

**IDENTIFIKASI DAN UJI PATOGENISITAS PENYEBAB
PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA CABAI
DI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

Oleh

ASTRI APITANINGRUM



**PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

IDENTIFIKASI DAN UJI PATOGENISITAS PENYEBAB
PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA CABAI
DI JAWA TENGAH

Oleh

ASTRI APITANINGRUM
NIM : 23020222120023

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi S-1 Agroekoteknologi
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Astri Apitaningrum
NIM : 23020222120023
Program Studi : S-1 Agroekoteknologi

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **Identifikasi dan Uji Patogenisitas Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai di Jawa Tengah** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu: **A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc.** dan **Prof. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik, maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, 23 Juni 2026

Penulis



Astri Apitaningrum

Mengetahui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc.

Prof. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : IDENTIFIKASI DAN UJI PATOGENISITAS
PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOSA
PADA CABAI DI JAWA TENGAH

Nama Mahasiswa : ASTRI APITANINGRUM

Nomor Induk Mahasiswa : 23020222120023

Program Studi/Departemen : S-1 AGROEKOTEKNOLOGI/PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

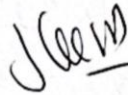
Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal15 JUN 2026.....

Pembimbing Utama



A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc.

Pembimbing Anggota



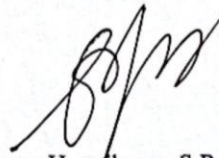
Prof. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc.

Ketua Program Studi



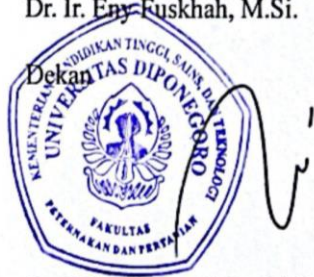
Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



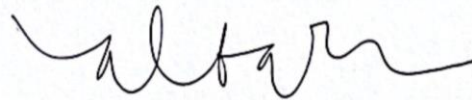
Bagus Herwibawa, S.P., M.P., Ph.D.

Dekan



Prof. Sugiharto., S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen



Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

RINGKASAN

ASTRI APITANINGRUM. 23020222120023. 2026. Identifikasi dan Uji Patogenisitas Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai di Jawa Tengah (Pembimbing: **A'ISYAH SURYA BINTANG** dan **FLORENTINA KUSMIYATI**)

Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi patogen penyebab penyakit antraknosa pada cabai dan menguji tingkat patogenisitas *C. gloeosporioides complex* dari beberapa wilayah di Jawa Tengah yaitu Bergas (AB), Gunungpati (GP), Temanggung (TMG), Wonosobo (WSB 1 dan 2), dan Banyumas (BMS 1 dan 2). Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2025 – April 2026 di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Penelitian dibagi menjadi 3 tahap yaitu eksplorasi gejala penyakit dan isolasi, identifikasi morfologi dan morfometri secara makroskopis dan mikroskopis serta molekuler, serta uji patogenisitas pada buah cabai teropong merah. Eksplorasi gejala menggunakan metode *purposive sampling* serta identifikasi morfologi dan morfometri dilakukan dengan pengamatan warna, bentuk, dan ukuran konidia. Identifikasi molekuler dilakukan menggunakan primer universal ITS 1 dan ITS 4, hasil molekuler kemudian di sequencing di PT. Genetika Science. Uji patogenisitas dilakukan dengan inokulasi patogen pada cabai teropong merah dengan percobaan monofaktor yaitu isolat AB, TMG, WSB 1, WSB 2, BMS 1, BMS 2, GP dan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Inokulasi patogen dilakukan dengan metode penempelan isolat pada buah cabai teropong merah yang diberi luka.

Hasil eksplorasi menunjukkan adanya variasi gejala pada buah cabai yaitu terdapat pustul dan cekungan (lesi) yang tidak merata. Identifikasi morfologi dan morfometri menunjukkan seluruh isolat dominan mengalami pertumbuhan yang cepat, tekstur seperti kapas, terdapat konidiomata dengan warna isolat putih keabuan, bentuk konidia gelendong dan silinder, ukuran panjang berkisar 6,56 – 10,99 μm dan ukuran panjang 1,96 – 3,72 μm . Identifikasi molekuler menggunakan primer universal menunjukkan bahwa sampel buah cabai dari Bergas, Gunungpati, Temanggung, Wonosobo, dan Banyumas adalah *C. gloeosporioides complex*. Uji patogenisitas buah cabai menunjukkan hasil pada parameter masa inkubasi yang tumbuh lebih cepat pada isolat WSB 1. Insidensi penyakit meningkat sampai 100% pada semua isolat pada 12 hari setelah inokulasi (HSI), intensitas penyakit tertinggi pada isolat WSB 2, BMS 1, dan GP sebesar 44,2%, nilai AUDPC berkisar antara 213,54 – 234,43 yang termasuk dalam kategori rentan dan laju infeksi yang menunjukkan pertumbuhan yang meningkat.

Simpulan dari penelitian ini adalah patogen penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai dari 5 wilayah yaitu *C. gloeosporioides complex* berdasarkan pengamatan morfologi, morfometri dan molekuler menggunakan primer universal dan sequencing. Uji patogenisitas menunjukkan hasil parameter intensitas penyakit dan nilai AUDPC termasuk kategori rentan.

KATA PENGANTAR

Produksi cabai di Indonesia bergantung pada keberadaan sentra produksi cabai yang tersebar di berbagai wilayah dengan karakteristik agroklimat yang berbeda. produksi cabai mengalami penurunan dimana produksi cabai rawit pada tahun 2022 sebesar 1.544.441 ton/tahun produksi pada tahun 2023 sebesar 1.506.762 ton/tahun. Salah satu penyebab penurunan produksi cabai adalah penyakit antraknosa. Kehilangan hasil akibat penyakit ini mencapai 90%. Patogen penyebab penyakit antraknosa pada cabai adalah *C. gloeosporioides complex*.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Identifikasi dan Uji Patogenisitas Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai di Jawa Tengah" yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pertanian, Universitas Diponegoro. Penyusunan skripsi ini didukung oleh seluruh pihak yang membantu penulis, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yaitu:

1. A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc. selaku pembimbing anggota yang telah dengan tulus memberikan arahan, masukan, dan bimbingan kepada penulis sejak awal penyusunan proposal, penelitian dan sampai tahap akhir penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian beserta jajarannya, Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P.,

Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian, Dr. Ir. Eny Fuskhah., M.Si. selaku Ketua Program Studi S-1 Agroekoteknologi beserta jajarannya di Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro yang telah memberikan perizinan dan arahan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.

3. Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si., selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, bimbingan akademik, serta evaluasi perkembangan selama masa studi di Program Studi S-1 Agroekoteknologi.
4. Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si., Prof. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc., Prof. Ir. Didik Wisnu Widjajanto, M.Sc.Res., Ph.D., Dr. Ir. Susilo Budiyanto, M.Si., Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si., Ir. Karno, M.Appl.Sc. Ph.D., Rosyida, S.P., M.Sc., A'isyah Surya Bintang, S.P., M.Sc., Bagus Herwibawa, S.P., M.P., Ph.D., Muhammad Ghazi Agam Sas., S.P., M.Si., Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc., Muhammad Iqbal Fauzan, S.P., M.Si., Seprial Arafat, S.P., M.P., Albertus Fajar Irawan, S.P., M.Agr., Ph.D., Anasrullah, S.P., M.S., Chaieydhha Noer Afiefah, S.P., M.Sc., Nani Kitti Sihalo, S.P., M.P., Dr. Dian Safitri, S.P., M.Si., Prof. Dr. Ir. Endang Dwi Purbajanti, M.S., (Purna Tugas), Dr. Ir. Sutarno, M.S., (Purna Tugas), Budi Adi Kristanto, M.S., (Purna Tugas) dan (Alm) Prof. Dr. Ir. Sumarsono., M.S. selaku dosen pada Program Studi S-1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro atas segala bimbingan, ilmu, pengalaman, dan motivasi kepada penulis selama masa studi.

5. Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc. selaku Koordinator Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, serta Muhammad Iqbal Fauzan, S.P., M.Si. selaku Koordinator Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman atas bimbingan dan perizinan laboratorium untuk penelitian.
6. Sri Bima Arya Teja, A.Md. selaku Tenaga Kependidikan, Ahmad Baroha, S.Pt. selaku Pranata Laboratorium, dan Iskandar, A.Md. selaku Teknisi Laboratorium Program Studi S-1 Agroekoteknologi, serta seluruh staff administrasi dan pegawai di lingkungan kampus atas segala bantuan dan saran selama masa studi.
7. Kedua orang tua penulis tersayang, Bapak Dirun dan Ibu Katinah. Terima kasih dengan tulus penulis ucapkan atas segala pengorbanan dan ketulusan yang diberikan. Meskipun bapak dan mamah tidak sempat merasakan bangku perkuliahan, tetapi beliau telah mengantarkan penulis menjadi sarjana pertama di keluarga. Terima kasih senantiasa memberikan yang terbaik, selalu mendoakan, mengusahakan, dan memberikan dukungan baik secara moral dan finansial, serta memprioritaskan pendidikan. Semoga dengan adanya skripsi ini dapat membuat bapak dan mamah lebih bangga karena telah berhasil menjadikan anak bungsunya menyandang gelar sarjana seperti yang diharapkan.
8. Kedua kaka penulis, Dodi Dika Iskandar dan Diki Setiono. Terima kasih selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi, bantuan, doa, dan semangat dari awal kuliah sampai penyusunan skripsi ini selesai.

9. Teman kos yang menjadi sahabat dan saudara kandung di perantauan, Ariefani Tri Kurniati. Terima kasih atas segala perhatian, dukungan, bantuan, dan selalu kebersamai penulis selama menjalani kuliah, organisasi hingga menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih sudah menjadi teman, sahabat, saudara kandung, dan tempat berbagi cerita, keluh kesah, dan semangat ditengah berbagai kesulitan yang penulis hadapi. Sekali lagi, terima kasih sudah menjadi 911 penulis di perantauan.
10. Teman awal pengalaman kepanitiaan, Mamdhoka dan Yuvian Ibrahim Shidqi. Terima kasih sudah menjadi teman di pengalaman kepanitiaan sejak semester 1 dan kebersamai penulis sampai skripsi ini selesai.
11. Fatimatuzzahratul Ghifari, Arimbi Wiranita, Renita Dwi Anindita, dan Alifatul Husna Nuril Faza yang menjadi teman penulis dari awal masa perkuliahan. Terima kasih atas segala motivasi, dukungan, canda, tawa, sedih, dan diskusi larut malam yang menjadi bagian dari perjuangan yang tidak terasa sendiri, kalian bukan hanya sekedar teman tetapi bagian dari perjalanan penulis yang akan selalu hidup dalam ingatan penulis.
12. Fatimatuzzahratul Ghifari, Hanum Nur Hamadah, dan Cahayali Loyalita selaku teman seperjuangan penelitian. Terima kasih atas segala motivasi, dukungan, dan selalu kebersamai penulis selama masa penelitian sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.
13. Kak Alitia Nuranisa, selaku kaka tingkat dan teman pertama di organisasi. Terima kasih telah kebersamai penulis selama perkuliahan dan organisasi atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan.

14. Senat Mahasiswa Fakultas Peternakan dan Pertanian. Terima kasih telah menjadi rumah kedua penulis selama menjalani masa perkuliahan. Terima kasih atas segala pengalaman, kebersamaan, dan kesempatan penulis untuk terus tumbuh dan berkembang. Penulis banyak belajar mengenai tanggung jawab, kepemimpinan, dan Kerjasama dan akan menjadi kenangan berharga bagi penulis dan akan selalu abadi.

15. Terima kasih kepada seluruh teman-teman Agroekoteknologi Angkatan 2022 dan seluruh pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi.

16. Terakhir, kepada perempuan sederhana yang memiliki mimpi dan harapan yang besar, Astri Apitaningrum. Terima kasih sudah selalu kuat, bekerja keras, dan bertahan sejauh ini. Terima kasih selalu berani melawan rasa takut dan kekhawatiran setiap harinya, kepada jiwa, mental, dan raga yang terus melangkah untuk menyelesaikan apa yang seharusnya diselesaikan. Terima kasih sudah mau terbentur, terbentur, sampai terbentuk.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan oleh penulis. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Demikian penulis sampaikan terima kasih atas perhatian dari berbagai pihak.

Semarang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ILUSTRASI.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3. Hipotesis Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanaman Cabai	5
2.2. Penyakit Antraknosa pada Cabai	8
2.3. Jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	10
2.4. Identifikasi <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	11
BAB III MATERI DAN METODE	17
1.1. Materi Penelitian	17
1.2. Metode Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Eksplorasi Gejala Antraknosa.....	30
4.2. Identifikasi Morfologi dan Morfometri <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	31
4.3. Identifikasi Molekuler <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	39

4.4. Uji Patogenisitas <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i> ...	44
4.4.1. Masa Inkubasi.....	44
4.4.2. Insidensi Penyakit.....	45
4.4.3. Intensitas Penyakit.....	47
4.4.4. Bobot Awal Buah Cabai.....	48
4.4.5. Bobot Akhir Buah Cabai.....	50
4.4.6. Laju Infeksi (r).....	51
4.4.7. Nilai <i>Area Under the Disease Progress Curve</i> (AUDPC)	52
 BAB V SIMPULAN DAN SARAN	 55
5.1. Simpulan.....	55
5.2. Saran	55
 DAFTAR PUSTAKA	 56
 LAMPIRAN.....	 62
 RIWAYAT HIDUP.....	 110

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Identifikasi molekuler jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	14
2.	Informasi Isolat <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i> dari Tanaman Cabai	19
3.	Primer Universal Identifikasi Isolat <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	23
4.	Nilai Skor Kategori Intensitas Penyakit	26
5.	Kategori Ketahanan Buah Cabai Penyakit Antraknosa Berdasarkan Nilai AUDPC	29
6.	Identifikasi Morfologi secara Makroskopis Isolat <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	32
7.	Identifikasi Morfologi secara Mikroskopis Isolat <i>Colletotrichum Gloeosporioides complex</i>	36
8.	Hasil Analisis Sekuens Menggunakan Program BLAST	41
9.	Masa Inkubasi Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai dengan Sumber Inokulum yang Berbeda	44
10.	Insidensi Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai dengan Sumber Inokulum yang Berbeda	45
11.	Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai dengan Sumber Inokulum yang Berbeda	47
12.	Bobot Awal Buah Cabai.....	49
13.	Bobot Akhir Buah Cabai.....	50
14.	Laju Infeksi (r) Antraknosa pada Buah Cabai dari Sumber Inokulum yang Berbeda.....	51
15.	Kategori Ketahanan Buah Cabai dari Sumber Inokulum yang Berbeda Berdasarkan Nilai AUDPC	53

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Gejala Penyakit Antraknosa pada Cabai.....	9
2. Identifikasi Morfologi Jamur <i>Colletotrichum Gloeosporioides complex</i>	12
3. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	17
4. Peta Persebaran Tanaman Cabai di Jawa Tengah	18
5. Eksplorasi Gejala Antraknosa.....	18
6. Pengamatan Morfologi dan Morfometri.....	21
7. Diagram Alir Identifikasi Molekuler Patogen Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai.....	22
8. Hasil Inokulasi pada Buah Cabai.....	24
9. Deskripsi Gejala pada Cabai.....	27
10. Hasil Eksplorasi Sampel Buah Cabai yang Terserang Antraknosa.....	30
11. Identifikasi Makroskopis <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	34
12. Identifikasi Konidiomata <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	35
13. Identifikasi Bentuk Konidia <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	37
14. Identifikasi Apresoris <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i>	38
15. Dendogram dari Isolat <i>Colletotrichum gloeosporioides complex</i> Berdasarkan Karakteristik Morfologi Menggunakan UPGMA.....	39
16. Visualisasi Pita DNA Hasil Amplifikasi pada Gel Agarose 1% dengan Menggunakan Primer ITS 1 dan ITS 4.....	40

17. Pohon Filogeni Isolat <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> <i>complex</i>	42
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Layout Percobaan pada Tahap Inokulasi Patogen	62
2.	Pengukuran Suhu dan Kelembaban	63
3.	Pengolahan Data Insidensi Penyakit.....	64
4.	Pengolahan Data Intensitas Penyakit.....	79
5.	Pengolahan Data Laju Infeksi Penyakit.....	94
6.	Pengolahan Data Nilai <i>Area Under the Disease Progress Curve</i> (AUDPC).....	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Produksi cabai di Indonesia bergantung pada keberadaan sentra produksi cabai yang tersebar di berbagai wilayah dengan karakteristik agroklimat yang berbeda. Kontribusi produksi cabai di Indonesia lebih didominasi oleh provinsi-provinsi di Jawa. Pada tahun 2018–2022 produksi cabai di Jawa mencapai 56,20% dari total produksi cabai di Indonesia, sedangkan luar Jawa sebesar 43,80%. Data Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan bahwa Jawa Tengah menjadi sentra produksi cabai rawit terbesar kedua yaitu sebesar 12,19% (174,24 ribu ton), dengan Jawa Timur sebagai sentra produksi cabai rawit terbesar pertama yaitu sebesar 40,56% (580,00 ribu ton) dan Jawa Barat sebagai sentra produksi cabai rawit terbesar ketiga yaitu sebesar 9,47% (135,45 ribu ton).

Cabai merupakan komoditas unggulan yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan juga berlimpah hasil produksinya, tetapi selalu terjadi fluktuasi harga pada cabai. Cabai yang menjadi penyangga ekonomi Indonesia karena memberikan peluang dalam eksportnya cukup besar, tetapi ketersediaannya yang sedikit (Yudha dan Vanessa, 2022). Data Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan bahwa produksi cabai mengalami penurunan dimana produksi cabai rawit pada tahun 2022 sebesar 1.544.441 ton/tahun produksi pada tahun 2023 sebesar 1.506.762 ton/tahun. Salah satu penyebab penurunan produksi cabai adalah penyakit antraknosa. Kehilangan hasil akibat penyakit ini mencapai 90%.

Patogen penyebab penyakit antraknosa pada cabai adalah *C. gloeosporioides complex*. Gejala penyakit pada buah cabai umumnya ditunjukkan oleh bintik-bintik cekung melingkar

menyerupai cincin konsentris berwarna coklat kemerahan, dengan inti coklat muda dan tepi coklat tua hingga kehitaman. Bintik-bintik ini memiliki diameter sekitar 2 – 8 mm, massa spora jamur berwarna putih, merah muda, atau oranye hingga hitam dan terbentuk dari konsentris cincin pada permukaan jaringan yang terluka (Sutomo *et al.*, 2022). Area tanaman cabai yang telah terkena penyakit antraknosa sering menunjukkan kelembaban dan menghasilkan massa konidia berwarna merah muda hingga jingga.

Penyakit antraknosa disebabkan oleh *Colletotrichum species* yang menyebabkan penyakit serius yang menyerang lebih dari 30 tanaman, salah satunya yaitu cabai. *Colletotrichum species* memiliki beberapa *species-species* yang telah dilaporkan menginfeksi cabai di berbagai negara sehingga menyebabkan penurunan hasil baik dari segi kuantitas maupun kualitas cabai (Diao *et al.*, 2017). Serangan pada buah cabai karena jamur *Colletotrichum species* pada cabai menimbulkan masalah yang serius dan perlu diperhatikan karena dapat menimbulkan infeksi laten. Infeksi laten merupakan infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme salah satunya oleh jamur, yang terjadi pada proses pengangkutan dan penyimpanan buah cabai.

Keragaman *C. gloeosporioides complex* yang menyerang tanaman cabai menunjukkan kompleksitas penyakit antraknosa karena setiap spesies memiliki tingkat virulensi dan kisaran inang. *Colletotrichum gloeosporioides complex* terbagi menjadi tujuh sub spesies berdasarkan hasil penanda molekuler yang memiliki kekerabatan yang dekat yaitu *C. siamense*, *C. fructicola*, *C. capsici*, *C. gloeosporioides*, *C. truncatum*, *C. acutatum* dan *C. Scovillei* (Guevara-Suarez *et al.*, 2022). Uji patogenisitas dan virulensi dapat dilakukan dengan inokulasi sampel tanaman yang diberi luka dan tanpa diberi luka. Patogen

dapat digunakan dengan penyemprotan suspensi air atau tetesan dari konidia, atau sumbat agar dengan miselium.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1) Mengkaji isolat *C. gloeosporioides complex* dari eksplorasi berbagai daerah di Jawa Tengah dan variasi gejala pada buah cabai.
- 2) Mengkaji keragaman morfologi, morfometri, dan molekuler *C. gloeosporioides complex* penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai.
- 3) Menguji derajat virulensi *C. gloeosporioides complex* dari berbagai daerah di Jawa Tengah pada buah cabai.

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

- 1) Memperoleh informasi tentang isolat *C. gloeosporioides complex* dari eksplorasi berbagai daerah di Jawa Tengah dan variasi gejala pada buah cabai.
- 2) Memperoleh informasi tentang keragaman morfologi, morfometri dan molekuler *C. gloeosporioides complex* penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai.
- 3) Memperoleh informasi tentang isolat *C. gloeosporioides complex* dari berbagai daerah di Jawa Tengah memiliki derajat virulensi yang beragam.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian yang diuji adalah sebagai berikut:

- 1) Seluruh isolat *C. gloeosporioides complex* dari eksplorasi berbagai daerah di Jawa Tengah memiliki variasi gejala pada buah cabai.

- 2) Ada keragaman morfologi, morfometri dan molekuler yang tinggi pada patogen *C. gloeosporioides complex* penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai.
- 3) Isolat *C. gloeosporioides complex* dari berbagai daerah di Jawa Tengah memiliki derajat virulensi yang beragam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai

Cabai merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi di Indonesia dan memiliki nilai jual yang tinggi sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani. Permintaan yang tinggi terhadap komoditas cabai di Indonesia mendorong produsen untuk menyediakan cabai dalam kondisi yang baik yaitu segar dan tidak terdapat kerusakan akibat infeksi patogen atau serangan hama (Lelang *et al.*, 2019).

Morfologi tanaman cabai terdiri dari bagian akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Akar tanaman cabai memiliki bentuk perakaran tunggang dan cabang menyamping. Akar primer tanaman cabai rawit memiliki perakaran tunggang dengan Panjang 35 – 50 cm dan cabang menyamping berbentuk akar serabut dengan Panjang 35 – 45 cm (Lelang *et al.*, 2019). Batang tanaman cabai memiliki bentuk silindris dan umumnya berwarna hijau sampai hijau keunguan. Batang tanaman cabai tergolong kompak dengan memiliki bentuk silindris yang ditandai dengan bagian Tengah pohon yang memiliki diameter sama antara bagian pangkal sampai ujung yang umumnya berwarna hijau sampai hijau keunguan. Daun tanaman cabai memiliki tepi daun yang rata, ujung daunnya meruncing, daun berbentuk ovale dan berwarna hijau. Daun cabai umumnya berwarna hijau karena terdapat kandungan klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis dan

memiliki tepi daun yang rata, ujung daun meruncing, serta bentuk daun ovale (Putra, 2021).

Bunga cabai memiliki bentuk seperti terompet yang tumbuh pada ketiak daun dan memiliki mahkota bunga yang warnanya bervariasi. Bunga cabai memiliki bentuk yang mirip seperti terompet yang tumbuh pada ketiak daun dan memiliki warna mahkota bunga yang bervariasi yaitu putih, kuning, ungu tergantung pada jenis varietasnya. Buah cabai memiliki warna dan ukuran yang berbeda tergantung pada varietasnya. Buah cabai pada umumnya memiliki warna yang bervariasi seperti merah, kuning, hijau ataupun putih dengan ukuran buah sebesar 2 – 3,5 cm (Lelang *et al.*, 2019). Biji buah cabai memiliki bentuk bulat pipih yang terletak didalam buah dan memiliki warna yaitu berwarna putih. Biji buah cabai terletak di dalam buah yang memiliki bentuk bulat pipih dan berwarna putih kekuningan yang melekat pada plasenta didalam buah cabai.

Syarat tumbuh dalam budidaya tanaman cabai sangat penting untuk diperhatikan karena berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil produksi yang maksimum. Tanaman cabai dapat tumbuh pada dataran tinggi hingga dataran rendah dengan ketinggian 1 – 1 500 meter diatas permukaan laut (mdpl) dan ditanam pada tanah yang gembur, subur, cukup air dan mengandung banyak humus. Tanah yang cocok untuk budidaya cabai yaitu tanah yang memiliki tekstur agak berliat seperti lempung dengan pH 6 – 7. Suhu dan kelembaban yang sesuai untuk tanaman cabai yaitu berkisar antara 25 – 32°C dan kelembaban sebesar 60 – 80% dengan suhu optimum untuk pertumbuhan dan pembungaan berkisar antara 21 – 27°C sedangkan suhu optimum untuk penguatan berkisar antara 15,5 – 21°C

(Maharani dan Arimurti, 2018). Intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman cabai adalah sekitar 100 – 1.200 mm/tahun. Intensitas cahaya penting untuk proses pembungaan dan pematangan buah cabai optimumnya pada gelombang 400 – 700 nm (Nggiri dan Malelak, 2024).

Varietas cabai memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides complex* tergantung pada genetik tanaman. Varietas cabai sigantung, sakti, mahameru, bara dan seta super memiliki ketahanan yang tinggi dilihat dari intensitas serangan *C. gloeosporioides complex* pada saat berbuah yaitu dibawah 20% sedangkan pada varietas maruti rentan terhadap serangan *C. gloeosporioides complex* dengan intensitas serangan pada saat berbuah yaitu sebesar 43,67%. Tiap varietas memiliki tingkat ketahanan yang berbeda-beda terhadap serangan penyakit antraknosa. Perbedaan tingkat ketahanan karena masing-masing tanaman mempunyai perbedaan dalam merespon dan mempertahankan diri dari serangan penyakit (Adhni *et al.*, 2022).

2.2 Penyakit Antraknosa pada Cabai

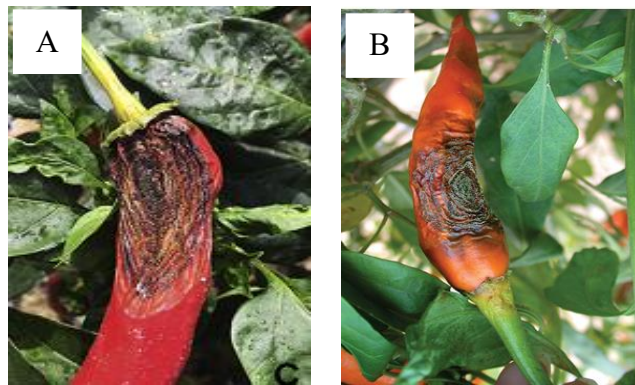
Penyakit antraknosa atau busuk buah merupakan penyakit penting dalam budidaya cabai yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides complex* yang paling luas penyebarannya dan dapat menyebabkan kerugian ekonomi. Penyakit antraknosa disebabkan oleh empat dari species jamur *C. gloeosporioides complex* yaitu *C. siamense*, *C. fructicola*, *C. capsici*, *C. gloeosporioides*, *C. truncatum*, *C. acutatum* dan *C. scovillei* yang dapat muncul secara tunggal atau sebagai complex (Guevara-Suarez *et al.*, 2022). Penyakit antraknosa yang banyak menyerang pada cabai di Indonesia lebih banyak dijumpai yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides*

dan *C. acutatum*. Keduanya secara signifikan dapat menyebabkan kehilangan hasil panen cabai yang bervariasi mulai dari 20 – 90% (De Silva *et al.*, 2019).

Penyakit antraknosa memiliki banyak kisaran inang tanaman yang luas, seperti pada tanaman hortikultura dan perkebunan. Luasnya kisaran inang penyakit antraknosa berkaitan dengan keberadaan *C. gloeosporioides complex* yang mampu beradaptasi pada berbagai jenis inang tanaman hortikultura seperti tomat, papaya, jeruk mandarin dan cabai serta pada tanaman perkebunan seperti kakao dan kopi (De Silva *et al.*, 2019). Penyakit antraknosa merugikan petani karena menyerang pada fase pra-panen maupun pasca panen sehingga buah cabai yang rusak akibat penyakit antraknosa berpengaruh terhadap kualitas dan penyusutan kuantitas maupun mutu hasil produksi. Munculnya penyakit antraknosa pada pascapanen buah cabai disebabkan oleh adanya periode laten dari jamur *C. gloeosporioides complex*. Periode laten merupakan waktu yang terjadi pada saat patogen sudah ada dalam jaringan buah cabai dalam keadaan baru berkembang dan menginfeksi setelah buah dipanen (Hassan *et al.*, 2018).

Bagian tanaman cabai yang umumnya diserang oleh jamur *C. gloeosporioides complex* adalah pada bagian buahnya yang terdapat bercak coklat, terdapat sekelompok seta dan konidia jamur. Infeksi yang menyerang pada bagian buah cabai memiliki tanda pada bagian permukaan dan tepi buah terdapat bercak berwarna coklat kehitaman yang kemudian meluas menjadi busuk lunak, membesar dan memanjang, serta terdapat titik-titik hitam yang terdiri dari sekelompok seta dan konidia jamur (Pardo-De la Hoz *et al.*, 2016). Efek dari penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides complex* yang lebih parah akan

menyebabkan buah menjadi berkerut, kering serta membusuk. Proses penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides complex* dimulai dari permukaan kulit buah cabai dan konidia dari jamur akan berkecambah. Perkecambahan akan melakukan penetrasi terhadap lapisan epidermis pada kulit buah cabai yang kemudian membentuk jaringan hifa. (De Silva *et al.*, 2017).



Ilustrasi 1. Gejala Penyakit Antraknosa pada Cabai (A) Cabai Besar dan (B) Cabai Rawit (Mongkolporn dan Taylor, 2018).

Gejala tanaman cabai besar dan cabai rawit merah yang terkena *C. gloeosporioides complex* yaitu menimbulkan bercak lebih besar dan lebih gelap dengan massa spora berwarna orange dan cenderung membentuk bercak lebih kecil dan lonjong dengan massa spora berwarna merah muda. Tanda tanaman cabai terkena penyakit antraknosa yaitu terdapat bintik-bintik gelap dan terdapat jaringan nekrotik yang cekung (Mongkolporn dan Taylor, 2018). Gejala penyakit antraknosa pada cabai dapat dilihat pada Ilustrasi 1.

2.3. Jamur *Colletotrichum gloeosporioides complex*

Colletotrichum gloeosporioides complex merupakan kelompok taksonomi jamur yang lebih luas dari sekadar satu spesies tunggal *C. gloeosporioides*. Istilah *complex* dipakai karena banyaknya variasi genetik dan biologi di dalam kelompok

ini yang tidak dapat dibedakan secara jelas hanya berdasarkan morfologi (Liu *et al.*, 2016). *Colletotrichum gloeosporioides complex* merupakan *Colletotrichum species* jamur patogen tanaman yang paling penting karena menyebabkan penyakit pada banyak tanaman pertanian di seluruh dunia. *Colletotrichum gloeosporioides complex* merupakan kelompok yang termasuk jamur patogen tanaman paling penting karena mampu menyebabkan penyakit pada berbagai komoditas pertanian di seluruh dunia, terutama penyakit antraknosa yang menimbulkan kerugian ekonomi signifikan pada tanaman hortikultura dan perkebunan (De Silva *et al.*, 2017).

Colletotrichum gloeosporioides complex merupakan patogen yang memiliki kisaran inang yang sangat luas dan mampu menyerang berbagai jenis tanaman hortikultura. *Colletotrichum gloeosporioides complex* memiliki banyak inang sebagai tempat pertumbuhannya, diantaranya pada tanaman buah seperti cabai, mangga, alpukat, papaya, pisang, dan apel (Talhinhas *et al.*, 2021). Antraknosa merupakan penyakit utama yang membatasi produksi mangga khususnya di wilayah budidaya dengan kelembaban tinggi sebelum musim panen.

Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides complex* adalah pH yang berfungsi sebagai pengatur dalam metabolisme dan sistem enzimnya. pH optimum yang digunakan untuk pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides complex* yaitu sebesar pH 5 (Prihatiningsih *et al.*, 2020). Faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides complex* adalah suhu dan kelembaban. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides complex* yaitu sebesar 24 – 30°C dan

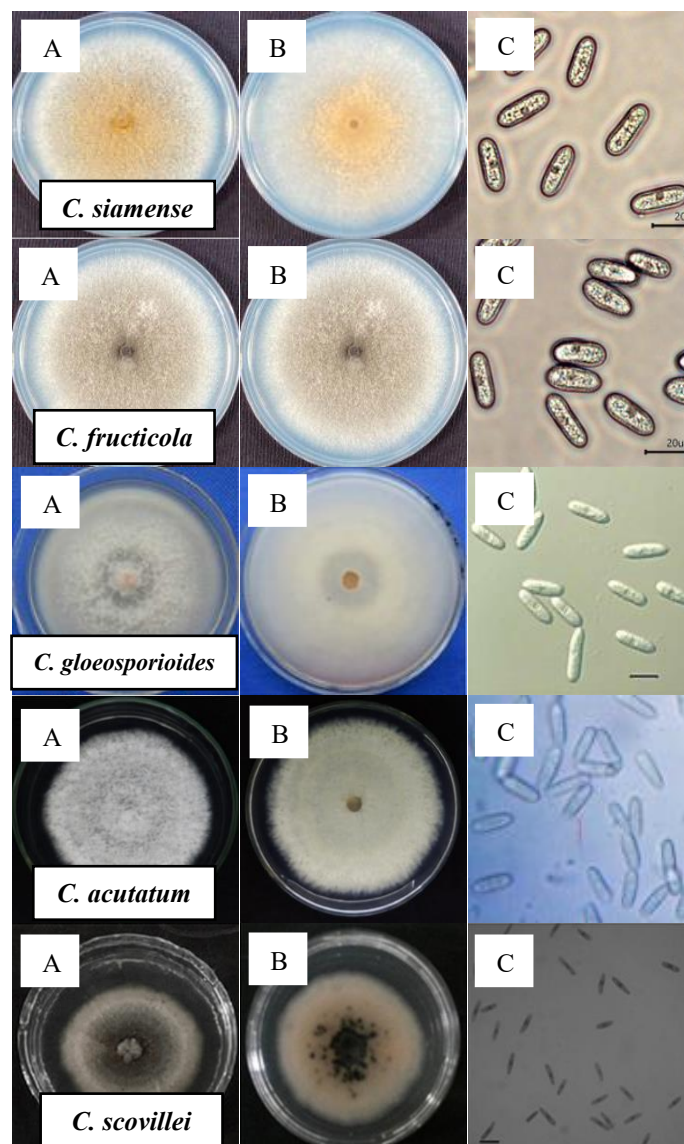
kelembaban optimum yaitu sebesar 80 – 92%. Lahan yang memiliki drainase baik apabila pada musim kemarau dapat menurunkan penyebaran jamur *C. gloeosporioides complex* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai.

2.4. Identifikasi *Colletotrichum gloeosporioides complex*

Identifikasi jamur *C. gloeosporioides complex* dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu identifikasi secara morfologi dan molekuler. Identifikasi morfologi dilakukan dengan mengamati secara makroskopis dan mikroskopis yaitu warna koloni, bentuk, ukuran konidia, dan penampakan apresorium pada umur tujuh hari setelah di inkubasi. Apresorium diproduksi dengan teknik kultur slide, dengan meletakkan spora pada media PDA di slide kultur dan ditutup dengan kaca penutup. Apresorium yang dibuat kemudian diamati di bawah mikroskop (Sutomo *et al.*, 2022). Identifikasi molekuler merupakan pendekatan yang sangat penting dalam kajian taksonomi dan diagnosis patogen tanaman, khususnya pada kelompok jamur yang memiliki kemiripan morfologi tinggi seperti *C. gloeosporioides complex*. Identifikasi molekuler dilakukan menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dengan primer spesifik yang dapat digunakan yaitu Internal Transcribed Spacer (ITS).

Tingkat kerusakan yang disebabkan oleh patogen tanaman dapat dilihat berdasarkan hasil uji patogenisitas dan virulensi. Uji patogenisitas merupakan kemampuan jamur untuk menghasilkan penyakit atau menyebabkan kerusakan pada inang dan virulensi sebagai ukuran kuantitatif patogenisitas, dan pada inang yang rentan tanpa spesifikasi (Guevara-Suarez *et al.*, 2022). Koloni jamur *C.*

gloeosporioides complex memiliki ciri khas yaitu membentuk pola konsentris dan setae pada aservulus dengan hifa bersekat. Konidium jamur *Colletotrichum* spp. memiliki bentuk silindris dengan kedua ujung membulat dan dengan ukuran rata-rata yaitu $12 - 16 \times 4 - 6 \mu\text{m}$, terdapat juga bentuk konidium dengan kedua ujung runcing seperti bulan sabit (Amrullah *et al.*, 2023). Identifikasi morfologi jamur *C. gloeosporioides complex* dapat dilihat pada Ilustrasi 2.

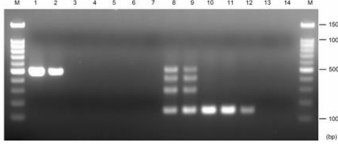


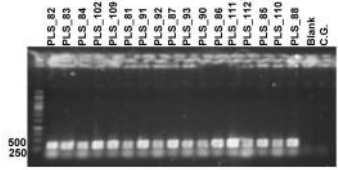
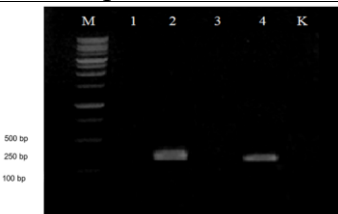


Ilustrasi 2. Identifikasi morfologi jamur *Colletotrichum gloeosporioides complex*. (A) Makroskopis bagian atas, (B) Makroskopis bagian bawah, (C) Mikrokonidia.

Identifikasi morfologi koloni jamur *C. gloeosporioides complex* yaitu tumbuh konsentris dengan warna bagian atas yaitu berwarna putih kusam, orange, abu-abu dan kehitaman. Koloni yang sudah tumbuh akan menghasilkan berwarna putih kusam, orange, abu-abu dan kehitaman bertekstur *cottony* terdapat sekumpulan massa konidium (Benatar *et al.*, 2023). Identifikasi molekuler dilakukan untuk memastikan spesies patogen penyebab penyakit antraknosa pada cabai dengan lebih tepat dibandingkan identifikasi morfologi. Penggunaan primer khusus dapat mengidentifikasi spesies tertentu berdasarkan ukuran pita DNA yang dihasilkan melalui amplifikasi serta kecocokan sekuens target yang digunakan dalam proses PCR (Hassan *et al.*, 2018).

Kemunculan pita DNA dengan ukuran yang sesuai menunjukkan bahwa primer yang diterapkan dapat mengidentifikasi wilayah genetik tertentu dari setiap spesies, sehingga bisa dimanfaatkan sebagai indikator dalam identifikasi molekuler. Pendekatan multilokus dilakukan karena satu gen saja sering kali belum cukup untuk memisahkan spesies dalam kompleks tersebut secara jelas, sehingga identifikasi molekuler yang akurat, informasi mengenai keragaman genetik, hubungan filogenetik, serta tingkat patogenesis jamur dapat diperoleh, yang selanjutnya menjadi dasar penting dalam pengendalian penyakit tanaman secara tepat dan berkelanjutan. Identifikasi molekuler jamur *C. gloeosporioides complex* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi molekuler jamur *Colletotrichum gloeosporioides complex*

DNA Amplifikasi	Primer Spesifik	Sequence	Referensi
Primer spesifik <i>C. siamense</i>			
	Kol sarang-2F dan kol sarang-2R	5' CTCCCAACCGGAT AATCTGC -3 dan 5' ACCGACCGGAACAT AGATCACA -3'	Chung <i>et al.</i> , 2022
151 bp			
Primer spesifik <i>C. fructicola</i>			
	ITS1F dan ITS4R	5' TCCGTAGGTGAAC CTGCGG dan 5' TCCTCCGCTTATT GATATGC	Ma <i>et al.</i> , 2025
240 bp			
Primer spesifik <i>C. gloeosporioides</i>			
	CgIntF dan ITS4R	5'-GGCCTCCCGCCT CCGGGCGG-3 dan 5'-TCCTCCGCTTATTG ATATGC-3'	Syafitri <i>et al.</i> , 2023
480 bp			
Primer spesifik <i>C. acutatum</i>			
	TBCAF dan TB5R	5'-CGGAGGCCTGGTT GGGTGAG-3' dan 5'-GGTAACCAGATTGG TGCTGCCTT-3'	Kolainis, <i>et al.</i> , 2020
300 bp			
Primer spesifik <i>C. scovillei</i>			
	ChEC3F dan ChEC3R	5' CCTCCTTCTCGCT CTTCCCT-3' dan 5' GTGTGCTATATTC CACGCCCA-3'	Sutomo <i>et al.</i> , 2022
250 bp			

Identifikasi molekuler dilakukan dengan pendekatan molekuler yang digunakan untuk meningkatkan ketepatan identifikasi melalui analisis sekuens DNA, sehingga mampu membedakan spesies yang secara morfologi sulit dibedakan. Identifikasi molekuler umumnya dilakukan dengan menganalisis menggunakan beberapa penanda genetik yaitu Internal Transcribed Spacer (ITS), gen β -tubulin (TUB2), dan glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH), (Syafitri *et al.*, 2023).

Identifikasi molekuler memberikan hasil yang lebih konsisten karena analisis dilakukan berdasarkan informasi genetik yang bersifat stabil. Metode tersebut mampu meningkatkan ketepatan identifikasi spesies, terutama pada patogen yang memiliki karakter morfologi yang mirip. Identifikasi molekuler banyak dimanfaatkan dalam penelitian taksonomi dan identifikasi patogen tanaman. Analisis sekuens DNA menghasilkan informasi genetik yang lebih objektif dibandingkan karakter morfologi yang dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan maupun kondisi pertumbuhan isolat.

BAB III

MATERI DAN METODE

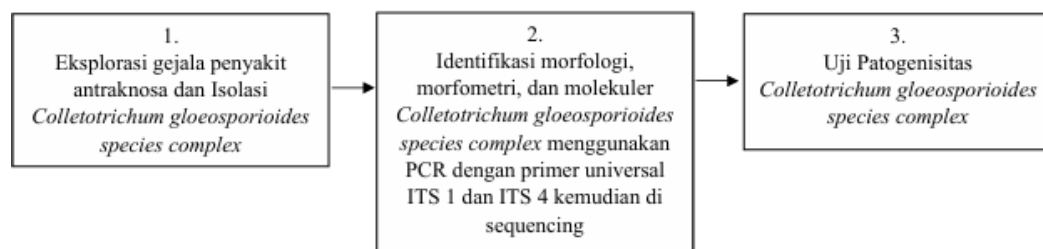
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2025 - Maret 2026 dengan melakukan kegiatan eksplorasi buah cabai yang terserang penyakit antraknosa di beberapa Wilayah di Jawa Tengah yaitu Bergas, Gunungpati, Temanggung, Wonosobo, dan Banyumas. Identifikasi patogen penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah.

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian yang akan digunakan pada penelitian meliputi alat dan bahan. Alat yang digunakan terdiri dari mikroskop, mikropipet, autoklaf, *laminar air flow*, *hot plat stirrer*, mikropipet tip, *PCR tube*, kaca preparate, *cover glass* (penutup kaca preparate), mesin elektroforesis, vortex, mesin PCR, sistem dokumentasi gel, *cooling gel*, *cooling box*, plastik klip, tabung erlenmeyer, pipet tetes, pinset, jarum ose, bunsen, cawan petri, *tube*, *microwave*, timbangan analitik, sarung tangan *latex*, aluminium foil, plastik wrap, kertas tisu, pisau steril, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan terdiri dari sampel buah cabai yang terkena penyakit antraknosa (*C. gloeosporioide complex*), buah cabai teropong besar segar, primer universal *C. gloeosporioides complex* menggunakan ITS 1 dan ITS 4, *aquades*, *buffer*, alkohol 70%, spirtus, NaOCl 0,5%, asam laktat, bahan *Potato Dextrose Agar* (PDA), *metylene blue*, *PCR master mix*, Kit Thermo Scientific, Nuclease-free water, *acetone*, larutan TBE, dan pewarna *florosafe*.

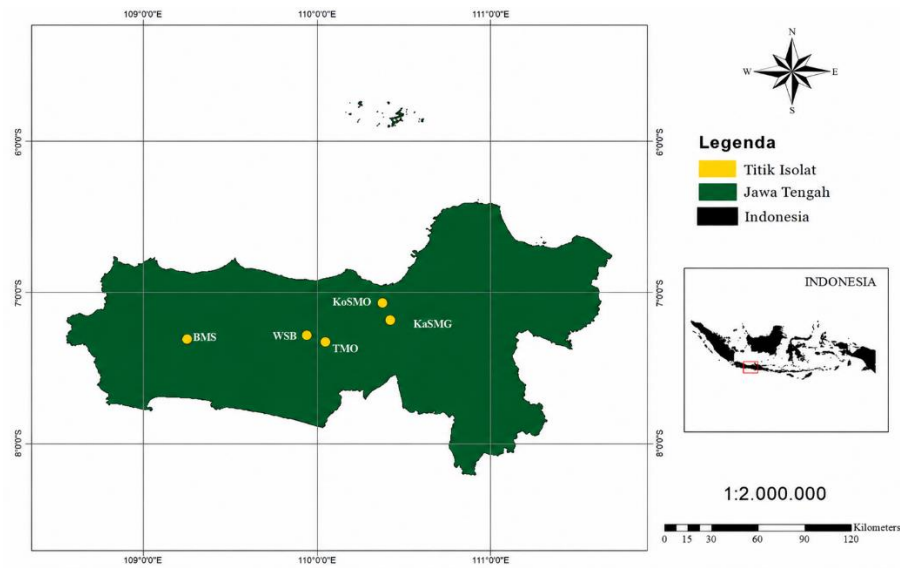
3.2 Metode Penelitian

Prosedur Penelitian. Penelitian akan dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu eksplorasi gejala penyakit antraknosa, isolasi *C. gloeosporioides complex*, identifikasi morfologi *C. gloeosporioides complex*, identifikasi molekuler *C. gloeosporioides complex*, dan uji patogenisitas. Alur prosedur penelitian dapat dilihat pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Eksplorasi gejala penyakit antraknosa. Eksplorasi gejala penyakit antraknosa pada buah cabai dilakukan dengan pencarian buah cabai yang bergejala di 5 wilayah yang berbeda di Jawa Tengah yaitu Kota Semarang di Kecamatan Gunungpati, Kabupaten Semarang di Kecamatan Bergas, Temanggung di Kecamatan Kledung, Wonosobo di Kecamatan Garung, dan Banyumas di Kecamatan Sumbang. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu dengan menganalisis tingkat insidensi penyakit antraknosa yang menyerang pada buah cabai rawit dan cabai merah besar. Peta Wilayah eksplorasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Peta Persebaran Tanaman Cabai di Jawa Tengah. (KoSMG): Kota Semarang, (KaSMG): Kabupaten Semarang, (TMG): Temanggung, (WSB): Wonosobo, (BMS): Banyumas.

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* dengan mengambil buah cabai yang bergejala yaitu ada cekungan dan pustul secara acak yang kemudian diisolasi (Luis *et al.*, 2025). Eksplorasi dilakukan dengan pengambilan bagian tanaman secara acak dengan buah cabai yang bergejala sebanyak 5 – 10 sampel buah untuk menghindari adanya data yang bias kemudian dimasukkan ke dalam plastik klip dan disimpan pada *cooling bag* agar sampel tidak cepat busuk. Eksplorasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Ilustrasi 5.



Ilustrasi 5. Eksplorasi Gejala Antraknosa. (A) Dokumentasi pengambilan buah cabai di lahan dan (B) Dokumentasi bagian buah cabai yang bergejala.

Isolasi *Colletotrichum gloeosporioides complex*. Isolasi *Colletotrichum gloeosporioides complex* dilakukan dengan memotong bagian buah cabai yang terinfeksi dengan ukuran kurang lebih 1 cm menggunakan pisau steril di dalam *laminar air flow* (LAF). Potongan sampel buah cabai sebelum dipotong disterilkan dengan disemprot menggunakan alkohol 90% dan dikeringkan diatas kertas tisu steril untuk meminimalisir adanya kontaminasi. Isolasi sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *direct planting* untuk mengisolasi *C. gloeosporioides complex* yaitu dengan meletakkan potongan sampel menggunakan pinset steril ke dalam cawan petri yang berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA) ditambah asam laktat, kemudian diberi label dan diinkubasi pada suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) selama 14 hari (Ida *et al.*, 2024). Hasil isolasi yaitu berupa isolat yang diambil dari beberapa daerah di Jawa Tengah yaitu Bergas, Temanggung, Wonosobo, dan Banyumas. Hasil Informasi Isolat *C. gloeosporioides complex* dapat dilihat pada Tabel 2.

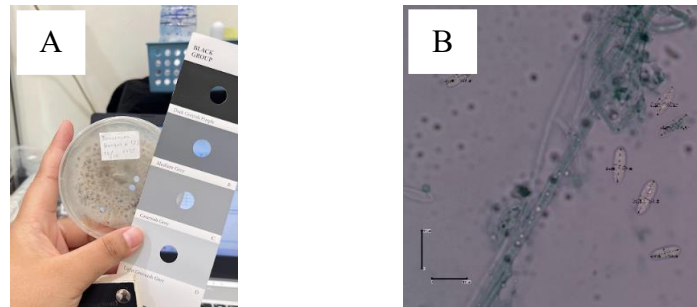
Tabel 2. Informasi Isolat *Colletotrichum gloeosporioides complex* dari Tanaman Cabai.

Daerah	Isolat	Lokasi	Ketinggian (mdpl)	Spesies Cabai	Organ
Bergas	AB	Desa Sruwen, Bergas Kidul, Kec. Bergas.	600	<i>C. frutescens</i>	Buah
Temanggung	TMG	Desa Tlahap, Kec. Kledung.	1.800	<i>C. frutescens</i>	Buah
Wonosobo	WSB 1	Desa Maron, Kec. Garung.	1.300	<i>C. frutescens</i>	Buah
	WSB 2	Desa Maron, Kec. Garung.	1.300	<i>C. frutescens</i>	Buah
Banyumas	BMS 1	Desa Kebanggan, Kec. Sumbang.	600	<i>C. frutescens</i>	Buah
	BMS 2	Desa Kebanggan, Kec. Sumbang.	600	<i>C. frutescens</i>	Buah
Gunungpati	GP	Desa Kandri, Kec. Gunungpati.	259	<i>C. frutescens</i>	Buah

Identifikasi Morfologi dan Morfometri *Colletotrichum gloeosporioides complex*. Identifikasi morfologi *C. gloeosporioides complex* dilakukan dengan mengamati morfologinya secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan mengamati isolat *C. gloeosporioides complex* yang sudah ditumbuhkan pada media PDA yang sudah diinkubasi selama 14 hari, dengan mengamati dari karakteristiknya yaitu warna isolat, tekstur isolat, dan bentuk isolat. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan mengambil spora dari isolat *C. gloeosporioides complex* kemudian letakkan pada kaca preparate kemudian ditutup dengan menggunakan *cover glass* untuk diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan karakteristik yang diamati yaitu jumlah bentuk konidia, ukuran konidia, dan bentuk apresoria.

Pengamatan makroskopis pada tingkat pertumbuhan dilakukan dengan mengukur diameter pertumbuhan jamur menggunakan jangka sorong. Tingkat pertumbuhan tercepat terdapat pada isolat WSB 1 sebesar 70,2 mm dan terlambat pada isolat BMS 2 sebesar 55,9 mm. Tekstur isolat dapat dilihat berdasarkan bentuk miselium yang tumbuh pada permukaan PDA. Tekstur isolat pada 7 sampel isolat didominasi oleh tekstur koloni seperti kapas. Warna isolat dilakukan menggunakan RHS Colour pada bagian atas dan bawah isolat. Permukaan atas warna koloni didominasi oleh abu-abu kekuningan hingga putih dan pada permukaan bawah didominasi oleh warna kuning dan hijau zaitun, dengan beberapa isolat memperlihatkan bercak hitam. Pengamatan mikroskopis pada ukuran konidia dilakukan dengan menggunakan *image raster*. Pengukuran dilakukan dengan

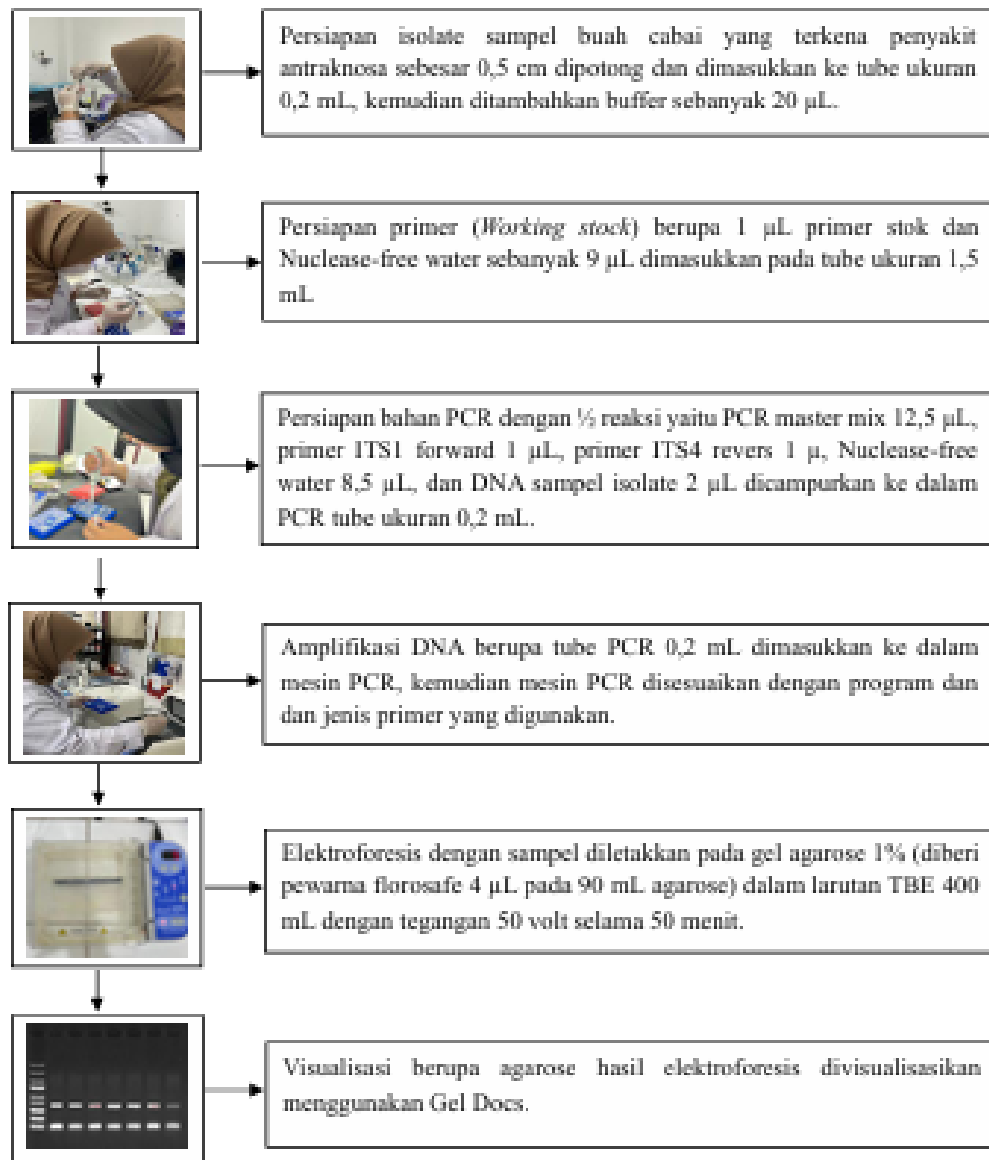
mengukur panjang dan lebar konidia. Konidiomata dan apresoria dapat dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100×10 .



Ilustrasi 6. Pengamatan Morfologi dan Morfometri. (A) Pengamatan warna isolat menggunakan RHS Colour dan (B) Pengukuran konidia menggunakan mikroskop optilab, dibantu aplikasi *image raster*

Pengamatan makroskopis dilakukan dengan pengamatan warna isolat menggunakan RHS Colour. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan pengukuran konidia yang diolah menggunakan aplikasi *image raster* yang sudah dikalibrasi untuk mengetahui ukuran konidia. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada Ilustrasi 6.

Identifikasi Molekuler *Colletotrichum gloeosporioides complex*. Identifikasi molekuler *C. gloeosporioides complex* dilakukan dengan menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) menggunakan Kit Thermo Scientific. Beberapa tahapan dalam identifikasi *C. gloeosporioides complex* secara molekuler yaitu tahap persiapan sampel dan primer, tahap persiapan bahan PCR, amplifikasi DNA, elektroforesis, dan visualisasi. Tahapan identifikasi molekuler dari patogen penyebab penyakit antaknosa pada tanaman cabai dapat dilihat pada Ilustrasi 7.



Ilustrasi 7. Diagram Alir Identifikasi Molekuler Patogen Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai

Produk PCR dikirim ke PT Genetika Science untuk *sequencing*. Analisis homologi dilakukan dengan membandingkan sekuens isolat dengan database GenBank menggunakan *Basic Local Alignment Search Tool for Nucleotide* (BLASTn) dan analisis filogeni menggunakan program MEGA11 (Wartono *et al.*, 2024). Sampel hasil PCR

dielektroforesis pada gel agarose 1% untuk penggunaan PCR yang sudah diberi pewarna *florosafe* di dalam larutan TBE (Tris-borat-EDTA) dengan tegangan listrik selama 50 menit pada tegangan 50 volt. Visualisasi hasil pita DNA dengan penggunaan Gel Docs.

Primer yang digunakan untuk identifikasi molekuler patogen penyebab penyakit antraknosa pada cabai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Primer Universal Identifikasi Isolat *Colletotrichum gloeosporioides complex*

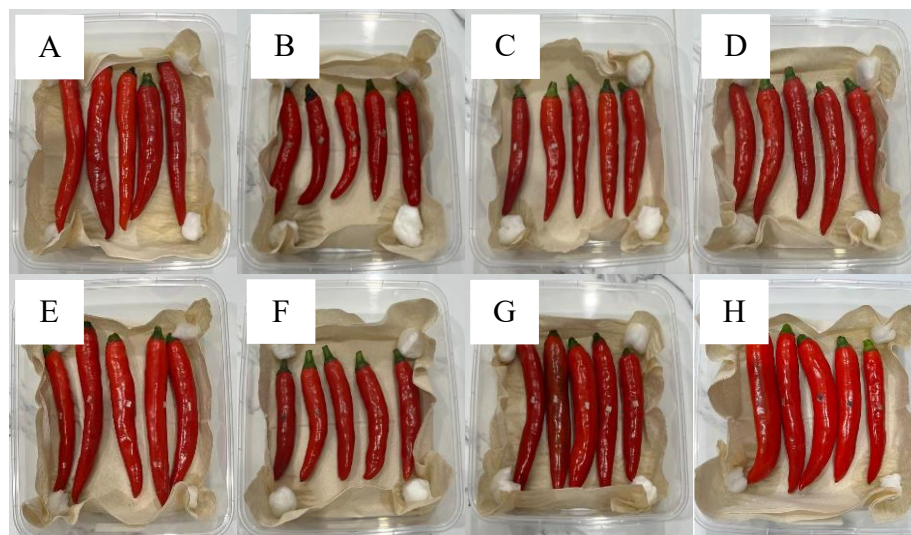
Primer	Sequence	PCR Program	Target (bp)
Primer universal cabai			
ITS1F (forward primer)	5'-TCCGTAGGTGAACC TGCGG-3'	Pre-denaturasi 95°C selama 3 menit diikuti dengan 34 siklus dari denaturasi pada suhu 95°C selama 1 menit, aneling pada suhu 52°C selama 30 detik, extensi pada suhu 72°C selama 1 menit dan post-extensi pada suhu 72°C selama 5 menit	576 (Sutomo <i>et al.</i> , 2022)
ITS4R (reverse primer)	5' TCCTCCGCTTATTGAT ATGC-3'		

Tabel 3. primer universal ITS1 dan ITS4 digunakan untuk mengidentifikasi isolat *C. gloeosporioides complex* penyebab utama penyakit antraknosa. Identifikasi secara molekuler menggunakan primer universal ITS 1 dan ITS 4 digunakan untuk membedakan kompleks spesies *Colletotrichum* dan terbukti sebagai patogen yang menyebabkan penyakit antraknosa pada tanaman cabai (Sutomo *et al.*, 2022).

Uji Patogenisitas. Uji Patogenisitas dilakukan pada 7 isolat yaitu isolat AB, TMG, WSB 1, WSB 2, BMS 1, BMS 2, dan GP pada masing-masing wilayah yang diinokulasikan ke cabai sehat untuk mengkonfirmasi patogenisitas *C. gloeosporioides complex* pada cabai yang sehat kemudian disterilkan permukaannya menggunakan NaOCI 0,5% selama 1 menit dan di lap menggunakan tisu sampai kering dan cabai diberi luka menggunakan jarum steril

dan potong isolat *C. gloeosporioides complex* kemudian diinokulasi pada cabai yang terluka, kemudian diinkubasi dalam ruang tertutup yang lembab pada suhu kamar sampai busuk.

Inokulasi patogen penyebab antraknosa dilakukan dengan menggunakan metode pelukaan pada buah cabai teropong besar menggunakan jarum steril yang kemudian ditempel oleh potongan isolat dengan ukuran sekitar 0,5 cm. Buah cabai yang telah diinokulasi disimpan pada *thinwall* yang telah dilapisi dengan *kitchen towell* dan disetiap pojok *thinwall* diberi kapas basah. Hasil inokulasi sampel dapat dilihat pada Ilustrasi 8.



Ilustrasi 8. Hasil Inokulasi pada Buah Cabai. (A) Tanpa Isolat, (B) Isolat AB, (C) Isolat TMG, (D) Isolat WSB 1, (E) Isolat WSB 2, (F) Isolat BMS 1, (G) Isolat BMS 2, (H) Isolat GP.

Parameter Penelitian. Parameter penelitian yang diamati terdiri dari pengamatan secara kualitatif dan kuantitatif.

Parameter pengamatan secara kualitatif yaitu pengamatan morfologi dan morfometri *C. gloeosporioides complex* secara makroskopis dan mikroskopis.

- 1) Pengamatan makroskopis dilakukan dengan mengamati tingkat pertumbuhan, tekstur, konidiomata dan warna isolat pada usia 14 hari.

- 2) Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati ukuran konidia, bentuk konidia, dan apresoria pada usia 14 hari.

Parameter pengamatan secara kuantitatif yaitu masa inkubasi, insidensi penyakit, intensitas penyakit, nilai AUDPC (*Area Under the Disease Progress Curve*), laju infeksi penyakit, dan variasi gejala.

- 3) Masa inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan terhadap munculnya gejala antraknosa pertama kali setelah inokulasi jamur *C. gloeosporioides complex* dapat disebutkan juga dapat dilakukan dengan mengamati waktu antara inokulasi jamur ke tanaman inang hingga munculnya gejala penyakit antraknosa.

- 4) Insidensi penyakit

Insidensi penyakit merupakan persentase jumlah buah cabai yang terkena serangan patogen dari total buah cabai yang diamati (10 buah cabai setiap satu satuan percobaan) pada umur 1 – 14 HSI (hari setelah inokulasi). Buah cabai yang bergejala berupa gejala ringan dan berat dihitung jumlahnya sebagai buah cabai bergejala. Tingkat insidensi penyakit (%) menurut Prihatiningsih *et al.* (2020) dapat dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan :

DI = insidensi penyakit (%)

n = jumlah tanaman yang bergejala

N = jumlah seluruh tanaman yang diamati

5) Intensitas penyakit

Intensitas penyakit menggambarkan tingkat keparahan buah cabai yang terserang patogen diamati pada umur 1 – 14 HSI (hari setelah inokulasi). Tingkat intensitas serangan patogen (%) menurut dapat Hafsa *et al.* (2023) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DS = \frac{\sum (ni \times vi)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan :

DS = intensitas penyakit (%)

ni = jumlah tanaman yang diamati dari kategori serangan ke-i

vi = nilai skor kategori serangan ke-i

N = jumlah seluruh tanaman yang diamati

V = nilai skor tertinggi

Tabel 4. Nilai Skor Kategori Intensitas Penyakit (Simbolon *et al.*, 2023)

Skor Kerusakan	Deskripsi Gejala dan Kategori Ketahanan
0	Tidak ada gejala, buah tampak sehat, tidak ada bercak maupun perubahan tekstur
1	1 – 20% bergejala (tahan), muncul bintik-bintik cokelat kehitaman atau bercak dan cekung di permukaan buah
2	21 – 40% bergejala (moderat), bercak melebar menjadi cekung lebih besar dan busuk lunak mulai terlihat
3	41 – 60% bergejala (rentan), bercak meluas hingga setengah buah busuk dan terdapat spora berwarna hitam/orange
4	>60% bergejala (sangat rentan), seluruh buah busuk total dan berwarna hitam kecoklatan penuh spora



Ilustrasi 9. Deskripsi Gejala pada Cabai

6) Bobot awal buah (g)

Pengukuran bobot awal buah dapat dilakukan dengan mengambil buah cabai yang sehat dengan kematangan yang sempurna, cuci dengan air bersih dan sterilisasi ringan menggunakan larutan NaOCl 0,5%, kemudian timbang menggunakan timbangan digital dan catat hasilnya.

7) Presentase Penurunan Bobot akhir buah (g)

Presentase penurunan bobot akhir dapat dilakukan setelah masa inkubasi selesai, amati perubahan fisik, kerusakan jaringan, dan pembusukan kemudian timbang Kembali menggunakan timbangan digital dan catat hasilnya.

8) Laju infeksi penyakit (r) (buah/hari)

Laju infeksi merupakan parameter pengamatan dengan menghitung kecepatan penyebaran penyakit dalam suatu populasi tanaman per satuan waktu berdasarkan hasil dari perhitungan intensitas penyakit. Laju infeksi penyakit dapat dihitung dari nilai intensitas penyakit setiap hari pada buah cabai selama 14 HSI. Nilai laju infeksi penyakit menurut Habibi dan Wijayanto (2019) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$r = \frac{2,3}{(t_2-t_1)} \left[\log \frac{x_2}{1-x_2} - \log \frac{x_1}{1-x_1} \right]$$

Keterangan :

r = laju infeksi (unit/hari)

t_1 = waktu pengamatan kejadian penyakit pada saat muncul gejala pertama

t_2 = waktu pengamatan kejadian penyakit pada saat muncul gejala kedua

x_1 = kejadian penyakit pada waktu t_1

x_2 = kejadian penyakit pada waktu t_2 .

9) Nilai AUDPC (*Area Under the Disease Progress Curve*)

Nilai AUDPC (*Area Under the Disease Progress Curve*) merupakan parameter pengamatan yang menunjukkan luas area dibawah kurva perkembangan penyakit untuk mengidentifikasi waktu pengendalian yang efektif. Nilai AUDPC dihitung dari nilai intensitas pada buah cabai yang sudah di inokulasi pada umur 1 – 14 HSI.

Nilai AUDPC menurut Fahmi *et al.* (2024) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Keterangan:

Y_i = intensitas serangan penyakit pada pengamatan ke- i (persentase)

t_i = waktu pada pengamatan ke- i (hari)

N = jumlah total pengamatan

Kategori ketahanan buah cabai terhadap penyakit antaknosa berdasarkan nilai AUDPC dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori Ketahanan Buah Cabai Penyakit Antraknosa Berdasarkan Nilai AUDPC (Fahmi *et al.*, 2024)

Nilai AUDPC	Kategori Ketahanan
< 50	Sangat Tahan
51 – 100	Tahan
101 – 200	Moderat
201 – 300	Rentan
> 300	Sangat Rentan

Analisis Data

Analisis data identifikasi *C. gloeosporioides complex* menggunakan data kualitatif dan kuantitatif. Analisis data kualitatif dilakukan secara deskriptif dari pengamatan morfologi *C. gloeosporioides complex* dan analisis data morfologi menggunakan *Unweighted Pair-Cluster Method using Arithmetic Averages* (UPGMA) untuk membuat dendogram, uji molekuler menggunakan Bioedit dan MEGA 11 untuk membuat pohon filogeni.