

**POTENSI APLIKASI KOMBINASI FUNGISIDA DAN JAMUR
Trichoderma asperellum UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN
Phytophthora capsici PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL
BATANG TANAMAN CABAI (*Capsicum annum L.*)**

(Skripsi)

Oleh

Rahmi Aulia Azhar



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**POTENSI APLIKASI KOMBINASI FUNGISIDA DAN JAMUR
Trichoderma asperellum UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN
Phytophthora capsici PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL
BATANG TANAMAN CABAI (*Capsicum annum L.*)**

Oleh

Rahmi Aulia Azhar

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

POTENSI APLIKASI KOMBINASI FUNGISIDA DAN JAMUR *Trichoderma asperellum* UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN *Phytophthora capsici* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* L.)

Oleh

RAHMI AULIA AZHAR

Penyakit busuk pangkal batang *Phytophthora* yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* merupakan salah satu penyakit penting yang dapat merusak seluruh bagian tanaman cabai sehingga menyebabkan penurunan produktivitas cabai yang cukup signifikan. Pengaplikasian fungisida sintetik di bawah konsentrasi rekomendasi yang berkombinasi dengan agensia hayati dapat menjadi salah satu alternatif pengendalian. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi terbaik dari beberapa fungisida uji bahan aktif berbeda yang dapat dikombinasikan dengan *Trichoderma asperellum* untuk mengendalikan perkembangan *P. capsici* secara *in vitro* dan *in planta*. Penelitian dilakukan pada bulan September 2021-April 2022 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Rumah Plastik Rajabasa, Kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan dengan dua tahapan. Tahapan pertama terdiri enam uji yaitu uji pertumbuhan *T. asperellum* pada media mengandung fungisida, sporulasi, viabilitas spora, uji pertumbuhan *P. capsici* pada media mengandung fungisida, dan uji antagonis *in vitro* yang diuji di laboratorium menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial 3 x 6 dengan empat ulangan. Tahapan kedua yaitu uji pengaruh kombinasi aplikasi jamur *T. asperellum* dengan fungisida sintetik secara *in planta* menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor pertama dari penelitian ini yaitu tiga bahan aktif fungisida (Mankozeb 80%, Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, dan Simoksamil 45%) dan faktor kedua yaitu enam taraf (0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 kali konsentrasi rekomendasi) dari masing-masing bahan aktif fungisida uji. Seluruh data yang didapatkan diuji homogenitas ragamnya dengan uji Barlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey yang kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan program SPSS pada taraf 5%. *Trichoderma asperellum* tidak mengalami penekanan pertumbuhan ketika ditumbuhkan pada media PDA yang mengandung fungisida berdasarkan hasil dari penelitian. Diameter terpanjang koloni *T. asperellum* dihasilkan pada

media PDA mengandung konsentrasi di bawah konsentrasi rekomendasi yaitu konsentrasi 0,25 kali konsentrasi rekomendasi dari fungisida bahan aktif Mankozeb 80%, Flupikolid 6% + Propineb 66,7% dan Simoksaniil 45%. Fungisida yang ditambahkan pada media PDA tidak mempengaruhi sporulasi dan viabilitas spora jamur *T. asperellum*. Konsentrasi terpilih yaitu taraf konsentrasi terendah 0,25 kali konsentrasi rekomendasi dari tiga bahan aktif fungisida uji yang masing-masing dikombinasikan dengan *T. asperellum*. Pengujian secara *in planta* memberikan hasil yaitu mampu menekan keterjadian dan keparahan penyakit akibat perkembangan *P. capsici* dibandingkan dengan kontrol.

Kata kunci: fungisida sintetik, penyakit busuk pangkal batang, *Phytophthora capsici*, tanaman cabai, *Trichoderma asperellum*

Judul Skripsi : **POTENSI APLIKASI KOMBINASI FUNGISIDA
DAN JAMUR *Trichoderma asperellum* UNTUK
MENEKAN PERKEMBANGAN *Phytophthora
capsica* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK
PANGKAL BATANG TANAMAN CABAI
(*Capsicum annuum* L.)**

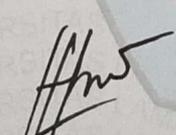
Nama Mahasiswa : **Rahmi Aulia Azhar**

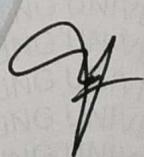
Nomor Pokok Mahasiswa : **1814191029**

Jurusan : **Proteksi Tanaman**

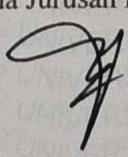
Fakultas : **Pertanian**




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


Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

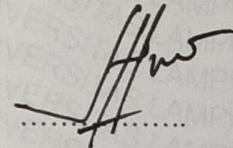
2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman


Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

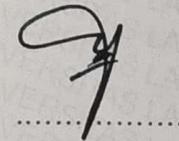
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

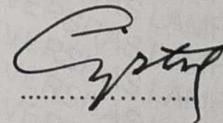
Ketua : **Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr.**



Sekretaris : **Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.**



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



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **9 Agustus 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“POTENSI APLIKASI KOMBINASI FUNGISIDA DAN JAMUR *Trichoderma asperellum* UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN *Phytophthora capsici* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* L.)”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung secara benar. 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, 31 Agustus 2022
Penulis



Rahmi Aulia Azhar
NPM 1814191029

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Sukaraja 6, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran pada tanggal 17 Mei 2000. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, pasangan Bapak Aidil Azhar dan Ibu Irmayati. Pendidikan formal penulis diawali dari pendidikan TK Nurul Iman yang diselesaikan pada tahun 2006, lalu melanjutkan pendidikan di SD Negeri 2 Bagelen diselesaikan pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Gading Rejo diselesaikan pada tahun 2015 dan SMA Negeri 1 Gading Rejo diselesaikan pada tahun 2018. Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Tahun 2019 tepatnya saat penulis semester tiga dan empat, penulis mendapatkan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) yang diberikan oleh Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEKDIKTI). Tahun 2021 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Mandiri Putera Daerah (KKN) di Desa Sukaraja 7, Kec. Gedong Tataan, Kab. Pesawaran selama 30 hari, dan Praktik Umum (PU) di PP Gapsera Sejahtera Mandiri, Desa Rejo Asri IV, Kec. Seputih Raman, Kab. Lampung Tengah selama 40 hari. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum (2021), Ilmu Penyakit Tumbuhan (2021), Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman (2021), dan Klinik Tanaman (2022). Penulis pernah mengikuti organisasi kampus yaitu magang divisi reporter eksternal di Radio Kampus Universitas Lampung (RAKANILA) tahun 2018-2020, anggota bidang Lingkungan Hidup dan Ilmu Pengetahuan di Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (LS-MATA FP Unila) tahun 2018-2021, dan sebagai sekretaris bidang kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) 2021.

Bismillahirrohmanirrohim

*Teruntuk keluargaku tercinta
Bapak "Aidil Azhar, S.Pd., M.M." dan Ibu "Irmayati, M.Pd."
serta Adikku "Aquila Azhar"*

*Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya kecilku yang penuh
perjuangan dan bermakna seumur hidupku
Terima kasih untuk kedua orang tuaku tercinta, adikku tersayang
Atas limpahan cinta, kasih sayang serta senantiasa mendoakanku tiada
hentinya, dan telah mewujudkan makna "Rumah tempat aku pulang"*

*Untuk keluarga besarku beserta sahabat-sahabat terbaikku
Terima kasih karena berusaha selalu ada disetiap suka dan dukaku.*

*Untuk diriku, Rahmi Aulia Azhar
Hari-hari berat penuh rasa cemas, semua telah terlewati dengan sangat baik,
Terima Kasih diriku karena telah berjuang dan tidak pernah menyerah walau
sering diam-diam meneteskan air mata.*

*Untuk seseorang di masa depan yang hadir di waktu yang tepat dan
ditakdirkan Allah melengkapiku, kelak jika kamu membaca karya kecilku ini,
kamu adalah salah satu alasanku terus mengupgrade pencapaian diri agar siap
dan pantas bersanding denganmu.*

*Serta
Almamater Tercinta,*

Universitas Lampung

“Barangsiapa yang bertakwa kepada Allah niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.” (Q.S Ath-Thalaq : 4)

“Tidak ada rasa bersalah yang dapat mengubah masa lalu dan tidak ada rasa khawatir yang dapat mengubah masa depan.” (Umar bin Khattab)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan melainkan menguji kekuatan akarnya.” (Ali bin Abi Thalib)

“Perencanaan yang baik tanpa kerja yang baik bukanlah apa-apa.”
(Dwight D. Eisenhower)

“Untuk menjadi sukses, kita harus terlebih dahulu percaya bahwa kita bisa.” (Nikoz Kazantzakis)

“Terkadang, aku tidak percaya kita berjalan untuk bertemu sebuah takdir. Aku lebih percaya takdir yang sedang membawa kita berjalan.”
(Nawang Nidlo Titisari)

“When you love what you have, you have everything you need.”

SANWACANA

Puji syukur penulis selalu panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“POTENSI APLIKASI KOMBINASI FUNGISIDA DAN JAMUR *Trichoderma asperellum* UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN *Phytophthora capsici* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* L.)”**.

Selama penelitian dan penyusunan skripsi, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segenap rasa hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, doa, ilmu, bantuan, saran, nasihat dan perhatian selama penulis menjalankan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ide, bimbingan, doa, ilmu, saran, bantuan, nasihat, perhatian dan motivasi dari awal penulis menjalankan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc., selaku dosen pembahas yang telah memberikan motivasi, nasihat, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.

5. Ibu Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc. selaku Pembimbing Akademik (PA) yang selalu memberikan perhatian, doa, motivasi, dan bimbingan.
6. Orang tuaku tercinta, Bapak Aidil Azhar, S.Pd., M.M., dan Ibu Irmayati, M.Pd. yang selalu memberikan kasih sayang, rasa cinta, doa yang tulus, semangat, motivasi, dukungan, nasihat serta menjadi alasan utama penulis untuk tidak pantang menyerah, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dan dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
7. Adikku tersayang, Aquila Azhar yang menjadi alasan utama penulis untuk selalu semangat kemana kaki ini melangkah, yang setia menemani, paling mengerti, dan memberikan doa yang tulus, sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
8. Keluarga besarku tersayang, Nenek Kom, Kakek Syamsul, Tante Yulistiana, S.Pd., Tante Yuniawati, S.Kom., M.M., Tante Deni Utami, S.Kom., Om Dede Irawan, S.Kom., Om Wahyu Sofuan, S.E., M.M., Om Isnantara, S.Pd., Adek Ali Yasin, Adek Asri Zuleikha, dan Adek Raffaza yang selalu memberikan penulis perhatian, kasih sayang, doa, dan dukungan.
9. Seluruh dosen Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian yang telah memberikan banyak ilmu dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan.
10. Cindi Kholifah Millenia, S.P., sahabat sekaligus partner seperjuangan penelitian terbaik yang selalu ada, pendengar cerita yang baik tentang senang dan pilu, membantu, mengerti, menguatkan, setia menemani kemanapun penulis pergi dari awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
11. Sahabatku tersayang, Afrida Ridantika, A.Md. Farm., Monica Karnailia, S.Si., Al Kodri Setiawan, S.T., Anggi Rahmawati, S.P., Aulia Kusuma Dewi, Cherly Silvia, S.T.P., Sukma Lambert, A.Md.Si., Dani Tri Ananto, Dwi Yara Zutta, Muhamad Reza Maulana, Vinni Aurelia, S.P., Opsyah Miftahul, S. Ars., Hayatin Nufus, S.P., Annisa Sifa, Ridha Shafa, Yuyun Alpiani, dan Salwa Salsabila yang selalu memberikan perhatian, mendengarkan cerita, memberi dukungan, semangat, dan doa yang penulis aamiinkan paling serius.
12. Keluarga Biotek, Mommy Yeyen Ilmiasari, S.P., M.P., Mbak Tariyati, S.P.,

Bang Firnando, S.P., Bang Habib Ramadhan, S.P., Mbak Javinka Ajeng, S.P., Uni Shafira Bunga, S.P., Mbak Putu Arieska, S.P., Mbak Lutfi Saraswati, S.P., Kak Syifa Nailul, S.P., Mbak Safira Nur, Bang Desvan, Umar Bagus S.P., Anju Khairunisa, S.P., Rohmi Aprilia, S.P., Adi Damar, S.P., Hening, Lorina, Wayan, Erika, dan Risa Fitria, S.P., atas segala perhatian, bantuan, saran, dan semangat selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.

13. Teman terdekatku, Dita Fauziah, Santi Hasanah, S.P., Galich Thias, TA Nyoman, Ari Saputra, Arnika Saf, S.Kom., Jesika R., S.H., Rizka Nalia, S.Si., Adinda Nur, Anita Fe, S.Pd., Rufaidah Aziz, S.Pt., Fairuz Salma, Rizka Mey, S.P., Sonia Nabila, S.H., Faza Amalia, Oktha Andriana, Dinda Mulia, A.Md. Keb., Tasya Amalia, A.Md. Keb., Lidiya Kartika, Qurotul Aini, Alfira Dhona, Putu Aries, Tiara Oktavia, Nadya Firstilia dan Elsa Evana yang telah memberikan semangat, bantuan, serta dukungan.
14. Teman-teman kelas Proteksi Tanaman angkatan 2018, terima kasih atas kebersamaannya.
15. Kakak dan Adik di Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
16. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung, Agustus 2022
Penulis,

Rahmi Aulia Azhar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Cabai (<i>Capsicum annuum</i> L.)	6
2.2 <i>Phytophthora capsici</i>	6
2.3 Jamur <i>Trichoderma</i> spp.....	8
2.3.1 Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	9
2.4 Fungisida untuk <i>Phytophthora capsici</i>	9
2.5 Kombinasi Fungisida dan Agensia Hayati	10
III. BAHAN DAN METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Bahan dan Alat	11
3.3 Metode Penelitian	13
3.3.1 Rancangan Percobaan	13
3.3.2 Fungisida dan Konsentrasi yang Digunakan.....	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4.1 Penyiapan Media Uji.....	14
3.4.1.1 Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA) ..	14
3.4.1.2 Pembuatan Media <i>Agar Juice</i> Tomat dan Wortel (V2)	15
3.4.1.3 Pembuatan Media PDA dan Media <i>Agar Juice</i> Tomat dan Wortel yang Mengandung Fungisida..	15
3.4.2 Isolat Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	16
3.4.3 Isolat <i>Phytophthora capsici</i>	16
3.4.4 Uji Pertumbuhan, Sporulasi, dan Viabilitas Spora Jamur <i>T. asperellum</i> yang Ditimbuhkan pada Media PDA yang Mengandung Fungisida.....	16
3.4.4.1 Uji Pertumbuhan <i>T. asperellum</i>	16

3.4.4.2 Uji Sporulasi	17
3.4.4.3 Uji Viabilitas Spora	18
3.4.5 Uji Kemampuan Tumbuh <i>P. capsici</i> pada Media PDA Mengandung Fungisida	19
3.4.6 Uji Kemampuan Antagonis Jamur <i>T. asperellum</i> terhadap <i>P. capsici</i> pada Media yang Mengandung Fungisida secara <i>In Vitro</i>	20
3.4.7 Pengaruh Aplikasi Kombinasi <i>T. asperellum</i> dengan Fungisida untuk Menghambat <i>P. capsici</i> secara <i>In Planta</i>	21
3.4.7.1 Pembuatan Suspensi Spora <i>T. asperellum</i> dan <i>P. capsici</i>	21
3.4.7.2 Media Tanam dan Tanaman Uji yang Digunakan..	21
3.4.7.3 Inokulasi Suspensi Spora <i>T. asperellum</i> dan <i>P. capsici</i>	21
3.4.7.4 Pengamatan Komponen Agronomi untuk Melihat Pengaruh Pemberian Perlakuan Uji terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai.....	23
3.4.8 Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.1.1 Uji Pertumbuhan Diameter Koloni, Sporulasi, dan Viabilitas Spora Jamur <i>T. asperellum</i> yang Ditumbuhkan pada Media PDA yang Mengandung Fungisida Uji	25
4.1.1.1 Uji Pertumbuhan <i>T. asperellum</i>	25
4.1.1.2 Uji Sporulasi Jamur <i>T. asperellum</i> yang Diberi Perlakuan Fungisida.....	32
4.1.1.3 Uji Viabilitas Spora Jamur <i>T. asperellum</i> yang Diberi Perlakuan Fungisida.....	34
4.1.2 Kemampuan Tumbuh Diameter <i>P. capsici</i> pada Media Agar <i>Juice</i> Tomat dan Wortel yang Mengandung Fungisida dengan Tingkat Konsentrasi dan Bahan Aktif yang Berbeda	35
4.1.3 Kemampuan <i>Trichoderma asperellum</i> yang Dikombinasikan dengan Fungisida dalam Menekan Pertumbuhan <i>P. capsici</i> secara <i>In Vitro</i>	39
4.1.3.1 Kemampuan Menekan Pertumbuhan <i>P. capsici</i> secara <i>In Vitro</i>	39
4.1.4 Pengaruh Aplikasi <i>T. asperellum</i> yang Dikombinasikan dengan Fungisida dalam Menghambat <i>P. capsici</i> secara <i>In Planta</i>	45
4.1.4.1 Keterjadian Penyakit yang Terjadi pada Tanaman Cabai Uji.....	45
4.1.4.2 Keparahan Penyakit yang Terjadi pada Tanaman Uji	47
4.1.5 Pengaruh Aplikasi <i>T. asperellum</i> yang Dikombinasikan dengan Fungisida (Konsentrasi Terpilih) terhadap Pertumbuhan (Parameter Agronomis) Tanaman Cabai	49
4.1.5.1 Panjang Tajuk dan Akar Tanaman Cabai	49
4.1.5.2 Kehijauan Daun Tanaman Cabai.....	52

4.1.5.3 Bobot Basah Tajuk dan Bobot Basah Akar Akar Tanaman Cabai	54
4.1.5.4 Bobot Kering Tajuk dan Bobot Kering Tanaman Cabai	58
4.2 Pembahasan.....	62
4.2.1 Pertumbuhan, Sporulasi, dan Viabilitas Spora Jamur <i>T. asperellum</i> yang Ditumbuhkan pada Media PDA yang Mengandung Fungisida	62
4.2.2 Kemampuan Tumbuh <i>P. capsici</i> yang Ditumbuhkan dalam Media Agar <i>Juice</i> Tomat dan Wortel (V2) yang Mengandung Fungisida dengan Tingkat Konsentrasi dan Bahan Aktif yang Berbeda	64
4.2.3 Kemampuan <i>T. asperellum</i> yang Dikombinasikan dengan Fungisida dalam Menekan Perkembangan Jamur <i>P. capsici</i> Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Cabai secara <i>In Vitro</i>	64
4.2.4 Pengaruh Aplikasi <i>T. asperellum</i> yang Dikombinasikan dengan Fungisida untuk Menekan Perkembangan Gejala Penyakit Akibat Inokulasi <i>P. capsici</i> pada Pangkal Batang Tanaman Cabai Secara <i>In Vitro</i>	66
4.2.4.1 Keterjadian dan Keparahan Penyakit yang Terjadi Akibat Inokulasi <i>P. capsici</i> pada Pangkal Batang Tanaman Cabai	66
4.2.5 Pengaruh Aplikasi <i>T. asperellum</i> yang Dikombinasikan dengan Fungisida (Konsentrasi Terpilih) terhadap Pertumbuhan (Parameter Agronomis) Tanaman Cabai	67
V. SIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Simpulan.....	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan aktif dan konsentrasi fungisida sintetik yang digunakan	14
2. Skor keparahan penyakit pada pangkal batang	23
3. Nilai F hitung analisis ragam pertumbuhan <i>T. asperellum</i> yang ditumbuhkan pada media PDA mengandung bahan aktif dan konsentrasi fungisida yang berbeda.....	28
4. Pengaruh bahan aktif fungisida terhadap pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> pada 1,3,5, dan 7 HSI.....	28
5. Pengaruh taraf konsentrasi uji dari tiga bahan aktif fungisida yang berbeda terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>T. asperellum</i> pada 1 dan 3 HSI.....	29
6. Pengaruh taraf konsentrasi uji dari tiga bahan aktif fungisida yang berbeda terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>T. asperellum</i> pada 5 dan 7 HSI.....	30
7. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh bahan aktif dan taraf konsentrasi fungisida terhadap sporulasi jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	32
8. Pengaruh bahan aktif dan taraf konsentrasi fungisida terhadap rerata sporulasi jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	33
9. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh beberapa bahan aktif dan taraf konsentrasi fungisida terhadap viabilitas jamur <i>Trichoderma asperellum</i> ..	34
10. Pengaruh bahan aktif dan taraf konsentrasi fungisida terhadap hasil rerata viabilitas spora jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	35
11. Nilai F hitung analisis ragam pertumbuhan koloni <i>P. capsici</i> yang ditumbuhkan pada media Agar <i>Juice</i> Tomat dan Wortel (V2) mengandung beberapa bahan aktif dan taraf konsentrasi fungisida yang berbeda.....	37

12. Pengaruh bahan aktif dan konsentrasi terhadap pertumbuhan <i>P. capsici</i> Pada 5 dan 7 HSI.....	37
13. Pengaruh taraf konsentrasi uji dari tiga bahan aktif fungisida yang berbeda terhadap pertumbuhan koloni <i>P. capsici</i> di dalam media V2 pada 5 dan 7 HSI.....	38
14. Nilai F hitung analisis ragam kemampuan koloni jamur <i>T. asperellum</i> berkombinasi dengan beberapa taraf konsentrasi dari masing-masing bahan aktif fungisida uji dalam menekan pertumbuhan koloni <i>P. capsici</i> secara antagonis di dalam media V2.....	40
15. Pengaruh kemampuan <i>T. asperellum</i> berkombinasi dengan tiga bahan aktif fungisida uji dalam menekan pertumbuhan koloni <i>P. capsici</i> secara antagonis di dalam media V2.....	40
16. Kemampuan <i>T. asperellum</i> berkombinasi dengan beberapa taraf konsentrasi dari masing-masing bahan aktif fungisida uji dalam menekan pertumbuhan koloni <i>P. capsici</i> secara antagonis di dalam media V2 pada 5 dan 7 HSI.....	41
17. Keterjadian penyakit akibat inokulasi <i>P. capsici</i> pada tanaman cabai 14 HSI.....	46
18. F hitung analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keterjadian Penyakit akibat inokulasi <i>P. capsici</i> pada pangkal batang tanaman cabai, data transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	46
19. F hitung analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keparahan penyakit tanaman cabai uji, data transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	48
20. Pengaruh pemberian perlakuan terhadap keparahan penyakit tanaman cabai pada 30 HSI.....	48
21. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap panjang tajuk dan panjang akar tanaman cabai 30 HSI.....	50
22. Nilai F hitung analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap kehijauan daun tanaman cabai (cci) pada 30 HSI.....	53
23. Nilai F hitung analisis ragam terhadap bobot basah tajuk dan bobot basah akar tanaman cabai pada 30 HSI.....	55

24. Nilai F hitung analisis ragam terhadap bobot kering tajuk dan bobot kering akar tanaman cabai pada 30 HSI.....	59
25. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>T. asperellum</i> 1 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	76
26. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>T. asperellum</i> 1 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	76
27. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 2 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	77
28. Hasil analisis ragam pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 2 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	77
29. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 3 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	78
30. Hasil analisis ragam pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 3 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	77
31. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 4 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	79
32. Hasil analisis ragam pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 4 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	79
33. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 5 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	80
34. Hasil analisis ragam pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 5 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	80
35. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 6 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	81
36. Hasil analisis ragam pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 6 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	81
37. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 7 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	82
38. Hasil analisis ragam pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 7 HSI yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	82
39. Hasil uji homogenesitas pengamatan sporulasi koloni <i>T. asperellum</i> yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	83

40. Hasil analisis ragam sporulasi <i>T. asperellum</i> yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	83
41. Hasil uji homogenesitas pengamatan viabilitas spora <i>T. asperellum</i> yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	84
42. Hasil analisis ragam viabilitas spora <i>T. asperellum</i> yang ditumbuhkan dalam media PDA mengandung fungisida.....	84
43. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 1 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	85
44. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 1 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	85
45. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 2 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	86
46. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 2 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	86
47. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 3 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida, transformasi $\sqrt{X + 1,0}$	87
48. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 3 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	87
49. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 4 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida, transformasi $\sqrt{X + 1,0}$	88
50. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 4 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	88
51. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 5 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida, transformasi $\sqrt{X + 1,0}$	89
52. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 5 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	89
53. Hasil uji homogenesitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 6 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida,	

transformasi $\sqrt{X + 1,0}$	90
54. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 6 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	90
55. Hasil uji homogenitas pertumbuhan <i>P. capsici</i> 7 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida, transformasi $\sqrt{X + 1,0}$	91
56. Hasil analisis ragam pertumbuhan <i>P. capsici</i> 7 HSI yang ditumbuhkan dalam media V2 mengandung fungisida.....	91
57. Hasil uji homogenitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 1 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5} + \sqrt{X + 1,0}$	92
58. Hasil analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 1 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5} + \sqrt{X + 1,0}$	92
59. Hasil uji homogenitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 2 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5} + \sqrt{X + 0,5}$	93
60. Hasil analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 2 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5} + \sqrt{X + 0,5}$	93
61. Hasil uji homogenitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 3 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5} + \sqrt{X + 1,0}$	94

62. Analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 3 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5} + \sqrt{X + 1,0}$	94
63. Hasil uji homogenesitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 4 HSI.....	95
64. Analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 4 HSI.....	95
65. Hasil uji homogenesitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 5 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	96
66. Analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 5 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	96
67. Hasil uji homogenesitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 6 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	97
68. Analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 6 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	97
69. Hasil uji homogenesitas pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 7 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	98

70. Analisis ragam pengaruh <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi uji dari beberapa fungisida bahan aktif berbeda dalam menghambat pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada <i>in vitro</i> 7 HSI, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	98
71. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap keterjadian penyakit tanaman cabai uji, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	99
72. Analisis ragam pengaruh pemberian perlakuan terhadap keterjadian penyakit tanaman cabai uji, transformasi $\sqrt{X + 0,5}$	99
73. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap keparahan penyakit tanaman cabai uji.....	100
74. Analisis ragam pengaruh pemberian perlakuan terhadap keparahan penyakit tanaman cabai uji.....	100
75. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap panjang tajuk tanaman cabai 30 HSI.....	101
76. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap panjang tajuk tanaman cabai 30 HSI.....	101
77. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap panjang akar tanaman cabai 30 HSI.....	102
78. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap panjang akar tanaman cabai 30 HSI.....	102
79. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap kehijauan daun (cci) tanaman cabai 30 HSI.....	103
80. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap kehijauan daun (cci) tanaman cabai 30 HSI.....	103
81. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot basah (gram) tajuk tanaman cabai 30 HSI.....	104
82. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot basah tajuk tanaman cabai 30 HSI.....	104
83. Hasil uji homogenesitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot basah akar tanaman cabai 30 HSI.....	105
84. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot basah akar tanaman cabai 30 HSI.....	105

85. Hasil uji homogenitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot kering tajuk tanaman cabai 30 HSI.....	106
86. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot kering tajuk tanaman cabai 30 HSI.....	106
87. Hasil uji homogenitas pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot kering akar tanaman cabai 30 HSI.....	107
88. Hasil perhitungan analisis ragam terhadap pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot kering akar tanaman cabai 30 HSI.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mikroskopis <i>P. capsici</i> (Dokumen Pribadi).....	7
2. Gejala busuk pangkal batang tanaman cabai (Dokumen Pribadi).....	7
3. Cara pengukuran pertumbuhan dimater koloni Jamur.....	17
4. Kotak sedang dan kotak kecil <i>haemocytometer</i> (Wijaya <i>et al.</i> , 2015).....	18
5. Tiga titik penetesan suspensi jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA.....	19
6. Letak <i>P. capsici</i> dan <i>T. asperellum</i> pada uji antagonis dalam cawan petri (A = <i>T. asperellum</i> (antagonis) dan B = <i>P. capsici</i> (patogen)).....	20
7. Perbandingan hasil terbaik dari uji pertumbuhan jamur <i>T. asperellum</i> 7 HSI.....	31
8. Hasil uji sporulasi <i>T. asperellum</i> perlakuan terbaik.....	43
9. Perbandingan penghambatan <i>P. capsici</i> di dalam media V2 kombinasi <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi dari bahan aktif fungisida Mankozeb 80%.....	42
10. Perbandingan penghambatan <i>P. capsici</i> di dalam media V2 kombinasi <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi dari bahan aktif fungisida Flupikolid 66,75 + Propineb 6%.....	43
11. Perbandingan penghambatan <i>P. capsici</i> di dalam media V2 kombinasi <i>T. asperellum</i> dengan masing-masing taraf konsentrasi dari bahan aktif fungisida Simoksanil 45%.....	44
12. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap panjang tajuk tanaman cabai 30 HSI berdasarkan uji DMRT taraf 5%.....	51
13. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap panjang akar tanaman cabai 30 HSI berdasarkan uji DMRT taraf 5%.....	52
14. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap kehijauan daun tanaman cabai uji 30 HSI.....	54

15. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot basah tajuk (g) tanaman cabai uji 30 HSI berdasarkan uji DMRT taraf 5%.....	56
16. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot basah akar (gram) cabai uji 30 HSI.....	57
17. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot kering tajuk (gram) tanaman cabai uji 30 HSI berdasarkan uji DMRT taraf 5%.....	60
18. Rerata pengaruh pemberian perlakuan terhadap bobot kering akar (gram) tanaman cabai uji 30 HSI berdasarkan uji DMRT taraf 5%.....	61
19. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Mankozeb 80% taraf 0,5 kali konsentrasi rekomendasi.....	108
20. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Mankozeb 80% taraf 1,0 kali konsentrasi rekomendasi.....	108
21. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Mankozeb 80% taraf 1,5 kali konsentrasi rekomendasi.....	108
22. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Mankozeb 80% taraf 2,0 kali konsentrasi rekomendasi.....	108
23. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, taraf 0,5 kali konsentrasi rekomendasi	109
24. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, taraf 1,0 kali konsentrasi rekomendasi	109
25. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, taraf 1,5 kali konsentrasi rekomendasi	109
26. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, taraf 2,0 kali konsentrasi rekomendasi	109
27. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, taraf 0,5 kali konsentrasi rekomendasi.....	110
28. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, taraf 1,0 kali konsentrasi rekomendasi.....	110
29. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, taraf 1,5 kali konsentrasi rekomendasi.....	110
30. Jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kombinasi fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, taraf 2,0 kali konsentrasi rekomendasi.....	110

31. Viabilitas jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA kontrol.....	111
32. Viabilitas jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA mengandung fungisida bahan aktif Mankozeb 80%.....	111
33. Viabilitas jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA mengandung fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7%.....	111
34. Viabilitas jamur <i>T. asperellum</i> pada media PDA mengandung fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%.....	111
35. Pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada media V2 mengandung fungisida bahan aktif Mankozeb 80%.....	111
36. Pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada media V2 mengandung fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7%.....	111
37. Pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada media V2 mengandung fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, 0,25 kali konsentrasi rekomendasi.....	112
38. Pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada media V2 mengandung fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, 0,5 kali konsentrasi rekomendasi.....	112
39. Pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada media V2 mengandung fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, 1,0 kali konsentrasi rekomendasi.....	112
40. Pertumbuhan <i>P. capsici</i> pada media V2 mengandung fungisida bahan aktif Simoksaniil 45%, 1,5 kali konsentrasi rekomendasi.....	112
41. Perbandingan panjang tanaman hasil pemberian 8 perlakuan pada tanaman cabai uji.....	113
42. Perbandingan pangkal batang yang sehat dan pangkal batang tanaman cabai yang mengalami kanker batang <i>P. capsici</i>	114

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi serta volume konsumsi tinggi termasuk di Indonesia. Produksi cabai di Indonesia masih tergolong rendah yaitu hanya 8,5 ton/ha jauh di bawah potensi hasilnya yang dapat mencapai 20 ton/ha (Syukur dkk., 2010). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura (2016) menyatakan bahwa produktivitas cabai nasional di Indonesia pada tahun 2015-2016 mengalami penurunan sebesar 0,18%. Menurunnya produktivitas cabai diperparah dengan meningkatnya kebutuhan akan cabai di masyarakat, sehingga menyebabkan harga cabai melonjak tinggi karena ketersediannya menurun. Faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas cabai adalah kerentanan terhadap hama dan penyakit tanaman. Penyakit busuk pangkal batang *Phytophthora* yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* merupakan salah satu penyakit penting yang dapat merusak seluruh bagian tanaman cabai seperti akar, batang, daun, dan buah (Putri dan Adiredjo, 2019).

Hingga saat ini petani biasa menggunakan fungisida sintetis untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang cabai (Zakia dkk., 2017). Beberapa fungisida sintetis yang diaplikasikan petani antara lain bahan aktif Metalaksil (Barchenger *et al.*, 2018), Mankozeb, Flupikolid, Propineb, dan Simoksanil (Wartono, 2021). Namun, aplikasi fungisida yang kurang bijaksana akan menimbulkan dampak negatif bagi makhluk hidup dan lingkungan (Anjum *et al.*, 2019). Saat ini, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kualitas lingkungan, usaha untuk mengurangi penggunaan pestisida terus diupayakan, termasuk dalam bidang

perlindungan tanaman. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah aplikasi agensia hayati. Aplikasi agensia hayati dapat menjadi salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan (Anjum *et al.*, 2019).

Trichoderma spp. merupakan salah satu agensia hayati yang dilaporkan mampu menekan secara agresif perkembangan *P. capsici* (Anjum *et al.*, 2019). Namun, dalam aplikasi *Trichoderma* spp. sering terhambat oleh beberapa faktor yang salah satunya berasal dari sistem pertahanan patogen. Agar jamur *Trichoderma* spp. dapat memberikan penghambatan yang optimal, sistem pertahanan patogen tersebut harus dilemahkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengaplikasikan fungisida sintetis di bawah dosis rekomendasi.

Aplikasi kombinasi *Trichoderma* spp. dengan fungisida sintetis di bawah dosis rekomendasi dapat menjadi salah satu alternatif pengendalian. Aplikasi kombinasi tersebut diharapkan akan meningkatkan kemampuan *Trichoderma* spp. dalam menghambat perkembangan *P. capsici*. Rini and Remya (2020) melaporkan bahwa aplikasi kombinasi agensia hayati *T. viride*, *T. harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus megatherium* dengan beberapa fungisida sintetis mampu meningkatkan pengendalian dibandingkan dengan agensia hayati yang diaplikasikan sendiri. Namun begitu, sebelum diaplikasikan secara kombinasi, perlu dicari konsentrasi dari fungisida sintetis yang tidak mempengaruhi performa dari jamur *Trichoderma* spp.

Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung memiliki koleksi jamur *Trichoderma asperellum* dengan kode (WT 4) dimana pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah dilaporkan memiliki peranan sebagai jamur antagonis dalam menghambat penyakit busuk pangkal batang lada yang disebabkan oleh jamur *P. capsici* (Adi, 2020). Namun, isolat jamur *T. asperellum* tersebut belum diketahui potensinya dalam menekan perkembangan *P. capsici* pada tanaman cabai jika dikombinasikan dengan beberapa bahan aktif fungisida sintetis di bawah dosis rekomendasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari kemampuan tumbuh koloni, sporulasi, dan viabilitas spora jamur *T. asperellum* pada beberapa jenis bahan aktif dari beberapa taraf konsentrasi fungisida sintetik yang berbeda.
2. Mempelajari kemampuan tumbuh koloni *P. capsici* pada beberapa taraf konsentrasi fungisida sintetik bahan aktif berbeda.
3. Mendapatkan taraf konsentrasi terbaik dari beberapa bahan aktif fungisida sintetik yang dapat dikombinasikan dengan *T. asperellum* untuk menekan perkembangan *P. capsici* secara *in vitro* dan *in planta*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Phytophthora capsici merupakan patogen penyebab penyakit yang dominan dan paling menyebabkan kerusakan pada pertanaman cabai (Majid *et al.*, 2016). Di Indonesia, serangan *P. capsici* dilaporkan telah menghancurkan lebih dari 60% areal pertanaman cabai petani di Tegal (Yunianti dkk., 2007). Serangan *P. capsici* menyebabkan gejala busuk akar, layu semai, busuk basah pangkal batang, daun mengering, dan busuk basah pada buah cabai (Piay dkk., 2010).

Hingga saat ini, pengendalian dengan penggunaan fungisida sintetik masih menjadi alat utama oleh petani (Zakia dkk., 2017). Fungisida sintetik yang sering digunakan untuk mengatasi penyakit busuk pangkal batang *Phytophthora* antara lain berbahan aktif Metalaksil, Mankozeb, Simoksamil, Fosetyl-A1, dan Dimethomorph (Barchenger *et al.*, 2018). Namun begitu, aplikasi fungisida sintetik yang dilakukan secara tidak bijaksana dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, termasuk resistensi *P. capsici* terhadap fungisida tertentu (Anjum *et al.*, 2019). Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif penggunaan fungisida sintetik, maka perlu dicari alternatif pengendalian yang ramah lingkungan.

Pengendalian hayati merupakan sebuah pengendalian alternatif yang dapat diterapkan untuk mengurangi penggunaan fungisida sintetik (Anjum *et al.*, 2019). Jamur *Trichoderma* spp. adalah salah satu agensia hayati yang dikenal secara luas dapat berperan sebagai biopestisida yang efektif melawan berbagai jenis patogen tanaman (Jiang *et al.*, 2016). Namun begitu, dalam pengaplikasian agensia hayati di lapang terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan agensia hayati tidak dapat bekerja secara optimal. Salah satu faktor penyebabnya adalah sistem pertahanan dari patogen tanaman (Barchenger *et al.*, 2018). Agar agensia hayati tersebut dapat bekerja lebih optimal, maka sistem pertahanan patogen tersebut harus dipatahkan. Penggunaan fungisida sintetik di bawah dosis rekomendasi yang berkombinasi dengan agensia hayati menjadi salah satu alternatif pengendalian.

Beberapa laporan menyebutkan bahwa beberapa isolat agensia hayati mampu bertahan dan tumbuh secara normal di lingkungan yang mengandung fungisida sintetik. Rini and Remya (2020) melaporkan bahwa kombinasi antara fungisida sintetik berbahan aktif aktif Dimethomorph+Mankozeb dan Simoksamil yang diaplikasikan secara kombinasi dengan PGPM (campuran jamur dan bakteri berdasarkan Kerala Agricultural University) terdiri dari *T. viride*, *T. harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus megatherium* mampu efektif dan sinergis menekan keparahan penyakit busuk pangkal batang *Phytophthora*. Elshahawy *et al.* (2016) melaporkan bahwa pengkombinasian fungisida berbahan aktif Mankozeb, Metalaksil, Fluotolanil, Penycuron, dan Thiophanate-methyl dengan *Trichoderma* spp., *T. harzianum*, *T. viride*, serta *T. virens* menghasilkan hasil yang bersinergi yang dapat melemahkan patogen ketika diaplikasikan secara *in vitro*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. *Trichoderma asperellum* mampu tumbuh, memproduksi spora dan mempunyai viabilitas spora yang normal ketika ditumbuhkan pada media yang mengandung beberapa taraf konsentrasi dari fungisida uji bahan aktif berbeda.
2. *Phytophthora capsici* mampu terhambat pertumbuhannya ketika diuji pada

media yang mengandung beberapa tingkat konsentrasi dari fungisida uji bahan aktif berbeda.

3. Terdapat konsentrasi terbaik dari fungisida uji bahan aktif berbeda yang dapat dikombinasikan dengan *T. asperellum* untuk mengendalikan perkembangan *P. capsici* pada *in vitro* dan *in planta*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.)

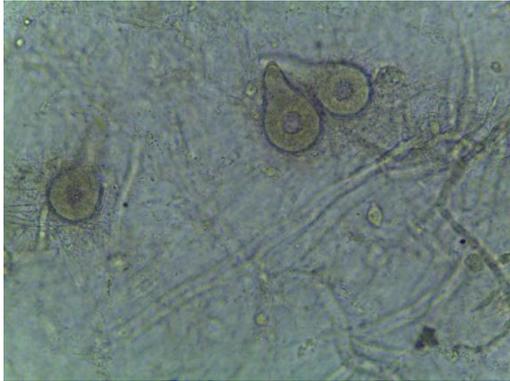
Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura dari famili *Solanaceae* yang mempunyai nilai ekonomis cukup tinggi (Cahyono, 2007). Tanaman cabai adalah tanaman perdu dengan rasa buah yang pedas. Secara umum memiliki banyak akan kandungan gizi dan vitamin, diantaranya kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1, dan vitamin C (Piay dkk., 2010). Tanaman cabai juga merupakan komoditas strategis yang memiliki nilai ekonomi penting, dibuktikan dengan Kementerian Pertanian di Indonesia sejak 2015 memasukan komoditi cabai dalam Program Upaya Khusus (Upsus) untuk bisa terciptanya peningkatan hasil produktivitas cabai. Berbagai kandungan yang terkandung di dalam cabai antara lain senyawa kimia *capsaicin* dan *capsaicinoid*. Pentingnya membudidayakan cabai secara baik yaitu karena di Indonesia, setiap keluarga, restoran, industri, dan lainnya menggunakan cabai sebagai bahan baku industri, bahan baku bumbu dan bahan pencampur makanan (Polii dkk., 2019).

2.2 *Phytophthora capsici*

Phytophthora capsici L. merupakan patogen tular tanah (*soilborne*) yang dapat hidup serta sintas di dalam tanah (sebagai propagul resisten dalam tanah). *P. capsici* memiliki spora yang dapat bergerak dan berenang secara aktif pada lapisan air yang berada di bawah tanah. Sehingga, hal tersebut yang membuat *P. capsici* mudah tersebar melalui tanah yang terkontaminasi, bagian tanaman yang terserang, atau propagul terbawa oleh aliran air tanah (Sulistyawati, 2014).

P. capsici merupakan patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang tanaman cabai yang sangat ditakuti oleh petani karena merupakan patogen yang paling merusak dan dapat mematikan tanaman cabai dalam waktu yang singkat (Majid *et al.*, 2016). Sulistyawati (2014) menyatakan bahwa *Phytophthora* merupakan salah satu genus "water mold" dari kelas Oomycetes, memiliki *zoospora* berflagel (Gambar 1) yang menyebar melalui air, memiliki spora istirahat berdinding tebal (*chlamydospora*) berguna untuk dapat bertahan hidup pada kondisi yang tidak menguntungkan (Gambar 1). Selain itu, *P. capsici* dapat bertahan lebih lama di lapangan karena oospora juga berfungsi sebagai struktur bertahan.

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) disebabkan oleh *P. capsici* L. dapat menimbulkan kerugian yang besar, karena penyakit ini dapat merusak tanaman mulai dari masa pembibitan dan dapat tersebar oleh sporangia dan zoospora pada bagian tanaman yang sakit (Barchenger *et al.*, 2018). Tanaman yang terserang dapat layu dan mati, apabila perkembangan penyakit terus-menerus menyerang akar atau pangkal batang (Gambar 2). *Phytophthora* diyakini sebagai patogen yang secara signifikan menyebabkan penyakit akar pada tanaman berkayu, menyebabkan busuk daun, busuk akar, dan busuk buah yang sangat parah pada tanaman cabai (Manjarrez *et al.*, 2020). *Phytophthora capsici* sebagai patogen penyebab busuk bagian tanaman tumbuh melalui sistem perakaran dan batang pada suatu tanaman (Sulistyawati, 2014). Gejala pertama yang terlihat yaitu layu, daun menguning yang kemudian mengering, dan gejala lanjut menyebabkan tanaman yang terinfeksi mati karena kekurangan air dan nutrisi (Gambar 2), meskipun beberapa dapat bertahan hidup (Sulistyawati, 2014).



Gambar 1. Mikroskopis *P. capsici*.
(Dokumen Pribadi).



Gambar 2. Gejala Busuk Pangkal Batang Tanaman Cabai
(Dokumen Pribadi).

Phytophthora capsici dapat tumbuh secara normal pada suhu 25-30 °C dengan kelembapan relatif 60-80%. Dukungan lingkungan yang optimal, *P. capsici* membawa potensi perkembangan penyakit polisiklik. *P. capsici* memiliki kisaran inang yang luas seperti famili Solanaceae, Cucurbitaceae, dan Fabaceae, dan merupakan patogen yang menjadi ancaman serius bagi ketahanan pangan karena semua bagian tumbuhan baik fase vegetatif maupun reproduktif sangat rentan terhadap patogen ini. Tanaman cabai yang terserang *P. capsici* akan menunjukkan gejala layu basah serta perubahan warna coklat hingga kehitaman pada akar, batang, tajuk, dan buah. Bercak karena infeksi *P. capsici* yang menyerang pada batang tanaman sering mengakibatkan kematian pada tanaman cabai (Majid *et al.*, 2016).

2.3 Jamur *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang jamur patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. *Trichoderma* spp. sering dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat, merupakan salah satu jenis jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agensia hayati pengendali patogen tanah. *Trichoderma* spp. dapat berkembang secara cepat pada perakaran tanaman. Selain berperan sebagai organisme pengurai, *Trichoderma* spp. berperan sebagai agensia hayati berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya (Gusnawaty dkk., 2014).

Purwantisari dan Hastuti (2009) menyatakan bahwa *Trichoderma* spp. memiliki kemampuan menyerang dan mengambil nutrisi dari jamur lainnya. *Trichoderma* spp. mampu memparasit jamur patogen tanaman serta bersifat antagonis, memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan, perkecambahan spora jamur patogen tanaman (Gusnawaty dkk., 2014). *Trichoderma* spp. memiliki beberapa kelebihan diantaranya mudah diisolasi, daya adaptasi yang luas, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen bagi tanaman (Gusnawaty dkk., 2014). Jamur *Trichoderma* spp. diketahui memiliki keefektifan dalam menekan berbagai patogen tanaman seperti *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, dan *Phytophthora* sp. (Hidayat dkk., 2014).

2.3.1 Jamur *Trichoderma asperellum*

Genus *Trichoderma* telah diketahui memiliki potensi sebagai biokontrol atau biofungisida. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik dan molecular strain *Trichoderma asperellum* memiliki potensi meruntuhkan koloni patogen melalui kultur ganda dengan mekanisme memecah hifa patogen menjadi fragmen (Jiang *et al.*, 2016). *T. asperellum* memiliki mekanisme antagonis yang kuat terhadap hifa *P. capsici*. Berdasarkan pengamatan mikroskopis telah dilaporkan bahwa hifa *T. asperellum* mampu mengelilingi dan menembus hifa patogen (Jiang *et al.*, 2016).

Jiang *et al.* (2016) menyatakan bahwa dua metode hasil antagonis *T. asperellum* dan *P. capsici* yaitu setelah kontak *T. asperellum* membentuk gulungan padat dan melingkari rapat disekitar hifa *P. capsici*, hifa dari *T. asperellum* yang mengelilingi hifa *P. capsici* menyebabkan hifa *P. capsici* mengkerut dan runtuh sehingga terhambat berkecambah atau berkembang. Mekanisme lainnya, yaitu hifa *T. asperellum* bersentuhan dan menembus hifa *P. capsici* mengakibatkan keruntuhan hifa *P. capsici*, sehingga koloni *P. capsici* dapat hancur total dan melimpahnya konidia *T. asperellum* diproduksi (Jiang *et al.*, 2016).

2.4 Fungisida untuk *Phytophthora capsici*

Djojosumarto (2000) menyatakan bahwa pestisida yang digunakan untuk membunuh jamur (fungisida) dibedakan menjadi dua macam, yaitu 1) senyawa yang hanya mampu menghentikan perkembangan jamur, namun jamur dapat berkembang apabila senyawa tersebut hilang disebut fungisida non-sistemik, dan 2) senyawa yang mampu membunuh jamur tidak akan berkembang meskipun senyawa tersebut telah hilang disebut fungisida sistemik. Pengendalian penyakit busuk pangkal batang tanaman cabai yang disebabkan oleh patogen *Phytophthora capsici* umumnya yang lazim digunakan oleh petani yaitu fungisida sintetik yang bersifat sistemik (Anjum *et al.*, 2019).

Beberapa bahan aktif fungisida yang telah dilaporkan dapat menekan perkembangan *P. capsici* antara lain Fosetyl-Al dan Metalaksil merupakan fungisida sintetik yang dapat memberikan perlindungan secara sistemik terhadap kelompok Oomycetes termasuk *P. capsici* (Barchenger *et al.*, 2018). Budiyanto (2018) menyatakan bahwa beberapa fungisida sintetik yang dapat menekan perkembangan *P. capsici* yaitu bahan aktif Metalaksil, Mankozeb, Propineb, Metil Tiofanat, Difenokonazol, dan Flupikolid. Rini and Remya (2020) menyatakan bahwa beberapa fungisida dapat efektif menekan perkembangan *P. capsici* baik secara *in vitro* maupun *in planta* yaitu berbahan aktif Fenamidon, Mankozeb, Simoksanil, Dimethomorph, Bordeaux, Tembaga Oksiklorida, Tembaga Hidroksida mampu menekan keparahan penyakit yang disebabkan oleh *P. capsici*.

2.5 Kombinasi Fungisida dan Agensia Hayati

Beberapa laporan melaporkan bahwa pengendalian secara kombinasi antara fungisida dan agensia hayati telah mampu menekan perkembangan patogen secara optimal dan dapat meningkatkan hasil pengendalian. Rini and Remya (2020) melaporkan bahwa kombinasi antara bahan aktif Dimethomorph+Mankozeb dan Simoksanil (di bawah dosis rekomendasi) yang diaplikasikan secara kombinasi dengan *T. viride*, *T. harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus*

megatherium dapat bersinergis secara baik dan meningkatkan hasil pengendalian lebih ramah lingkungan.

Elshahawy *et al.* (2016) menyatakan bahwa pengkombinasian fungisida bahan aktif Mankozeb, Metalaksil, Fluotolanil, Pencyuron, dan Thiophanate-methyl dengan *Trichoderma* spp., *T. harzianum*, *T. viride*, serta *T. virens* menghasilkan hasil yang bersinergi yaitu dapat melemahkan patogen ketika diaplikasikan secara *in vitro*. Pengkombinasian antara fungisida dan agensia hayati dilakukan karena pengaplikasian agensia hayati saja tidak cukup untuk mengurangi propagul patogen, oleh karena itu integrasi metode antara fungisida dan agensia hayati dapat efektif diterapkan sebagai pengendalian, hal ini dibuktikan oleh Khair *et al.* (2016) menyatakan bahwa bahan aktif fungisida Flutolanil, Pencyuron, Dantiofanat-metil yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* spp. dapat mengurangi pertumbuhan patogen tular tanah berkisar 50,4-100%.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2021 sampai April 2022 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dan Rumah Plastik Rajabasa, Kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu isolat jamur *P. capsici* (L4), isolat jamur *T. asperellum* (WT 4), PDA (*Potato Dextrose Agar*), media agar *juice* tomat dan wortel (V2), asam laktat, alkohol, akuades, Tween 80 0,1%, air steril, 3 bahan aktif fungisida (Mankozeb 80%, Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, dan Simoksamil 45%), kalsium karbonat (CaCO_3), tanaman cabai, tanah steril dan pupuk kandang.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, mikroskop cahaya binokuler LEICA, LAF (*Laminar Air Flow*), *haemocytometer*, cawan petri, jarum ose, mikropipet, tip, bunsen, *rotamixer*, *microwave*, bor gabus, *drigalsky*, *cover glass*, tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, timbangan, kertas label, *aluminium foil*, plastik *wrap*, plastik tahan panas, botol kaca ukuran 100 mL, *polybag*, nampan, tisu, penggaris, dan meteran.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari empat tahapan percobaan. **Percobaan pertama** yaitu uji pertumbuhan koloni jamur, sporulasi, dan viabilitas spora jamur *T. asperellum* pada media PDA mengandung fungisida. **Percobaan kedua** yaitu uji kemampuan tumbuh koloni *P. capsici* pada media agar *juice* tomat dan wortel (V2) yang mengandung fungisida. **Percobaan ketiga** yaitu uji kemampuan antagonis jamur *T. asperellum* terhadap *P. capsici* pada media agar *juice* tomat dan wortel yang mengandung fungisida secara *in vitro*. **Percobaan keempat** yaitu uji pengaruh kombinasi aplikasi jamur *T. asperellum* dengan fungisida sintetik secara *in planta*.

3.3.1 Rancangan Percobaan

Percobaan pertama, percobaan kedua, dan percobaan ketiga disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor yang diulang sebanyak empat kali. Faktor pertama yaitu tiga bahan aktif fungisida dan faktor kedua adalah konsentrasi fungisida. **Percobaan keempat** disusun dengan menggunakan RAK. Perlakuan yang digunakan pada percobaan keempat adalah aplikasi kombinasi *T. asperellum* dengan konsentrasi fungisida terpilih yang mampu menekan *P. capsici* tetapi tidak berdampak negatif terhadap pertumbuhan koloni jamur, sporulasi, dan viabilitas spora jamur *T. asperellum*.

3.3.2 Fungisida dan Konsentrasi yang Digunakan

Bahan aktif dan konsentrasi fungisida sintetik yang digunakan dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan aktif dan konsentrasi fungisida yang digunakan

Bahan Aktif Fungisida	Konsentrasi Rekomendasi (g/L)	n x Konsentrasi Rekomendasi	Konsentrasi Uji (g/100 mL)
M 80%	6	0,25	0,15
		0,5	0,30
		1,0	0,60
		1,5	0,90
		2,0	1,20
F 6% + P 66,7%	4	0,25	0,10
		0,5	0,20
		1,0	0,40
		1,5	0,60
		2,0	0,80
Sim 45%	1	0,25	0,02
		0,5	0,05
		1,0	0,10
		1,5	0,15
		2,0	0,20

Keterangan : M 80% (Mankozeb 80%), F 6% & P 66,7% (Flupikolid 6% + Propineb 66,7%), Sim 45% (Simoksamil 45%).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Media Uji

3.4.1.1 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Media PDA dibuat menggunakan bahan-bahan yang terdiri dari 200 g kentang, 20 g agar batang, 20 g *dextrose*, dan 1000 mL akuades. Pembuatan media PDA dengan cara yaitu kentang yang telah dikupas dan dicuci bersih kemudian kentang dipotong secara dadu (1 x 1 cm), lalu dimasukkan kentang ke dalam gelas beaker ukuran 1000 mL yang berisi 1000 mL akuades dan dipanaskan menggunakan *microwave* selama 12 menit. Setelah itu, ekstrak larutan kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer 1000 mL yang telah berisi *dextrose* dan agar batang, dan

ditutup bagian bibir erlenmeyer menggunakan alumunium foil. Media PDA kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan tekanan 1 atm dan suhu 121 °C. Setelah media PDA disterilisasi, sebelum media PDA dituang ke dalam cawan petri (saat suhu media ± 50 °C) ditambahkan sebanyak 1,4 mL asam laktat ke dalam 1000 mL media, lalu dihomogenkan dengan cara digoyang secara perlahan.

3.4.1.2 Pembuatan Media Agar *Juice* Tomat dan Wortel (V2)

Media agar *juice* tomat dan wortel (V2) dibuat menggunakan bahan-bahan yang terdiri dari 300 mL air sari tomat dan wortel yang telah dilakukan penyaringan, 10 g agar batang, 1,5 g CaCO₃ dan 200 mL akuades. Pembuatan media *juice* tomat dan wortel dengan cara yaitu tomat dan wortel (1:1) dikupas bersih dan dicuci kemudian dihancurkan menggunakan blender, setelah itu disaring menggunakan penyaring steril (kain saring yang telah diautoklaf) hingga mendapatkan sari tomat (150 mL) dan wortel (150 mL) atau sari campuran sebanyak 300 mL. Kemudian dimasukkan 300 mL air sari tomat dan wortel ke dalam erlenmeyer 500 mL yang berisi 10 g agar batang, 1,5 g CaCO₃ dan 200 mL akuades dan ditutup bibir erlenmeyer menggunakan alumunium foil. Media agar *juice* tomat dan wortel disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit dengan tekanan 1 atm dan suhu 121 °C. Setelah media disterilisasi, sebelum media agar *juice* tomat dan wortel dituang ke dalam cawan petri (saat suhu media ± 50 °C) ditambahkan sebanyak 0,70 mL asam laktat ke dalam 500 mL media, lalu dihomogenkan dengan cara digoyang secara perlahan.

3.4.1.3 Pembuatan Media PDA dan Media Agar *Juice* Tomat dan Wortel yang Mengandung Fungisida

Tiap konsentrasi fungisida yang digunakan dimasukkan ke dalam botol ukuran 100 mL yang telah berisikan media PDA 100 mL, dan tiap konsentrasi fungisida yang digunakan dimasukkan ke dalam botol ukuran 100 mL yang telah berisikan media agar *juice* tomat dan wortel 100 mL yang dihomogenkan dengan cara

digoyang secara perlahan. Setelah homogen media yang telah tercampur fungsida dituang ke dalam cawan petri dan ditunggu hingga memadat.

3.4.2 Isolat Jamur *Trichoderma asperellum*

Isolat jamur yang digunakan yaitu jamur *T. asperellum* dengan kode isolat (WT 4) berasal dari isolat jamur terpilih koleksi Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sebelum digunakan, isolat jamur *T. asperellum* diremajakan dan diperbanyak pada media PDA serta pada media agar *juice* tomat dan wortel.

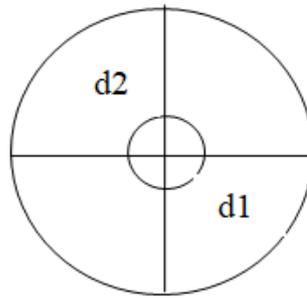
3.4.3 Isolat *Phytophthora capsici*

Isolat jamur *P. capsici* dengan kode isolat (L4) yang digunakan berasal dari isolat jamur terpilih koleksi Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sebelum digunakan, isolat jamur *P. capsici* diremajakan dan diperbanyak pada media PDA serta pada media agar *juice* tomat dan wortel.

3.4.4 Uji Pertumbuhan Diameter Koloni, Sporulasi, dan Viabilitas Spora Jamur *T. asperellum* yang Ditumbuhkan pada Media PDA yang Mengandung Fungsida

3.4.4.1 Uji Pertumbuhan Diameter Koloni *T. asperellum*

Uji pertumbuhan diameter koloni dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuh jamur *T. asperellum* pada media PDA yang mengandung fungsida. Uji pertumbuhan koloni *T. asperellum* dilakukan dengan cara yaitu meletakkan satu bor gabus (diameter 5 mm) biakan murni jamur *T. asperellum* berumur 7 hari pada bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA yang mengandung fungsida. Pengamatan uji pertumbuhan koloni dilakukan setiap hari terhadap diameter koloni jamur *T. asperellum* selama 7 hari. Cara pengukuran diameter jamur *T. asperellum* pada cawan petri disajikan pada Gambar 3 beserta keterangannya.



Gambar 3. Cara pengukuran pertumbuhan diameter koloni jamur

Data panjang diameter koloni jamur yang nantinya digunakan dihitung menggunakan rumus:

$$D = \frac{d1 - d2}{2}$$

Keterangan :

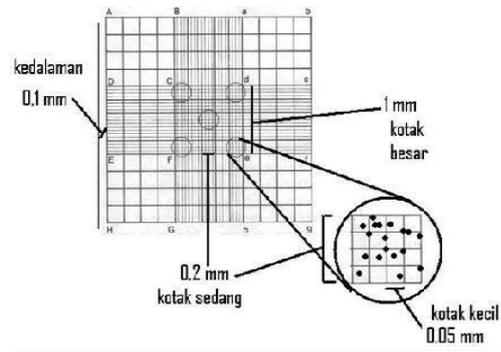
d1 = Diameter horizontal koloni jamur (cm)

d2 = Diameter vertikal koloni jamur (cm)

D = Diameter koloni jamur (cm)

3.4.4.2 Uji Sporulasi

Pemanenan spora jamur dilakukan dengan cara menambahkan Tween 80 0,1% ke dalam cawan petri berisi isolat jamur *T. asperellum* pada media yang mengandung fungisida lalu digeruk secara perlahan dengan *drigalsky*. Setelah itu, suspensi kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditutup bibir tabung reaksi dengan kapas steril dan dihomogenkan menggunakan *rotamixer* selama 1 menit. Suspensi yang telah homogen tersebut diambil 25 µl menggunakan tip serta mikropipet, dan ditetaskan pada *haemocytometer*, lalu ditutup bagian yang telah ditetaskan menggunakan *cover glass* hingga suspensi mengisi pada ruang hitung *haemocytometer*. Spora jamur di dalam *haemocytometer* diamati menggunakan mikroskop cahaya binokuler LEICA dengan perbesaran 400 kali. Perhitungan kerapatan spora dilakukan dengan cara memilih 5 kotak sedang yang terdapat pada *haemocytometer*, kemudian dihitung jumlah spora pada tiap kotak kecil, cara perhitungan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kotak sedang dan kotak kecil *haemocytometer* (Wijaya *et al.*, 2015).

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

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

Keterangan :

S : Jumlah spora/ml

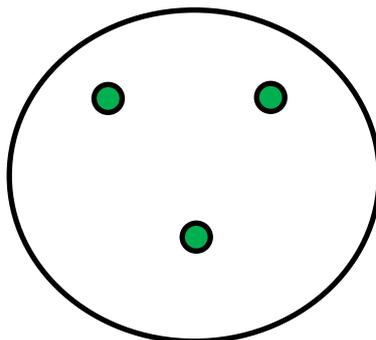
R : Jumlah rata-rata spora pada 5 kotak sedang *haemocytometer*

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

F : Faktor pengenceran yang digunakan

3.4.4.3 Uji Viabilitas Spora

Uji viabilitas spora dilakukan dengan cara mengambil masing-masing suspensi spora jamur *T. asperellum* (suspensi yang sama digunakan untuk perhitungan uji sporulasi). Suspensi spora tersebut ditetaskan menggunakan mikropipet pada media PDA di tiga titik yang berbeda dengan diambil 25 μ l untuk setiap titik (Gambar 5). Suspensi diinkubasi selama 7-12 jam kemudian diamati spora jamur menggunakan mikroskop cahaya binokuler LEICA dengan perbesaran 400 kali.



Gambar 5. Tiga titik penetasan suspensi jamur *T. asperellum* pada media PDA.

Viabilitas spora dihitung berdasarkan jumlah spora yang berkecambah dan tidak berkecambah. Spora dihitung berkecambah apabila panjang bulu kecambah dari spora jamur telah berukuran dua kali dari panjang diameter konidia (Espinel-Ingroff, 2001).

Sementara, persentase viabilitas spora jamur dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syahnen *et al.*, 2014) :

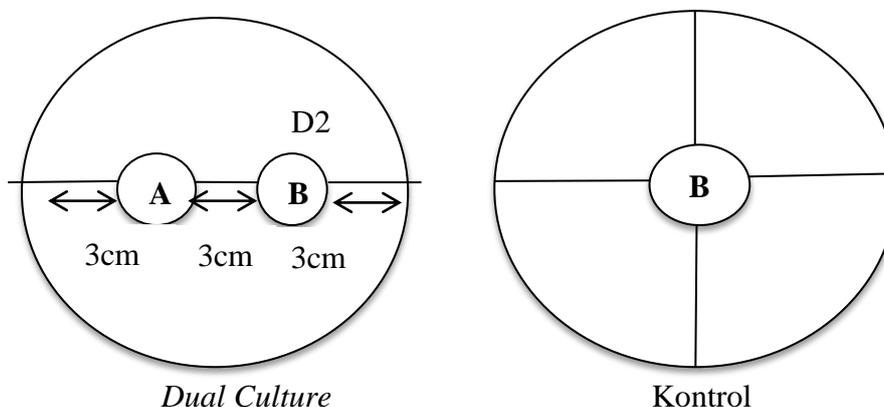
$$\text{Viabilitas (\%)} = \frac{\text{Spora yang berkecambah}}{\text{Spora yang diamati}} \times 100\%$$

3.4.5 Uji Kemampuan Tumbuh *P. capsici* pada Media PDA Mengandung Fungisida

Uji kemampuan tumbuh dilakukan untuk mengetahui potensi perhambatan *P. capsici* ditumbuhkan pada media agar *juice* tomat dan wortel mengandung fungisida. Uji pertumbuhan diameter koloni dilakukan dengan meletakkan satu bor gabus (diameter 5 mm) biakan murni jamur *P. capsici* berumur 7 hari pada bagian tengah cawan petri yang berisi media agar *juice* tomat dan wortel yang mengandung fungisida. Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap diameter koloni jamur selama 7 hari.

3.4.6 Uji Kemampuan Antagonis Jamur *T. asperellum* terhadap *P. capsici* pada Media yang Mengandung Fungisida secara *In Vitro*

Uji antagonis secara *in vitro* menggunakan prinsip kultur ganda yaitu dengan cara mengambil 0,5 cm biakan murni *T. asperellum* dan *P. capsici* yang telah berumur 7 hari dengan bor gabus (diameter 5 mm), kemudian ditumbuhkan ke dalam cawan petri yang berisi media agar *juice* tomat dan wortel yang mengandung fungisida. Biakan murni *P. capsici* berukuran 0,5 cm sebagai kontrol ditumbuhkan di bagian tengah cawan petri yang berisi media agar *juice* tomat dan wortel yang mengandung fungisida tanpa *T. asperellum*. Metode kultur ganda yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Letak *P. capsici* dan *T. asperellum* pada uji antagonis dalam cawan petri (A = *T. asperellum* (antagonis) dan B = *P. capsici* (patogen)).

Presentase penghambatan pertumbuhan atau PGI (*Percentage Growth Inhibition*) ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut (Khairul dkk., 2018) :

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

Keterangan:

PA : Persentase Antagonis (% penghambatan)

D1 : Rata-rata diameter koloni jamur *P. capsici* tanpa adanya jamur *T. asperellum* (kontrol)

D2 : Rata-rata diameter koloni jamur *P. capsici* yang dilawan dengan jamur antagonis *T. asperellum* (perlakuan)

3.4.7 Pengaruh Aplikasi Kombinasi *T. asperellum* dengan Fungisida untuk Menghambat *P. capsici* secara *In Planta*

3.4.7.1 Pembuatan Suspensi Spora *T. asperellum* dan *P. capsici*

Biakan murni jamur *T. asperellum* yang berumur 7 hari diambil menggunakan bor gabus (diameter 5 mm), lalu diletakkan pada bagian tengah cawan petri berisi media agar *juice* tomat dan wortel yang mengandung fungisida dengan konsentrasi terpilih dan diinkubasi selama 7 hari. Setelah 7 hari, dilakukan pemanenan spora dengan cara menambahkan Tween 80 0,1% ke dalam cawan petri dan digeruk secara perlahan dengan *drigalsky*. Suspensi kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan menggunakan *rotamixer*. Pembuatan suspensi *P. capsici* sama dengan pembuatan suspensi spora *T. asperellum*, namun biakan murni *P. capsici* diperbanyak pada media agar *juice* tomat dan wortel tanpa fungisida.

3.4.7.2 Media Tanam dan Tanaman Uji yang digunakan

Media tanam yang digunakan untuk menanam tanaman cabai yaitu tanah, pasir, dan pupuk kandang (menggunakan perbandingan 2:1:1) yang telah disterilkan terlebih dahulu dengan cara dikukus selama 3 jam. Setelah dingin, media tanam dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 15 x 20 cm, lalu didiamkan selama 3 hari dan dilakukan penyiraman setiap hari. Tanaman uji yang digunakan merupakan bibit cabai varietas Laju berumur ± 25 hari.

3.4.7.3 Inokulasi Suspensi Spora *T. asperellum* dan *P. capsici*

Persiapan inokulasi *P. capsici* ke tanaman cabai, dilakukan dengan mengambil 20 mL suspensi spora jamur *P. capsici* yang sebelumnya telah diremajakan pada media agar *juice* tomat dan wortel (kerapatan 10^6 spora/mL). Sebelum dilakukan perlakuan batang tanaman cabai dilakukan pelukaan (1 cm) dari permukaan tanah menggunakan jarum steril. Kemudian, suspensi spora tersebut disiramkan 20 mL pada bagian pangkal batang tanaman cabai ketika 4 hari setelah aplikasi (HSA)

jamur *T. asperellum* (kepadatan 10^8 spora/mL) pada media tanam dan tanaman cabai.

Delapan perlakuan yang dilakukan pada antagonis secara *in planta* (masing-masing memiliki 4 ulangan) :

F1T1 = Konsentrasi 0,25 x konsentrasi rekomendasi fungisida bahan aktif Mankozeb 80% + *T. asperellum*

F2T1 = Konsentrasi 0,25 x konsentrasi rekomendasi fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7% + *T. asperellum*

F3T1 = Konsentrasi 0,25 x konsentrasi rekomendasi bahan aktif Simoksaniil 45% + *T. asperellum*

T = *T. asperellum* tanpa fungisida

F1T0 = Konsentrasi 0,25 x konsentrasi rekomendasi fungisida bahan aktif Mankozeb 80% tanpa *T. asperellum*

F2T0 = Konsentrasi 0,25 x konsentrasi rekomendasi fungisida bahan aktif Flupikolid 6% + Propineb 66,7% tanpa *T. asperellum*

F3T0 = Konsentrasi 0,25 x konsentrasi rekomendasi fungisida bahan aktif Simoksaniil 45% tanpa *T. asperellum*

A1 + P = Air steril (20 mL/tanaman) + *P. capsici* (20 mL/tanaman)

Pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari terhadap keparahan dan keterjadian penyakit yang muncul. Keparahannya pada daun dan pangkal batang dapat diukur berdasarkan gejala dan skor keparahan yang ditentukan (Tabel 1 dan 2). Presentase keparahan penyakit dapat dihitung dengan rumus (Ginting dan Maryono, 2011) :

$$I = \frac{\sum (nxv)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

I : Keparahannya penyakit (%)

n : Jumlah tanaman dalam tiap kategori serangan

v : Nilai skala tiap kategori serangan

N : Banyaknya tanaman yang diamati

Z : Nilai skala dari kategori serangan tertinggi

Tabel 2. Skor keparahan penyakit pada pangkal batang

Skor Penyakit	Gejala atau Nekrosis
0	Tidak ada gejala
1	Nekrosis sepanjang 0,5 cm atau kurang
2	Nekrosis berukuran $0,5 < x < 1$ cm, tidak melingkari batang
3	Nekrosis berukuran $x > 1$ cm, tidak melingkari batang
4	Nekrosis melingkari batang
5	Tanaman layu atau mati

Sumber: Ginting dan Maryono (2011).

Sementara, untuk persentase keterjadian penyakit pada pangkal batang tanaman cabai dihitung menggunakan rumus (Ginting dan Maryono, 2011) :

$$KP = \frac{N}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

KP : Keterjadian penyakit (%)

N : Jumlah tanaman yang diamati

n : Jumlah tanaman terserang

3.4.7.4 Pengamatan Komponen Agronomi untuk Melihat Pengaruh Pemberian Perlakuan Uji terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai

Pengamatan beserta pengukuran terhadap komponen agronomi seperti panjang tajuk tanaman cabai, panjang akar tanaman cabai, kehijauan daun, bobot basah tajuk dan akar, serta bobot kering tajuk dan akar dilakukan bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian perlakuan kombinasi fungsida dan *T. asperellum* dalam memacu pertumbuhan tanaman cabai. Pengamatan bobot basah tajuk dan akar tanaman cabai dilakukan penimbangan secara terpisah antara tajuk dan akar, sebelum ditimbang tajuk dan akar dicuci hingga bersih dan dikeringkan, setelah itu ditimbang menggunakan timbangan analitik, bobot basah dinyatakan dalam satuan gram (g). Sementara, untuk perhitungan bobot kering, tajuk dan akar tanaman cabai dimasukkan ke dalam amplop yang berbeda (sesuai dengan pemberian perlakuan), kemudian dilakukan pengovenan selama 3 hari

menggunakan suhu 80°C, setelah selesai dioven, bobot kering dari masing-masing tajuk dan akar ditimbang dengan timbangan analitik dan dinyatakan dalam satuan gram (g).

3.4.8 Analisis Data

Seluruh data yang diperoleh pada penelitian ini diuji homogenitas ragam antar perlakuan menggunakan uji Barlett dan diuji aditivitas data dengan uji Tukey. Setelah asumsi terpenuhi, data diolah menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan perbandingan data antar variabel menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan program SPSS pada taraf 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Trichoderma asperellum* tidak mengalami penekanan pertumbuhan diameter koloni jamur ketika ditumbuhkan pada media PDA yang mengandung fungisida, diameter panjang koloni tertinggi *T. asperellum* dihasilkan pada media PDA mengandung konsentrasi di bawah konsentrasi rekomendasi yakni taraf 0,25 kali konsentrasi rekomendasi dari bahan aktif Mankozeb 80%, Flupikolid 6% + Propineb 66,7% dan Simoksaniil 45%. Pengaruh pemberian fungisida pada media PDA tidak mempengaruhi sporulasi dan viabilitas *T. asperellum*.
2. Bahan aktif fungisida Mankozeb 80%, Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, dan Simokasaniil 45% pada taraf konsentrasi 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 kali konsentrasi rekomendasi yang terkandung dalam media Agar *Juice* Tomat dan Wortel (V2) mampu menghambat pertumbuhan *P. capsici* secara *in vitro*.
3. Konsentrasi terpilih 0,25 kali konsentrasi rekomendasi dari setiap masing masing fungisida bahan aktif uji yang dikombinasikan dengan *T. asperellum* mampu mengendalikan perkembangan *P. capsici* pada tanaman cabai secara *in planta*. Hasil membuktikan pada *T. asperellum* yang berkombinasi dengan 0,25 kali konsentrasi rekomendasi dari fungisida bahan aktif Mankozeb 80%, Flupikolid 6%+Propineb 66,7% dan Simoksaniil 45% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap keterjadian penyakit, namun memberikan pengaruh yang nyata terhadap keparahan penyakit pada tanaman cabai uji.

5.2 Saran

Penulis memberikan saran yaitu perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap *T. asperellum* yang berkombinasi dengan beberapa taraf konsentrasi dari fungisida bahan aktif Mankozeb 80%, Flupikolid 6% + Propineb 66,7%, dan Simoksaniil 45% pada beberapa jenis varietas tanaman cabai yang rentan terhadap serangan *P. capsici*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, J. H. 2020. Uji kemampuan metabolit sekunder tiga isolat agensia hayati terpilih untuk menekan busuk pangkal batang lada (*Phytophthora capsici*) secara *in planta*. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Anjum, Z.M., Adnan, M., Ali, M. S., Bilal, H.M., and Javaid, H. 2019. Antifungal potential of biocontrol agents against *Phytophthora capsici* causing chili fruit rot. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*. 22(4): 156-159.
- Antari, N.M., Darmayasa, I.B.G., dan Hardin, J. 2020. Efektivitas *Trichoderma asperellum* TKD dengan mediator pupuk kandang untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *SIMBIOSIS VIII*. 2: 63-71.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2016. Produksi, luas panen dan produktivitas sayuran di Indonesia. Produktivitas (ton/ha). available at www.pertanian.go.id/indikator/tabel/tabel-2-prod-lspn-prodvitas-horti.pdf.
- Barchenger, D.W., Lamour, K.H., and Bosland, P.W. 2018. Challenges and strategies for breeding resistance in *Capsicum annum* to the multifarious pathogen, *Phytophthora capsici*. *Frontiers in Plant Science*. 9: 628.
- Budiyanto, M.A.K. 2018. *Membuat Fungisida Organik*. UMM Press. Malang.
- Cahyono, B. 2007. *Cabai Rawit, Teknik Budidaya & Analisis Usaha Tani*. Kanisius. Yogyakarta.
- Djojosumarto, P. 2000. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta.
- Elshahawy, E. I., Karima, H.E.H., and Hassan, A. E. K. 2016. Compatibility of *Trichoderma* spp. with seven chemical fungicides used in the control of soil borne plant pathogens. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 7(1): 1772-1785.

- Espinel-Ingroff, A. 2001. Germinated and nongerminated conidial suspensions for testing of susceptibilities of *Aspergillus* spp. to amphotericin bitraconazole, posaconazole, ravuconazole, and voriconazole. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 45(2): 605-607.
- Ginting, C. dan Maryono, T. 2011. Efikasi *Trichoderma harzianum* dengan berbagai bahan organik dalam pengendalian penyakit busuk pangkal pada lada. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 11(2): 147-156.
- Gortz A. and Dias, L. 2011. *Use of Propineb for Physiological Curative Treatment Under Zinc Deficiency*. Bayer Crop Science. Jerman.
- Gusnawaty, H.S., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* spp. indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 88-94.
- Hidayat, Y.S., Nurdin, M., dan Dirmawati, S.R. 2014. Penggunaan *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendalian terhadap *Pyricularia oryzae* Cav. penyebab blas pada padi. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(3): 414-419.
- Jiang, H., Zhang, L., Zhang, J., Ojaghian, M.R., and Hyde, K.D. 2016. Antagonistic interaction between *Trichoderma asperellum* and *Phytophthora capsici* in vitro. *Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & Biotechnology)*. 17(4): 271-281.
- Khair, H. A. E., Elshahawy, E., and Haggag, H. E. K. 2019. Field application of *Trichoderma* spp. combined with Thiophanate-Methyl for controlling *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* in dry bean. *Bulletin of The National Research Centre*. 43: 19.
- Khairul, I., Montong, V.B., dan Ratulangi, M.M. 2018. Uji antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai keriting secara in vitro. *Cocos*. 1(2): 1-8.
- Kusumawardani, Y., Sulistyowati, L., and Cholil, A. 2015. Potensi antagonis jamur endofit pada tanaman lada (*Piper nigrum* L.) terhadap jamur *Phytophthora capsici* Lelonian penyebab penyakit busuk pangkal batang lada. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 3(1): 21-29.
- Majid, M. U., Awan, M. F., Fatima, K., Tahir, M.S., Ali, Q., Rashid, B., Rao, A. Q., Nasir, I. A., and Husnain, T. 2016. *Phytophthora capsici* on chili pepper (*Capsicum annuum* L.) and its management through genetic and bio-control: a review. *Zendirbyste-Agriculture*. 103(4): 419-430.
- Manjarrez, J.E.R., Aragon, W.A.R., Zequera, I. M., Lachica, I.C., Estrada, R. S.G. and Sy, O. 2020. Novel sources of resistance to *Phytophthora capsici* on pepper (*Capsicum* sp.) landraces from Mexico. *Journal Plant Pathology*. 36(6): 600-607.

- Mu'arif, I. A. 2020. Pengaruh media terhadap produksi konidia, viabilitas, dan patogenisitas jamur agensia hayati serta potensinya sebagai konsorsium. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nurhasanah. 2020. Uji dosis fungisida berbahan aktif propineb dan waktu aplikasi terhadap pertumbuhan (*Fusarium oxysporum*) secara *in vitro*. *Skripsi*. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Piay, S.S., Tyasdjaja, A., Ermawati, Y., dan Hantoro, F.R.P. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Cabai Merah (Capsicum annuum L.)* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Tengah.
- Polii, M.G.M., Sondakh, T.D., Raintung, J.S.M., Doodoh, B., dan Titah, T. 2019. Kajian teknik budidaya tanaman cabai (*Capsicum annuum L.*) Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia*. 25(3): 73-77.
- Prasetyo, J., Efri, dan Suharjo, R. 2009. Seleksi dan uji antagonisme *Trichoderma* spp. isolat tahan fungisida nabati terhadap pertumbuhan *Phytophthora capsici*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 9(1): 58-66.
- Purwantisari, S. dan Hastuti, R.B. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma*. 11(1): 24-32.
- Putri, R.A.P.S. dan Adiredjo, A.L. 2019. Efektivitas persilangan tanaman cabai (*Capsicum annuum L.*) rentan dan tahan penyakit busuk batang *Phytophthora (Phytophthora capsici Leon)*. *Jurnal Produksi Tanaman*. 7(2): 321-329.
- Rini, C.R. and Remya, J. 2020. Management of *Phytophthora capsici* infection in black pepper (*Piper nigrum L.*) using new generation fungicides and biopesticide. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 13(1): 71-74.
- Rizal, S., Novianti, D., dan Septiani, M., 2019. Pengaruh jamur *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum L.*). *Jurnal Indobiosains*. 1(1): 14-21.
- Sopialena. 2017. *Segitiga Penyakit Tanaman*. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Sukamto, S., Junianto, Y.D. Sulistyowati, L., dan Sari, L. 1999. *Keefektifan Trichoderma sp. sebagai Agens Pengendali Hayati Rhizoctonia solani pada Bibit Kopi*. Pelita Perkebunan. Universitas Lampung. Lampung.

- Sulistiyawati, P. 2014. Deteksi keberadaan *Phytophthora* spp. di air. *Jurnal Perlindungan Tanaman Hutan*. 8(3): 198-212.
- Supriati, L., Mulyani, R.B., dan Lambang, Y. 2010. Kemampuan antagonism beberapa isolat *Trichoderma* sp. indigenous terhadap *Sclerotium rofsii* secara in vitro. *Jurnal Agroscientific*. 17(3): 119-122.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yunianti, R., dan Kusumah, D. A. 2010. Evaluasi daya hasil cabai hibrida dan daya adaptasinya di empat lokasi dalam dua tahun. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 38(1): 43-51.
- Syahnen., Desianty, N. S., Sri, E., dan Pinem. 2014. Teknik uji mutu agens pengendali hayati (APH) di Laboratorium. Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Medan.
- Wartono. 2021. Identifikasi patogen penyebab penyakit busuk batang cabai di Desa Sindangjaya, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat berdasarkan analisis morfologi dan molekuler. *Jurnal AgroBiogen*. 17(1): 35-44.
- Wijaya, R.C., Utari, E.L., dan Yudianingsih. 2015. Perancangan alat penghitung bakteri. *Jurnal Teknologi Informasi*. 10(29): 1-9.
- Yunianti, R., Sastrosumarjo, S., Sujiprihati, S., Surahman, M., dan Hidayat, S.H. 2007. Ketahanan 22 genotipe cabai (*Capsicum* spp.) terhadap *Phytophthora capsici* Leonian dan keragaman genetiknya. *Buletin Agronomi*. 35(2): 103-111.
- Zakia, A., Ilyas, S., Budiman, C., Syamsuddin, dan Manohara, D. 2017. Peningkatan pertumbuhan tanaman cabai dan pengendalian busuk *Phytophthora* melalui *biopriming* benih dengan rizobakteri asal pertanaman cabai Jawa Timur. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 8(3): 171-182.