

**PENGARUH APLIKASI EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) DAN
Trichoderma sp. TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN
KETERJADIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN
CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**Andre Janu Wibowo
NPM 2014121005**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN KETERJADIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)

Oleh

ANDRE JANU WIBOWO

Cabai rawit merupakan salah satu jenis cabai yang permintaannya selalu meningkat tetapi produksinya rendah dan berfluktuatif akibat serangan patogen antraknosa. Pengendalian secara kimiawi dapat menyebabkan resistensi dan resurgensi patogen serta menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Upaya alternatif untuk mengatasi antraknosa yaitu dengan penggunaan ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. dalam melindungi tanaman yang dapat berdampak pada pertumbuhan, produksi, dan keterjadian penyakit antraknosa. Penelitian dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial (4x2). Faktor pertama konsentrasi ekstrak kunyit (K), yaitu tanpa ekstrak kunyit (K₀), ekstrak kunyit 2,5% (K₁), ekstrak kunyit 5% (K₂), dan ekstrak kunyit 7,5% (K₃). Faktor kedua pemberian isolat *Trichoderma* sp. (T), yaitu tanpa *Trichoderma* sp. (T₀), dan dengan *Trichoderma* sp. kerapatan konidia 10⁶ (T₁). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan dalam menekan penyakit antraknosa dan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, serta jumlah buah pada tanaman cabai rawit. Pada variabel bobot per buah, pemberian ekstrak kunyit berpengaruh signifikan dalam meningkatkan bobot.

Kata kunci: Cabai rawit, Ekstrak kunyit, *Trichoderma* sp., Antraknosa

ABSTRATC

EFFECT OF APPLICATION OF TURMERIC EXTRACT (*Curcuma longa* Linn.) AND TRICHODERMA sp. ON THE GROWTH, PRODUCTION AND OCCURRENCE OF ANTHRACNOSE DISEASE IN CHILLI PEPPER PLANTS (*Capsicum frutescens* L.)

By

ANDRE JANU WIBOWO

Chilli pepper is a horticultural crop whose demand is always increasing but production is low and volatile due to attacks by anthracnose pathogens. Chemical control can cause resistance and resurgence of pathogens and have negative impacts on the environment. Alternative efforts to treat anthracnose are by using turmeric extract and Trichoderma sp. This research was conducted with the aim of determining the effect of the application of turmeric extract and Trichoderma sp. in protecting plants which can have an impact on growth, production and the occurrence of anthracnose disease. The research was designed in a Randomized Block Design (RAK) with a factorial pattern (4x2). The first factor is the concentration of turmeric extract (K), namely without turmeric extract (K₀), turmeric extract 2.5% (K₁), turmeric extract 5% (K₂), and turmeric extract 7.5% (K₃). The second factor is providing isolate Trichoderma sp. (T), namely without Trichoderma sp. (T₀), and with Trichoderma sp. conidia density 10⁶ (T₁). The research results show that the application of turmeric extract and Trichoderma sp. has the ability to suppress anthracnose disease and increase plant height, number of leaves, number of flowers, and number of fruit on chilli pepper plants. In the weight variable per fruit, giving turmeric extract had a significant effect in increasing weight.

Keywords: Chilli pepper, Turmeric extract, Trichoderma sp., Anthracnose

**PENGARUH APLIKASI EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) DAN
Trichoderma sp. TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN
KETERJADIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN
CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Oleh

Andre Janu Wibowo

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGARUH APLIKASI EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) DAN *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN KETERJADIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Nama Mahasiswa : **Andre Janu Wibowo**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014121005**

Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

Auskandini
Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P.

NIP 196105021987072001

Rugayah
Ir. Rugayah, M.P.

NIP 196111071986032002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

Setyo Widagdo
Ir. Setyo Widagdo, M.Si.

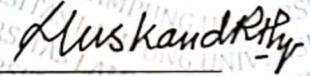
NIP 196812121992031004

MENGESAHKAN

I. Tim Penguji,

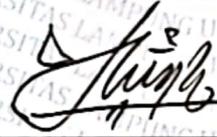
Ketua

Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.



Sekretaris

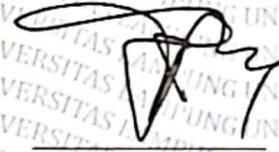
Ir. Rugayah, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing

Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P.



II. Dekan Fakultas Pertanian,



Dr. Ir. Kusyanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 9 Agustus 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dan *Trichoderma* sp. terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Keterjadian Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Agustus 2024



Andre Janu Wibowo
NPM 2014121005

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Andre Janu Wibowo yang dilahirkan di Desa Tambah Dadi pada 15 Januari 2002, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Bonari dan Ibu Triningsih. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 3 Tambah Dadi pada 2014, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Purbolinggo pada 2017, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Purbolinggo pada 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada 2020 dan memilih minat penelitian di bidang teknologi pertanian organik.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Menyancang, Kecamatan Karya Penggawa, Kabupaten Pesisir Barat pada 2023. Selain itu, di tahun tersebut penulis juga mengikuti Magang MBKM di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Kimia Dasar pada 2022 serta Biologi Dasar pada 2023. Selama kuliah, penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi dan bergabung dalam Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan Keilmuan periode 2021/2022.

PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dan *Trichoderma* sp. terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Keterjadian Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)”**

Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini kepada:

1. Kedua orang hebat dalam hidup saya Bapak Bonari dan Ibu Tri Ningsih yang telah mengisi dunia saya dengan begitu banyak cinta terima kasih atas dukungan, doa, nasihat, pengorbanan, dan kepercayaan yang telah diberikan;
2. Adik-adikku tersayang, Indri dan Devan yang selalu memberikan do'a, semangat, dan dukungan;
3. Almamater tercinta dan Jurusan Agroteknologi khususnya yang telah memberikan tempat penulis dalam menimba ilmu.

MOTTO

“Tidak ada ujian yang tidak bisa diselesaikan. Tidak ada kesulitan yang melebihi batas kesanggupan. Karena, Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya”

(QS. Al Baqarah: 286)

“Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(QS. Al-Insyirah: 7)

“Berjuanglah untuk duniamu seakan-akan kamu akan hidup selamanya, dan berjuanglah untuk akhiratmu seakan-akan kamu akan mati besok”

(HR. Bukhari dan Muslim)

Bila kau tak mau merasakan lelahnya belajar, maka kau akan menanggung pahitnya kebodohan

(Imam Syafi'i)

“Barang siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR. Muslim, no. 2699).

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Aplikasi Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dan *Trichoderma* sp. terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Keterjadian Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)” dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dengan segala kerendahan hati kepada berbagai pihak yang terlibat dalam keberhasilan pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Bidang Peminatan Teknologi Pertanian Organik;
4. Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah senantiasa memberikan arahan, bimbingan, nasehat, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
5. Ir. Rugayah, M.P., selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang telah memberikan saran, nasihat, bimbingan, serta motivasi kepada penulis selama melaksanakan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini;
6. Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan, bantuan, nasihat, motivasi, dan saran sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik;

7. Ir. Nur Yasin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan bimbingannya;
8. Seluruh Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
9. Kedua orang tua tercinta, Bapak Bonari dan Ibu Tri Ningsih atas kasih sayang, cinta, dukungan, pengorbanan, nasihat, motivasi, dan doa yang senantiasa diberikan kepada penulis selama ini;
10. Adik tercinta Indri Junia Dwi Ariska dan Devan Alfa Rizki yang telah memberikan cinta, dukungan, dan doa kepada penulis;
11. Teman dalam penelitian Novian Andika, Bondan Wibisono, Suci Husna Isnaini, Anis Maimunah, dan Trisa Kartika yang telah menemani dan membantu penelitian penulis;
12. Teman *Colony of Dreamers* Lusia Trisna Sasami, Dinda Pramiswara, dan Fatihatul Khimasari yang telah memberikan berbagai bantuan selama perkuliahan penulis;
13. Keluarga Besar Agroteknologi Angkatan 2020 atas kebersamaannya dalam melewati suka duka selama ini;
14. Semua pihak yang telah memberikan dukungan, doa, dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadi pahala dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung, 9 Agustus 2024
Penulis,

Andre Janu Wibowo

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kerangka Penelitian	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanaman Cabai Rawit	9
2.2 Penyakit Antraknosa	13
2.3 Kunyit	15
2.4 Cendawan <i>Trichoderma</i> sp.	16
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Persiapan Benih	21
3.4.2 Penyemaian Benih	21
3.4.3 Persiapan Lahan	22
3.4.4 Pembuatan Media <i>Potato Sukrose Agar</i> (PSA)	23
3.4.5 Perbanyakkan <i>Trichoderma</i> sp.dan <i>Colletotrichum</i> sp.	24
3.4.6 Penyiapan Suspensi <i>Trichoderma</i> sp.	25
3.4.7 Penanaman dan Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp.....	25
3.4.8 Pembuatan Ekstrak Kunyit	26
3.4.9 Aplikasi Ekstrak Kunyit.....	27
3.4.10 Penyiapan dan Inokulasi Patogen <i>Colletotrichum</i> sp.....	28

3.4.11 Pemeliharaan	29
3.4.12 Panen.....	29
3.4.13 Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	29
3.5 Analisis Data	32
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Dosis dan Waktu Pemupukan	11
2. Skor Keparahan Penyakit	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran.	7
2. Tata letak percobaan.	20
3. Perendaman benih dengan air hangat.	21
4. Proses penyemaian benih: (a) penyiapan media persemaian; (b) pencampuran media persemaian; (c) pengisian <i>pot tray</i> dengan media; dan (d) penyemaian benih.	22
5. Pengolahan tanah.	23
6. Pembuatan media PSA: (a) pemotongan kentang; (b) penimbangan bahan; dan (c) Media PSA yang siap dituangkan ke cawan petri.	24
7. Cendawan yang telah diinkubasi selama sepuluh hari: (a) <i>Trichoderma</i> sp. dan (b) <i>Colletotrichum</i> sp.	24
8. Tahap penyiapan suspensi <i>Trichoderma</i> sp.: (a) pengambilan konidia; (b) suspensi <i>Trichoderma</i> sp.; (c) pengenceran bertingkat; (d) dan (e) perhitungan kerapatan spora.	25
9. Penanaman bibit cabai: (a) bibit siap pindah tanam; (b) pencelupan bibit ke suspensi <i>Trichoderma</i> sp.; (c) penuangan <i>Trichoderma</i> sp. ke lubang tanam; dan (d) bibit yang sudah ditanam.	26
10. Pembuatan ekstrak kunyit: (a) pengeringan kunyit; (b) penumbukan kunyit; (c) pengayakan tepung kunyit; (d) penimbangan kunyit; (e) pembuatan larutan stok; dan (f) pembuatan konsentrasi perlakuan.	27
11. Aplikasi ekstrak kunyit.	28
12. Cendawan <i>Colletotrichum</i> sp.: (a) pengambilan konidia dan (b) penyiapan suspensi <i>Colletotrichum</i> sp.	28
13. Rumus perhitungan keterjadian penyakit.	30
14. Rumus perhitungan keparahan penyakit.	31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai (*Capsicum* sp.) merupakan salah satu tanaman hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Hal ini dikarenakan hampir setiap rumah tangga, restoran, maupun industri selalu memanfaatkan cabai baik sebagai bahan baku obat-obatan, maupun bumbu untuk menambah cita rasa dalam makanan. Selain itu cabai juga mengandung gizi yang kompleks seperti protein, lemak, kalsium, vitamin A, vitamin B1, vitamin C, dan berbagai senyawa alkaloid yang baik bagi kesehatan. Tidak hanya itu, mengonsumsi cabai dalam jumlah yang cukup juga dapat membantu dalam mengatur peredaran darah, memperkuat jaringan saraf, nadi, jantung, serta mencegah flu dan demam (Ziaulhaq dan Amalia 2022).

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) menjadi salah satu jenis cabai yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan digemari karena memiliki nilai kepedasan yang lebih tinggi dibandingkan jenis cabai lainnya. Permintaan cabai ini di pasar nasional kian hari semakin meningkat. Menurut Azhari dkk. (2021), permintaan cabai rawit akan terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri pengolahan pangan cabai rawit. Berdasarkan data dari Pusdatin (2022), konsumsi cabai rawit per kapita per tahun di Indonesia relatif meningkat dengan pertumbuhan rata-rata sekitar 6,03 % per tahun. Konsumsi cabai rawit rata-rata mencapai 1,955 kg/kapita/tahun pada 2021 dan meningkat menjadi 2,073 kg/kapita/tahun pada 2022. Namun demikian, permintaan dan konsumsi cabai rawit yang tinggi seringkali tidak diikuti dengan produksi yang baik.

Produksi cabai rawit di Indonesia dari 2018-2022 menurut Badan Pusat Statistika mengalami fluktuasi. Pada 2018-2020, produksi cabai rawit cenderung meningkat tetapi tidak banyak. Produksi cabai rawit pada 2018, 2019, dan 2020 secara berturut-turut yaitu 1.335.608 ton, 1.374.217 ton, dan 1.508.404 ton. Namun pada 2021, produksi cabai rawit mengalami penurunan dengan produksi hanya sebesar 1.386.447 ton dan selanjutnya kembali meningkat mencapai sebesar 1.544.441 ton pada 2022.

Produksi cabai rawit yang tergolong rendah dan berfluktuatif di Indonesia seringkali disebabkan oleh serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama patogen. Salah satu penyakit utama yang paling sering menyerang cabai rawit adalah antraknosa. Penyakit ini disebabkan oleh patogen *Colletotrichum* sp. yang bisa menyerang kapan saja dan dapat menimbulkan kerugian yang besar (Alfia dan Haryadi, 2022). Menurut Nurjasmi dan Suryani (2020), penyakit antraknosa pada tanaman cabai dapat menurunkan produksi lebih dari 60% dan bahkan apabila tidak dilakukan pengendalian secara tepat, maka kehilangan hasil dapat mencapai 100%.

Upaya pencegahan dan pengendalian penyakit antraknosa pada tanaman cabai umumnya masih banyak dilakukan dengan menggunakan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis yang dilakukan secara intens dan terus-menerus dapat menimbulkan resistensi dan resurgensi serangan patogen. Menurut Mariana dkk. (2022), penggunaan pestisida berbahan aktif *propineb*, dan *klorotalonil* secara terus menerus saat ini dilaporkan sudah tidak efektif lagi dalam menekan pertumbuhan dan menurunkan kejadian penyakit antraknosa pada cabai rawit jenis hiyung di lahan rawa. Hal ini dibenarkan dari hasil penelitian Hajjah dkk. (2022) yang menyatakan bahwa patogen antraknosa diduga mengalami resistensi terhadap fungisida berbahan aktif *klorotalonil* melalui proses mutasi pada fase kemunculan dan akan mengalami resurgensi apabila mencapai fase seleksi. Tidak hanya menimbulkan resistensi dan resurgensi patogen, pestisida kimiawi juga dapat menyebabkan kontaminasi air, tanah, udara, menghancurkan keanekaragaman hayati pertanian, dan bahkan menyebabkan gangguan kesehatan

pada manusia akibat sifatnya yang toksik dan karsinogenik (Prajawahyudo dkk., 2022). Oleh sebab itu, perlu alternatif pencegahan dan pengendalian penyakit pada tanaman cabai yang efektif dan efisien serta tidak mengganggu keseimbangan lingkungan dan aman bagi kesehatan manusia.

Alternatif pencegahan ataupun pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan pestisida nabati dan agensia hayati. Penggunaan pestisida nabati dapat menghambat dan mencegah serangan patogen. Selain itu, pemanfaatan pestisida nabati juga tidak mengganggu keseimbangan lingkungan dan aman untuk kesehatan manusia. Hal ini dikarenakan pestisida nabati memiliki sifat mudah terurai serta tidak meninggalkan residu berbahaya pada tanaman (Faradise dkk., 2023).

Pestisida nabati dapat dibuat dari bahan-bahan yang mudah ditemukan di lingkungan seperti salah satunya dari rimpang kunyit. Kunyit merupakan salah satu kelompok tanaman *Zingiberaceae* yang sangat mudah ditemukan di pekarangan baik karena dibudidayakan secara sengaja maupun tumbuh secara liar. Menurut Sanjaya dkk. (2021), rimpang kunyit mengandung senyawa bioaktif seperti kurkumin, fenolik, flavonoid, alkaloid, dan lain-lain yang efektif sebagai antioksidan, antivirus, antibakteri, anti jamur, anti karsinogenik, dan anti-infeksi. Tidak hanya itu, kunyit juga mengandung senyawa turmerone yang berpotensi mampu berperan sebagai pestisida alami (Taufika dkk., 2019).

Agensia hayati seperti *Trichoderma* sp. juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam mencegah serangan patogen tanaman. *Trichoderma* sp. merupakan jenis cendawan yang mudah diisolasi, dan memiliki daya adaptasi yang cukup luas. *Trichoderma* sp dapat berperan sebagai agen biokontrol yang bersifat mikoparasitisme terhadap patogen tanaman (Bhat, 2017). Tidak hanya itu, *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan ke tanaman juga dapat berperan sebagai *Plant growth-promoting fungi* (PGPF) yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman sehingga berdampak pada kualitas hasil yang lebih baik (Zin and Noor, 2020). Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas penelitian ini dilakukan untuk menguji

pengaruh aplikasi ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan, produksi dan keterjadian penyakit tanaman cabai rawit.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

- (1) Apakah terdapat pengaruh aplikasi ekstrak kunyit dalam melindungi tanaman cabai rawit yang dapat berdampak pada pertumbuhan, produksi, dan keterjadian penyakit antraknosa;
- (2) Apakah terdapat pengaruh aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan, produksi, dan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit;
- (3) Apakah terdapat interaksi antara aplikasi ekstrak kunyit dengan *Trichoderma* sp. dalam memacu pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan menurunkan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- (1) Mengetahui pengaruh aplikasi ekstrak kunyit dalam melindungi tanaman cabai rawit yang dapat berdampak pada pertumbuhan, produksi, dan keterjadian penyakit antraknosa;
- (2) Mengetahui pengaruh aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan, produksi, dan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit;
- (3) Mengetahui interaksi antara aplikasi ekstrak kunyit dengan *Trichoderma* sp. dalam memacu pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan menurunkan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit.

1.4 Kerangka Penelitian

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Cabai rawit memiliki rasa yang pedas sehingga sering dimanfaatkan

sebagai bumbu masakan, industri makanan, dan obat-obatan (Mahdalena dkk., 2021). Permintaan cabai rawit selalu meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan berkembangnya industri olahan cabai rawit (Kurniahu dkk., 2020). Namun demikian, permintaan cabai rawit yang tinggi seringkali tidak diimbangi dengan produksi yang ada. Produksi cabai rawit masih tergolong rendah dan berfluktuasi. Hal ini banyak disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya serangan patogen antraknosa pada tanaman cabai. Apabila hal ini dibiarkan begitu saja, maka produktivitas cabai rawit akan terus menurun dan dipastikan tidak mungkin dapat mencukupi permintaan cabai yang tinggi.

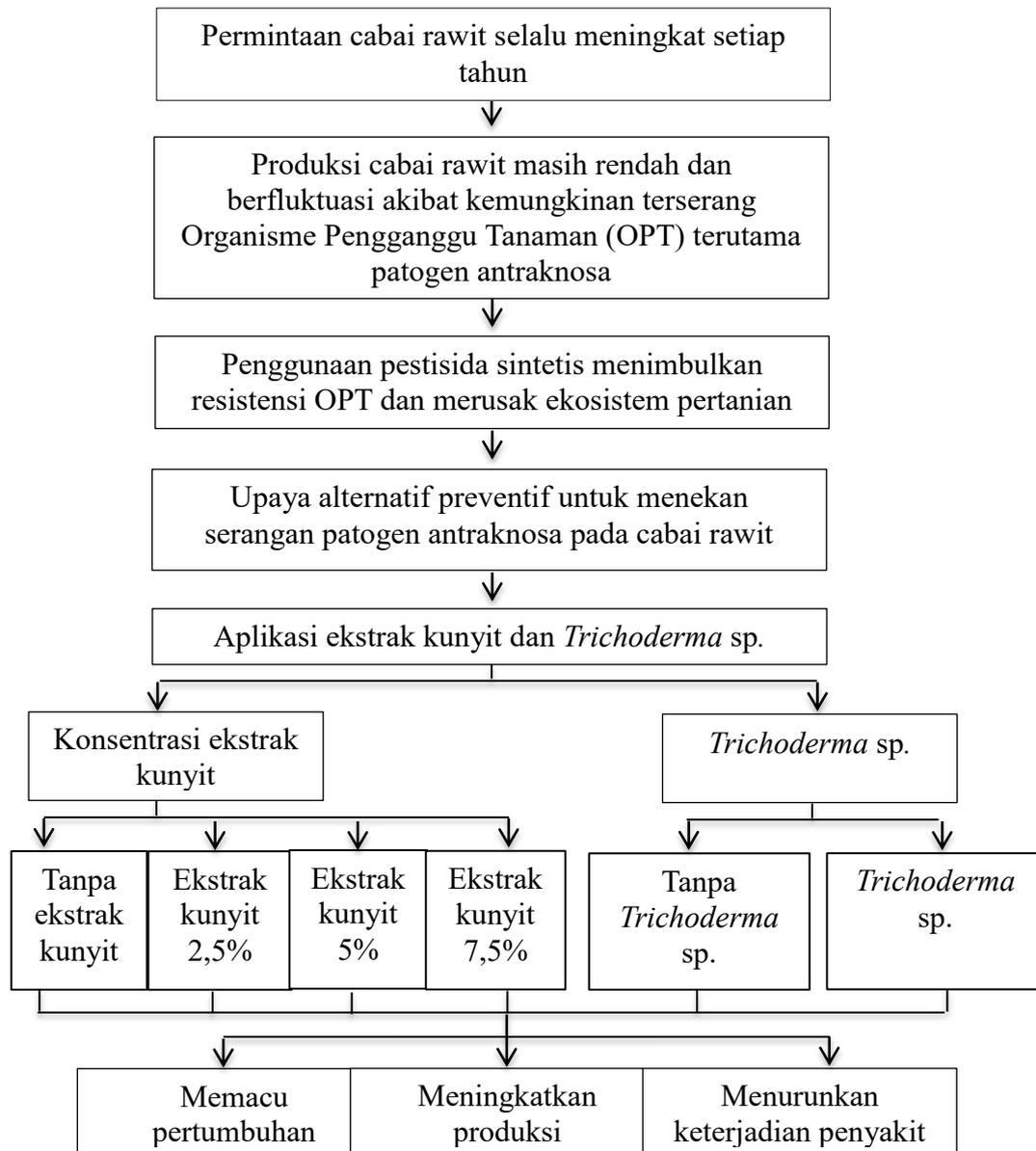
Upaya pengendalian yang saat ini dilakukan masih banyak menggunakan pestisida sintetis. Padahal pestisida sintetis saat ini telah dikabarkan mulai menyebabkan resistensi hama dan patogen tanaman. Selain itu, pestisida sintetis juga sulit terdegradasi oleh lingkungan dan merusak ekosistem pertanian. Oleh sebab itu, perlu dilakukan alternatif tindakan untuk meningkatkan produktivitas dan menurunkan keterjadian penyakit pada cabai rawit yang lebih ramah lingkungan.

Aplikasi pestisida nabati dari ekstrak kunyit dilaporkan memiliki potensi dalam menekan penyakit antraknosa pada cabai. Hal ini didasari oleh berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Menurut Anggraini (2022), aplikasi ekstrak kunyit mampu menekan penyakit antraknosa secara *in vivo* dan pertumbuhan *Colletrotrichum capsici* secara *in vitro* pada konsentrasi 1%, 2%, 3%, dan 4%. Tidak hanya itu, hasil penelitian Habibah dkk. (2022) juga menyatakan hal yang sama bahwa aplikasi pestisida nabati dari campuran rimpangan (serai, kunyit, dan kencur) mampu menekan kejadian penyakit antraknosa paling efektif dibandingkan pestisida nabati karamunting dan kelakai.

Agen antagonis *Trichoderma* sp. memiliki efektivitas yang tinggi dalam menekan berbagai jenis patogen tanaman terutama penyebab antraknosa. Menurut Alfia dan Haryadi (2022), pemberian biofungisida *Trichoderma* 80 ml/l memiliki pengaruh yang terbaik dalam menghambat serangan patogen *Colletrotrichum* sp.

pada tanaman cabai dengan keparahan sebesar 1,12%. Hasil penelitian serupa yang dilakukan oleh Muliani dkk. (2019) juga melaporkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. mampu menekan dan menghambat perkembangan penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit hingga 65%. Selain dapat menekan penyakit, *Trichoderma* sp juga memiliki kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Menurut Oktapia (2021), aplikasi pellet *Trichoderma* mampu meningkatkan rata-rata tinggi, diameter batang, dan jumlah daun lebih baik dibandingkan kontrol pada tanaman cabai rawit. Penelitian Tigahari dkk. (2021) juga menyatakan bahwa aplikasi pupuk kompos aktif *Trichoderma* sp. sebesar 250 g memiliki pengaruh yang sangat baik terhadap waktu berbunga, jumlah buah, berat buah basah dan produksi tanaman cabai rawit.

Berdasarkan data di atas, ekstrak kunyit menjadi salah satu bahan alami yang memiliki potensi sebagai antifungi dalam menekan penyakit antraknosa pada tanaman cabai. Begitu juga dengan *Trichoderma* sp. yang menjadi salah satu mikroorganisme menguntungkan karena dapat berperan sebagai agen biokontrol, memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produktivitas, serta ketahanan tanaman terhadap patogen. Oleh sebab itu, berdasarkan hal ini peneliti ingin mengetahui pengaruh aplikasi dari ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan, hasil, dan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit. Kerangka pemikiran dituangkan dalam bentuk skema yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

- (1) Aplikasi ekstrak kunyit dapat melindungi tanaman cabai rawit sehingga secara tidak langsung dapat memacu pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan menurunkan keterjadian penyakit antraknosa;

- (2) Aplikasi *Trichoderma* sp. dapat memacu pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan menurunkan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit;
- (3) Terdapat interaksi antara aplikasi ekstrak kunyit dengan *Trichoderma* sp. dalam memacu pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan menurunkan keterjadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai Rawit

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman hortikultura yang berasal dari Benua Amerika. Cabai rawit saat ini telah menyebar ke berbagai penjuru dunia baik pada daerah subtropis maupun tropis seperti Indonesia. Tanaman ini memiliki bentuk dan ukuran buah yang kecil serta pendek. Meskipun berukuran kecil, cabai ini memiliki rasa yang sangat pedas sehingga banyak diolah menjadi sambal ataupun bumbu masakan yang menambah nafsu dan selera makan. Tidak hanya itu, cabai rawit juga memiliki banyak kandungan gizi yang baik bagi kesehatan. Kandungan gizi cabai rawit terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, vitamin A, vitamin B1, vitamin C, dan kalsium. Selain itu, cabai rawit juga memiliki kandungan *capsaicin* yang dapat berperan sebagai zat anti kanker (Iskandar dkk., 2022).

Cabai rawit merupakan tanaman hortikultura yang berasal dari Benua Amerika dan tersebar luas di daerah tropis serta subtropis. Tanaman ini masih berkerabat dekat dengan tumbuhan terong-terongan seperti terong, tomat, dan kentang. Tanaman ini berada pada genus yang sama dengan cabai merah dan paprika yaitu *Capsicum*. Tanaman cabai rawit termasuk ke dalam Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Ordo Solanales, Keluarga Solanaceae, Genus *Capsicum*, dan Spesies *Capsicum frutescens* (Iskandar dkk., 2022).

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman dengan akar tunggang yang cukup kuat. Akar tanaman ini terdiri dari akar primer (utama) dan sekunder (lateral) serta akar tersier berupa serabut-serabut akar yang keluar dari akar sekunder. Akar primer memiliki panjang sekitar 35-50 cm dan akar sekunder sekitar 35-45 cm. Batang

tanaman cabai rawit termasuk batang yang berkayu dengan warna hijau tua. Panjangnya dapat berkisar antara 30-37,5 cm dengan diameter 1,5-3 cm. Cabai rawit memiliki percabangan batang menggarpu dengan posisi daun yang berselang-seling. Daun cabai rawit umumnya memiliki warna hijau muda dengan panjang berkisar 3-4 cm dan lebar berkisar 1-2 cm. Daun tanaman ini termasuk daun tunggal yang berbentuk bulat dan agak lebar dengan ujung yang meruncing, pangkal menyempit, bertepi dan bentuk pertulangan rata (Alif, 2017).

Cabai rawit memiliki bunga yang keluar dari ketiak daun. Bunganya memiliki warna putih atau putih kehijauan dan ada pula yang berwarna ungu. Mahkota bunganya berbentuk bintang yang berjumlah 4-7 helai. Bunga cabai rawit dapat berupa bunga tunggal atau 2-3 berdekatan. Bunga tanaman ini termasuk ke dalam bunga yang bersifat *hermafrodit* (Iskandar dkk., 2022).

Buah cabai rawit terkenal memiliki rasa yang pedas ketika dimakan. Buah tanaman ini tumbuh tegak mengarah ke atas, lurus atau merunduk kebawah dengan ukuran kecil ramping dan ujungnya melancip sehingga menyerupai taji ayam jago. Namun ada juga beberapa buah cabai rawit yang berbentuk elips mirip lonceng dan menyerupai tanduk kerbau. Buah cabai rawit yang masih muda memiliki warna putih kehijauan atau hijau tua dan akan berubah menjadi warna hijau kekuningan, jingga, atau merah menyala ketika buah telah masak/tua. Di dalam buah cabai rawit, terdapat biji yang menempel disepanjang plasenta. Warna bijinya cukup beragam mulai dari putih hingga kuning jerami. Biji tanaman cabai rawit memiliki bagian luar yang dilapisi lapisan keras (Iskandar dkk., 2022).

Cabai rawit merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik sehingga dapat tumbuh diberbagai jenis lahan baik persawahan, perkebunan, maupun daerah pesisir. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi maupun dataran rendah dengan ketinggian antara 1-1500 mdpl. Meskipun tanaman cabai rawit dapat tumbuh di berbagai

kondisi, namun terdapat beberapa syarat pertumbuhan cabai rawit yang harus diketahui agar pertumbuhannya optimal (Alif, 2017).

Pupuk merupakan suatu bahan yang diberikan kepada tanaman atau media tanam untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu tumbuh dan berproduksi dengan optimal. Proses pemberian pupuk terbagi menjadi dua tahap yaitu pemupukan dasar yang dilakukan pada saat pengolahan tanah dan pemupukan kedua/susulan yang diberikan setelah pemupukan dasar. Pemupukan susulan dilakukan dengan tujuan untuk memberikan makanan tambahan berupa zat hara atas kekurangan pada saat pemupukan dasar (Alif, 2017). Setiap tanaman membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang berbeda-beda pada setiap fase umur. Begitu juga dengan tanaman cabai rawit yang membutuhkan unsur hara berbeda-beda tergantung umur tanaman. Dosis dan waktu pemupukan cabai rawit agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan optimal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dosis dan Waktu Pemupukan

No	Pemberian Pupuk	Waktu Pemupukan	Dosis Pupuk
1.	Pupuk Dasar	1 Minggu setelah pindah tanam	Pupuk Kandang 10-15 ton/ha
2.	Pupuk Susulan I	1 Bulan Setelah pindah tanam	Urea 80kg, SP 36 20kg, KCL 60kg
3.	Pupuk Susulan II	2,5 Bulan Setelah pindah tanam	Urea 85kg, SP 36 30kg, KCL 60kg
4.	Pupuk Susulan III	4 Bulan Setelah pindah tanam	Urea 85kg, SP 36 35kg, KCL 65kg

Sumber: Abidin dkk. (2021)

Tanaman cabai rawit akan tumbuh optimal apabila tanah/media tanam yang digunakan memiliki banyak bahan organik, bertekstur remah, tidak terlalu liat, gembur, tidak becek, bebas hama dan penyakit tular tanah. Tanah dengan tekstur yang liat kurang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai rawit karena memiliki drainase yang buruk. Hal ini tentunya akan mengganggu pernapasan akar dan penyerapan unsur hara. Selain itu, tanah yang terlalu becek juga seringkali menyebabkan tanaman cabai rawit mudah layu. Namun tanah yang terlalu porous

juga kurang baik bagi tanaman cabai rawit karena jenis tanah ini memiliki daya jerap air yang buruk sehingga unsur hara mudah terbawa aliran air saat hujan ataupun proses penyiraman (Alif, 2017).

Tanaman cabai rawit dapat tumbuh optimal pada pH 5,5- 6,8. Namun pH yang optimum untuk pertumbuhan tanaman cabai rawit yaitu di antara 6,0-6,5. Tanah dengan pH <5,5 berpotensi mengandung banyak unsur aluminium, besi, serta mangan yang dapat meracuni tanaman. Tidak hanya itu, pH dengan keasaman tinggi memiliki kandungan unsur hara yang rendah. Tanah dengan pH yang asam juga menjadi media tumbuh yang baik bagi cendawan penyebab penyakit seperti *Rhizoctonia* sp. dan *Phyitium* sp. Oleh sebab itu, tanah yang memiliki pH rendah perlu diperbaiki dengan cara pengapuran agar pH-nya naik dan sesuai untuk pertumbuhan cabai rawit. Selain itu, pH tanah yang tinggi di atas 6,8 juga tidak optimum bagi pertumbuhan cabai rawit. Tanah yang basa mengandung unsur nitrogen, mangan, besi, barium, tembaga dan seng yang ketersediaannya sedikit. Namun unsur bikarbonat yang terkandung cukup tinggi sehingga dapat menghalangi penyerapan ion lain yang menyebabkan pertumbuhan tanaman cabai rawit terhambat (Alif, 2017).

Iklm menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi budidaya tanaman cabai rawit. Faktor iklim tersebut diantaranya angin, curah hujan, sinar matahari, suhu, dan kelembaban. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki curah hujan tahunan 1500- 2500 mm. Curah hujan yang terlalu tinggi dapat berpotensi menyebabkan kerontokan bunga cabai rawit sehingga memicu gagalnya proses penyerbukan (Alif, 2017).

Tanaman cabai rawit dapat tumbuh pada suhu berkisar 25-32°C. Suhu yang paling optimal untuk budidaya cabai rawit yaitu berkisar 24- 28°C. Suhu yang kurang dari 15°C atau lebih dari 32°C akan menyebabkan buah yang dihasilkan memiliki kualitas yang kurang baik. Suhu di bawah 15°C akan memicu pertumbuhan bunga yang tidak sempurna, terhambatnya perkembangan dan waktu pemasakan buah. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada kelembaban

berkisar 80% dan memerlukan sirkulasi udara yang lancar. Apabila kelembaban terlalu tinggi maka dapat berpotensi meningkatkan intensitas serangan berbagai jenis patogen seperti bakteri *Pseudomonas solanacearum* yang merupakan penyebab penyakit layu akar. Untuk mengatasi kelembaban yang tinggi, maka diperlukan jarak tanam yang lebih renggang dengan sistem tanam segitiga atau zig zag. Selain itu, gulma di lahan harus rutin dikendalikan secara teratur agar tidak menjadi sumber inang patogen (Alif, 2017).

Intensitas penyinaran matahari yang optimal bagi budidaya tanaman cabai rawit yaitu penyinaran matahari penuh atau sepanjang hari pada kawasan yang terbuka. Oleh sebab itu, tanaman cabai rawit sangat cocok dibudidayakan di Indonesia karena memiliki rata-rata panjang hari penyinaran mendekati 12 jam. Kurangnya penyinaran dapat berakibat timbulnya gejala etiolasi pada tanaman. Tidak hanya itu, kurangnya penyinaran juga dapat menyebabkan bunga yang dihasilkan kualitasnya kurang baik sehingga kemungkinan berhasilnya proses penyerbukan juga rendah (Alif, 2017).

Angin menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam budidaya cabai rawit. Cabai rawit tidak optimal apabila ditanam di daerah dengan keadaan angin yang kencang. Angin yang bertiup kencang dapat mempercepat proses evaporasi sehingga kondisi tanah menjadi kering dan keras. Hal ini dapat menyebabkan kesuburan tanah menjadi berkurang sehingga pertumbuhan tanaman cabai rawit terganggu. Selain itu, angin yang bertiup kencang dapat berpotensi menyebabkan tingginya kegagalan penyerbukan karena bunga yang baru terbentuk rontok tertiuip angin (Alif, 2017).

2.2 Penyakit Antraknosa

Penyakit antraknosa umumnya disebabkan oleh genus *Colletotrichum* yang termasuk dalam Famili *Phyllachoraceae*. Antraknosa merupakan penyakit utama pada tanaman cabai rawit yang dapat menyebabkan kerusakan luas sebelum dan sesudah panen. Genus *Colletotrichum* adalah patogen terpenting yang

menyebabkan infeksi laten. Penyakit antraknosa dapat terjadi pada daun, batang, dan buah baik sebelum maupun sesudah panen. Penyakit antraknosa pada cabai umumnya paling sering terjadi di negara tropis dan subtropis. Hal ini terjadi karena kondisi lingkungan di negara tropis mendukung penyebaran penyakit antraknosa. Faktor penting lingkungan yang mengatur keparahan penyakit diantaranya intensitas dan durasi curah hujan, kelembaban, kebasahan permukaan daun dan cahaya. Suhu sekitar 27°C dengan kelembaban relatif 80% telah dilaporkan sebagai kondisi yang paling optimal untuk keberhasilan pembentukan penyakit di daerah tertentu. Perkembangan penyakit juga tergantung pada kultivar inang, dan ketahanan tanaman terhadap patogen (Banya *et al.*, 2020).

Colletotrichum sp. memiliki banyak sekali spesies. Namun secara umum *Colletotrichum* sp. secara mikroskopis memiliki ciri-ciri koloni yang berwarna putih abu-abu dengan tepi rata, hifa menebal seperti kapas, halus, berseptata dan bercabang. Bagian bawah koloni jamur terlihat berwarna putih hingga krem. *Colletotrichum* sp. memiliki karakteristik konidia yang berbentuk *lunate* (sabit) sehingga bersifat hialin, serta memiliki *appressorium* (Fardhani dkk., 2023). Tidak hanya itu, konidia cendawan ini menurut Dickman (1993) dalam Sudirga (2016) terlihat transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing. Panjangnya antara 10-16 µm dan lebar 5-7 µm dengan warna hitam.

Gejala serangan penyakit antraknosa pada buah ditandai dengan buah busuk berwarna kuning coklat, seperti terkena sengatan matahari yang diikuti oleh busuk hitam yang terkadang muncul jelaga berwarna hitam. Serangan pada biji dapat menimbulkan kegagalan perkecambahan atau bila telah menjadi kecambah dapat menimbulkan rebah kecambah. Serangan antraknosa pada tanaman dewasa dapat menyebabkan kematian pucuk yang kemudian berlanjut menjadi kematian bagian tanaman seperti ranting dan cabang yang mengering berwarna coklat kehitaman. Penyakit ini juga dapat menyerang buah yang sudah dipetik dari pohon. Penyakit ini akan berkembang dalam pengangkutan dan penyimpanan sehingga hasil panen akan membusuk (Kirana dkk., 2014).

2.3 Kunyit

Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) merupakan salah satu tanaman dari famili Zingiberaceae yang banyak tumbuh liar atau ditanam di pekarangan maupun kebun. Kunyit menjadi salah satu tanaman asli Asia Tenggara yang pusat penyebarannya mulai dari Semenanjung Melayu, Pulau Sumatera dan Pulau Jawa hingga menyebar ke Australia. Tidak hanya itu, kunyit juga menyebar dengan cepat di wilayah-wilayah lain seperti Cina, Kepulauan Solomon, Haiti, India, Pakistan, Taiwan, serta Jamaika. Di Indonesia, kunyit juga menyebar secara merata di seluruh wilayah (Said, 2007).

Kunyit merupakan tanaman yang memiliki ciri khas tumbuh dengan berkelompok membentuk rumpun-rumpun. Kunyit dapat tumbuh hingga mencapai 40-100 cm. Kunyit termasuk salah satu tanaman yang memiliki batang semu dengan kelopak atau pelepah daun yang tersusun berpalutan atau saling menutupi. Sebagai tanaman Zingibraceae, kunyit memiliki bagian yang disebut rimpang. Rimpang kunyit memiliki bentuk bulat, tebal, lurus, dan melengkung yang tumbuh dari umbi utama. Rimpang tanaman ini sebenarnya merupakan batang kunyit di dalam tanah yang bercabang-cabang membentuk rumpun. Rimpang ini memiliki warna jingga kecoklatan atau berwarna terang agak kuning hingga kuning kehitaman. Daging rimpangnya memiliki warna jingga kekuningan dengan bau khas yang agak pahit dan pedas (Said, 2007).

Kunyit banyak dimanfaatkan secara luas dalam industri makanan, minuman, obat-obatan, kosmetik, dan tekstil. Di dunia industri, kunyit banyak dimanfaatkan sebagai pewarna kain, wol, tikar, sutra, dan berbagai kerajinan lainnya. Di dalam industri makanan, kunyit dapat dipakai sebagai pewarna alami makanan maupun penyedap rasa. Di dunia kedokteran dan pengobatan, kunyit digunakan sebagai obat tradisional atau jamu. Kunyit memiliki khasiat menghilangkan bau badan, menyediakan serat bagi tubuh, dan mengurangi rasa sakit saat haid. Tidak hanya itu, kunyit juga dapat menyembuhkan penyakit hati, saluran empedu, serta mencegah keluarnya asam lambung yang berlebihan (Said, 2007).

Kunyit dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati karena mengandung berbagai metabolit sekunder yang bersifat menolak hama dan penyakit. Rimpang kunyit memiliki kandungan metabolit sekunder utama berupa minyak atsiri dan kurkuminoid yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati. Rimpang kunyit juga mengandung berbagai senyawa lain diantaranya pati, selulosa, resin, dan beberapa mineral. Minyak atsiri pada kunyit berkisar 3%-5% yang terdiri dari golongan *sesquiterpen* dan *monototerpen*. Senyawa turunan dari minyak atsiri kunyit yang termasuk golongan *sesquiterpen* diantaranya *turmeron*, *curlon*, *turmerol*, *ar-turmeron*, *ar-kurkumin*, dan lain-lain. Senyawa-senyawa ini memiliki aktivitas anti bakteri, anti jamur, anti hepatotoksik, dan anti oksidan (Herkamela dan Yenny, 2022). Selain itu, kurkuminoid terdiri dari kurkumin, desmetoksi kurkumin, dan bis-desmetoksi kurkumin yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Diantara ketiga senyawa tersebut, kandungan kurkumin pada kunyit lebih besar dibandingkan dua senyawa kurkuminoid lainnya. Kurkumin memiliki efek anti mikroba, anti oksidan, anti kanker, dan anti inflamasi (Laraswati dkk., 2021).

2.4 Cendawan *Trichoderma* sp.

Cendawan *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah yang bersifat saprofit dengan tanaman. Secara alami cendawan ini dapat menyerang cendawan patogen lain dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. *Trichoderma* sp. banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat. Cendawan ini dapat berkembang biak dengan cepat pada daerah perakaran tanaman sehingga sering dimanfaatkan sebagai agen hayati pengendali patogen tanah. *Trichoderma* berkembang biak secara aseksual yaitu berlangsung secara mitosis dan klonal. Adapun fase seksualnya belum banyak diketahui secara pasti. Cendawan ini dapat tumbuh optimal pada kelembaban 70% dengan pH 3-7 dan suhu 25-30°C (Gusnawaty dkk., 2014).

Secara umum *Trichoderma* sp. pada awalnya membentuk koloni berwarna putih kemudian berubah menjadi kehijauan dan setelah dewasa miselium memiliki warna hijau kekuningan atau hijau tua terutama pada bagian yang banyak terdapat

konidia. Konidia dari *Trichoderma* berbentuk semi bulat hingga oval dan berdinding halus. *Trichoderma* sp. memiliki hifa yang bersekat. Selain itu, *Trichoderma* sp. mempunyai konidiofor yang bercabang seperti piramida yaitu di bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan bagian ujung percabangan menjadi bertambah pendek. *Trichoderma* sp. memiliki fialid yang tampak langsing dan panjang (Gusnawaty dkk., 2014).

Trichoderma adalah genus jamur Ascomycota berfilamen yang merupakan salah satu mikroorganisme tanah paling sering diisolasi. *Trichoderma* memiliki banyak manfaat di bidang pertanian. *Trichoderma* sp. diketahui memiliki kemampuan menyerang jamur lain yang merugikan tanaman. Dalam hal ini *Trichoderma* dikenal sebagai agen kontrol biologis potensial. Selain itu, menurut temuan beberapa peneliti, *Trichoderma* sp. dapat membunuh patogen tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* sp. juga telah terbukti kemampuannya dalam mendetoksifikasi senyawa beracun dan mempercepat degradasi bahan organik (Zin and Noor, 2020).

Trichoderma sp. dapat menjadi salah satu agen biokontrol yang paling umum digunakan terhadap spektrum yang luas dari akar, pucuk, dan patogen pascapanen. Sebagai agen biokontrol, *Trichoderma* memiliki mekanisme kerja yakni mula-mula akan melakukan pengenalan patogen dan dilanjutkan dengan invasi terhadap patogen tanaman melalui gangguan dinding sel dan penyerapan nutrisi yang dilepaskan. Proses ini biasanya dikenal sebagai *mikoparasitisme* (Bhat, 2017). Selain melakukan invasi terhadap patogen, *Trichoderma* juga akan menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit melalui perubahan sistem akar selama interaksi dengan patogen. Hal ini menyebabkan tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen (Kumar *et al.*, 2019).

Cendawan *Trichoderma* sp. mampu mentolerir lingkungan yang tidak menguntungkan dan memiliki kemampuan destruktif yang kuat terhadap mikroorganisme patogen tanaman. Keberhasilan *Trichoderma* di rizosfer tidak lain disebabkan oleh kapasitas reproduksinya yang tinggi, kemampuan bertahan

hidup dalam kondisi yang sangat tidak menguntungkan, efisiensi dalam pemanfaatan nutrisi, kapasitas untuk memodifikasi rizosfer dan agresivitas yang kuat terhadap jamur patogen tanaman (Cornejo *et al.*, 2016).

Trichoderma merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat berperan sebagai *plant growth-promoting fungi* (PGPF) dengan merangsang pertumbuhan tanaman. Dampak utama dari PGPF ini biasanya ditunjukkan pada pertumbuhan tanaman, kualitas hasil akhir dan produktivitas. Berdasarkan berbagai penelitian diketahui bahwa beberapa spesies *Trichoderma* seperti *T. virens* dan *T. atroviride* menghasilkan ZPT auksin berupa IAA. ZPT ini memiliki peran penting dalam perkembangan akar tanaman (Contreras-Cornejo *et al.*, 2014). Selain itu, *Trichoderma* sp. juga dapat menghasilkan metabolit *asam harzianic* yang membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuan pengkelat FE(III) (Vinale *et al.*, 2013).

Trichoderma juga memiliki manfaat dalam mempercepat proses dekomposisi. Beberapa *Trichoderma* mampu menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel tumbuhan. Dinding sel tumbuhan mengandung selulosa dan hemiselulosa sehingga *Trichoderma* mampu mempercepat dekomposisi bagian tanaman yang gugur dan jatuh kebawah seperti daun-daun yang kering. Hasil penguraian yang dilakukan oleh *Trichoderma* menghasilkan kompos yang tinggi akan unsur hara (Zin and Noor, 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada Desember 2023 hingga Maret 2024. Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di Laboratorium Lapangan Terpadu (LTPD) dan Laboratorium Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop majemuk, erlenmeyer, pipet tetes, cawan petri, jarum ose, timbangan, blender, gembor, *hand sprayer*, *magnetic stirrer*, *beaker glass*, *autoclave*, *haemocytometer*, cangkul, bor gabus, meteran, karet, dan alat tulis. Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih tanaman cabai rawit, rimpang *empu kunyit*, aquades, *pot tray*, media tanam, pupuk NPK 16:16:16, media PSA, isolat *Colletotrichum* sp., asam laktat, dan isolat *Trichoderma* sp.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor satu konsentrasi ekstrak kunyit (K) yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa ekstrak kunyit (K_0), ekstrak kunyit 2,5% (K_1), ekstrak kunyit 5% (K_2), dan ekstrak kunyit 7,5% (K_3). Faktor kedua yaitu pemberian isolat *Trichoderma* dengan dua taraf yakni tanpa *Trichoderma* sp. (T_0), dan dengan *Trichoderma* sp. kerapatan konidia 10^6 (T_1).

Penelitian ini terdiri dari 8 perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh total sebanyak 24 satuan percobaan. Tata letak percobaan diacak dengan menggunakan microsoft excel yang disajikan pada Gambar 2.

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
K ₁ T ₀	K ₁ T ₁	K ₂ T ₁
K ₃ T ₁	K ₀ T ₀	K ₀ T ₁
K ₁ T ₁	K ₂ T ₀	K ₃ T ₀
K ₂ T ₀	K ₃ T ₁	K ₁ T ₀
K ₀ T ₀	K ₀ T ₁	K ₁ T ₁
K ₂ T ₁	K ₃ T ₀	K ₂ T ₀
K ₃ T ₀	K ₂ T ₁	K ₀ T ₀
K ₀ T ₁	K ₁ T ₀	K ₃ T ₁

Gambar 2. Tata letak percobaan.

Keterangan:

K₀ = Tanpa ekstrak kunyit

K₁ = Ekstrak kunyit 2,5%

K₂ = Ekstrak kunyit 5%

K₃ = Ekstrak kunyit 7,5%

T₀ = Tanpa *Trichoderma* sp.

T₁ = Dengan *Trichoderma* sp.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu dimulai dari penyiapan benih, penyemaian benih, persiapan lahan, pembuatan media *Potato Sucrose Agar* (PSA), peremajaan dan perbanyak isolat *Trichoderma* sp. dan *Colletotrichum* sp., penyiapan suspensi *Trichoderma* sp dan *Colletotrichum* sp., penanaman dan aplikasi *Trichoderma* sp., pembuatan dan aplikasi ekstrak kunyit, inokulasi

suspensi *Colletotrichum* sp., pemeliharaan tanaman, hingga pengamatan dan pengumpulan data. Rincian tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1 Persiapan Benih

Benih yang digunakan berupa benih cabai rawit caplak varietas ‘Sigantung’ dengan daya kecambah 85%. Sebelum dilakukan penyemaian, benih cabai direndam terlebih dahulu dengan air hangat selama 1 jam untuk melunakkan kulitnya yang keras agar memudahkan dan mempercepat munculnya kecambah yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perendaman benih dengan air hangat.

3.4.2 Penyemaian Benih

Tahap awal penyiapan benih yaitu menyiapkan media persemaian berupa campuran tanah *top soil* dan pupuk kandang kotoran sapi (1:1). Media tanam dimasukkan ke dalam *pot tray* semai. *Pot tray* semai yang telah diisi media tanam kemudian diletakkan dan disusun dengan baik di rumah kaca. Setelah disusun, media tanam disiram secara merata. Benih cabai rawit yang telah disiapkan kemudian disemai sebanyak dua butir/pot. Setelah berdaun 3-4, maka cabai rawit siap untuk dipindah tanam ke lahan. Tahapan penyemaian benih disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses penyemaian benih: (a) penyiapan media persemaian; (b) pencampuran media persemaian; (c) pengisian *pot tray* dengan media; dan (d) penyemaian benih.

3.4.3 Persiapan Lahan

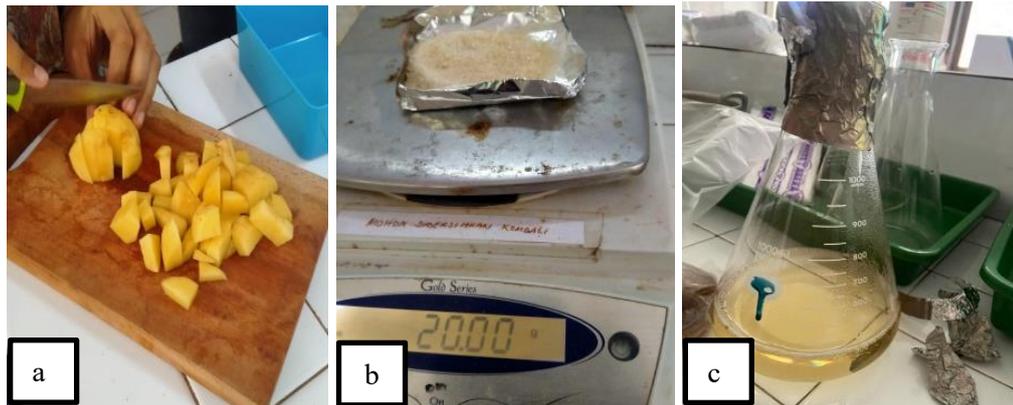
Lahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki luas 60 m². Tahap awal pengolahan lahan diawali dengan pembersihan gulma. Setelah bersih dari gulma, lahan dicangkul dengan kedalaman 20 cm untuk membongkar/membalikkan tanah menjadi bongkahan. Bongkahan tanah kemudian digemburkan lalu dibuat tiga bedengan besar sebagai ulangan yang ditunjukkan pada Gambar 5. Setiap bedengan besar dibuat delapan petak sebagai perlakuan. Petak perlakuan kemudian ditaburi pupuk kandang secara merata. Setiap petak ditanami dengan lima tanaman cabai rawit.



Gambar 5. Pengolahan tanah.

3.4.4 Pembuatan Media *Potato Sukrose Agar* (PSA)

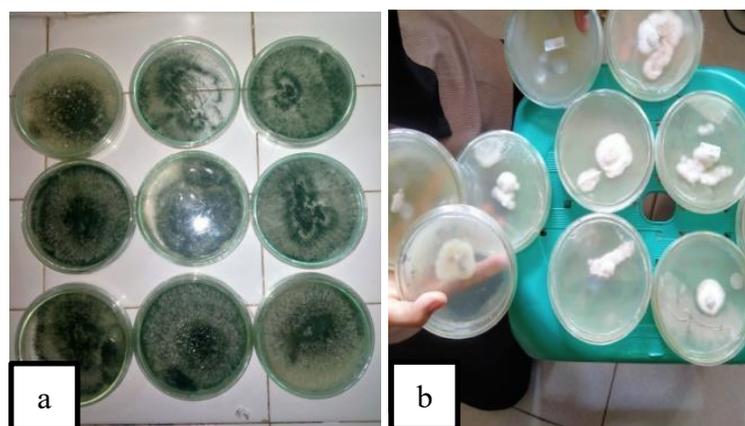
Media PSA dibuat dengan menggunakan bahan-bahan diantaranya aquades, kentang, *sukrose*, dan agar-agar. Kentang dikupas lalu dibersihkan dan dipotong dengan ukuran kecil berbentuk dadu. Selanjutnya kentang ditimbang sebanyak 200 g. Kentang yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam panci yang berisi 1000 ml aquades dan dimasak hingga lunak. Setelah itu, ampas kentang dibuang hingga menyisakan sari-sarinya. Selanjutnya dimasukkan sukrosa dan agar masing-masing sebanyak 20 g ke dalam panci yang telah berisi sari-sari kentang lalu diaduk hingga homogen. Setelah homogen, larutan dituang ke dalam erlenmeyer hingga mencapai volume 1000 ml. Selanjutnya mulut tabung erlenmeyer ditutup menggunakan kertas aluminium foil dan diikat dengan karet serta dibungkus menggunakan plastik tahan panas. Erlenmeyer tersebut disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya larutan tersebut ditambahkan 1,4 ml asam laktat sebelum dituang ke cawan petri yang akan digunakan sebagai media perbanyakan isolat *Trichoderma* sp (Anggraini, 2022). Proses pembuatan media PSA disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembuatan media PSA: (a) pemotongan kentang; (b) penimbangan bahan; dan (c) media PSA yang siap dituangkan ke cawan petri.

3.4.5 Perbanyakkan *Trichoderma* sp. dan *Colletotrichum* sp.

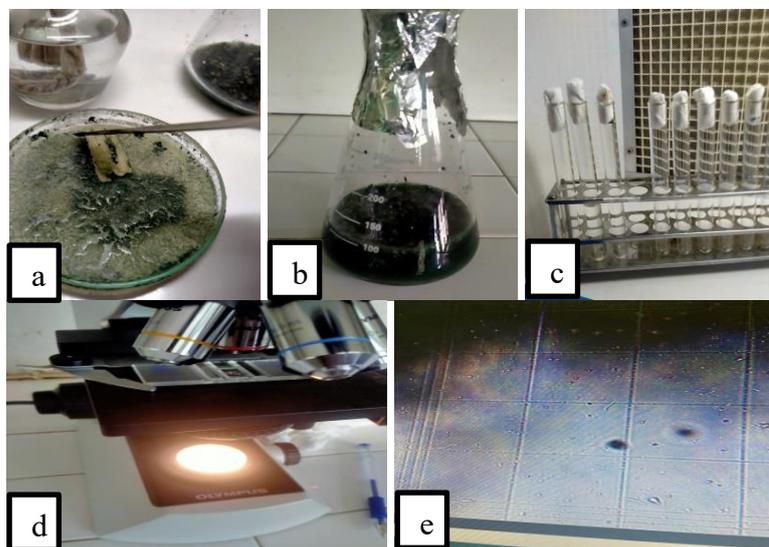
Isolat *Trichoderma* sp. dan *Colletotrichum* sp. didapat dari laboratorium hama dan penyakit tanaman Universitas Lampung. Masing-masing isolat diremajakan pada media PSA yang berbeda. Peremajaan dilakukan dengan mengambil biakan menggunakan jarum ose lalu ditumbuhkan pada media PSA dengan diinkubasi selama 10 hari. Tampilan cendawan hasil inkubasi disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Cendawan yang telah diinkubasi selama sepuluh hari: (a) *Trichoderma* sp. dan (b) *Colletotrichum* sp.

3.4.6 Penyiapan Suspensi *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. yang telah diinkubasi selama 10 hari kemudian diambil konidianya menggunakan jarum ose dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah diisi aquades sebanyak 100 ml. Lalu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan diencerkan dengan pengenceran bertingkat hingga didapatkan kerapatan konidia sejumlah 10^6 spora/ml. Kerapatan konidia yang diinginkan tersebut dihitung menggunakan *heymocitometer*. Tahap penyiapan suspensi *Trichoderma* sp. disajikan pada Gambar 8.

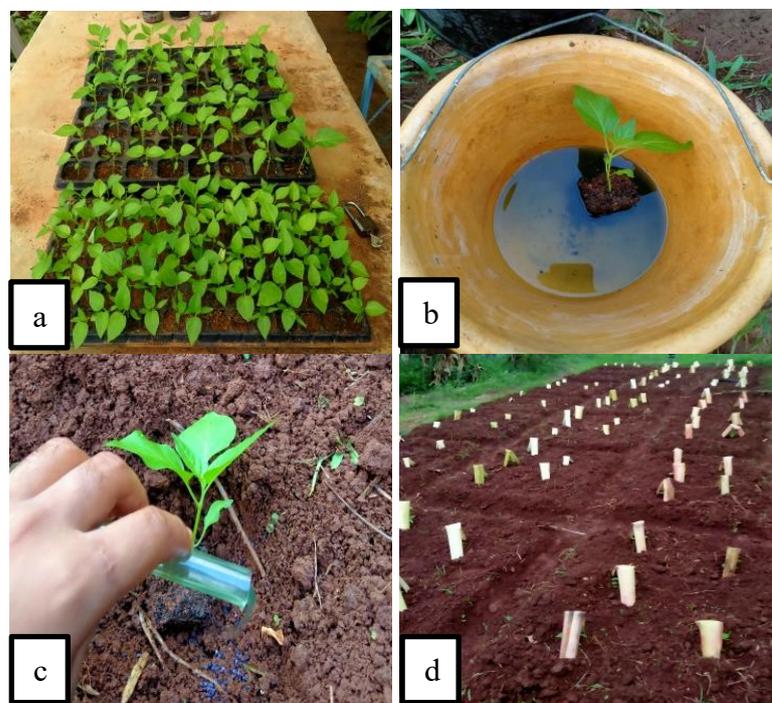


Gambar 8. Tahap penyiapan suspensi *Trichoderma* sp.: (a) pengambilan konidia; (b) suspensi *Trichoderma* sp.; (c) pengenceran bertingkat; (d) dan (e) perhitungan kerapatan spora.

3.4.7 Penanaman dan Aplikasi *Trichoderma* sp.

Bibit cabai rawit yang berumur 17-21 hari setelah semai (hss) dipindah tanam ke lahan pada bedengan yang telah dibuat lubang tanam sedalam 10 cm dengan jarak antar lubang 70 cm dan berpola *zig-zag*. Sebelum dipindah tanam, akar bibit tanaman dicelupkan pada suspensi *Trichoderma* kerapatan 10^6 sesuai dengan perlakuan. Selain itu, *Trichoderma* kerapatan 10^6 juga diaplikasikan ke lubang tanam sebanyak 10 ml sebelum bibit ditanam. Selanjutnya bibit ditanam ke

lubang tanam secara hati-hati lalu akar ditimbun hingga tertutup dengan tanah. Penanaman bibit cabai rawit dan aplikasi *Trichoderma* sp. dilakukan pada sore hari pukul 16.00 WIB. Penanaman bibit cabai disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Penanaman bibit cabai: (a) bibit siap pindah tanam; (b) pencelupan bibit ke suspensi *Trichoderma* sp.; (c) penuangan *Trichoderma* sp. ke lubang tanam; dan (d) bibit yang sudah ditanam.

3.4.8 Pembuatan Ekstrak Kunyit

Rimpang *empu* kunyit sebanyak 400 g dicuci bersih dengan air steril lalu dipotong kecil-kecil. Selanjutnya potongan rimpang dioven pada suhu 50°C selama lima hari. Rimpang kunyit yang telah dioven kemudian diblender hingga didapatkan serbuk/tepung rimpang. Tepung tersebut selanjutnya diayak hingga didapatkan tepung yang halus. Selanjutnya dibuat larutan stok dengan mencampurkan 250 g tepung kunyit dengan aquades hingga volumenya menjadi 1000 ml. Campuran tersebut dihomogenkan lalu disaring dengan kain saring (Audia, 2019). Selanjutnya dilakukan kalibrasi sprayer untuk mengetahui volume semprot setiap

tanaman. Setelah itu dibuat beberapa konsentrasi perlakuan dari larutan stok tersebut yaitu 2,5%, 5%, dan 7,5%. Proses pembuatan ekstrak kunyit disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pembuatan ekstrak kunyit: (a) pengeringan kunyit; (b) penumbukan kunyit; (c) pengayakan tepung kunyit; (d) penimbangan kunyit; (e) pembuatan larutan stok; dan (f) pembuatan konsentrasi perlakuan.

3.4.9 Aplikasi Ekstrak Kunyit

Ekstrak kunyit diaplikasikan ke tanaman cabai rawit dengan cara disemprotkan menggunakan hand sprayer pada tanaman dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan masing-masing yang disajikan pada Gambar 11. Aplikasi ekstrak kunyit dilakukan pagi hari pukul 08.00 WIB sebanyak tiga kali yaitu saat tanaman cabai rawit berumur 10 hari setelah pindah tanam (hsp), 24 hsp, dan 38 hsp.



Gambar 11. Aplikasi ekstrak kunyit.

3.4.10 Penyiapan dan Inokulasi Patogen *Colletotrichum sp.*

Colletotrichum sp. yang telah diinkubasi selama sepuluh hari kemudian konidia diambil menggunakan jarum ose dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah diisi aquades sebanyak 100 ml. Lalu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan diencerkan dengan pengenceran bertingkat hingga didapatkan kerapatan konidia sejumlah 10^6 spora/ml. Kerapatan konidia yang diinginkan tersebut dihitung menggunakan *heymocitometer*. Suspensi kemudian ditambah dengan perekat dan dicampur hingga homogen pada Gambar 12. Setelah suspensi disiapkan, kemudian dilakukan inokulasi dengan cara disemprot menggunakan *hand sprayer* pada seluruh tanaman cabai rawit saat berbunga (Pangesti, 2017). Inokulasi dilakukan pada sore hari pukul 16.00 WIB.



Gambar 12. Cendawan *Colletotrichum sp.*: (a) pengambilan konidia dan (b) penyiapan suspensi *Colletotrichum sp.*

3.4.11 Pemeliharaan

Pemeliharaan cabai rawit meliputi penyiraman setiap pagi atau sore hari saat kondisi lahan kering. Selain itu, gulma di lahan cabai rawit juga perlu dibersihkan agar tidak mengganggu pertumbuhan tanaman. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut secara langsung atau menggunakan cangkul. Tanaman cabai rawit juga diberi pupuk NPK 16:16:16 dengan dosis 3 g/tanaman saat umur 15 hst (Rahim dan Setyawati, 2022).

3.4.12 Panen

Pemanenan dilakukan dengan cara memetik buah cabai rawit yang siap panen. Buah cabai rawit yang siap panen yaitu buah yang sudah berubah warna menjadi merah. Panen dilakukan sebanyak tiga kali.

3.4.13 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan mulai dilakukan setelah aplikasi *Trichoderma* sp. dan ekstrak kunyit hingga pemanenan ketiga. Variabel yang diamati berupa masa inkubasi, keterjadian penyakit, keparahan penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, jumlah buah, dan bobot per buah.

3.4.13.1 Masa inkubasi

Masa inkubasi merupakan selang waktu dari saat inokulasi patogen sampai munculnya gejala awal sakit pada tanaman. Pengamatan dilakukan setiap hari dimulai dari setelah inokulasi hingga muncul gejala awal penyakit pada tanaman cabai.

3.4.13.2 Keterjadian penyakit antraknosa

Pengamatan keterjadian penyakit dilakukan setiap minggu setelah terjadinya gejala pertama pada tanaman dengan menghitung tanaman cabai rawit yang bergejala antraknosa hingga penelitian berakhir. Menurut Syahputri (2022), keterjadian penyakit dihitung dengan rumus yang disajikan pada Gambar 13.

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

Gambar 13. Rumus perhitungan keterjadian penyakit.

Keterangan:

KP = keterjadian penyakit (%)

n = jumlah tanaman terserang

N = jumlah seluruh tanaman diamati

3.4.13.3 Keparahan penyakit

Keparahan penyakit dihitung menggunakan metode skoring dengan melakukan pengamatan setiap minggu dimulai ketika terjadi gejala pertama pada tanaman hingga hingga penelitian berakhir. Menurut Syahputri (2022), keparahan penyakit antraknosa pada semua umur tanaman dapat diukur dengan menggunakan sistem skoring yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor Keparahan Penyakit

Skor	Keterangan
0	Tidak ada infeksi
1	Gejala serangan 1%-25% atau luas lesi 0-2 mm
2	Gejala serangan 26%-50% atau luas lesi 3-4 mm
3	Gejala serangan 51%-75% atau luas lesi 5-6 mm
4	Gejala serangan $\geq 75\%$ atau luas lesi ≥ 6 mm

Setelah skor diketahui, maka keparahan penyakit dapat dihitung dengan rumus yang disajikan pada Gambar 14.

$$KP = \frac{\sum ni \times vi}{N \times V} \times 100\%$$

Gambar 14. Rumus perhitungan keparahan penyakit.

Keterangan:

KP = keparahan penyakit

ni = jumlah buah yang terseran

v = nilai skala kategori serangan

N = jumlah buah yang diamati

V = nilai skala dari kategori serangan tertinggi

3.4.13.4 Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diamati dengan mengukur tinggi dari atas permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi tanaman menggunakan penggaris/meteran.

Pengamatan dilakukan setiap minggu sekali dimulai setelah pengaplikasian *Trichoderma* sp. hingga berakhirnya fase vegetatif yang ditandai munculnya bunga.

3.4.13.5 Jumlah daun

Jumlah daun hanya diamati pada cabang yang tertinggi pada setiap tanaman.

Pengamatan ini dilakukan setiap minggu sekali dengan mengamati penambahan jumlah daun setelah pengaplikasian *Trichoderma* sp. hingga berakhirnya fase vegetatif yang ditandai munculnya bunga.

3.4.13.6 Jumlah bunga

Jumlah bunga mulai dihitung saat tanaman cabai rawit telah memasuki fase generatif yang ditandai dengan mulai munculnya bunga pertama pada setiap tanaman.

3.4.13.7 Jumlah buah

Jumlah buah diamati dengan menghitung jumlah penambahan buah yang terbentuk pada cabang yang tertinggi setiap tanaman. Pengamatan ini berakhir saat pemanenan ketiga.

3.4.13.8 Bobot per buah

Setiap kali panen, buah tiap tanaman ditimbang dengan satuan (g) mulai dari awal panen hingga pemanenan ketiga. Buah yang dipanen yaitu buah yang sudah berwarna merah.

3.5 Analisis Data

Data dianalisis homogenitasnya menggunakan Uji Bartlett dan aditivitasnya menggunakan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi dilanjutkan dengan analisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila dari hasil analisis ragam terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata yang sama. Apabila asumsi tidak terpenuhi, maka data diolah dan ditampilkan dalam bentuk histogram.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian ini adalah:

- (1) Aplikasi ekstrak kunyit dapat melindungi tanaman cabai rawit dengan menghambat serangan penyakit antraknosa dan hama kutu sehingga secara tidak langsung memberikan pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga per tanaman, bobot per buah serta mengindikasikan peningkatan jumlah buah;
- (2) Aplikasi *Trichoderma* sp. memberikan pengaruh yang nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, memperpanjang masa inkubasi penyakit antraknosa serta mengindikasikan adanya pengaruh dalam meningkatkan jumlah buah, menekan keterjadian dan keparahan penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit. Namun aplikasi *Trichoderma* sp. tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot per buah;
- (3) Aplikasi ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. menunjukkan adanya interaksi dalam memperpanjang masa inkubasi penyakit antraknosa dan meningkatkan jumlah bunga. Aplikasi dua perlakuan ini juga cenderung mengindikasikan adanya pengaruh interaksi dalam meningkatkan jumlah buah serta menekan keterjadian dan keparahan penyakit antraknosa. Namun interaksi tersebut tidak nampak pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot per buah.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh ekstrak kunyit dan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit dengan menggunakan varietas lain yang tahan serangan virus kuning keriting di rumah kaca atau tempat dengan kondisi yang terkendali dari hama dan penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Jafar, M.I., Syamsir, dan Sudiarta I.M. 2021. *Hilirisasi Produk Pertanian Budidaya Cabai*. Nasya Expanding Management. Pekalongan. 188 hlm.
- Aditama, W., Zulfikar, Z., Khairunnisa, K., dan Arianto, B. 2023. Efektivitas Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa*) sebagai Bioinsektisida Alami untuk Menghalau Lalat Rumah (*Musca domestica*). *Jurnal Sago Gizi dan Kesehatan*. 4(2): 160-165.
- Alfia, A. D., dan Haryadi, N. T. 2022. Pengujian Konsentrasi Biofungisida Cair Berbahan Aktif *Trichoderma* sp. dalam Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada Cabai di Lapang. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 5(2): 58-64.
- Alif, S. M. 2017. *Kiat sukses budidaya cabai rawit*. Bio Genesis. Bantul. 158 hlm.
- Ambarwati, D. T., Syuriani, E. E., dan Pradana, O. C. P. 2020. Uji Respon Dosis Pupuk Kalium terhadap Tiga Galur Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *J-Plantasimbiosa*. 2(1): 11-21.
- Amelia, M., Marsuni, Y., dan Budi, I. S. 2020. Pengaruh Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos Caudatus* Kunth.) terhadap Cendawan *Colletotrichum* Sp. pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 3(1): 157-163.
- Andarwening, F., Sobir, dan Matra, D. D. 2022. Respons Ketahanan Sumberdaya Genetik Lokal Cabai (*Capsicum frutescens* L. dan *Capsicum annum* L.) terhadap Infeksi Virus Daun Keriting Kuning. *Indonesian Journal of Agronomy*. 50(1): 65-72.
- Anggraini, D. 2022. Efikasi Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum capsici* dan Perkembangan Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Skripsi*. Jurusan Agroteknologi FP Universitas Lampung. 37 hlm.

- Ariyanta, I. P. B., Sudiarta, I. P., Widaningsih, D., Sumiartha, I. K., dan Wirya, G. A. S. 2015. Penggunaan *Trichoderma* sp. dan Penyambungan untuk Mengendalikan Penyakit Utama Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) di Desa Bangli, Kecamatan Baturiti, Tabanan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 4(1): 1-15.
- Audia, A. A. 2019. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa*) dan Kerapatan Konidia *Trichoderma* sp. Terhadap Intensitas Penyakit Bulai serta Bobot Kering Brangkasan Jagung. *Skripsi*. Jurusan Agroteknologi FP Universitas Lampung. 39 hlm.
- Ayilara, M. S., Adeleke, B. S., Akinola, S. A., Fayose, C. A., Adeyemi, U. T., Gbadegesin, L. A., Omole, R.K., Johnson, R.M., Uthman, Q.O., and Babalola, O. O. 2023. Biopesticides as a Promising Alternative to Synthetic Pesticides: A Case for Microbial Pesticides, Phytopesticides, and Nanobiopesticides. *Frontiers in Microbiology*. 14: 1-16.
- Azhari, N. F., Muharam, M., dan Rahmi, H. 2021. Pengaruh Pemberian Kombinasi Fermentasi Air Cucian Beras dan Limbah Cair Tahu pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Pelita F1. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 7(3): 18-25.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. *Produksi Tanaman Sayuran 2022*. <https://www.bps.go.id>. diakses pada tanggal 08 September 2023.
- Banya, M., Garg, S., and Meena, N. L. 2020. A Review: Chilli Anthracnose, its Spread and Management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9(4): 1432-1438.
- Bhat, K.A. 2017. A New Agar Plate Assisted Slide Culture Technique to Study *Mycoparasitism* of *Trichoderma* sp. on *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum*. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 6(8): 3176-3180.
- Budi, M. B. S., dan Majid, A. 2019. Potensi Kombinasi *Trichoderma* sp. dan Abu Sekam Padi sebagai Sumber Silika dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays*) terhadap Serangan Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). *UNEJ e-Proceeding*: 732-747.
- Cai, F., Chen, W., Wei, Z., Pang, G., Li, R., Ran, W., and Shen, Q. 2015. Colonization of *Trichoderma harzianum* Strain SQR-T037 on Tomato Roots and its Relationship to Plant Growth, Nutrient Availability and Soil Microflora. *Plant and Soil*. 388: 337-350.
- Charisma, A. M., Rahayu, Y.S., dan Isnawati. 2012. Pengaruh Kombinasi Kompos *Trichoderma* dan *Mikoriza Vesikular Arbuskular* (MVA) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (l.) merill) pada Media Tanam Tanah Kapur. *Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi*. 1(3): 111-116.

- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Alfaro-Cuevas, R., and López-Bucio, J. 2014. *Trichoderma* sp. Improve Growth of Arabidopsis Seedlings Under Salt Stress Through Enhanced Root Development, Osmolite Production, and Na⁺ Elimination Through Root Exudates. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 27(6): 503-514.
- Cornejo, H.A.C., Rodríguez, L., Ek Del-Val, and Larsen, J. 2016. Ecological Functions of *Trichoderma* sp. and Their Secondary Metabolites in the Rhizosphere: Interactions With Plants. *FEMS Microbiology Ecology*. 92(4): 1-17.
- Doo, S. R. P., Meitiniarti, V. I., Kasmiyati, S., dan Kristiani, E. B. E. 2023. *Trichoderma* sp., Si Jamur Multi Fungsi: *Tropical Microbiome*. 1(1): 73-89.
- Faradise, M., Rahman, T., dan Ferdiansyah, A. 2023. Pelatihan dan Pembuatan Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama Penyakit pada Tanaman Pertanian. *Jurnal PKM Abdhinah*. 1(1): 29-36.
- Fardhani, D. M., Safitri, Y., Pradana, R., dan Nugraheni, I. A. 2023. Uji Antagonis *Trichoderma* sp. Terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas' Aisyiyah Yogyakarta*. 1: 491-497.
- Gonzalez-Perez, JL, MC Espino-Gudino, I TorresPacheco, RG Guevara-Gonzalez, G HerreraRuiz, and V Rodríguez-Hernández. 2011. Quantification of Virus Syndrome in Chili Peppers. *African Journal of Biotechnology*. 10(27): 5236–5250.
- Gusnawaty, H.S., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*: 4(2): 88-94.
- Habibah, J., Fitriyanti, D., dan Liestiany, E. 2022. Uji Beberapa Pestisida Nabati Terhadap Kejadian Penyakit Antraknosa pada Cabai Rawit Hiyung di Desa Tajau Landung. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 5(3): 569-576.
- Hajijah, H., Mariana, M., dan Pramudi, M. I. 2022. Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozeb. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 5(2): 455-465.
- Helena, P. 2022. Identifikasi Jamur Mikroskopis Pembusuk Buah-Buahan dalam Bentuk Preparat sebagai Bahan Ajar Mikologi. *Disertasi*. Program Studi Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Jambi. 61 hlm.
- Herkamela, dan Yenny, S.W. 2022. Berbagai Bahan Alam Sebagai Anti Jamur *Malassezia* sp. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*. 121-127.

- Hizbillah, S. T., Ramadhan, R. A. M., dan Firmansyah, E. 2024. Efektivitas *Trichoderma viride* Sebagai PGPR pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*: 6(1): 102-113.
- Irna, A., Hafsan, H., dan Alfian, A. 2023. Introduksi *Trichoderma* sp. pada Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens*). *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*. 17(1): 108-115.
- Iskandar, N.A., Rosnah, Mega, I.A., Riskita, A.F., Rahmah, N., Sary, I.P., Syamsilah, Sulfiana S.M., Nurlina, Fadila, N., dan Anwar. 2022. *Let's go Let's Plants 11 Tanaman*. Jejak Pustaka. Bantul. 132 hlm.
- Ivayani, I., Faishol, F., Prasetyo, J., dan Nurdin, M. 2018. Efektivitas Beberapa Isolat *Trichoderma* sp. terhadap Keterjadian Penyakit Bulai yang Disebabkan Oleh *Peronosclerospora maydis* dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 18(1): 39-45.
- Jayadi, I., Pramadya, I. M. A., dan Sudantha, I. M. 2018. Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Bioaktivator *Trichoderma* Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Pangan, Gizi dan Stunting*. 29-39.
- Jumadi, O., dan Caronge, W. 2021. *Trichoderma dan Pemanfaatan*. Jurusan Biologi Fmipa Unm Kampus Unm Parang tambung. Makassar. 91 hlm.
- Kirana, R. Kusmana, Hasyim, A, dan Sutara R. 2014. Persilangan Cabai Merah Tahan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum acutatum*). *Jurnal Hortikultura*. 24(3): 189-195.
- Kristi, M., Sanjaya, Y., dan Kusnadi, K. 2024. Pengaruh Pemberian Bakteri dan *Trichoderma viride* dari Isolat Usus Larva *Black Soldier Fly* (BSF) terhadap Ketahanan Penyakit Cabai Keriting (*Capsicum annum*). *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*. 12(1): 100-110.
- Kumar, R., Kumari, K., Hembram, K.C., Kandha, L., and Bindhani, B.K. 2019. Expression of an Endo α -1, 3-Glucanase Gene from *Trichoderma harzianum* in Rice Induces Resistance Against Sheath Blight. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 28: 84–90.
- Kurniahu, H., Maulani, R. A., dan Pahlevi, M. R. 2020. Struktur Komunitas Hama Tiga Kultivar Cabai Rawit pada Pengaplikasian Pestisida Nabati. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*. 5(01): 62-70.
- Kurniastuti, T., Puspitorini, P., dan Febrin, R. 2021. Respon Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) terhadap Aplikasi *Trichoderma* sp. pada Beberapa Media Tanam. *Agrika*. 15(2): 79-87.

- Laraswati, R., Kulsum, U., dan Ramdan, E. P. 2021. Efikasi Ekstrak Sirih, Rimpang Lengkuas dan Kunyit terhadap Penekanan Pertumbuhan *Xanthomonas oryzae*. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*. 8(1): 53-65.
- Mahdalena, Z., Refiana, F., dan Rahmah, A. 2021. Analisis Biaya dan Pendapatan Usahatani Cabai Rawit di Desa Belangian Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*. 8(1): 66-73.
- Mariana, M., Liestiany, E., Budi, I. S., Samharinto, S., Pramudi, M. I., dan Fitriyanti, D. 2022. Pelatihan Pembuatan Pupuk dan Pestisida Organik bagi Petani Cabai di Desa Tajau Landung Kabupaten Banjar. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 7(6): 860-867.
- Muliani, Y., Krestini, E. H., dan Anwar, A. 2019. Uji Antagonis Agensia Hayati *Trichoderma* sp. Terhadap *Colletotricum Capsici* Sydow Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L). *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1(1): 41-50.
- Nasrun dan Nurmansyah. 2015. Potensi Rhizobacteria dan Fungisida Nabati untuk Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih Tanaman Karet. *Jurnal TIDP*. 2(2):61-68.
- Nurani, S., Sularno, dan Azwar, E.2022. Efektivitas Ekstrak Buah *Morinda citrifolia* terhadap Pengendalian Kutu Daun *Aphis gossypii* pada Tanaman *Capsicum frutescens* Linn. untuk Panduan Praktikum Fisiologi Tumbuhan. *Journal Of biology education, Science and Technology*. 5(1): 155-161.
- Nurjasmii, R., dan Suryani, S. 2020. Uji Antagonis Actinomycetes Terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. 11(1): 1-12.
- Oktapia, E. 2021. Respon Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap Pemberian Jamur *Trichoderma* sp. *Indobiosains*. 3(1): 17-25.
- Pangesti, A. W. 2017. Efiksi Fraksi Ekstrak Tanaman Jarak Tintir (*Jatropha multifida*) terhadap Penyakit Antraknosa secara IN Vivo pada Tanaman Cabai di Lapang . *Skrripsi*. Jurusan Agroteknologi FP Universitas Lampung. 46 hlm.
- Poveda, J. 2021. Trichoderma as Biocontrol Agent Against Pests: New Uses for a Mycoparasite. *Biological Control*.159. 104634. 1-8.
- Prajawahyudo, T., Asiaka, F. K., dan Ludang, E. 2022. Peranan Keamanan Pestisida di Bidang Pertanian Bagi Petani dan Lingkungan. *Journal Socio Economics Agricultural*. 17(1): 1-9.

- Prasetyo, J. 2022. Studi Pengendalian Penyakit Bulai Jagung dengan Agensia Hayati dan Fungisia Nabati. *Disertasi*. Prodi Ilmu Pertanian FP Universitas Lampung. 102 hlm.
- Pusdatin. 2022. *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 105 hlm.
- Rahim, A., dan Setyawati, E. R. 2022. Pengaruh komposisi media tanam dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L). *Jurnal Pertanian Agros*. 24(2): 392-401.
- Rahman, F., Marsuni, Y., dan Liestiany, E. 2022. Pengaruh Cara Pemberian PGPR terhadap Kejadian Penyakit Antraknosa Pada Cabai di Lahan Basah. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 5(1): 414-419.
- Raja, P. D., Kriswiyanti, E., dan Darsini, N. N. 2015. Indeks Mitosis Ujung Akar Kecambah Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) Setelah Perlakuan Suspensi *Trichoderma* sp. *Jurnal Biologi*. 19(2): 80-83.
- Ridwan, M., dan Prastia, B. 2017. Pemamfaatan Tiga Jenis Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun Penyebab Penyakit Keriting Daun pada Tanaman Cabe Merah. *Jurnal Sains Agro*. 2(1): 1-11.
- Riswan, R. P. 2020. Uji In-Vitro Tujuh Varietas Cabai terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz. and Sacc. Dengan Metode Inokulasi yang Berbeda. *Disertasi*. Prodi Agroteknologi FP Universitas Hasanuddin. 67 hlm.
- Rofi, A. I., dan Pratiwi, A. 2023. Respon Pertumbuhan dan Hasil Ciplukan (*Physalis peruviana* L.) dengan Pemberian Pupuk Petroganik dan POC Sabut Kelapa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 11(2): 948-961.
- Rohayati, I. 2022. Efektivitas Ekstrak Binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). *Thesis*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. 56 hlm.
- Rosid, I. 2018. Identifikasi Hama Kutu Daun *Aphis gossypii* Glover dan Predatornya pada Tanaman Cabai *Capsicum frutescens* L. *Skripsi*. Prodi Agroteknologi FP Universitas Jember. 46 hlm.
- Said, A. 2007. *Khasiat dan manfaat kunyit*. Ganeca Exact. Jakarta. Hlm 58.
- Sanjaya, Y., Dinyati, A., Syahwa, D., Aulia, I. D., Rijal, M. S., Priyanti, Khairiah, A., Riyanti, R., Lathifah, S., dan Des, M. 2021. Studi Eksplorasi Pemanfaatan Jenis-Jenis Tanaman Sebagai Pestisida Nabati Di Perumahan Pondok Arum, Kecamatan Karawaci, Kota Tangerang, Banten. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 1(1): 267-279.

- Santosa, M., Afrillah, M., Junita, D., dan Resdiar, A. 2023. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Terhadap Pemberian POC Limbah Sayur dan Jamur *Trichoderma* sp. *Jurnal Agrotek Lestari*. 9(2): 162-171.
- Sari, A. R. K., Rahmah, F. A., dan Djauhari, S. 2020. Efektivitas Senyawa Non-atsiri dari *Curcuma* sp. Terhadap Penekanan Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*. 31(1): 21-30.
- Shaf, A. M. A., Nugroho, T. T., dan Puspita, F. 2021. Uji Formulasi Biofungisida Granular Berbahan Aktif *Trichoderma virens* Endofit dalam Mengendalikan *Ganoderma boninense* Pat. pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Dinamika Pertanian*. 37(2): 121-130.
- Sudirga, S. K. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur *Colletotrichum* sp. Isolat PCS Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Besar (*Capsicum annum L.*) di Bali. *Jurnal Metamorfosa*. 3(1): 23-30.
- Suminar, S., Mariana, M., dan Salamiah, S. 2022. Uji Lapang Campuran Filtrat Kunyit, Jahe dan Lengkuas untuk Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Cabai Rawit Varietas Hiyung. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 5(3): 534-543.
- Syafitriyani, N., Liestiany, E., dan Fitriyanti, D. 2022. Pengaruh Beberapa Pestisida Nabati dalam Menekan Kejadian Penyakit Antraknosa pada Cabai Rawit Hiyung di Desa Tajau Landung. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 5(3): 562-568.
- Syahputri, L. A. 2022. Isolasi dan Uji Patogenitas Jamur Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 5: 480-489.
- Taufika, Ramadhan, Siti S., dan Setyo A.N. 2019. Efek Subletal Campuran Ekstrak Daun Srikaya (*Annona squamosal L.*) dan Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap Larva *Spodoptera litura* F. *Agromix*. 11(1): 66-78.
- Tayala, Y., Rumahlewang, W., dan Talahaturuson, A. 2021. Uji efektifitas *Trichoderma harzianum* terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum musae*) pada Buah Pisang Ambon. *AGROLOGIA*. 10(2): 80-87.
- Tigahari, J., Sumayku, B., dan Polii, M. 2021. Penggunaan Pupuk Kompos Aktif *Trichoderma* sp. dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). In *Cocos*. 3(1): 1-12.

- Tricahyati, T., Suparman, S., dan Irsan, C. 2021. Insidensi dan Intensitas Serangan Virus dan Kaitannya dengan Produksi Cabai Merah Keriting yang Diaplikasi Berbagai Warna Mulsa. *Agrikultura*. 32(3): 248-256.
- Trizelia, T., Sulyanti, E., dan Saputra, R. 2021. Kemampuan Kolonisasi Cendawan Endofit *Trichoderma* sp dan *Beauveria bassiana* pada Tanaman Cabai dan Pengaruhnya terhadap Populasi Kutu Daun *Myzus Persicae*. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UPN "Veteran Yogyakarta*. 188-198.
- Vinale, F., Nigro, M., Sivasithamparam, K., Flematti, G., Ghisalberti, E., Ruocco, M., Varlese, R., Marra, R., Lanzuise, S., Eid, A., Woo, S.L., and Lorito, M., 2013. Harzianic Acid: A Novel Siderophore from *Trichoderma harzianum*. *FEMS Microbiology Letters*. 347(2): 123-129.
- Wibowo, L., Laras, W. B., Pramono, S., dan Fitriana, Y. 2022. Pengaruh Aplikasi Pestisida Nabati Ekstrak Rimpang Kunyit, Jahe dan Daun Sirih terhadap Mortalitas Kutu Daun *Aphis* sp. pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(1): 19-25.
- Winarni, A., Pramudi, M. I., dan Liestiany, E. 2024. Efektivitas Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam gaertn.*) Untuk Pengendalian Hama Utama Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* Linn.). *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 7(2): 874-880.
- Ziaulhaq, W., dan Amalia, D. R. 2022. Pelaksanaan Budidaya Cabai Rawit sebagai Kebutuhan Pangan Masyarakat. *Indonesian Journal of Agriculture and Environmental Analytics*. 1(1): 27-36.
- Zin, N.A., and Noor, A. B. 2020. Biological Functions of *Trichoderma* sp. For Agriculture Applications. *Annals of Agricultural Sciences*. 65(2): 168-178.