

**KEEFEKTIFAN *BACILLUS* SPP. untuk MENINGKATKAN
KETAHANAN PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata*) terhadap
PENYAKIT DARAH (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*)**

**S E R L I
G111 16 016**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DAPARTEMEN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2020



HALAMAN JUDUL

**Keefektifan *Bacillus* spp. Untuk Meningkatkan Ketahanan Pisang Cavendish
(*Musa Acuminata*) Terhadap Penyakit Darah (*Ralstonia syzygii* subsp.
celebensis)**

OLEH:

SERLI

G111 16 016

Laporan Praktik Lapang dalam Mata Ajaran Minat Utama

Hama dan Penyakit Tumbuhan

Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Pada

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

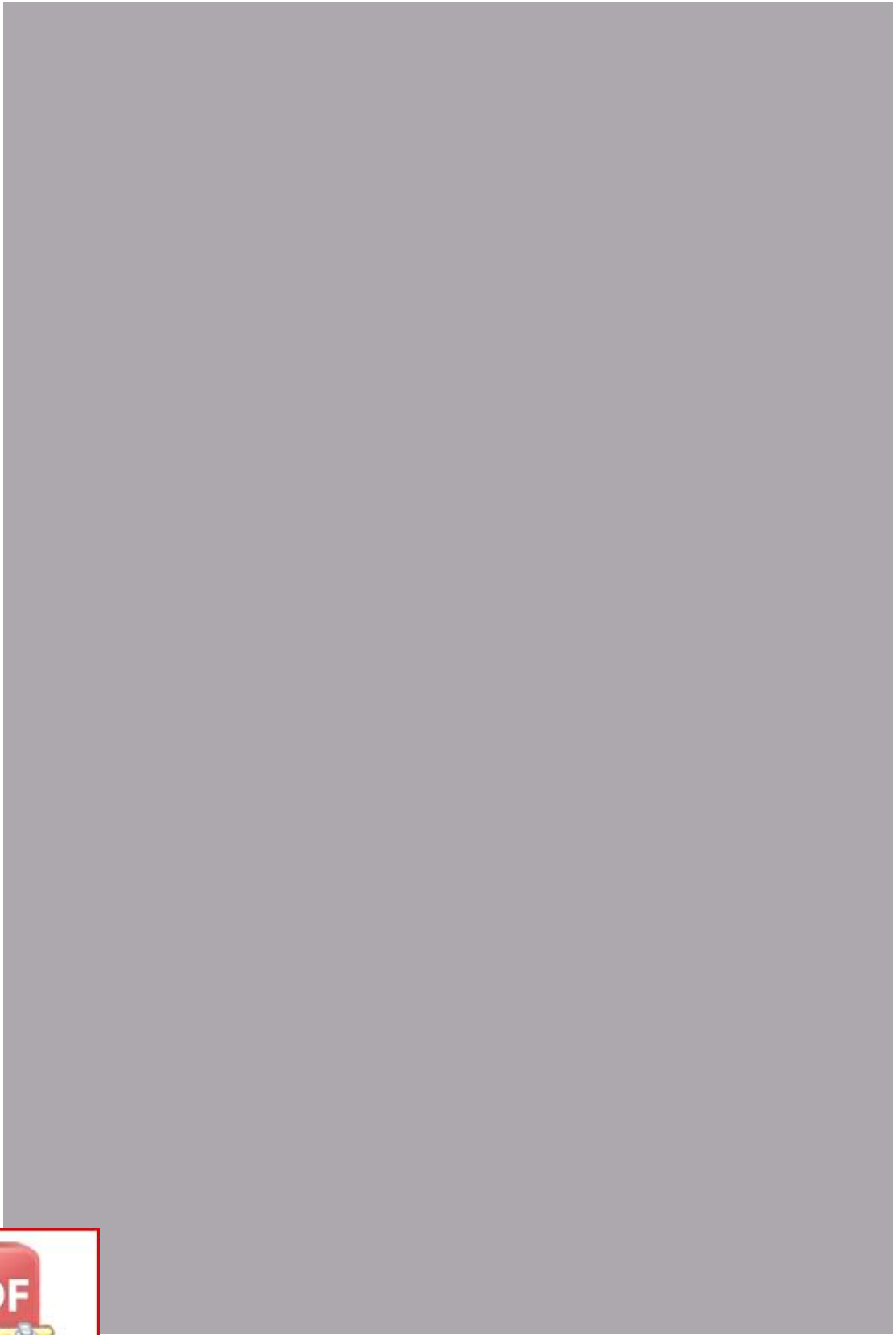
UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020



HALAMAN PENGESAHAN



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Serli

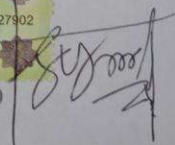
NIM : G111 16 016

Judul Skripsi : Keefektifan *Bacillus* Spp. untuk Meningkatkan Ketahanan Pisang Cavendish (*Musa acuminata*) terhadap Penyakit Darah (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*)

Bahwa benar ada karya ilmiah saya dan bebas dari plagiarisme (duplikasi).
Demikian surat pernyataan ini dibuat, jika dikemudian hari ditemukan bukti ketidakaslian atas karya ilmiah ini maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Makassar, 3 November 2020

METERAI
TEMPEL
01BABAFF147027902
6000
ENAM RIBURUPIAH
(Serli)



ABSTRAK

SERLI (G111 16 016) “Keefektifan *Bacillus* spp. Untuk Meningkatkan Ketahanan Pisang Cavendish (*Musa acuminata*) Terhadap Penyakit Darah (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*)” (Di bawah bimbingan BAHARUDDIN dan MUHAMMAD JUNAID).

Penyakit darah pada pisang yang disebabkan oleh *Ralstonia syzygii subsp. celebensis* (Rsc) mengakibatkan kerugian yang sangat berarti bagi petani karena menyebabkan kematian pada tanaman sakit atau menghasilkan buah pisang yang tidak dapat dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan bakteri antagonis *Bacillus* sp. untuk meningkatkan ketahanan tanaman pisang terhadap *Ralstonia syzygii subsp. celebensis* penyebab penyakit darah pada tanaman pisang Cavendish. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Dapertemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penanaman bibit pisang yang telah diberikan perlakuan dilaksanakan di *Screen House*, Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini berlangsung mulai September 2019 sampai Februari 2020. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan pada penelitian ini dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 3 pohon, sehingga total pohon pada percobaan sebanyak 30 pohon. Penelitian ini terdiri dari empat tahapan pelaksanaan, yaitu persiapan media, perbanyakan sampel, Uji efektifitas mikroba antagonis, dan pengamatan. Perendaman menggunakan mikroba antagonis dengan 5 perlakuan yaitu perlakuan isolat PMT, PBT, PAA, Kontrol +, dan Kontrol -. Pengamatan meliputi: 1) Intensitas Penyakit (%), (2) Tinggi tanaman, (3) Jumlah helai daun segar, dan (4) Massa tanaman pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan isolat PMT yang memiliki potensi sebagai bakteri antagonis yang menginduksi ketahanan tanaman lebih baik dibandingkan dengan perlakuan isolat PBT dan PAA. Isolat kode PMT menekan kejadian penyakit darah dengan persentase sebesar hingga 33,33%. Isolat PBT menekan kejadian penyakit darah sebesar 20,83%. Sedangkan PAA memiliki kemampuan menekan kejadian penyakit darah sebesar 25%.

Kata Kunci: Induksi ketahanan, *Bacillus* spp., *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*.



ABSTRACT

SERLI (G111 16 016) “Effectiveness of *Bacillus* spp. To Increase Resistance of Cavendish (*Musa acuminata*) Against Blood Disease (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*)” (Under supervision of Baharuddin and MUHAMMAD JUNAID).

Blood disease at banana caused by *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis* and made financial loss to farmers, with bananas become sick or produced fruit where no one can consume it. This study aims to determine the effect of *Bacillus* spp. to increase resistance of cavendish against blood disease. The research was conducted in the laboratory of Agricultural Biotechnology, Department Plant Pest and Diseases Hasanuddin University. Bananas seedling was planted in the *Screen House*, Ex-farm of Agricultural Faculty, Hasanuddin University. The research was begun in September 2019 and was ended February 2020. In this research was used the Completely Randomized Design (CRD) method with 5 treatments and 3 replications with each treatment has 3 seedling and total of seedling in the experiment were 30 bananas seedling. Banana seedling was soaked with each 3 microbial antagonists which are PMT, PBT, PAA isolat, and 2 control (positive and nnegative). Observation has 4 steps: (1) The intensity of disease (%), (2) Height plant, (3) Number of leaves, and (4) Weight of plant. Results showed that the best treatment was found in the PMT isolat. It has potential to be microbial antagonist to support induce of resistance better than PBT and PAA isolat treatments. PMT isolat was suppressed blood disease with percentration until 33,3%, PBT isolat oppressing blood desease until 20,83%. While, PAA isolat has potential oppressing blood desease until 25%.

Kata Kunci: Resistance induce, *Bacillus* spp., *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa atas berkah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Keefektifan *Bacillus* spp. Untuk Meningkatkan Ketahanan Pisang Cavendish (*Musa acuminata*) terhadap Penyakit Darah (*Ralstonia syzygii* subsp. *Celebensis*). Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Sarjana di Program Studi Agroteknologi Jurusan Ilmu hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Hasanuddin.

Penulis memahami tanpa bantuan, doa, dan bimbingan dari semua orang akan sangat sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas dukungan dan kontribusi kepada;

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kemampuan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A. selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing., Agr. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing., Agr. dan Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 yang telah membimbing selama penyusunan usulan penelitian ini.
5. Bapak Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.S, Bapak Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing.

dan Ibu Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc selaku dosen penguji yang
saya memberikan masukan dan arahan kepada penulis untuk
selesaikan usulan penelitian.



6. Orang tua, Dinar Erlinda yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun material yang dibutuhkan dalam melancarkan jalannya penelitian ini.
7. Pak Ahmad, Pak Kamaruddin, dan Pak Ardan selaku pegawai dan staf laboratorium penyakit tumbuhan yang telah memberikan bantuan pada proses penelitian skripsi ini.
8. Kak Cici, Kak Maya, Kak Afni, dan Kak Jazman selaku senior yang telah memberikan pendampingan semasa penelitian di Laboratorium Bioteknologi dan memberikan kesempatan magang di Laboratorium Kultur Jaringan. Kak Erwin selaku senior yang menyediakan isolat endofit dan patogen penyakit darah pisang.
9. Sahabat Basecamp Mangga 3 dan Kpopers: Lisdawati, Kurnia, Diana Febrilla, Zhazha Natasya As Zhahra, Fitri, Andi Fitriani, Dewi Sartika, Indri, Ainun Nisatira Jamil, Zasmitha Saleh, Meisi Sasmita Saleh, dan Andi Hardianti.
10. Sahabat, teman dekat, dan teman yang melancarkan proses penelitian penulis: Mersi Wijaya, Ummul Khalifah, Besse Anriani, Zulqaida, Andi Faradilla, Dini Aminarti, Sitti Nur Asyifah Rifai, Arham, Fahmi Sahaka, MariamUmar, Yuliansari, Ida Susi Risnawati, Andi Alfian Darmawan, A. Khusnul Fatima Bahar, Vietgar Membalik, Islah Noviarni,
11. Sahabat yang selalu ada Musdalifah memberikan dukungan kepada penulis saat menjalankan penelitian.



n-teman Agroteknologi 2016, Phytophila 2016, KKN Talaka, serta
arga besar HMPT-UH yang telah memberikan doa, dukungan, dan
ngat.

13. Serta semua pihak yang namanya mungkin tidak disebutkan satu-persatu, terima kasih atas segala bantuan dan perhatiannya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari tugas akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi semua pihak yang membacanya.

Makassar, 1 November 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Hipotesis	4
1.3 Tujuan dan Kegunaan	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pisang Cavendish (<i>Musa acuminata</i> L.)	6
2.1.1 Kendala Budidaya	6
2.2 <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>celebensis</i>	7
2.2.1 Penyebab <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>celebensis</i>	7
2.2.2 Penyebaran <i>Ralstonia syzygii</i>	8
2.2.3 Gejala Infeksi <i>Ralstonia syzygii</i>	9
2.2.4 Daur <i>Ralstonia syzygii</i>	10
2.3 Pengendalian <i>Ralstonia syzygii</i>	11
2.4 <i>Bacillus</i> spp.	12
.....	16
LOGI PENELITIAN	16
mpat dan Waktu	16
.....	ix



3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Metode Penelitian.....	16
3.3.1 Perbanyakkan <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>cebelensis</i>	16
3.3.2 Pengadaan dan Perbanyakkan Bakteri Antagonis	17
3.3.3 Suspensi Bakteri Antagonis	19
3.3.4 Persiapan Media Tanam.....	20
3.3.5 Infeksi <i>Ralstonia syzygii</i> subsp. <i>celebensis</i>	20
3.3.6 Pemeliharaan.....	21
3.3.7 Parameter Pengamatan.....	21
3.4 Rancangan Penelitian	22
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil.....	24
4.1.1 Intensitas Serangan	24
4.1.2 Tinggi Tanaman (cm)	25
4.1.3 Jumlah Daun Tanaman (Helai).....	26
4.1.4 Massa Tanaman Pisang (g).....	27
4.2 Pembahasan	28
BAB V.....	34
PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	40
5.1 LAMPIRAN GAMBAR.....	48



DAFTAR TABEL

1. Tabel 1. Karakter morfologi dan fisiologi isolat <i>Ralstonia syzygii</i> tanaman pisang.....	7
2. Tabel 2. Perbedaan karakter secara makroskopis dari Isolat PMT, PAA, dan PBT	18
3. Tabel 3. Rata-rata Persentase Intensitas Serangan <i>Ralstonia syzygii subsp. celebensis</i> pada Tanaman Pisang pada Pengamatan 16, 19, 21, 24, dan 27 Hari Setelah Inokulasi	22
4. Tabel 4. Persentase daya tekan beragam isolat Genus <i>Bacillus</i>	24
5. Tabel 5. Rata-rata Jumlah Daun pada Tanaman Pisang pada Pengamatan 16, 19, 21, 24, dan 27 Hari Setelah Inokulasi	26
6. Tabel 6. Massa Tanaman Pisang Sebelum dan Setelah Perendaman pada Bakteri Antagonis PMT, PBT. PAA, dan Kontrol+ (PAA)	27



DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1. Gambar tanaman pisang yang menunjukkan adanya gejala penyakit darah a) Daun, b) Buah, c) Batang10
2. Gambar 2. (Dari kiri) Isolat bakteri antagonis PMT, PAA, dan PBT.....19
3. Gambar 3. Denah penempatan unit pengamatan di Green House Exfarm Universitas Hasanuddin..... 22
4. Gambar 4. Skema penelitian..... 23
5. Gambar 5. Pertambahan Tinggi Tanaman Pisang pada Berbagai Perlakuan.....25
6. Gambar 6 Persentase pertambahan massa tanaman pisang sebelum dan setelah perendaman berbagai perlakuan endofit28



DAFTAR LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1a. Persentase (%) Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 16 hsi	41
Tabel Lampiran 1b. Analisis Sidik Ragam Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 16 hsi	41
Tabel Lampiran 2a. Persentase (%) Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 19 hsi	41
Tabel Lampiran 2b. Analisis Sidik Ragam Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 19 hsi	41
Tabel Lampiran 3a. Persentase (%) Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 21 hsi	42
Tabel Lampiran 3b. Analisis Sidik Ragam Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 21 hsi	42
Tabel Lampiran 4a. Persentase (%) Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 24 hsi.....	42
Tabel Lampiran 4b. Analisis Sidik Ragam Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 24 hsi.....	42
Tabel Lampiran 5a. Persentase (%) Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 27 hsi.....	43
Tabel Lampiran 5b. Analisis Sidik Ragam Intensitas Serangan Penyakit Darah Tanaman Pisang Pengamatan 24 hsi.....	43
Lampiran 6a. Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan ke 16	43



Tabel Lampiran 6b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan 16 hsi.....	43
Tabel Lampiran 7a. Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan ke 19 hsi.	44
Tabel Lampiran 7b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang 19 hsi	44
Tabel Lampiran 8a. Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan ke 21 hsi.....	44
Tabel Lampiran 9b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan 21 hsi.....	44
Tabel Lampiran 10a. Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan ke 24 hsi.....	45
Tabel Lampiran 10b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan 24 hsi.....	45
Tabel Lampiran 11a. Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan ke 27 hsi.....	45
Tabel Lampiran 11b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman Pisang Pengamatan 27 hsi.....	45
Tabel Lampiran 12a. Rata-rata Jumlah daun Tanaman Pisang Pengamatan ke- 16 hsi.....	46
Tabel Lampiran 12b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Daun Tanaman - 16 hsi.....	46



Tabel Lampiran 13a. Rata-rata Jumlah daun Tanaman Pisang Pengamatan ke- 19 hsi.....	46
Tabel Lampiran 13b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pisang ke – 19 hsi.....	46
Tabel Lampiran 14a. Rata-rata Jumlah daun Tanaman Pisang Pengamatan ke- 21 hsi.....	47
Tabel Lampiran 14b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pisang ke – 21 hsi.....	47
Tabel Lampiran 15a. Rata-rata Jumlah daun Tanaman Pisang Pengamatan ke- 24 hsi	47
Tabel Lampiran 15b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pisang ke – 24 hsi.....	47
Tabel Lampiran 16a. Rata-rata Jumlah daun Tanaman Pisang Pengamatan ke- 27 hsi.....	48
Tabel Lampiran 16b. Analisis Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pisang ke – 27 hsi.....	48
Tabel Lampiran 17a. Rata-rata Massa Tanaman Pisang Sebelum Perendaman...	48
Tabel Lampiran 17b. Analisis Sidik Ragam Massa Tanaman Pisang Sebelum Perendaman.....	48
Tabel Lampiran 18a. Rata-rata Massa Tanaman Pisang Setelah Perendaman.....	49
Lampiran 18b. Analisis Sidik Ragam Massa Tanaman Pisang Setelah Perendaman.....	49



DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

1. Lampiran Gambar 1. Proses Pembuatan media hingga perbanyakkan *R. syzygii* dan tiga isolat Genus *Bacillus*.....49
2. Lampiran Gambar 2. Pengukusan tanah sebagai media tanam pisang dan inokulasi suspensi patogen *Ralstonia syzygii*49
3. Lampiran Gambar 3. Pengamatan 7 hari setelah inokulasi (a). Tanaman A Ulangan 1, (b) Tanaman Kontrol negatif Ulangan 3..... 50
4. Lampiran Gambar 4. Pengamatan 10 hari setelah inokulasi (a) Tanaman A Ulangan 1, (b) Tanaman Kontrol negatif Ulangan 3.....50
5. Lampiran Gambar 5. Pengamatan 13 hari setelah inokulasi..... 50
6. Lampiran Gambar 6. Pengamatan 16 hari setelah inokulasi..... 50
7. Lampiran Gambar 7. Pengamatan 19 hari setelah inokulasi.....51
8. Lampiran Gambar 8. Pengamatan 21 hari setelah inokulasi (a) Barisan tanaman A, (b) Barisan tanaman B, dan (c) Barisan tanaman C..... 51
9. Lampiran Gambar 9. Pengamatan 24 hari setelah inokulasi.....51
10. Lampiran Gambar 10. Pengamatan 27 hari setelah inokulasi.....51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Pisang (*Musa spp.*) adalah salah satu tanaman hortikultura dengan produksi buah yang menjanjikan serta mudah dibudidayakan di Indonesia. Komoditi ekspor pisang bernilai penting sebagai bahan untuk industri pisang olahan (produk industri komersil), buah segar, dan sebagai sumber pangan substitusi beras. Data Badan Pusat Statistik (2020) menunjukkan bahwa produksi buah pisang nasional tahun 2015 mencapai 7,29 juta ton dan mengalami penurunan mencapai 7,01 juta ton di tahun 2016. Namun, ditahun 2017, 2018, dan 2019 meningkat lagi berturut-turut produksi nasional yaitu 7,16 juta ton, 7,26 juta ton, hingga 7,28 juta ton.

Salah satu jenis tanaman pisang yang banyak dibudidayakan adalah pisang cavendish yang merupakan jenis pisang buah untuk tujuan ekspor. Tanaman pisang Cavendish (*Musa acuminata L.*) termasuk Famili Musaceae yang berasal dari Asia Tenggara. Menurut Satuhu & Supriadi (1990), pisang Cavendish selain dapat dikonsumsi secara langsung, juga dijadikan sebagai bahan olahan produk UMKM, dan sebagai bahan makanan pendamping asi hingga balita. Keunggulan lain dari pisang Cavendish ini adalah ukuran buah yang lebih besar dan mempunyai sisir/tandan sekitar 10 sisir. Pisang ini hanya mempunyai 2-3 tunas dari satu induk, sehingga dibutuhkan suatu cara alternatif yang tepat untuk meningkatkan produksinya.

Ditasa ini, petani pisang mengeluhkan produksi serta produktivitas pisang
bat laun menurun. Data Badan Pusat Statistik (2020) menunjukkan bahwa
ritas pisang (%) nasional dari tahun berturut-turut dari tahun 2015, 2016,



2017, 2018, dan 2019 adalah 82.27, 85.65, 79.93, 67.82, dan 68.82. Faktor yang sering dihiraukan oleh petani dalam budidaya tanaman pisang adalah cuaca yang tak menentu, serta metode budidaya yang tidak tepat pada pertanaman pisang. Hal tersebut tidak jauh kaitannya dengan serangan hama dan penyakit penting tanaman pisang Cavendish (Purwoko dan Juniarti. 1998; Widayatmo, AN. dan Nindita, Anggi, 2019). Salah satu penyebab turunnya hasil produksi tanaman pisang adalah karena penyakit darah (*Ralstonia syzygii subsp. celebensis*).

Penyakit darah pada pisang yang disebabkan oleh *Ralstonia syzygii subsp. celebensis* (*Rsc*) mengakibatkan kerugian yang sangat berarti bagi petani yaitu tanaman sakit atau menghasilkan buah pisang yang tidak dapat dikonsumsi. Tanaman pisang yang terinfeksi patogen layu bakteri ditunjukkan dengan menguningnya daun ketiga atau keempat yang kemudian diikuti gejala awal berupa perubahan warna menjadi coklat dan mengering. Beberapa teknik pengendalian yang direkomendasikan selama ini seperti eradikasi tanaman sakit dan membungkus bunga pisang yang sudah terbentuk. Namun, pengendalian tersebut belum efektif menekan penyebaran penyakit darah.

Rsc adalah bakteri penyebab penyakit darah pisang Cavendish pertama kali dilaporkan berasal dari Pulau Selayar, Sulawesi Selatan pada tahun 1920an (Baharuddin, K. Rudolf, dan F. Niepold. 1994; Safni, Irda dkk. 2018). *Ralstonia syzygii subsp. celebensis* berpotensi sangat tinggi untuk mengakibatkan terjadinya epidemi penyakit di lapangan. Gejala khas penyakit ini terdapat pada tanaman dewasa usia produksi, yaitu buahnya dari luar kelihatan mulus, tetapi mengeras dan

an bonggol atau batang dipotong tampak adanya perubahan warna pada



bagian empulur menjadi cokelat kemerahan disertai pengeluaran lendir bakteri (Remenant dkk. 2011).

Penyakit darah menjadi kendala utama pada produksi pisang yang tersebar di seluruh Indonesia. Sulawesi selatan menjadi salah satu wilayah paling berdampak oleh penyakit darah pisang dengan disusul dari pulau Sumatera hingga Papua (BPS, 2020). Kerusakan tanaman pisang yang disebabkan oleh penyakit tersebut berkisar antara 27% – 80%. Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan untuk menekan *Rsc* ialah memanfaatkan pengendali hayati. Mikroba antagonis adalah mikroorganisme yang berperan sebagai penekan perkembangan patogen dengan cara menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen atau dikenal dengan pengendalian hayati (Nawangsih dan Fitri, F. 2014).

Pengendalian penyakit secara hayati tidak lepas dari peran mikroba antagonis, seperti kelompok genus endofit *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Trichoderma*, serta kelompok bakteri rizosfer. Bakteri antagonis memiliki berbagai spesies yang dapat dijadikan sebagai agensiaia biokontrol untuk menekan ataupun mengendalikan berbagai penyakit tanaman. Aplikasi bakteri sebagai agensiaia pengendali patogen tanaman dapat dilakukan dengan menyiramkan bakteri atau campuran bakteri ke tanah steril, mencelupkan akar bibit tanaman ke dalam suspensi bakteri, melapisi (*coating*) benih dengan suspensi bakteri sebelum disemaikan (Kloepper & Tuzun, 1996; Marwan, H., 2014). Potensi ketahanan pada tanaman dapat diamati melalui indikator-indikator terjadinya proses pengimbasan tersebut, seperti aktivitas enzim-enzim yang berhubungan dengan ketahanan tanaman dan senyawa-senyawa yang

peran sebagai elicitor pengimbas ketahanan tanaman (Marwan, Husda.



Hasil penelitian dari Situmorang, Erwin (2015) menunjukkan bahwa *Bacillus* sp. dan *Clostridium* sp. dapat menghambat dan menekan *Ralstonia solanacearum* phylotype 4 secara *in vitro*. Dan didapatkan 3 isolat unggul dengan genus yang sama yaitu *Bacillus* sp.

Pengaplikasian *Bacillus* sp. juga menunjukkan reaksi positif pada pertumbuhan tanaman pisang. Widyawati, Alya (2019) mendapatkan isolat PAA2 memiliki kemampuan fiksasi nitrogen yang tertinggi diantara 5 isolat dari genus *Bacillus* sp. Selain itu, *Bacillus* sp. dapat menghasilkan hormon auksin yang tinggi berdasarkan hasil uji konsentrasi IAA.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang potensi bakteri *Bacillus* sp. dalam melindungi tanaman pisang terhadap inokulasi buatan *R. syzygii subsp. celebensis*, penyebab penyakit darah. Ketahanan tanaman pisang oleh bakteri antagonis sebagai pengendali hayati untuk menekan serangan penyakit darah pada pisang Cavendish.

1.2 Hipotesis

1. Terdapat isolat yang dapat merangsang ketahanan tanaman pisang terhadap *Ralstonia syzygii*.
2. Terdapat isolat yang memiliki keefektifan unggul menekan infeksi penyakit darah (*Ralstonia syzygii subsp. celebensis*).
3. Terdapat perbedaan keefektifan diantara isolat-isolat *Bacillus* sp. dalam meningkatkan ketahanan tanaman pisang Cavendish terhadap penyakit darah.



1.3 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan *Bacillus* sp. untuk meningkatkan ketahanan tanaman pisang terhadap *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis* penyebab penyakit darah pada tanaman pisang Cavendish.

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya, serta sebagai bacaan tambahan pengendalian penyakit darah pada tanaman pisang Cavendish dengan pemanfaatan agensiaia hayati.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang Cavendish (*Musa acuminata* L.)

2.1.1 Kendala Budidaya

Pisang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan komoditas buah lainnya. Keunggulan tersebut antara lain: dapat diusahakan pada berbagai agroekosistem yang tersebar di seluruh Indonesia, permintaan pasar yang cukup tinggi, varietas yang beragam dan multi guna, dapat dikonsumsi sebagai buah segar maupun olahan, serta umur panen yang cukup singkat (Kuntarsih 2012 dalam Widayatmo, 2017). Pisang juga merupakan buah dengan sumber gizi yang hampir sempurna karena pisang mengandung nutrisi enam yaitu: air, gula, protein, lemak, vitamin, dan mineral (Artha, 2016 dalam Widayatmo, 2017).

Budidaya tanaman pisang memiliki beberapa kendala, salah satunya adalah penyakit layu pisang. Penyakit pisang yang disebabkan oleh Blood Disease Bacteria (*re: Ralstonia solanaceae*) disebut juga dengan penyakit darah atau penyakit layu bakteri. Penyakit darah menjadi kendala utama pada produksi pisang di beberapa daerah di Indonesia. Kerusakan tanaman pisang yang disebabkan oleh penyakit tersebut berkisar antara 27 – 80% (Maemunah, Anhar dan Advinda, 2016).

Berdasarkan intensitas penyakit yang menyerang pisang disebabkan (i) semua jenis tanaman pisang yang dibudidayakan saat ini rentan terhadap patogen tersebut dan sumber-sumber ketahanan yang ada pada tanaman pisang tipe liar sangat terbatas, (ii) tingginya potensi penularan oleh serangga vektor, dan (iii) biaya

liannya relatif mahal serta hanya dapat diimplementasikan dalam areal yang luas (Rustam, 2007).



2.2 *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*

2.2.1 Penyebab *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis*

Penyebab penyakit darah dikenal dengan beberapa nama awal antara lain *Pseudomonas celebensis* (Gaumann, 1921 dalam Hartati dkk., 1989 dalam Suharjo dkk., 2008 dalam Arroan, 2018), *Blood Disease Bacterium* (Eden-Green, 1994), *Ralstonia* sp. (Gaumann, 1921 dalam Mujim dkk., 1999 dalam Aeny, 2001 dalam Arroan, 2018), *Ralstonia haywardii* (Gaumann, 1921 dalam Remenant dkk., 2011 dalam CABI 2016 dalam Arroan, 2018) dan *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis* (Safni dkk., 2014).

Penyakit darah yang disebabkan oleh *Ralstonia syzygii* subsp. *celebensis* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman pisang di Indonesia (Supriadi, 2005 dalam Marwan dkk, 2011). Infeksi BDB pada tanaman pisang dapat menyebabkan tanaman mati atau menghasilkan buah yang tidak dapat dikonsumsi (Marwan dkk, 2011). Adapun menurut Eden Green & Sastraatmadja (1990) dalam Baharuddin (1994) dalam Champoiseau, dkk (2009) karakter morfologi dan fisiologi *R. syzygii* dideskripsikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Karakter morfologi dan fisiologi isolat BDB tanaman pisang (morphological and physiological characters of BDB isolat on banana).

Karakter (<i>Characters</i>)	<i>R. syzygii</i>
Koloni	Tumbuh lambat, ukuran kecil-kecil (2-3 mm), nonfluidal, dan <i>viscid</i>
Gram	-
Pigmen	-
Uji O/F	+/-
Hidrolisis arginin	-
Reaksi hipersensitif	+
Produksi bakteriofag	+
Patogenitas	+



Secara fisiologi, karakter *Ralstonia syzygii* hampir mirip dengan *R. solanacearum*, perbedaannya adalah *Ralstonia syzygii* tidak mampu mereduksi nitrat menjadi nitrit dan tidak mampu menghidrolisis gelatin (Baharuddin,1994). studi mengenai karakterisasi asam nukleat, menunjukkan bahwa *P. syzygii* sangat erat kaitannya dengan *P. solanacearum* tetapi berkembang bebas. Keduanya menunjukkan karakteristik fenotip dan genotip yang unik yang dianggap cukup untuk membenarkan *Ralstonia syzygii* sebagai spesies baru. *Ralstonia syzygii* tampaknya endemik di pulau-pulau dalam kepulauan Indonesia, dimana *Ralstonia syzygii* ditemukan hubungan dengan inang tertentu (Hayward dan Hartman,1994).

2.2.2 Penyebaran *Ralstonia syzygii*

Penyakit darah pada pisang pertama kali dilaporkan terjadi pada Pulau Selayar, Sulawesi pada tahun 1920. Disebut penyakit darah karena adanya eksudat bakteri berwarna merah kecoklatan dari potongan bonggol pisang dan buah (Baharuddin, 1994). Edy, dkk (2009) dalam Balosi dkk (2014) menemukan penyakit darah pada pisang terdapat pada berbagai ketinggian wilayah di Lembah Palu dengan rata-rata intensitas serangan di atas 50%.

Penyakit darah pada tanaman pisang disebabkan *Ralstonia solanacearum* spesies kompleks filotipe IV (Fegan dan Prior 2005; Aisyah dkk, 2018). Spesies kompleks yang diisolasi dari Indonesia, Australia, Jepang, Korea, dan Malaysia mengalami perubahan taksonomi dan nomenklatur, serta diidentifikasi sebagai *Ralstonia syzygii*. Spesies ini terdiri atas tiga subspecies, yaitu *R. syzygii subsp. syzygii*, *R. syzygii subsp. indonesiensis*, dan *R. syzygii subsp. celebesensis*. *R.*

subsp. celebesensis ialah patogen penyebab penyakit darah pada pisang (k. 2018; Aisyah dkk, 2018).



2.2.3 Gejala Infeksi *Ralstonia syzygii*

Pisang yang terinfeksi *R. syzygii subsp. celebensis* menunjukkan gejala menguningnya daun ketiga atau keempat, diikuti gejala awal berupa perubahan warna menjadi coklat dan mengering. Pada gejala lanjut, semua daun akan mengering dan tanaman mati (Arroan, 2018). Perbedaan gejala antara layu *Fusarium* dengan layu bakteri terlihat pada daun muda yang menampakkan gejala terlebih dahulu, sedangkan layu *Fusarium* daun menampakkan gejala dari bawah atau daun tua terlebih dahulu (Baharuddin, konsultasi pribadi).

Gejala penyakit darah pada tanaman pisang biasanya ditunjukkan oleh pelepah daun melemah (flaccid) kemudian patah pada bagian pangkalnya sehingga daun terlihat patah menggantung. Warna daun menjadi kuning kemudian nekrosis dan kering. Kulit buah sering tampak normal, kadang-kadang ada yang tampak kuning terlalu awal dan menghitam. Kalau buah dipotong, bagian dalam buah kelihatan berwarna merah kecoklatan atau menjadi busuk berlendir (Tjahjono dan EdenGreen 1988, Satari dan Sumarauw 1990, Eden Green dan Sastraatmadja 1990 dalam Rustam, 2007). Kelayuan pada daun diawali dengan daun menguning dan mati, pada tanaman muda terjadi kelayuan menyeluruh (Edy, 2008).

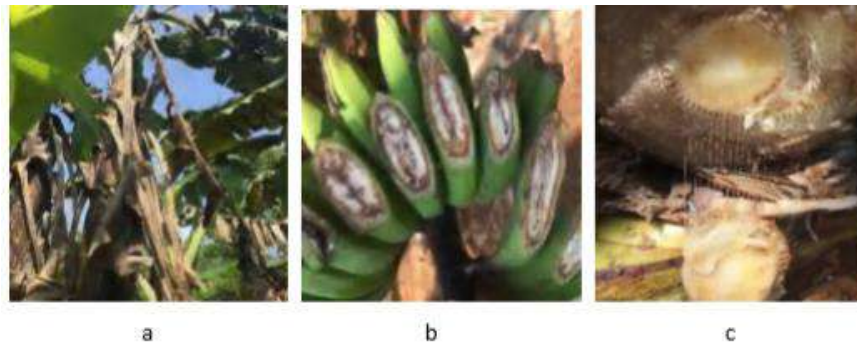
Dampak yang disebabkan oleh *R. syzygii subsp. celebensis* sangat tinggi dan berpeluang mengakibatkan terjadinya epidemi penyakit di lapangan. Gejala khas penyakit ini terdapat pada tanaman dewasa usia produksi, yaitu buahnya dari luar kelihatan mulus, tetapi mengeras dan jika bagian bonggol atau batang dipotong tampak adanya perubahan warna pada bagian empulur menjadi coklat kemerahan

mengeleuarkan lendir bakteri (Remenant dkk. 2011 dalam Aisyah dkk, 2018).

Patogen menyebabkan gejala sistemik sehingga semua bagian dari tanaman



pisang terinfeksi berpotensi sebagai sumber inokulum infeksi (Hadiwiyono 2011 dalam Aisyah dkk, 2018).



Gambar 1. Gambar tanaman pisang yang menunjukkan adanya gejala penyakit darah a) Daun, b) Buah, c) Batang

2.2.4 Daur *Ralstonia syzygii*

Inokulasi dapat terjadi apabila bakteri masuk ke dalam pembuluh tanaman yang mengalami pelukaan, atau melalui penularan serangga (Anonim, 1996 dalam Arroan, 2018). Bakteri dapat bertahan dalam tanah dan mempertahankan virulensinya selama paling sedikit satu tahun (Baharuddin, 2005).

Menurut Supriadi (2005) bakteri dapat bertahan dalam tanah dengan mempertahankan virulensinya paling tidak selama satu tahun. Diperkirakan didalam akar akar yang membusuk, bakteri sangat bisa bertahan lebih lama. *Ralstonia syzygii* terdapat di dalam tanah yang terbawa oleh aliran air dan dengan mudah menginfeksi akar akar tanaman melalui luka, serta menular hanya dengan peralatan pertanian yang telah digunakan pada tanaman yang telah terinfeksi. Dari bagian tanaman yang telah di tebang, bakteri menular ke tanaman tanaman dan tunas–tunas lain dalam rumpun tersebut.

Mekanisme penularan *Ralstonia syzygii* umumnya melalui serangga polinator

ga pisang. Bakteri yang terbawa serangga kemudian melakukan penetrasi

tar atau luka pada bunga pisang yang tidak menjadi buah, BDB dapat pula



menginfeksi melalui perakaran (Rustam, 2007 dalam Devi dkk, 2013). Bakteri masuk kedalam jaringan akar tanaman melalui lubang alami, luka buatan akibat alat pertanian, maupun luka akibat tusukan stilet nematoda (Devi dkk, 2013).

2.3 Pengendalian *Ralstonia solanaceae*

Pengendalian hayati adalah salah satu alternatif model pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan mikroba-mikroba antagonis, *Ralstonia solanaceae* dapat ditekan pada tanaman pisang cavendish. Beberapa kelompok bakteri antagonis dari *Pseudomonas fluorescens* (Haas dan Défago, 2005) dan *Bacillus* sp. (Saddler, 2005 dalam Edy. Nur, 2011). Pengendalian hayati telah banyak diteliti secara intensif dalam mengendalikan penyakit layu pada tanaman. Kemampuan mikroba antagonis dalam mengkolonisasi dan menginduksi pembentukan ketahanan di perakaran tanaman menjadi kajian menarik para peneliti karena beberapa hasil yang sukses di terapkan tidak hanya di Indonesia tapi juga di negara-negara lain (Edy. Nur, 2011).

Adapun upaya pengendalian yang diketahui antara lain melalui sanitasi dengan cara mengangkat bonggol yang sakit dan aplikasi herbisida untuk membunuh tanaman yang terserang (Supriadi, 2005). Akan tetapi sejauh ini cara pengendalian tersebut masih belum efektif. Apabila serangan sangat luas, penggunaan herbisida dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pengendalian dengan varietas tampaknya belum dapat dilaksanakan karena semua varietas terserang oleh patogen ini (Hanudin dkk. 1993 dalam Nawangsih, 2007) Di laboratorium dan di rumah kaca umumnya agensiaa biokontrol tersebut

akan hasil yang bagus, tetapi setelah diaplikasikan di lapangan hasilnya asisten. Faktor utama yang mungkin menjadi kendala dalam aplikasi di



lapangan adalah perbedaan peran (niche) antara patogen dan agensia biokontrol (Nawangsih, 2007).

2.4 *Bacillus* spp.

Bakteri endofit menimbulkan banyak pengaruh menguntungkan terhadap inangnya, antara lain menstimulasi pertumbuhan tanaman (Sturz dkk., 1997 Sessitsch dkk., 2004 dalam Adeline dkk., 2008 dalam Olmar dkk., 2007 dalam Chandrashekhara dkk., 2007 dalam Marwan dkk., 2011), memfiksasi nitrogen (Reinhold-Hurek & Hurek, 1998 dalam Bashan & de-Bashan, 2005 dalam Marwan dkk., 2011), dan menginduksi ketahanan tanaman terhadap pathogen tanaman (Chen dkk., 1995 dalam Kavino dkk., 2007 dalam Chandrashekhara dkk., 2007 dalam Marwan dkk, 2011).

Salah satu dari agensiaia biokontrol yang menarik yaitu bakteri endofit *Bacillus* spp. karena merupakan satu dari banyaknya pengendalian yang ramah lingkungan yang mampu mengkolonisasi niche yang hampir sama dengan gejala layu seperti pada penyakit darah. Endofit *Bacillus* spp. dapat hidup berasosiasi dengan tumbuhan. mendukung pertumbuhan dan menginduksi resistensi dari beberapa pathogen yang berada di dalam tumbuhan (Hadiwiyono dan Widono, 2017).

Ciri genus *Bacillus* sp. adalah gram positif, spora terletak di tengah sel dan berbentuk oval, sel bakteri tidak membengkak, dan reaksi HR (hipersensitif) negatif (Nawangsih, 2007). Species *Bacillus* telah terbukti berperan sebagai agensiaia pengendali hayati yang baik. Kesulitan utama dengan penggunaan *Bacillus* spp. adalah pengendalian sering sangat beragam dengan hasil yang sangat berbeda dan

ada bagian yang berbeda dari lokasi yang sama. Bakteri antagonis ini juga gabung penerapannya dengan fungisida dan dapat meningkatkan hasil 0% dibandingkan dengan penggunaan fungisida tunggal (Soesanto, 2008).



Kloepper & Ryu (2006) dalam Marwan (2014), melaporkan bahwa kolonisasi bakteri endofit *Bacillus pumilus* pada *Arabidopsis* memicu pengimbasan ketahanan sistemik terhadap *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola* yang berhubungan dengan jalur asam salisilat. Forchetti dkk (2010) dalam Marwan (2014) juga melaporkan bahwa perlakuan bakteri endofit *Achromobacter xylosoxidans* dan *Bacillus pumilus* meningkatkan pertumbuhan bibit bunga matahari pada kondisi stress air, memproduksi asam salisilat dan menghambat pertumbuhan cendawan patogen.

Tanaman mampu bertahan terhadap serangan patogen melalui suatu kombinasi karakteristik struktural yang berperan dalam menghalangi masuknya patogen ke dalam jaringan tanaman dan reaksi biokimia di dalam sel atau jaringan yang menghalangi pertumbuhan patogen di dalam sel atau jaringan tanaman. Respon pertahanan biokimia tanaman terhadap serangan patogen meliputi pelepasan senyawa oksidatif yang dapat memicu terjadinya kematian sel (Lamb & Dixon, 1997 dalam Marwan, 2014) sehingga patogen tidak dapat menyebar ke jaringan lain dari tanaman. Respon selanjutnya dari tanaman terjadi di sekeliling sel yaitu perubahan komposisi dinding sel yang dapat menghambat penetrasi dari patogen, mensintesis senyawa anti mikroba seperti fitoaleksin (Kuc, 1995 dalam Hammerschmidt, 1999 dalam Marwan, 2014), dan pathogenesis related protein (van Loon, 1997 dalam Marwan, 2014).

Aplikasi *Bacillus* spp. sebagai agensia pengimbas ketahanan tanaman dapat dilakukan dengan menyiramkan bakteri atau campuran bakteri ke tanah steril,

menyiramkan akar bibit tanaman ke dalam suspensi bakteri, melapisi (coating) dengan suspensi bakteri sebelum disemaikan (Kloepper & Tuzun, 1996



dalam Marwan, 2014) dan selanjutnya tanaman diinfeksi dengan patogen. Induksi ketahanan pada tanaman dapat diamati melalui indikator-indikator terjadinya proses induksi tersebut, seperti aktivitas enzim-enzim yang berhubungan dengan ketahanan tanaman dan senyawa-senyawa yang dapat berperan sebagai elicitor induksi ketahanan tanaman (Marwan, 2014).

Induksi resistensi pada tanaman dapat terjadi karena tanaman menghasilkan fitoaleksin. Fitoaleksin adalah antibiotik yang dihasilkan tanaman karena adanya interaksi atau tanggap tanaman terhadap pelukaan atau stimuli fisiologis lainnya. Banyak senyawa kimia kimia yang dimasukkan kedalam kelompok fitoaleksin yang sudah dapat dideteksi, sekalipun dalam jumlah yang kecil (Kuc, 1982 dalam Djatnika dkk, 2003).

Peningkatan aktivitas peroksidase merupakan salah satu indikator pengimbasan ketahanan yang ditemukan pada semua perlakuan isolat bakteri endofit. Aktivitas peroksidase berperan penting dalam mekanisme penguatan dinding sel tanaman (lignifikasi) dan produksi senyawa-senyawa fenolik. Penguatan dinding sel tanaman dapat menghambat proses infeksi awal patogen karena patogen memerlukan nutrisi dari dalam sel tanaman. Selain itu, sel tanaman berperan sebagai tempat berlangsungnya mekanisme yang berhubungan dengan biosintesis fitoaleksin yaitu fenilalanin amonia liase (van Loon dkk., 1998 dalam Nurhayati, 2011).

Ketahanan terinduksi sistemik merupakan mekanisme yang efektif pada kondisi lapang dan menyediakan mekanisme alami pengendalian hayati penyakit

Penginduksian ketahanan secara *Systemic Acquired Resistance* (SAR) dapat dilakukan dengan asam salisilat. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan daya



pertahanan tanaman yang melibatkan ketahanan terinduksi sistemik, yang berhubungan dengan peningkatan senyawa penghambat patogen tanaman, seperti fitoaleksin (Soesanto 2008).

Bacillus sp. dapat menginduksi resistensi tanaman terhadap patogen dengan cara mengaktifkan lintasan sinyal dan melibatkan hormon asam jasmoik dan etilen tanaman. Selain itu bakteri antagonis khususnya rizobakteria dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Van Loon 1998 dalam Nurhayati, 2011).

