

**PENGARUH PUPUK HAYATI MIKORIZA PADA KETAHANAN
TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) TERHADAP INFEKSI
Colletotrichum acutatum J.H. Simmonds.**

SKRIPSI

Oleh

**BRIGITA DELICYA DWIFENA
2017021015**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH PUPUK HAYATI MIKORIZA PADA KETAHANAN TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) TERHADAP INFEKSI *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.

Oleh

BRIGITA DELICYA DWIFENA

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk salah satu komoditas hortikultura yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai adalah gangguan penyakit. Penyakit tersebut adalah antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. Upaya pengendalian yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan teknik penanaman menggunakan pupuk hayati mikoriza yang merupakan simbiosis mutualistik antara jamur dengan akar tanaman yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen dengan jenis mikoriza yaitu endomikoriza jenis *Glomus* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati mikoriza pada ketahanan tanaman cabai merah terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. serta mengetahui dosis pupuk hayati mikoriza yang optimum dalam menekan infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada tanaman cabai merah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2024 di Laboratorium Botani, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan 7 dosis pupuk hayati mikoriza yaitu 0 g, 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g dengan masing-masing 4 kali ulangan. Parameter yang diamati yaitu gejala penyakit, masa inkubasi jamur, kejadian penyakit, keparahan penyakit dan kategori ketahanan tanaman. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif dan didukung dengan foto. Data kuantitatif berasal dari setiap variabel lalu dianalisis menggunakan (ANOVA) dan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman cabai merah yang diinfeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. serta dosis pupuk hayati mikoriza 30 gram paling baik dalam menekan infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada tanaman cabai merah.

Kata Kunci: Antraknosa, *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds., cabai merah, ketahanan tanaman, pupuk hayati mikoriza, kejadian penyakit, keparahan penyakit.

**PENGARUH PUPUK HAYATI MIKORIZA PADA KETAHANAN
TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) TERHADAP INFEKSI
Colletotrichum acutatum J.H. Simmonds.**

**Oleh
BRIGITA DELICYA DWIFENA**

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGARUH PUPUK HAYATI MIKORIZA
PADA KETAHANAN TANAMAN CABAI
MERAH (*Capsicum annum* L.) TERHADAP
INFEKSI *Colletotrichum acutatum* J.H.
Simmonds.**

Nama Mahasiswa : **Brigita Delicya Dwifena**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2017021015

Program Studi : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

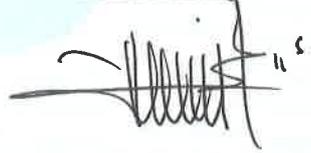
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1



Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.
NIP.196111251990032001

Pembimbing 2



Dra. Yulianty, M.Si.
NIP. 196507131991032002

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

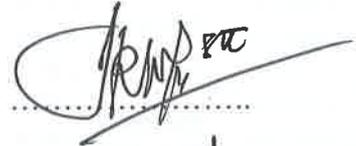


Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP. 198301312008121001

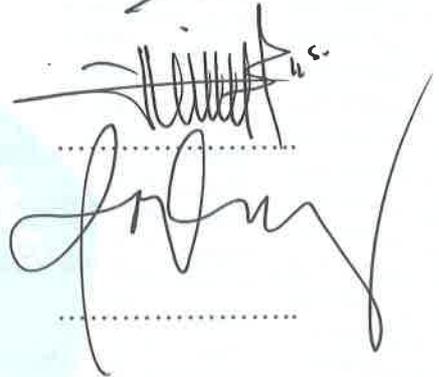
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.**



Sekretaris : **Dra. Yulianty, M.Si.**



Anggota : **Rochmah Agustrina, Ph.D.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 9 Agustus 2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Brigita Delicya Dwifena

NPM : 2017021015

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sungguh-sungguhnya bahwa skripsi saya berjudul:

“Pengaruh Pupuk Hayati Mikoriza Pada Ketahanan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.”

adalah benar karya saya sendiri, baik gagasan, metode, hasil, dan analisisnya. Selanjutnya saya juga tidak berkeberatan jika sebagian atau seluruh data di dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya disebutkan.

Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik serta bersedia menerima tuntutan hukum.

Bandarlampung,

Yang menyatakan



Brigita Delicya Dwifena

NPM. 2017021015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 17 Juni 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Yohanes Sugiman dan Ibu Anna Chatarina Minah. Penulis bertempat tinggal di Jalan Ratu Dibalau Gg. Damai No. 40 Tanjung Senang, Bandar Lampung.

Penulis memulai pendidikan taman kanak kanak di TK Sejahtera 4 Sidodadi, Kedaton pada tahun 2006 hingga tahun 2008. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SD Xaverius 3 Way Halim, Bandar Lampung pada tahun 2008 sampai tahun 2014. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Xaverius 4 Way Halim, Bandar Lampung pada tahun 2014 dan menyelesaikannya pada tahun 2017. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMA Fransiskus Bandar Lampung pada tahun 2017 sampai tahun 2020.

Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematikda dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Zoologi Invertebrata di Jurusan Biologi FMIPA. Penulis juga aktif di Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) dan menjadi anggota Biro Dana dan Usaha (Danus) pada periode 2020-2021 kemudia penulis menjadi Bendahara Biro Dana dan Usaha (Danus) di Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) pada periode 2021-2022. Penulis juga menjadi Pengurus Bidang Hubungan Masyarakat sebagai Koordinator Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahun Alam di UKM Katolik Universitas Lampung pada periode 2021-2022.

Pada bulan Januari hingga Februari 2022, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah-BRIN yang terletak di Kebun Raya Bogor, Bogor, Jawa Barat dengan judul "Inventarisasi

Tanaman Berbuah Koleksi Kebun Raya Bogor – BRIN”. Selanjutnya, pada bulan Juni-Agustus 2023 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bina Karya Putra 2, Kecamatan Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Januari hingga April 2024 penulis melakukan penelitian tugas akhirnya tentang ”Pengaruh Pupuk Hayati Mikoriza Pada Ketahanan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Infeksi *Colletotrichum acutataum* J.H. Simmonds.” di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung sebagai syarat kelulusan dengan menyusun dan menyelesaikan skripsi yang sedang berada di tangan pembaca saat ini.

PERSEMBAHAN

In the Name Of Jesus Christ

Dengan mengucap Puji dan Syukur, kupersembahkan Karya ini sebagai cinta kasih, tanda bakti, dan terima kasihku kepada:

Bapak dan Mama

Yang telah mendidik dan membesarkan ku dengan penuh cinta dan kasih sayang serta memberikan semangat, motivasi serta doa yang selalu mereka berikan.

Kakak dan segenap keluarga besarku

Atas semua kasih sayang dan doa yang selalu mereka berikan

Rasa Hormatku kepada:

Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.

Ibu Dra. Yulianty, M.Si.

Ibu Rochmah Agustrina Ph.D.

Atas segala ilmu, motivasi, pesan dan doa serta pengorbanan waktu dan kesabaran dalam membimbing untuk menjadi yang lebih baik

Para sahabat seperjuangan

Atas kebersamaan, dukungan, nasihat kepadaku

Serta

Almamaterku tercinta

MOTTO

In the Name Of Jesus Christ

“Pencobaan-pencobaan yang kamu alami ialah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu Ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu.”

(1 Korintus 10:13)

“Tetapi kamu ini, kuatkanlah hatimu, jangan lemah semangatmu, karena ada upah bagi usahamu!”

(2 Tawarikh 15:7)

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak ada akan hilang”

(Amsal 23:18)

Memulai dengan penuh keyakinan
Menjalankan dengan penuh keikhlasan
Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan
(Penulis)

SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pupuk Hayati Mikoriza Pada Ketahanan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.”**.

Penyusunan skripsi ini merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis sangat banyak menerima bantuan, petunjuk, motivasi, saran dari berbagai pihak yang berperan dalam mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu, motivasi, membimbing dengan penuh sabar dan telaten dari awal perjalanan skripsi ini hingga akhir.
2. Ibu Dra. Yulianty, M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan banyak sekali arahan, kritik, saran dalam membagikan ilmu selama proses penulisan hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Rochmah Agustrina, Ph. D., selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu, saran, masukan serta nasihat dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Elly Lestari Rustiati, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan dukungan selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung.
6. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi, FMIPA, Universitas Lampung.
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani D.E.A.IPMSelaku Rektor Universitas Lampung Periode 2023-2027.

8. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematikda dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
9. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
10. Juruslamat tersayang, Tuhan Yesus Kristus yang selalu ada disetiap langkah penulis dalam menyelesaikan perjalanan ini. Terima kasih karena selalu memberikan harapan dan muzijat diwaktu yang tepat ditengah keputusasaan penulis. Terima kasih karena sudah menggendong seorang Brigita saat ia tidak mampu untuk melangkah maju dan menjadi sumber kekuatan ditengah ketidakpastian. Terima kasih sudah menjadi rumah bagi penulis untuk meneteskan air mata sukacita.
11. Cinta pertama penulis, Bapak Yohanes Sugiman dan Ibu Anna Chatarina Minah yang senantiasa memberikan semangat, pelukan, doa, dan kasih sayang kepada penulis. Sosok orang tua yang berhasil membuat penulis bangkit dari kata menyerah.
12. Kakak tercinta, Sirilus Christianovandri Benedict yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
13. Alda, Berti dan Zulla, teman seperjuangan yang telah menemani dalam suka dan duka serta membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Sahabat terbaikku, Dito Dwi Kurnia, Efrita Irene Gea dan Thymoti Putra Fajar Nugraha yang telah menemani, memberikan doa, dukungan, semangat kepada penulis dalam menyelesaikan perjalanan skripsi ini. Terima kasih untuk kebersamaan kita dan tetap semangat dalam berproses. Jangan pernah lelah untuk selalu menemani dalam kondisi apapun.
15. Seluruh teman-teman Jurusan Biologi Angkatan 2020.
16. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Brigita Delicya Dwifena. Terima kasih sudah bertahan atas segala perjuangan, air mata, dan ketidakpastian di perjalanan panjang ini. Terima kasih karena telah menemukan kekuatan dalam ketidakpastian dan kegagalan. Terima kasih sudah melibatkan Tuhan Yesus Kristus dalam setiap perjalananmu dan mengizinkan Yesus untuk menjadi batu sandaranmu. Berbanggalah kepada diri sendiri karena

17. telah menjadi pahlawan dalam cerita hidupmu sendiri. Apapun kurang dan lebihmu, mari merayakan diri sendiri.

Bandar Lampung, 10 Agustus 2024

Brigita Delicya Dwifena

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR LAMPIRAN	3
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Kerangka Pemikiran.....	5
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Cabai merah	7
2.1.1 Morfologi Tanaman Cabai Merah.....	8
2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Cabai.....	10
2.2 Pupuk Hayati Mikoriza	12
2.2.1 Pengertian Mikoriza	12

2.2.2	Jenis-Jenis Mikoriza.....	14
2.2.3	<i>Glomus</i> sp.....	15
2.3	Penyakit Antraknosa	16
2.4	Ketahanan Terimbas	20
2.5	Mekanisme Pengimbasan Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit.....	21
III. METODE PENELITIAN		23
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2	Alat dan Bahan.....	23
3.3	Rancangan Percobaan	24
3.4	Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan	24
3.4.2	Pengecambahan Benih dan Penyemaian Kecambah Cabai	25
3.4.3	Penanaman Bibit Cabai Merah pada Mikoriza	25
3.4.4	Pembuatan Media PDA dan Peremajaan Jamur <i>Colletotrichum</i>	26
3.4.5	Inokulasi <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds.....	26
3.5	Pengamatan Variabel	27
3.5.1	Gejala Penyakit	27
3.5.2	Perkembangan Penyakit.....	27
3.5.3	Kriteria Ketahanan Tanaman	29
3.6	Analisis Data	29
3.7	Diagram Alir Penelitian	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil	31
4.1.1	Gejala Antraknosa.....	31
4.1.2	Masa Inkubasi	33
4.1.3	Kejadian Penyakit	35
4.1.4	Keparahan Penyakit	36
4.1.5	Kriteria Ketahanan Tanaman	37
4.2	Pembahasan.....	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kategori Keparahan Penyakit pada Daun	28
2. Kriteria Ketahanan Terhadap Penyakit	29
3. Gejala Penyakit Antraknosa	31
4. Rerata Masa Inkubasi Jamur <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds.	34
5. Rerata Kejadian Penyakit.....	35
6. Rerata Keparahan Penyakit.....	36
7. Kriteria Ketahanan Penyakit.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi <i>Capsicum annuum</i> L.	10
2. Gejala Penyakit Antraknosa Pada Buah dan Daun Tanaman Cabai.....	17
3. Variasi Warna Koloni <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds. Penyebab Antraknosa Tampak Atas/Bawah	19
4. Morfologi Konidia <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds Secara Mikroskopis Pada Skala 10µm	19
5. Tata Letak Satuan Percobaan	24
6. Bagan Alir Penelitian	30
7. Gejala Penyakit Antraknosa	33
8. Pupuk Hayati Mikoriza	56
9. Persiapan Media Tanam	56
10. Pengecambahan Bibit Cabai Merah	57
11. Penanaman Bibit Cabai Merah Pada Baki Semai	57
12. Penanaman Bibit Cabai Merah Pada Media Tanam dengan Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza	57
13. Pembuatan Media PDA	58
14. Peremajaan Jamur <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds.	58
15. Pembuatan Suspensi Jamur <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds.	58
16. Inokulasi Jamur <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds. ke Tanaman Cabai Merah	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Hasil analisis ragam masa inkubasi jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada tanaman cabai merah dengan pemberian pupuk hayati mikoriza 55
2. Hasil analisis ragam kejadian penyakit pada tanaman cabai merah yang dipupuk dengan pupuk hayati mikoriza terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. 55
3. Hasil analisis ragam keparahan penyakit pada tanaman cabai merah yang dipupuk dengan pupuk hayati mikoriza terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. 55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Cabai (*Capsicum annuum* L.) termasuk salah satu komoditas hortikultura yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia (Adriani dkk., 2019). Cabai memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi dan potensi ekspor yang besar. Meskipun begitu, pada saat-saat tertentu ketersediaan cabai di pasar tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumen. Konsumsi cabai perkapita diperkirakan sebesar 5,35 kg dan tingkat konsumsi cabai nasional mencapai 1,4 juta ton pada tahun 2020. Konsumsi cabai dalam 3 tahun ke depan diproyeksikan akan mengalami kenaikan (Astrid dan Astuti, 2019).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2020) produksi total cabai di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 1.214.419 ton. Produksi cabai di Provinsi Lampung dari tahun 2015 sampai 2019 berfluktuasi. Puncak produksi terjadi di tahun 2017 dengan nilai sebesar 50.203 ton, penurunan terjadi di tahun 2018 dan 2019 dengan nilai produksi sebesar 45.380 ton dan 40.101 ton. Penyakit yang paling dominan menyebabkan rendahnya produksi cabai di Indonesia adalah antraknosa. Antraknosa disebabkan oleh infeksi jamur *Colletotrichum* sp. yang menyebabkan *dieback* atau mati pucuk pada tanaman dewasa kemudian diikuti infeksi pada buah dan daun pada akhirnya menurunkan produktivitas tanaman cabai (Prasetyo, 2017).

Penyakit antraknosa merupakan penyakit yang paling sering ditemukan dan hampir selalu terjadi di setiap areal tanaman cabai yang didukung dengan kondisi lingkungan yang lembab serta suhu yang relatif lebih tinggi (Prihatiningsih dkk., 2020). Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2016), antraknosa menurunkan produksi cabai hingga 90 % terutama jika terjadi pada musim hujan dan 2-35 % pada musim kemarau.

Gejala infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada daun berupa bercak coklat kehitaman, di bagian tengah berwarna putih dan pada gejala lebih lanjut daun berwarna kuning kecoklatan. Daun yang terserang penyakit ini mula-mula adalah daun tua kemudian menyerang daun muda yang terletak pada pucuk batang atau tangkai bagian atas. Infeksi patogen dapat terjadi sejak fase vegetatif sampai memasuki masa tanam, sehingga dapat menurunkan produksi baik secara kualitas dan kuantitas (Pamekas dkk., 2022). Pada bercak lama kelamaan dapat berlubang dan apabila intensitas bercaknya lebih banyak maka daun akan cepat menguning dan gugur bahkan daun dapat gugur tanpa mengalami klorosis (Inaya dkk., 2022).

Serangan jamur *Colletotrichum* diawali dengan jatuh dan melekatnya konidia pada jaringan inang. Pada kondisi yang sesuai konidia berkecambah membentuk tabung infeksi yang digunakan jamur untuk menembus jaringan inang. Pertumbuhan tabung infeksi diduga merusak permeabilitas membran sel, menyebabkan peningkatan atau penghambatan kerja enzim pada jaringan inang. Inang yang tahan menghasilkan senyawa yang bersifat toksik bagi jamur, sehingga pertumbuhan jamur baik pembentukan konidia, perkecambahan, dan pertumbuhannya dapat dihambat (Sari dkk., 2013).

Pengendalian penyakit antraknosa saat ini adalah dengan fungisida sintetik, karena petani menganggap cara ini yang paling mudah dan efektif (Alamsyah dan Ali, 2019). Penggunaan fungisida sintetik dapat berdampak buruk bagi lingkungan (Putro dkk., 2014). Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengendalian yang aman dan ramah lingkungan. Salah satunya dengan

menggunakan pupuk hayati mikoriza berupa fungi mikoriza arbuskula (FMA). FMA menjadikan asosiasi simbiosis mutualistik antara tumbuhan dengan jamur yang mengkolonisasi jaringan korteks akar selama periode pertumbuhan tanaman (Basri, 2018). Hubungan simbiotik antara jamur dan akar tanaman memberikan keuntungan kepada keduanya, jamur memperoleh karbohidrat dan energi dari tanaman sedangkan tanaman mendapatkan beberapa manfaat melalui peningkatan serapan hara khususnya Fosfor (P), perbaikan status air, perlindungan tanaman terhadap cekaman kekeringan, cekaman logam berat, cekaman salinitas, cekaman patogen penyebab penyakit, perbaikan struktur, dan agregat tanah (Akib dkk., 2020). FMA termasuk endomikoriza mempunyai beberapa sifat, antara lain akar yang kena infeksi tidak membesar, lapisan hifa pada permukaan akar tipis, hifa masuk ke individu sel jaringan korteks, adanya bentukan khusus berbentuk oval yang disebut *vasiculae* (vesikel) dan sistem percabangan hifa yang *dichotomous* disebut *arbuscules* (arbuskula) (Soenartiningsih, 2013).

Hasil penelitian Imron dkk. (2015) mikoriza mampu menekan laju infeksi penyakit daun keriting kuning cabai yang disebabkan oleh begomovirus, sehingga dapat menunda kemunculan gejala penyakit. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Alif dkk. (2021) bahwa aplikasi 20 gram jamur mikoriza per 10 kg tanah efektif menekan insidensi penyakit busuk pangkal batang dan meningkatkan pertumbuhan tanaman lada. Dosis mikoriza 15 g/tanaman pada saat biji ditanam dan dosis 15g/tanaman pada saat bibit dipindahtanamkan merupakan dosis yang paling efektif untuk memperpanjang masa inkubasi penyakit layu fusarium pada tanaman melon (Farhati dkk., 2017). Penggunaan mikoriza 10 gram efektif menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada (Halim dkk., 2016). Menurut Alif dkk. (2021), tanaman bermikoriza mengalami kerusakan lebih sedikit daripada tanaman tidak bermikoriza dan menunjukkan intensitas penyakit yang rendah.

Jenis mikoriza yang digunakan yaitu endomikoriza dengan jenis *Glomus* sp. yang mempunyai kemampuan adaptasi dan toleransi yang lebih luas terhadap

kondisi lingkungan serta kemampuan mikoriza jenis *Glomus* sp. yang keberadaan dalam tanah tidak begitu dalam dikarenakan jika terlalu dalam dapat mempengaruhi jumlah spora yang berkolonisasi dengan akar tanaman. Semakin bertambah kedalaman maka jumlah spora yang bersimbiosis semakin sedikit (Margarettha dkk., 2017).

Pemanfaatan mikoriza dapat meningkatkan daya tumbuh tanaman, membantu penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman serta meningkatkan ketahanan tanaman dari infeksi patogen (Alif dkk., 2021). Ketahanan tanaman terhadap patogen dapat terjadi akibat infeksi mikoriza yang disebabkan karena adanya bahan yang dihasilkan oleh sel korteks sebagai antibiotik berupa fenol, kuinon dan berbagai fitoaleksin yang dapat menghambat patogen. Simbiosis yang terjadi pada mikoriza dan tanaman akan membantu pembentukan fenol yang menyebabkan tanaman akan tahan terhadap patogen (Soenartiningih, 2013).

Tanaman yang memiliki kemampuan berproduksi tinggi tetapi rentan terhadap penyakit seperti *C. acutatum* J.H. Simmonds tidak dapat berproduksi secara optimal (Ishak dan Daryono, 2020). Pengujian ketahanan terhadap penyakit diamati berdasarkan kejadian atau insiden penyakitnya. Semakin besar kejadian atau insiden penyakit maka semakin rentan varietas tersebut terhadap penyakit, sebaliknya semakin kecil kejadian penyakit maka semakin tahan varietas tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ketahanan tanaman cabai merah yang ditanam pada pupuk hayati mikoriza terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmond. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai penggunaan pupuk hayati mikoriza yang efektif bagi ketahanan tanaman cabai merah yang diinfeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds sehingga mampu menjadi solusi dalam meningkatkan budidaya cabai merah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. mengetahui pengaruh pupuk hayati mikoriza pada ketahanan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.
2. mengetahui dosis pupuk hayati mikoriza yang optimum dalam menekan infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.)

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit yang menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman cabai merah antara lain infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. Penularan penyakit ini sangat cepat bahkan dapat merata pada seluruh lahan cabai sehingga menurunkan produksi cabai. *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. sering menyerang tanaman cabai pada masa vegetatif sampai menjelang panen. Infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. menunjukkan gejala awal serangan dengan adanya bintik-bintik kecil berwarna kehitam-hitaman dan sedikit melekok (sunken) pada daun, ranting dan cabang. Pada batang cabai aservulus jamur terlihat membentuk tonjolan. Buah yang terinfeksi mengerut, membusuk kemudian rontok/gugur. Bercak berbentuk bundar cekung dengan berbagai ukuran dan berkembang pada buah muda. Pada serangan parah, bercak akan bersatu dan merata hampir di seluruh permukaan kulit buah.

Upaya pengendalian penyakit antraknosa sampai saat ini masih mengandalkan pestisida kimia sintetik yang digunakan secara intensif di tingkat petani dalam jumlah yang berlebih. Pemakaian pestisida yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia dan menyebabkan pembengkakan biaya produksi. Salah satu solusi untuk mengendalikan penyakit antraknosa adalah dengan menggunakan pupuk hayati mikoriza. Pupuk hayati mikoriza berpotensi besar sebagai pupuk hayati karena dapat

melindungi tanaman inang dari patogen akar melalui hifa eksternalnya, meningkatkan serapan air dan unsur hara, serta meningkatkan ketahanan tanaman. Mikoriza jenis *Glomus* sp. merupakan salah satu marga jamur endomikoriza yang tergolong dalam kelompok FMA dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen.

Ketahanan suatu tanaman dapat terjadi bila tanaman memiliki kemampuan untuk membuat struktur atau senyawa spesifik seperti, lapisan kutikula yang tebal, senyawa yang bersifat racun dan mampu membunuh mikroorganisme patogen. Pengujian ketahanan tanaman terhadap penyakit dapat diamati melalui parameter kejadian dan keparahan penyakitnya. Semakin besar kejadian atau keparahan penyakit pada suatu tanaman pada penyakit tertentu maka semakin rentan tanaman tersebut terhadap suatu penyakit.

Berdasarkan kerangka pikir tersebut, maka dilakukan kajian mengenai pengaruh pupuk hayati mikoriza pada ketahanan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. pupuk hayati mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.
2. terdapat dosis pupuk hayati mikoriza yang optimum yang dapat menekan infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai merah

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan kelompok tanaman hortikultura yang termasuk ke dalam suku Solanaceae. Cabai merah diketahui memiliki nilai ekonomi serta nutrisi yang tinggi. Kandungan gizi yang terdapat pada tanaman cabai merah seperti protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vit (A dan C), lipid, serat, garam mineral dan senyawa alkaloid seperti kapsaisin, flavonoid dan minyak esensial sehingga sering digunakan untuk ramuan obat, konsumsi rumah tangga ataupun industri pangan (Sari dkk., 2012; Andani dkk., 2020). Cabai merah sangat populer di Indonesia karena memiliki rasa yang pedas juga mempunyai kandungan gizi yang baik. Dalam 100 g buah cabai terkandung 90,9 % kadar air, 31 kalori, 1 g protein, 0,3 g lemak, 7,3 g karbohidrat, 29 mg kalsium, 24 mg fosfor, 47 mg vit A dan 18 mg vit C (Sutrisni, 2016).

Tanaman cabai berasal dari dataran Amerika, tepatnya di Amerika Tengah hingga Amerika Selatan. Cabai dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu cabai besar atau cabai merah (*Capsicum anunum* L.) dan cabai kecil atau rawit (*Capsicum frutescens*). Tanaman cabai merupakan sayuran buah. Buah yang sudah masak dan buah hijau dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, selain itu dimanfaatkan pula sebagai campuran obat. Tanaman cabai dapat tumbuh dengan baik dari dataran rendah sampai dataran tinggi dengan kemasaman tanah 5,5 – 6,5. Hampir semua jenis tanah cocok ditanami cabai, baik pada lahan laut sawah, tegalan, pinggir laut sampai pegunungan (Vebriansyah, 2018).

2.1.1 Morfologi Tanaman Cabai Merah

Tanaman cabai merah memiliki bagian-bagian utama meliputi akar, batang, daun, bunga dan buah. Cabai merah mempunyai akar tunggang yang terdiri dari akar utama (primer) yang rata-rata memiliki panjang antara 35 cm-50 cm dan akar lateral (sekunder) yang memiliki panjang akar sekitar 35 cm-45 cm (Pratama dkk., 2017). Akar cabai berwarna coklat, pada akar utama tumbuh akar-akar cabang yang tumbuh ke arah horizontal di dalam tanah. Dari akar lateral atau akar sekunder tumbuh akar serabut yang memiliki bentuk kecil-kecil dan tersusun rapat. Akar memiliki fungsi sebagai penyerap air dan zat hara dari dalam tanah dan juga untuk menguatkan berdirinya batang tanaman (Harpenas dan Dermawan, 2010).

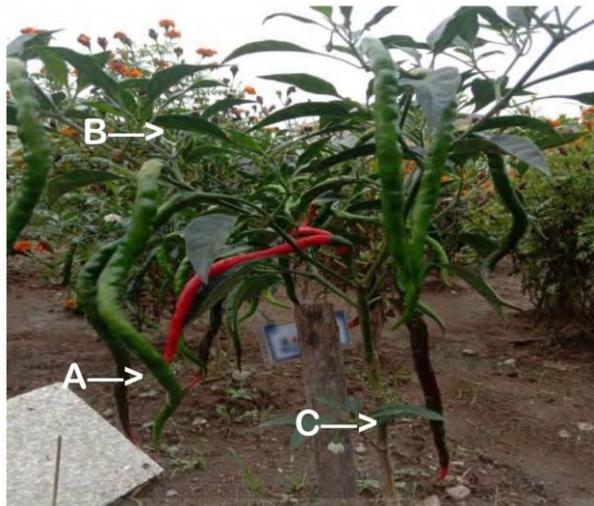
Tanaman cabai dapat tumbuh mencapai 50-150 cm, sehingga masuk ke dalam golongan tanaman perdu dengan batang tidak berkayu. Pertumbuhan batang tanaman cabai akan mencapai batas tertentu, kemudian membentuk banyak percabangan. Batang cabai besar dapat mencapai 2 m bahkan lebih. Warna yang dimiliki oleh batang tanaman cabai adalah hijau, hijau tua atau hijau muda dan beruas-ruas yang dibatasi oleh buku-buku yang memiliki panjang setiap ruasnya 5-10 cm. Pada batang yang telah tua (terutama pangkal batang) akan muncul warna coklat seperti kayu. Hal ini merupakan kayu semu yang merupakan penguatan jaringan parenkim. Batang tanaman cabai memiliki percabangan berwarna hijau panjangnya 5-7 cm, dengan diameter percabangan mencapai 0,5-1 cm. Percabangan tersebut memiliki sifat dikotomi (menggarpu), dimana tumbuhnya cabang beraturan secara berkesinambungan (Lagiman dan Supriyanta, 2021).

Daun tanaman cabai bervariasi menurut spesies dan varietasnya. Daun cabai berbentuk oval, lonjong, bahkan ada yang lanset dengan tulang daun menyirip yang dilengkapi dengan urat daun, tepi daun rata, pangkal daun meruncing dan termasuk daun tunggal. Warna permukaan daun bagian

atas biasanya hijau muda, hijau, hijau tua, bahkan hijau kebiruan. Permukaan daun pada bagian bawah umumnya berwarna hijau muda, hijau pucat atau hijau. Permukaan daun cabai ada yang halus adapula yang berkerut. Ukuran panjang daun cabai antara 3–11 cm, dengan lebar daun antara 1–5 cm (Lagiman dan Supriyanta, 2021).

Bunga tanaman cabai merupakan bunga sempurna artinya dalam satu tanaman terdapat bunga betina dan bunga jantan. Bunga tanaman cabai memiliki bentuk seperti bintang dan tumbuh pada ketiak daun yang bersifat tunggal atau bergerombol dalam satu tandan yang biasanya terdapat 2-3 bunga (Lagiman dan Supriyanta, 2021). Bunga cabai merah terdiri dari daun kelopak, helai mahkota, bakal buah, kepala putik, tangkai putik dan benang sari yang memiliki bentuk terompet (Khoirunnisa, 2018). Bunga cabai memiliki kuping 5-6 helai dengan panjang 1-1,5 cm, lebar 0,5 cm serta berwarna putih dan kepala putik yang berwarna kuning (Alif, 2017).

Buah cabai merupakan bagian tanaman cabai yang paling banyak dikenal dan memiliki banyak variasi. Bentuk buah dikelompokkan menjadi 5 kelompok yaitu *elongate* (memanjang), *almost round* (bulat), *triangular* (segitiga), *campanulate* (kotak meruncing) dan *blocky* (kotak). Selain cabai memiliki bentuk bervariasi, warna buah cabai juga bervariasi. Pada saat muda, buah cabai biasanya berwarna hijau tua, hijau, putih atau putih kekuningkuningan. Saat buah telah tua, warna buah berubah menjadi merah, merah tua, hijau kemerahan-merahan, bahkan merah gelap mendekati ungu. Cabai besar memiliki permukaan buah rata atau licin, diameter buah tebal, daging buah tebal. Biji cabai berbentuk pipih dengan warna putih krem atau putih kekuningan. Diameter biji antara 1–3 mm dengan ketebalan 0,2–1 mm. Bentuk biji tidak beraturan agak menyerupai bentuk oktagon (Lagiman dan Supriyanta, 2021).



Gambar 1. Morfologi *Capsicum annuum* L. (A). buah; (B). daun; dan (C). batang (Depi, 2022).

Klasifikasi tanaman cabai merah menurut sistim klasifikasi Cronquist (1981) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Solanales
Suku	: Solanaceae
Marga	: <i>Capsicum</i>
Jenis	: <i>Capsicum annuum</i> L.

2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Cabai

Syarat tumbuh merupakan kondisi optimal yang dibutuhkan tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang dan memberikan hasil dengan baik. Secara umum syarat tumbuh meliputi 3 (tiga) faktor yang diperinci menjadi 2 (dua) faktor alamiah dan 1 (satu) faktor lainnya bersifat sosial. Faktor alamiah antara lain iklim, tanah, kondisi lingkungan sekitar; sedangkan faktor sosial berupa kondisi sosial ekonomi (Lagiman dan Supriyanta, 2021).

Cabai merupakan tanaman yang memiliki daya adaptasi yang luas, sehingga dapat ditanam di lahan sawah, tegalan, dataran rendah, maupun dataran tinggi (sampai ketinggian 1.300 m dpl). Tanaman cabai umumnya tumbuh optimum di dataran rendah hingga menengah pada ketinggian 0-800 m dpl dengan suhu berkisar 20-25°C. Pada dataran tinggi (di atas 1.300 m dpl), tanaman cabai dapat tumbuh, tetapi pertumbuhannya lambat dan produktivitasnya rendah (Amri, 2017).

Tanah yang ideal bagi pertumbuhan cabai adalah tanah yang memiliki sifat fisik gembur, remah, dan memiliki drainase yang baik. Jenis tanah yang memiliki karakteristik tersebut yaitu tanah andosol, regosol, dan latosol. Derajat keasaman 8 (pH) tanah yang ideal bagi pertumbuhan cabai berkisar antara 5,5 - 6. Pertumbuhan cabai pada tanah yang memiliki pH kurang dari 5,5 kurang optimum. Hal tersebut dikarenakan, tanah masam memiliki kecenderungan menimbulkan keracunan unsur aluminium, zat besi, dan mangan (Harpenas dan Dermawan, 2010).

Curah hujan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman cabai berkisar antara 600 mm/tahun sampai 1.2500 mm/tahun. Curah hujan yang terlalu tinggi menyebabkan kelembapan udara meningkat. Kelembapan udara yang meningkat menyebabkan tanaman gampang terserang penyakit. Selain itu, pukulan air hujan bisa menyebabkan bunga dan bakal buah berguguran yang berakibat pada penurunan produksi (Pratama dkk., 2017).

Faktor lingkungan dapat dikatakan sebagai penentu terjadinya penyakit adalah iklim dan cuaca dimana lingkungan penelitian sesuai dengan kondisi optimum bagi perkembangan penyakit. Faktor lingkungan termasuk suhu udara dan tanah, kelembapan, infeksi penyakit sangat memengaruhi upaya ketahanan dan dapat menjelaskan banyaknya perbedaan yang didapat antar lokasi (Sari dkk., 2021).

2.2 Pupuk Hayati Mikoriza

Pupuk merupakan salah satu sarana produksi pertanian yang penting dalam meningkatkan produksi tanaman. Penggunaan pupuk harus diusahakan agar efektif dan efisien, sehingga dapat diperoleh produksi yang maksimal serta meningkatkan pendapatan petani dan tidak mencemari lingkungan. Pupuk hayati memberikan alternatif yang tepat untuk memperbaiki, meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan menaikkan hasil maupun kualitas berbagai tanaman dengan signifikan (Firmansyah dan Kurnia, 2020).

Pupuk hayati mikoriza merupakan salah satu produk pupuk alternatif yang berperan dalam peningkatan penyediaan hara dan penyerapan nutrisi, keunggulan lainnya seperti meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, membantu penyerapan air yang tidak dapat dijangkau oleh akar (Firmansyah dan Kurnia, 2020). Pupuk hayati mikoriza mengandung jamur yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman, sehingga dapat berperan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen serta meningkatkan laju pertumbuhan (Karyanto dkk., 2022).

2.2.1 Pengertian Mikoriza

Mikoriza istilah yang berasal dari bahasa Latin yakni *myces* (fungi) dan *rhyza* (akar). Mikoriza ialah simbiosis antara jamur dan tanaman yang mengkolonisasi jaringan korteks akar tanaman, terjadi selama masa pertumbuhan aktif tanaman tersebut. Penggunaan jamur mikoriza telah dimanfaatkan sebagai pupuk. Mikoriza diklasifikasikan kedalam endomikoriza, ektomikoriza dan ektendomikoriza. Endomikoriza yang banyak digunakan yaitu fungi mikoriza arbuskular (FMA) (Basri, 2018). FMA digunakan sebagai pupuk hayati dan proteksi biologi yang memberikan manfaat secara langsung untuk melindungi tanaman inang dari patogen akar melalui hifa eksternalnya, meningkatkan serapan air dan unsur hara, serta meningkatkan ketahanan tanaman (Halim dkk., 2016). Pupuk hayati mikoriza berfungsi sebagai biofertilizer dan bioprotektor

untuk pertumbuhan dan produksi berbagai jenis tanaman. Selain itu pupuk hayati mikoriza juga mampu memproduksi hormon seperti auksin dan giberilin yang dibutuhkan tanaman untuk memacu tumbuh kembangnya dan zat pengatur tumbuh (ZPT) serta ketahanan terhadap serangan patogen akar (Maisarah dkk., 2023).

Simbiosis tanaman dengan jamur mikoriza menyebabkan proses penguraian senyawa di dalam tanah yang diserap oleh akar akan semakin meningkat (Suryani dkk., 2020). Jamur ini memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan hampir 90 % spesies tanaman spesies tinggi yang tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim. Perkembangan mikoriza dipengaruhi oleh kepekaan tanaman inang terhadap infeksi, intensitas cahaya, temperatur, kadar air tanah, pH tanah, bahan organik, residu akar, ketersediaan hara, logam berat serta fungisida. Mikoriza adalah jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman, jamur ini membentuk vesikel dan arbuskular di dalam korteks tanaman. Vesikel merupakan ujung hifa berbentuk bulat yang berfungsi sebagai organ penyimpan dan arbuskular merupakan hifa yang memiliki struktur dan fungsi sama dengan houstoria dan terletak di dalam sel tanaman. Arbuskular berfungsi sebagai alat transfer nutrisi antara jamur dan inangnya, sedangkan vesikel dibentuk pada ujung hifa di dalam jaringan inang dan berfungsi sebagai tempat cadangan makanan (Basri, 2018)

Mekanisme infeksi mikoriza dimulai dengan terbentuknya apresorium pada permukaan akar, menembus sel-sel epidermis akar tanaman. Setelah proses penetrasi, hifa tumbuh secara intraseluler atau ekstraseluler di dalam kortek dan pada inang-inang tertentu, hifa membentuk koil hifa di luar kortek. Hifa yang berada di rhizosfer mampu meningkatkan pengambilan fosfor dari dalam tanah dengan cara memperluas permukaan yang bersinggungan dengan tanah. Pengambilan nutrisi oleh mikoriza melibatkan hifa yang berada di dalam tanah yang akhirnya dipindahkan ke dalam sel akar. Aliran fosfor di dalam hifa mengikuti aliran sitoplasma

sedangkan pemindahan nutrisi dari jamur ke tanaman inang melalui arbuskular. Hifa eksternal pada mikoriza dapat menyerap unsur fosfat dari dalam tanah, dan segera diubah menjadi senyawa polifosfat. Senyawa polifosfat kemudian dipindahkan ke dalam hifa dan dipecah menjadi fosfat organik yang dapat diserap oleh sel tanaman (Basri, 2018).

2.2.2 Jenis-Jenis Mikoriza

Berdasarkan cara menginfeksi akar, mikoriza dapat dikelompokkan ke dalam tiga golongan yaitu ektomikoriza (ECM), endomikoriza (VMA atau FMA) dan ektendomikoriza:

1. Ektomikoriza adalah asosiasi simbiosis antara jamur dan akar tumbuhan, dimana jamur membentuk suatu sarung yang menyelubungi semua atau beberapa cabang-cabang akar dan masuk ke dalam sel tetapi tidak pernah menembus masuk ke dalam sel dan hifa intraseluler tidak menyebabkan kerusakan sel inang. Ektomikoriza dicirikan oleh adanya miselia padat yang menyelimuti akar dan infasi secara intersellular pada jaringan korteks akar (Rahmi dkk., 2017).
2. Endomikoriza adalah asosiasi simbiosis mutualisme antara jamur tertentu dengan akar tanaman, dimana jamur tumbuh sebagian besar di dalam korteks akar dan menembus akar tanaman inang. Endomikoriza dicirikan oleh adanya jaringan hifa eksternal dalam tanah dan tumbuh secara intensif dalam sel korteks (Rahmi dkk., 2017)
3. Ektendomikoriza memiliki hifa yang menyelimuti akar dalam jumlah yang sedikit dan membentuk *hartig net* untuk melakukan penetrasi ke dalam sel korteks akar (Yusnaini, 2014).

FMA digolongkan ke dalam kelompok endomikoriza karena memiliki ciri-ciri akar yang terinfeksi tidak membesar, lapisan hifa pada permukaan akar tipis, hifa masuk ke dalam individu sel jaringan korteks, dan mempunyai struktur vesikula serta arbuskular (Yusnaini, 2014).

2.2.3 *Glomus* sp.

Mikoriza marga *Glomus* merupakan salah satu dari banyak marga jamur endomikoriza yang tergolong dalam kelompok FMA. Marga ini memiliki ciri khas yaitu terdapat *hypal attachment* yang tidak ditemukan pada genus lainnya. Sporangya terbentuk secara tunggal ataupun berpasangan dua pada terminal hifa nongametangium yang tidak berdiferensiasi dalam *sporocarp*. Pada saat dewasa, spora dipisahkan dari hifa pelekak oleh sebuah sekat. Spora memiliki beberapa bentuk yaitu *globose*, *sub-globose*, *ovoid*, ataupun *obovoid* dengan dinding spora terdiri lebih dari satu lapis, berwarna hyaline sampai kuning, merah kecoklatan, coklat dan hitam dengan ukuran 20-400 μm . Genus ini dapat berkembang baik pada pH kurang dari 5 hingga netral (Aqma dkk., 2020). Pada marga *Glomus*, proses perkembangan spora yaitu dari ujung hifa yang membesar sampai mencapai ukuran maksimal dan terbentuk spora (Sari, 2023).

Spora *Glomus* berbentuk bulat hingga oval, terdapat dinding spora. Spora berwarna bervariasi ada yang merah kehitaman, kuning kehitaman, hitam, merah, atau hijau dengan ukuran spora berkisar 133-265 μm (Diputra dkk., 2018). Kemampuan FMA marga *Glomus* dapat hidup dalam berbagai jenis tanah, termasuk tanah dengan keasaman rendah hingga tinggi, serta di daerah dengan suhu ekstrem. Kondisi tanah yang kering dapat merangsang pembentukan spora yang lebih banyak sebagai respons alami untuk mempertahankan dari cekaman kekeringan (Melinda dkk., 2023).

Mikoriza jenis *Glomus* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan dan jumlah polong kedelai dalam skala *greenhouse* (Triarta dkk., 2019). Penelitian Krisdayani dkk. (2020), menunjukkan bahwa kombinasi *Glomus* spp. dan *Trichoderma* spp. mampu mempercepat dan meningkatkan fase pembibitan tanaman sengon. Imron dkk. (2015), membuktikan bahwa penggunaan mikoriza pada tanaman cabai

mampu menunda kemunculan penyakit daun keriting kuning pada cabai yang diakibatkan oleh Begomovirus. Inokulasi *Glomus* spp. mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering akar dan berat kering tajuk, kecepatan berbunga dan ketahanan tanaman terhadap infeksi jamur *F. oxysporum* (Raisani dkk., 2020).

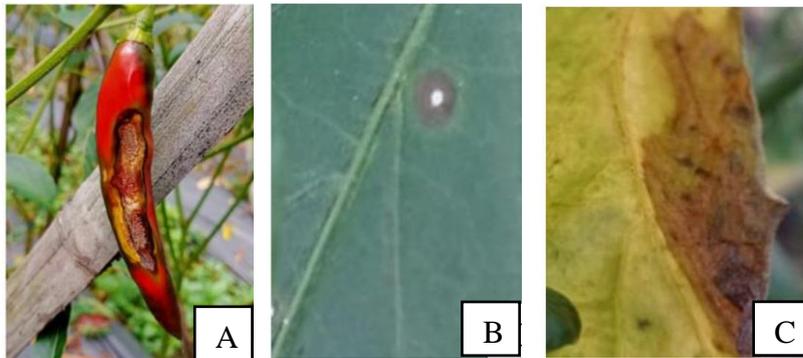
2.3 Penyakit Antraknosa

Antraknosa merupakan salah satu penyakit penting pada beragam jenis tanaman pertanian. Penyakit ini dilaporkan menyerang beberapa tanaman seperti cabai, bawang merah, pisang, jeruk, dan juga stroberi. Antraknosa dikategorikan sebagai penyakit yang mampu menyerang pada seluruh bagian tanaman seperti daun dan buah hingga ranting tanaman. Penyebab penyakit antraknosa ialah *Colletotrichum* spp. yang mampu menimbulkan bercak pada daun atau buah hingga menyebabkan kematian pada jaringan tanaman (Amrullah dkk., 2023). Penyakit antraknosa disebut juga dengan penyakit pathek yang menyebabkan kerugian hasil bisa mencapai 80% apabila kondisi mendukung untuk perkembangan patogen. Konidium *Colletotrichum* spp. dapat terpecah oleh angin sehingga penularannya sangat cepat bahkan dapat merata pada lahan cabai. Serangan patogen *Colletotrichum* spp. dapat terjadi pada tanaman cabai fase vegetatif sampai menjelang panen. Selain buah yang diserang, patogen ini juga dapat menginfeksi batang, ranting, daun, dan buah (Prihatiningsih dkk. 2020).

Gejala pada daun berupa bercak coklat kehitaman dengan bagian tengah berwarna putih dengan gejala lanjut daun berwarna kuning kecoklatan. Daun yang terinfeksi menunjukkan bercak berbentuk bulat panjang. Batang yang terserang berwarna cokelat kemudian mengering dan berwarna cokelat gelap kekeringan (Pamekas dkk., 2022). Gejala awal yang ditemukan pada buah cabai yaitu bercak bulat kecil berwarna coklat sampai kehitaman, lalu bercak yang terbentuk umumnya cekung dan bagian tengahnya terbentuk aservulus yang berwarna hitam. Bercak tersebut akan melebar dan apabila kuantitasnya semakin banyak akan bersambung dengan bercak lain dan membentuk bercak

yang besar dan tidak berbentuk bulat. Apabila bercak tersebut sudah menyeluruh akan menyebabkan buah menjadi mengering dan mengerut berwarna kecoklatan gelap (Inaya dkk., 2022). Gejala serangan seperti terkena sengatan matahari diikuti oleh busuk basah yang terkadang muncul jelaga berwarna hitam. Biji yang terserang antraknosa dapat menimbulkan kegagalan berkecambah atau bila telah menjadi kecambah dapat menimbulkan rebah kecambah (Kirana dkk., 2014).

Gejala-gejala yang terlihat pada tanaman cabai seperti pada daun diakibatkan karena terganggunya proses fotosintesis. Tanaman yang terserang oleh patogen proses fotosintesisnya akan terganggu karena patogen mensekresi zat toksin, *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. mensekresi zat toksin berupa asam fusaric, dan asam dehidrofusaric yang mampu menghambat proses fotosintesis sehingga tanaman cabai tidak mampu menghasilkan glukosa sebagai hasil fotosintesis secara maksimal dan menyebabkan tanaman tersebut mengalami nekrosis serta tanaman menjadi layu akibat kehilangan air (Wardani dkk., 2015).



Gambar 2. Gejala penyakit antraknosa pada buah dan daun tanaman cabai. (A) gejala pada buah; (B) gejala awal pada daun; (C) gejala lanjut pada daun (Wartono dkk., 2023 dan Pamekas dkk., 2022).

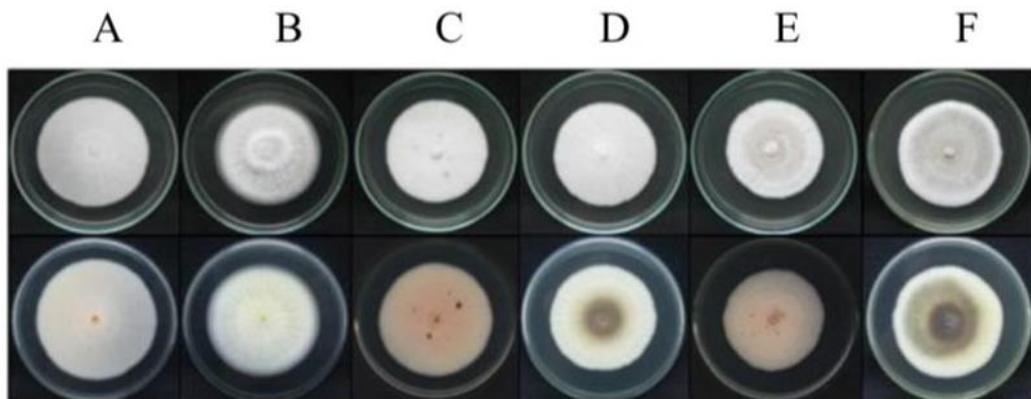
Spora jamur dapat disebarkan oleh angin, percikan air hujan dan menempel pada inang yang cocok yang dapat berkembang dengan cepat. Kondisi permukaan tanaman yang basah berpengaruh terhadap perkecambahan spora jamur, proses infeksi dan pertumbuhan patogen pada tanaman inang.

Umumnya, infeksi terjadi selama cuaca hangat dan basah, pada kisaran suhu 27°C dengan kelembapan tinggi 80% yang optimum bagi perkembangan penyakit antraknosa. Tahap infeksi jamur umumnya dimulai dari perkecambahan spora pada permukaan jaringan tanaman, menghasilkan tabung kecambah, setelah penetrasi maka akan terbentuk jaringan hifa intra dan interseluler yang menyebar melalui jaringan tanaman (Anggraeni dkk., 2019).

Menurut Alexopoulos *et al.* (1996) dan Hibbet *et al.* (2007) klasifikasi jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. sebagai berikut:

Kerajaan	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Bangsa	: Glomerellales
Suku	: Glomerellaceae
Marga	: <i>Colletotrichum</i>
Jenis	: <i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds.

Jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. memiliki bentuk spora silindris dengan ujung meruncing dan kecepatan tumbuh 6,8 mm per hari lebih lambat diantara marga *Colletotrichum* yang lain. Koloni berbentuk ellips dan pada salah satu ujungnya berbentuk meruncing. Koloni jamur patogen *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. yang dibiakkan pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) berwarna putih keabu-abuan, seiring dengan bertambahnya umur koloni dan terjadi perubahan warna dari berwarna putih menjadi merah muda atau jingga (Prasetyo, 2023). Tampak atas koloni berwarna putih dan abu-abu sedangkan tampak bawah berwarna krem, putih, peach, olive (**Gambar 3**).



Gambar 3. Variasi warna koloni *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. penyebab antraknosa tampak atas/bawah: (A) putih, krim, (B) putih/putih, (C) putih/peach, (D) putih/olive, (E) abu-abu/peach, dan (F) abu-abu/olive (Ibrahim dkk., 2017)

Secara mikroskopis konidia *Colletotrichum* berbentuk silindris dengan ujung tumpul dan berwarna hyaline yang menyerap warna biru ketika diberi pewarna *lactofenol blue* (**Gambar 4**) (Damm dkk., 2012). Ciri-ciri umum jamur dari Genus *Colletotrichum* yaitu memiliki hifa bersekat dan bercabang serta menghasilkan konidia yang transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing panjangnya antara 10-16 μm dan lebarnya 5-7 μm dengan massa konidia berwarna hitam (Sudirga, 2016).



Gambar 4. Morfologi konidia *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. secara mikroskopis pada skala 10 μm (Damm dkk., 2012)

2.4 Ketahanan Terimbas

Ketahanan terimbas adalah pengaktifan ketahanan alami tanaman seperti produksi fitoaleksin dan penambahan sel lignin, peningkatan aktivitas enzim peroksidase dan kandungan klorofil untuk pertahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel atau jaringan mampu menghasilkan senyawa toksin terhadap patogen atau menciptakan kondisi yang menghambat pertumbuhan patogen di dalam tanaman (Noviantia, 2016). Dapat disimpulkan bahwa ketahanan terimbas berasal dari ketahanan alami yang dimiliki tanaman, namun masih bersifat laten, lemah, bahkan tidak muncul dan akan terekspresi jika ada aksi dari agens pengimbas. Agens pengimbas disebut juga elisitor atau induser, merupakan molekul yang mampu menstimulasi dan mengaktifkan respon ketahanan tanaman (Inayati, 2016).

Ketahanan terimbas terhadap patogen ditunjukkan dengan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen dengan cara membatasi aktivitas patogen, sehingga patogen tidak dapat berkembang dan tidak dapat menyebabkan kerusakan yang berarti. Ketahanan terimbas secara kimia ditunjukkan dengan terbentuknya senyawa kimia yang mampu mencegah pertumbuhan dan perkembangan patogen yang berupa *Pathogenesis Related protein* (PR-protein) yang merupakan kelompok metabolit sekunder seperti alkaloida, fenol, flavonida, glikosida, fitoaleksin dan sebagainya. Tanaman yang tahan terhadap patogen pada umumnya mengandung senyawa kimia dengan konsentrasi lebih tinggi dari pada tanaman yang tidak tahan serangan patogen (Noviantia, 2016).

Tanaman yang terserang patogen akan melakukan respons hipersensitif. Respons hipersensitif merupakan respons pertahanan tanaman terhadap serangan patogen yang menyebabkan kematian sel-sel yang sudah terinfeksi patogen dan sel-sel di sekitar sel yang terinfeksi untuk membatasi penyebaran patogen. Selain melakukan upaya dengan respon hipersensitif, tanaman juga mensintesis asam metil salisilat di sekitar sel yang terinfeksi dan diangkut ke

seluruh bagian tanaman melalui floem, kemudian di bagian yang jauh dari sel yang terinfeksi, asam metil salisilat diubah menjadi asam salisilat yang bertugas untuk menginduksi produksi protein-protein PR salah satunya enzim peroksidase. Enzim peroksidase merupakan enzim yang berperan penting dalam biosintesis lignin, agar tumbuhan resisten terhadap serangan patogen (Noviantia, 2016).

2.5 Mekanisme Pengimbasan Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit

Bentuk pertahanan alami tanaman terhadap patogen dapat bersifat pasif, yang berarti terdapat pada tanaman sehingga patogen tidak bisa masuk, berkembang, dan menyebar, misalnya adanya lapisan lilin, *cutin*, *phenolic glycosides*, *phenols*, *quinones*, *steroid* dan *terpenoid*. Bentuk lain dari pertahanan tanaman bersifat dinamis seperti meningkatnya konsentrasi enzim-enzim pertahanan setelah terjadinya infeksi oleh patogen seperti fitoaleksin, radikal bebas (*reactive oxygen species* = ROS), kalsium, silikon dan silikat, peroksidase, hidrosiprolin, glikoprotein, tionin, kitinase, β -1,3-glukanase, ribonuklease, proteases, callose, lignin, lipoxigenase dan phospholipase. Pada ketahanan terimbas, bentuk pertahanan yang dihasilkan dari pengimbasan ketahanan bervariasi, bergantung pada bentuk pertahanan alami yang dimiliki tanaman, baik bersifat pasif maupun dinamis, misalnya meningkatkan konsentrasi lapisan lilin dan chutin atau meningkatkan konsentrasi enzim-enzim pertahanan seperti fitoaleksin dan lainnya (Inayati, 2016).

Ketahanan terimbas memiliki beberapa ciri yang membedakannya dengan mekanisme ketahanan lainnya untuk menurunkan tingkat keparahan penyakit, yaitu: 1) tidak adanya pengaruh toksin dari elisitor terhadap patogen; 2) didahului dengan aktifnya zat penghambat khusus seperti aktinomisin D (AMD) yang memengaruhi gen tahan pada tanaman; 3) terdapat jarak waktu antara dimulainya pengimbasan dan terbentuknya sistem ketahanan dalam tanaman; 4) ketahanan bersifat umum; dan 5) dipengaruhi oleh genotipe tanaman. Berdasarkan hal-hal tersebut terlihat peranan elisitor yang tepat

sangat penting untuk merangsang dan memacu munculnya reaksi ketahanan tanaman yang tepat untuk mengendalikan patogen (Inayati, 2016).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2024 sampai dengan Mei 2024. Peremajaan isolat jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi. Pemberian perlakuan dan penanaman bibit cabai merah dilakukan di *Greenhouse* Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *polybag* ukuran 25 x 25 cm, neraca analitik, *beaker glass*, corong, gelas ukur, autoklaf, cawan petri, jarum ose, *hotplate*, batang pengaduk, inkubator jamur, aluminium foil, *sprayer*, *haemocytometer*, pembakar bunsen, labu erlenmeyer, kertas merang, kapas, gayung, ember, pipet tetes, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet ukur, pinset, mikroskop, kantong plastik, kamera, buku, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan antara lain pupuk hayati mikoriza yang mengandung spora *Glomus* diperoleh dari SEAMEO BIOTROP Bogor, benih tanaman

cabai merah (*Capsicum annuum* L.) diperoleh dari toko trubus, isolat jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. diperoleh dari Pasar Jatimulyo Lampung Selatan, tanah, pupuk kandang, aquades steril, media *Potato Dextrose Agar* (PDA).

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan 7 dosis pupuk hayati mikoriza yaitu A (0 g), B (5 g), C (10 g), D (15 g), E (20 g), F (25 g), G (30 g) yang masing-masing 4 kali ulangan.

Tata letak penelitian disajikan pada **Gambar 5**.

B4	A1	D1	C1	B3	E2	C3
E1	D3	F2	C4	D4	B1	F1
F3	C2	B2	A4	A2	E3	G3
A3	E4	G2	G1	F4	G4	D2

Gambar 5. Tata Letak Satuan Percobaan

Keterangan:

A = dosis pupuk mikoriza 0 g (0 g mikoriza + 1000 g media tanam)

B = dosis pupuk mikoriza 5g (5 g mikoriza + 1000 g media tanam)

C = dosis pupuk mikoriza 10 g (10 g mikoriza + 1000 g media tanam)

D = dosis pupuk mikoriza 15 g (15 g mikoriza + 1000 g media tanam)

E = dosis pupuk mikoriza 20 g (20 g mikoriza + 1000 g media tanam)

F = dosis pupuk mikoriza 25 g (25 g mikoriza + 1000 g media tanam)

G = dosis pupuk mikoriza 30 g (30 g mikoriza + 1000 g media tanam)

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk perbanyakan jamur seperti cawan petri, erlenmeyer dan aquades disterilkan terlebih dahulu. Alat-alat dicuci dengan sabun kemudian dibilas dengan air bersih lalu dikeringkan. Setelah

kering, alat yang berbahan kaca dibungkus kertas. Erlenmeyer diisi aquades kemudian ditutup menggunakan sumbat kapas, selanjutnya dilapisi kertas. Setelah alat dibungkus, disterilkan menggunakan oven selama 1 jam dengan suhu 170°C (Adhni dkk., 2023). Alat-alat lainnya yang digunakan dicuci dengan air bersih lalu dikeringkan.

3.4.2 Pengecambahan Benih dan Penyemaian Kecambah Cabai Merah

Benih yang akan dikecambahkan diperoleh dengan cara merendam benih selama 12 jam. Benih yang dipilih adalah benih cabai merah yang tenggelam. Benih-benih yang terpilih diletakkan pada cawan petri yang telah dialasi kertas merang yang dibawahnya diberi kapas, selanjutnya dibasahi dengan air. Setiap cawan petri diisi 10 benih cabai merah dan dikecambahkan hingga panjang akar kecambah mencapai 0,5 cm – 1 cm. Kecambah ditanam pada baki semai yang berisi tanah steril. Setiap 1 lubang baki semai diisi dengan 1 kecambah cabai merah dan dipelihara hingga muncul 2 daun sejati (Ekstiani, 2017 dan Adhni dkk., 2023).

3.4.3 Penanaman Bibit Cabai Merah pada Pupuk Hayati Mikoriza

Bibit yang sudah tumbuh 2 daun sejati kemudian dipindahkan pada media tanam. Media tanam yang digunakan berupa tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 yang telah disterilisasi dengan cara dikukus di dalam drum selama 1 jam dan dibiarkan selama 1 hari. Media tanam kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 25 x 25 sebanyak 1 kg. Dosis pupuk hayati mikoriza yang diberikan adalah 0 g, 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g. Bibit cabai merah ditanam dengan kedalaman 5 cm dan pupuk hayati mikoriza diberikan sesuai perlakuan dengan cara ditabur di sekitar perakaran kemudian dibenamkan dengan tanah. Pemeliharaan tanaman cabai merah dilakukan dengan penyiraman air pada pagi dan sore hari. Setelah bibit cabai merah berumur 21 hari setelah tanam (hst) diinokulasi dengan jamur *Colletotrichum acuatum* J.H. Simmonds. dengan cara disemprotkan menggunakan *sprayer* pada daunnya (Adetya dkk., 2018 dan Kadek, 2016).

3.4.4 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan Peremajaan Jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.

Media *Potato Dextrose Agar* (PDA) digunakan untuk isolasi dan pembiakan jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. PDA sebanyak 39 gram dilarutkan dalam 1000 ml aquades dan dipanaskan hingga homogen menggunakan *hotplate* dan *stirrer magnetic* sampai terjadi perubahan warna menjadi lebih jernih, lalu dipindahkan ke erlenmeyer. Sterilisasi media dilakukan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 2 atm. Setelah media tersterilisasi ditambahkan kloramfenikol dan dihomogenkan untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Media kemudian dituang ke cawan petri steril. Setelah media padat dapat langsung digunakan (Anggraeni dkk., 2019).

Isolat jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. diperoleh dari cabai merah yang berasal dari Pasar Jatimulyo, Lampung Selatan. Isolat diremajakan pada media PDA yang sudah mengandung antibakteri kloramfenikol. Isolat jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. diambil dengan jarum ose steril dan diinokulasi ke media PDA pada cawan petri menggunakan metode titik, kemudian diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 28°C (Nurjasmii dan Suryani, 2020).

3.4.5 Inokulasi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.

Biakan jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. yang sudah berumur 7 hari pada media PDA diambil sebanyak 1 ose lalu dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan diencerkan menggunakan 100 ml aquades, kemudian dihomogenkan. Selanjutnya suspensi jamur diambil 1 tetes dengan menggunakan pipet dan ditempatkan pada *haemocytometer* untuk mengukur kepadatan konidia jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. Kepadatan spora digunakan adalah $1,4 \times 10^5$. Kemudian suspensi konidia *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. tersebut disemprotkan ke tanaman cabai merah yang berumur 21 hst sebanyak 10

ml/tanaman pada tiap *polybag*, lalu tanaman cabai merah disungkup selama 1 hari (Trisnawati dkk., 2019).

3.5 Pengamatan Variabel

3.5.1 Gejala Penyakit

3.5.1.1 Gejala Antraknosa

Pengamatan gejala penyakit dilakukan dengan mencocokkan dokumen hasil pengamatan pada sampel dengan literatur yang sudah dilaporkan sebelumnya. Data kualitatif hasil pengamatan disajikan secara deskriptif didukung dengan foto. Pengamatan timbulnya gejala penyakit dilakukan setelah tanaman diinokulasi jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.

3.5.1.2 Masa Inkubasi

Pengamatan dilakukan setiap hari dimulai dari hari ke-1 setelah inokulasi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. sampai munculnya gejala pada daun. Periode inkubasi ditentukan berdasarkan waktu inkubasi jamur yang telah diinokulasikan sampai dengan munculnya gejala penyakit yang dihitung berdasarkan satuan hari.

3.5.2 Perkembangan Penyakit

Pengamatan perkembangan penyakit dilakukan pada minggu pertama setelah inokulasi. Kejadian penyakit diketahui dengan menghitung jumlah bagian tanaman yang terinfeksi dari seluruh sampel tanaman. Keparahan penyakit merupakan proporsi inang yang terinfeksi terhadap total luas permukaan inang yang diamati. Keparahan penyakit diketahui dengan menghitung skala kerusakan (%) penyakit yang muncul pada tanaman inang. Penghitungan tingkat kejadian dan keparahan penyakit menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Kejadian Penyakit

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

Keterangan:

KP : Kejadian Penyakit (%)

n : Jumlah tanaman cabai yang memperlihatkan gejala antraknosa

N : Jumlah tanaman cabai yang diamati (Efri, 2010)

b. Keparahan Penyakit

$$KP = \sum \frac{(n \times V)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

KP : Keparahan Penyakit

N : Jumlah tanaman yang diamati

n : Jumlah tanaman pada setiap kelas bercak

V : Nilai skor pada setiap kelas bercak

Z : Nilai skor kelas luas bercak yang tertinggi (Efri, 2010)

Kategori skor keparahan penyakit ditampilkan pada **Tabel 1**.**Tabel 1.** Kategori Keparahan Penyakit pada Daun

Skala	Kategori	Gejala
0	Tanaman sehat	Tidak ada gejala atau infeksi penyakit
1	Sangat ringan	Luas permukaan bagian tanaman yang terserang > 1 %-20%
2	Ringan	Luas permukaan bagian tanaman yang terserang > 21 %-40 %
3	Agak parah	Luas permukaan bagian tanaman yang terserang > 41 %-60 %
4	Parah	Luas permukaan bagian tanaman yang terserang > 61 %-80 %
5	Sangat parah	Luas permukaan bagian tanaman yang terserang > 81 %

3.5.3 Kriteria Ketahanan Tanaman

Penentuan kriteria ketahanan tanaman terhadap penyakit antraknosa mengikuti metode Yoon (2003) yang dimodifikasi Syukur dkk. (2007) seperti yang ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kriteria Ketahanan Terhadap Penyakit

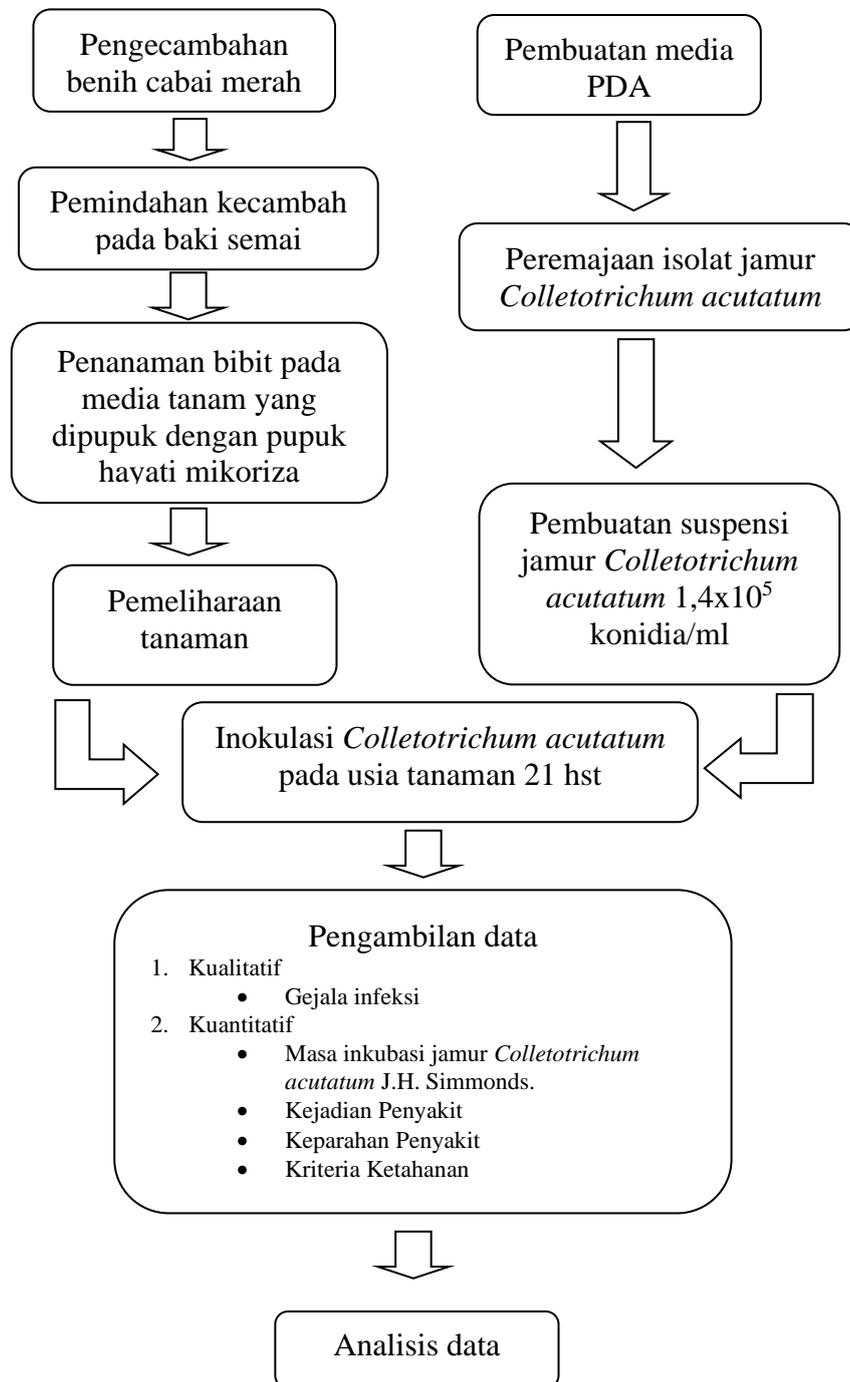
Keparahan Penyakit	Tingkat Ketahanan
0 % - 10 %	Sangat tahan
10 % - 20 %	Tahan
20 % - 40 %	Moderat
40 % - 70 %	Rentan
Lebih dari 70 %	Sangat rentan

3.6 Analisis Data

Data gejala infeksi jamur *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds. pada tanaman cabai merah yang diberi pupuk hayati mikoriza berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif disajikan secara deskriptif dan didukung foto. Data kuantitatif berasal dari pengukuran terhadap masa inkubasi, kejadian penyakit dan keparahan penyakit. Data yang diperoleh dianalisis ragam satu arah kemudian diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% ($\alpha = 5\%$).

3.7 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir pada berikut ini



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. pupuk hayati mikoriza meningkatkan ketahanan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) terhadap infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.
2. dosis pupuk hayati mikoriza 30 gram paling baik dalam menekan infeksi *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.)

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui kandungan fenol dalam tanaman cabai merah yang diinokulasi mikoriza dengan dilakukan uji kandungan fenol total karena meningkatnya ketahanan tanaman terhadap penyakit berhubungan dengan meningkatnya kandungan fenol total.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetya, V., Nurhatika, S. dan Muhibuddin, A. 2018. Pengaruh Pupuk Mikoriza terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) di Tanah Pasir. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 7(2): 75-79.
- Adhni, A. L., Fitriyanti, D. dan Liestiany, E. 2022. Uji Ketahanan Beberapa Varietas Cabai (*Capsicum* sp.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) yang Berasal dari Desa Hiyung Kabupaten Tapin. *Proteksi Tanaman Tropika*. 5(1): 448-454.
- Adriani, D., Hamzah, M. and Prasetya. 2019. The Estimation of Economic Appearance and Profitability Function of Drip Irrigation in Tidal Lands (a Case of Chili Farming). *Sriwijaya Journal of Environment*. 4(3): 138–145.
- Akib, M. A., Nuddin, A., Prayudyaningsih, R., Mustari, K., Kuswinanti, T. dan Syaiful, S. A. 2020. Endomikoriza Indigenous Sorowako: Potensi untuk Merehabilitasi Lahan Bekas Tambang Nikel. (Prosiding Seminar Nasional SMIPT). 3(1): 397-403.
- Alamsyah, A. Z. dan Ali. M. 2019. Uji Daya Antagonis Beberapa Isolat Jamur Endofit Cabai Merah Terhadap *Colletotrichum capsici* dan Kemampuannya untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah. *Jurnal Agrotek Trop*. 8(1): 1-9.
- Alayya, N. P. Dan Prasetya, B. 2022. Kepadatan Spora dan Persen Koloni Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Pada Beberapa Tanaman Pangan di Lahan Pertanian Kecamatan Jabung Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 9(2): 267-276.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. And Blackwell, M. M. 1996. *Introductory Mycology 4th Edition*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Alif, M. S. 2017. *Kiat Sukses Budidaya Cabai Keriting*. Bio Genesis. Yogyakarta.
- Alif, T., Rahma, Y. A. dan Rohma, N. H. 2021. Pengendalian *Piper yellow mottle virus* (PYMoV) pada Tanaman Lada dengan Menggunakan Mikoriza. *Jurnal Matematikda dan Sains*. 1(2): 107-114.

- Amri, A. I. 2017. Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.) terhadap Aplikasi Pupuk Kompos dan Pupuk Anorganik di Polibag. *Jurnal Agroteknologi*. 8(3): 203-208.
- Amrullah, R. A., Wiyono, S., Maharijaya, A. dan Purwito, A. 2023. Etiologi Penyakit Antraknosa pada Bawang Merah yang disebabkan oleh *Colletotrichum gloeosporioides*. *Jurnal Patologi Indonesia*. 19(5): 206-214.
- Andani, R., Rahmawati, M. Dan Hayati, M. 2020. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) Akibat Perbedaan Jenis Media Tanam dan Varietas Secara Hidroponik Substrat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 5(2): 1-10.
- Anggraeni, W., Wardoyo, E. R. P. dan Rahmawati. 2019. Isolasi dan Identifikasi Jamur Pada Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang Bergejala Antraknosa dari Lahan Pertanian di Dusun Jeruk. *Jurnal Protobiont*. 8(2): 94-100.
- Aqma, R., Rahmi, A., Yanti, A. R. dan Hidayat, M. 2020. Jenis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Berbagai Pohon Kawasan Glee Nipah Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 156-160.
- Astrid, A. dan Astuti, T. H. 2019. *Outlook Cabai: Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. *Pengendalian Penyakit Antraknose Pada Tanaman Cabai*. <http://www.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/2630/>. Diakses pada 03 September 2023.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Tabel Dinamis Produksi Tanaman Cabai Besar dan Cabai Rawit*. <https://www.bps.go.id/site/resultTab>. Diakses pada 03 September 2023.
- Basri, A. H. H. 2018. Kajian Peranan Mikoriza dalam Bidang Pertanian. *Agrica Ekstensi*. 12(2): 74-78.
- Carsono, N., Dewi, A., Wicaksana, N. dan Sari, S. 2021. Periode Inkubasi Tingkat Keparahan dan Ketahanan Sepuluh Genotipe Pdi Harapan Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri Strain III, IV, dan VIII. *Kultivasi*. 20(3): 175-182.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York.

- Damm, U., Cannon, P. F., Woudenberg, J. H. C. and Crous, P. W. 2012. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*. 73(1): 37-113.
- Depi, S. 2022. Pertumbuhan dan Produksi Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Berrefugia Kembang Kotokan (*Tagetes erecta*) dengan Aplikasi Mikoriza dan Kompos Limbah Sapi. (Skripsi). Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area. Medan.
- Diputra, I. M. M., Rai, I. N. dan Dharma, I. P. 2018. Isolasi dan Identifikasi Endomikoriza Indigenus pada Perakaran Salak di Kabupaten Karangasem dan Perbanyakannya. *Agrotop*. 8(1): 56-64.
- Ekstiani, N. C. 2017. Upaya Pengendalian Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby Penyebab Penyakit Antraknosa dengan Menggunakan Ekstrak Buah Leunca (*Solanum nigrum* L.) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). (Skripsi). FMIPA Universitas Lampung.
- Efri. 2010. Pengaruh Ekstrak Berbagai Bagian Tanaman Mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabe (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 10(1): 52-58.
- Farhati, N., Purnomowati, dan Dwiputranto, U. 2017. Pengaruh Pemberian Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Campuran terhadap Kemunculan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.). *Biosfera*. 34(2): 98-102.
- Firmansyah, I dan Kurnia. 2020. Aplikasi Pupuk Hayati Mikoriza untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoi (*Brassica rapa*.S.). *Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0*. 673-680.
- Halim., Mariadi., Karimuna, L. dan Hasid, R. 2016. Peran Mikoriza Arbuskula pada Insidensi Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(5): 178-184.
- Harpenas, A. dan Dermawan, R. 2010. *Budidaya Cabai Unggul, Cabai Besar, Cabai Keriting, Cabai Rawit, dan Paprika*. Swadaya. Jakarta.
- Hartati, S., Tarina, L., Yulia, E. dan Djaya, L. 2019. Induksi Resistensi dengan *Rhodotorula minuta* untuk Mengendalikan Antraknosa (*Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds) Pada Tanaman Cabai. *Jurnal Agrikultura*. 30(3): 91-99.
- Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, F. P., Eriksson, E. O., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P. M., Lücking, R., Lumbsch, H. T., Lutzoni, F., Matheny, P. D., McLaughlin, D. J., Powell, M. P., Redhead,

S., Schoch, C. L., Spatafora, J. W., Stalpers, J. A., Vilgalys, R., Aime, M. C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G. L., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Dai, Y.C., Gams, W., Geiser, D. M., Griffith, G. W., Gueidan, C., Hawksworth, D. L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R. A., Hyde, K. A., Ironside, J. E., Koljalg, U., Kurtzman, C. P., Larsson, K. H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J. M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J. D., Le Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J. P., Schüssler, A., Sugiyama, J., Thorn, R. G., Tibell, L., Untereiner, W. A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M. M., Winka, K., Yao, Y. J. Dan Zhang, N. 2007. A Higher-Level Phylogenetic Classification of The Fungi. *Mycological Research*. 11:509-547.

Ibrahim, R., Hidayat, S. H. dan Widodo. 2017. Keragaman Morfologi, Genetika, dan Patogenisitas *Colletotrichum acutatum* Penyebab Antraknosa Cabai di Jawa dan Sumatra. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 1(13): 9-16.

Imron, M., Suryanti. dan Sulandari, S. 2015. Peranan Jamur Mikoriza Arbuskular terhadap Perkembangan Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 19(2): 94-98.

Inaya, N., Meriem, S. dan Masriany. 2022. Identifikasi Morfologi Penyakit Tanaman Cabai (*Capsicum* sp.) yang disebabkan Oleh Patogen dan Serangan Hama Lingkup Kampus UIN Alauddin Makassar. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*. 2(1) : 8-15.

Inayati, A. 2016. Ketahanan Terimbas Tanaman Kacang-kacangan terhadap Penyakit Induced Disease Resistance in Legumes. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(2): 175-185.

Ishak, M. A. dan Daryono, B. S. 2020. Identifikasi dan Analisis Ketahanan terhadap Penyakit Embun Tepung pada Melon (*Cucumis melo* L.) Kultivar Meloni. *Bioeduscience*. 4(1): 01-10.

Kadek, A. 2016. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai Fungisida Alami terhadap Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bulter & Bisby Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). (Skripsi). FMIPA Universitas Lampung.

Karyanto, A., Evizal, R. dan Rini, M. V. 2022. Potensi dan Pemanfaatan Pupuk Hayati Mikoriza dalam Pertanian. Fakultas Pertanian: Universitas Lampung <https://fp.unila.ac.id/potensi-dan-pemanfaatan-pupuk-hayati-mikoriza-dalam-pertanian/>. Diakses pada 20 Oktober 2023.

Khoirunnisa, L. 2018. Heritabilitas Karakter Generatif Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.) Varietas Laris Generasi M2 Hasil Iradiasi Sinar Gamma. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

- Kirana, R., Kusmana, A. H. dan Sutarya, R. 2014. Persilangan Cabai Merah Tahan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum acutatum*). *Jurnal Hortikultura*. 24(3): 189-195.
- Krisdayani, P. M., Proborini, M. W. dan Kriswiyanti, E. 2020. Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Endomikoriza, *Trichoderma* spp., dan Pupuk Kompos terhadap Pertumbuhan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *Jurnal Sylva Lestari*. 8(3): 400-410.
- Lagiman dan Supriyanta, B. 2021. *Karakter Morfologi dan Pemuliaan Tanaman Cabai*. LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta.
- Lubis, N. 2021. Pengaruh Mikoriza dan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Serapan P dan Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pada Bekas Lahan Sawah. *Juripol*. 4(2): 179-189.
- Mahesa, B., Efri, E., Helina, S. dan Maryono, T. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak dan Tingkat Kematangan Daun Kersen Terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* dan Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Pepaya. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(1): 27-34.
- Maisarah, Syafruddin dan Hidayat, T. 2023. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Hayati Mikoriza dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum melongena* L.) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Floratek*. 18(2): 51-61.
- Margarettha., Syarif, M. dan Nasution, H. 2017. Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskular Indigen Untuk Padi Gogo di Lahan Kering Marjinal. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*. 1(2): 185-192.
- Melinda, N., Hafsan dan Prayudyaningsih, R. 2023. Tingkat Infeksi Endomikoriza pada Perakaran Tanaman Murbei (*Morus alba* L.) *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*. 3(3): 127-135.
- Musafa, M. K., Aini, L. Q. Prsetya, B. 2015. Peran Mikoriza Arbuskula dan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam Meningkatkan Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Andisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(2): 191-197.
- Noviantia, R. A. 2016. Kajian Ketahanan Planlet Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.) Hasil Seleksi dengan Asam Salisilat Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In-vitro. (Skrispi). FMIPA Universitas Lampung.
- Nurjasmi, R. dan Suryani. 2020. Uji Antagonis Actinomycetes terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. 1(1): 1-12.

- Pamekas, T., Hartal dan Holiza, S. 2022. Induksi Pertumbuhan dan Ketahanan Tanaman Cabai Terhadap Penyakit Antraknosa dengan Aplikasi Cendawan Endofit. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian dan Perikanan*. Volume 4.
- Permanasari, I., Dewi, K., Irfan, M. Dan Arminudin, A. T. 2016. Peningkatan Efisiensi Pupuk Fosfat Melalui Aplikasi Mikoriza Pada Kedelai. *Jurnal Agroteknologi*. 6(2): 23-30.
- Prasetyo, A. 2017. Pemanfaatan Kitosan untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada Cabai (*Capsicum annuum* L.). (Skripsi). Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyo, A. 2023. Keragaman dan Prevalensi *Colletotrichum* spp. Pada Beberapa Jenis Cabai di Lampung. (Skripsi). Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Purnomo, D. 2008. Aplikasi Getah Dua Genotipe Pepaya Betina Sebagai Biofungisida untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici* (Syc.) pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Puspitasari, R. 2017. Ekstrak Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Fungisida Nabati pada Antraknosa Cabai Secara In Vitro. (Skripsi). Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Putri, N. Z. 2016. Pengaruh Pemberian Mikoriza Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Produksi Semangka (*Citrullus Lunatus*). (Skripsi). Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan PGRI, Sumatera Barat, Padang.
- Putro, N. S., Aini, L.Q. dan Abadi, A. L. 2014. Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk pengendalian penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal HPT*. 2(4): 44-53.
- Pratama, D., Swastika, S., Hidayat, T. dan Boga, K. 2017. *Teknologi Budidaya Cabai Merah Keriting*. Universitas Riau.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. D. dan Erminawati. 2020. Komponen Epidemi Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai di Kecamatan Baturraden Kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*. 7(2): 203-212
- Raisani, N. P. M., Prborini, M. W., Suriani, N. L. dan Kriswiyanti, E. 2020. Biokontrol *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) *Glomus* spp. terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* Schlecht et Fr. pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi Udayana*. 24(1): 38-46.
- Rahmi, N., Dewi, R., Maretalina, R. dan Hidayat, M. 2017. Keanekaragaman Fungi Mikoriza di Kawasan Hutan Desa Lamteuba Droe Kecamatan

- Seulimum Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 227-236.
- Sarah, M. Dan Rendo, D. 2022. Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Areal Tanaman Perkebunan dan Hortikultura di Desa Pemo Kelimutu. *AGRICA: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*. 15(2): 133-143.
- Sari, N. K. Y., Pharmawati, M. Dan Junitha, I. K. 2012. Pengaruh Mutagen Kimia Sodium Azida Terhadap Morfologi Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Metamorfosa*. I(1): 25-28.
- Sari, M., Ernawati, E., Agustrina, R. dan Yulianty. 2013. Ketahanan Tanaman Terong (*Solanum melongena L.*) Hasil Induksi Poliploidisasi dengan Ekstrak Umbi Kembang Sungsang (*Gloriosa superba L.*) Terhadap Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby. *Jurnal Ilmiah: Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 1(2): 103-108.
- Sari, N. dan Kasiamdari, R. S. 2021. Identifikasi dan Uji Patogenisitas *Colletotrichum spp.* dari Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Kasus di Kricaan, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 26(2): 243-250.
- Sari, O. 2023. Populasi dan Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskular pada Rizosfir Tanaman Lada Monokultur dan Polikultur di Kecamatan Air Naningan Kabupaten Tanggamus. (Skrripsi.) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Soenartiningih. 2013. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskular sebagai Media Pengendalian Penyakit Busuk Pelepah pada Jagung. *Iptek Tanaman Pangan*. 8(1): 48-53.
- Sudirga, S. K. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur *Colletotrichum spp.* Isolat PCS Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai Besar (*Capsicum annum L.*) di Bali. *Jurnal Metamorfosa*. 3(1): 23-30.
- Suryani, Y., Taupiqurrahman, O. dan Kulsum, Y. 2020. *Mikologi*. PT. Freeline Cipta Granesia.
- Sutrisni, A. Uji Aktivitas Senyawa Bioaktif Kapang (*Gliocladium sp.*) Terhadap *Fusarium oxysporum, capsici* Penyebab Layu pada Tanaman Cabai Secara In-vitro. (Bachelor Thesis). Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jawa Tengah.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Koswara, J. dan Widodo. 2007. Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annum L.*) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Bul Agron*. 35(2): 112-117.

- Triarta., MW, Proborini. dan J, Hardini. 2019. Peranan FMA *Glomus* sp. dan Pupuk Anorganik terhadap Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) var. Lokal Bali. *Jurnal Mikologi Indonesia*. 3(2): 84-94.
- Trisnawati, D., Nugroho, L. P. E. dan Tondok, E. T. 2019. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih dan Metode Ekstraksinya Dalam Menghambat Penyakit Antraknosa Pada Cabai Pascapanen. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 15(6): 221-227.
- Trizayuni, R., Ardi, A. dan Warnita. 2021. Respon Pertumbuhan Semangka (*Citrullus vulgaris* L.) Terhadap Aplikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular pada Media Tanah Gambut. *Jurnal Agronida*. 7(2): 78-85.
- Vebriansyah, R. 2018. *Tingkatkan Produktivitas Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wardani, S. A. T., Yuliani dan Rahayu, Y. S. 2015. Uji Ketahanan Lima Varietas Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) terhadap Penyakit Tular Tanah (*Fusarium oxysporum* f.sp capsici). *Lentera Bio*. 4(3): 155-160.
- Wartono., Wawan., Susilowati, D. N., Sukamto. dan Kosasih, J. *Colletotrichum* spp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum*) di Ciapus, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Biologi*. 16(2): 81-90.
- Yoon, J.B. 2003. Identification of Genetic Resources, Interspecific Hybridization, and Inheritance Analysis for Breeding Pepper (*Capsicum annuum* L.) Resistant to Anthracnose. (Disertasi). Seoul National University. Seoul.
- Yusnaini, S. 2014. *Pengelolaan Hara Fosfor Secara Biologis Kunci Pertanian Berkelanjutan*. Lembaga Penelitian, Universitas Lampung.