

BANANA BUNCHY TOP VIRUS: KERAGAMAN GENETIK, RESPONS KULTIVAR PISANG DAN PENGENDALIAN PENYAKIT

LATIFAH



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**



@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 “*Banana bunchy top virus: Keragaman Genetik, Respons Kultivar Pisang dan Pengendalian Penyakit*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2023

Latifah
A362160011



RINGKASAN

LATIFAH. *Banana bunchy top virus*: Keragaman Genetik, Respons Kultivar Pisang dan Pengendalian Penyakit. Dibimbing oleh SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, KIKIN HAMZAH MUTAQIN, dan WIDODO.

Gangguan yang disebabkan oleh penyakit tanaman menjadi salah satu faktor pembatas utama produksi pisang. Penyakit kerdil pisang, yang disebabkan oleh *Banana bunchy top virus* (BBTV), merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman pisang di dunia, termasuk di Indonesia. Penyakit ini diketahui berpotensi menyebabkan kehilangan hasil sebesar 100% karena tanaman yang terinfeksi sejak awal pertumbuhan tidak dapat menghasilkan buah.

Banana bunchy top virus merupakan virus multikomponen yang terdiri atas enam komponen genom DNA yaitu DNA-R, DNA-U3, DNA-S, DNA-M, DNA-C, dan DNA-N. Isolat-isolat BBTV dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok Asia dan *South Pacific* berdasarkan karakter molekuler komponen genom DNA. Penularan dan penyebaran BBTV di lapangan terjadi melalui serangga vektor kutudaun *Pentalonia nigronervosa* dan bahan tanam yang terinfeksi. Strategi pengendalian menggunakan kultivar tahan merupakan salah satu pengendalian yang efektif. Pisang yang umumnya memiliki genom AAB, ABB, BB, dan BBB bersifat lebih toleran terhadap BBTV dibandingkan pisang yang memiliki genom AA dan AAA. Selain itu strategi pengendalian penyakit kerdil pisang dapat juga dilakukan dengan menginduksi ketahanan tanaman melalui penerapan pengendalian secara biologi menggunakan agens hayati dan bahan alami yang dianggap lebih ramah lingkungan.

Penelitian telah dilakukan dengan tujuan: (1) melakukan karakterisasi molekuler berbasis asam nukleat terhadap enam komponen genom isolat BBTV asal Jawa Barat dan Bali, serta menganalisis hubungan filogenetiknya dengan isolat dari negara lain; (2) menentukan jumlah kutudaun *P. nigronervosa* untuk penularan BBTV yang paling efektif sebagai metode untuk mengevaluasi respons ketahanan 12 kultivar pisang terhadap infeksi BBTV; dan (3) mengetahui potensi *P. fluorescens* dan filtrat guano untuk menekan insidensi dan keparahan penyakit kerdil pada bibit pisang cv. Cavendish.

Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel daun dari pertanaman pisang di Jawa Barat dan Bali, amplifikasi enam komponen genom isolat BBTV, peruntan dan analisis sekuen nukleotida enam komponen genom isolat BBTV. Percobaan penularan BBTV melalui serangga vektor kutudaun dilakukan dengan periode makan akuisisi 24 jam, periode makan inokulasi 48 jam dan jumlah kutudaun dengan lima taraf, yaitu 1; 5; 10; 20; dan 30 ekor per tanaman. Evaluasi respons ketahanan dilakukan terhadap 12 kultivar pisang dengan tipe genom AA, AAA, AAB, dan ABB. Percobaan aplikasi suspensi bakteri *P. fluorescens* dan filtrat guano pada bibit pisang dilakukan secara terpisah yaitu sebelum dan sesudah inokulasi BBTV.

Analisis homologi dan filogenetik berdasarkan sekuen nukleotida terhadap lima komponen genom isolat BBTV asal Jawa Barat dan Bali yaitu DNA-R, DNA-S, DNA-M, DNA-C dan DNA-N memperlihatkan adanya pembagian BBTV menjadi kelompok Asia dan *South Pacific*. Isolat-isolat asal Jawa Barat dan Bali masuk dalam satu kelompok yang sama, yaitu kelompok Asia. Isolat

tersebut memiliki kekerabatan dengan isolat Filipina, Taiwan, Tiongkok, Thailand, Vietnam dan Laos.

Penularan BBTB menggunakan 20 ekor kutudaun merupakan penularan yang paling efektif dengan periode inkubasi paling cepat (17 hari setelah inokulasi), dengan insidensi dan keparahan penyakit berturut-turut 64% dan 62,67%. Respons ketahanan 12 kultivar pisang yang diuji terhadap penyakit kerdil dapat dikelompokkan menjadi respons rentan ('Cavendish'), moderat tahan ('Mas Kirana', 'Ambon Kuning', 'Barangan Merah', 'Goroho', 'Raja Bulu') dan tahan ('Bebek', 'Kapal', 'INA-03', 'Kapas', 'Kepok Manurun', 'Kepok Tanjung'). Kultivar pisang yang memiliki genom AA dan AAA sebagian besar bersifat rentan terhadap BBTB, sedangkan kultivar pisang yang memiliki genom AAB dan ABB bersifat lebih toleran terhadap BBTB. Metode penularan yang dihasilkan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai metode skrining lebih banyak plasma nutfah pisang untuk mencari sumber ketahanan terhadap BBTB.

Aplikasi suspensi bakteri *P. fluorescens* dan filtrat guano pada bibit pisang cv. Cavendish sebelum terinfeksi BBTB menunjukkan gejala infeksi ringan, sedang dan berat. Periode inkubasi virus pada tanaman yang diberi perlakuan suspensi bakteri *P. fluorescens* berkisar dari 29 sampai 57 hari; pada perlakuan filtrat guano dan perlakuan kombinasi suspensi bakteri *P. fluorescens* + filtrat guano berturut-turut berkisar antara 18 sampai 51 hari dan 22 sampai 50 hari. Aplikasi suspensi bakteri *P. fluorescens* dan perlakuan filtrat guano menghasilkan nilai insidensi dan keparahan penyakit yang sama yaitu sebesar 20 dan 17,78%, sedangkan perlakuan kombinasi suspensi bakteri *P. fluorescens* + filtrat guano menghasilkan nilai insidensi penyakit lebih rendah sebesar 13,33% dengan nilai keparahan penyakit sebesar 11,11%. Perkembangan keparahan penyakit pada perlakuan bibit pisang setelah terinfeksi BBTB menunjukkan tingkat keparahan penyakit mengalami penurunan pada 10 minggu setelah aplikasi. Aplikasi suspensi bakteri *P. fluorescens* dan filtrat guano berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada perlakuan bibit pisang sebelum terinfeksi BBTB.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa infeksi BBTB sudah menyebar luas pada pertanaman pisang di daerah Jawa Barat dan Bali. Keberadaan enam komponen DNA BBTB, yaitu DNA-R, DNA-S, DNA-M, DNA-C, DNA-U3 dan DNA-N berhasil dikonfirmasi dari sampel lapangan. Analisis sekuen nukleotida membuktikan homologi yang tinggi antar isolat-isolat BBTB asal Jawa Barat dan Bali dan juga dengan isolat-isolat BBTB asal Indonesia lainnya, dan asal Asia. Satu ekor kutudaun *P. nigronevosa* sudah mampu menularkan BBTB, tetapi efisiensi penularan meningkat dengan jumlah kutudaun yang lebih banyak. Data yang diperoleh mengenai respons kultivar pisang terhadap infeksi BBTB dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan kultivar pisang yang tahan terhadap BBTB atau pengelolaan penyakit kerdil pisang melalui induksi ketahanan tanaman. Suspensi bakteri *P. fluorescens* dan filtrat guano yang diaplikasikan pada bibit pisang sebelum terinfeksi BBTB dapat menekan insidensi dan keparahan penyakit kerdil pada bibit pisang cv. Cavendish. Aplikasi *P. fluorescens* dan filtrat guano berpotensi sebagai pemacu ketahanan tanaman pisang terhadap infeksi BBTB.

Kata kunci: Komponen genom, *Pentalonia nigronervosa*, penyakit kerdil, respons ketahanan, tipe genom



SUMMARY

LATIFAH. *Banana bunchy top virus*: Genetic Diversity, Response of Banana Cultivars and Disease Control. Supervised by SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, KIKIN HAMZAH MUTAQIN, and WIDODO.

Plant diseases are one of the main limiting factors of banana production. Banana bunchy top disease, caused by *Banana bunchy top virus* (BBTV), is one of the important diseases in banana plants globally, including in Indonesia. This disease has the potential to cause 100% crop losses because plants infected early in the growing stage cannot produce fruit.

Banana bunchy top virus is a multicomponent virus consisting of six DNA genome components, namely DNA-R, DNA-U3, DNA-S, DNA-M, DNA-C, and DNA-N. The isolates of BBTV can be differentiated into the Asian and South Pacific groups based on the molecular character of the DNA genome components. Transmission and spread of BBTV in the field occur through the aphid *Pentalonia nigronervosa* or infected planting materials. Disease management using resistant cultivars is one of the effective controls. Bananas that have AAB, ABB, BB, and BBB genomes are more tolerant to BBTV than bananas that have AA and AAA genomes. In addition, management of banana bunchy top disease can also be carried out by inducing plant resistance through the application of biological control using biological agents or natural materials that are considered more environmentally friendly.

Research was conducted with specific objectives: (1) to conduct nucleic acid-based molecular characterization of six genome components of BBTV isolates from West Java and Bali, and to analyze their phylogenetic relationships with isolates from other countries; (2) to determine the number of *P. nigronervosa* for the most effective transmission of BBTV as a method to evaluate the resistance response of 12 banana cultivars to BBTV infection; and (3) to determine the potential of *P. fluorescens* and guano filtrate to suppress the incidence and severity of banana bunchy top disease in banana seedlings cv. Cavendish.

Samples collection was conducted in West Java and Bali, followed by amplification of six components of the BBTV isolate genome, sequencing and analysis of the nucleotide sequences. The BBTV transmission experiment through aphid was carried out with a 24-hour acquisition feeding period, a 48-hour inoculation feeding period, and 5 levels of the number of aphids, i.e., 1, 5, 10, 20, and 30 per plant. Evaluation of plant responses was carried out using 12 banana cultivars having AA, AAA, AAB, and ABB genome types. Separate application of *P. fluorescens* bacterial suspension and guano filtrate to banana seedlings was carried out before and after BBTV inoculation.

Homology and phylogenetic analysis based on nucleotide sequences of five genome components of BBTV isolates from West Java and Bali, namely DNA-R, DNA-S, DNA-M, DNA-C, and DNA-N, showed that BBTV was divided into the Asian and South Pacific groups. All isolates from West Java and Bali are included in the Asian group. These isolates are closely related to isolates from the Philippines, Taiwan, China, Thailand, Vietnam, and Laos.

The experiment on the BBTv transmission method showed that 20 aphids were the most effective transmission with the fastest incubation period (17 days after inoculation), with incidence and severity of the disease being 64% and 62.67%, respectively. The response of 12 banana cultivars tested against banana bunchy top disease can be grouped into susceptible responses ('Cavendish'), moderately resistant ('Mas Kirana', 'Ambon Kuning', 'Barangan Merah', 'Goroho', 'Raja Bulu'), and resistant ('Bebek', 'Kapal', 'INA-03', 'Kapas', 'Kepok Manurun', 'Kepok Tanjung'). Banana cultivars with AA and AAA genomes are mostly susceptible to BBTv, while banana cultivars with AAB and ABB genomes are more tolerant to BBTv. The transmission method developed in this study can be used as a screening method for more banana germplasm to find sources of banana resistance to BBTv.

Application of *P. fluorescens* bacterial suspension and guano filtrate on banana seedlings cv. Cavendish before being infected with BBTv showed mild, moderate, and severe infection symptoms. The incubation period of the virus in the plants varied according to the treatment. Incubation period of plants treated with *P. fluorescens* bacterial suspension ranged from 29 to 57 days; in the guano filtrate treatment and the combination treatment of *P. fluorescens* bacterial suspension + guano filtrate ranged from 18 to 51 days and 22 to 50 days, respectively. The application of *P. fluorescens* bacterial suspension and guano filtrate treatment gave similar results, i.e., 20% disease incidence and 17.78% disease severity, while the combination treatment of *P. fluorescens* bacterial suspension + guano filtrate resulted in a lower disease incidence (13.33%) and disease severity (11.11%). Disease development in the treatment of banana seedlings after being infected with BBTv showed that the severity of the disease decreased 10 weeks after application. Moreover, *P. fluorescens* bacterial suspension and guano filtrate before infection of BBTv had a significant effect on plant height when applied to banana seedlings.

Based on the present research, it can be concluded that BBTv infection has spread widely in banana plantations in West Java and Bali. The presence of 6 BBTv DNA components, namely DNA-R, DNA-S, DNA-M, DNA-C, DNA-U3, and DNA-N from all field isolates was successfully confirmed. Nucleotide sequence analysis proved high homology between BBTv isolates from West Java and Bali and also with BBTv isolates from other parts of Indonesia and Asia. A single *P. nigranervosa* aphid is capable of transmitting BBTv, but the transmission efficiency increases with a greater number of aphids. The data obtained on the response of banana cultivars to BBTv infection can be used as a reference in developing banana cultivars that are resistant to BBTv or management of bunchy top disease through plant resistance induction. *P. fluorescens* bacterial suspension and guano filtrate applied to banana seedlings before infection of BBTv can suppress the incidence and severity of banana bunchy top disease in banana seedlings cv. Cavendish. The application of *P. fluorescens* and guano filtrate has the potential to stimulate banana plant resistance to BBTv infection.

Keywords: banana bunchy top disease, genome component, genome type, *Pentalonia nigronervosa*, resistance response



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, tahun 2023 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.

BANANA BUNCHY TOP VIRUS: KERAGAMAN GENETIK, RESPONS KULTIVAR PISANG DAN PENGENDALIAN PENYAKIT

LATIFAH

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

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**



@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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.S
2. Dr. Ir. Giyanto, M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

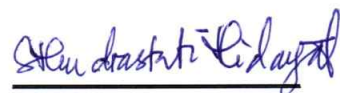
1. Dr. Ir. Giyanto, M.Si
2. Dr. Ir. Mawardati, M.Si

Judul Disertasi : *Banana bunchy top virus*: Keragaman Genetik, Respons
Kultivar Pisang dan Pengendalian Penyakit

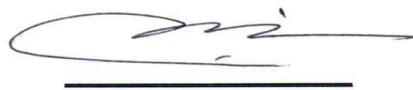
Nama : Latifah
NIM : A362160011

Disetujui oleh

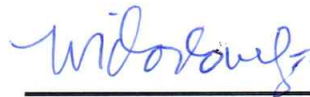
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si



Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Giyanto, M.Si
NIP 196707091993031002

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



Tanggal Ujian:

Ujian Tertutup: 21 Januari 2023

Ujian Terbuka: 01 Februari 2023

Tanggal Lulus:

01 FEB 2023



@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.

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alam, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan sehingga penulisan karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Judul penelitian disertasi “*Banana Bunchy Top Virus: Keragaman Genetik, Respons Kultivar Pisang dan Pengendalian Penyakit*”.

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan dan penulisan karya ilmiah ini ditemukan berbagai kendala. Masukan dan arahan dari dosen pembimbing memiliki peran penting hingga karya ilmiah ini selesai dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc, Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si dan Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S sebagai dosen pembimbing. Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Kementerian Keuangan melalui Lembaga Pengelola Dana Pendidikan yang telah memberikan beasiswa kepada penulis pada program Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia - Dalam Negeri (BUDI -DN).

Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Dr. Ir. Tri Asmira Damayanti, M.Agr selaku penanggungjawab Laboratorium Virologi Tumbuhan, dan Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.S selaku penanggungjawab Kebun Percobaan Cikabayan, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB yang telah memfasilitasi sarana penelitian. Terima kasih kepada Dr. Ir. Giyanto, M.Si, Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.S dan Dr. Ir. Mawardati, M.Si yang telah bersedia menjadi Penguji Luar Komisi.

Terima kasih untuk dukungan, semangat, bantuan, kerjasama, dan kebersamaan teman-teman Laboratorium Virologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB. Terima kasih kepada teman-teman Fitopatologi 2016 dan Entomologi 2016 untuk kebersamaan, persahabatan selama menempuh pendidikan di Sekolah Pascasarjana IPB. Terima kasih untuk semua pihak yang tidak dapat penulis ucapkan satu per satu yang berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penelitian maupun pendidikan penulis di Sekolah Pascasarjana IPB.

Penghormatan dan terima kasih penulis haturkan kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda H. Ismail Rasyid (alm) dan Ibunda Syahbandi (almh) yang telah memberikan kasih sayang, motivasi, dan dukungan materi untuk menjalani pendidikan formal hingga jenjang paling tinggi. Terima kasih kepada Suami dan Ananda tersayang atas pengertian, pengorbanan dan kesabarannya. Terima kasih kepada Abang dan Kakak atas kebersamaan dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang pertanian.

Bogor, Februari 2023

Latifah



@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 TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Hipotesis	5
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi Tanaman Pisang	7
2.2 Morfologi, Siklus Hidup dan Syarat Tumbuh Tanaman Pisang	8
2.3 Karakteristik dan Klasifikasi BBTV	11
2.4 Penularan dan Gejala BBTV	12
2.5 Ketahanan Tanaman Terhadap Virus	15
2.6 <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> (PGPR)	16
2.7 Guano	17
III KERAGAMAN GENETIK <i>Banana bunchy top virus</i> ASAL JAWA BARAT DAN BALI	19
3.1 Abstrak	19
3.2 Abstract	19
3.3 Pendahuluan	20
3.4 Metode Penelitian	21
3.5 Hasil	25
3.6 Pembahasan	48
3.7 Kesimpulan	50
IV PENULARAN <i>Banana bunchy top virus</i> MELALUI KUTUDAUN <i>Pentalonia nigronervosa</i> (Hemiptera: Aphididae) DAN RESPONS BEBERAPA KULTIVAR PISANG	51
4.1 Abstrak	51
4.1 Abstract	51
4.2 Pendahuluan	52
4.3 Metode Penelitian	53
4.4 Hasil	56
4.5 Pembahasan	65
4.6 Simpulan	67
V POTENSI SUSPENSI BAKTERI <i>Pseudomonas fluorescens</i> DAN FILTRAT GUANO UNTUK PENGENDALIAN <i>Banana bunchy top virus</i>	68
5.1 Abstrak	68
5.2 Abstract	68
5.3 Pendahuluan	69



5.4	Metode Penelitian	71
5.5	Hasil	74
5.6	Pembahasan	84
5.7	Simpulan	86
VI	PEMBAHASAN UMUM	87
VII	SIMPULAN DAN SARAN	90
7.1	Simpulan	90
7.2.	Saran	90
	DAFTAR PUSTAKA	91
	LAMPIRAN	101
	RIWAYAT HIDUP	127

DAFTAR TABEL

3.1	Identitas kultivar pisang asal sampel Jawa Barat dan Bali yang digunakan pada penelitian	23
3.2	Deskripsi primer yang digunakan untuk amplifikasi 6 komponen genom BBTv	25
3.3	Genom dan kultivar pisang yang ditemukan pada beberapa lokasi pengamatan di Jawa Barat dan Bali dengan tingkat keparahan gejala yang berbeda-beda	28
3.4	Frekuensi DNA-R, DNA-S, DNA-C, DNA-M, DNA-N dan DNA-U3 yang berhasil teramplifikasi	31
3.5	Daftar nomor aksesori GenBank sekuen BBTv isolat Jawa Barat dan Bali	31
3.6	Daftar nomor aksesori GenBank sekuen BBTv yang digunakan dalam analisis keragaman genetik	32
4.1	Kultivar pisang yang digunakan pada pengujian respons ketahanan terhadap BBTv	56
4.2	Pengaruh jumlah kutudaun terhadap periode inkubasi, insidensi dan keparahan serta AUDPC penyakit kerdil pisang	61
4.3	Konfirmasi BBTv dengan metode <i>polymerase chain reaction</i> pada tanaman hasil penularan menggunakan jumlah kutudaun yang berbeda	61
4.4	Periode inkubasi, insidensi dan keparahan penyakit pada evaluasi respons ketahanan kultivar pisang	63
4.5	Konfirmasi BBTv dengan metode <i>polymerase chain reaction</i> pada 12 kultivar pisang	65
5.1	Perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano pada bibit tanaman pisang sebelum terinfeksi BBTv	73
5.2	Perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano pada bibit tanaman pisang setelah terinfeksi BBTv	74
5.3	Deskripsi gejala infeksi BBTv pada tanaman pisang cv. Cavendish	75
5.4	Jumlah tanaman dengan tingkat keparahan gejala pada percobaan sebelum dan sesudah terinfeksi BBTv	76
5.5	Respons bibit pisang cv. Cavendish yang diberi perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano sebelum inokulasi BBTv	79

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.

1.1	Alur penelitian <i>Banana bunchy top virus</i> : Keragaman Genetik, Respons Kultivar Pisang dan Pengendalian Penyakit	6
2.1	Komponen genom <i>Banana bunchy top virus</i>	12
2.2	Koloni serangga vektor kutudaun <i>Pentalonia nigronervosa</i> pada bibit tanaman pisang cv. Cavendish (A dan B)	14
2.3	Gejala infeksi BBTV penyebab penyakit kerdil pisang	15
3.1	Lokasi pengambilan sampel daun pisang dengan gejala penyakit kerdil di Jawa Barat yaitu Kabupaten Bogor, Subang dan Tasikmalaya	22
3.2	Lokasi pengambilan sampel daun pisang dengan gejala penyakit kerdil di Bali yaitu Kabupaten Jembrana, Buleleng, Karangasem dan Gianyar	22
3.3	Tingkat keparahan gejala penyakit kerdil pisang yang ditemukan di lapangan	27
3.4	Visualisasi hasil amplifikasi fragmen DNA-R menggunakan primer DNA-R F/R; DNA-U3 menggunakan primer DNA-U3 F/R; DNA-S menggunakan primer DNA-S F/R; DNA-M menggunakan primer DNA-M F/R; DNA-C menggunakan primer DNA-C F/R; DNA-N menggunakan primer DNA-NF/R pada gel agarosa	29
3.5	<i>Pairwise identity</i> isolat BBTV komponen DNA-R dengan sekuen asal GenBank	39
3.6	Pohon filogenetik isolat BBTV komponen DNA-R dengan sekuen asal GenBank; sebagai <i>out group</i> adalah <i>Banana streak virus</i> (BSV)	40
3.7	<i>Pairwise identity</i> isolat BBTV komponen DNA-S dengan sekuen asal GenBank	41
3.8	Pohon filogenetik isolat BBTV komponen DNA-S dengan sekuen asal GenBank; sebagai <i>out group</i> adalah <i>Banana streak virus</i> (BSV)	42
3.9	<i>Pairwise identity</i> isolat BBTV komponen DNA-C dengan sekuen asal GenBank	43
3.10	Pohon filogenetik isolat BBTV komponen DNA-C dengan sekuen asal GenBank; sebagai <i>out group</i> adalah <i>Banana streak virus</i> (BSV)	44
3.11	<i>Pairwise identity</i> isolat BBTV komponen DNA-N dengan sekuen asal GenBank	45
3.12	Pohon filogenetik isolat BBTV komponen DNA-N dengan sekuen asal GenBank; sebagai <i>out group</i> adalah <i>Banana streak virus</i> (BSV)	46
3.13	<i>Pairwise identity</i> isolat BBTV komponen DNA-M dengan sekuen asal GenBank. Sekuen daerah survei berwarna hijau	47
3.14	Pohon filogenetik isolat BBTV komponen DNA-M dengan sekuen asal GenBank; sebagai <i>out group</i> adalah <i>Banana streak virus</i> (BSV)	48
4.1	Morfologi kutudaun <i>Pentalonia nigronervosa</i> tidak bersayap (aptera) yang digunakan sebagai karakter identifikasi	57
4.2	Gejala infeksi BBTV pada tanaman pisang cv. Cavendish sebagai sumber inokulum virus	57
4.3	Hasil amplifikasi DNA BBTV asal sumber inokulum dari Cikabayan-Bogor menggunakan primer mRepF/mRepR	58

4.4	Analisis filogenetik sumber inokulum BBTB asal Bogor (BBTV Bogor 1 dan BBTB Bogor 2) dengan isolat-isolat BBTB pada GenBank berdasarkan urutan nukleotida fragmen DNA-R; sebagai <i>outgroup</i> adalah <i>Abaca bunchy top virus</i> (ABTV)	58
4.5	Perkembangan gejala BBTB pada tanaman pisang cv. Cavendish pada 30 hari setelah inokulasi (HSI) dan 45 HSI. K	59
4.6	Perkembangan insidensi penyakit (A) dan keparahan penyakit (B) kerdil pisang pada tanaman pisang cv. Cavendish yang diinokulasi <i>Banana bunchy top virus</i> melalui kutudaun <i>Pentalonia nigronervosa</i>	60
4.7	Amplifikasi DNA BBTB pada tanaman hasil penularan menggunakan primer mRepF/mRepR	62
4.8	Gejala pada 12 kultivar pisang uji	62
4.9	Pertambahan insidensi penyakit kerdil (A) dan perkembangan keparahan gejalanya (B) pada 12 kultivar pisang setelah inokulasi BBTB	64
4.10	Hasil amplifikasi DNA BBTB menggunakan primer mRepF/mRepR dari tanaman tanpa gejala (A) dan tanaman dengan gejala (B)	65
5.1	Keparahan gejala penyakit kerdil pada pisang cv. Cavendish	76
5.2	Pengaruh perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano pada bibit pisang cv. Cavendish sebelum inokulasi BBTB	80
5.3	Perkembangan keparahan gejala pada bibit pisang cv. Cavendish sesudah inokulasi BBTB	80
5.4	Hasil amplifikasi DNA BBTB dari tanaman dengan gejala dan tanpa gejala menggunakan primer mRepF/mRepR	81
5.5	Pengaruh perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pisang	82
5.6	Pengaruh perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano terhadap Rasio panjang dan lebar daun tanaman pisang	83
5.7	Malformasi daun tanaman pisang terinfeksi BBTB pada perlakuan <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano	84



DAFTAR LAMPIRAN

1	Persiapan sumber inokulum BBTV pada bibit pisang cv. Cavendish	102
2	Percobaan metode penularan BBTV melalui serangga vektor kutudaun <i>Pseudomonas nigronevosa</i> pada bibit pisang cv. Cavendish	102
	Periode makan inokulasi BBTV pada percobaan evaluasi respons ketahanan kultivar pisang	103
	Percobaan perlakuan suspensi bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan filtrat guano pada bibit pisang cv. Cavendish	103
	Deskripsi pisang cv. Cavendish	104
	Deskripsi pisang cv. Ambon Kuning	106
	Deskripsi pisang cv. Goroho	108
	Deskripsi pisang cv. Kapal	110
	Deskripsi pisang cv. Kapas	112
10	Deskripsi pisang cv. Raja Nangka	114
11	Deskripsi pisang cv. Bebek	116
12	Deskripsi pisang cv. Mas Kirana	118
13	Deskripsi pisang cv. Klutuk	120
14	Deskripsi pisang cv. Raja Bulu	122
15	Deskripsi pisang cv. Tongka Langit	124
16	Deskripsi pisang cv. Kepok Manurun	125