

**Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan  
Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.)**

**NUR INTAN PURNAMASARI**

**G011 19 1116**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan  
Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.)**

**NUR INTAN PURNAMASARI**

**G011 19 1116**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pertanian

Departemen Hama Dan Penyakit Tumbuhan

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.)

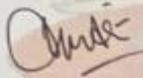
Nama : Nur Intan Purnamasari

NIM : G011191116

Disetujui oleh:

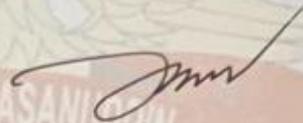
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc

NIP. 19650316 198903 2 002



Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D

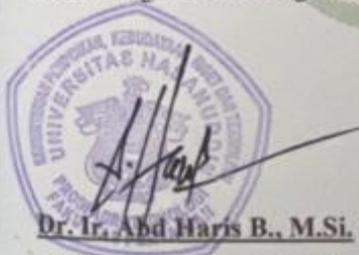
NIP. 19761231 200812 2 004

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Agroteknologi

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Abd Harris B., M.Si.

NIP. 19670811 199403 1 003



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

NIP. 19650316 198903 2 002

Tanggal Pengesahan:

## Deklarasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Efektivitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.)" benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, Oktober 2023



Nur Intan Purnamasari

G011191116

## ABSTRAK

**NUR INTAN PURNAMASARI (G011191116)** “Efektivitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.)” Pembimbing: TUTIK KUSWINANTI dan MUHAMMAD JUNAID

Salah satu penyakit penting pada tanaman cabai adalah penyakit layu yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum*. Sampai saat ini, strategi pengendalian yang paling banyak dilakukan oleh para petani adalah penggunaan pestisida kimiawi yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Untuk itu dibutuhkan alternatif pengendalian penyakit yang ramah lingkungan yang menunjang pertanian berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat keefektifan pengaplikasian berdasarkan waktu pemberian cendawan antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap penyakit layu fusarium terhadap tanaman cabai (*Capsicum* spp). Dalam penelitian ini diamati efek perlakuan antagonis *T. harzianum* yang diberikan sebelum pemberian *F. oxysporum*, setelah pemberian *F. oxysporum*, dan pemberian secara bersamaan, serta kontrol negatif tanpa pemberian antagonis dan patogen, sedangkan pada kontrol positif tanaman diinfeksi dengan *F. oxysporum*. Pengamatan dilakukan selama empat minggu, dengan interval waktu setiap minggu. Pengamatan meliputi jumlah daun yang tumbuh, insidensi penyakit, dan keparahan penyakit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *T. harzianum* memberikan dampak positif terhadap jumlah daun baik pada cabai rawit (Dewata) dan cabai besar (Horizon), namun dampak yang nyata hanya ada pada cabai besar. Persentase insidensi pada tanaman cabai besar sangatlah tinggi dibandingkan dengan cabai rawit yaitu sebesar 100 % hampir pada semua perlakuan. Keparahannya terendah berada pada P0, kemudian disusul dengan P3 sebesar 25 % pada cabai rawit dan 70 % pada cabai besar. Hasil reisolasi bagian bawah batang tanaman cabai ditemukan baik *T. harzianum* maupun *F. oxysporum*.

**Kata Kunci:** Cendawan antagonis, Insidensi Penyakit, Keparahannya Penyakit, Pengendalian hayati, *Fusarium oxysporum*.

## ABSTRACT

**NUR INTAN PURNAMASARI (G011191116)** “The Effectiveness of the Fungus *Trichoderma harzianum* in Controlling Fusarium Wilt Disease in Chili Plants (*Capsicum* spp.)”  
Supervised by TUTIK KUSWINANTI and MUHAMMAD JUNAID

One of the important diseases in chili plants is wilt disease caused by the fungus *Fusarium oxysporum*. Until now, the control strategy most often used by farmers is the use of chemical pesticides which can have a negative impact on the environment. For this reason, environmentally friendly disease control alternatives are needed that support agricultural sustainability. The aim of this research was to determine the level of effectiveness of application based on the time of administration of the antagonistic fungus *Trichoderma harzianum* against fusarium wilt disease on chili plants (*Capsicum* spp). In this study, the effects of antagonist treatment were observed *T. harzianum* given before giving *F. oxysporum*, after giving *F. oxysporum*, and simultaneous administration, as well as a negative control without administration of antagonists and pathogens, while in the positive control the plants were infected with *F. oxysporum*. Observations were carried out for four weeks, with intervals every week. Observations include the number of leaves growing, disease incidence, and disease severity. The results of this study showed that the application of *T. harzianum* had a positive impact on the number of leaves on both bird's eye chilies (Dewata) and large chilies (Horizon), but the only real impact was on large chilies. The percentage of occurrence in large chili plants is very high compared to cayenne pepper, namely 100% in almost all treatments. The lowest disease severity was at P0, followed by P3 at 25% in cayenne pepper and 70% in large chili. The results of reisolation of the lower stems of chili plants found both *T. harzianum* and *F. oxysporum*.

**Keywords:** Antagonistic fungi , disease incidence, disease severity, biological control, *Fusarium oxysporum*.

## PERSANTUNAN

### *Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmatnya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “ **Efektifitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai (*Capsicum spp.*) Secara *In-Vivo*.**” Shalawat serta salam tak lupa pula tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkna dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti saat sekarang ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini telah banyak pihak yang membantu dalam bentuk apapun. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak dengan segala keikhlasan telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada :

1. Orang tua, Bapak **Masriadi** dan Ibu **Hj. Asriani** yang sangat berperan penting dalam menyelesaikan program studi penulis. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan di bangku perkuliahan, tapi semangat hingga beliau mampu mendidik penulis, memotivasi serta memberikan do'a hingga penulis mampu menyelesaikan studi sampai sarjana. Tak lupa pula kepada adik kecil saya **Arya Dzaky Pradana** yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
2. Dosen pembimbing pertama, **Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti. M. Sc** dan pembimbing kedua bapak **Muhammad Junaid, SP., MP., Ph.D** yang telah memberikan bimbingan yang sangat luar biasa, terima kasih atas waktu, kesabaran, keikhlasan dan ketulusannya dalam mengarahkan, memberikan bantuan serta masukan-masukan kepada penulis dimulai dari penyusunan proposal, penelitian, penulisan skripsi sampai dengan hari ini.
3. Dosen penguji bapak **Prof. Ir. Andi Nasruddin, M. Sc., Ph.D**, Ibu **Dr. Sri Nur Ngatimin, S.P., M.Si.** dan Ibu **Nurhardina, S.P., M.Si.** selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik serta saran yang sangat membantu penulis dalam proses penelitian maupun penyusunan skripsi ini.
4. Staf Laboratorium dan staf pegawai jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Pak **Ardan**, Pak **Kamaruddin**, Ibu **Ani** yang telah memberikan nasehat dan membantu proses penelitian penulis dan terima kasih kepada Ibu **Nurul** yang membantu dalam urusan administrasi penulis.
5. Saudara **Eka Wardana, Mulyana** dan **Sahrul Dandi** yang selalu memberikan dukungan, motivasi, nasehat yang tidak pernah pudar. Semoga kelak kita bisa membahagiakan kedua orang tua kita.
6. **BPH HMPT UNHAS** yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
7. Teman seperjuangan konsultasi **Firdha Rahmawati Nur Ridwan** yang selalu menemani kemanapun selama proses bimbingan penulis. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas kesediaannya senantiasa membersamai dan membantu dalam penulisan skripsi ini.
8. Sahabat seperjuangan saya **Mufridan Mukhlis** dan **Rezki Aulia** yang dalam suka maupun duka selalu memberikan dukungan kepada penulis, mendengarkan keluh kesah, dan berbaik hati memberikan solusi dari permasalahan penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

9. **Nur Intan Purnamasari**, *last but not least, ya!* diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih karena terus berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Terima kasih sudah bertahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena dengan segala keterbatasan pengathuan dan pengalaman yang masih harus penulis tingkatkan lagi agar bisa lebih baik lagi ke depannya. Untuk itu, penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun dari pihak mana pun. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk siapapun yang membacanya. Aamiin

*Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Makassar, 12 September 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
Deklarasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
PERSANTUNAN.....	vii
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Cabai ( <i>Capsicum</i> Spp.).....	4
2.1.1 Cabai Rawit ( <i>Capsicum frutescens</i> L.).....	4
2.1.2 Cabai Besar ( <i>Capsicum annum</i> ) .....	5
2.2 Penyakit Pada Tanaman Cabai ( <i>Capsicum annum</i> ).....	5
2.2.1 Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> .....	6
2.2.2 Gejala Serangan <i>Fusarium oxysporum</i> .....	7
2.3 Pengendalian Penyakit Layu Fusarium .....	9
2.3.1 Cendawan <i>Trichoderma harzianum</i> .....	9
2.4 Mekanisme Penghambatan <i>Fusarium oxysporum</i> oleh <i>Trichoderma harzianum</i> .....	11
3. METODE PENELITIAN .....	12
3.1 Waktu dan Tempat .....	12
3.2 Alat dan Bahan .....	12
3.3 Rancangan Percobaan.....	12
3.4 Metode Pelaksanaan .....	12
3.4.1 Pembuatan Media PDA ( <i>Potato Dextrose Agar</i> ) .....	12
3.4.2 Perbanyakkan <i>Fusarium oxysporum</i> dan <i>Trichoderma harzianum</i> .....	12
3.4.3 Identifikasi Biakan <i>Fusarium oxysporum</i> dan <i>Trichoderma harzianum</i> .....	13
3.4.4 Persiapan Media Tanam .....	13
3.4.5 Penyiapan Inokulum <i>Fusarium oxysporum</i> dan <i>Trichoderma harzianum</i> .....	14
3.4.6 Pengaplikasian.....	14
3.4.7 Parameter Pengamatan .....	14
3.4.8 Reisolasi <i>Fusarium oxysporum</i> dan <i>Trichoderma harzianum</i> .....	15
3.4.9 Analisis Data .....	15

4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
4.1 Hasil .....	16
4.1.1 Jumlah Daun.....	16
4.1.2 Persentase Insidensi Penyakit Layu Fusarium.....	17
4.1.3 Keparahan Penyakit Layu Fusarium .....	18
4.2 Pembahasan.....	21
5. KESIMPULAN.....	23
DAFTAR PUSTAKA .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN TABEL

<b>Tabel 4-1.</b> Jumlah daun tanaman cabai rawit selama 8 minggu pengamatan.....	16
<b>Tabel 4-2.</b> Jumlah daun tanaman cabai besar selama 8 minggu pengamatan .....	16
<b>Tabel 4-3.</b> Persentase insidensi penyakit layu fusarium pada tanaman cabai rawit varietas dewata selama 4 minggu setelah inokulasi <i>F. oxysporum</i> dan <i>T. harzianum</i> .....	17
<b>Tabel 4-4.</b> Persentase insidensi penyakit layu fusarium pada tanaman cabai besar varietas horizon selama 4 minggu setelah inokulasi <i>F. oxysporum</i> dan <i>T. harzianum</i> . .....	18
<b>Tabel 4-6.</b> Persentase Keparahan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai besar varietas horizon selama 4 minggu pengamatan setelah inokulasi <i>F. oxysporum</i> dan <i>T. harzianum</i> . ....	19
<b>Tabel 4-7.</b> Hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis cendawan antagonis <i>Trichoderma harzianum</i> dan patogen <i>Fusarium oxysporum</i> .....	19
Lampiran Tabel.....	28

## DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> (a) <i>Fusarium oxysporum</i> pada media PDA, (b) <i>Fusarium oxysporum</i> pengamatan mikroskopis .....	6
<b>Gambar 2.</b> Gejala penyakit layu fusarium pada tanaman cabai.....	8
<b>Gambar 3.</b> (a) <i>Trichoderma harzianum</i> pada media PDA, (b) <i>Trichoderma harzianum</i> pengamatan mikroskopis.....	10
<b>Gambar 4.</b> (a) pengamatan gejala penyakit layu pada tanaman cabai rawit, (b) pengamatan gejala penyakit layu pada tanaman cabai besar.....	19
<b>Lampiran Gambar</b> .....	34

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang mata pencaharian sebagian besar masyarakatnya adalah sebagai petani. Di Indonesia komoditas tanaman hortikultura yang memiliki nilai jual yang tinggi yaitu tanaman cabai, dengan pasar yang terus meningkat, permintaan akan produksi cabai juga meningkat. Cabai yang umum dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia ada dua jenis yaitu cabai rawit dan cabai merah besar. Dilihat dari harga cabai rawit yang sering mengalami fluktuatif, cabai rawit juga menjadi sayuran favorit yang dikonsumsi masyarakat Indonesia. Komoditas cabai rawit memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi yaitu digunakan dalam industri makanan, bumbu masakan, dan juga sebagai obat-obatan (Alunia *et al.*, 2021). Selain itu, cabai besar juga sering mengalami fluktuasi harga yang tinggi. Produksi cabai merah besar pada tahun 2018 mencapai 1,21 juta ton dalam skala nasional dengan tingkat konsumsi sebesar 1,56 kg/kapital/tahun. Namun pada tahun 2019 produksi cabai besar menurun hingga 1,12 juta ton, tetapi tingkat konsumsi terus meningkat hingga 1,58 kg/kapital/tahun (Adhiana, 2021)

Tanaman cabai ada berbagai macam jenis namun dua jenis diantaranya adalah cabai rawit dan cabai besar yang umumnya dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat baik dalam bentuk segar maupun olahan yaitu sebagai bahan tambahan dan penyedap untuk meningkatkan cita rasa dalam makanan dan kandungan gizi yang tinggi. Cabai juga digunakan sebagai bahan baku industri makanan seperti bubuk cabai, saus, penyedap, serta dalam industri farmasi. Sayuran ini memiliki kandungan senyawa anti mikroba, anti kanker, dapat mengobati radang sendi dan steroid saponin. Di samping itu, cabai menjadi komoditas ekspor yang nilai jualnya tinggi (Fridia *et al.*, 2020).

Produktivitas cabai yang belum optimal disebabkan oleh beberapa faktor, dimana salah satunya yaitu tingginya serangan hama dan penyakit tanaman yang secara ekonomi dapat merugikan karena adanya penurunan tingkat produksi. Patogen tanaman menjadi masalah yang serius di bidang pertanian pada budidaya cabai. Ada beberapa penyakit penting pada tanaman cabai yaitu penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, penyakit bercak daun oleh patogen *Cercospora capsici*, penyakit busuk buah cabai rawit oleh patogen *Colletotrichum sp.*, penyakit busuk cabang oleh patogen *Phytophthora capsici* (Ema, 2021).

Banyak faktor yang sangat perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman cabai sehingga hasilnya optimum dan memiliki mutu baik, Salah satu diantaranya yaitu pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman). OPT menjadi salah satu penyebab menurunnya produksi cabai karena dapat menyerang tanaman sejak di persemaian hingga hasil panennya. Patogen yang biasa menyerang tanaman cabai rawit adalah patogen *Fusarium oxysporum* yang memiliki variasi spesies yang cukup tinggi yaitu 100 jenis dan dapat menyebabkan kerusakan dalam waktu yang singkat pada lahan luas dengan intensitas serangan mencapai 36 %. Kerugian akibat penyakit layu fusarium pada tanaman cabai cukup tinggi karena dapat menyerang tanaman dari fase perkecambahan hingga panen. Patogen ini merupakan patogen tular tanah mematikan karena dapat memberikan kerugian dan gagal panen hingga mencapai 50 % (Rostini, 2011).

Usaha pengendalian yang banyak digunakan oleh para petani adalah menggunakan pestisida sintetik dimana pestisida sintetik diketahui memiliki efek yang merugikan yaitu dapat

menyebabkan kerusakan lingkungan, akumulasi residu pestisida, patogen menjadi resisten, terbunuhnya musuh alami, dan epidemi penyakit. Di samping itu, penggunaan pestisida sintetik dalam budidaya tanaman juga telah mendapat kritikan dari konsumen produk pertanian. Para konsumen mengharapkan agar produk pertanian menjadi aman dikonsumsi dan dapat memenuhi nilai gizi (Heriyanto, 2019).

Pengendalian gangguan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai macam agen hayati yang ramah lingkungan. Penggunaan pestisida sintetik dapat dilakukan secara bijaksana yaitu menggunakannya sesuai dengan dosis dan menjadikannya sebagai alternatif terakhir. Agen hayati yang memiliki sifat antagonis terhadap patogen layu fusarium adalah jamur *Trichoderma* sp. yang dapat memberikan hasil positif dan baik terhadap tanaman (Heriyanto, 2019).

Cendawan antagonis *Trichoderma* sp. merupakan cendawan antagonis yang memiliki sifat saprofit yang dapat menyerang patogen secara alami dan dapat menguntungkan tanaman. Menurut Gusnawaty *et al.*, (2014), *Trichoderma* sp. ialah salah satu dari jenis cendawan yang dapat ditemukan pada setiap jenis tanah dan pada berbagai habitat yang dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati. *Trichoderma* sp. merupakan cendawan yang mampu menyerang dan mematikan patogen karena dapat menghambat pertumbuhan dengan cara mengambil nutrisi dari cendawan lain tanpa mengganggu pertumbuhan dari tanaman utama. *Trichoderma* sp. sebagai agen hayati memiliki beberapa jenis yaitu *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viridae*, dan *Trichoderma koningii*.

Cabai merupakan tanaman yang sangat rentan terhadap penyakit layu sehingga pengaplikasian agen hayati menjadi hal yang sangat berguna bagi tanaman budidaya. Agen pengendalian hayati yang digunakan adalah *Trichoderma harzianum* yang dapat mengendalikan patogen *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu. *Trichoderma harzianum* adalah cendawan antagonis yang dapat bertahan hidup dalam segala kondisi lingkungan dan mampu menguasai berbagai ruang tumbuh sehingga tingkat kompetisi yang dimilikinya cukup tinggi jika berkembang biak pada lingkungan yang sama dengan patogen. *Trichoderma harzianum* diketahui memiliki mekanisme kerja baik apabila dibandingkan dengan jenis *Trichoderma* sp. yang lainnya (Sriwati *et al.*, 2014).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Trichoderma harzianum* efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada berbagai macam tanaman budidaya. Menurut Aenul (2011), Uji antagonis *Trichoderma harzianum* memiliki kemampuan mengendalikan penyakit layu fusarium dan mampu menurunkan intensitas penyakit layu sebesar 43,854%.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat apakah penggunaan agen hayati dengan memanfaatkan *Trichoderma harzianum* efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium tanaman cabai dengan judul “Uji Efektivitas Cendawan *Trichoderma harzianum* Terhadap Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.) secara *In-Vivo*”.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana tingkat keefektifan pengaplikasian berdasarkan waktu pemberian cendawan antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap penyakit layu fusarium terhadap tanaman cabai (*Capsicum* spp.).

Kegunaan penelitian ini sebagai bahan referensi tambahan penelitian selanjutnya dan sebagai bahan informasi bagi yang membutuhkan.

## **1.3 Hipotesis**

Hipotesis penelitian ini adalah diduga *Trichoderma harzianum* mampu mengendalikan penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* pada tanaman cabai (*Capsicum* spp.).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cabai (*Capsicum* Spp.)

Cabai adalah komoditas sayuran yang pada berbagai jenis tanah dapat tumbuh dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Cabai dapat tumbuh pada ketinggian tempat 1-1200 mdpl. Namun pada proses budidaya tanaman cabai memiliki masalah utama yaitu tingginya serangan hama dan penyakit yang akan berpengaruh terhadap menurunnya produktivitas tanaman cabai (Made *et al.*, 2017). Cabai memiliki berbagai jenis, namun dalam penelitian ini ada dua jenis cabai yang dijadikan objek penelitian yaitu cabai rawit dan cabai besar.

#### 2.1.1 Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Cabai rawit merupakan satu dari tujuh komoditas strategis nasional yang menunjukkan angka impor yang meningkat dan angka ekspor yang menurun. Cabai rawit menjadi komoditas hortikultura yang unggul. Permintaan akan produksi cabai rawit meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2011 hingga 2020 diketahui produksi cabai rawit tidak pernah mengalami penurunan dan terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Pada tahun 2021 produksi cabai rawit menurun 8,09 % yaitu hanya mampu memproduksi cabai rawit 1,39 ton dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang memiliki tingkat produksi yang tinggi yaitu 1,5 ton. Penurunan produksi cabai rawit menjadi pertama kali dalam beberapa dekade (BPS, 2021).

Adapun klasifikasi tanaman cabai rawit menurut Warisno *et al.*, (2010), sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Dicotyledonae  
Ordo : Solanales  
Famili : Solanaceae  
Genus : *Capsicum*  
Spesies : *Capsicum frutescens* L.

Daun cabai rawit biasanya berwarna hijau muda hingga hijau sedang dan memiliki yang berbeda antara permukaan daun dan bawah daun. Cabai rawit mempunyai batang yang berkayu dan keras serta berwarna hijau agak gelap. Selain itu, batangnya juga memiliki bentuk bulat, halus, dan memiliki cabang yang banyak. Biji tanaman cabai rawit berwarna kuning, bentuknya tersusun bergerombol atau berkelompok dan bulat pipih, dan melekat pada bagian empulur. Akar tanaman cabai memiliki sistem perakaran yang sangat rumit dan berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara dari tanah yaitu akar serabut secara horizontal, dan akar tunggang semu (Suriana, 2012).

Cabai rawit memiliki bunga tunggal berwarna ungu dan putih atau putih kehijauan dan berbentuk seperti bintang. Mahkota bunga berwarna putih dan akan tumbuh dari ketiak daun. Penyerbukan bunga termasuk dalam penyerbukan sendiri, namun adapula yang secara silang. Buah cabai rawit berbentuk bulat pendek dengan ujung berbentuk agak runcing dan kerucut. Buah cabai rawit berwarna merah, berbentuk bulat memanjang, memiliki rasa yang sangat pedas, dan ujung yang mengguguk berkisar 1,5-2,5 cm (Tjandra, 2011).

Cabai rawit selain digunakan sebagai bahan masakan, juga memiliki manfaat kesehatan bagi manusia. Kandungan yang dimiliki cabai rawit diantaranya adalah kandungan vitamin C

dan capsaicin. Capsaicin bermanfaat sebagai zat aktif dalam membantu mengobati nyeri otot/sendi dan juga penyakit ringan, seperti sakit pinggang, keseleo, dan nyeri syaraf. Selain itu, kandungan ozon (O<sub>3</sub>) yang terdapat pada capsaicin juga menjadi salah satu *sanitizer* paling kuat yang efektif digunakan sebagai desinfektan. Kandungan vitamin C pada tanaman cabai rawit dapat membantu dalam menjaga kekebalan tubuh agar dapat terhindar dari berbagai macam virus dan penyakit (Alif, 2017).

### **2.1.2 Cabai Besar (*Capsicum annum*)**

Indonesia merupakan penghasil cabai besar (*Capsicum annum*) yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan dapur yaitu sebagai penyedap masakan. Cabai besar memiliki kandungan yang selain zat gizi protein juga mengandung lemak, karbohidrat, serta vitamin A, C dan vitamin B1 yang merupakan zat bermanfaat bagi kesehatan manusia (Prayudi, 2010).

Produksi cabai besar di Indonesia menurut Kementan (2019). Mencapai 1,04 juta ton pada tahun 2016, dan kemudian meningkat sebesar 1,21 juta ton pada tahun 2017, dan mengalami penurunan pada tahun 2019 sekitar 1,12 juta ton. Namun, diketahui bahwa permintaan akan produk cabai merah besar terus meningkat setiap tahunnya. Produksi ketersediaan cabai merah besar di Indonesia masih sangat rendah apabila dibandingkan dengan kebutuhan akan cabai rawit yang sangat tinggi pula.

Klasifikasi cabai merah besar menurut Haryanto (2018), adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Dicotyledonae  
Ordo : Solanales  
Famili : Solanaceae  
Genus : *Capsicum*  
Spesies : *Capsicum annum* L.

Cabai besar memiliki bagian batang, daun, akar, bunga dan buah. Adapun bagian akar tanaman yaitu berakar tunggang yang terdiri dari akar primer (utama), dan akar sekunder (lateral). Bagian batang tanaman cabai merah besar berwarna hijau tua, bercabang lebar yang memiliki banyak cabang, dan berkayu. Daun tanaman cabai merah besar berwarna hijau hingga hijau tua dan berdaun tunggal dengan helaian daun yang memiliki bentuk yang bervariasi yaitu ada yang bentuknya *ovate*, *deltoid*, ataupun *lanceolate*. Cabai merah besar memiliki bunga tunggal yang menucul pada bagian ujung ruas tunas. Bunga pada tanaman cabai merah besar memiliki alat kelamin betina dan jantan berada pada satu bunga sehingga disebut sebagai bunga sempurna. Buah tanaman cabai merah besar memiliki ukuran yang beragam, ada yang pendek dan panjang dengan bagian ujung yang runcing (Pratama *et al.*, 2017).

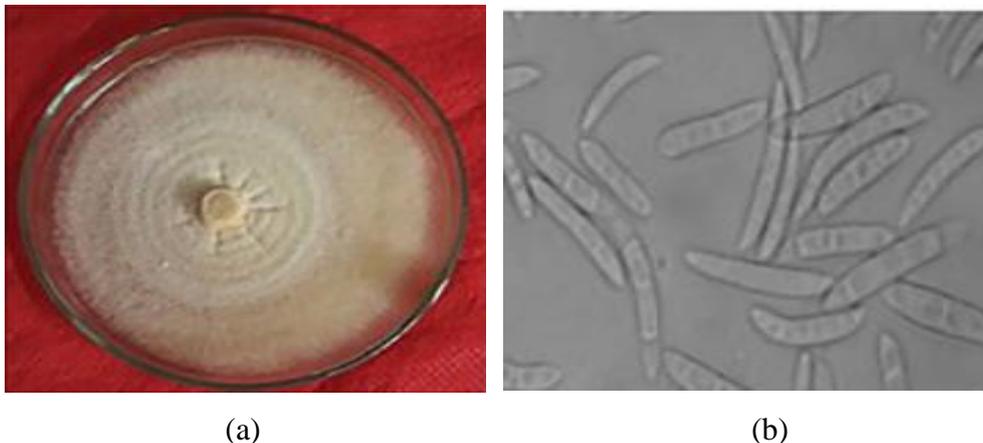
## **2.2 Penyakit Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*)**

Salah satu penyebab menurunnya hasil produksi cabai rawit adalah dengan adanya serangan penyakit tanaman yang dapat menyerang tanaman saat masa penyemaian hingga saat panen. Gangguan penyakit tanaman cabai rawit sangatlah kompleks, bisa menyerang saat musim kemarau maupun musim hujan. Kerusakan akibat penyakit, bisa menurunkan produksi cabai antara 25-100 %. Menurut Nur *et al* (2022), Ada banyak penyakit penting pada tanaman cabai,

yaitu penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*), penyakit virus kuning (*Gemini virus*), penyakit bercak daun (*Cercospora* sp.), penyakit busuk buah antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*), dan juga penyakit yang sering menyerang tanaman cabai salah satunya adalah layu fusarium oleh patogen *Fusarium oxysporum*.

### 2.2.1 Jamur *Fusarium oxysporum*

*Fusarium oxysporum* adalah jenis patogen cendawan yang berfilamen sangat banyak dan ditemukan di dalam tanah. Patogen ini merupakan parasite lemah tular tanah. Patogen ini menular dari tanaman satu ke tanaman lainnya melalui melalui tanah atau rimpang tanaman yang sakit, kemudian akan menginfeksi melalui luka. Proses pengangkutan benih, penyiangan tanaman, dan terdapatnya serangga atau nematoda dapat menyebabkan luka pada tanaman. Cendawan patogen ini akan bertahan hidup pada bagian tanaman, apabila kondisi lingkungan sekitarnya menguntungkan baik pada saat tanaman berada di lapangan maupun pada masa penyimpanan. Cendawan mampu bertumbuh dan berkembang pada tanaman dan menular ke tanaman lain apabila kondisi lingkungannya sesuai untuk hidup patogen (Yudiarti, 2012).



**Gambar 1.** (a) *Fusarium oxysporum* pada media PDA, (b) *Fusarium oxysporum* pengamatan mikroskopis (Ammarah *et al.* 2021).

Jamur *Fusarium oxysporum* adalah jenis jamur atau cendawan yang merupakan patogen yang habitatnya banyak ditemukan di tanah dan spesiesnya berpotensi paling merusak. Patogen layu fusarium mempunyai tanaman inang yang banyak dan tersebar di semua zona, baik tropis maupun subtropik. Patogen ini menyerang pada bagian akar dan juga umbi tanaman budidaya yang membuat tanaman terserang penyakit layu hingga mengalami kematian. Penyebaran cendawan ini ke tanaman lain sangat mudah terutama pada media tanah. Ciri-ciri dari patogen ini yaitu tidak memiliki warna, berbentuk lonjong atau bulat telur, dan dapat membentuk mikronidium bersel (Amrullah *et al.*, 2008).

Klasifikasi jamur *Fusarium oxisporum* penyebab penyakit layu fusarium menurut Soesanto (2013), yaitu sebagai berikut :

Kingdom : Fungi  
Divisi : Ascomycota  
Kelas : Sordariomycetes  
Ordo : Hypocreales  
Famili : Nectriaceae

Genus : *Fusarium*  
Spesies : *Fusarium oxysporum*

Cendawan *Fusarium oxysporum* umumnya menular melalui tanah yang kemudian menginfeksi melalui perakaran tanaman, lalu mendegradasi bagian dinding sel lalu masuk ke dalam pembuluh xylem dan tanaman kemudian mengalami gejala nekrosis, dilanjut dengan penyumbatan. Serangan patogen ini akan menyebabkan penyerapan nutrisi dan unsur hara dari tanah lalu tanaman kemudian akan mati/layu. Hal ini dikarenakan tanaman yang terserang akan tumbuh dan bereproduksi tidak optimal. Tanaman juga akan kehilangan cadangan makanan dengan mudah karena proses respirasi yang lebih cepat (Musayyinul *et al.* 2017).

Koloni cendawan *Fusarium oxysporum* memiliki warna putih, ungu, hingga berwarna merah muda. Koloni patogen akan berwarna berbeda tergantung pada media yang digunakan. Adanya warna yang berbeda dikarenakan jamur patogen ini sangat mudah mengalami mutasi sehingga warnanya tidak dijadikan tolak ukur dalam melakukan identifikasi. Patogen ini memiliki koloni yang bermikrokonodium dalam jumlah yang banyak, memiliki dinding sel tebal yang halus dan apical selnya meruncing dibagian bawah. Sedangkan, konidofor patogen ini memiliki tangkai pendek (Sutejo *et al.*, 2008).

Miselium dari *Fusarium oxysporum* memiliki sekat khususnya di dalam sel, terutama pada pembuluh kayu. Miselium cendawan ini terbentuk diantara sel-sel, yaitu pada bagian kulit dan jaringan parenkim yang berdekatan pada luka yang terinfeksi. Pada media PDA, miselium dari patogen ini akan berwarna putih, lama kelamaan akan menjadi berwarna krem atau kuning pucat, namun pada beberapa keadaan warnanya menjadi merah muda sedikit keunguan. Miseliumnya membentuk cabang serta bersekat. Namun dibebberapa isolat patogen ini akan berpigmen biru atau merah dalam media (Rahayuniati *et al.*, 2010).

### **2.2.2 Gejala Serangan *Fusarium oxysporum***

Cendawan *Fusarium oxysporum* yang menyebabkan penyakit layu fusarium dapat membuat matinya tanaman dan gagal panen. Selain itu, penyebaran penyakit berlangsung sangat cepat, khususnya pada lahan yang bertopografi lereng dikarenakan patogen ini tertular melalui aliran air tanah karena mampu bertahan hidup meskipun di dalam tanah. Apabila kondisi lingkungan pada dalam tanah kurang mendukung dalam pertumbuhan dan perkembangan patogen ini, maka patogen akan membentuk sistem pertahanan diri seperti klamidospora yang memungkinkan patogen mampu bertahan hidup di dalam tanah (Heriyanto, 2019).

Jamur *Fusarium oxysporum* menular melalui tanaman yang sakit dan tertular melalui tanah yang kemudian akan menginfeksi tanaman satu ke tanaman lainnya melalui luka yang ada pada akar dan menyebabkan akar tidak dapat menyerap unsur hara dan nutrisi dalam tanah sehingga menyebabkan tanaman menjadi layu. Patogen ini dapat bertahan hidup di tanah seperti klamidospora meskipun lahan tidak ditanami tanaman apapun dan dalam jangka waktu yang lama. *Fusarium oxysporum* dapat menyerang tanaman di semua stadia pertumbuhan mulai dari vase generatif hingga fase vegetatif. Tanaman muda yang diserang akan menimbulkan busuk pada bagian bawah batang, daunnya menjadi layu hingga mengerut, dan kemudian tanaman mati (Semangun 1989 dalam Alfizar *et al.*, 2011).

Adapun daur hidup dari patogen *Fusarium oxysporum* mengalami dua fase yaitu fase saprogenesis dan patogogenesis. Pada fase saprogenesis, patogen ini terhadap tanaman inang

hidup sebagai parasit. Namun apabila tidak ada tanaman inang, maka patogen akan hidup sebagai saprofit di dalam tanah pada sisa tanaman dan kemudian akan masuk ke fase saprogenesis. Pada fase saprogenesis, patogen akan berasal dari inokulum yang akan menimbulkan penyakit pada budidaya tanaman. Patogen menyebar melalui air tanah, angin, tanah yang telah terinfeksi dan alat pertanian yang tidak steril (Doolite *et al.*, 1961 dalam Alfizar *et al.*, 2011).



**Gambar 2.** Gejala penyakit layu fusarium pada tanaman cabai

Dapat dilihat pada gambar 2, yang memperlihatkan bagaimana gejala penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum*. Gejala dari serang *Fusarium oxysporum* menyebabkan pucuk tanaman yang terserang berubah warna yaitu menjadi cokelat kemerahan, dan tanaman yang diserang menjadi layu. Tanaman yang layu memiliki beberapa tahap pada daun dan kemudian akan mengalami perkembangan ke seluruh bagian tanaman. Tanaman yang terserang penyakit ini pada tingkat yang parah akan layu kemudian mati secara cepat. Akar tanaman yang terserang akan membusuk. Bagian akar yang terserang berasal dari tanah yang terkontaminasi dengan patogen, alat-alat pertanian yang tidak steril dan sampah serta berasal dari tanaman lain yang terinfeksi. Patogen *Fusarium oxysporum* umumnya menyerang pada saat musim hujan, terkhusus daerah yang memiliki kelembaban cukup tinggi dan iklim yang basah. Penularan patogen ini biasanya melalui aliran air sehingga menyebabkan penularannya menjadi sangat luas (Dwiastuti *et al.*, 2015).

Patogen *F. oxysporum* mampu menyerang tanaman jenis cabai rawit di area lahan pertanian. Gejala awal yang sering ditemukan apabila patogen menyerang adalah daun menjadi peucat pada bagian tulang-tulangannya, khususnya daun bagian atas. Daun-daun tua akan menggulung dikarenakan tangkai daun merunduk dan pada akhirnya seluruh tanaman akan menjadi layu total. Adapun pada tanaman muda, tanaman mendadak akan langsung mati, dikarenakan pangkal batangnya rusak. Sedangkan pada tanaman cabai rawit yang sudah dewasa, apabila terserang patogen, maka akan terus bertahan sampai berbuah, namun hasilnya sedikit dan buahnya kecil-kecil (Sri *et al.*, 2014).

Gejala lain pada tanaman cabai rawit dengan penyakit layu fusarium adalah pada bagian bawah daun mengalami perubahan warna menjadi kekuningan (nekrosis) dikarenakan jaringan daun menjadi mati. Gejala selanjutnya bagian atas daun menjadi layu, sehingga lama kelamaan tanaman rebah dan kemudian mati. Keberadaan patogen ini menyebabkan kerugian yang nyata terhadap produk pertanian yang menyebabkan sebagian besar tanaman budidaya layu secara keseluruhan sehingga kerugiannya bisa gagal panen (Himmatul *et al.*, 2020).

Cendawan *Fusarium oxysporum* menyebabkan warna benih tanaman menjadi berubah, menghambat proses perkecambahan, dan dapat mengakibatkan tanaman di persemaian dan tanaman dewasa menjadi sakit juga. Selama benih berada di penyimpanan, maka aktivitas dari patogen ini akan berhenti (fase istirahat) karena syarat pertumbuhan benih tidak terpenuhi (Rahayuniati *et al.*, 2010).

## **2.3 Pengendalian Penyakit Layu Fusarium**

Usaha pengendalian yang biasa digunakan oleh para petani adalah dengan menyiram tanaman dengan memanfaatkan pestisida sintetis yang memang tampak memberikan hasil memuaskan, namun harga yang dikeluarkan cukup mahal. Dengan pemberian pestisida dan senyawa kimia lainnya dapat memberikan permasalahan yang semakin kompleks bagi lingkungan yaitu dapat memberikan dampak negatif, seperti menurunkan daya dukung ekosistem untuk system pertanian yang berkelanjutan (Heriyanto, 2019).

Berdasarkan kerugian yang biasa disebabkan oleh penyakit layu fusarium, maka perlu diusahakan pengendalian yang ramah akan lingkungan. Salah satu pengendalian yang mudah digunakan oleh para petani adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen hayati yang dapat menjadi pengendali penyakit layu fusarium. Menurut Tronsmo 1996; Niluh *et al* (2015), jamur *Trichoderma* sp. sebagai cendawan antagonis yang dapat menekan berbagai macam penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah seperti patogen *Fusarium oxysporum*. *Trichoderma* sp. memiliki berbagai jenis, namun salah satunya adalah *Trichoderma harzianum* yang digunakan dalam penelitian ini.

### **2.3.1 Cendawan *Trichoderma harzianum***

Salah satu yang menjadi permasalahan besar dalam pertanian masa sekarang adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang mengakibatkan kerugian bisa mencapai 50 %. Serangan OPT mengarah ke pertumbuhan dan produksi tanaman sehingga hal tersebut dapat menurunkan nilai jual dari produksi tanaman budidaya. Selain itu, adanya serangan dari OPT dapat mengakibatkan kegagalan panen sehingga diperlukan Tindakan pencegahan dan pengelolaan organisme pengganggu tanaman (OPT) agar permasalahan yang bisa saja ditimbulkan dapat segera diatasi (Loekas, 2014).

Pengendalian yang sering digunakan oleh para petani adalah dengan menggunakan pestisida sintetis yang memiliki dampak negatif bagi lingkungan sekitar. Penggunaan pestisida secara terus menerus akan menimbulkan residu terhadap tanaman budidaya yang berbahaya bagi kesehatan. Selain itu, dampak dari pestisida yang berbahan kimia adalah dapat merusak keanekaragaman hayati serangga, termasuk di dalamnya yaitu predator dan parasit akan menjadi punah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan insektisida dengan spektrum yang luas. Pengaplikasian insektisida juga menyebabkan resurgensi terhadap serangga sasaran karena tertekannya musuh alami dari hama (Yeni *et al.*, 2018).

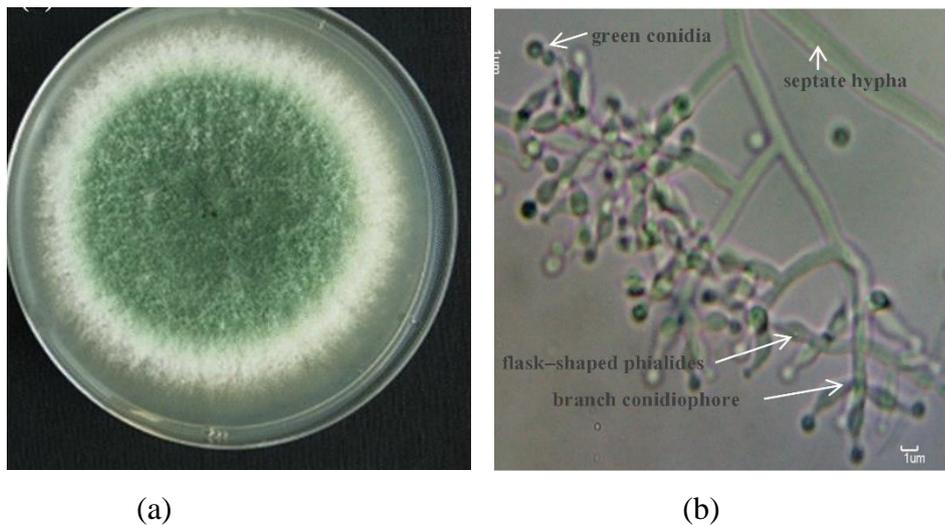
Penggunaan agensia pengendali hayati (APH) menjadi solusi terbaik bagi petani dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah menggunakan *Trichoderma harzianum*. Cendawan *Trichoderma harzianum* adalah salah satu agen pengendali hayati (APH) yang bebas hidup di alam dan jumlahnya sangat banyak di tanah, daun, dan akar. Cendawan ini memiliki kemampuan untuk memparasit patogen, salah satunya patogen

*Fusarium oxysporum*. Jenis cendawan ini berfungsi untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder yaitu *viridin*, dan *trikomidin* yang bersifat antibiotik (Soesanto, 2014).

Adapun klasifikasi cendawan *Trichoderma harzianum* menurut Rivai (1969), yaitu sebagai berikut :

Kindom : Fungi  
Divisi : Pezizomycotina  
Kelas : Sordariomycetes  
Ordo : Hypocreales  
Famili : Hypocreaceae  
Genus : Trichoderma  
Spesies : *Trichoderma harzianum*

*T. harzianum* adalah jenis cendawan mikroorganisme tanah yang bersifat saprofit yaitu dapat secara alami menyerang jenis cendawan patogen sehingga dikatakan dapat menguntungkan tanaman. Jenis cendawan ini memiliki kemampuan untuk berkembangbiak dengan baik pada daerah akar tanaman budidaya. Mekanisme yang dilakukan oleh cendawan ini terhadap patogen adalah mikoparasit dan antibiosis. Mekanisme yang ada di dalam tanah dengan adanya cendawan *Trichoderma* sp. adalah sebagai kompetitor, dalam segi nutrisi maupun ruang, dan juga sebagai mikoparasit yang mampu memberikan tekanan terhadap patogen tular tanah seperti patogen *Fusarium oxysporum* (Sudantha *et al.*, 2011).



**Gambar 3.** (a) *Trichoderma harzianum* pada media PDA, (b) *Trichoderma harzianum* pengamatan mikroskopis (Saksith *et al* 2018).

Bentuk koloni dari cendawan *Trichoderma harzianum* yaitu bulat dan akan membentuk zona lingkaran menyerupai cincin yang dapat dilihat apabila ada cahaya. Bentuk konidiofornya tegak, fialid berbentuk labu, bercabang yang tersusun secara pyramid, dan konidia berbentuk oval. Koloni cendawan ini tumbuh dengan cepat dan lebat, berwarna putih, dan memiliki spora yang berwarna hijau muda menyerupai beludru yang apabila disimpan lama akan berwarna hijau tua. Bagian dari koloni berwarna putih-kekuningan (Susiana, *et al.*, 2016).

*T. harzianum* merupakan salah satu cendawan antagonis dalam mengendalikan penyakit fusarium yang disebabkan patogen *F. oxysporum*. Selain itu, cendawan *Trichoderma harzianum* memiliki kerja yang baik apabila dibandingkan dengan jenis *Trichoderma* sp. yang lain.

Menurut Sriwati *et al.*, (2014), *Trichoderma harzianum* memiliki tingkat ketahanan hidup yang tinggi dan dapat menguasai ruang tumbuh dengan sangat baik. Jenis cendawan antagonis ini juga memiliki tingkat kompetisi yang tinggi apabila berada pada lingkungan yang sesuai. *Trichoderma harzianum* terdapat bagian konidia yang ada pada struktur konidiofor.

#### **2.4 Mekanisme Penghambatan *Fusarium oxysporum* oleh *Trichoderma harzianum***

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cendawan antagonis *Trichoderma harzianum* dapat menekan pertumbuhan dari patogen *Fusarium oxysporum*. Menurut penelitian dari Mukarlina *et al.* (2010), menunjukkan bahwa *Trichoderma harzianum* secara *in vitro* mampu menekan pertumbuhan patogen *Fusarium* yang menginfeksi tanaman cabai. Hal ini dikarenakan patogen *Fusarium* memiliki dinding sel yang dilindungi oleh lapisan glukana dan mengandung kitin. Namun *Trichoderma harzianum* dapat menghasilkan terlebih dahulu enzim *glukanase* yang dapat merombak lapisan glukana patogen *Fusarium* menjadi gula yang lebih sederhana dan kemudian *Trichoderma harzianum* merombak kitin dengan menghasilkan enzim *kitinase*.

Penelitian lain juga menunjukkan adanya respon patogen *Fusarium oxysporum* terhadap cendawan antagonis *Trichoderma*. Penelitian yang dilakukan oleh Heriyanto (2019), menunjukkan bahwa penyakit layu fusarium dapat dikendalikan dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* yaitu sebanyak 10 gr biomassa yang dicampur dengan pupuk sebanyak 2,5 gr kompos, dapat menurunkan serangan dari penyakit fusarium sebesar 12,15 %.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdul *et al.*, (2020), menunjukkan hal yang sama dengan penelitian lainnya yaitu kemampuan *Trichoderma* dapat menghambat pertumbuhan dari patogen *Fusarium oxysporum*. Hasil uji antagonis memperlihatkan bahwa isolat dari *Trichoderma* mampu menghambat patogen yang ditandai dengan zona hambat yang terbentuk pada area pertemuan antara kedua koloni jamur yang dilakukan secara *in vitro*.