

KARAKTER PATOGEN DAN PERAN LIGNIN DALAM KETAHANAN SORGUM (*Sorghum bicolor*) TERHADAP PENYAKIT BERCAK TER

DWI ASTUTI



**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 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.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Karakter Patogen dan Peran Lignin dalam Ketahanan Sorgum (*Sorghum bicolor*) Terhadap Penyakit Bercak Ter” 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, Juni 2024

Dwi Astuti
NIM A362190072

- 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 menggunakan 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.

RINGKASAN

DWI ASTUTI. Karakter Patogen dan Peran Lignin dalam Ketahanan Sorgum (*Sorghum bicolor*) Terhadap Penyakit Bercak Ter. Dibimbing oleh SURYO WIYONO, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, TRIKOESOEMANINGTYAS, dan SATYA NUGROHO.

Sorgum (*Sorghum bicolor*) adalah tanaman sereal terpenting kelima di dunia setelah beras, gandum, jagung dan barli yang memiliki banyak manfaat antara lain sebagai bahan pangan, pakan, dan industri. Sorgum toleran terhadap kekeringan dan lingkungan marjinal sehingga baik untuk dikembangkan di beberapa wilayah di Indonesia. Pengembangan tanaman sorgum menghadapi beberapa kendala dan salah satunya adalah gangguan penyakit. Penyakit bercak ter adalah salah satu penyakit pada tanaman sorgum yang disebabkan oleh infeksi cendawan *Phyllachora* sp. Pengetahuan yang komprehensif tentang ekologi patogen dan respons ketahanan tanaman sorgum terhadap infeksi *Phyllachora* sangat diperlukan untuk pengembangan sorgum tahan penyakit bercak ter. Meskipun penyakit ini berdampak kecil pada kehilangan hasil tapi pada tingkat infeksi yang lanjut akan berdampak pada kehilangan hasil yang cukup besar. Lignin sangat berperan dalam ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen sehingga kajian keterkaitan yang erat antara lignin dengan ketahanan tanaman terhadap penyakit sangat diperlukan.

Penelitian dilakukan dengan tujuan (1) mendapatkan pengetahuan tentang karakter morfologi dan molekuler cendawan *Phyllachora* sp. pada tanaman sorgum yang ada di Indonesia; (2) mengetahui insidensi dan keparahan penyakit bercak ter dari Bogor, Gunung Kidul dan Lombok Barat; (3) mendapatkan pengetahuan tentang hubungan kandungan lignin dengan ketahanan tanaman sorgum terhadap infeksi *Phyllachora* sp melalui uji evaluasi lapangan; (4) mengetahui komposisi monolignol dan ekspresi gen biosintesis lignin pada daun tanaman sorgum sebagai faktor yang mempengaruhi ketahanan tanaman sorgum terhadap penyakit bercak ter. Identifikasi cendawan umumnya dilakukan melalui pendekatan morfologi dan molekuler. Beberapa karakter morfologi cendawan *Phyllachora* sp. yang dapat digunakan untuk identifikasi adalah karakter dan panjang parafisis, bentuk dan ukuran askus serta askospora. Pendekatan molekuler sangat penting dalam identifikasi *Phyllachora* yang merupakan cendawan obligat, karena sulit untuk ditumbuhkan pada media kultur cendawan. Identifikasi molekuler cendawan menggunakan metode polymerase chain reaction (PCR) dilakukan menggunakan marka universal cendawan, yaitu marka yang mengamplifikasi daerah *internal transcribed spacer* (ITS) dan *large sub unit* (LSU) kemudian dilanjutkan dengan analisis sekuensing.

Respons ketahanan tanaman sorgum terhadap infeksi *Phyllachora* terkait dengan kandungan lignin total pada tanaman sorgum dilakukan melalui uji evaluasi lapangan. Mekanisme ketahanan tanaman yang didasarkan pada perubahan komposisi dan biosintesis lignin dilakukan melalui analisis komposisi monolignol pada daun sorgum dengan pendekatan metode *Pyrolysis Gas Chromatography Mass Spectrometry* (Py-GCMS). Sementara analisis ekspresi gen penyandi biosintesis lignin dilakukan dengan menggunakan marka gen *SbCOMT* dengan pendekatan metode Real Time *quantitative* PCR (RT-qPCR). Selain itu,

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.



@Hak_cipta_milik_IPB_University

pengamatan beberapa sifat agronomi yang berkaitan dengan biomasa (diantaranya tinggi tanaman, diameter batang, panjang malai, bobot daun, bobot batang, bobot malai dan bobot seratus biji) dilakukan untuk mempelajari hubungan kandungan lignin dengan sifat agronomi masing-masing genotipe. Hal ini penting sebagai dasar menentukan jenis genotipe sorgum yang akan ditanam sesuai fungsinya, misalnya sebagai sumber bahan pangan, pakan atau biomaterial.

Penelitian ini menunjukkan nilai keparahan penyakit bercak ter yang teramati bervariasi dari 32,4% pada genotipe Samurai yang rentan dan 87,9% pada genotipe Batu Keta yang tahan terhadap penyakit bercak ter. Hasil identifikasi morfologi dari 7 genotipe menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda sehingga dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok spesies dan diduga kuat adalah spesies yang baru. Identifikasi molekuler dengan marka yang mengamplifikasi daerah ITS dan LSU masing-masing menunjukkan dua isolat dan delapan isolate merupakan cendawan *Phyllachora*. Hasil karakterisasi dengan morfologi dan molekuler menunjukkan konsistensi yang melandasi pernyataan bahwa identifikasi dan karakterisasi cendawan dengan pendekatan morfologi masih menjadi kunci dasar identifikasi dan karakterisasi cendawan yang diverifikasi dan dilengkapi dengan pendekatan molekuler. Hasil penelitian ini juga menunjukkan keterkaitan kandungan lignin total dengan ketahanan tanaman terhadap penyakit bercak ter. Hasil analisis komposisi monolignol memberikan hasil yang serupa dan konsisten dengan hasil analisis ekspresi gen *SbCOMT*. Genotipe 4183A menunjukkan nilai ketahanan yang tinggi terhadap penyakit bercak ter.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain (1) menjadi pengetahuan dasar bagi fitopatologis dalam mengkaji lebih jauh tentang cendawan *Phyllachora* sp. penyebab penyakit bercak ter pada tanaman sorgum. Manfaat lain adalah (2) menjadi pengetahuan yang berguna bagi pemuliaan tanaman sorgum dalam pengembangan tanaman sorgum tahan terhadap penyakit bercak ter. Manfaat terakhir dari penelitian ini adalah (3) rekomendasi penggunaan genotipe sorgum untuk berbagai kepentingan baik pangan, pakan dan industri disertai saran teknik budi daya untuk meminimalisasi insidensi dan keparahan penyakit bercak ter pada budi daya tanaman sorgum. Teknik budi daya ini meliputi pemilihan genotipe dan kondisi tanam termasuk kondisi lingkungan.

Kata kunci: ITS, karakterisasi, LSU, *Phyllachora* sp., *SbCOMT*

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

SUMMARY

DWI ASTUTI. Pathogen Character and The Role of Lignin in Sorghum (*Sorghum bicolor*) Resistance Against Tar Spot Disease. Supervised by SURYO WIYONO, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, TRIKOESOEMANINGTYAS, and SATYA NUGROHO.

Sorghum (*Sorghum bicolor*) is the fifth most important cereal crop in the world after rice, wheat, corn, and barley which has many benefits such as material for food, feed, and industry. Sorghum can withstand drought and grows in marginal land, so it is suitable to be developed in Indonesia. Sorghum cultivation faces several problem and disease is one of them. Tar spot disease is one of the diseases in sorghum due to infection with the fungus *Phyllachora* sp. Comprehensive knowledge on the pathogen ecology and resistance response of sorghum to *Phyllachora* infection is indispensable for the development of tar spot disease-resistant sorghum. Although this disease has a small impact on yield loss, at advanced levels, it will have an impact on considerable yield loss. A study of the relationship between lignin total content and plant defence to disease is necessary since lignin plays an important role in plant resistance to pathogen infections.

The objectives of the research were to (1) gaining knowledge about the morphological and molecular characteristics of the fungus *Phyllachora* sp. on sorghum plants in Indonesia; (2) determining the incidence and severity of tar spot disease in Bogor, Gunung Kidul, and West Lombok; (3) gaining knowledge about the relationship between lignin content and the resistance of sorghum plants to *Phyllachora* sp. infection through field evaluation tests; and (4) determining the monolignol composition and expression of lignin biosynthesis genes in sorghum plant leaves as variables that affect sorghum plant resistance to tar spot disease. Identification of fungi is generally carried out through morphological and molecular approaches. Several morphological characteristics of the fungus *Phyllachora* sp. that can be used for identification are the size and form of the ascospores and ascus, as well as the length and character of the paraphysis. Molecular approaches are very important in identifying *Phyllachora*, which is an obligate fungus, because it is difficult to grow on fungal culture media. Molecular identification of fungi using the polymerase chain reaction (PCR) method is carried out using fungal universal markers, namely markers that amplify the internal transcribed spacer (ITS) and large subunit (LSU) regions, then followed by sequencing analysis.

The resistance response of sorghum plants to *Phyllachora* infection related to the total lignin content in sorghum plants was carried out through field evaluation tests (bioassay). The mechanism of plant resistance, which is based on changes in lignin composition and biosynthesis, was carried out through analysis of the monolignol composition in sorghum leaves using the Pyrolysis Gas Chromatography Mass Spectrometry (Py-GCMS) method. Meanwhile, analysis of the expression of the gene encoding lignin biosynthesis was carried out using the SbCOMT gene marker using the Real-Time Quantitative PCR (RT-qPCR) method. In addition, observations of several agronomic traits related to biomass

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

(including plant height, stem diameter, panicle length, leaf weight, stem weight, panicle weight, and hundred seed weight) were carried out to study the relationship between lignin content and the agronomic characteristics of each genotype. This is important as a basis for determining the type of sorghum genotype that will be planted according to its function, for example, as a source of food, feed and biomaterial product.

This research shows that the observed tar spot disease severity values varied from 32.4% in the susceptible Samurai genotype to 87.9% in the Latu Keta genotype, which was resistant to tar spot disease. The results of the morphological identification of 17 genotypes show different characteristics so that they can be classified into multiple species groupings, with the possibility of them becoming new species. Molecular identification with markers that amplify the ITS and LSU regions, respectively, showed that two isolates and eight isolates were *Phyllachora* fungi. The results of morphological and molecular characterization show consistency supporting the statement that identification and characterization of fungi using a morphological approach is still the key basis for the identification and characterization of fungi that are verified and equipped with a molecular approach. The results of this study also show a correlation between total lignin content and plant resistance to tar spot disease. The results of monolignol composition analysis were comparable and consistent results with the results of *SbCOMT* gene expression analysis. Genotype 4183A shows high resistance to tar spot disease.

It is hoped that the results of this research will provide benefits, including (1) providing foundational knowledge for phytopathologists in studying further about the fungus *Phyllachora* sp. causes of tar spot disease in sorghum plants. Another advantage is that (2) it becomes useful knowledge for sorghum plant breeding in developing sorghum plants that are resistant to tar spot disease. The final benefit of this research is (3) recommendations for the use of different sorghum genotypes for various purposes, including food, feed, and industry, along with suggestions for cultivation techniques to minimize the incidence and severity of tar spot disease in sorghum cultivation. This cultivation technique of farming involves planting under certain environmental circumstances as well as choosing genotypes.

Key words: Characterization, ITS, LSU, *Phyllachora* sp., *SbCOMT*.

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 menggunakan 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.

KARAKTER PATOGEN DAN PERAN LIGNIN DALAM KETAHANAN SORGUM (*Sorghum bicolor*) TERHADAP PENYAKIT BERCAK TER

DWI ASTUTI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Fitopatologi

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc.Agr.
- 2 Dr. Syamsidah Rahmawati

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc.Agr.
- 2 Dr. Ratih Asmana Ningrum

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

Judul Disertasi: Karakter Patogen dan Peran Lignin dalam Ketahanan Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor*) Terhadap Penyakit Bercak Ter.

Nama : Dwi Astuti
NIM : A362190072

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.

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

Pembimbing 3:
Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc.

Pembimbing 4:
Dr. Satya Nugroho

Diketahui oleh

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

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

Tanggal Ujian: 8 Maret 2024

Tanggal Lulus: 24 JUN 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah hasil penelitian disertasi yang dilaksanakan sejak bulan September 2019 sampai Agustus 2023 berjudul “Karakter Patogen dan Peran Lignin dalam Ketahanan Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor*) Terhadap Penyakit Bercak Ter” dapat diselesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh komisi pembimbing yaitu Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr; Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc.; Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc.; dan Dr. Satya Nugroho atas saran dan motivasi Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc.Agr.; Dr. Syamsidah Rahmawati dan Dr. Ratih Asmana Ningrum sebagai penguji luar komisi.

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Manajemen Talenta BRIN atas beasiswa *Degree by Research* (DBR), Kepala ORHL BRIN atas dana penelitian DIPA ORHL 2021 dan 2022, Kepala PR Rekgen BRIN atas izin dan dukungan penyelesaian studi. Terimakasih pula kepada tim Proyek SATREPS (*Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development*) dari JICA (*Japan International Cooperation Agency*) atas dana dan material penelitian. Terima kasih kepada Dekan Sekolah Pascasarjana, Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Program Studi S3 Fitopatologi IPB, staf komisi Pendidikan Fakultas Pertanian dan Program Studi Fitopatologi IPB terkhusus Ibu Ana, Ibu Euis, dan mbak Wanda.

Terima kasih kepada Kepala Kelompok Riset Rekeyasa Tanaman Tahan Penyakit PR Rekgen BRIN, Dr. Syamsidah Rahmawati serta Dr. Agus Rachmat, Dr. Nurul Fitriah, Ade Nena Nurhasanah, M.Si., Dwi Widyajayantie, M.Si., Vincentia Esti W., M.Si., Carla Frieda Pantouw, S.Si dan Dr. Yuli Sulistyowati atas segala bantuan. Kepada Dr. Amy Estiati mbak Itha, mbak Maya, mbak Ella penulis ucapkan terimakasih.. Ucapan terimakasih kepada Dr. Widi Amaria, Dr. Miftahurokhman, Dr. Wage Ratna, Dr. Peni Lestari, Dr. Sari Nurulita atas bantuannya. Terima kasih atas motivasi dari sahabat di WhatsApp Grup PhD *wanna Be Fito* 19, Andini Hanif, Astri Afriani, Cheppy Wati, Evan Purnama R., Nurholis, serta mbak Tuti AGH 19. Ucapan terima kasih pula kepada Bapak Sumarno, Kepala Dusun Bleberan, Gunung Kidul, Ibu Eka staf BSIP Lombok, NTB, mbak Sri dan anak-anakku di Yayasan Cahaya Alam.

Ungkapan terima kasih tak terhingga kepada sahabat sejati, Mad Soleh yang merupakan *support system* paling besar, yang dengan ketulusan dan cintanya menemani perjalanan dan perjuangan ini. Pun kepada Orangtua dan Mertua, Mas Joko dan Mbak Bibah, Santi dan Prapto, Teteh Nanih dan Kang Endang, Agus, Febi dan Eka, Dika atas dukungannya. Ananda-ananda tercinta, Fara, Pita, Fiza dan Safa, teruskan semangat ini. Imam Syafi'i berkata “jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan”. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak, Ibu, dan rekan-rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga disertasi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2024

Dwi Astuti

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.



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Hipotesis	5
1.6 Ruang Lingkup	5
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>)	7
2.1.1 Sejarah dan Penyebarannya	7
2.1.2 Nilai Ekonomi	8
2.1.3 Bioekologi dan Fase Pertumbuhan	9
2.1.4 Morfologi Tanaman	13
2.1.5 Penyakit-Penyakit Tanaman Sorgum	14
2.2 Bioekologi <i>Phyllachora</i> sp. Penyebab Penyakit Bercak Ter	15
2.2.1 Penyebab Penyakit	15
2.2.2 Mekanisme Infeksi dan Gejala Penyakit	17
2.2.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perkembangan Penyakit	19
2.3 Respons Pertahanan Tanaman Terhadap Penyakit Bercak Ter	20
2.3.1 Respon Umum Pertahanan Tanaman Terhadap Penyakit	20
2.3.2 Lignin Sebagai Pertahanan Tanaman Terhadap Penyakit	21
2.4 Identifikasi dan Karakterisasi <i>Phyllachora</i>	22
2.4.1 Pendekatan Morfologi	22
2.4.2 Pendekatan Molekuler	23
III IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI <i>Phyllachora</i> SERTA KEPARAHAN PENYAKIT BERCAK TER PADA TANAMAN SORGUM DARI TIGA DAERAH	25
3.1 Abstrak	25
3.2 Abstract	25
3.3 Pendahuluan	26
3.4 Metode	27
3.4.1 Tempat dan Waktu	27
3.4.2 Pengumpulan Sampel Daun untuk Identifikasi Cendawan <i>Phyllachora</i>	27
3.4.3 Pengamatan Insidensi dan Keparahan Penyakit Bercak Ter	28
3.4.4 Identifikasi dan Karakterisasi Morfologi <i>Phyllachora</i>	29
3.4.5 Isolasi DNA Genom <i>Phyllachora</i>	30
3.4.6 Identifikasi dan Karakterisasi Molekuler <i>Phyllachora</i>	31
3.4.7 Analisis Data	312

3.5 Hasil dan Pembahasan	33
3.5.1 Insidensi dan Keparahan Penyakit Bercak Ter di Lapangan	333
3.5.2 Identifikasi dan Karakterisasi Morfologi <i>Phyllachora</i>	37
3.5.3 Identifikasi Molekuler <i>Phyllachora</i>	50
3.5.4 Analisis Keragaman Molekuler <i>Phyllachora</i>	53
3.6 Simpulan	57
UJI KETAHANAN TANAMAN SORGUM TERHADAP PENYAKIT BERCAK TER	59
4.1 Abstrak	59
4.2 Abstract	59
4.3 Pendahuluan	60
4.4 Metode	61
4.4.1 Tempat dan Waktu	61
4.4.2 Bahan Genetika Tanaman	61
4.4.3 Uji Pendahuluan Inokulasi Patogen	61
4.4.4 Rancangan Percobaan dan Teknik Budi Daya	62
4.4.5 Inokulasi dan Pengamatan Penyakit	63
4.4.6 Insidensi dan Keparahan Penyakit	64
4.4.7 Pengamatan Karakter Agronomi	65
4.4.8 Analisis Data	66
4.5 Hasil dan Pembahasan	67
4.5.1 Uji Pendahuluan Inokulasi Patogen	67
4.5.2 Pengamatan Penyakit Bercak Ter	70
4.5.3 Insidensi dan Keparahan Penyakit	71
4.5.4 Pengukuran Karakter Agronomi	74
4.6 Simpulan	83
ANALISIS KENDUNGAN LIGNIN TOTAL, MONOLIGNOL DAN EKSPRESI GEN BIOSINTESIS LIGNIN	85
5.1 Abstrak	85
5.2 Abstract	85
5.3 Pendahuluan	86
5.4 Metode	87
5.4.1 Tempat dan Waktu	87
5.4.2 Bahan Tanaman	88
5.4.3 Preparasi Sampel Serbuk Daun Tanaman Sorgum	88
5.4.4 Analisis Kandungan Lignin Total Daun dengan Metode TGA	88
5.4.5 Analisis Komposisi Monolignol dengan Metode PyGCMS	89
5.4.6 Analisis Ekspresi gen <i>SbCOMT</i> dengan metode RT-qPCR	90
5.5 Hasil dan Pembahasan	91
5.5.1 Analisis Kandungan Lignin Total Daun dengan metode TGA	91
5.5.2 Analisis Komposisi Monolignol dengan Metode PyGCMS	94
5.5.3 Analisis Ekspresi gen <i>SbCOMT</i> dengan Metode RT-qPCR	977
5.6 Simpulan	104
PEMBAHASAN UMUM	105
SIMPULAN UMUM DAN SARAN	109
7.1 Simpulan Umum	109

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.

7.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	123

@Hak cipta milik IPB University

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.





DAFTAR TABEL

3.1	Sampel Daun Sorgum untuk Identifikasi Cendawan <i>Phyllachora</i>	28
2	Nilai keparahan penyakit bercak ter pada 17 genotipe sorgum	36
1	Asal dan kandungan lignin genotipe sorgum uji	62
2	Skoring penyakit bercak ter	66
3	Rerata periode inkubasi peDaun Sorgum kit bercak ter tanaman sorgum	70
4	Nilai keparahan penyakit hasil uji evaluasi lapang	72
5	Hasil pengukuran karakter agronomi dari hasil uji evaluasi lapang	75
6	Analisis varian karakter agronomi pada sembilan genotipe sorgum	77
4.7	Komponen hasil sembilan genotipe sorgum dengan perbedaan lignin	79
4.8	Karakter agronomi dari sembilan genotipe sorgum	80
4.9	Nilai dugaan variasi genetik dan heretabilitas arti luas	81
5.1	Hasil analisis lignin total daun sorgum dengan metode TGA	92
5.2	Hasil analisis komposisi monolignol dengan metode PyGCMS	95

@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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram alir penelitian “Karakter Patogen dan Peran Lignin dalam Ketahanan Sorgum Terhadap Penyakit Bercak Ter”	6
2.1	Proses infeksi dan invasi <i>Phyllachora</i> pada daun sorgum	18
2.2	Bercak ter atau koloni <i>Phyllachora</i> pada daun sorgum	19
3.1	Proses pengumpulan sampel bercak ter untuk isolasi DNA	31
3.2	Skema daerah dan primer ITS serta LSU	32
3.3	Gejala bercak ter pada permukaan daun sorgum	34
3.4	Gejala bercak ter pada batang sorgum	35
3.5	Bercak ter pada daun dari 17 genotipe sorgum	38-39
3.6	Karakter morfologi 17 isolat <i>Phyllachora</i>	40-45
3.7	Hasil analisis PCoA dari 17 isolat <i>Phyllachora</i> dan 2 referensi	46
3.8	Hasil biplot PCA dari 17 isolat <i>Phyllachora</i> dan 2 referensi	47
3.9	Hasil amplifikasi daerah ITS	51
3.10	Hasil amplifikasi daerah LSU	51
3.11	Pohon filogenetik dengan marka ITS	54
3.12	Homologi isolat <i>Phyllachora</i> dengan marka ITS	54
3.13	Pohon filogenetik dengan marka LSU	56
3.14	Homologi isolat <i>Phyllachora</i> dengan marka LSU	57
4.1	Denah uji evaluasi lapang ketahanan tanaman sorgum terhadap penyakit bercak ter	63
4.2	Bercak ter pada permukaan daun tanaman sorgum	69
4.3	Korelasi karakter agronomi dan karakter biomasa dengan kandungan lignin total	78
5.1	Jalur biosintesis lignin dan monolignol serta enzim yang berperan	99
5.2	Daerah amplifikasi dari primer <i>SbCOMT</i> yang digunakan	100
5.3	Ekspresi relatif gen <i>SbCOMT</i>	101



DAFTAR LAMPIRAN

Hasil pengukuran karakter morfologi	124
Hasil BLASTN fragmen ITS pada <i>Phyllachora</i> isolat Latu Monca dan Latu Kaca dengan dua isolat <i>Phyllachora</i> referensi	125
Data Iklim di lokasi dan waktu dilakukannya uji evaluasi lapang ketahanan tanaman sorgum terhadap penyakit bercak ter	129
Pyrogram dan hasil pengukuran komponen dengan PyGCMS	132
Proses amplifikasi gen SbCOMT dengan RT-qPCR	134

@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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.