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit Secara Kultur Teknis. *Firopatologi Indonesia* 10(1): 1-7.
- Priyatno, T. P. 2012. Pendekatan Ekologis Mengatasi Penyakit Busuk Pangkal Batang Ganoderma pada Kelapa Sawit. *Agroinovasi* Edisi 5-11 September 2012 No.3472 Tahun XLIII.
- Purba, R. D. H. 2010. Perubahan Morfologi Sel dan Kemampuan Fermentasi *Saccharomyces* sp. Isolat Daging Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) yang Diradiasi dengan Sinar Ultraviolet. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Purwantisari, S., dan R. B. Hastuti. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *BIOMA* 11(2): 45-53.

- Semangun, H. 2000. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 150-161p.
- Shivana, M. B., M. S. Meera., dan 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.
- Sukanya, S. L dan O. Spring. 2013. Influence of Temperature and Ultraviolet Light on Viability and Infectivity of *Peronospora tabacina* sporangia. *Crop Protection* 51: 14-18.
- Susanto, A., A. E. Prasetyo., dan S. Wening. 2013. Laju Infeksi Ganoderma pada Empat Kelas Tekstur Tanah. *Fitopatologi Indonesia* 9(2): 39-46.
- Susanto, A., P. S. Sudharto., R. Y. Purba. 2005. Enhancing Biological Control of Basal Stem Rot Disease (*Ganoderma boninense*) in Oil Palm Plantations. *Mycopathologia* 159(1): 153–157.
- Susilo, P., L. Soesanto., dan M. Wachjadi. 2005. Pengaruh Penggunaan Fungisida Sintetis dan *Trichoderma* sp. Secara Tunggal atau Gabungan terhadap Penyakit Hawar Pelepah Daun Padi. *Pembangunan Pedesaan* 5(1): 34-41.
- Suswanto, I. dan T. H. Ramadhan. 2014. Perbaikan Daya Antagonis *Trichoderma harzianum* Rifai. terhadap *Septobasidium* spp. Melalui Sinar UV. *Agroteknos* 4(3): 147-151.
- Syahnen., D. D. Normalisa., S. Ekanitha., dan Pinem. 2014. *Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium*. Laboratoruim Lapangan Balai Besar Penelitian dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.
- Tamarin, R. 1995. *Principles of Genetics*. Boston: WEB.
- Tindaon, H. 2008. Pengaruh Jamur Antagonis *Trichoderma harzianum* dan Pupuk Organik untuk Mengendalikan Patogen Tular Tanah *Sclerotium roflsii* Sacc. pada Tanaman Kedelai (*Glycinemax* L.) di Rumah Kasa. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara. Medan. hlm: 9-10.
- Wicaksono, W. A., R. F. Buana., dan E. C. Situmorang. 2011. Analisis Keragaman Genetik *Ganoderma boninense* dari Beberapa Perkebunan Berdasarkan Marka Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *BioTeknoSawit-Jatropha* 1(1): 25-31.
- Worosuryani, C., A. Priyatmojo., dan A. Wibowo. 2006. Uji Kemampuan Jamur Yang Diisolasi dari Lahan Pasir sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). *Agrosains* 19 (2): 179-191.