



KERAGAMAN DAN PATOGENESITAS *Colletotrichum* ASAL TANAMAN HORTIKULTURA DAN PERKEBUNAN PENTING DI INDONESIA

@Hak cipta milik IPB University

JONI HIDAYAT



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul "Keragaman dan Patogenesitas *Colletotrichum* Asal Tanaman Hortikultura dan Perkebunan Penting di Indonesia" adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari hasil penelitian saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Joni Hidayat
NIM A362180031



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

JONI HIDAYAT. Keragaman dan Patogenesitas *Colletotrichum* Asal Tanaman Hortikultura dan Perkebunan Penting di Indonesia. Dibimbing oleh WIDODO, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, dan SURYO WIYONO.

Spesies *Colletotrichum* yang patogenik telah diteliti secara luas sebagai agen penyebab penyakit antraknosa terutama pada tanaman hortikultura, perkebunan, dan tanaman pangan. Kajian tentang identifikasi spesies *Colletotrichum* pada tanaman hortikultura dan perkebunan penting di Indonesia masih sangat jarang, dan belum menggunakan metode terkini. Penggunaan gabungan metode diagnostik karakter morfologi, molekuler dengan analisis multilokus gen, dan patogenesitas merupakan pendekatan yang tepat untuk mengidentifikasi *Colletotrichum* kompleks spesies. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi keragaman morfologi, molekuler, dan patogenesitas *Colletotrichum* asal tanaman hortikultura dan perkebunan penting di Indonesia.

Spesies *Colletotrichum* diisolasi dari 14 jenis tanaman hortikultura asal Indonesia, buah jeruk impor asal Cina dan Pakistan, dan 11 klon tanaman karet asal Sumatera Selatan, Indonesia. Isolat *Colletotrichum* diidentifikasi karakter morfologi, molekuler, dan patogenesitasnya pada tanaman cabai, karet, dan kakao. Identifikasi secara molekuler menggunakan analisis multilokus gen menggunakan penanda gen ITS, ACT, GAPDH, dan TUB2. Patogenesitas isolat diuji pada tanaman cabai, karet, dan kakao dengan metode inokulasi pelukaan daun atau buah, dan tanpa pelukaan.

Hasil penelitian menunjukkan pada tanaman hortikultura ditemukan 11 spesies *Colletotrichum* yaitu *C. gloeosporioides* sensu stricto, *C. endophyticum*, *C. siamense*, *C. asianum*, *C. musae*, *C. queenslandicum*, *C. truncatum*, *C. okinawense*, *C. nymphaeae*, *C. paxtonii*, dan *C. scovillei*. Pada penelitian ini diperoleh data terbaru kisaran inang spesies *Colletotrichum* asal tanaman hortikultura yang diketahui bersifat kosmopolit (memiliki banyak inang) maupun spesifik inang. Spesies kosmopolit seperti *C. gloeosporioides* s.s menginfeksi jeruk, cabai, karet, dan kakao. Spesies lainnya yaitu *C. siamense* menginfeksi buah naga, apel, srikaya, karet, dan kakao, sedangkan *C. asianum* menginfeksi buah alpukat, mangga, cabai, karet, dan kakao. Spesies kosmopolit lainnya yaitu *C. truncatum* menginfeksi timun suri, tomat, kabocha, buah naga, cabai, karet, dan kakao. Didapatkan data terbaru bahwa *C. paxtonii* menginfeksi apel, cabai dan karet. Temuan lainnya yaitu *C. endophyticum* menginfeksi jambu biji dan karet, sedangkan *C. queenslandicum* menginfeksi jambu mete dan karet. Dua spesies diketahui bersifat spesifik inang yaitu *C. musae* hanya menginfeksi buah pisang, sedangkan *C. okinawense* hanya menginfeksi buah papaya. Penelitian pada buah jeruk impor asal Cina dan Pakistan ditemukan 4 spesies *Colletotrichum* yaitu *C. fructicola*, *C. karstii*, *C. gloeosporioides* s.s, *C. siamense*, sedangkan pada buah jeruk Indonesia teridentifikasi satu spesies yaitu *C. gloeosporioides* s.s. Seluruh isolat asal jeruk impor dan asal Indonesia dapat menginfeksi buah cabai, namun hanya *C. siamense* asal Pakistan dan *C. gloeosporioides* s.s asal Indonesia yang mampu menginfeksi daun karet. Isolat asal jeruk impor dan lokal mampu menginfeksi daun kakao kecuali *C. fructicola* asal Cina.

Penelitian spesies *Colletotrichum* pada tanaman karet di Indonesia



menghasilkan 2 spesies *C. acutatum* kompleks spesies yaitu *C. wanningense*, dan *C. cairnsense*. Temuan kedua spesies tersebut merupakan laporan pertama spesies *Colletotrichum* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman karet di Indonesia, yang telah diidentifikasi molekuler secara multilokus gen. Isolat *C. wanningense* dan *C. cairnsense* berbeda patogenesitasnya pada tanaman karet, namun keduanya tidak patogenik terhadap cabai.

Penelitian ini menghasilkan data status terkini spesies *Colletotrichum* yang menginfeksi tanaman hortikultura Indonesia, buah jeruk asal impor, serta tanaman karet dan kakao di Indonesia. Pengetahuan ini diharapkan dapat bermanfaat dalam upaya pengendalian penyakit yang efektif di lapangan, dan tindakan perkarantinaan tumbuhan di Indonesia.

Kata kunci: analisis multilokus gen, kisaran inang, patogenesitas *Colletotrichum*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

JONI HIDAYAT. *Diversity and Pathogenicity of Colletotrichum from Important Horticultural and Plantation Plants in Indonesia*. Supervised by WIDODO, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, and SURYO WIYONO.

Pathogenic Colletotrichum species have been widely studied as causative agents of anthracnose, especially in horticultural, plantation and food crops. Studies on the identification of Colletotrichum species in important horticultural and plantation crops in Indonesia are still very rare, and do not use the latest methods. The combined use of diagnostic methods of morphological, molecular characters with multilocus gene analysis, and pathogenicity is an appropriate approach to identify the Colletotrichum species complex. This research aims to characterize the morphological, molecular and pathogenicity diversity of Colletotrichum from important horticultural and plantation crops in Indonesia.

Colletotrichum species were isolated from 14 types of horticultural plants from Indonesia, imported citrus fruit from China and Pakistan, and 11 clones of rubber plants from South Sumatra, Indonesia. Colletotrichum isolates were identified for their morphological, molecular and pathogenicity characteristics on chili, rubber and cocoa plants. Molecular identification using multilocus gene analysis using ITS, ACT, GAPDH, and TUB2 gene markers. The pathogenicity of the isolates was tested on chili, rubber and cocoa plants using the leaf or fruit wound inoculation method, and without wounding.

The results of the research showed that in horticultural plants 11 species of Colletotrichum were found, namely C. gloeosporioides sensu stricto, C. endophyticum, C. siamense, C. asianum, C. musae, C. queenslandicum, C. truncatum, C. okinawense, C. nymphaeae, C. . paxtonii, and C. scovillei. In this study, the latest data was obtained on the host range of Colletotrichum species from horticultural plants which are known to be cosmopolitan (have many hosts) or host specific. Cosmopolitan species such as C. gloeosporioides s.s infect citrus, chilies, rubber and cocoa. Another species, namely C. siamense, infects dragon fruit, apples, sugar apples, rubber and cocoa, while C. asianum infects avocados, mangoes, chilies, rubber and cocoa. Another cosmopolitan species, C. truncatum, infects suri cucumber, tomato, kabocha, dragon fruit, chili, rubber and cocoa. The latest data shows that C. paxtonii infects apples, chilies and rubber. Another finding is that C. endophyticum infects guava and rubber, while C. queenslandicum infects cashew apple and rubber. Two species are known to be host specific, namely C. musae only infects bananas, while C. okinawense only infects papaya. Research on imported citrus fruit from China and Pakistan found 4 species of Colletotrichum, namely C. fructicola, C. karstii, C. gloeosporioides s.s, C. siamense, while in Indonesian citrus fruit one species was identified, namely C. gloeosporioides s.s. All isolates from imported oranges and from Indonesia can infect chili fruit, but only C. siamense from Pakistan and C. gloeosporioides s.s from Indonesia are able to infect rubber leaves. Imported and local citrus isolates were able to infect cocoa leaves, except for C. fructicola from China.

Research on Colletotrichum species on rubber plants in Indonesia produced 2 species of the C. acutatum species complex, namely C. wanningsense and C. cairnsense. The discovery of these two species is the first report of the



Colletotrichum species causing anthracnose disease in rubber plants in Indonesia, which has been identified molecularly using multi-gene loci. C. wanningense and C. cairnsense isolates differ in their pathogenicity on rubber plants, but both are not pathogenic on chilies.

This research produces data on the current status of the Colletotrichum species which infects Indonesian horticultural plants, imported citrus fruit, as well as rubber and cocoa plants in Indonesia. It is hoped that this knowledge will be useful in effective disease control efforts in the field and plant quarantine measures in Indonesia.

Key words: multilocus gene analysis, host range, Colletotrichum pathogenicity.

@Iain_cptnmlk IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KERAGAMAN DAN PATOGENESITAS *Colletotrichum* ASAL TANAMAN HORTIKULTURA DAN PERKEBUNAN PENTING DI INDONESIA

**JONI HIDAYAT
A362180031**

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Efi Todung Tondok, SP. M.Sc. Agr
2. Dr. Sari Nurulita, SP. MSi

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Efi Todung Tondok, SP. M.Sc. Agr
2. Dr. Ir. AM Adnan, M.P

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Disertasi : Keragaman dan Patogenesisitas *Colletotrichum* Asal Tanaman Hortikultura dan Perkebunan Penting di Indonesia

Nama : Joni Hidayat
NIM : A362180031

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc.



Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si
NIP 196506211989102001



Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, MSc.Agr.
NIP 196902121992031003



Tanggal Ujian: 8 Juli 2024

Tanggal Lulus:

24 AUG 2024



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wata'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Tema penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2020 sampai Agustus 2023 ini ialah Keragaman dan patogenesitas *Colletotrichum* asal tanaman hortikultura dan perkebunan penting di Indonesia.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada komisi pembimbing, Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S., Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr., yang telah memberikan banyak saran dan motivasi pada setiap tahapan tugas akhir. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. Efi Todung Tondok, SP. M.Sc. Agr., Dr. Sari Nurulita, SP. M.Si., dan Dr. Ir. AM Adnan, M.P yang telah berkenan menjadi penguji luar komisi pada ujian tertutup dan ujian terbuka Program Doktor. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Fitopatologi Ibu Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si yang telah banyak mengarahkan dan mendukung penulis selama menempuh pendidikan di IPB University.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kepala Badan Karantina Indonesia dan Menteri Pertanian Republik Indonesia yang telah memberikan izin, pembiayaan, dan fasilitas laboratorium untuk menyelesaikan pendidikan program Doktor. Terimakasih penulis ucapkan kepada Dekan Sekolah Pascasarjana, Dekan Fakultas Pertanian, dan seluruh staf Program Studi Fitopatologi yang membantu pengurusan administrasi dan penggunaan fasilitas pendidikan. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Alchemi Putri Juliantika, SP. M.Si., Prabowo Lestari, SP. M.Si., Dr. Ir. Tri Puji Priyatno, Dr. Nurul Dwi Handayani, SP. M.Si., Dr. Kresna Murti, S.Si. M.Si., dan Ir. Riza Desnurvia, M.Sc yang telah banyak membantu dalam pengumpulan isolat, dokumentasi, analisis data dan pelaksanaan penelitian di lapangan.

Terimakasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan S2 fitopatologi IPB tahun 2018, kanda dan yunda S3 fitopatologi tahun 2017 atas kebersamaan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan studi. Terimakasih penulis ucapkan juga kepada rekan-rekan anggota laboratorium mikologi IPB, pegawai staf laboratorium patologi dan molekuler BUTTMKHIT, dan pegawai staf laboratorium mikologi dan molekuler BBUSKHIT, dan senior Analis Perkarantina Tumbuhan di BUTTMKHIT Bapak Ir. M. Achrom M.Si., Ir. Leny pandjaitan, dan Ir. Selamat Budiawan, SE.

Ungkapan terimakasih tak terhingga kepada ayahanda Ibrahim Harun, Ibunda Juwairiyah, abang Hermansyah, SE., kakak Neti Hartati, S.Kom., adik Syarif Hidayat, SP., istri tercinta Nur Fitriawati, SP. M.Si, ananda tercinta Muhammad Rais Mumtaz dan Muhammad Husnu Daffa atas kesabaran, dukungan, dan kasih sayangnya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi pada tingkat tertinggi ini, serta kepada segenap kerabat keluarga besar kakek Alm. Harun, Bapak Sukardi, dan Bapak Alm. Bambang Eka Wijaya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi Badan Karantina Indonesia, Kementerian Pertanian, dan pihak lain yang membutuhkan, serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024
Joni Hidayat

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Hipotesis	4
1.7 Kebaruan dan Keunggulan.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Arti Penting Penyakit Antraknosa pada Tanaman Budidaya.....	5
2.2 Taksonomi <i>Colletotrichum</i>	5
2.3 <i>Colletotrichum</i> Kompleks Spesies dan Analisis Multilokus.....	6
2.4 Pendekatan secara Polifasik dalam Identifikasi <i>Colletotrichum</i>	7
2.5 Penyakit Antraknosa pada Tanaman Hortikultura	8
2.5.1 Antraknosa pada Pisang.....	8
2.5.2 Antraknosa pada Mangga	8
2.5.3 Antraknosa pada Pepaya.....	9
2.5.4 Antraknosa pada Cabai.....	9
2.5.5 Antraknosa pada Jeruk.....	10
2.5.6 Antraknosa pada Karet	10
III KERAGAMAN MORFOLOGI, MOLEKULER DAN PATOGENESITAS SPESIES <i>Colletotrichum</i> YANG MENGINFEKSI TANAMAN HORTIKULTURA DI INDONESIA	12
3.1 Abstrak	12
3.2 <i>Abstract</i>	12
3.3 Pendahuluan	13
3.4 Bahan dan Metode.....	14
3.4.1 Isolasi <i>Colletotrichum</i> dari Buah-buahan dan Sayuran Bergejala	14
3.4.2 Karakterisasi Molekuler Isolat.....	15
3.4.3 Karakterisasi Morfologi Isolat.....	16
3.4.4 Patogenesitas Isolat dan Uji Infeksi pada Cabai, Karet, dan Kakao	17
3.5 Hasil dan Pembahasan.....	18
3.5.1 Isolasi <i>Colletotrichum</i> dari Buah-buahan dan Sayuran Bergejala	18
3.5.2 Karakterisasi Molekuler Isolat pada 4 Lokus Gen	18
3.5.3 Filogenetik Berbasia Multilokus Gen.....	19
3.5.4 Karakterisasi Morfologi Isolat.....	30
3.5.5 Patogenesitas Isolat pada Tanaman Hortikultura dan Perkebunan	36
3.6 Kesimpulan.....	47



IV KERAGAMAN SPESIES <i>Colletotrichum</i> YANG BERASOSIASI DENGAN BUAH JERUK IMPOR DAN POTENSINYA MENGINFEKSI TANAMAN CABAI, KARET, DAN KAKAO DI INDONESIA .	48
4.1 Abstrak.....	48
4.2 <i>Abstract</i>	48
4.3 Pendahuluan.....	49
4.4 Bahan dan Metode	50
4.4.1 Isolasi <i>Colletotrichum</i> dari Jeruk Lokal dan Jeruk Impor	50
4.4.2 Karakterisasi Molekuler dan Morfologi Isolat	50
4.4.3 Patogenesitas Isolat dan Uji Infeksi pada Cabai, Karet, dan Kakao	51
4.5 Hasil dan Pembahasan	51
4.5.1 Hubungan Filogenetik Berbasis Multilokus Gen	51
4.5.2 Karakterisasi Morfologi Isolat <i>Colletotrichum</i>	55
4.5.3 Patogenesitas Isolat dan Uji Infeksi pada Cabai, Karet, dan Kakao	55
4.6 Kesimpulan	59
V KERAGAMAN MORFOLOGI, MOLEKULER, DAN PATOGENESITAS SPESIES <i>Colletotrichum</i> YANG MENGINFEKSI TANAMAN KARET DI INDONESIA	60
5.1 Abstrak.....	60
5.2 <i>Abstract</i>	60
5.3 Pendahuluan.....	61
5.4 Bahan dan Metode	62
5.4.1 Karakterisasi Morfologi Isolat	62
5.4.2 Karakterisasi Molekuler Isolat.....	62
5.4.3 Patogenesitas Isolat <i>Colletotrichum</i>	63
5.5 Hasil dan Pembahasan	63
5.4.1 Karakter Morfologi Isolat <i>Colletotrichum</i>	64
5.4.2 Analisis Filogenetik Berbasis Multilokus Gen	65
5.4.3 Patogenesitas Isolat <i>Colletotrichum</i>	66
5.6 Kesimpulan	69
VI PEMBAHASAN UMUM	70
6.1 Identifikasi Morfologi Isolat <i>Colletotrichum</i>	70
6.2 Pemanfaatan Karakteristik Molekuler	71
6.3 Patogenesitas Isolat <i>Colletotrichum</i>	71
6.4 Tindakan Karantina Tumbuhan	75
VII KESIMPULAN	77
DAFTAR PUSTAKA	78
RIWAYAT HIDUP	85

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Data primer yang digunakan dalam uji analisis multilokus gen terhadap isolat <i>Colletotrichum</i>	15
2	Deskripsi gejala berdasarkan skor 0-9 (Montri <i>et al.</i> , 2009)	17
3	Kategorisasi tingkat keparahan penyakit antraknosa pada tanaman uji hasil konversi skor 0-9 (Montri <i>et al.</i> , 2009)	17
4	Nama spesies <i>Colletotrichum</i> berdasarkan penelusuran BLAST pada empat lokus gen	19
5	Data isolat <i>C. gloeosporioides</i> kompleks spesies dan <i>ex-type</i> yang digunakan dalam analisis filogenetik	21
6	Data isolat <i>C. truncatum</i> kompleks spesies dan <i>ex-type</i> yang digunakan dalam analisis filogenetik	22
7	Data isolat <i>C. magnum</i> kompleks spesies dan <i>ex-type</i> yang digunakan dalam analisis filogenetik	27
8	Data isolat <i>C. acutatum</i> kompleks spesies dan <i>ex-type</i> yang digunakan dalam analisis filogenetik	28
9	Deskripsi tipe morfologi isolat berdasarkan warna koloni, bentuk konidia, ada tidaknya apresoria dalam kultur dan sebaran konidia atau perithecia dalam kultur	30
10	Patogenesitas isolat <i>Colletotrichum</i> asal tanaman hortikultura pada tanaman karet, cabai, dan kakao	38
11	Keparahan penyakit disebabkan <i>Colletotrichum</i> pada tanaman karet dengan metode inokulasi pelukaan dan tanpa pelukaan daun	41
12	Keparahan penyakit isolat <i>Colletotrichum</i> asal tanaman hortikultura pada tanaman cabai yang diinokulasi dengan pelukaan dan tanpa pelukaan daun	42
13	Keparahan penyakit hasil uji patogenesitas isolat asal tanaman hortikultura pada tanaman kakao	45
14	Keparahan penyakit hasil uji patogenesitas isolat asal tanaman hortikultura pada tanaman kakao	53
15	Karakter morfologi biakan, konidia, dan apresoria isolat <i>Colletotrichum</i> asal jeruk impor dan asal Indonesia	55
16	Hasil uji infeksi isolat <i>Colletotrichum</i> asal jeruk pada tanaman cabai, karet, dan kakao	58
17	Karakter morfologi biakan, konidia, dan apresoria isolat <i>Colletotrichum</i> yang berasal dari beberapa klon karet	64
18	Identitas isolat-isolat <i>Colletotrichum</i> asal karet berdasarkan analisis filogeni sekuen DNA pada 4 lokus gen dan multilokus	65
19	Keparahan penyakit isolat <i>C. acutatum</i> spesies kompleks pada daun karet klon BPM 24 yang diinokulasi dengan metode penyemprotan suspensi tanpa pelukaan daun	67
20	Patogenesitas isolat <i>C. acutatum</i> spesies kompleks pada karet dan cabai	68

Keparahan penyakit disebabkan *Colletotrichum* pada tanaman karet, cabai, dan kakao dengan metode inokulasi pelukaan dan tanpa pelukaan 72

Kisaran inang spesies *Colletotrichum* asal tanaman hortikultura dan karet Indonesia, serta jeruk impor asal Cina dan Pakistan 75

DAFTAR GAMBAR

Diagram Alur Penelitian Keragaman dan Patogenesitas *Colletotrichum* asal Tanaman Hortikultura dan Perkebunan Penting di Indonesia 4

Gejala antraknosa disebabkan spesies *Colletotrichum* pada buah-buahan dan sayuran. (a) Jeruk; (b) Jambu biji; (c) Apel; (d) Tomat; (e) Mangga; (f) Buah naga; (g) Jambu mete; (h) Cabai; (i) Srikaya 18

Pohon filogeni *C. gloeosporioides* kompleks spesies dibentuk dengan analisis *Maximum likelihood* menggunakan kombinasi sekuen ITS, ACT, GAPDH, dan TUB2. Isolat *Colletotrichum* asal alpukat (S18 dan S17), apel (S26), buah naga (S3), jambu biji (S2), jambu mete (S32), jeruk jeruk (S1 dan S42), mangga (S21), pisang (S30), dan srikaya (S45). *Colletotrichum boninense* ditempatkan sebagai *outgroup* 20

Pohon filogeni *C. truncatum* kompleks spesies dibentuk dengan analisis *Bayesian* menggunakan kombinasi sekuen ITS, ACT, GAPDH dan TUB2. *Colletotrichum gloeosporioides* ditempatkan sebagai *outgroup* 24

Pohon filogeni *C. magnum* kompleks spesies dibentuk dengan analisis *Bayesian* menggunakan kombinasi sekuen ITS, ACT, GAPDH, dan TUB2. *Colletotrichum gloeosporioides* ditempatkan sebagai *outgroup* 25

Pohon filogeni *C. acutatum* kompleks spesies dibentuk dengan analisis *Maximum likelihood* menggunakan kombinasi sekuen ITS, ACT, GAPDH, dan TUB2. *Colletotrichum orchidophilum* ditempatkan sebagai *outgroup* 26

Karakter morfologi biakan isolat *C. gloeosporioides* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 31

Karakter biakan isolat *C. endophytichum* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 31

Karakter morfologi biakan isolat *C. asianum* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 32

Karakter morfologi biakan isolat *C. queenslandicum* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 32

Karakter morfologi biakan isolat *C. musae* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 33

Karakter morfologi biakan isolat *C. siamense* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 33

Karakter morfologi biakan isolat *C. truncatum* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 34

- 14 Karakter morfologi biakan isolat *C. okinawense* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 35
- 15 Karakter morfologi biakan isolat *C. nymphaeae* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 35
- 16 Karakter morfologi biakan isolat *C. paxtonii* (a); aservuli (b), konidia (c), dan apresoria (d) 36
- 17 Karakter morfologi biakan isolat *C. scovillei* (a); konidia (b), dan apresoria (c) 36
- 18 Gejala antraknosa pada buah-buahan dan sayuran setelah inokulasi isolat *Colletotrichum* pada inang aslinya. (a) Isolat S26 asal apel (*C. siamense*) dengan pelukaan (kiri) dan tanpa pelukaan buah (kanan); (b) Isolat S28 asal cabai (*C. scovillei*) tanpa pelukaan buah; (c) Isolat S15 asal buah naga (*C. truncatum*) dengan pelukaan buah 37
- 19 Patogenesitas isolat grup *C. gloeosporioides* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada daun karet dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b) 39
- 20 Patogenesitas isolat *Colletotrichum* grup *C. acutatum* dan *C. magnum* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada daun karet dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b). Grup *C. acutatum* kompleks spesies (S14, S16, S28); Grup *C. magnum* kompleks spesies (S11) 40
- 21 Patogenesitas isolat grup *C. truncatum* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada daun karet dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b) 41
- 22 Patogenesitas isolat *Colletotrichum* grup *C. gloeosporioides* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada buah cabai dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b) 43
- 23 Patogenesitas isolat grup *C. truncatum* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada buah cabai dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b) 43
- 24 Patogenesitas isolat *Colletotrichum* grup *C. acutatum* dan *C. magnum* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada buah cabai dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b). Grup *C. acutatum* kompleks spesies (S14, S16, S28); Grup *C. magnum* kompleks spesies (S11) 44
- 25 Patogenesitas isolat *Colletotrichum* grup *C. gloeosporioides* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada daun kakao dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b) 46
- 26 Patogenesitas isolat grup *C. truncatum* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada daun kakao dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b) 46



- Patogenesitas isolat *Colletotrichum* grup *C. acutatum* dan *C. magnum* kompleks spesies asal tanaman hortikultura pada daun kakao dengan inokulasi tanpa pelukaan (a) dan dengan pelukaan daun (b). Grup *C. acutatum* kompleks spesies (S14, S16, S28); Grup *C. magnum* kompleks spesies (S11) 47
- Pohon filogeni dibentuk dengan analisis Bayesian menggunakan kombinasi sekuen ITS, ACT, GAPDH, dan TUB2. (A) Filogeni *C. gloeosporioides* kompleks spesies dengan isolat J1 (*C. fructicola*); J6 (*C. siamense*); J3, J4, S1 dan S42 (*C. gloeosporioides*), *C. boninense* sebagai *outgroup*. (B) Filogeni *C. boninense* spesies kompleks dengan isolat J2 (*C. karstii*), *C. gloeosporioides* sebagai *outgroup* 52
- Karakter biakan, konidia, dan apresoria isolat *Colletotrichum* asal jeruk. J1 jeruk Cina (A1-A3), J2 jeruk Cina (B1-B3), J3 jeruk Cina (C1-C3), J4 jeruk Cina (D1-D3), J6 jeruk Pakistan (E1-E3), S1 jeruk Indonesia (F1-F3), S42 jeruk Indonesia (G1-G3) 56
- Gejala antraknosa pada jeruk (14 hari setelah inokulasi) (a) *C. fructicola* (J1) pada daun dan tangkai buah; (b) *C. karstii* (J2) pada daun, (c) aservulus *C. gloeosporioides* (J3 dan J4) pada buah; (d) *C. siamense* (J6) pada buah; dan (e) *C. gloeosporioides* (S1 dan S42) pada buah jeruk 56
- Patogenesitas isolat *Colletotrichum* asal jeruk pada tanaman cabai (1), karet (2), dan kakao (3). Kontrol (A1-A3); *C. fructicola* Cina (B1-B3); *C. karstii* Cina (C1-C3); *C. gloeosporioides* Cina (D1-D3); *C. siamense* Pakistan (E1-E2); dan *C. gloeosporioides* Indonesia (F1-F3) 57
- Karakter biakan, konidia, dan apresoria isolat *C. acutatum* spesies kompleks yang diisolasi dari daun karet. Grup 1, isolat K2 (a-d); grup 2, isolat S39 (e-h), isolat K8 (i-l); dan grup 3, isolat K5 (m-p), isolat K9 (q-t), isolat K10 (u-x) 64
- Pohon filogeni 11 isolat *Colletotrichum* asal karet yang dibentuk dengan analisis Bayesian menggunakan kombinasi sekuen ITS, ACT, GAPDH, dan TUB2. *C. orchidophilum* ditempatkan sebagai *outgroup* 66
- Patogenesitas isolat *C. acutatum* spesies kompleks pada daun bibit karet yang diinokulasi dengan metode penyemprotan suspensi konidia tanpa pelukaan daun. Gejala antraknosa disebabkan *C. wanningense* grup 1 (K2), *C. cairnsense* grup 2 (S39 dan K8), dan *C. cairnsense* grup 3 (K5 dan K10) 67