

**POTENSI *Trichoderma* sp. SEBAGAI AGEN
BIOKONTROL *Colletotrichum* sp. PADA BUAH CABAI
RAWIT (*Capsicum frutescens*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada
Program Studi Biologi



disusun oleh:
Syifa Alifatul Azkia
21106040063

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
2026**

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-167/Un.02/DST/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : POTENSI *Trichoderma* sp. SEBAGAI AGEN BIOKONTROL *Colletotrichum* sp.
PADA BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*).

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SYIFA ALIFATUL AZKIA
Nomor Induk Mahasiswa : 21106040063
Telah diujikan pada : Senin, 12 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



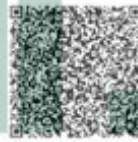
Ketua Sidang
Dr. Arifah Khusmuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6974816947b48



Penguji I
Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 69721745b090d



Penguji II
Agessy Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6971b68ef2014



Yogyakarta, 12 Januari 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.ST.
SIGNED

Valid ID: 6976d8570002b

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Syifa Alifatul Azkia

NIM : 21106040063

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “POTENSI *Trichoderma* sp. SEBAGAI AGEN BIOKONTROL *Colletotrichum* sp. PADA BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 05 Januari 2026

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Syifa Alifatul Azkia
NIM. 21106040063

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp :

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Syifa Alifatul Azkia
NIM : 21106040063
Judul Skripsi : POTENSI *Trichoderma* sp. SEBAGAI AGEN BIOKONTROL
Colletotrichum sp. PADA BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 02 Januari 2026
Pembimbing


Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750515 200003 2 001

MOTTO

رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

"...Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka." QS Ali Imran:191

"Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release".

-Taylor Swift



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim..

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, kemudahan, dan kekuatan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi berjudul **“Potensi *Trichoderma* sp. sebagai Agen Biokontrol *Colletotrichum* sp. pada Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)”**. Penelitian ini tidak hanya menjadi perjalanan akademik, tetapi juga proses pembelajaran tentang ketekunan, kesabaran, dan menghargai setiap langkah kecil dalam mencapai tujuan.

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan dosen pendamping akademik yang banyak memberikan saran dan masukan terkait bidang akademik selama perkuliahan ini.
2. Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian membimbing, mengoreksi, serta memberi masukan berharga hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Lela Susilawati Ph.D., dan Agessty Ika Nurlita M.Si., selaku Dewan Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Seluruh jajaran dosen dan tenaga pendidik Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Kepada kedua orang tua penulis, Bapak Sekhudin dan Ibu Mundiroh, meskipun kita bukan keluarga yang terbiasa berbicara dari hati ke hati, Penulis tahu bahwa dibalik keheningan itu tersimpan doa dan harapan yang tak pernah putus untuk Penulis. Cinta dan dukungan kalian mungkin jarang terucap, tetapi selalu terasa lewat perhatian dan keberadaan yang tulus. Setiap pencapaian, termasuk selesainya skripsi ini, tidak lepas dari doa kalian. Terima kasih atas segala pengorbanan, restu, dan kasih sayang yang

tak pernah padam. Semoga terselesainya skripsi ini menjadi salah satu bentuk bakti Penulis dan pembawa kebahagiaan bagi kalian berdua.

6. Kepada keluarga besar Penulis, terimakasih atas doa, dukungan, dan kehangatan yang selalu diberikan. Terima kasih telah menjadi lingkungan yang penuh kasih, tempat Penulis tumbuh, belajar, dan menemukan banyak teladan kebaikan. Setiap langkah dan pencapaian, termasuk terselesaikannya skripsi ini juga tidak lepas dari restu dan doa kalian.
7. Terima kasih kepada Adinda Nur Azizah, Evaldo Rakita Dewa, Intan Syahfitri Nurus, Luthfiana Revita Nadi, sahabat seperjuangan yang membersamai dalam empat tahun ini, yang selalu hadir dengan doa, dukungan, dan semangat sepanjang proses penyusunan skripsi ini. Kalian menjadi tempat berbagi cerita dan kekuatan saat langkah terasa berat. Setiap dorongan kecil yang kalian berikan berarti besar bagi Penulis. Semoga persahabatan kita selalu terjaga dan menjadi kebaikan bagi langkah kita ke depan.
8. Kepada Addina, Vadel, Fadlah, Annisa, serta teman-teman yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu, terimakasih telah menjadi tempat berbagi cerita, keluh dan semangat. Dukungan, doa, dan kehadiran kalian memberikan kekuatan bagi Penulis untuk tetap bertahan dan menyelesaikan skripsi ini.
9. Terakhir, Penulis berterima kasih kepada diri sendiri atas kesabaran, keteguhan, dan keberanian dalam menjalani setiap tahap proses penyusunan skripsi ini. Meski tidak selalu berjalan sesuai rencana, Penulis memilih untuk tetap bertahan dan menyelesaikannya dengan sebaik mungkin. Setiap jatuh dan bangkit menjadi bagian penting dari pembelajaran, sekaligus pengingat bahwa proses ini adalah bentuk pertumbuhan, bukan sekadar kewajiban akademik. *“Trust the process, even it feels slow”*.

**Potensi *Trichoderma* sp. sebagai Agen Biokontrol *Colletotrichum* sp. pada
Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)**

Syifa Alifatul Azkia

21106040063

ABSTRAK

Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh fungi *Colletotrichum* sp. menjadi kendala utama dalam budidaya cabai rawit (*Capsicum frutescens*), sehingga diperlukan alternatif pengendalian hayati yang ramah lingkungan menggunakan *Trichoderma* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi antagonistik isolat lokal *Trichoderma* sp. terhadap *C. acutatum* Coll secara *in vitro* melalui uji *dual culture* dan pengamatan mikroskopis *slide culture*, serta efektivitasnya secara *in vivo* pada buah cabai rawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga isolat yang diuji memiliki kemampuan menghambat patogen secara signifikan ($P < 0,01$), dengan isolat T2 memberikan persentase penghambatan tertinggi sebesar 67,4% serta menunjukkan mekanisme mikoparasitisme berupa hifa melengkung (*curled hyphae*) dan lisis. Pada pengujian *in vivo*, aplikasi suspensi T2 dengan konsentrasi 10^8 konidia/mL terbukti paling efektif dalam menekan kejadian penyakit hingga 16,7% dan keparahan penyakit hingga 12,96%. Performa tersebut melampaui efektivitas fungisida sintetik Mankozeb yang memiliki angka kejadian penyakit sebesar 40%. Dengan demikian, isolat lokal *Trichoderma* sp. T2 memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol hayati dalam mengatasi serangan antraknosa pada tanaman cabai.

Kata kunci: Antraknosa, Biokontrol, Cabai Rawit, *Colletotrichum* sp., *Trichoderma* sp.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

The Potential of *Trichoderma* sp. as a Biocontrol Agent for *Colletotrichum* sp. on Chili Peppers (*Capsicum frutescens*)

Syifa Alifatul Azkia

21106040063

ABSTRACT

Anthrachnose disease caused by the fungus *Colletotrichum* sp. is a major obstacle in the cultivation of cayenne pepper (*Capsicum frutescens*), so an environmentally friendly biological control alternative using *Trichoderma* sp. This study aims to evaluate the antagonistic potential of local isolates of *Trichoderma* sp. against *C. acutatum* Col1 in vitro through dual culture tests and microscopic observations of slide cultures, as well as their effectiveness in vivo on cayenne pepper fruit. The results showed that the three isolates tested had the ability to inhibit the pathogen significantly ($P < 0.01$), with isolate T2 providing the highest percentage of inhibition at 67.4% and exhibiting mycoparasitism mechanisms in the form of curved hyphae and lysis. In in vivo testing, the application of T2 suspension with a concentration of 10^8 conidia/mL proved to be the most effective in suppressing disease incidence by up to 16.7% and disease severity by up to 12.96%. This performance exceeds the effectiveness of the synthetic fungicide Mancozeb which has a disease incidence of 40%. Thus, the local isolate *Trichoderma* sp. T2 has great potential for development as a biological biocontrol agent to combat anthracnose attacks on chili plants.

Keywords: Anthracnose, Biocontrol, Cayenne Pepper, *Colletotrichum* sp., *Trichoderma* sp.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR/TUGAS AKHIR	iii
MOTTO.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Komoditas Tanaman Cabai Rawit dan Serangan Penyakit Antraknosa.....	5
B. Karakteristik Fungi <i>Colletotrichum</i>	6
C. Upaya Pengendalian <i>Colletotrichum</i> sp. Penyebab Antraknosa pada Cabai	7
D. Potensi <i>Trichoderma</i> sp. sebagai Agen Biokontrol	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat	10
B. Alat dan Bahan.....	10
C. Prosedur Kerja	10
1. Peremajaan isolat <i>Trichoderma</i> sp.	10
2. Preparasi fungi patogen <i>C. acutatum</i> Coll	11
3. Uji antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>C.acutatum</i> Coll	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
A. Hasil	15
B. Pembahasan	19
BAB V PENUTUP.....	23
A. Kesimpulan.....	23
B. Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penyakit Antraknosa pada cabai	6
Gambar 2. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis <i>Colletotrichum</i> sp.	7
Gambar 3. Peletakan Sampel fungi pada Uji Antagonis	11
Gambar 4. Hasil Uji antagonis antara <i>Trichoderma</i> sp. (T1, T2 dan T3) terhadap <i>C. acutatum</i> Col1.	15
Gambar 5. Morfologi hifa <i>C. acutatum</i> Col1 pasca perlakuan dengan isolat terpilih menggunakan metode <i>slide culture</i> yang terdeteksi adanya abnormalitas pada hifa fungi uji bila dibandingkan dengan kontrol yang tampak normal, (a) kontrol, (b) isolat T2. cr: curled; ly:lisis (perbesaran 40x10).	16
Gambar 6. Persentase kejadian penyakit pada buah cabai setelah diberi perlakuan isolat terpilih T2 dengan dua konsentrasi berbeda 1×10^7 dan 1×10^8 konidia/mL ($\pm$ standar error, SE, n = 3).	17
Gambar 7. Persentase keparahan penyakit pada buah cabai setelah diberi perlakuan isolat terpilih T2 dengan dua konsentrasi berbeda 1×10^7 dan 1×10^8 konidia/mL ($\pm$ standar error, SE, n = 3).	18
Gambar 8 . Hasil uji in vivo fungi T2 terhadap buah cabai yang diinokulasi dengan <i>C.acutatum</i> Col1 setelah 7 hari masa inkubasi dengan variasi perlakuan (a) Col1+akuades; (b) Col1+ Mankoze; (c) Col1+T2 (1×10^7 konidia/mL); (d) Col1+T2 (1×10^8 konidia/mL).	18



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman cabai merupakan salah satu tanaman hortikultura yang mempunyai kegunaan yang luas dan merupakan aset perekonomian yang penting (Sondakh *et al.* 2019). Cabai (*Capsicum* sp.) juga merupakan salah satu produk pertanian dengan kualitas terbaik karena dapat dimanfaatkan di berbagai bidang, diantaranya dalam kehidupan sehari-hari sebagai bumbu masakan untuk menambah rasa pedas pada masakan, juga digunakan untuk keperluan industri dan sebagai bahan baku obat-obatan (Cahya *et al.*, 2017; Muliani *et al.*, 2019). Budidaya hasil pertanian cabai tersebut dapat memenuhi kebutuhan pangan seluruh masyarakat Indonesia. Namun, selalu ditemukan kendala yang menurunkan kualitas dan kuantitas hasil produksi.

Salah satu faktor penyebab menurunnya produksi cabai adalah serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) berupa hama, patogen, dan gulma (Safitri *et al.*, 2023). Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) masih menjadi masalah utama yang mengakibatkan menurunnya produksi, terutama pada tanaman cabai hingga dapat menyebabkan kegagalan panen, terutama di daerah yang beriklim tropis (Anwar *et al.*, 2018).

Penyakit yang paling umum menyerang cabai adalah antraknosa yang disebabkan oleh patogen *Colletotrichum* sp. Tingkat patogenesitas yang tinggi pada genus *Colletotrichum* dapat mengurangi produksi cabai baik secara kuantitas maupun kualitas (Utami *et al.*, 2019). Serangan antraknosa dapat terjadi sejak tanaman berada di lahan hingga dipanen dan menyebabkan turunnya hasil produksi hingga 50-100% lebih parah daripada patogen lain yang umumnya menyebabkan kerugian 20-50% (Safitri *et al.*, 2023). Penyakit antraknosa dapat muncul pada bagian daun, batang, dan buah tanaman inang. Gejala awal penyakit antraknosa yang terdapat pada tanaman cabai yaitu adanya bintik-bintik kecil berwarna kehitaman dan berlekuk pada buah yang masih hijau atau yang sudah masak (Ainy *et al.*, 2015).

Salah satu upaya yang lazim dilakukan untuk mencegah serangan fungi patogen adalah penggunaan fungisida sintetik. Namun, penggunaan fungisida sintetik akan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan hidup, dapat menyebabkan resistensi patogen fungi terhadap fungisida, menstimulasi terjadinya mutasi gen patogen sehingga sensitivitasnya terhadap fungisida berkurang (Ziogas *et al.* 2005). Metode pengendalian yang aman dan ramah lingkungan adalah penggunaan agen hayati. *Trichoderma* sp. dapat dipilih untuk mengendalikan antraknosa pada tanaman cabai karena mempunyai efek antagonis terhadap patogen berupa persaingan ruang dan unsur hara, mikroparasit, dan antibiotik. Selain itu, fungi *Trichoderma* sp. mudah diisolasi, mudah beradaptasi, mudah ditemukan pada tanah areal tanam, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai macam substrat, memiliki berbagai tipe sebagai parasit fungi, dan bersifat non-patogen pada tanaman (Safitri *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian mengenai potensi *Trichoderma* sp. sebagai agen biokontrol *Colletotrichum* sp. telah dilaporkan, diantaranya oleh Kar *et al.*, (2018) yang melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. berpotensi sebagai agen pengendali hayati untuk *Colletotrichum capsici*, patogen antraknosa pada cabai. *Trichoderma* sp. menghambat pertumbuhan patogen dan mengurangi keparahan penyakit pada buah cabai. Uji antagonisme yang dilakukan Safitri *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. hingga 74%. Khairul *et al.*, (2017) bahkan melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan *C.capsici* hingga 100%.

Trichoderma sp., yang dikenal sebagai fungi mikoriza dengan kemampuan untuk mengendalikan berbagai patogen tanaman, merupakan salah satu agen biokontrol yang efektif. *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen melalui mekanisme kompetisi ruang, produksi enzim, dan penekanan terhadap patogen dengan menghasilkan senyawa antagonistik (Yao *et al.*, 2023). Namun,

pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai agen biokontrol untuk menekan serangan patogen *Colletotrichum* sp. pada tanaman cabai rawit saat ini masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Hal ini didasarkan pada kebutuhan akan isolat lokal (indigenous) yang memiliki kemampuan adaptasi atau *eco-fitness* yang lebih tinggi terhadap kondisi dan karakteristik tanah di Indonesia dibandingkan isolat introduksi. Isolat lokal cenderung lebih kompetitif dalam memperebutkan relung ekologi serta memiliki mekanisme antibiosis dan mikoparasitisme yang lebih spesifik terhadap strain patogen setempat. Oleh karena itu, uji efektivitas dari isolat lokal menjadi krusial untuk menjamin stabilitas dan keberlanjutan pengendalian hayati di lapangan (Utami *et al.*, 2019).

Isolat *Trichoderma* sp. yang diperoleh dari Laboratorium Pengujian Hasil Pertanian dan Teknologi (LPHPT) Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan (DPKP) DIY, yang berasal dari tanah kebun di wilayah Bantul, DIY, menunjukkan potensi sebagai agen pengendali hayati karena adaptasi alamnya terhadap lingkungan lokal. Secara teoritis isolat *Trichoderma* sp. memiliki keunggulan kompetitif karena telah berasosiasi dengan mikrobioma dan kondisi iklim setempat, sehingga kemampuannya untuk bersaing dengan patogen seperti *Colletotrichum* sp. diperkirakan lebih tinggi. Untuk memvalidasi potensi tersebut, pengujian yang direkomendasikan meliputi uji penghambatan miselium *Colletotrichum* sp. oleh *Trichoderma* sp. dengan metode *dual culture* untuk mengukur persentase inhibisi pertumbuhan miselium patogen serta analisis zona penghambatan dan perubahan morfologi hifa patogen. Selain itu, uji *in vivo* pada tanaman target yang diinokulasi dengan *Colletotrichum* sp. juga penting dilakukan untuk mengamati penurunan keparahan gejala penyakit, laju infeksi, dan pertumbuhan tanaman. Hasil dari kedua uji ini akan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas isolat *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hayati yang spesifik terhadap patogen lokal, sekaligus memastikan kesesuaiannya untuk dikembangkan dalam sistem pertanian berkelanjutan di wilayah DIY (Safitri *et al.*, 2023).

Semakin meningkatnya serangan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp. pada tanaman cabai rawit, maka diperlukan upaya pengendalian yang efektif, ramah lingkungan, dan

berkelanjutan. Penelitian mengenai potensi *Trichoderma* sp. sebagai agen biokontrol menjadi sangat penting, mengingat kemampuannya dalam menekan pertumbuhan patogen melalui berbagai mekanisme seperti kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasitisme, serta produksi senyawa antimikroba. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan alternatif pengendalian hayati yang tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, tetapi juga mendukung pertanian berkelanjutan dan meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil panen cabai rawit.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana potensi isolat *Trichoderma* sp. dari LPHPT, DPKP DIY dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*?
2. Bagaimana kemampuan biokontrol *Trichoderma* sp. dari LPHPT, DPKP DIY terhadap *Colletotrichum* sp. setelah diujikan secara *in vivo* pada buah cabai?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

3. Mengetahui potensi isolat *Trichoderma* sp. dari LPHPT, DPKP DIY dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.
4. Mengetahui kemampuan biokontrol *Trichoderma* sp. dari LPHPT, DPKP DIY terhadap *Colletotrichum* sp. setelah diujikan secara *in vivo* pada buah cabai.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi *Trichoderma* sp. sebagai agen biokontrol terhadap *Colletotrichum* sp. pada buah cabai. Kemudian dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia yang berpotensi merusak lingkungan dan kesehatan manusia, sehingga mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah:

1. Tiga isolat *Trichoderma* sp asal LPHTP DPKP DIY (T1, T2, T3) memiliki potensi menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Kemampuan penghambatan tertinggi ditunjukkan oleh isolat T2 dengan persentase penghambatan 67,4% serta menyebabkan perubahan morfologi pada *C.acutatum* Col1 berupa hifa melengkung (*curled hyphae*) dan lisis.
2. Hasil uji *in vivo* pada buah cabai rawit (*C. frutescens*) menunjukkan bahwa isolate T2 konsentrasi 1×10^8 konidia/mL memiliki kemampuan biokontrol tertinggi terhadap *C. acutatum* Col1.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah diperlukannya penelitian lebih lanjut untuk menguji efektivitas isolat fungi terpilih di lapangan. Selain itu, perlu dilakukan pengujian pada varietas cabai lain untuk mengetahui luas spektrum efikasinya dalam mengendalikan berbagai jenis patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, E. Q., Ratnayani, R., & Susilawati, L. (2015). Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma Harzianum* 11035 Terhadap *Colletotrichum Capsici* Tckr2 Dan *Colletotrichum Acutatum* Tck1 Penyebab Antraknosa Pada Tanaman. *Jurnal Biologi*, 892–897.
- Anggraeni W., Wardoyono. P. E. R. & Rahmawati. (2019). *Isolasi dan Identifikasi Jamur Pada Buah Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.)* (Vol. 8, Issue 2).
- Anwar, Sahara Merdi, Ina Martina, and Syafrizal Fahmi. “Uji Daya Hambat Cendawan (Trichodermaspp.) Terhadap Cendawan Patogen (Colletothricum Capsici) Pada Tanaman Cabai.” *Bioprospek* 13, no. 1 (2018): 7–11.
- Apostolos K. Ziogas, Louis W. Dekker, Klaas Oostindie and Coen J. Ritsema. *Australian Journal of Soil Research* 43(3) 281-289 (2005) <https://doi.org/10.1071/SR04087>.
- Aragón, W., Reina-Pinto, J. J., & Serrano, M. (2017). The intimate talk between plants and microorganisms at the leaf surface. In *Journal of Experimental Botany* (Vol. 68, Issue 19, pp. 5339–5350). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx327>
- Auyong, A. S. (2015). The Role of Cutinase and its Impact on Pathogenicity of *Colletotrichum truncatum*. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 06(03). <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000259>
- Awal, R., Singh, S., & Kaur, G. (2025). *Deciphering the Biocontrol Strategies of Trichoderma spp.* *Biocontrol Science and Technology*, 35(4), 441–460.
- Barka, E. A., *et al.* (2016). Biological control of *Colletotrichum capsici* using *Trichoderma* spp. in tomato and pepper. *Biological Control*, 101, 98-106.
- Berlian, I., Anarqi, S., Endang Pudjihartati, dan, Penelitian Getas, B., Penelitian Karet Jalan Pattimura, P. K., & Tengah, J. (2016). Isolasi, Identifikasi dan Antagonisme *In Vitro* Isolat *Trichoderma* spp. Asal Kebun Karet Blimbing, Pekalongan, Jawa Tengah. In *Indonesian J. Nat. Rubb. Res* (Vol. 34, Issue 2).
- Benítez, T., *et al.* (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* spp. and their applications. *International Journal of Food Microbiology*, 50(2), 135-157.
- Cano, J., Guarro, J., & Gené, J. (2004). Molecular and morphological identification of *Colletotrichum* species of clinical interest. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(6), 2450–2454. <https://doi.org/10.1128/JCM.42.6.2450-2454.2004>.
- Chávez-Avilés, M. N., García-Álvarez, M., Ávila-Oviedo, J. L., Hernández-Hernández, I., Bautista-Ortega, P. I., & Macías-Rodríguez, L. I. (2024). *Volatile Organic Compounds Produced by Trichoderma asperellum with Antifungal Properties against Colletotrichum acutatum*. *Microorganisms*, 12(10), 2007.

- Dan H, X. D. Zheng , Y.M. Yin , P. Sun., dan H.Y. Zhang . 2003. Yeasts Application For Controlling Apple Postharvest Diseases Associated with *Penicillium Expasum* Bot. Bull. Acad. Sin.Vol. 44 : 211-216.
- De Castro, R. D., Lima, E. D. O., Meireles, J. L., Castro, D. D., & Lima, N. M. (2008). Antifungal activity and mode of action of essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* against *Candida albicans*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39(2), 285-293.
- De Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. J. (2017). Life Styles Of Colletotrichum Species And Implications For Plant Biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155–168.
<https://doi.org/10.1016/J.Fbr.2017.05.001>.
- Dwiastuti, M. F. M. dan Y. (2015). Potensi *Trichoderma* spp. sebagai Agens Pengendali *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Stroberu (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *J. Hort.*, Vol. 25 No. 4, 331–339.
- Dwi P., U., & Anhar, A. (2024). *Trichoderma* sp: Solusi Ramah Lingkungan untuk Pengendalian Patogen dan Peningkatan Pertumbuhan Tanaman. Prosiding SEMNASBIO 2024. Universitas Negeri Padang. 222-229.
- El-Katatny, M. H., Gudelj, M., Robra, K. H., El-Komy, H. M., & Gübitz, G. M. (2001). *Characterization of a chitinase and an endo-β-1,3-glucanase from Trichoderma harzianum* Rifai T24 involved in control of the phytopathogen *Sclerotium rolfsii*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Vol. 56: 137-143.
- Es-Soufi, Rababe, Houda Tahiri, Latifa Azaroual, Aïcha El Oualkadi, Patrick Martin, Alain Badoc, and Ahmed Lamarti. “*In Vitro* Antagonistic Activity of *Trichoderma Harzianum* and *Bacillus Amyloliquefaciens* against *Colletotrichum Acutatum*.” *Advances in Microbiology* 10, no. 03 (2020): 82–94.
<https://doi.org/10.4236/aim.2020.103008>.
- Hajjehrhari, B., Torabi-Giglou, M., Mohammadi, S. A., & Davari, M. (2008). Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary and *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. by *Trichoderma* isolates. *African Journal of Biotechnology*, 7(16), 2844-2848.
- Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, 87(1), 4-10.
- Goswami, P., et al. (2021). Potential of *Trichoderma* spp. in sustainable agriculture: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123, 110-115.
- Gunawan, O.S. 2005. Uji Efektivitas Biopestisida sebagai Pengendali Biologi terhadap Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah. *Jurnal Hortikultura*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang, Bandung.
- Gusnawaty, HS., M. Taufik, L. Triana, & Asniah. (2014). Karakterisasi

- morfologis *Trichoderma* Spp. indigenus Sulawesi Tenggara. *J. Agroteknos*, 4(2), 88-94.
- Hamed, M., Kalita, D., Bartolo, M.E., Sastry, S.J. (2019). *Capsaicinoids, polyphenols and antioxidant activities of Capsicum annuum: Comparative study of the effect of ripening stage and cooking methods*. *Antioxidants* 8, 364. <https://doi.org/10.3390/antiox8090364>.
- Harris, S. D., Hofmann, A. F., Tedford, H. W., & Pringle, J. R. (1999). Identification and characterization of genes required for hyphal morphogenesis in the filamentous fungus *Aspergillus nidulans*. *Genetics*, 151(3), 1015–1025. <https://doi.org/10.1093/genetics/151.3.1015>
- Harman, G. E. (2000). *Myths and Dogmas of Biocontrol: Changes in Perceptions Derived from Research on Trichoderma harzianum T-22*. *Plant Disease*. Vol. 84(4): 377-393.
- Harman, G. E., *et al.* (2004). *Trichoderma* spp.: Biological control agents of soilborne diseases. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(10), 1223-1235.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43–56. <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Ilmi, N., Rahim, I., & Pertanian Peternakan dan Perikanan, F. (2019). Karakterisasi Morfologi Cendawan *Colletotrichum* pada Rhizosfer Tanaman Cabe (Vol. 2).
- Isini, S. F., Indriani, R., & Adam, E. (2022). Analisis Rantai Nilai Komoditas Cabai Rawit di Kecamatan Bulawa Kabupaten Bone Bolango. *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 7(5), 146–157. <https://doi.org/10.37149/jia.v7i5.58>.
- Istikorini. (2017). Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* spp. dalam Menekan Perkembangan Penyakit Antraknosa Serta Ketahanan Pangan. Indonesia. Kementerian Pertanian. 2017. Pengembangan Tanaman Hortikultura dan Ketahanan Terhadap Hama dan Penyakit. Indonesia.
- Jahra, I. N., & Rahim, I. (2019). Karakterisasi Morfologi Cendawan *Colletotrichum* pada Rhizosfer Tanaman Cabe. Prosiding Seminar Nasional, Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare (Vol. 2).
- Jalali, B. L., *et al.* (2019). Recent developments in the use of *Trichoderma* spp. for controlling plant diseases. *Plant Disease Management*, 98(6), 1040-1046.
- Kar Y., Z., Vu, & Anh, T. T. (2018). Effect of *Trichoderma* sp. on Anthracnose Disease of Stored Chilli. In *Borneo Journal of Resource Science and Technology* (Vol. 8, Issue 2).
- Kanto, T., Matsuura, K., Ogawa, T., Yamada, M., Ishiwata, M., Usami,

- T. et al (2014) A new UV-B lighting system controls powdery mildew of strawberry. *Acta Horticulturae*, 1049, 655–660.
- Lelang, M. A., Ceunfin, S., & Lelang, A. (2019). Karakterisasi Morfologi dan Komponen Hasil Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Asal Pulau Timor. *Savana Cendana*, 4(01), 17–20. <https://doi.org/10.32938/sc.v4i01.588>.
- Madhavi, B., et al. (2020). Trichoderma-based biocontrol agents for plant disease management. *Agricultural Research*, 9(2), 142-150.
- Momany, M., Westfall, P. J., & Abramowsky, G. (1999). *Aspergillus nidulans* two mutants show defects in polarity establishment, polarity maintenance and hyphal morphogenesis. *Genetics*, 151(2), 557–567. <https://doi.org/10.1093/genetics/151.2.557>
- Muliani, Yenny, Eti Henni Krestini, and Asep Anwar. “Uji Antagonis Agensia Hayati *Trichoderma* Spp. Terhadap *Colletotricum capsici* sydow Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit *Capsicum frutescens* L.” *Agroscript Journal of Applied Agricultural Sciences* 1, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.36423/agroscript.v1i1.181>.
- Ngullie, M., Daiho, L. & Upadhyay, D.N. (2010). Biological management of fruit rot in the world’s hottest chilli (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of Plant Protection Research*, 50(3): 269- 273.
- Pramesti et al (2024). Potensi Biokontrol *Trichoderma* (T14 dan T7834) Sebagai Antipatogen *Phytophthora* sp. dan *Colletotrichum* sp. Secara *In Vitro*. 6 (2), 212–224.
- Pratiwi, E. P., Brotodjojo, R. R. R., & Solichah, C. (2022). Effectiveness of *Trichoderma harzianum* cultured in various media and applied in different times to control *Colletotrichum* spp. on chili fruit. *AGRIVET*, 28, 69–79. <https://doi.org/10.31315/agrivet.v28i2.7727>.
- Polii, Maria G M, Tommy D Sondakh, Jeane S M Raintung, Beatrix Doodoh, and Tilda Titah. “Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum Annuum* L .) Kabupaten Minahasa Tenggara.” *Eugenia* 25, no. 3 (2019): 73–77.
- Rahman, AM., Rahman, M. M., Azad, K.A. & Alam, F.M. (2011). Inhibitory effect of different plant extracts and antifungal metabolites of *Trichoderma* strains on the conidial germination and germ tube growth of *Colletotrichum capsici* causing chili anthracnose. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 1(1): 20-28.
- Rahman, M. M., et al. (2013). Efficacy of *Trichoderma harzianum* in controlling anthracnose disease in chili. *Plant Protection*, 2, 113-118.
- Reddy, Y. N. P., Jakhar, S. S., & Dahiya, O. S. (2019). Management of Fruit Rot of Chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(05), 523–538. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.805.062>.
- Reino, J. L., Guerrero, R. F., Hernández-Galán, R., & Collado, I. G. (2008). Secondary metabolites from *Trichoderma* species. *Phytochemistry*

- Reviews*, 7, 89-123.
- Rienzani Supriadi, D., D. Susila, A., & Sulistyono, E. (2018). Penetapan Kebutuhan Air Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(1), 38–46. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.1.38-46>.
- Rukmana, R. (2002). Usaha Tani cabai Hibrida Sistem Mulsa Plastik. Yogyakarta: Kanisius.
- Safitri, Y., Pradana, R., Afifah Nugraheni, I., & Mindrati Fardhani, D. (n.d.). Uji antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap *Colletotrichum* spp. penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) Secara In Vitro. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta* (Vol. 1).
- Sari, P. N., Safni, I., & Lubis, L. (2019). Kemampuan Bakteri Endofit dan Rhizobakteri dalam Menekan Pertumbuhan Jamur *Ganoderma boninense* Pat Pat secara In Vitro. *Jurnal Pertanian Tropik*. Vol. 6(1): 114-123.
- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chili anthracnose: The epidemiology and management. *Frontiers in Microbiology*, 7(9), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>.
- Sivan, A., et al. (1997). Mechanisms of action of *Trichoderma* spp. as biocontrol agents. *Plant Disease*, 81(2), 214-219.
- Soylu, S., Soyulu, E. M., & Evrendilek, G. A. (2010). Chemical composition and antifungal activity of essential oils against the postharvest disease agent *Botrytis cinerea*. *Industrial Crops and Products*, 31(3), 444-453.
- Sudantha, IM & Abdul LA 2011, 'Uji efektivitas beberapa jenis jamur endofit *Trichoderma* spp. isolat lokal NTB terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* penyebab penyakit busuk batang pada bibit vanili', *Crop Agro*, vol. 4, no. 2, pp. 64-73.
- Sudirga, S. K. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur *C. spp.* Isolat PCS Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Besar (*Capsicum Annuum* L.) Di Bali. *Metamorfosa*, 3(1): 23-30.
- Suganda, T., Fauzan Rizqullah, A., & Fitri Widiyanti. (2023). Ekstrak Air Biji Adas (*Foeniculum vulgare* Mill.) Efektif Menekan Jamur *Colletotrichum* sp., Penyebab Penyakit Antraknosa Cabai dalam Uji In-Vitro. *Jurnal Agrikultura*, 34(2), 228–236.
- Susanti, V., Dwi Nurcahyanti, S., & Masnilah, D. R. (2018). Perkembangan Penyakit dan Pertumbuhan Lima Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Sistem Tanam Blok The Development of a Disease and Growth Five Varieties of Rice (*Oryza sativa* L.) with a System of Planting Block. *J. Agrotek. Trop*, 7(1), 8–19.
- Sondakh, Yultje, Franky Reintje Tulungen, Jemly Lengkon, and Wenny F. Pantouw. "Intensitas Serangan Penyakit Antraknosa Pada Pertanaman Cabai Di Kecamatan Amurang Barat, Minahasa

- Selatan.” *Jurnal Proteksi Tanaman* 3, no. 2 (2019): 1–6.
- Thomson, W. T. (1992). *Agriculture Chemicals*. Books IV: Fungicides.
- Tjampakasari, C. R., Agustini, R., Baihaki, I., Noor, S., & Bustami, A. (2024). KULTUR SLIDE SEBAGAI METODE MIKROSKOPIK TIDAK LANGSUNG UNTUK IDENTIFIKASI JAMUR KAPANG. *JUSINDO*, 6(1).
- Utami, U., Nisa, C., Putri, A. Y., & Rahmawati, E. (2019). Potensi metabolit sekunder jamur endofit *Trichoderma* sp sebagai biokontrol *Colletotrichum* sp dan *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit pada cabai. *AIP Conference Proceedings*, 2120(1), 080020. <https://doi.org/10.1063/1.5115758>
- Vinale, F., *et al.* (2008). Mechanisms of action of *Trichoderma* spp. in controlling plant diseases. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(3), 757-76.
- Wahyu Kurniati Kata, M., Simamora, A. v, Hahuly, M. v, Nenotek, P. S., &



- Kunci, K. (2024). *UJI KEMAMPUAN Trichoderma spp. DALAM MENGHAMBAT Colletotrichum gloeosporioides PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN TOMAT*. 405–415.
- Wang, Y., *et al.* (2021). Effect of *Trichoderma* spp. on growth and fruit quality of chili. *Horticultural Research*, 35(1), 63-72.
- Wartono, Wawan, Susilowati D., N. Sukamto, Kokasih J. (2024). *Colletotrichum spp. PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN CABAI MERAH (Capsicum annum) DI CIAPUS, BOGOR, JAWA BARAT*. 17 (1), 81–90.
<https://doi.org/10.15408/kauniyah.v17i1.27460>.
- Wibowo, R., *et al.* (2017). Control of *Colletotrichum capsici* on chili pepper. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8(4), 678-683.
- Wicaksono, Danar, and Maftuh Kafiya. “Kemampuan Berbagai Isolat *Trichoderma* Sp. Dalam Menghambat Perkecambahan Spora *Colletotrichum* Sp.” *Jurnal Agro Wiralodra* 5, no. 1 (2022): 20–27.
- Wicaksono, Danar, and Maftuh Kafiya. “Kemampuan Berbagai Isolat *Trichoderma* Sp. Dalam Menghambat Perkecambahan Spora *Colletotrichum* Sp.” *Jurnal Agro Wiralodra* 5, no. 1 (2022): 20–27.
- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 14). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.11605>.

