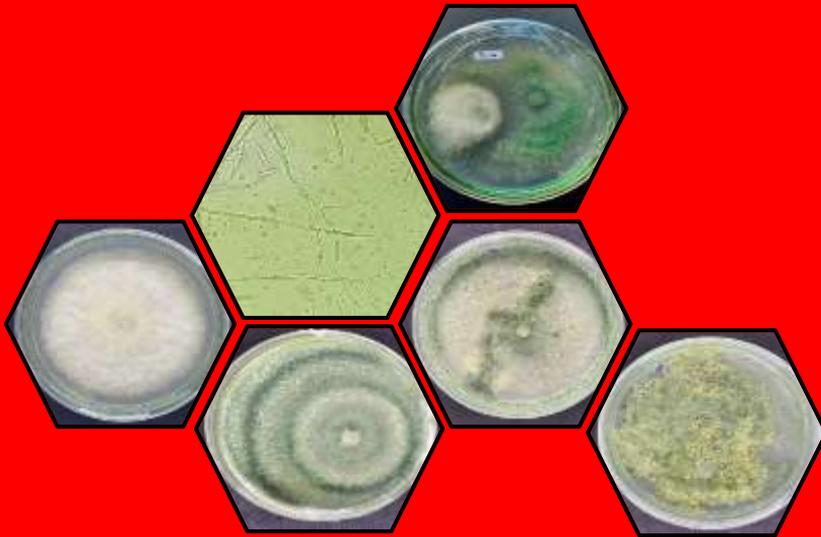


UJI PENGHAMBATAN *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, DAN *Trichoderma pubescens* TERHADAP *Fusarium oxysporum* PATOGEN PADA CABAI SECARA *IN VITRO*



AFRILLA

G011191201



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

UJI PENGHAMBATAN *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, DAN *Trichoderma pubescens* TERHADAP *Fusarium oxysporum* PATOGEN PADA CABAI SECARA *IN VITRO*

**AFRILLA
G011191201**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

UJI PENGHAMBATAN *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, DAN *Trichoderma pubescens* TERHADAP *Fusarium oxysporum* PATOGEN PADA CABAI SECARA *IN VITRO*

AFRILLA

G011191201

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Agroteknologi

pada

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

UJI PENGHAMBATAN *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, DAN *Trichoderma pubescens* TERHADAP *Fusarium oxysporum* PATOGEN PADA CABAI SECARA *IN VITRO*

AFRILLA
G011191201

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 1 Maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

Program Studi Agroteknologi
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA,
NIP. 19570706 198103 1 009

Pembimbing Pendamping

Muhammad Junaid, S.P., M.P., P.hD
NIP. 19761231 200812 2 004

Mengetahui:

Ketua Program Studi Agroteknologi

Dr. Ir. Abd. Haris B., M.Si
NIP. 196708111994903 1 003

Ketua Dept. Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
NIP. 19650316 198903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “**Uji Penghambatan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma pubescens* Terhadap *Fusarium oxysporum* Patogen Pada Cabai Secara *In Vitro***” benar adalah karya saya dengan arahan pembimbing (Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA. sebagai Pembimbing Utama dan Muhammad Junaid, S.P., M.P., P.hD sebagai Pembimbing Pendamping). Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 18 Maret 2024



UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian dan pen yusunan tugas akhir dengan judul “Uji Penghambatan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma pubescens* Terhadap *Fusarium oxysporum* Patogen Pada Cabai Secara *In Vitro*” dengan waktu yang terbaik dari-Nya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat mencapai gelar pada jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan karya ilmiah ini banyak mengalami kendala. Namun berkat rahmat dari Allah Subhanahu wa Ta'ala dan bantuan dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Pada kesempatan yang berberbahagia ini, tak lupa penulis menghanturkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua saya, Ayahanda tercinta Sultan Dg Raja dan Ibunda tercinta Almh. Muliati telah menjadi orang tua yang sangat luar biasa untuk saya yang telah memberikan yang terbaik untuk putri bungsunya baik secara materi maupun dukungan moral. Selalu mendoakan dan memberikan dukungan penuh selama kuliah. Terima kasih atas kesabaran dan nasihat yang diberikan, menjadi penguat dan pengingat penulis hingga dapat menyelesaikan studinya hingga sarjana. Ungkapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Bunda Eni, Om Syapri, Tante Nenni, dan Om Rasyid yang telah menjadi orang tua kedua yang selalu mendukung penulis dengan penuh cinta serta bantuan materi dan nasehat yang tidak pernah putus hingga penulis menyelesaikan skripsi. Serta ungkapan terima kasih kepada Kakak saya tercinta Astri Wulandari yang selalu memberikan hiburan kepada penulis untuk selalu semangat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA selaku dosen pembimbing I (satu) yang selalu sabar membimbing, memberikan masukan, dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian, terima kasih atas saran dan ilmu-ilmu yang diberikan setiap saat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ungkapan terima kasih juga penulis hanturkan kepada Bapak Muhammad Junaid, S.P., M.P., P.hD selaku dosen pembimbing II (dua) atas saran dan kritik yang diberikan, serta ilmu-ilmu yang diajarkan dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini.
3. Kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc, Ibu Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S, Bapak Asman, S.P., M.P selaku dosen penguji yang telah memberikan segala masukan dan arahan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Kepada Bapak Ardan, Bapak Kamaruddin, Bapak Ahmad, S.P., M.P, Ibu Nurul dan Ibu Rahmatiah, S.H selaku pegawai dan staf Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Labratorium yang telah membantu dan memberikan

dukungan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan pengurusan administrasi.

5. Kepada teman-teman saya, Anggun Sasalia, Alfiyah Mahirah Zainal, Nurasyah Ramadhani yang selalu mendukung di saat penulis mengerjakan penelitian, memberikan bantuan dengan ikhlas hingga direpotkan dalam segala hal, bergantian selalu menemani pulang balik Maros-Makassar. Terima kasih selalu ada untuk menemani dan memotivasi penulis hingga mendapatkan gelar sarjana.
6. Kepada sahabat saya Andi Khusnul Khatimah terima kasih karena selalu menemani penulis dalam keadaan susah dan senang. Dari masa-masa mahasiswa baru hingga menggapai gelar sarjana setia menemani penulis, banyak kenangan yang harus disimpan baik-baik untuk dikenang di masa yang akan datang.
7. Kepada teman-teman seperjuangan di kampus Hardiyanti Suharto, Surya Rahmalia Ilham, Nuriyah Magfiratul Fara R, Shifa Nova Lestari, Indira Rahdani yang telah kebersamai dari semester 1 hingga sekarang dan semoga seterusnya. Terima kasih untuk segala hal yang selalu kebersamai penulis dalam keadaan sedih dan senang, memberikan dukungan, dan mewarnai kehidupan kampus penulis hingga meraih gelar sarjana.
8. Kepada teman-teman seperjuangan selama penelitian di Laboratorium Penyakit Tanaman serta teman-teman Hama dan Penyakit 2019 dan Agroteknologi 2019, terima kasih atas segala bentuk dukungan yang diberikan dan menjadi teman yang mendukung dan memotivasi penulis selama kehidupan di kampus.

Semoga Allah Subhana wa Ta'ala membalas segala kebaikan dan ketulusan bapak, ibu, teman-teman sekalian. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis dapatkan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam pengembangan karya ilmiah ini, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan Aamiin ya rabbal alamiin.

Makassar, 18 Maret 2024



Penulis

ABSTRAK

AFRILLA. Uji Penghambatan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma pubescens* Terhadap *Fusarium oxysporum* Patogen Pada Cabai Secara *In Vitro*. Dibimbing oleh: ADE ROSMANA dan MUHAMMAD JUNAID.

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang digunakan sebagai bahan penyedap rasa dan memiliki rasa pedas sehingga banyak digunakan sebagai bumbu masakan oleh karena itu produktivitas cabai terus ditingkatkan. Tetapi seiring peningkatan dari tingkat produksi cabai terdapat kendala yang dihadapi petani dalam membudidayakan cabai yaitu adanya serangan *Fusarium oxysporum* yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan jumlah produksi dari tanaman. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyakit layu *Fusarium* yaitu dengan menggunakan pengendalian yang ramah lingkungan dengan menggunakan cendawan antagonis seperti *Trichoderma* spp. Tujuan penelitian ialah untuk mengetahui pengaruh penghambatan *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, dan *T. pubescens* terhadap *F. oxysporum* patogen pada cabai secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan metode *dual culture* dengan rancangan acak lengkap yang terdiri dari tiga perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak enam kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan patogen tersebut secara makroskopis dan mikroskopis teridentifikasi sebagai *F. oxysporum*. Efektivitas cendawan antagonis dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen ini menunjukkan persentase daya hambat pada hari kelima hingga ketujuh yaitu berbeda sangat nyata. Mekanisme antagonis di antaranya kompetisi dan antibiosis terjadi pada semua perlakuan. Dari ketiga cendawan antagonis yang digunakan, *T. harzianum* memiliki potensi antagonis yang lebih kuat dibanding *T. asperellum* dan *T. pubescens*.

Kata Kunci: antibiosis, cendawan antagonis, daya hambat, *dual culture*, kompetisi

ABSTRACT

AFRILLA. **Inhibition Test of *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, and *Trichoderma pubescens* Against *Fusarium oxysporum* Pathogen of Chili *in Vitro*.** Supervised by: ADE ROSMANA and MUHAMMAD JUNAID.

Chili is a vegetable commodity that is used as a flavoring ingredient and has a spicy taste so it is widely used as a seasoning for cooking, therefore chili productivity continues to be increased. But along with the increase in the level of chili production, there are obstacles faced by farmers in cultivating chilies, namely the attack of *Fusarium oxysporum* which can affect the growth and production of plants. Efforts can be made to prevent *Fusarium* wilt disease by using environmentally friendly controls using antagonistic fungi such as *Trichoderma* spp. The purpose of the study was to determine the inhibitory effect of *T. harzianum*, *T. asperellum*, and *T. pubescens* on *F. oxysporum* pathogens in chili peppers *in vitro*. This study used a *dual culture* method with a complete randomized design consisting of three treatments and each treatment was repeated six times. The results showed that the pathogenic fungus was macroscopically and microscopically identified as *F. oxysporum*. The effectiveness of antagonistic fungi in inhibiting the growth and development of this pathogen showed the percentage of inhibition on the fifth to seventh day, which was very significantly different. Antagonistic mechanisms including competition and antibiosis occurred in all treatments. From the three antagonistic fungi used, *T. harzianum* had stronger antagonistic potential than *T. asperellum* and *T. pubescens*.

Keywords: antibiosis, antagonistic fungi, inhibition, dual culture, competition

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	6
BAB II. METODE PENELITIAN.....	7
2.1 Waktu dan Tempat	7
2.2 Alat dan Bahan	7
2.3 Metode Penelitian	7
2.3.1 Rancangan percobaan	7
2.3.2 Pelaksanaan Penelitian	7
2.3.3 Pengamatan	9
2.3.4 Analisis Data.....	9
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Hasil.....	10
3.1.1 Karakteristik Cendawan Patogen.....	10
3.1.2 Uji Antagonis <i>In Vitro</i>	10
3.1.3 Mekanisme Antagonis	11

3.2 Pembahasan.....	14
BAB IV. KESIMPULAN	17
4.1 Kesimpulan.....	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18
LAMPIRAN	21

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Hasil pengamatan rata-rata persentase daya hambat cendawan antagonis terhadap patogen <i>Fusarium oxysporum</i> secara <i>in vitro</i>	11
2. Dokumentasi Pengamatan Mekanisme Antagonis.....	12
3. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 1 HSI	22
4. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 1 HSI	22
5. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 2 HSI	22
6. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 2 HSI	23
7. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 3 HSI	23
8. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 3 HSI	23
9. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 4 HSI	24
10. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 4 HSI	24
11. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 5 HSI	24
12. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 5 HSI	25
13. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 6 HSI	25
14. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 6 HSI	25
15. Pengamatan persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 7 HSI	26
16. Analisis sidik ragam persentase penghambatan cendawan dengan metode dual culture pada pengamatan 7 HSI.....	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Gejala <i>Fusarium oxysporum</i> (Putra et al., 2019).....	2
2. Ciri morfologi mikroskopis <i>Fusarium oxysporum</i> dilihat di bawah mikroskop : (a) konidiofor dan (b) mikrokonidium (Sutejo et al., 2008).....	3
3. <i>Trichoderma harzianum</i> : makroskopis (a) bentuk koloni pada media PDA; mikroskopis (b) konidiofor (c) fialid (Gusnawaty et al., 2014).....	4
4. <i>Trichoderma asperellum</i> : (1) makroskopis ; (2) mikroskopis a: konidia, b: konidiofor, c: fialid (Elita et al., 2022)	5
5. Bentuk Koloni permukaan <i>Trichoderma pubescens</i> (Behiry et al., 2023)	6
6. Skema pengujian dual culture, (a) Kontrol. (b) perlakuan dual culture (P = Koloni cendawan patogen, A = Koloni cendawan antagonis	8
7. Karakteristik isolat <i>Fusarium oxysporum</i> secara makroskopis, (A) tampak depan, (B) tampak belakang, (C) Mikroskopis perbesaran 400x (C1: hifa, C2: makrokonidium, C3: mikrokonidium).....	10

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Dokumentasi sampel <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma asperellum</i> , <i>Trichoderma pubescens</i>	21
2. Dokumentasi penelitian Uji <i>In Vitro</i> dengan metode <i>dual culture</i>	21
3. Analisis Data Perhitungan Persentase Penghambatan Cendawan Dengan Metode Dual Culture.....	22

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang digunakan sebagai bahan penyedap rasa dan memiliki rasa pedas sehingga banyak digunakan sebagai bumbu masakan. Adapun manfaat lain yang dimiliki cabai yaitu antara lain sebagai penghasil minyak atsiri dan juga dijadikan sebagai ramuan untuk obat-obatan (Utami, 2011). Saat ini telah banyak industri yang menggunakan cabai sebagai bahan baku utama pada pengolahan bahan makanan misalnya sambal, saus, asinan, dan mie instan. Hal ini mengakibatkan tingginya permintaan cabai di pasaran sehingga menjadi salah satu komoditas pertanian yang banyak di produksi di wilayah Sulawesi Selatan (Wilyana, 2016).

Menurut Simpson (2010), adapun klasifikasi cabai rawit adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Solanales
Family : Solanaceae
Genus : *Capsicum*
Spesies : *Capsicum frutescens* L.

Untuk meningkatkan hasil dan mutu tanaman cabai rawit maka dilakukan intensifikasi dan perluasan tanaman cabai rawit. Upaya yang dapat dilakukan para petani untuk menggunakan varietas berkualitas tahan dan menggunakan pengendali hayati yang ramah lingkungan. Pada umumnya cabai memiliki vitamin dan kandungan yang tinggi berupa karbohidrat, kalsium, lemak, kalori, protein, vitamin A, B1, dan C (Darmawan et al., 2014).

Cabai rawit adalah tanaman yang memiliki tinggi kurang lebih 50 hingga 135 cm. Tanaman ini tumbuh tegak. Akar tanamannya berupa akar tunggang dan dapat memanjang hingga 30-50 cm. Batang tanaman kaku dan tidak berbulu. Daun tanaman ini berdaun tunggal yang bertangkai. Daunnya berbentuk bulat telur atau memanjang dengan pangkal runcing dan menyempit. Pola pertumbuhan daun yaitu spiral yang berselingan pada batang. Bunga tanaman muncul dari ketiak daun yang berwarna putih kehijauan. Pada setiap bagian terdapat lebih dari satu kuntum bunga. Bunga cabai terdiri dari bunga tunggal atau 2-3 yang posisinya berdekatan. Bunga cabai rawit memiliki sifat hermaprodit yaitu berkelamin ganda. Memiliki bentuk buah bulat telur yang memanjang dan memiliki pertumbuhan tegak. Buah tanaman ini memiliki warna putih kehijauan atau hijau tua ketika muda dan ketika tua mendekati waktu panen buah menjadi hijau kekuningan, oranye, atau merah cerah. Daging buahnya biasanya lembut dan kaya akan kapsaikin sehingga memberikan rasa pedas pada buah tersebut. Tanaman cabai rawit dapat dipanen pada saat buah masih muda dan pada saat mencapai umur panen (Tjandra, 2011).

Tanaman cabai memerlukan kondisi pertumbuhan tertentu agar bisa tumbuh subur. Oleh karena itu, kondisi lingkungan lahan sangat memengaruhi pertumbuhan dan hasil cabai. Adapun dua faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan tempat menanam cabai yaitu kondisi iklim dan jenis tanah. Tanah yang digunakan mempunyai struktur yang gembur dan mudah menyerap air dengan baik. Mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi. Lahan yang digunakan memiliki pH tanah antara 6,0 – 7,0. Kondisi tanah yang masam dapat menjadi media tumbuhnya berbagai cendawan patogen. Tanaman ini membutuhkan sinar matahari penuh dan tidak ada naungan. Jika kondisi tersebut tidak memadai maka tanaman dapat terserang hama dan penyakit (Chairiyah et al., 2022).

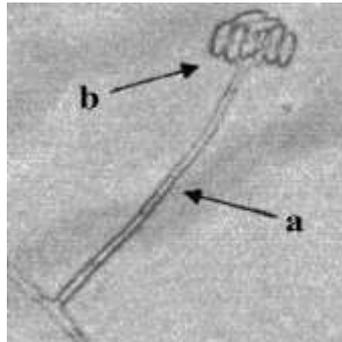
Saat ini produktivitas cabai di Indonesia terus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2022) produksi cabai di wilayah Sulawesi Selatan pada tahun 2021 mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya yang mencapai 26.423 Ton. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produksi cabai yaitu penggunaan benih berkualitas dan cara budidaya yang baik. Tetapi seiring peningkatan dari tingkat produksi cabai terdapat kendala yang dihadapi petani dalam membudidayakan cabai yaitu adanya serangan penyakit yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan jumlah produksi dari tanaman (Dewi, 2016).

Gejala yang disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum* yaitu tanaman menjadi kerdil, klorosis dan layu. Patogen menyerang tanaman pada fase tanaman muda dengan gejala berupa kerdil, klorosis, layu, dan akhirnya mati sedangkan pada fase dewasa akan menyebabkan bunga dan buah tanaman tidak akan berkembang secara normal. Pangkal batang tanaman akan berubah menjadi warna kecoklatan apabila bagian batang dipotong. Patogen akan memasuki akar tanaman melalui luka dan menginfeksi pembuluh tanaman. Kolonisasi yang dilakukan patogen pada ikatan pembuluh akan menghambat pengangkutan air dan unsur hara dari tanah ke pucuk sehingga menyebabkan daun layu dan tanaman tidak dapat bertumbuh. Hal ini dapat menimbulkan kerugian hingga terjadi kegagalan panen apabila tidak dikendalikan (Bertoldo et al., 2015).



Gambar 1. Gejala *Fusarium oxysporum* (Putra et al., 2019)

Fusarium oxysporum merupakan cendawan patogen yang banyak menyerang tanaman. Salah satunya yaitu tanaman cabai yang menyebabkan tanaman menjadi layu. Cendawan ini banyak ditemukan di dalam tanah dengan membentuk tiga macam spora yaitu mikrokonidium, makrokonidium dan klamidiospora. Patogen ini dapat menginfeksi tanaman yang berada pada kondisi rentan akibat kekeringan, kurangnya unsur hara, dan keadaan lembab. Penyebaran patogen pada saat pengangkutan bibit, melalui tanah, angin, alat pertanian atau air. Populasi patogen mampu bertahan hidup secara alami di dalam tanah dengan menginfeksi akar tanaman terutama akar yang terdapat luka (Raharini et al., 2014).



Gambar 2. Ciri morfologi mikroskopis *Fusarium oxysporum* dilihat di bawah mikroskop : (a) konidiofor dan (b) mikrokonidium (Sutejo et al., 2008).

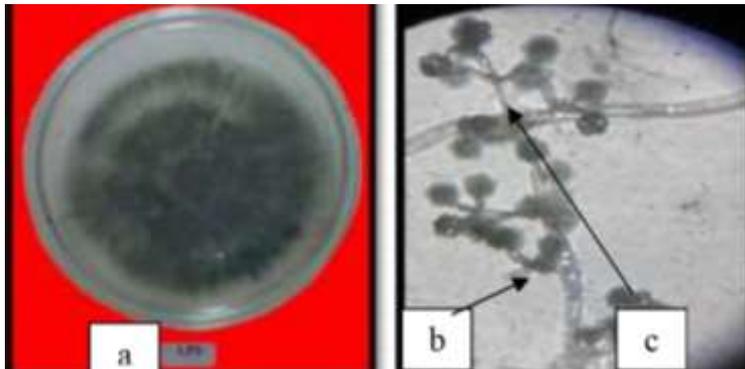
Karakteristik makroskopis *Fusarium Oxysporum* yaitu memiliki warna koloni putih hingga kekuningan, memiliki tekstur seperti kapas tebal mengembang seperti awan, dan bentuk pinggiran koloni tidak rata. Sedangkan mikroskopis dari patogen tersebut yaitu memiliki hifa yang bersekat, memiliki mikrokonidia (terdiri dari 1-2 septa) yang berbentuk bulat atau elips, makrokonidia (terdiri dari 3-5 septa) yang berbentuk lengkung, dan klamidiospora (terjadinya pembengkakan pada hifa) (Sutejo et al., 2008).

Kerusakan yang disebabkan oleh *F. oxysporum* cukup besar pada tanaman cabai karena menyerang tanaman mulai dari perkecambah hingga dewasa sehingga penyakit ini dapat menyebabkan kerugian hingga 50% dan gagal panen. Agen antagonis dapat digunakan untuk pengendalian daripada pestisida kimia yang berdampak buruk terhadap lingkungan. Pengendalian dengan menggunakan cendawan antagonis menjadi salah satu alternatif yang perlu dikembangkan karena ramah lingkungan sehingga dapat digunakan secara berlanjut. Salah satu antagonis yang dapat digunakan adalah *Trichoderma* yang dapat menurunkan intensitas serangan penyakit patogen tular tanah melalui mekanisme antagonistik antara parasitisme, antimikroba dan lisis (Suanda, 2016).

Trichoderma harzianum adalah salah satu jenis *Trichoderma* sp. yang memiliki daya hambat yang lebih cepat dibandingkan dengan *Trichoderma* jenis lain. *T. harzianum* memiliki kemampuan berkompetisi yang tinggi dengan patogen

sehingga dapat membantu pertumbuhan tanaman. Cendawan ini juga memiliki jangkauan penghambatan yang luas karena dapat menghambat berbagai jenis cendawan patogen (Achmad et al., 2010).

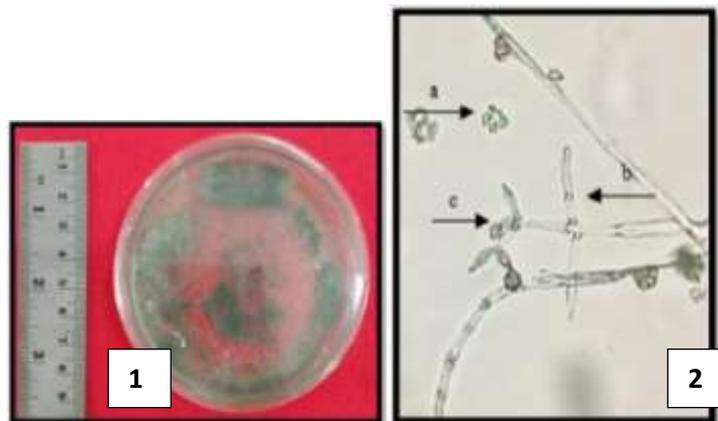
Morfologi makroskopis pada *Trichoderma harzianum* yaitu koloni berbentuk bulat berlapis, berwarna hijau tua, dan diameter koloni dapat mencapai 9 cm dalam 5 hari. Secara mikroskopis isolat tersebut memiliki bentuk konidiofor tegak, bercabang yang tersusun vertikal serta konidia yang berbentuk bulat. Fialid pendek dan tebal (Gusnawaty et al., 2014).



Gambar 3. *Trichoderma harzianum*: makroskopis (a) bentuk koloni pada media PDA; mikroskopis (b) konidiofor (c) fialid (Gusnawaty et al., 2014)

T. harzianum memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan patogen secara efektif. Kemampuan antagonis cendawan ini dapat memperlambat pertumbuhan patogen dengan menghasilkan enzim sekresi, antibiotik, kompetisi ruang, dan nutrisi. Dengan menggunakan *T. harzianum* patogen bersaing dengan agen antagonis untuk menunda munculnya gejala dari patogen. Ini terjadi karena patogen membutuhkan waktu lebih lama untuk menginfeksi tanaman. Perkembangan *T. harzianum* yang cepat mampu mengambil nutrisi yang lebih banyak juga karena disebabkan jumlah populasi *T. harzianum* yang banyak (Putra et al., 2019).

Trichoderma asperellum memiliki kemampuan penghambatan yang tinggi karena mekanisme antagonisnya yang dimiliki yaitu kompetisi, antibiosis, dan lisis. Miselium cendawan ini memiliki pertumbuhan yang cepat sehingga mampu berkompetisi dengan patogen untuk memperoleh nutrisi dan ruang. Kemampuan mikoparasitisme yang dimiliki, menghasilkan enzim hidrolitik yang dapat memecah dinding sel patogen sehingga dapat menginfeksi hifa patogen untuk menyerap nutrisi dan dalam sel. Sehingga menghambat penyebaran patogen dan menyebabkan patogen mati. Patogen dapat mengalami lisis disebabkan antibiotik yang disebabkan *T. asperellum* yang dapat merusak membran sel patogen (Putri et al., 2022).



Gambar 4. *Trichoderma asperellum*: (1) makroskopis ; (2) mikroskopis a: konidia, b: konidiofor, c: fialid (Elita et al., 2022)

Trichoderma asperellum memiliki ciri-ciri makroskopis antara lain bentuk koloni melingkar dengan batas yang cukup jelas. Koloni cendawan ini memiliki pertumbuhan miselium yang mudah menyebar serta bertumpuk-tumpuk. Warna koloni putih kehijauan dan setelah masa inkubasi diperpanjang berubah menjadi hijau tua. Koloni bertekstur kasar. Sedangkan ciri mikroskopis dari *T. asperellum* yaitu hifa bersepta, konidia berbentuk oval, konidiofor bercabang, memiliki fialid yang bertangkai pendek dengan bagian ujung yang meruncing. Ujung fialid memproduksi konidia yang berbentuk oval hingga bulat dan tersebar berkerumun (Elita et al., 2022).

Metabolit sekunder yang dihasilkan *T. asperellum* berupa antibiotika yaitu isonitriles, peptaibols, dan *polyketides* mampu memperlambat perkecambahan dari spora patogen. Metabolit sekunder ini akan menghambat biosintesis asam nukleat dari patogen hingga membunuh patogen karena merusak dinding sel patogen. Pada koloni *T. asperellum* terbentuk zona hambatan berupa zona bening yang disebabkan oleh metabolit sekunder atau senyawa aktif yang dieksresikan oleh cendawan antagonis tersebut. Sehingga patogen yang tumbuh di bagian zona bening tersebut pertumbuhannya akan terhambat dikarenakan terinfeksi metabolit metabolit sekunder yang dieksresikan oleh *T. asperellum* (Rahmadanty et al., 2023).

Trichoderma pubescens memiliki kemampuan secara signifikan untuk menurunkan indeks penyakit pada tanaman yang terserang patogen terutama patogen tular tanah. Cendawan ini memiliki kemampuan untuk merangsang sistem pertahanan antioksidan pada tumbuhan sehingga dapat melindungi tanaman dari berbagai macam patogen dan hama serta membantu tanaman meningkatkan serapan unsur hara tanah, fotosintesis, dan meningkatkan parameter tumbuhan secara *in vivo*. Sedangkan secara *in vitro* *T. pubescens* menghasilkan metabolit sekunder sehingga menekan penyebaran patogen sehingga patogen sulit melakukan pertumbuhan (Behiry et al., 2023).



Gambar 5. Bentuk Koloni permukaan *Trichoderma pubescens* (Behiry et al., 2023)

Trichoderma pubescens memiliki ciri makroskopis dengan bentuk koloni bulat yang dapat tumbuh dengan cepat dengan permukaan rata, memiliki warna putih kehijauan hingga kuning-hijau pucat, dan permukaan dengan tekstur halus. Sedangkan ciri mikroskopis dari *T. pubescens* yaitu memiliki konidia berbentuk oval, fialid berbentuk seperti labu, konidiofor bercabang, konidia memiliki bentuk bulat dengan pertumbuhan menyebar atau berkerumun (Kubicek, 2002).

Berdasarkan uraian diatas, untuk mengetahui mekanisme penghambatan dari *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma pubescens* maka dilakukan uji antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* patogen pada cabai secara *in vitro*.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penghambatan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma pubescens* terhadap *Fusarium oxysporum* patogen pada cabai secara *in vitro*.

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat persentasi penghambatan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma pubescens* terhadap *Fusarium oxysporum* patogen pada cabai secara *in vitro*.