

**IDENTIFIKASI PATOGEN BUSUK AKAR TANAMAN KOPI (*Coffea* sp.)
DARI ULUBELU, TANGGAMUS DAN SKRINING JAMUR
Trichoderma spp. SEBAGAI ANTAGONISNYA**

(Skripsi)

Oleh

BERRI ADIWASA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PATOGEN BUSUK AKAR TANAMAN KOPI (*Coffea* sp.) DARI ULUBELU, TANGGAMUS DAN SKRINING JAMUR *Trichoderma* spp. SEBAGAI ANTAGONISNYA

Oleh

BERRI ADIWASA

Identitas patogen penyebab penyakit busuk akar pada tanaman kopi dan cara pengendaliannya merupakan informasi yang penting untuk diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penyakit busuk akar pada tanaman kopi dari Ulubelu, Tanggamus dan mendapatkan isolat jamur *Trichoderma* spp. sebagai antagonisnya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Agustus hingga November 2016. Secara umum penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahap pertama mengidentifikasi penyebab penyakit busuk akar tanaman kopi dari Ulubelu. Tahap kedua melakukan skrining untuk mendapatkan isolat jamur antagonis terbaik untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit busuk akar kopi. Penelitian tahap kedua menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 15 perlakuan dan 4 ulangan. Parameter yang diamati pada tahap skrining adalah persentase penghambatan, kemampuan tumbuh, kerapatan dan viabilitas spora.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam, dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab penyakit busuk akar tanaman kopi dari Ulubelu, Tanggamus disebabkan oleh jamur akar cokelat (*Phellinus noxius*).

Didapatkan 6 isolat jamur *Trichoderma* spp. yang berperan sebagai antagonis jamur akar cokelat pada tanaman kopi.

Kata kunci: Identifikasi, kopi, *Phellinus noxius*, skrining, *Trichoderma* spp.

**IDENTIFIKASI PATOGEN BUSUK AKAR TANAMAN KOPI (*Coffea* sp.)
DARI ULUBELU, TANGGAMUS DAN SKRINING JAMUR
Trichoderma spp. SEBAGAI ANTAGONISNYA**

Oleh

Berri Adiwasa

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI PATOGEN BUSUK AKAR TANAMAN KOPI (*Coffea* sp.) DARI ULUBELU, TANGGAMUS DAN SKRINING JAMUR *Trichoderma* spp. SEBAGAI ANTAGONISNYA**

Nama Mahasiswa : **Berri Adiwasa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1214121038**

Jurusan : **Agroteknologi**

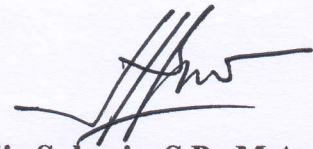
Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Efri, M.S.
NIP 196009291987031002



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

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



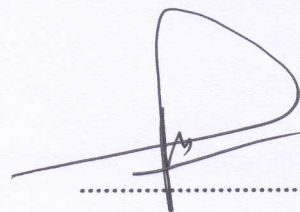
Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

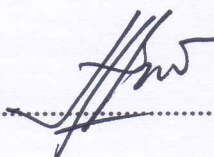
Ketua

: **Ir. Efri, M.S.**



Sekretaris

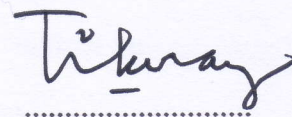
: **Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.**



Penguji

Bukan Pembimbing

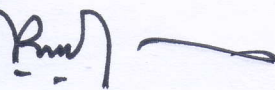
: **Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 21 Maret 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Identifikasi Patogen Busuk Akar Tanaman Kopi (*Coffea* sp.) dari Ulubelu, Tanggamus dan Skrining Jamur *Trichoderma* spp. sebagai Antagonisnya” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Maret 2017

Penulis,



Berri Adiwasa
NPM 1214121038

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Metro, Provinsi Lampung, pada 19 Maret 1994 sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Wardoyo dan Ibu Umiyati. Penulis mengawali pendidikan pada Taman Kanak-kanak (TK) Perwanida, Metro, Provinsi Lampung. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Tulusrejo, Kecamatan Pekalongan Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung pada tahun 2000-2006. Pada tahun 2006-2009 penulis menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Pertama, MTs Negeri Batanghari, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Tahun 2009-2012 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (MA) Negeri 2 Metro, Provinsi Lampung dan pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Program Studi Agroteknologi melalui ujian tertulis Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN 2012).

Pada bulan Januari – Maret 2015, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Bakung Rahayu Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulangbawang. Pada bulan Juli – Agustus penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Pusat Pertanian Organik Yayasan Bina Sarana Bakti, Kabupaten Bogor, Jawa Barat selama 30 hari.

Ketika Tuhan mengambil sesuatu dari tangan mu, Dia tidak menghukum mu, namun hanya membuka tangan mu tuk menerima yang lebih baik (5 cm)

Janganlah membuatmu putus asa dalam mengulang-ulang doa ketika Allah menunda ijabah doa itu. Dia-lah yang menjamin ijabah doa itu menurut pilihan-Nya padamu, bukan menurut seleramu. Kelak pada waktu yang dikehendaki-Nya, bukan menurut waktu yang kau kehendaki (Ibnu Atha'ilah)

Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan (Q.S Al-Insyirah: 5-6)

Better Fought and lost, than to never have fought at all

Kupersembahkan karya ini untuk

*Kedua Orangtua penulis yang penulis banggakan sebagai
suatu apresiasi dan ucapan terimakasih yang sebesar-
besarnya*

*Saudara, sahabat, yang telah mendukung dan memberikan
doa atas pencapaian ini, serta*

Almamater yang kubanggakan

SANWACANA

Bismillaahirohmaanirohiim.

Segala puji dan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan. Sholawat beserta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi dengan judul **“Identifikasi Patogen Busuk Akar Tanaman Kopi (*Coffea sp.*) dari Ulubelu, Tanggamus dan Skrining Jamur *Trichoderma spp.* Sebagai Antagonisnya”** ini disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Efri, M.S., selaku pembimbing satu yang telah memberi gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
2. Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan gagasan, nasihat, arahan, masukan dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

3. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku pembahas yang senantiasa memberikan pengarahan, kritik dan nasihat kepada penulis;
4. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung
6. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Ketua Bidang HPT Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Dr. Ir. M.A. Syamsul Arif, M.Sc., selaku pembimbing akademik penulis yang telah membimbing penulis dari awal hingga akhir kuliah.
8. Pak Parman selaku pemilik kebun kopi, atas bantuan, nasihat, dan kerjasamanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
9. Kedua orangtua penulis yang senantiasa selalu mendoakan, mendukung, menyemangati, hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan dan se penderitaan, Aziz, Iyan, Agustinus, Bayuga, Barto, atas bantuan dan kebersamaannya selama ini.
11. Teman-teman AGT kelas A, Agung, Bastian, Aresta, Ardi, Dayat, Dea menye, Ayu pandan, Desti diana, Daryati, Ami, Aulia, Anggun men, Aanisah atas dukungan, semangat dan bantuannya selama ini.
12. Teman-teman Lab Biotek, Aeni, Nova, Wulan, Diyan, Meri, Mbak Ucha, Rani, Dwiyanti, Mbak Dina, Mbak Ika, atas bantuan, semangat, dan candaan selama ini.
13. Teman-teman Agroteknologi 2012 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

14. Teman-teman kosan Madukorokers, Anugrah Yuyut L, Afrizon Romadhona, Ade Wahyu S, Fuad Dwi Yasa, Robiyan Taruna, Damar Alip P, Saputra Wijaya, Agus Pidarta, Ambar Pujotomo, Uki Ardianto, Restu Aldino atas kebersamaan, doa, dukungan dan bantuannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Mahasiswa D3 Perkebunan 2014 kosan Madukoro yang telah memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan *aamiin....*

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini.

Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, Maret 2017

Penulis

Berri Adiwasa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kopi	6
2.2 Jamur Akar pada Tanaman Kopi.....	7
2.3 Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	11
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur Akar Kopi di Ulubelu.....	14
3.4.2 Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	15
3.4.3 Kemampuan Antagonis, Kemampuan Tumbuh Kerapatan dan Viabilitas Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	17

3.4.3.1	Kemampuan Antagonis Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	17
3.4.3.2	Kemampuan Tumbuh Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	18
3.4.3.3	Kerapatan dan Viabilitas Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	19
3.4.3.3.1.	Kerapatan Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	19
3.4.3.3.2.	Viabilitas Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	20
3.4.3.4	Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> spp. terpilih.....	21
3.4.4	Identifikasi Isolat jamur <i>Trichoderma</i> spp.....	21
3.4.5	Analisis Data	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Identifikasi Patogen Penyebab Penyakit Busuk Akar pada Tanaman Kopi dari Kecamatan Ulubelu, Tanggamus	23
4.2	Kemampuan Antagonis, Kemampuan Tumbuh Kerapatan dan Viabilitas Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	29
4.2.1	Kemampuan Antagonis Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	29
4.2.2	Kemampuan Tumbuh Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	31
4.2.3	Kerapatan dan Viabilitas Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp. ...	33
4.2.3.1	Kerapatan Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	33
4.2.3.2	Viabilitas Spora Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	34
4.2.4	Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> spp. terpilih	36
4.3	Identifikasi Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> spp.	37

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat jamur <i>Trichoderma</i> spp. yang digunakan	16
2. Daya hambat isolat jamur <i>Trichoderma</i> spp. terhadap jamur akar pada tanaman kopi.....	30
3. Pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 2 hsi setelah inokulasi..	32
4. Kerapatan spora jamur <i>Trichoderma</i> spp.	33
5. Viabilitas jamur <i>Trichoderma</i> spp.	35
6. Isolat jamur <i>Trichoderma</i> spp. terpilih berdasarkan parameter pengamatan	36
7. Hasil identifikasi morfologi isolat <i>Trichoderma</i> spp.secara makroskopis dan mikroskopis	38
8. Hasil uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 3 hsi	53
9. Analisis ragam data uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 3 hsi.....	54
10. Hasil uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 4 hsi	55
11. Analisis ragam data uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 4 hsi	56
12. Hasil uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 5 hsi	57
13. Analisis ragam data uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 5 hsi.....	58
14. Hasil uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 6 hsi	59
15. Analisis ragam data uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 6 hsi.....	60

16. Hasil uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 7 hsi	61
17. Analisis ragam data uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 7 hsi.....	62
18. Hasil uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 8 hsi	63
19. Analisis ragam data uji antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 8 hsi.....	64
20. Hasil uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 1 hsi	65
21. Analisis ragam data uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp., pada 1 hsi	66
22. Hasil uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 2 hsi	67
23. Analisis ragam data uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 2 hsi	68
24. Hasil Uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 3 hsi	69
25. Hasil uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 3 hsi (Data hasil transformasi Log x)	70
26. Analisis ragam data hasil uji pertumbuhan jamur <i>Trichoderma</i> spp. pada 3 hsi (Data hasil transformasi Log x)	71
27. Hasil uji kerapatan spora jamur <i>Trichoderma</i> spp. ($\times 10^7$ Spora/ml)	72
28. Hasil uji kerapatan spora jamur <i>Trichoderma</i> spp. (10^7 Spora/ml) (Data hasil transformasi Akar x + 0,5).....	73
29. Analisis ragam data hasil uji kerapatan spora jamur <i>Trichoderma</i> spp. ($\times 10^7$ Spora/ml) (Data hasil transformasi Akar x + 0,5)	74
30. Hasil uji viabilitas jamur <i>Trichoderma</i> spp.	75
31. Analisis ragam data hasil uji viabilitas jamur <i>Trichoderma</i> spp.	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Basidiokarp <i>Phellinus noxius</i> pada media serbuk gergaji	8
2. Skema peletakan inokulum jamur antagonis <i>Trichoderma</i> spp. dan jamur patogen	17
3. Cara pengukuran diameter koloni	19
4. Letakan penetesan suspensi pada 3 titik (A, B, dan C).....	20
5. Tanaman kopi yang mati terserang penyakit busuk akar	23
6. Akar tanaman kopi yang terserang patogen busuk akar diselimuti gumpalan tanah dan terdapat garis cokelat	24
7. Akar tanaman kopi yang terserang patogen jamur akar cokelat diselimuti gumpalan tanah (a), dan akar tanaman kopi yang terdapat garis cokelat (b) menurut Ann dkk. (2002)	25
8. Koloni <i>Phellinus noxius</i> pada media PSA menurut Sahashi (2013) (a) dan kolonijamur akar hasil isolasi dari akar tanaman kopi yang sakit	26
9. Biakan murni jamur akar hasil isolasi umur 14 hari (a), biakan jamur akar cokelat pada media PDA menurut Ann dkk. (2002) (a) dan Sahashi (2013)(b)	26
10. Struktur khusus jamur akar kopi hasil isolasi pada perbesaran 40x	28
11. Artrospora (a) dan trikosis (b) menurut Ann dkk. (2002) dan hifa bercabang (c) menurut Sahashi (2013)	28
12. Isolat Pkt 1b dengan persentase penghambatan 94,44 %, dan isolat Gdr dengan persentase penghambatan 60,55 % pada 8 hsi	31
13. Viabilitas spora jamur <i>Trichoderma</i> spp. 12 jam setelah inkubasi	34

14. Hasil antagonis jamur <i>Trichoderma</i> spp. terhadap jamur akar	77
---	----

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, antara lain sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan petani dan sumber devisa negara. Perkebunan kopi mampu menyediakan lapangan kerja dan pendapatan kepada lebih dari 2 juta kepala keluarga. Pada periode 1994-1998 ekspor komoditas kopi mampu menghasilkan devisa lebih dari US \$ 500 juta/tahun (Herman, 2003).

Pada tahun 2010 produksi kopi robusta milik rakyat Indonesia mencapai 517.397 ton dengan luasan lahan 1.162.810 ha, namun mengalami penurunan produksi pada tahun 2011 menjadi 472.022 ton dengan luasan lahan 1.184.967 ha (Kementrian Pertanian, 2015). Penurunan produksi kopi diduga diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satunya disebabkan adanya serangan hama dan penyakit tanaman.

Penyakit busuk akar kopi merupakan salah satu penyakit utama yang menjadi kendala penting dalam upaya peningkatan produksi kopi. Gejala awal penyakit busuk akar dimulai dengan layunya daun, kemudian daun menguning, dan akhirnya tanaman mati dengan bagian akar tanaman yang terserang menjadi busuk (Parman, komunikasi pribadi).

Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi penghasil kopi yang ada di Indonesia. Kecamatan Ulu Belu Kabupaten Tanggamus merupakan salah satu daerah produksi kopi di Lampung. Upaya pembudidayaan kopi di Kecamatan Ulubelu Kabupaten Tanggamus hingga saat ini masih terkendala dengan adanya serangan hama dan penyakit, khususnya penyakit busuk akar yang masih sulit untuk diatasi, dan identitas penyebab penyakit busuk akar ini sendiri masih belum diketahui secara jelas. Menurut Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan (2002) penyakit busuk akar dapat dikendalikan menggunakan berbagai macam teknik pengendalian, diantaranya dengan cara kultur teknis, eradikasi tanaman yang terserang, hingga menggunakan agensia hayati.

Dewasa ini, penggunaan agensia hayati mulai banyak digunakan dan dikembangkan karena dianggap memiliki kelebihan diantaranya tidak meninggalkan residu, berbahaya di lingkungan, tidak menimbulkan resistensi, tidak menyerang tanaman inang, dan relatif murah. Salah satu mikroba yang bermanfaat tersebut berasal dari kelompok jamur antagonis, salah satunya berasal dari kelompok jamur *Trichoderma* spp. Hingga saat ini belum ada laporan tentang adanya isolat *Trichoderma* yang mampu menekan perkembangan penyakit jamur akar kopi di Kecamatan Ulubelu.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi penyebab penyakit busuk akar di Kecamatan Ulubelu dan mendapatkan isolat jamur *Trichoderma* spp. yang berperan sebagai antagonis jamur penyebab penyakit busuk akar kopi, khususnya di Kecamatan Ulubelu.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi penyebab penyakit busuk akar kopi dari Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus.
2. Mendapatkan isolat jamur *Trichoderma* spp. yang berperan sebagai antagonis terhadap patogen busuk akar kopi dari Kecamatan Ulubelu Kabupaten Tanggamus, dan mengidentifikasi spesies dari isolat jamur *Trichoderma* spp. yang digunakan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Identitas jamur penyebab penyakit akar kopi dari Kecamatan Ulebelu hingga saat ini masih belum diketahui secara pasti. Menurut informasi yang didapat berdasarkan hasil observasi lapang dan komunikasi pribadi dengan pemilik kebun kopi di Kecamatan Ulubelu, penyakit tersebut mengakibatkan daun tanaman kopi menjadi layu mendadak, dan akhirnya tanaman mati. Akar dari tanaman kopi yang terserang penyakit busuk akar ini menjadi busuk, dan terdapat garis-garis berwarna kecokelatan apabila akar kopi ini dibelah.

Berbagai macam cara telah dilakukan untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman agar tidak menyebar luas dan menimbulkan kerusakan yang parah pada area pertanaman. Penggunaan agensia hayati merupakan salah satu cara pengendalian yang saat ini sedang banyak diteliti dan dikembangkan. Selain lebih murah dan aman bagi lingkungan, penggunaan agensia hayati juga akan memberikan perlindungan jangka panjang dan berkelanjutan karena pada umumnya agensia hayati yang diaplikasikan tersebut dapat bertahan, tumbuh dan berkembang. Salah satu agensia hayati yang telah banyak digunakan dan terbukti mampu mengendalikan berbagai jenis patogen tanaman adalah jamur *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. pada umumnya bersifat saprofit (hidup di sisa-sisa bahan organik). Jamur dari genus *Trichoderma* berasal dari divisi ascomycetes memiliki ciri pertumbuhan yang cepat, konidia berwarna hijau sebagian besar cerah dan struktur konidiofor bercabang dan banyak terdapat di alam (Saba dkk., 2012). Mekanisme penghambatan jamur *Trichoderma* spp. terhadap jamur lain terjadi melalui beberapa mekanisme, antara lain mikoparasit (memarasit miselium jamur lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga jamur akan mati), menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghancurkan sel jamur patogen, mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan (Harman, 1998 dalam Gultom, 2008).

Trichoderma spp. juga telah dilaporkan banyak digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis jamur akar seperti jamur akar putih (Kusdiana dkk., 2015), jamur akar coklat (Supriadi, 2004). Selain itu *Trichoderma* spp. juga dilaporkan mampu mengendalikan penyakit busuk pangkal batang lada (Ginting dan Maryono, 2012), dan juga mampu bertahan pada bagian tanaman seperti daun hingga 17 hari setelah aplikasi pada bagian tanaman tersebut (Efri dkk., 2009). Saat ini, sebanyak 15 isolat jamur *Trichoderma* spp. berhasil diisolasi dari berbagai habitatnya. Diharapkan diantara jamur *Trichoderma* spp. yang didapatkan tersebut terdapat isolat yang mampu menekan perkembangan jamur penyebab penyakit akar kopi, khususnya penyebab penyakit akar kopi di Kecamatan Ulubelu, Tanggamus.

1.4 Hipotesis

1. Penyakit busuk akar yang menyerang tanaman kopi dari Kecamatan Ulubelu disebabkan oleh jamur akar coklat.
2. Terdapat isolat jamur *Trichoderma* spp. yang memiliki kemampuan antagonis lebih baik dibandingkan dengan isolat lain yang diuji

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi (*Coffea* sp.)

Klasifikasi kopi menurut United States Department of Agriculture (2002)

Regnum	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Rubiales
Family	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i>
Species	: <i>Coffea</i> sp.

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi diantara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2012).

Peranan hama dan penyakit pada usahatani kopi semakin terasa bila dikaitkan dengan ekspor. Persyaratan untuk ekspor ke beberapa negara yang harus memenuhi persyaratan antara lain bebas hama-penyakit, sehingga pengendalian hama penyakit menjadi sangat penting untuk dilakukan (Rosmahani dkk., 2005). Salah satu penyakit utama tanaman kopi adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur akar.

2.2 Jamur Akar pada Tanaman Kopi

Menurut Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan (2002) ada tiga jenis penyakit jamur akar pada tanaman kopi, yaitu: jamur akar cokelat, jamur akar hitam dan jamur akar putih. Ketiganya menular melalui kontak akar. Penyakit ini dapat terjadi pada berbagai umur tanaman dan dapat mematikan tanaman.

Menurut Anonim (2016) jamur akar cokelat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Jamur Akar Cokelat (*Phellinus noxius*)

Kingdom : Fungi
Divisio : Basidiomycota
Class : Basidiomycetes
Order : Hymenochaetales
Family : Hymenochaetaceae
Genus : *Phellinus*
Species : *Phellinus noxius*

P. noxius adalah organisme yang tumbuh relatif cepat. Jamur ini menghasilkan koloni cokelat pada PDA dengan garis-garis cokelat gelap tidak teratur (Ann dkk., 2002). Gejala khas jamur akar cokelat yaitu akar tunggang tertutup oleh kerak yang terdiri dari butir-butir tanah yang melekat kuat. Diantara butir-butir tanah tampak adanya anyaman benang jamur cokelat kehitaman. Kayu akar yang sakit membusuk, kering dan lunak (Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, 2002).

Akar yang terinfeksi *P. noxius* awalnya menunjukkan perubahan warna cokelat. Serangan lebih lanjut mengakibatkan akar membusuk, terdapat benang-benang hifa berwarna putih. Permukaan kulit luar akar menjadi kasar karena ditutupi dengan lapisan tanah, sementara kulit bagian dalam ditutupi dengan miselium berwarna putih kecokelatan. *P. noxius* juga dapat bertahan hidup pada sisa-sisa akar yang terserang selama lebih dari 10 tahun (Ann dkk., 2002).

Ketika tumbuh pada media serbuk gergaji, *P. noxius* menghasilkan basidiokarp tipis, keras, dan tidak merata mirip dengan yang ditemukan di alam. Basidiokarp awalnya cokelat kekuningan dengan margin putih, kemudian menjadi cokelat dan akhirnya menjadi berwarna abu-abu gelap (Ann dkk., 2002).



Gambar 1. Basidiokarp *Phellinus noxius* pada media serbuk gergaji

Menurut Pliego dkk. (2012) jamur akar cokelat diklasifikasikan sebagai berikut:

b. Jamur Akar Hitam (*Rosellinia bunoides*)

Kingdom : Fungi
Divisio : Ascomycota
Class : Sordariomycetes
Order : Xylariales
Family : Xylariaceae
Genus : *Rosellinia*
Species : *Rosellinia bunodes*

Gejala yang diserang oleh jamur *R. bunodes* adalah: batang kopi mati secara mendadak, akar-akar yang besar terdapat benang-benang jamur yang berwarna hitam dan bersatu membentuk satu lapisan hitam, kulit yang terserang menjadi busuk, pada pangkal leher akar terbentuk *callus* (bakal akar), bila bibit yang sakit dikupas, pada kayu terdapat bintik-bintik hitam, jika akar dibelah terdapat garis-garis hitam (Kayame, 2010).

Menurut Semangun (1991) bagian kulit akar yang terserang *R. Bunodes* menjadi busuk, apabila kulit dikupas maka akan tampak benang-benang berwarna hitam, apabila akar dibelah maka akan tampak garis-garis berwarna hitam. Tahap awal perkembangan penyakit busuk akar hitam masih terbatas pada leher akar, dan akar-akar yang dekat dengan permukaan tanah.

c. Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*)

Menurut CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International) (2017)

penyakit Jamur Akar Putih (JAP) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisio	: Basidiomycota
Class	: Agaricomycetes
Order	: Polyporales
Family	: Meripilaceae
Genus	: <i>Rigidoporus</i>
Species	: <i>Rigidoporus microporus</i>

Gejala serangan JAP menurut Semangun (1991) yaitu tanaman yang terserang mula-mula daunnya terlihat kusam, kurang mengkilat, dan melengkung ke bawah, selanjutnya daun menjadi kuning dan rontok. Akar tanaman yang terserang menjadi busuk dan akhirnya tanaman menjadi rebah. Akar yang sakit permukaannya menjadi kasar, pada permukaan akar yang sakit terdapat benang-benang miselium jamur (rhizomorf) berwarna putih.

JAP menular karena adanya kontak antara akar tanaman sehat dengan akar tanaman yang sakit, atau dengan kayu yang mengandung sumber infeksi. Agar dapat mengadakan infeksi pada akar yang sehat, jamur harus mempunyai cadangan makanan yang cukup. Berbeda dengan jamur akar lain, jamur akar putih dapat menular dengan perantara rizomorf. Pada kebanyakan jamur akar, rizomorf hanya menjalar pada permukaan akar, pada JAP rizomorf dapat menjalar bebas dalam tanah (Semangun, 1991).

Pengendalian jamur akar tanaman kopi dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya:

- a. Membongkar pohon terserang sampai ke akarnya, lalu membakar. Lubang bekas bongkaran dibiarkan terbuka selama kurang lebih 1 tahun (Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, 2002), namun kelemahan dari pengendalian ini membutuhkan waktu yang relatif lama.
- b. Pengobatan tanaman sakit dengan menggunakan fungisida. Fungisida yang digunakan dapat berupa fungisida kimia. Pengendalian menggunakan fungisida memiliki beberapa kelemahan yaitu harga yang relatif mahal karena untuk mengendalikan jamur akar, fungisida harus diaplikasikan dengan interval tertentu (Kusdiana dkk., 2015).
- c. Pengendalian menggunakan agensia hayati seperti jamur *Trichoderma* spp., selain biaya yang digunakan relatif murah, pengendalian ini juga tergolong ramah lingkungan karena tidak berpengaruh negatif terhadap manusia dan lingkungan (Wagiman, 2014). *Trichoderma* spp. banyak digunakan untuk pengendalian berbagai jenis patogen tanaman, termasuk jamur akar seperti jamur akar putih (Kusdiana dkk., 2015), jamur akar cokelat dan hitam (Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, 2002).

2.3 Jamur *Trichoderma* spp.

Menurut Ismail dan Tenrirawe (2009) *Trichoderma* spp. adalah salah satu jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit yang menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman (spektrum pengendalian luas). Beberapa hasil

penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur (Muksin dkk., 2013), termasuk jamur akar cokelat pada tanaman jambu mete (Supriadi, 2004). *Trichoderma* spp. mudah ditemukan pada ekosistem tanah, sisa bahan organik dan risosfer tanaman (Harman dkk., 2004).

Selain sebagai antagonis, *Trichoderma* spp. mempunyai kemampuan untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Beberapa strain *Trichoderma* spp. mampu menembus ke dalam epidermis tanaman dan memproduksi dan melepaskan berbagai senyawa ke dalam jaringan tanaman yang dapat menginduksi respon resistensi lokal tanaman. Resistensi lokal terjadi pada jaringan tertentu, tempat dimana agen penginduksi diaplikasikan. Senyawa penginduksi tersebut secara sistemik menyebar ke seluruh bagian tanaman (Harman dkk., 2004).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap identifikasi penyebab penyakit busuk akar pada tanaman kopi dari Ulubelu, dan tahap skrining jamur *Trichoderma* spp. sebagai antagonis patogen penyebab penyakit busuk akar tanaman kopi di Kecamatan Ulubelu yang berlangsung dari bulan Agustus hingga November 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *laminar air flow*, bunsen, jarum ose, cawan petri, mikro pipet, erlenmeyer, drigalski, tabung reaksi, *rota mixer*, pinset, *cork borer*, penggaris, cangkul, alat tulis, pisau, timbangan, autoklaf, kompor, panci, gelas ukur, nampan, plastik tahan panas, gelas beaker, kamera, dan karet gelang.

Bahan yang digunakan antara lain sampel tanah dan akar tanaman sakit pada tanaman kopi, media PSA (*Potato Sukrose Agar*), alkohol 70%, NaClO 5,25 %, aquades, plastic wrap dan aluminium foil.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap identifikasi penyebab penyakit busuk akar pada tanaman kopi dari Kecamatan Ulubelu dan tahap skrining jamur *Trichoderma* spp. sebagai antagonis patogen busuk akar tanaman kopi di Kecamatan Ulubelu. Tahap identifikasi patogen busuk akar pada tanaman kopi dari Kecamatan Ulubelu tidak menggunakan rancangan percobaan. Tahap skrining jamur *Trichoderma* spp. terdiri dari uji pertumbuhan, uji viabilitas spora, uji kerapatan spora, uji antagonis dan identifikasi jamur *Trichoderma* spp. Tahap Skrining jamur *Trichoderma* spp. menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 ulangan, dan 15 isolat jamur *Trichoderma* spp. sebagai perlakuannya. Pengelompokan dilakukan berdasarkan waktu pengamatan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur Akar Kopi di Ulubelu

a. Isolasi Jamur Akar Kopi dari Ulubelu

Isolasi jamur akar penyebab penyakit busuk akar dilakukan dengan cara menggali tanah yang ada di sekitar tanaman kopi yang sakit kemudian mengambil bagian akar tanaman yang sakit. Akar dicuci menggunakan air, lalu direndam dalam larutan NaClO 2% selama 10 detik, kemudian direndam kembali menggunakan alkohol 70% selama 10 detik, dan terakhir dibilas menggunakan aquades sebanyak 3 kali. Bagian akar yang telah dicuci bersih ditumbuhkan pada media PSA (*Potato Sukrose Agar*) dan diinkubasi pada suhu ruang.

b. Identifikasi Jamur Akar Kopi dari Ulubelu

Identifikasi dilakukan dengan dua cara, yaitu membandingkan pengamatan gejala di lapang, dan membandingkan ciri makroskopis dan mikroskopis struktur tubuh jamur akar yang didapat dengan literatur yang telah ada.

3.4.2 Isolat Jamur *Trichoderma* spp.

Isolat jamur *Trichoderma* spp. yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 15 isolat. Secara detail isolat-isolat jamur *Trichoderma* spp. yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

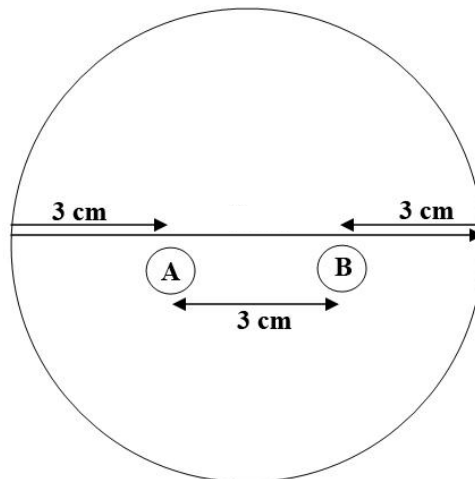
Tabel 1. Isolat Jamur *Trichoderma* spp. yang digunakan

No	Kode Isolat	Asal Isolat	Tahun Isolasi	Yang Mengisolasi
1	Rku16a			
2	Rku16b	Rizosfer Kopi	2016	Berri Adiwasa
3	Rku16c			
		Laboratorium		
4	Gdr	Gadingrejo, Lampung	-	Anonim
		Laboratorium		
5	Trj	Trimurjo, Lampung	-	Anonim
6	N11			
7	N9			
8	N24	Rizosfer nanas	2015	Idha Triani
9	N15			
10	Pkp1			
11	Pkp2			
12	Pkk			
13	Pkt 1a	Produk Komersil	2016	Eko Andrianto dan Berri Adiwasa
14	Pkt 1b			
15	Pkt2			
Keterangan:				
	Rku16a	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. Rizozfer kopi Unila 2016 A		
	Rku16b	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. Rizozfer kopi Unila 2016 B		
	Rku16c	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. Rizozfer kopi Unila 2016 C		
	Gdr	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. Gadingrejo		
	Trj	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. Trimurjo		
	Pkt 1a	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. produk komersil tengah 1A		
	Pkt 1b	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. produk komersil tengah 1B		
	Pkt 2	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. produk komersil tengah 2		
	Pkp1	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. produk komersil pinggir 1		
	Pkp2	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. produk komersil pinggir 2		
	Pkk	: Isolat <i>Trichoderma</i> sp. produk komersil kuning		

3.4.3 Kemampuan Antagonis, Kemampuan Tumbuh, Kerapatan dan Viabilitas Spora Jamur *Trichoderma* spp.

3.4.3.1 Kemampuan Antagonis Jamur *Trichoderma* spp.

Pengujian antagonis jamur *Trichoderma* spp. terhadap jamur akar secara *in vitro* dilakukan dengan metode dua kultur (*dual culture method*) dalam cawan petri yang berisi media PSA (Gambar 2). Inokulum jamur *Trichoderma* spp. dan jamur akar diletakkan secara terpisah dengan jarak 3 cm pada cawan petri yang berdiameter 9 cm. Jarak antara inokulum patogen dan inokulum jamur *Trichoderma* spp. dari tepi cawan adalah 3 cm. Peletakkan inokulum jamur *Trichoderma* spp. diletakkan dua hari setelah inokulasi jamur patogen. Sebagai pembanding (kontrol) inokulum jamur patogen akan diletakkan di tengah-tengah media cawan tanpa inokulum jamur *Trichoderma* spp.



Gambar 2. Skema peletakan inokulum jamur antagonis *Trichoderma* spp. (A) dan jamur patogen (B)

Pengamatan dilakukan mulai dari 3 hsi (hari setelah inokulasi) hingga 10 hsi terhadap jari-jari jamur akar yang menuju dan menjauhi *Trichoderma* sp.

Persentase penghambatan jamur *Trichoderma* spp. terhadap jamur akar dihitung menggunakan rumus Soenartiningssi dkk. (2014) :

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

Keterangan :

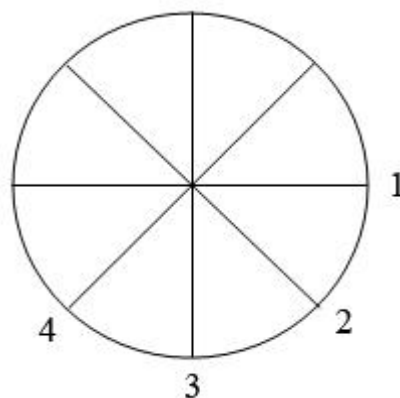
P = Persentase penghambatan

D1 = Diameter jamur patogen tanpa jamur *Trichoderma* spp. (kontrol)

D2 = Diameter koloni jamur patogen dengan jamur *Trichoderma* spp.

3.4.3.2 Kemampuan tumbuh jamur *Trichodermas* spp.

Uji kemampuan tumbuh dilakukan dengan cara menumbuhkan satu bor gabus biakan murni jamur *Trichodermas* spp. di tengah cawan petri yang berisi media PSA. Kemudian dilakukan pengukuran diameter koloni jamur setiap hari hingga jamur memenuhi cawan petri. Pengukuran diameter dilakukan sebanyak 4 kali menggunakan penggaris (Gambar 3). Data diameter yang digunakan adalah hasil rata-rata dari 4 kali pengukuran diameter yang dilakukan.



Gambar 3. Cara pengukuran diameter koloni

3.4.3.3 Kerapatan dan Viabilitas Spora Jamur *Trichoderma* spp.

3.4.3.3.1 Kerapatan Spora Jamur *Trichoderma* spp.

Uji kerapatan spora dilakukan dengan cara menambahkan 10 ml air steril pada cawan petri yang berisi biakan murni jamur *Trichoderma* spp. berumur 7 hari. Permukaan koloni jamur kemudian dikeruk secara hati-hati menggunakan drigalski. Setelah dikeruk, suspensi yang berisi spora *Trichoderma* spp. dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan menggunakan rotamixer.

Setelah suspensi homogen, kemudian diambil untuk ditetaskan pada *haemocytometer* dan ditutup dengan kaca obyek hingga suspensi mengalir ke bawah kaca obyek dan mengisi ruang hitung. Pengamatan spora dilakukan dengan menghitung jumlah spora dalam sepuluh kotak sedang dibawah mikroskop kemudian dihitung rata-ratanya. Setelah diketahui banyaknya spora pada kotak sedang di haemocytometer, selanjutnya dihitung jumlah spora dengan rumus menurut Syahnen dkk. (2014):

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

Keterangan:

S = Jumlah spora

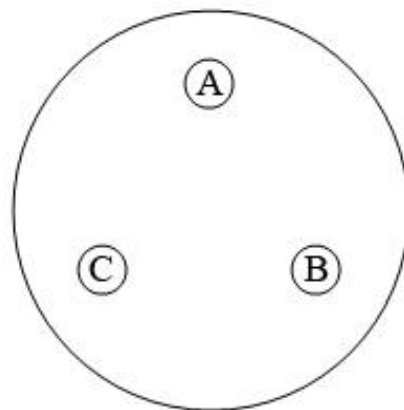
R = Jumlah rata-rata spora pada 5 bidang pandang haemocytometer

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

F = Faktor Pengenceran yang dilakukan

3.4.3.3.2 Viabilitas spora jamur *Trichoderma* spp.

Uji viabilitas dilakukan dengan cara mengambil 10 μ l suspensi spora yang digunakan untuk mengukur kerapatan spora, kemudian ditetaskan pada cawan petri yang berisi media PSA, masing masing 3 titik (A, B, dan C) (Gambar 4) dan diinkubasi selama 12 jam pada suhu ruang.



Gambar 4. Letak penetesan suspensi pada 3 titik (A, B, dan C)

Setelah 12 jam inkubasi, dilakukan pengamatan di bawah mikroskop.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah spora yang berkecambah dan yang tidak berkecambah. Viabilitas spora jamur *Trichoderma* spp. dihitung menggunakan rumus:

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

3.4.3.4 Isolat jamur *Trichoderma* spp. terpilih

Setelah dilakukan uji antagonis, kemampuan tumbuh, kerapatan spora, dan viabilitas, kemudian dipilih isolat-isolat yang memiliki nilai tertinggi pada parameter pengamatan yang diuji untuk mendapatkan isolat yang memiliki kemampuan lebih baik dibandingkan isolat lainnya. Parameter pengamatan dalam seleksi ini berupa persentase penghambatan, kemampuan tumbuh, kemampuan memproduksi spora, dan persentase perkecambahan.

3.4.4 Identifikasi Isolat Jamur *Trichoderma* spp.

Identifikasi jamur *Trichoderma* spp. dilakukan untuk mengetahui secara pasti nama spesies jamur *Trichoderma* spp. yang digunakan. Identifikasi jamur *Trichoderma* spp. dilakukan dengan cara membandingkan ciri makroskopis dan mikroskopis dengan literatur berupa jurnal milik Samuel dkk. (1999) dan buku identifikasi *Trichoderma and Gliocladium* vol. 1 karya Kubicek dan Harman. Ciri *Trichoderma* spp. secara makroskopis meliputi warna koloni dan

pertumbuhan koloni pada media PSA, sedangkan ciri mikroskopis meliputi konidiofor, konidia, spora, dan fialid .

3.4.5 Analisis Data

Data dari hasil uji pertumbuhan, uji viabilitas spora, uji kerapatan spora, dan uji antagonis yang didapat dianalisis menggunakan sidik ragam. Apabila data yang didapat berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Penyakit busuk akar pada tanaman kopi di Kecamatan Ulubelu Kabupaten Tanggamus diduga disebabkan oleh jamur akar cokelat (*Phellinus noxius*).
2. Terdapat 6 isolat jamur *Trichoderma* spp. yang memiliki kemampuan lebih baik pada beberapa parameter pengamatan yang diuji, yaitu isolat Rku16c yang termasuk spesies *Trichoderma harzianum*, N15 termasuk spesies *Trichoderma atroviride*, Pkt 1a, Pkt 1b, Pkt2 termasuk spesies *Trichoderma longibrachiatum*, dan Pkp1 (tidak teridentifikasi).

5.2 Saran

Perlu dilakukan uji lanjut Postulat Koch terhadap isolat jamur akar yang didapat dari hasil isolasi akar tanaman kopi yang sakit dari Ulubelu, Kabupaten Tanggamus.

DAFTAR PUSTAKA

- Ann, P. J., Ko, W. H. & Chang, T. T. 2002. *Phellinus noxius* Brown Root Rot of Fruit and Ornamental Trees in Taiwan. *Plant Disease* 86 (8): 820-826.
- Anonim. 2016. Global Biodiversity Information Facility. <http://www.gbif.org/species/113534997>. Diakses pada tanggal 13 Juni 2016.
- CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International). 2017. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/47610>. Diakses pada tanggal 2 Maret 2017.
- Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. 2002. *Musuh Alami Hama Penyakit Tanaman Kopi*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Efri., Prasetyo, J., & Suharjo, R. 2009. Skrining dan Uji Antagonisme Jamur *Trichoderma harzianum* yang mampu Bertahan di Filosfer Tanaman Jagung. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 9 (2): 121-129.
- Ginting, C., & Maryono, T. 2012. Penurunan Keparahan Penyakit Busauk Pangkal Batang Lada Akibat Aplikasi Bahan Organik dan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 12 (2): 162-168.
- Gultom, J.M. 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jamur Antagonis dengan Berbagai Tingkat Konsentrasi untuk Menekan Perkembangan Jamur *Phytophthora* sp. Penyebab Rebah Kecambah pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) <http://repository.usu.ac.id/pdf> . Diakses pada tanggal 21 Juni 2016.
- Hardianti, A.R., Rahayu, Y.S., & Asri, M.T. 2014. Efektivitas Waktu Pemberian *Trichoderma harzianum* dalam Mengatasi Serangan Layu Fusarium pada Tanaman Tomat Varietas Ratna. *LenteraBio* 3 (1): 21–25.
- Harman, G.E., Howell C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. 2004. Review: *Trichoderma* Species-Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. Departments of Horticultural Sciences and Plant Pathology. Cornell University. *Nature Reviews Microbiology* (2): 43-56.

- Herman. 2003. Membangkitkan Kembali Peran Komoditas kopi bagi Perekonomian Indonesia. http://tumoutou.net/702_07134/herman.pdf.
- Ismail, N., & Tenrirawe, A. 2009. Potensi Agens Hayati *Trichoderma* spp. Sebagai Agens Pengendali hayati. BPTP Sulawesi Utara. Kampus Pertanian Kalasey.
- Jayakusuma. 2011. Jamur *Trichoderma* sebagai Agen Pengendali Hama. <https://evagrowtiens.wordpress.com/2011/02/22/jamur-trichoderma-sebagai-agen-pengendali-hama/>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2017.
- Kayame, A. 2010. Hama dan Penyakit yang Menyerang Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L): (Skripsi) Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanudin. Makassar.
- Kementerian Pertanian. 2015. *Outlook Kopi Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian. Jakarta
- Kubicek, C.P., & Harman, G.E. 1998. *Trichoderma and Gliocladium vol. 1*. Taylor & Francis e-Library.
- Kusdiana, A.P.J., Munir, M. & Suryaningtyas, H. 2015. *Pengujian Biofungisida Berbasis Mikroorganisme Antagonis untuk Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet*. Balai Penelitian Sembawa, Pusat Penelitian Karet. Palembang.
- Moayed, G. & Mostowfizadeh-ghalamfarsah, R. 2009. Antagonistic Activities of *Trichoderma* spp. on *Phytophthora* Root Rot of Sugar Beet. 28 (2). 18 p
- Pliego C, López-Herrera C, Ramos C, & Cazorla F. 2012. Developing tools to unravel the biological secrets of *Rosellinia necatrix*, an emergent threat to woody crops. *Mol Plant Pathol* 13: 226–239.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Rosmahani, L., Rachmawati, D., Sarwono., Soleh, & Jumaidi, M. 2005. Pengkajian Aplikasi PHT untuk meningkatkan Produksi dan Pengaruhnya terhadap Pendapatan Petani kopi Arabika. BPTP Malang, Jawa Timur.

- Saba, H., Vibhash, D., Manisha, M., Prashant, K.S., Farhan, H., & Tauseef, A. 2012. A promising plant growth stimulator and biocontrol agent. *Mycosphere* 3(4): 524–531.
- Sahashi, N. 2013. Brown root rot caused by *Phellinus noxius* in subtropical areas of Japan. International Symposium on Forest Health Management. Department of Forest Microbiology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI). Japan. 18p.
- Samuel, G.J., Lieckfeldt, E., & Nirenberg, H.I. 1999. *Trichoderma asperellum*, a new species with warted conidia, and redescription of *T. viride*. *Sydowia* 51(1): 71-88.
- Sanchez, V., Rebolledo, O., Picaso R.M., Cardenas, E., Cordova, J., Gonzales, O., & Samuel, G.J. 2007. *In vitro* antagonism of *Thielaviopsis paradoxa* by *Trichoderma longibrachiatum*. *Mycopathologia* 163: 49–58.
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soenartiningih., Djaenuddin, N., & Saenong, M.S. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai Agen Biokontrol Hayati Penyakit Busuk Pelepah Daun pada Jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 33(2): 129-135.
- Supriadi. 2004. Teknologi Pengendalian Penyakit Jamur Akar Cokelat (*Phellinus noxius*) pada Jambu Mete. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.
- Syahnen, M.S., Sirait, D.D.N., & Pinem, S.E. Br. 2014. Teknik Uji Mutu Agens Pengendali Hayati (APH) di Laboratorium. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2002. Plants Profile for *Coffea arabica* L. <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=COAR2>. Diakses pada 20 Juni 2016
- Wagiman, F.X. 2014. Materi Kuliah Pengendalian Hayati. Laboratorium Pengendalian Hayati Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Widiastuti, S.M., Sumardi., Irfa'i., & Nurjanto, H.H. 2002. Aktifitas Penghambatan *Trichoderma* spp. Formulasi Terhadap Jamur Patogen Tular Tanah Secara *In vitro*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 8 (1): 27-34.