



# **KELIMPAHAN *Fusarium oxysporum* DAN FITONEMATODA PADA PERTANAMAN PISANG DI PERKEBUNAN PTPN VIII PARAKANSALAK**

**MEI RANI TANJUNG**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**

 Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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 karya tulis, dan sebagainya.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA\*

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian berjudul “Kelimpahan *Fusarium oxysporum* dan Fitonematoda pada Pertanaman Pisang di Perkebunan PTPN VIII Parakansalak” adalah benar 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 tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2021

*Mei Rani Tanjung*  
NIM A352170081



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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 kr

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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

\* Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkait



## RINGKASAN

MEI RANI TANJUNG. Kelimpahan *Fusarium oxysporum* dan Fitonematoda pada Pertanaman Pisang di Perkebunan PTPN VIII Parakansalak. Dibimbing oleh EFI TODING TONDOK, ABDUL MUNIF dan YUNUS EFFENDI.

Pisang termasuk komoditi tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat sehingga permintaan produksi pisang menjadi meningkat. Pemerintah maupun masyarakat di Indonesia membudidayakan beberapa varietas pisang seperti Cavendish, Raja Buluh, dan Barangan. Selain permintaan produksi yang meningkat, langkah ini dilakukan pemerintah untuk melakukan swasembada buah yang tertera pada Peraturan Menteri Pertanian Nomor 86/Permentan/OT.140/8/2013. Oleh karena itu, pihak BUMN mulai melakukan budidaya tanaman pisang pada beberapa sektor kebun yang dimiliki oleh perusahaan. Selama proses budidaya banyak permasalahan yang dihadapi, patogen utama yang menyerang tanaman pisang salah satunya *Fusarium oxysporum*. Patogen ini yang menyebabkan penyakit layu fusarium. Cendawan *F. oxysporum* termasuk patogen tular tanah yang menginfeksi tanaman pisang melalui luka pada jaringan tanaman. Luka pada perakaran tanaman dapat berupa luka alami karena proses pertumbuhan tanaman atau disebabkan oleh beberapa vektor seperti nematoda. Beberapa penelitian menyatakan bahwa nematoda memiliki peran penting dalam proses infeksi penyakit layu fusarium oleh *F. oxysporum*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati kelimpahan *F. oxysporum* dan fitonematoda pada pertanaman pisang dan hubungan kedua patogen dalam menyebabkan layu fusarium. Hipotesis dari penelitian ini populasi fitonematoda pada pertanaman pisang berkorelasi positif terhadap keparahan penyakit layu fusarium yang terjadi di lapangan.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengamati tanaman pisang pada varietas Emas Kirana yang dikenal dengan Mas Kirana. Pengamatan berdasarkan skoring keparahan penyakit layu fusarium yang telah ditentukan sebelumnya. Pengambilan sampel pada bagian tanah dan akar tanaman pisang dilakukan secara *purposive* sampling. Pada tiap blok diambil sampel dari 5 rumpun berbeda dengan keparahan penyakit yang berbeda. Sampel dikumpulkan dari 5 blok berbeda sebagai ulangan. Sampel dari 5 blok berbeda dengan keparahan penyakit yang sama lalu dikompositkan untuk penelitian selanjutnya. Penghitungan kelimpahan *F. oxysporum* dan fitonematoda menggunakan metode konvensional dan molekuler. Isolasi fitonematoda dari tanah dilakukan dengan ekstraksi fitonematoda menggunakan metode flotasi sentrifugasi. Identifikasi fitonematoda sampai tingkat genus dengan mengamati morfologi secara berurut dari anterior ke posterior. Analisis kelimpahan fitonematoda dilakukan dengan menghitung 1 ml suspensi fitonematoda yang diletakkan pada cawan sirakus dan diulang sebanyak 3 kali. Selanjutnya, jumlah fitonematoda dihitung menggunakan rumus penghitungan populasi absolut. Isolasi *F. oxysporum* dilakukan menggunakan 2 metode yaitu secara konvensional dan molekuler. Metode konvensional cendawan *F. oxysporum* ditumbuhkan pada media agar Martin dan diinkubasi selama 3-4 hari. Identifikasi dan perhitungan kelimpahan *F. oxysporum* dilakukan pada isolat yang memenuhi karakter dengan diberi tanda. Secara molekuler, ekstraksi DNA dari sampel tanah yang terinfeksi layu fusarium, amplifikasi PCR menggunakan primer spesifik

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 karya tulis, dan sebagainya, kecuali diperbolehkan dalam bentuk kutipan singkat.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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



dengan urutan basa Foc1/F (5'-CAGGGGATGTATGAGGAGGCT-3') dan Foc2/R (3'-GTGACAGCGTCGTCTAGTTCC-5') dan visualisasi hasil PCR.

Kelimpahan *F. oxysporum* juga dihitung menggunakan teknik *real-time* PCR. Konstruksi kurva standar diawali dengan isolasi kompeten sel bakteri DH5 alpha yang telah ditambahkan gen sintesis *F. oxysporum*. Selanjutnya transformasi sel menjadi plasmid yang telah mengandung gen *F. oxysporum* dan isolasi DNA plasmid menggunakan metode lisis alkalin. DNA plasmid diencerkan hingga pengenceran  $10^{-4}$ . Estimasi jumlah plasmid *F. oxysporum* yang diperoleh dihitung menggunakan rumus *copies number* plasmid. Analisis statistik dilakukan menggunakan metode regresi dan korelasi pada Microsoft Excel dan aplikasi PLS-SEM untuk melihat hubungan antara kelimpahan *F. oxysporum* dan fitonematoda terhadap skoring keparahan penyakit layu fusarium.

Fitonematoda yang diperoleh pada penelitian ini yaitu *Helicotylenchus* sp., *Criconemoides* sp. dan *Radopholus* sp. Pada tanah populasi fitonematoda tertinggi pada tanaman skor 4 sebanyak 77 individu per g tanah dan yang terendah pada skor 2 sebanyak 16 individu per g tanah. Pada akar populasi fitonematoda tertinggi pada tanaman skor 0 sebanyak 85 individu per g tanah dan yang terendah pada skor 3 sebanyak 33 individu per g tanah. Pada penghitungan dengan metode cawan tuang, ditemukan bahwa populasi paling tinggi pada tanaman skor 1 sebesar  $8.1 \times 10^3$  cfu per g tanah dan terendah pada tanaman skor 0 dengan nilai  $1.0 \times 10^3$  cfu per g tanah. Sedangkan secara molekuler, hasil identifikasi menunjukkan patogen termasuk *F. oxysporum* TR4 dan populasinya paling tinggi pada skor 0 sebesar  $2.663 \times 10^{14}$  ng per ul dan terendah pada skor 4 sebesar  $6.06 \times 10^{13}$  ng per ul.

Hasil penghitungan kelimpahan *F. oxysporum* pada kedua metode yang digunakan tidak dapat dibandingkan karena perbedaan bagian yang diukur, metode cawan tuang menghitung propagul cendawan yang masih hidup, sedangkan metode *real-time* PCR menghitung bagian DNA *F. oxysporum* yang teramplifikasi dengan primer yang digunakan.

Tidak ditemukan adanya korelasi antara keberadaan *F. oxysporum* dan fitonematoda di dalam tanah dalam peningkatan keparahan penyakit layu fusarium pada pisang. Setelah dianalisis dengan PLS-SEM, kedua populasi patogen yang dihitung berhubungan negatif, dengan nilai sebesar -1.5%. Cendawan *F. oxysporum* dapat menyerang tanaman pisang dan menyebabkan penyakit layu fusarium tanpa bantuan fitonematoda dengan nilai sebesar 8.3%. Fitonematoda tidak berperan dalam terjadinya penyakit layu fusarium pada pisang di perkebunan PTPN VIII Parakansalak. Kepadatan fitonematoda dan *F. oxysporum* dalam tanah dan jaringan tanaman pisang tidak dapat menggambarkan tingkat keparahan penyakit layu fusarium pada pisang.

Kata kunci : Penyakit panama, , *real-time* PCR, *tropical race 4*

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 kr

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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



## SUMMARY

MEI RANI TANJUNG. Density of *Fusarium oxysporum* and Phytonematodes of Banana Plantation at PTPN VIII Parakansalak. Supervised by EFI TODING TONDOK, ABDUL MUNIF, and YUNUS EFFENDI.

Banana is the most consumed of horticulture commodity plants. The government and society also cultivate some banana varieties such as Cavendish, Raja Buluh, and Barangan. Considering the production demand is also increased, the government also implemented the fruit self-sufficiency program in the Minister of Plantation Regulation Number 86/Permentan/OT.140/8/2013. Therefore, BUMN began to cultivate banana plants in several plantation sectors owned by the company. During the banana plants' cultivation process, many problems are faced, one of which is the banana plant attacked by a pathogen. The primary pathogen that attacks the banana plant is *Fusarium oxysporum* causing the fusarium wilt. *F. oxysporum* is categorized as the soil-borne pathogen that infected banana plant through the wound of plant tissue. The wound found in the plants' root could be identified as the natural wound result of plant growth process or caused by several vectors such as nematode. Many researchers reported that nematode has a significant role in the process of fusarium wilt disease, which is caused by *F. oxysporum*. This research aims to observe the abundance of *F. oxysporum* and phytonematode founded in the banana plant and the relation of both pathogens in causing fusarium wilt. The hypothesis of this research that phytonematode founded a positive correlation toward the severity of fusarium wilt disease.

The method used in this research was observing the severity of fusarium wilt of banana plant Emas Kirana varieties that's most know as Mas Kirana. Based on the predetermined score rating. Soil and root samples was collected which was conducted by purposive method. From every block, samples were taken from 5 different clumps with different disease severities. Samples were collected from 5 different blocks as replication. Sample from 5 different blocks with the same disease severity were then mix for future research. The abundance of *F. oxysporum* and phytonematodes were calculated by applying conventional and molecular methods. Isolation of phytonematodes from soil were conducted by extracting the phytonematodes from soil samples by using a floatation centrifugation method. Identification of phytonematodes to the genus level were carried out by observing the morphology of their anterior to posterior. The abundance of phytonematodes then calculated under microscope by placed 1 ml of phytonematode suspension on cyrus dish, and repeated 3 times. Furthermore, the number of phytonematodes was calculated using the formula of absolute population calculation. Calculation of *F. oxysporum* was conducted by two ways, conventional (growing on synthetic media) and molecular methods. The conventional method was performed by serial dilution of soil samples, followed by cultured on Martin Agar, and incubated for 3-4 days before counting the number of *F. oxysporum* colonies grow on medium. To prove that *F. oxysporum* growing on Martin Agar is Foc, molecular identification was carried out using specific primer Foc1/F (5'-CAGGGGATGTATGAGGAGGCT-3') and Foc2/R (3'-GTGACAGCGTCGTCTAGTTCC-5'). PCR result then visualized on agarose gels.

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 karya tulis, dan sebagainya, tanpa diperjualbelikan atau tanpa izin IPB.

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Real-time PCR technique was also conducted to count the abundance of *F. oxysporum* from soil samples. The standard curve construction is started by isolating the competent bacteria cell of DH5 alpha that has been added the synthesis gene of *F. oxysporum*. The cell transformation is becoming plasmid that has *F. oxysporum* gene and isolation of DNA plasmid using lysis alkaline method. DNA plasmid is made by diluting 10<sup>-4</sup>. Estimation of number of *F. oxysporum* obtained from copies number plasmid formula. Statistical analysis was performed by using regression and correlation methods in the Microsoft Excel and PLS-SEM application to examine the relationship between abundance of *F. oxysporum* and phytonematodes against fusarium wilt disease severity scoring.

Phytonematodes obtained in this research are *Helicotylenchus* sp., *Criconemoides* sp. and *Radopholus* sp. In the soil, the highest phytonematodes population was found at plant with disease severity score of 4 as many as 77 individuals per g of soil. The lowest population was found at plants with score of 2 as many as 16 individuals per g of soil. At the plant roots, the highest phytonematodes population was at plants with score of 0 as many as 85 individuals per g of root. And the lowest population was at score of 3 as many as 33 individuals per g of root. Based on colonies characteristics and microscopic morphologies, it was concluded that fungus grows on Martin Agar is *F. oxysporum*. Application of pairs of specific primer also proved that it is *F. oxysporum* strain 4 (tropical strain 4). Calculation of *F. oxysporum* using pouring plate methods on Martin Agar found that the highest population of *F. oxysporum* was at plants with disease severity score of 1 as much as 8.1x10<sup>3</sup> cfu per g of soil and the lowest at score of 0 as much as 1.0x 10<sup>3</sup> cfu per g of soil. Calculation with *real-time* PCR found that the highest population of *F. oxysporum* was at plants with disease severity score of 0 as much as 2.663x10<sup>14</sup> ng per ul and the lowest population at score of 4 as much as 6.06x10<sup>13</sup> ng per ul. The result of calculating the abundance of *F. oxysporum* on both methods could not be compared because of the differences in the measured portion, pour plate method counted the living fungal propagules, while real-time PCR method calculates the portion of DNA of *F. oxysporum* amplified by primer used.

There was no correlation between the presence of *F. oxysporum* and phytonematodes in the soil in an increase of disease severity of fusarium wilt of banana. After being analyzed by PLS-SEM, both the counted pathogen population were negatively correlated, with the value of -1.5%. *F. oxysporum* could attack the banana plant and causes the fusarium wilt without help of phytonematode with the value of 8.3%. The presence of phytonematodes in the soil has no role to the occurrence of fusarium wilt of banana at PTPN VIII Parakansalak plantation. The abundance of phytonematodes and *F. oxysporum* in the soil and plant tissues could not describe the level of disease severity of fusarium wilt of banana.

Keyword: Panama disease, *real-time* PCR, *tropical race* 4

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 kr

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

### 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 karya tulis, dan sebagainya
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2021

### © 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 apapun tanpa izin IPB.*



**KELIMPAHAN *Fusarium oxysporum* DAN FITONEMATODA PADA  
PERTANAMAN PISANG DI PERKEBUNAN PTPN VIII  
PARAKANSALAK**

**MEI RANI TANJUNG**

 Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

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 karya tulis, dan sebagainya.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains  
pada  
Program Studi Fitopatologi

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2021**





### 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 karya tulis, dan sebagainya.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis : Dr. Ir. Suryo Wiyono MSc Agr

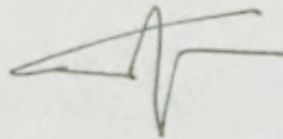
Judul Penelitian

: Kelimpahan *Fusarium oxysporum* dan Fitonematoda  
pada Pertanaman Pisang di Perkebunan PTPN VIII  
Parakansalak

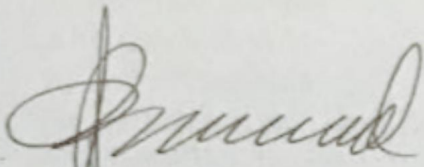
Nama Mahasiswa  
NRP

: Mei Rani Tanjung  
: A352170081

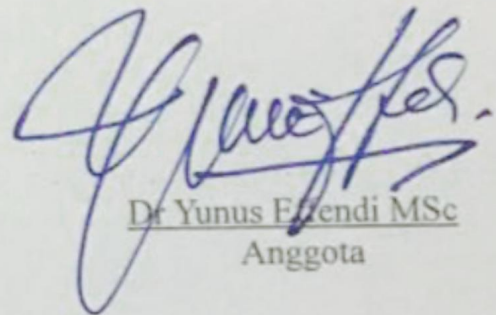
Disetujui oleh  
Komisi Pembimbing



Dr Efi Toding Tondok, MSc Agr  
Ketua



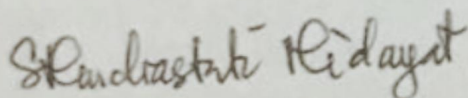
Dr Ir Abdul Munif, MSc Agr  
Anggota



Dr Yunus Efendi MSc  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Fitopatologi



Prof Dr Ir Sri Hendrastuti Hidayat, MSc  
NIP. 196107081986032001

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Sekretaris Program Magister



Prof Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng  
NIP. 196004191985031002

Tanggal ujian : 3 November 2020

Tanggal lulus : 08 FEB 2021



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul “Kelimpahan *Fusarium oxysporum* dan Fitonematoda pada Pertanaman Pisang di PTPN VIII Parakansalak”. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nematologi Tumbuhan Departemen Proteksi Tanaman, Laboratorium Molekuler Universitas Al Azhar Jakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2019 hingga Desember 2019.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, keluarga besar penulis dan suami yang telah mendoakan dan memberikan dukungan yang luar biasa kepada penulis. Kepada Dr Efi Toding Tondok MSc Agr, Dr Abdul Munif Msc Agr dan Dr Yunus Effendi MSc, selaku pembimbing akademik yang memberikan masukan dan pengarahan dalam penulisan usulan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan rekan-rekan Fitopatologi angkatan 2017, dan teman-teman laboratorium nematologi tumbuhan atas semangat dan bantuan kepada penulis serta teman-teman laboratorium molekuler Al Azhar Indonesia.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar tesis ini bisa menjadi yang lebih baik untuk ke depannya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulisan dan masyarakat yang sesungguhnya.

Bogor, Februari 2021

*Mei Rani Tanjung*

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 karya tulis, dan sebagainya, tanpa diperjualbelikan atau tanpa izin IPB.

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Peraturan milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



## DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Hipotesis Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Perumusan Masalah	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	4
Deskripsi <i>F. oxysporum</i>	4
Gejala Penyakit Layu Fusarium	5
Teknik <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)	6
Teknik <i>real-time</i> PCR	7
Asosiasi Nematoda dan <i>F. oxysporum</i>	8
METODE PENELITIAN	9
Waktu dan Tempat	9
Alat dan Bahan	9
Metode Penelitian	9
Pengamatan Keparahan Penyakit	9
Pengambilan Sampel	9
Isolasi dan Penghitungan Fitonematoda	10
Ekstraksi Fitonematoda dari Tanah	10
Ekstraksi Fitonematoda dari Akar	10
Identifikasi dan Penghitungan Kelimpahan Fitonematoda	10
Isolasi dan Penghitungan <i>F. oxysporum</i>	11
Metode Cawan Tuang	11
Metode Molekuler	11
Ekstraksi DNA dari Tanah	11
Amplifikasi PCR dan Visualisasi Hasil PCR	12
Pembuatan Kurva Standar <i>real-time</i> PCR	12
Sel Kompeten Bakteri DH5 alpha dan Transformasi Sel	12
Isolasi DNA Plasmid dengan Alkaline Lysis	12
Analisis Kuantitatif <i>real-time</i> PCR	13
Analisis Statistik	13
HASIL DAN PEMBAHASAN	14
Kondisi Tanaman Pisang dan Keparahan penyakit Layu Fusarium	14
Hasil Identifikasi Morfologi dan Penghitungan Populasi Fitonematoda	15
Hasil Identifikasi dan Penghitungan Populasi <i>F. oxysporum</i>	16
Ekstraksi DNA dari Tanah Pertanaman Pisang	18
Kompeten Sel Bakteri DH5 alpha dan Transformasi sel	19
Analisis Kuantitatif <i>real-time</i> PCR	19
Hubungan Fitonematoda dan <i>F. oxysporum</i> Berdasarkan Skoring Layu Fusarium	21
KESIMPULAN	24

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan karya tulis, dan sebagainya, tanpa merugikan kepentingan yang wajar IPB.

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



DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	32

### DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alur penelitian	3
2	Morfologi <i>F. oxysporum</i>	4
3	Gejala penyakit layu fusarium pada pisang	6
4	Tanaman pisang di lapangan	14
5	Fitonematoda yang ditemukan di lapangan	15
6	Diagram jumlah populasi fitonematoda pada tanah dan akar	16
7	Morfologi <i>F. oxysporum</i>	16
8	Pita DNA <i>F. oxysporum</i> hasil amplifikasi PCR	17
9	Diagram populasi <i>F. oxysporum</i> pada tanah	17
10	Diagram konsentrasi DNA <i>F. oxysporum</i>	19
11	Sel kompeten bakteri <i>E. coli</i>	19
12	Diagram kurva standar	20
13	Bagan hubungan langsung dan tidak langsung fitonematoda dan <i>F. oxysporum</i>	21

### DAFTAR TABEL

1	Urutan nukleotida primer spesifik amplifikasi PCR	9
2	Skoring dalam pengambilan sampel di lapangan	10
3	Nilai Cq DNA <i>F. oxysporum</i> hasil amplifikasi <i>real-time</i> PCR	20
4	Kelimpahan dan estimasi DNA sel cendawan <i>F. oxysporum</i>	20

### DAFTAR LAMPIRAN

1	Penghitungan populasi fitonematoda sampel tanah dan akar	33
2	Data konsentrasi DNA <i>F. oxysporum</i> hasil ekstraksi	33
3	Hasil regresi kurva standar real time PCR DNA plasmid <i>F. oxysporum</i>	33
4	Nilai Cq kurva standar <i>real-time</i> PCR DNA plasmid <i>F. oxysporum</i>	33
5	Perhitungan <i>copies number plasmid</i> pada sel DNA <i>F. oxysporum</i> pada sampel tanah tanaman pisang skor 0	34
6	Perhitungan <i>copies number plasmid</i> pada sel DNA <i>F. oxysporum</i> pada sampel tanah tanaman pisang skor 1	34
7	Perhitungan <i>copies number plasmid</i> pada sel DNA <i>F. oxysporum</i> pada sampel tanah tanaman pisang skor 2	34
8	Perhitungan <i>copies number plasmid</i> pada sel DNA <i>F. oxysporum</i> pada sampel tanah tanaman pisang skor 3	34
9	Perhitungan <i>copies number plasmid</i> pada sel DNA <i>F. oxysporum</i> pada sampel tanah tanaman pisang skor 4	35
10	Proses pada tahap pembuatan kompeten sel dan transfer gen sintesis	35
11	Isolasi cendawan <i>F. oxysporum</i> menggunakan media agar Martin	35

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 karya tulis, dan sebagainya, tanpa merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun 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, penerbitan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan karya tulis, dan sebagainya.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)