



**PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK BATANG BERLUBANG  
(*Pectobacterium carotovorum*) PADA TANAMAN TEMBAKAU  
MENGUNAKAN *Bacillus sp.* DENGAN PENAMBAHAN  
PUPUK KOMPOS KOTORAN KAMBING**

**SKRIPSI**

Oleh

**Citra Kharisma Dewi**

**NIM. 141510501154**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK BATANG BERLUBANG  
(*Pectobacterium carotovorum*) PADA TANAMAN TEMBAKAU  
MENGUNAKAN *Bacillus* sp. DENGAN PENAMBAHAN  
PUPUK KOMPOS KOTORAN KAMBING**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Jember

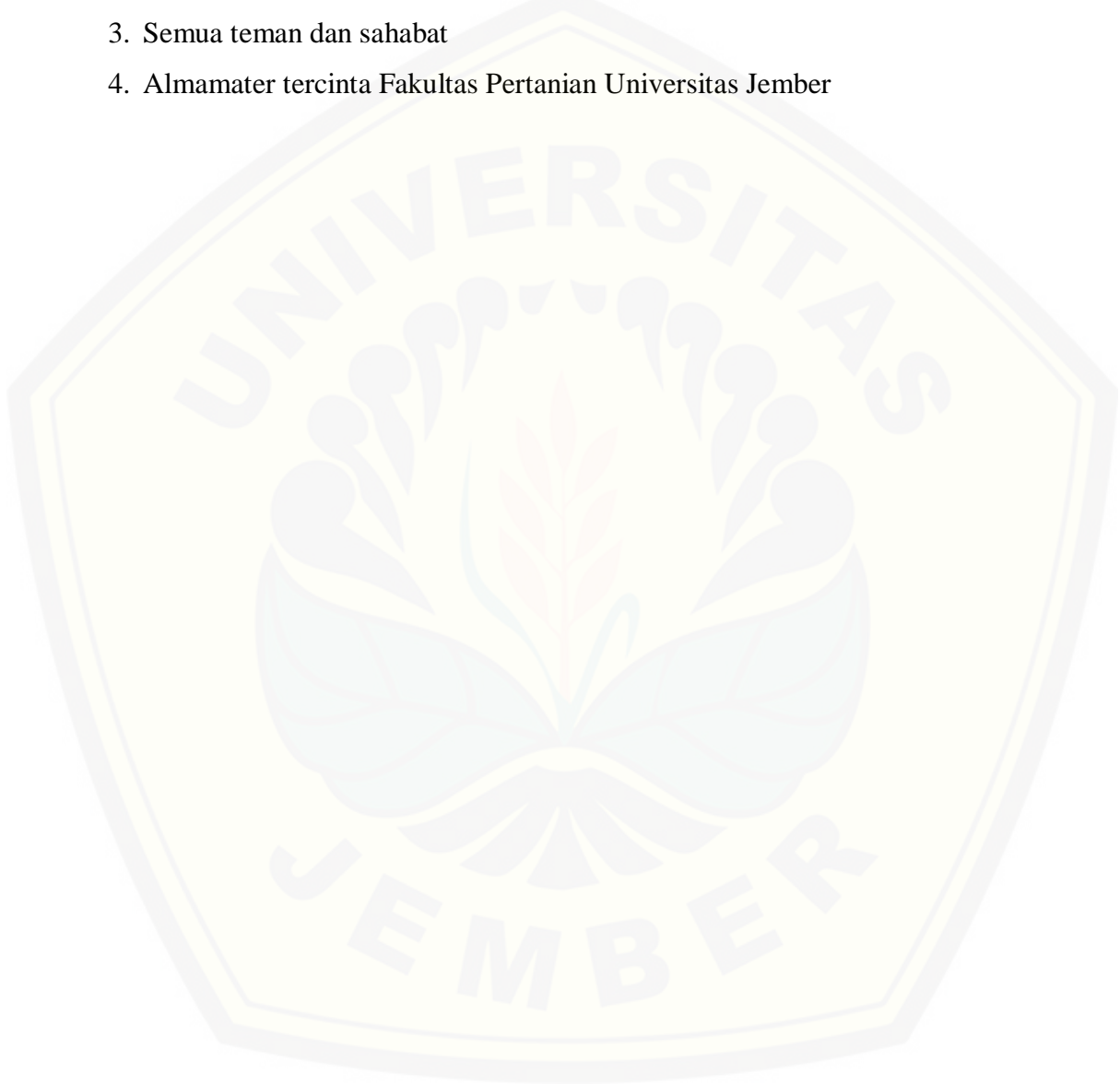
Oleh  
**Citra Kharisma Dewi**  
**NIM. 141510501154**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Ayahanda Sumardiyono dan Ibunda Susilowati
2. Semua guru dan dosen yang senantiasa membimbing dengan penuh kesabaran
3. Semua teman dan sahabat
4. Almamater tercinta Fakultas Pertanian Universitas Jember



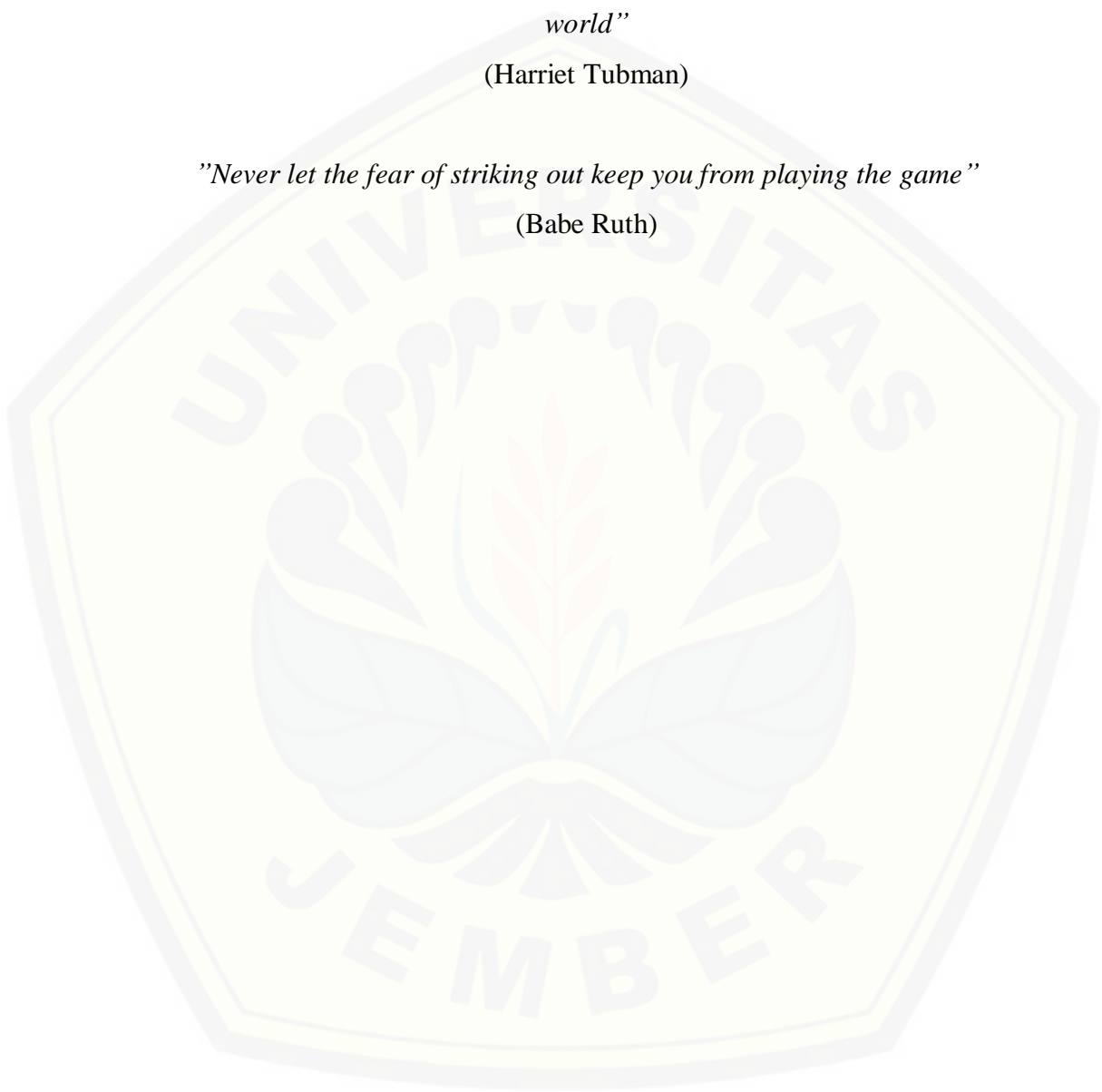
**MOTTO**

*“Every great dream begins with dreamer. Always remember, you have within you the strength, the patience, and the passion to reach for the stars to change the world”*

(Harriet Tubman)

*“Never let the fear of striking out keep you from playing the game”*

(Babe Ruth)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Citra Kharisma Dewi

NIM : 141510501154

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengendalian Penyakit Busuk Batang Berlubang (*Pectobacterium carotovorum*) Pada Tanaman Tembakau Menggunakan *Bacillus sp.* dengan Penambahan Pupuk Kompos Kotoran Kambing”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Januari 2020

Yang menyatakan,

Citra Kharisma Dewi  
NIM.141510501154

**SKRIPSI**

**PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK BATANG BERLUBANG  
(*Pectobacterium carotovorum*) PADA TANAMAN TEMBAKAU  
MENGUNAKAN *Bacillus* sp. DENGAN PENAMBAHAN  
PUPUK KOMPOS KOTORAN KAMBING**

Oleh

Citra Kharisma Dewi  
NIM. 141510501154

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Skripsi : Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti, S.P., M.Sc  
NIP.197303252003122002

**PENGESAHAN**

Skripsi yang Berjudul “**Pengendalian Penyakit Busuk Batang Berlubang (*Pectobacterium carotovorum*) Pada Tanaman Tembakau Menggunakan *Bacillus sp.* dengan Penambahan Pupuk Kompos Kotoran Kambing**”, telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 23 Januari 2020  
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Skripsi,**

**Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti, S.P., M.Sc**  
**NIP. 197303252003122002**

**Dosen Penguji I,**

**Dosen Penguji II,**

**Prof. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, M.S., Ph.D.**    **Drs. Yagus Wijayanto, M.A., Ph.D**  
**NIP.195212171980032001**                      **NIP.196606141992011001**

**Mengesahkan,**  
**Dekan**

**Ir. Sigit Soeparjono, MS. Ph.D**  
**NIP. 196005061987021001**



## RINGKASAN

**Pengendalian Penyakit Busuk Batang Berlubang (*Pectobacterium carotovorum*) Pada Tanaman Tembakau Menggunakan *Bacillus sp.* dengan Penambahan Pupuk Kompos Kotoran Kambing; Citra Kharisma Dewi; 141510501154; 2020; 68 Halaman; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember**

Penyakit busuk batang berlubang (*Pectobacterium carotovorum*) merupakan salah satu patogen tular tanah tanaman tembakau yang merugikan. *Bacillus sp.* merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan karena mampu menghambat perkembangan patogen dan pemacuan pertumbuhan. Pengendalian penyakit dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing sebagai bahan pembawa dan sumber nutrisi bagi mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan simbiosis mutualisme antara tanaman dengan mikroorganisme. Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan, yaitu P0: Kontrol, P1: *Bacillus sp.*, P2: pupuk kompos kotoran kambing 100 g/polybag, P3: *Bacillus sp.* + pupuk kompos kotoran kambing 50 g/polybag, P4: *Bacillus sp.* + pupuk kompos kotoran kambing 100 g/polybag, P5: *Bacillus sp.* + pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag. Variabel yang diamati meliputi masa inkubasi, insidensi penyakit, keparahan penyakit, laju infeksi, tinggi tanaman dan jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing mampu menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam menekan perkembangan penyakit dengan masa inkubasi 11 HSI, insidensi penyakit 31,25%, keparahan penyakit 20,31%, dan laju infeksi 0,052 unit/hari. *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing 100 g/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan jumlah daun.



## SUMMARY

**The Control of Perforated Stem Rot Disease (*Pectobacterium carotovorum*) in Tobacco Plants Using *Bacillus sp.* with Addition of Goat Manure Compost;** Citra Kharisma Dewi; 141510501154; 2020; 68 Pages; Agotechnology Study Progam, Faculty of Agiculture, University of Jember.

Perforated stem rot disease (*Pectobacterium carotovorum*) is one of the harmful soil borne pathogens of tobacco plants. *Bacillus sp.* is an alternative to control because it is able to inhibit the development of pathogens and growth promoting. Control disease by adding compost of goat manure as a carrier and source of nutrients for microorganisms so as to increase the symbiosis of mutualism between plants and microorganisms. This study consisted of 6 treatments, namely P0: Control, P1: *Bacillus sp.*, P2: goat manure compost 100 g/polybag, P3: *Bacillus sp.* + goat manure compost 50 g/polybag, P4: *Bacillus sp.* + goat manure compost 100 g/polybag, P5: *Bacillus sp.* + goat manure compost 150 g/polybag. The variables observed were incubation period, incidence of disease, severity of disease, rate of infection, plant height and number of leaves. The results showed that *Bacillus sp.* with the addition of goat manure compost fertilizer can suppress the development of disease and increase plant growth. *Bacillus sp.* with the addition of goat manure compost 150 g/polybag is the best treatment in suppressing disease progression with an incubation period of 11 HSI, disease incidence 31.25%, disease severity 20.31%, and infection rate 0.052 units/day. *Bacillus sp.* with the addition of goat manure compost 150 g/polybag is the best treatment in increasing plant growth of plant height parameters and *Bacillus sp.* with the addition of goat manure compost 100 g/polybag is the best treatment in increasing the growth of the number of leaves.

## PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayahNya sehingga bisa menyelesaikan penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul “**Pengendalian Penyakit Busuk Batang Berlubang (*Pectobacterium carotovorum*) Pada Tanaman Tembakau Menggunakan *Bacillus sp.* dengan Penambahan Pupuk Kompos Kotoran Kambing**” sebagai syarat menyelesaikan studi di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penulisan tugas akhir juga terselesaikan atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan terimakasih kepada :

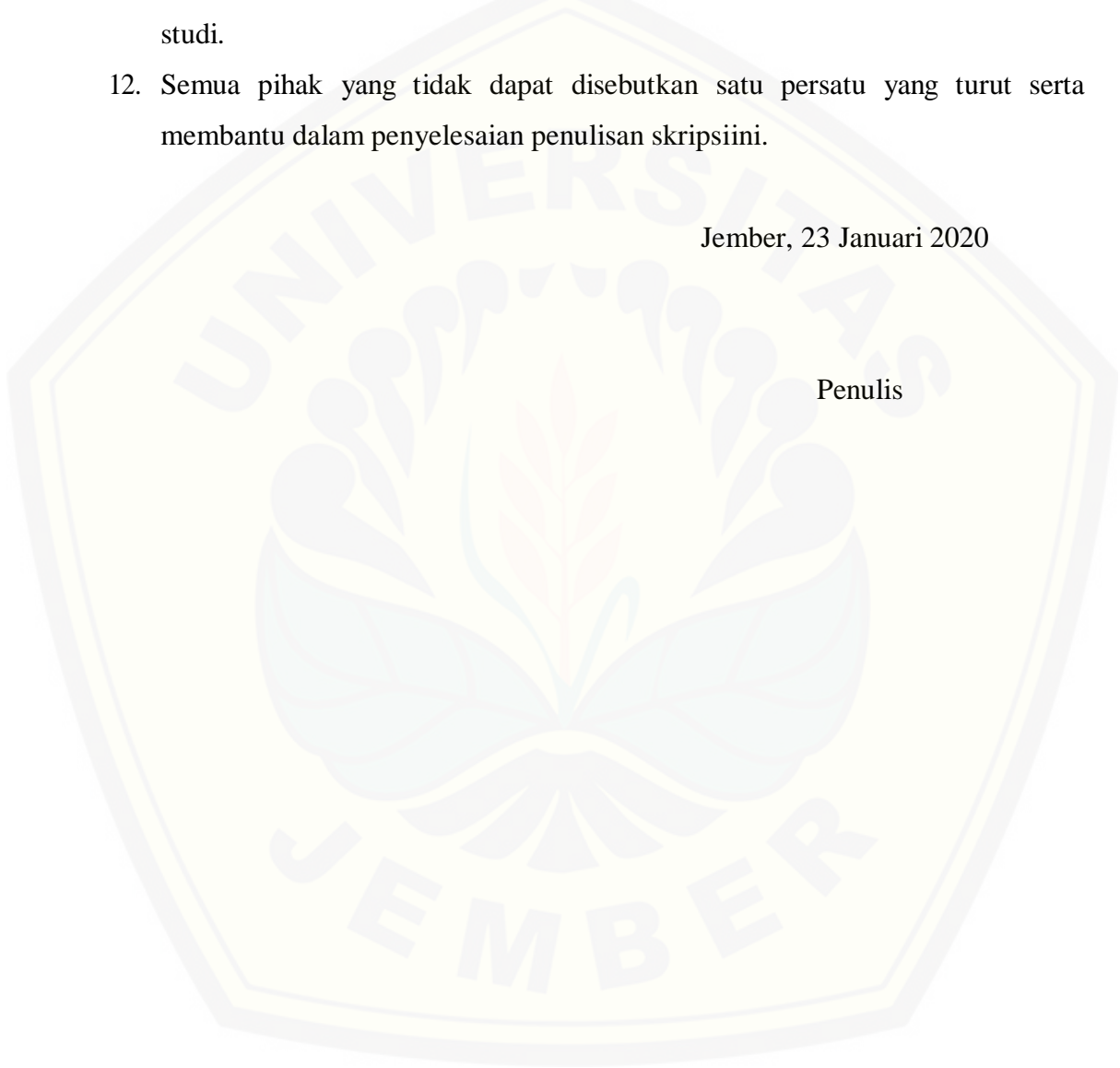
1. Ir. Sigit Soeparjono, MS, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si, Ph.D, Dic., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Drs. Yagus Wijayanto, M.A, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama menjadi mahasiswa
4. Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti, S.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, pengalaman serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Prof. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, MS., Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Drs. Yagus Wijayanto, M.A, Ph.D., selaku Dosen Penguji II yang telah memberi saran dan masukan untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini.
6. Kedua Orangtua, Ayahanda Sumardiyono dan Ibunda Susilowati yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan dukungan.
7. Sahabat-sahabat yang menjadi tempat berbagi dan diskusi mengenai penyelesaian tugas akhir Leviana Larasati, Feby Ayu Lestari, Felicia Felina Hindra Hutami, Nur Fitri Robbianti, Azzura Khaula Haq, Faizatul Ulya Nur Arifin.
8. Tim Magang Profesi PT. Benih Citra Asia yang telah berbagi banyak pengalaman.
9. Rekan-rekan Kelompok KKN UMD 06 Desa Pakuwesi, Kecamatan

Curahdami, Kabupaten Bondowoso.

10. Sahabat-sahabat saya di Laboratorium Penyakit Tumbuhan terima kasih telah memberikan semangat serta bantuannya dalam melaksanakan penelitian ini.
11. Teman-teman seangkatan tahun 2014 Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah banyak membantu penulis selama studi.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut serta membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Jember, 23 Januari 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBING .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	viii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tanaman Tembakau .....	5
2.2 Penyakit Busuk Batang Berlubang Pada Tembakau ( <i>Pectobacterium carotovorum</i> ).....	6
2.3 Bakteri <i>Bacillus sp.</i> sebagai Agen Hayati.....	8
2.4 Peranan Pupuk Kompos Kotoran Kambing Terhadap Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme dan Tanaman .....	10
2.5 Hipotesis Penelitian .....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan .....	14
3.3 Metode Percobaan .....	14
3.4 Pelaksanaan Percobaan.....	15
3.4.1 Isolasi <i>Pectobacterium carotovorum</i> .....	15
3.4.2 Uji Gram .....	15
3.4.3 Uji Hipersensitif .....	15
3.4.4 Uji Patogenesitas .....	16
3.4.5 Uji Pektat .....	16
3.4.6 Peremajaan <i>Bacillus sp.</i> .....	16
3.4.7 Uji Daya Hambat <i>Bacillus sp.</i> Terhadap <i>Pectobacterium</i> <i>carotovorum</i> secara <i>in vitro</i> .....	16

3.4.8	Pertumbuhan <i>Bacillus sp.</i> Pada Pupuk Kompos Kotoran Kambing Berbagai Dosis.....	17
3.4.9	Persiapan Bibit .....	17
3.4.10	Persiapan Media Tanam.....	18
3.4.11	Penanaman .....	18
3.4.12	Inokulasi <i>Pectobacterium carotovorum</i> dan <i>Bacillus sp.</i> .....	18
3.4.13	Pemeliharaan .....	18
3.5	Variabel Pengamatan.....	19
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1	Hasil.....	22
4.1.1	Karakteristik Bakteri Penyebab Penyakit Busuk Batang Berlubang pada Tembakau .....	22
4.1.2	Karakteristik Bakteri Antagonis <i>Bacillus sp.</i> .....	23
4.1.3	Daya Hambat <i>Bacillus sp.</i> Terhadap <i>P. carotovorum</i> .....	24
4.1.4	Pertumbuhan <i>Bacillus sp.</i> pada Pupuk Kompos Kotoran Kambing Berbagai Dosis.....	24
4.1.5	Gejala dan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Berlubang pada Tembakau .....	25
4.1.6	Pengaruh Aplikasi <i>Bacillus sp.</i> dengan Penambahan Pupuk Kompos Kotoran Kambing Berbagai Dosis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau.....	30
4.2	Pembahasan.....	32
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	3
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>
<b>DOKUMENTASI.....</b>		<b>51</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
4.1	Hasil Pengujian <i>P. carotovorum</i>	23
4.2	Hasil Perhitungan Populasi <i>Bacillus sp.</i> pada Pupuk Kompos Kotoran Kambing Berbagai Dosis	25
4.3	Hasil Pengamatan Masa Inkubasi, Insidensi Penyakit, Keparahan Penyakit dan Laju Infeksi	26
4.4	Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun	30



**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Morfologi Koloni <i>P. carotovorum</i> pada Media YPGA	7
4.1	Bakteri <i>Pectobacterium carotovorum</i>	22
4.2	a) Uji Gram, b) Uji Hipersensitif 48 jam setelah Inokulasi, c) Uji Pektat, d) Uji Patogenesisitas	23
4.3	Bakteri <i>Bacillus sp.</i>	24
4.4	Zona Hambatan <i>Bacillus sp.</i> Terhadap <i>P. carotovorum</i>	24
4.5	Gejala Penyakit Busuk Batang Berlubang pada Tanaman Tembakau	25
4.6	Perkembangan Insidensi Penyakit Busuk Batang Berlubang pada Tanaman Tembakau	27
4.7	Perkembangan Keparahan Penyakit Busuk Batang Berlubang pada Tanaman Tembakau	28
4.8	Perkembangan Tinggi Tanaman Tembakau	30
4.9	Perkembangan Jumlah Daun Tanaman Tembakau	31



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
1	Data Masa Inkubasi	43
2	Data Populasi <i>Bacillus sp.</i>	43
3	Data Tinggi Tanaman	43
4	Data Jumlah Daun	45
5	Data Insidensi Penyakit	46
6	Data Keparahan Penyakit	48
7	Data Laju Infeksi	49
8	Deskripsi Tembakau H382	50

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman tembakau merupakan salah satu komoditas unggulan nasional dan berperan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama dalam penyediaan lapangan pekerjaan, sumber pendapatan bagi petani dan sumber devisa bagi negara disamping mendorong berkembangnya agribisnis tembakau dan agroindustri (Abdullah dan Soedarmanto, 1982). Tembakau menjadi komoditas perkebunan yang memiliki potensi produksi dan mampu memberikan sumbangan terbesar jika dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya terhadap perekonomian.

Budidaya tanaman tembakau yang dilakukan secara intensif dapat menghasilkan kualitas yang baik. Namun, dalam kegiatan budidaya tanaman tentu saja mengalami permasalahan yang dapat menurunkan kualitas tembakau. Ada beberapa permasalahan yang dapat mengakibatkan penurunan produksi dan kualitas tembakau. Salah satu permasalahan di lapangan dalam peningkatan produksi kualitas dan kuantitas tembakau yaitu adanya serangan hama dan penyakit (Hartana, 1987). Salah satu penyakit penting pada tanaman tembakau adalah penyakit busuk batang berlubang yang disebabkan oleh bakteri *Pectobacterium carotovorum* (syn. *Erwinia caratovora*) (Semangun, 1996). Gejala penyakit akibat serangan patogen *P. carotovorum* bagian batangnya berlubang karena empulurnya membusuk sehingga berongga dan berbunyi khas, serta tanaman menjadi layu pada bagian daun (Suhara dan Yulianti, 2009).

*Pectobacterium carotovorum* merupakan patogen terbawa tanah yang sulit dikendalikan secara kimiawi dan penyebarannya sangat cepat. Kondisi di atas memberikan gagasan untuk melakukan pengendalian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan memanfaatkan agens hayati (Javandira dkk, 2013). Strategi pengendalian yang banyak dikembangkan saat ini adalah pengendalian yang mengarah kepada pemanfaatan potensi mikroorganismenya. Mikroorganismenya ini berperan sebagai agen pengendali hayati terhadap patogen penyebab penyakit. Menurut Semangun (1996), penggunaan agen hayati saat ini sedang dikembangkan karena ramah lingkungan sesuai dengan prinsip pertanian berkelanjutan. *Bacillus*

*sp.* merupakan salah satu agen hayati yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengendalikan penyakit busuk batang berlubang tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Bakteri ini bersifat menguntungkan, karena mempunyai sifat antagonis. Menurut Suriani dan Muis (2016), *Bacillus sp.* mampu menghambat perkembangan patogen tular tanah melalui mekanisme persaingan, antibiosis dan pemacuan pertumbuhan. Bakteri *Bacillus sp.* mampu melindungi tanaman jahe dari serangan *R. solanacearum* dengan penurunan infeksi sebesar 80% (Bustamam, 2006). Selain itu, penggunaan *B. subtilis* pada tanaman tomat juga mampu menekan perkembangan *F. solani* hingga 82,1% (Ajilogba *et al.* 2013 dalam Suriani dan Muis, 2016).

Menurut Suriani dan Muis (2016), efektivitas *Bacillus sp.* dalam menekan jumlah koloni patogen di perakaran dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama dalam penyerapan unsur hara. Kemampuan *Bacillus sp.* sebagai agen pengendali hayati berkaitan dengan kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan. *Bacillus sp.* berguna bagi tanaman untuk membantu mengikat unsur hara di dalam tanah. Menurut Puspita dkk (2018), koloni *Bacillus sp.* yang ada di dalam tanah akan mengkolonisasi akar dan merangsang pertumbuhan akar lateral tanaman dengan menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman sehingga penyerapan unsur hara lebih optimal. *Bacillus sp.* dapat tumbuh baik pada tempat yang mengandung bahan organik seperti pupuk kompos kotoran kambing, karena bahan organik merupakan salah satu sumber makanan yang dibutuhkan oleh mikroorganisme.

Menurut Sutedjo (2010), kotoran kambing mengandung unsur H<sub>2</sub>O, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O. Kadar unsur N (0,75%) lebih banyak dibandingkan dengan kadar unsur lainnya dan kadar airnya lebih rendah dari kadar air pupuk sapi. Hal ini dapat merangsang mikroorganisme untuk melakukan perubahan-perubahan aktif, sehingga perubahan berlangsung dengan cepat. Selain itu, kandungan unsur K (0,45%) pada kotoran kambing lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan unsur K pada pupuk kandang yang lain. Menurut Ali *et al.*, (2007), kalium adalah salah satu unsur hara makro yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kalium berperan dalam sintesis protein dan karbohidrat, serta meningkatkan

translokasi fotosintat ke seluruh bagian tanaman. Kalium juga dapat mempertahankan tekanan turgor sel dan kandungan air tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan kekeringan, serta memperbaiki hasil dan kualitas hasil tanaman. Menurut Parnata (2010), pemberian pupuk kompos dapat meningkatkan simbiosis mutualisme antara tanaman dengan bakteri atau jamur yang menguntungkan. Hal ini dikarenakan pupuk kompos akan merangsang pertumbuhan mikroorganisme dalam tanah. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Oktarina dkk. (2012), yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos dapat menekan serangan patogen. Hasil uji mikroorganisme, diketahui bahwa di dalam pupuk kompos mengandung mikroorganisme antagonis yang mampu mengendalikan patogen. Aktivitas mikroorganisme antagonis inilah yang menyebabkan penekanan intensitas serangan patogen. Oleh karena itu, tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal.

Penambahan pupuk kompos kotoran kambing memerlukan penggunaan dosis yang tepat. Penggunaan dosis yang cukup dapat meningkatkan penyerapan nutrisi terhadap mikroorganisme yang ada. Menurut Kania dan Maghfoer (2018), pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Pertumbuhan mikroorganisme tersebut dapat membantu penyerapan nutrisi yang dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan tanaman. Tanaman yang sehat diharapkan mampu menekan perkembangan penyakit. Penambahan pupuk kompos kotoran kambing diharapkan mampu mendukung pertumbuhan *Bacillus sp.*, sehingga lebih potensial untuk mengendalikan perkembangan penyakit busuk batang berlubang pada tanaman tembakau.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan *Bacillus sp.* dalam menghambat *P. carotovorum* secara *in vitro*?
2. Bagaimana pertumbuhan *Bacillus sp.* pada pupuk kompos kotoran kambing dengan berbagai dosis?

3. Bagaimana kemampuan *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis menghambat perkembangan penyakit busuk batang berlubang (*P. carotovorum*) pada tanaman tembakau?
4. Bagaimana pertumbuhan tanaman tembakau yang diaplikasikan *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis?

### 1.3 Tujuan

1. Mengetahui kemampuan *Bacillus sp.* dalam menghambat *P. carotovorum* secara *in vitro*.
2. Mengetahui pertumbuhan *Bacillus sp.* pada pupuk kompos kotoran kambing dengan berbagai dosis.
3. Mengetahui kemampuan *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis menghambat perkembangan penyakit busuk batang berlubang (*P. carotovorum*) pada tanaman tembakau.
4. Mengetahui pertumbuhan tanaman tembakau yang diaplikasikan *Bacillus sp.* dan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis.

### 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai alternatif pengendalian penyakit busuk batang berlubang (*P. carotovorum*) pada tanaman tembakau menggunakan *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Tembakau

Menurut Suwanto dkk. (2014), berdasarkan klasifikasi botaninya, tanaman tembakau dikelompokkan sebagai berikut: Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji), Subdivisi : Angiospermae (Menghasilkan biji tertutup), Kelas : Dicotyledonae (Berkeping dua atau dikotil), Ordo : Solanales (Tumbuhan berbunga), Famili : Solanaceae (Suku tumbuhan berbunga), Genus : *Nicotiana*, Spesies : *Nicotiana tabacum* L.

Tanaman tembakau merupakan salah satu tanaman tropis yang dapat hidup pada rentang iklim yang luas. Hal ini dikarenakan responnya yang netral terhadap panjang hari. Tanaman tembakau dapat tumbuh dari 60° LU - 40° LS. Batas suhu minimum untuk pertumbuhan dan perkembangannya adalah 15°C dan suhu maksimumnya adalah 42°C. Suhu ideal pada saat siang hari adalah 27°C. Sejak tanaman tembakau ditanam hingga fase pemasakan daun diharapkan kondisinya kering, curah hujan merupakan faktor penentu hasil dan mutu tembakau. Pengaturan waktu tanam yang didasarkan periode kering sangat menentukan keberhasilan usaha tani tembakau (Suwanto dkk., 2014).

Batang tembakau berdiri tegak, berwarna hijau muda dan berbulu dengan tinggi mencapai 58-101 cm. Daun tembakau bersifat tunggal. Bertangkai atau duduk di batang dan tersusun secara spiral. Jumlah daun tanaman tembakau berkisar 18-25 helai dengan panjang bervariasi antara 30-43 cm dan lebar daun antara 16-27 cm. Proses penuaan (pematangan) daun biasanya dimulai dari bagian ujungnya kemudian bagian bawahnya. Hal ini dapat dilihat melalui perubahan warna daun dari hijau-kuning-cokelat pada bagian ujungnya kemudian bagian bawahnya. Bunga tembakau bersifat majemuk, berbentuk malai dengan karangan bunga berbentuk piramidal dan terletak di ujung tanaman. Bunga tanaman tembakau terdiri atas kelopak, mahkota bunga, benang sari dan putik. Bentuk buah tembakau seperti telur ayam dengan panjang 1,5-2 cm. Saat masih muda berwarna hijau kemudian berubah menjadi cokelat saat masak (Suwanto dkk., 2014).

Tanaman tembakau merupakan salah satu tanaman yang sangat membutuhkan unsur hara makro untuk menunjang pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Wiroatmodjo dan Najib (1995) menyatakan dalam penelitiannya bahwa unsur N yang diserap tanaman tembakau lebih banyak digunakan untuk membentuk asam amino yang berfungsi meningkatkan ukuran sel-sel daun muda. Pupuk P juga diperlukan cukup tinggi untuk mendorong pemasakan daun yang cepat dan rata. Demikian juga pupuk K diperlukan dalam jumlah besar untuk mendapatkan daya bakar yang tinggi. Menurut Murdiyati (2010), pertumbuhan cepat (*rapid growth*) pada tanaman tembakau dimulai pada 5 MST dimana tanaman sudah dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lapangan, perakarannya sudah berkembang sehingga tanaman sudah kokoh. Pada saat ini ketersediaan air dan hara harus cukup agar tanaman tidak terhambat pertumbuhannya.

## **2.2 Penyakit Busuk Batang Berlubang Pada Tembakau (*Pectobacterium carotovorum*)**

Penyakit busuk batang berlubang pada tanaman tembakau disebabkan oleh bakteri *Pectobacterium carotovorum* yang dulu dikenal sebagai *Erwinia carotovora*. Menurut penelitian Javandira dkk (2013), bakteri *P. carotovorum* termasuk ke dalam bakteri bergram negatif berbentuk batang dengan ukuran (1,5 x 2,0) x (0,6 x 0,9) mikron, umumnya membentuk rangkaian sel-sel seperti rantai, tidak mempunyai kapsul, dan tidak berspora. Bakteri bergerak dengan menggunakan flagella yang terdapat di sekeliling bakteri.

Bakteri penyebab penyakit busuk batang berlubang berkembang pada cuaca yang lembab dan basah. Infeksi bakteri akan kurang berkembang apabila lahan kondisi lingkungannya kurang sesuai dengan kondisi yang dikehendaki oleh bakteri tersebut. Menurut Suhara dan Yulianti (2009), bakteri masuk melalui celah luka pada tanaman kemudian masuk ke dalam empulur dan merombaknya sehingga menjadi berlubang. Bakteri yang masuk akan terus berkembang dalam ruang antar sel serta menghasilkan enzim petinase yang dapat mencerna jaringan tanaman inang yang mengakibatkan tanaman inang mengalami pembusukan. Hasil penelitian Sallyta dkk (2014), koloni bakteri *P. carotovorum* berwarna putih susu, berlendir,



mengkilat, tepi rata dan tampak cembung setelah diinkubasi selama 24 jam. Gejala penyakit akibat serangan patogen *P. carotovorum* bagian batangnya berlubang karena empulurnya membusuk sehingga berongga dan berbunyi khas. Akibatnya jaringan pembuluh xilem dan floem pada batang yang berfungsi untuk mentranslokasikan hara tanaman, air, dan mineral ke seluruh bagian tanaman menjadi terganggu, sehingga proses metabolisme menjadi tidak normal. Akibat infeksi pada bagian akar akan menyebabkan sebagian tidak berfungsi sehingga akan mengurangi jumlah air yang diserap tanaman. Oleh karena itu, tanaman menjadi layu terutama pada bagian daun (Suhara dan Yulianti, 2009).



Gambar 2.1 Morfologi koloni *E. carotovora* pada media YPGA

Sumber: Sallytha dkk (2014)

Pengendalian penyakit busuk batang berlubang saat ini banyak dilakukan dengan percobaan pemanfaatan agen hayati. Berdasarkan pengujian antagonis *Actinomycetes* terhadap bakteri busuk batang berlubang secara *in vitro* yang dilakukan Sallyta dkk (2014), menunjukkan bahwa semua isolat *Actinomycetes* memiliki sifat antagonis terhadap *E. carotovora*. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambatan (zona bening) yang bervariasi berkisar 18,30 mm hingga 49,95 mm. Selain itu, menurut Masnilah dkk (2007), pengendalian penyakit busuk batang berlubang dapat dilakukan dengan *Bacillus sp.* Formulasi *Bacillus sp.* mempunyai efektivitas yang sama dalam menekan *E. carotovora* di rumah kaca dan di lapangan dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tembakau.

### 2.3 Bakteri *Bacillus sp.* sebagai Agen Hayati

*Bacillus sp.* merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran 0,5–2,5  $\mu\text{m}$  x 1,2–10  $\mu\text{m}$ , bersifat aerob atau anaerob fakultatif, dan heterotrof. *Bacillus sp.* memiliki fisiologi yang berbeda dari bakteri lain yang bukan patogen, yakni relatif mudah dimanipulasi secara genetik dan mudah pula dibiakkan sehingga dapat dikembangkan pada skala industri. Bakteri antagonis ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yakni pada suhu -5 sampai 75 °C dengan tingkat keasaman (pH) antara 2–8. Pada kondisi yang sesuai, populasi *Bacillus sp.* akan meningkat dua kali lipat dalam kurun waktu tertentu. Waktu ini dikenal dengan waktu generasi atau waktu penggandaan, yang untuk *Bacillus sp.* adalah 28,5 menit pada suhu 40 °C (Soesanto, 2008).

Menurut Satapute *et al.* (2012), interaksi antara rhizosfer tanaman dan mikroorganisme beragam. Mikroorganisme yang hidup di permukaan akar memiliki banyak efek positif, seperti membantu pertumbuhan tanaman, produksi tanaman dan berperan penting dalam memberikan ketahanan terhadap penyakit. *Bacillus sp.* memanfaatkan eksudat akar di dalam tanah dan bahan tanaman mati sebagai sumber nutrisi. Apabila kondisi lingkungan tidak sesuai bagi pertumbuhannya, misalnya karena suhu tinggi, tekanan fisik dan kimia, atau kahat nutrisi, bakteri akan membentuk endospora. Endospora akan berkembang jika kondisi lingkungan sesuai. Endospora dalam mempertahankan viabilitasnya memerlukan bahan pembawa. Bahan pembawa endospora perlu diformulasi secara tepat agar bakteri tetap hidup dan efektif mengendalikan patogen. *Bacillus sp.* menghasilkan antibiotik dan berbagai senyawa aktif biologis dengan spektrum yang luas untuk melawan patogen tanaman yang mampu menginduksi resistensi sistemik.

Strain *Bacillus sp.* bisa berfungsi sebagai agen pengendali hayati untuk perlindungan terhadap mikroba dan serangga patogen. *Bacillus sp.* adalah alternatif yang dapat menggantikan fungsi pestisida kimia. Oleh karena itu, diharapkan penggunaan *Bacillus sp.* difokuskan pada tanaman dapat menekan populasi hama dan mikroorganisme patogen sehingga dapat bermanfaat serta dapat mengurangi

dampak negatif yang ditimbulkan pada lingkungan dan manusia (Alina *et al.*, 2015).

Menurut Javandira dkk (2013), agen hayati *Bacillus sp.* mampu mengendalikan patogen *E. carotovora* dengan menghasilkan senyawa antibiotik sehingga merusak fungsi perlindungan dari membran sel bakteri *E. carotovora*. Senyawa antibiotik merupakan hasil dari metabolisme sekunder bakteri. Dengan kerusakan pada membran sel sehingga mengakibatkan penyusutan pada sel, sehingga sel bakteri *E. carotovora* akan kehilangan air dan mengalami plasmolisis. Hambatan tersebut dapat dilakukan dengan pengaruh senyawa antibiotik tersebut untuk merusak dinding sel bakteri patogen. Sehingga aktifitas metabolisme bakteri patogen menjadi terganggu. Dengan demikian aktifitas metabolisme bakteri patogen terganggu dan menyebabkan sel bakteri patogen akan mati. Pengaruh senyawa antibiotik memiliki peran dalam proses sintesa protein sel. Sintesa protein sel dapat terhambat bila terkena senyawa antibiotik sehingga sel akan rusak dan tidak dapat melakukan sintesa protein.

Mekanisme antagonis bakteri *Bacillus sp.* ada 3 yaitu kompetisi, antibiosis, dan pemacu pertumbuhan. Mekanisme kompetisi yaitu persaingan yang terjadi dalam hal ruang hidup dan nutrisi yang berasal dari eksudat akar atau bahan organik yang ada didalam tanah. Mekanisme antibiosis yaitu bakteri *Bacillus sp.* menghasilkan streptovidin, basitrasin, surfaktin, fengisin, iturin A, polimiksin, difisidin, subtilin, subtilisin, dan mikobasilin. Sedangkan mekanisme pemacu pertumbuhan yaitu yang biasa disebut sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan menghasilkan auksin yang mampu merangsang pertumbuhan akar. *Bacillus sp.* juga memiliki kemampuan melarutkan unsur hara dengan bantuan enzim fitase sehingga tanaman mudah menyerap unsur hara (Soesanto, 2008).

Menurut Broadbent dkk (1977), *Bacillus sp.* diketahui mampu sebagai PGPR yang memacu pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan akhirnya mampu meningkatkan hasil tanaman. Hal ini didukung penelitian yang dilakukan oleh Puspita (2013), menunjukkan bahwa penggunaan *Bacillus sp.* mampu memacu pertumbuhan tanaman melalui penambahan tinggi,

berat basah dan berat tanaman layak konsumsi yang lebih baik. Hal ini dikarenakan *Bacillus sp.* dapat menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat menginduksi pertumbuhan tanaman karena termasuk ke dalam kelompok bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan merangsang pertumbuhan akar lateral yang berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi yang lebih optimal. Selain itu, aplikasi *Bacillus sp.* dengan konsentrasi  $10^{10}$  cfu/ml memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap intensitas serangan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *E. caratovora* dimana intensitas penyakit lebih rendah yaitu 3,12 %. Hal ini karena tingginya konsentrasi *Bacillus sp.* yang diaplikasikan sehingga jumlah koloni akan lebih banyak, dengan demikian kemampuan agen hayati tersebut dalam mengendalikan serangan *E. caratovora* secara tidak langsung akan lebih tinggi dan intensitas penyakit cenderung lebih rendah.

Menurut penelitian Prihatiningsih dkk (2015), *B. subtilis* B315 mampu menunda masa inkubasi 7 hari dan mengendalikan penyakit layu bakteri pada tanaman kentang dengan efektivitas sebesar 64,9%. Penyemprotan *Bacillus subtilis* dapat menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas sp.*) pada tanaman padi sebesar 21,7% (Wartono, 2014). Penelitian Arwiyanto dkk. (2007), menunjukkan juga bahwa penggunaan *Bacillus spp.* mampu menekan penyakit lincat yang disebabkan oleh infeksi ganda *R. solanacearum* dan nematoda *Meloidogyne incognita* pada tembakau Temanggung sehingga intensitas penyakitnya hanya sebesar 23,3% sedangkan pada control sebesar 63%.

#### **2.4 Peranan Pupuk Kompos Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme dan Tanaman**

Menurut Sutedjo (2010), persentase bahan padat dan cair pada pupuk kandang kambing adalah sebesar 67% bahan padat dan 33 % bahan cair. Kotoran kambing dengan wujud bahan padat mengandung H<sub>2</sub>O sebanyak 60%, N sebanyak 0,75%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebanyak 0,50%, dan K<sub>2</sub>O sebanyak 0,45%. Sedangkan menurut Sutedjo (2010), pupuk kandang sapi padat memiliki kandungan H<sub>2</sub>O sebanyak 85%, N sebanyak 0,40%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebanyak 0,20%, dan K<sub>2</sub>O sebanyak 0, 10%. Hal tersebut



menunjukkan bahwa kandungan unsur hara pada pupuk kompos kotoran kambing lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kompos kotoran sapi. Kadar unsur N lebih banyak dibandingkan dengan kadar unsur lainnya dan kadar airnya lebih rendah dari kadar air pupuk sapi. Hal ini dapat merangsang mikroorganisme untuk melakukan perubahan-perubahan aktif, sehingga perubahan berlangsung dengan cepat.

Menurut Parnata (2010), kotoran kambing juga mengandung nitrogen dan kalium lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran sapi. Sementara itu, kadar air pada kotoran kambing lebih rendah dibandingkan dengan kotoran sapi. Hal ini menjadikan pupuk kandang kambing dapat terurai lebih cepat dibandingkan dengan pupuk kandang sapi, sehingga unsur hara yang ada dalam pupuk kandang kambing dapat tersedia lebih cepat. Oleh karena itu, unsur hara dapat segera diserap oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang.

Kualitas pupuk kompos dipengaruhi oleh faktor-faktor pada saat proses pengomposan. Salah satu faktor yang terlibat dalam proses pengomposan kotoran kambing adalah kadar air. Kadar air sangat berpengaruh terhadap waktu pengomposan bahan organik. Kadar optimal pada proses pengomposan adalah 60% sehingga oksigen bagi aktivitas mikroorganisme aerobik tercukupi. Menurut Murbandono (2007), waktu yang diperlukan untuk pengomposan sekitar 3-4 bulan. Namun, waktu ini dapat dipercepat menjadi 4-6 minggu dengan diberinya tambahan atau aktivator bagi bakteri pengurai. Menurut Trivana dan Pradhana (2017), pupuk yang telah matang memiliki ciri-ciri, yaitu berwarna coklat tua hingga hitam, remah, memiliki suhu ruang, dan tidak berbau.

Pemberian pupuk kandang kambing yang tinggi akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah sehingga mikroorganisme dapat berkoloni menjadi lebih banyak. Menurut Retnosari dan Maya (2013), aktivitas *Bacillus sp.* bermanfaat untuk menguraikan substrat menjadi bentuk yang lebih sederhana pada bahan organik. Pemanfaatan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan bahan organik merupakan proses pendegradasian bahan organik dengan mengubah bahan organik sebagai nutrisi dengan bentuk yang lebih

sederhana. Mikroorganisme memanfaatkan makanan terlarut sebagai sumber nutrisi dan untuk bereproduksi.

Menurut penelitian Putra dkk (2015), aplikasi pupuk kandang kambing berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman. Hal ini disebabkan oleh rasio C/N pada pupuk kandang kambing rendah yaitu (7,02) dan C-organik pada pupuk kandang kambing tinggi yaitu (6,32), sehingga semakin tinggi bahan organik tanah semakin tinggi nilai KTK tanah, dan penyediaan hara N pada tanaman tinggi, sehingga unsur hara N tersebut dapat memicu pertumbuhan daun pada masa vegetatif tanaman dan selanjutnya meningkatkan pertumbuhan akar dalam menyerap hara.

Pemberian pupuk kompos kotoran kambing harus memperhatikan dosis yang diaplikasikan terhadap tanaman. Semakin tinggi dosis yang diberikan maka kandungan unsur hara yang diterima oleh tanaman akan semakin tinggi. Oleh karena itu, perlu diketahui sampai batas tertentu kombinasi antara dosis yang diberikan dengan frekuensi aplikasi pupuk yang diberikan. Menurut Suwanto dkk (2014), pemupukan pupuk kompos kotoran kambing pada tanaman tembakau dapat diberikan sebanyak 20 ton/ha. Pemberian pupuk kompos kotoran kambing ini dilakukan sebagai pupuk dasar yang diberikan satu minggu sebelum tanam.

Menurut penelitian Linawati (2011), hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman menunjukkan bahwa pemberian dosis kotoran kambing menunjukkan beda nyata disetiap perlakuan. Pemberian kotoran kambing pada dosis 100 gr/polybag memberikan peningkatan terhadap tinggi, jumlah daun dan diameter batang. Pada pemberian kotoran kambing dengan dosis 100 gr/polybag memberikan hasil terbaik untuk produksi budidaya tanaman perkebunan seperti tembakau.

Menurut Nurbailis dan Martinius (2011), penggunaan pupuk kompos dari bahan organik ampas tebu dan beras dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan agen hayati *Trichoderma viride* strain TV-T1SK. Bahan organik ini juga terbaik dalam peningkatan kepadatan TV-T1SK setelah diintroduksi pada rizosfir pisang. Kepadatan propagul TV-T1sk berpengaruh terhadap perkembangan penyakit layu Fusarium. Semakin tinggi kepadatan konidia semakin rendah tingkat

serangan penyakit layu Fusarium pada bibit pisang. Selain itu, Pengaplikasian pupuk kascing dengan perbandingan tanah dan kascing sebanyak 1:3 per pot satu hari sebelum semai dapat menekan intensitas serangan penyakit rebah semai (*dumping off*) yang disebabkan oleh *R. solani* pada pesemaian tembakau sebesar 92,50%. Mekanisme penekanan intensitas penyakit oleh bahan organik kascing diduga karena bahan tersebut mengandung mikroorganisme antagonis *Trichoderma sp.* yang merupakan musuh alami *R. solani* (Oktarina, 2007).

### 2.5 Hipotesis Penelitian

1. *Bacillus sp.* mampu menghambat pertumbuhan *P. carotovorum* secara *in vitro*.
2. Pertumbuhan *Bacillus sp.* pada pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis memiliki populasi berbeda.
3. *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis dapat menghambat perkembangan penyakit busuk batang berlubang (*P. carotovorum*) pada tanaman tembakau.
4. *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing berbagai dosis memberi pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tanaman tembakau.



### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2018 sampai selesai, bertempat di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember dan rumah kasa di daerah Jember.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, tabung erlenmeyer, pipet, jarum ose, jarum ent, gelas obyek, mikroskop, *Laminar Air Flow* (LAF), lampu bunsen, tusuk gigi, kertas label, polybag (30 cm x 30 cm), penggaris, timbangan, *sprayer* dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah isolat bakteri *Bacillus sp.*, isolat bakteri *Pectobacterium carotovorum*, media buatan YPGA (*Yeast Pepton Glucose Agar*), alkohol 70%, aquades, kloroform, kapas, pupuk kompos kotoran kambing, tanah, dan bibit tembakau.

#### 3.3 Metode Percobaan

Percobaan ini dilakukan dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan setiap perlakuan ada 4 tanaman. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 96 tanaman. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. P0 : Kontrol
2. P1 : *Bacillus sp.*
3. P2 : Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100 g/polybag
4. P3 : *Bacillus sp.* + pupuk kompos kotoran kambing 50 g/polybag
5. P4 : *Bacillus sp.* + pupuk kompos kotoran kambing 100 g/polybag
6. P5 : *Bacillus sp.* + pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Varians*). Apabila setiap perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

### **3.4 Pelaksanaan Percobaan**

#### **3.4.1 Isolasi *Pectobacterium carotovorum***

Isolasi *P. carotovorum* dilakukan dengan cara traping dari tanah perakaran tembakau. Traping dilakukan dengan cara mengambil tanah dari perakaran tembakau kemudian menimbang tanah sebanyak 10 g dan membuat suspensi dengan 200 ml air steril. Memasukkan kentang ke dalam suspensi kemudian dibiarkan selama 20 menit. Mengambil kentang dan meletakkan dalam plastik mika yang diberi alas kertas saring yang dilembabkan. Menginkubasikan pada suhu ruang dan mengamati setiap hari hingga muncul gejala lunak atau busuk. Kemudian bagian kentang yang busuk diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml air steril. Menggojok selama 3 menit kemudian digoreskan pada media YPGA dan diinkubasikan pada suhu ruang. Setelah 48 jam akan muncul koloni bakteri yang di dalamnya termasuk patogen *P. carotovorum* dan kemudian melakukan permunian isolat tersebut.

#### **3.4.2 Uji Gram**

Pengujian gram dilakukan dengan cara membersihkan gelas obyek menggunakan alkohol 70% dan dikering anginkan di atas bunsen. Isolat bakteri yang telah berumur 24 jam diambil satu ose dan diletakkan pada gelas obyek. Gelas obyek ditetesi dengan KOH 3%, kemudian diaduk dan dicampur hingga merata. Isolat bakteri yang sudah tercampur rata diangkat perlahan-lahan untuk menentukan sifat isolat bakteri termasuk ke dalam gram negatif atau positif. Apabila bakteri tersebut lengket maka bakteri tersebut bereaksi positif dan termasuk gram negatif, sedangkan jika tidak lengket maka termasuk dalam gam positif dan bereaksi negatif (Lelliot dan Stead, 1987 *dalam* Masnilah dkk., 2013).

#### **3.4.3 Uji Hipersensitif**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah isolat bakteri yang ditemukan merupakan bakteri patogen tanaman atau bukan. Pengujian reaksi hipersensitif dilakukan dengan cara membuat suspensi bakteri dari biakan yang telah diinkubasikan 48 jam. Suspensi tersebut diinfiltrasikan pada permukaan bawah daun tembakau yang berumur sedang. Reaksi positif terlihat jika pada bagian

yang diinfiltrasi suspensi bakteri terjadi nekrosis (Klement, 1990 *dalam* Masnilah dkk., 2013).

#### **3.4.4 Uji Patogenesitas**

Pengujian patogenesitas dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri *P. carotovorum* yang berumur 48 jam dan disuspensikan dengan air steril, kemudian melukai bagian akar tanaman dan disiramkan suspensi bakteri dengan kerapatan populasi  $10^8$  cfu/ml pada tanaman tembakau. Kemudian diamati setiap harinya hingga muncul adanya gejala.

#### **3.4.5 Uji Pektat**

Uji pektat dilakukan dengan cara mengupas kentang kemudian memotong kentang dengan bentuk lingkaran. Kentang yang sudah dipotong dicuci dengan air steril. Meletakkan kentang pada cawan petri yang diberi alas kertas saring lembab. Menusuk permukaan kentang dengan menggunakan jarum ent, kemudian ditetes dengan *Pectobacterium carotovorum* dengan suspensi  $10^8$  cfu/ml. Setelah diinkubasi selama 7 hari, kemudian dilakukan pengamatan.

#### **3.4.6 Peremajaan *Bacillus sp.***

Peremajaan isolat *Bacillus sp.* (koleksi dari BPTP Tanggul-Jember) ditumbuhkan dan diperbanyak pada médium YPGA. Isolat *Bacillus sp.* diambil 1 ose, kemudian digoreskan pada media YPGA dan diinkubasikan selama 48 jam.

#### **3.4.7 Uji Daya Hambat *Bacillus sp.* terhadap *Pectobacterium carotovorum* secara *in vitro***

Uji antagonisme dilakukan dengan metode *dual plating* untuk mengetahui terbentuknya antibiosis secara *in vitro*. *Bacillus sp.* ditumbuhkan pada cawan petri yang berisi media YPGA secara titik dengan tusuk gigi steril sebanyak 4 titik dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu kamar, kemudian dituang larutan kloroform 1ml dari tepi tutup petri dan cawan petri diletakkan dengan posisi terbalik dan biarkan selama 2 jam, kemudian cawan petri dibalik ke posisi semula. Sebanyak 200  $\mu$ l biakan *P. carotovorum* umur 48 jam disuspensikan dalam 4 ml medium agar air 0,6 % yang mencair ( $45^{\circ}\text{C}$ ) kemudian digojog hingga homogen dan dituangkan ke dalam cawan petri tersebut di atas. Biakan diinkubasikan lagi selama 24 jam

pada suhu kamar, kemudian mengukur zona hambatan yang terbentuk (Nurcahyanti dkk., 2013).

Mekanisme penghambatan dapat diketahui dengan cara melakukan pengujian lanjutan. Media agar pada zona hambatan diambil dengan menggunakan skapel dan dimasukkan dalam 0,5% air pepton kemudian diinkubasikan selama 5 hari dan diamati kekeruhannya untuk melihat mekanisme penghambatan yang terjadi. Jika air pepton tampak jernih menunjukkan bahwa *Bacillus sp.* mampu membunuh *P. carotovorum* (bersifat bakterisidal), sedangkan jika air pepton keruh menunjukkan bahwa bakteri tersebut hanya mampu menekan pertumbuhan *P. carotovorum* (bersifat bakteristatik) (Nurcahyanti dkk., 2013).

#### **3.4.8 Pertumbuhan *Bacillus sp.* Pada Pupuk Kompos Kotoran Kambing Berbagai Dosis**

Pertumbuhan *Bacillus sp.* pada pupuk kompos kotoran kambing dilakukan dengan cara membuat media tanam yaitu tanah sebanyak 5 kg/polybag dan pupuk kompos kotoran kambing sesuai dengan perlakuan, kemudian memasukkan ke dalam polybag. Media tanam yang sudah siap diaplikasikan dengan *Bacillus sp.* dengan kerapatan populasi  $10^8$  cfu/ml sebanyak 20 ml/media tanam.

Pertumbuhan *Bacillus sp.* pada pupuk kompos kotoran kambing dilakukan menggunakan metode pengenceran. Sampel tanah setiap perlakuan pupuk kompos kotoran kambing diambil 1 gam, kemudian ditambahkan aquades steril 9 ml. Larutan suspensi kemudian digojok hingga homogen, kemudian diambil 100 $\mu$ L untuk dilakukan pengenceran dari  $10^{-1}$  sampai dengan  $10^{-7}$ . Setelah dilakukan pengenceran kemudian dilakukan plating di LAF menggunakan media YPGA, dengan menumbuhkan dari ulangan  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ , dan  $10^{-7}$  kemudian direkatkan menggunakan plastik wrap. Inkubasikan selama 2x24 jam pada suhu kamar, kemudian dilakukan penghitungan koloni bakteri *Bacillus sp.* (Setyari dkk., 2013).

#### **3.4.9 Persiapan Bibit**

Persemaian bibit dilakukan pada potray menggunakan media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Media tanam yang sudah dicampur rata kemudian dimasukkan pada setiap lubang potray. Membasahi media tanam dengan air menggunakan sprayer. Membuat lubang tanam pada setiap lubang potray,



kemudian meletakkan 1 benih pada setiap lubang tanam dan menutupnya kembali. Perawatan bibit dilakukan dengan menyiram pada saat pagi dan sore hari. Bibit yang siap dipindah tanamkan adalah bibit yang berumur 40-45 hari.

#### **3.4.10 Persiapan Media Tanam**

Media tanam terdiri atas tanah sebanyak 5 kg dan pupuk kompos kotoran kambing sesuai dengan perlakuan. Campuran media di tempatkan pada polybag ukuran 30 x 30 cm sesuai dengan perlakuan. Kemudian media yang telah dimasukkan dalam polybag disiram hingga kapasitas lapang yang dicirikan dengan polybag telah mengentaskan air hingga tidak ada lagi air yang keluar dari lubang polybag.

#### **3.4.11 Penanaman**

Bibit yang digunakan adalah bibit sehat yang tidak terserang hama dan penyakit, tumbuh tegak, dan sudah memiliki daun kurang lebih 3 daun yaitu bibit yang berumur 40-45 hari. Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam yang ditugal pada media tanam, kemudian dimasukkan 1 bibit per lubang tanam, kemudian lubang tanam ditutup kembali.

#### **3.4.12 Inokulasi *Pectobacterium carotovorum* dan *Bacillus sp.***

Inokulasi *P. carotovorum* pada tanaman tembakau dilakukan 7 HST dengan cara menyiramkan suspensi bakteri patogen tersebut dengan kerapatan populasi  $10^8$  cfu/ml sebanyak 20 ml/tanaman pada perakaran yang sebelumnya telah dilukai menggunakan pisau skalpel steril. Sedangkan *Bacillus sp.* diinokulasikan setelah 1 minggu inokulasi *P. carotovorum* yaitu dengan cara menyiramkan suspensi bakteri antagonis tersebut dengan kerapatan populasi  $10^9$  cfu/ml sebanyak 20 ml/tanaman.

#### **3.4.13 Pemeliharaan**

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyulaman, penyiraman, dan penyiangan. Melakukan penyulaman atau penggantian tanaman yang mati atau tumbuhan yang tidak tumbuh dengan optimal. Penyulaman ini dilakukan tidak lebih dari 5-7 hari setelah tanam. Penyiraman dilakukan dengan menyesuaikan kondisi cuaca dan media tanam. Penyiangan dilakukan untuk membersihkan gulma di dalam polybag dengan cara mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman utama.

### 3.5 Variabel Pengamatan

#### 1. Tinggi tanaman

Parameter tinggi tanaman dilakukan pada 7 hst sampai fase vegetatif tanaman tembakau dengan interval waktu satu minggu. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan tanaman.

#### 2. Jumlah daun

Parameter jumlah daun dilakukan setiap 7 hari sekali. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui penghambatan dari adanya patogen penyebab penyakit busuk batang berlubang.

#### 3. Masa inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari sejak 1 hari setelah inokulasi patogen sampai muncul gejala awal.

#### 4. Pengukuran Daya Hambat *Bacillus sp.* terhadap *Pectobacterium carotovorum*

Pengukuran zona hambat dilakukan dengan mengukur jari-jari pada zona hambatan yang berada disekitar isolat antagonis.

#### 5. Insidensi

Untuk menentukan insidensi penyakit digunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{jumlah tanaman sakit}}{\text{jumlah semua tanaman yan diamati}} \times 100\%$$

#### 6. Perhitungan populasi *Bacillus sp.* pada Pupuk Kompos Kotoran Kambing

Perhitungan populasi *Bacillus sp.* pupuk kompos kotoran kambing dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan *Bacillus sp.* pada setiap perlakuan. Waktu pengamatan yaitu sesaat pemberian *Bacillus sp.* pada pupuk kompos kotoran kambing, pada pertengahan, dan pada akhir penelitian. Populasi *Bacillus sp.* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Populasi Bakteri} = \frac{\text{jumlah koloni}}{\text{faktor pengenceran} \times \text{volume sampel}}$$

#### 7. Keparahan Penyakit

Pengamatan keparahan penyakit dapat dihitung dengan rumus intensitas penyakit, karena intensitas penyakit dapat menggambarkan tingkat keparahan ppenyakit yang berbeda pada bagian tanaman, sehingga diartikan sebagai proporsi

area tanaman yang rusak atau menunjukkan gejala akibat serangan penyakit dalam satu tanaman. Rumus perhitungan untuk menentukan intensitas penyakit berdasarkan Townsend dan Heuberger (1943, dalam Sinaga, 2003) adalah sebagai berikut:

$$IP = \frac{\sum n \times v}{V \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = intensitas penyakit

n = jumlah daun/tanaman yang terserang untuk setiap tingkat kerusakan

v = nilai skala dari setiap tingkat kerusakan

V = nilai skala tertinggi

N = jumlah daun atau tanaman yang diamati

Pengukuran skala serangan bakteri *P. carotovorum* pada tanaman digunakan skor menurut (CIBA-GEIGY, 1997), sebagai berikut:

Skala	Persentase serangan
0	0
1	1-25%
2	26-50%
3	51-75%
4	>75%

#### 8. Laju Infeksi

Laju infeksi penyakit dihitung dengan menggunakan rumus Van der Plank (1963) dalam Prihatiningsih dkk. (2015) :

$$X_t = X_0 \cdot e^{rt}$$

dengan:

$X_t$  = proporsi penyakit pada waktu t

$X_0$  = proporsi penyakit pada awal pengamatan

e = konstanta logaritma (2,718)

r = laju infeksi/laju perkembangan penyakit (unit/hari)

t = waktu



Nilai  $r$  dihitung berdasarkan kriteria penyakit busuk batang berlubang (*Pectobacterium carotovorum*) termasuk simple interest disease (SID), maka:

$$r = \frac{2,3}{t} \left( \log \frac{1}{1 - Xt} - \log \frac{1}{1 - Xo} \right)$$



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. *Bacillus sp.* memiliki kemampuan dalam menghambat *P. carotovorum* secara in vitro sebesar 7 mm.
2. Pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag merupakan media terbaik dalam mendukung pertumbuhan *Bacillus sp.*
3. *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam mengendalikan penyakit busuk batang berlubang dengan masa inkubasi 11 HSI, insidensi penyakit sebesar 31,25%, keparahan penyakit sebesar 20,31%, dan laju infeksi sebesar 0,052 unit/hari.
4. *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu pada parameter tinggi tanaman dan *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk kompos kotoran kambing 100 g/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan jumlah daun.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan maka disarankan untuk aplikasi *Bacillus sp.* sebaiknya dilakukan penambahan bahan organik berupa pupuk kompos kotoran kambing 150 g/polybag untuk menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullah, A dan Soedarmanto. (1982). *Budidaya Tembakau*. CV Yasaguna : Jakarta.
- Ali, M.K., Alam, M.F., Alam, M.N., Islam, M.S. and Khandaker, S.M.A.T. 2007. Effect of Nitrogen and Potassium Level On Yield and Quality Seed Production of Onion. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12): 1889-1899.
- Alina, S. O., F, Constantinscu, dan C. C. Petruta. 2015. Biodiversity of *Bacillus subtilis* Group and Beneficial Traits of *Bacillus subtilis* Useful In Plant Protection. *Romanian Biotechnological letters*, 20(5) : 10737-10750.
- Arwiyanto, T., R. Asfanudin., A. Wibowo., T. Martoredjo, dan G. Dalmadiyo. 2007. Penggunaan *Bacillus* Isolat Lokal untuk Menekan Penyakit Lincat Tembakau Temanggung. *Berkala Penelitian Hayati*, 13 : 79-84.
- Arwiyanto, T. 2014. *Ralstonia solanacearum: Biologi, Penyakit yang Ditimbulkan, dan Pengelolaannya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Broadbent, P., K.F. Baker, N. Franks, and J. Holland. 1977. Effect of *Bacillus* spp. On Increased Growth of Seedling in Steamed and in Nontreated Soil. *Phytopathology*, 67 :1027-1034.
- Bustaman H. 2006. Seleksi Mikroba Rizobakteri Antagonis terhadap Bakteri *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Bakteri Pada Tanaman Jahe Di Lahan Tertindas. Tidak diterbitkan. *Skripsi*. Bengkulu (ID): Universitas Bengkulu.
- CIBA-GEIGY. 1997. *Field Trial Manual Basle*. Switzerland.
- Daulay, D. M., M. A. Syib'li., dan L. Q. Aini. 2015. Potensi Bakteri Bermanfaat dari Lumpur Lapindo Sidoarjo untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Lunak *Erwinia* sp. pada Umbi Kentang. *Jurnal HPT*, 3(2) : 108-116.
- Hartana I. 1987. *Penyakit-penyakit Utama pada Tanaman Tembakau di Jawa Timur dan Usaha Pengendaliannya*. Kongres Nasional IX PFI : Surabaya.
- Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. *Oseana*, 25(1): 31-41.
- Jatnika W., A. L. Abadi, dan L. Q. Aini. 2013. Pengaruh Aplikasi *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Terhadap Perkembangan Penyakit Bulai yang disebabkan oleh Jamur Patogen *Peronosclerospora maydis* Pada Tanaman Jagung. *HPT*, 1(4): 19-29.

- Javandira, C., L. Q. Aini, dan A. L. Abadi. 2013. Pengendalian Penyakit Busuk Lunak Umbi Kentang (*Erwinia Carotovora*) dengan Memanfaatkan Agens Hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal HPT*, 1(1) : 90-97.
- Kania, S. R, dan M. D. Maghfoer. 2018. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Waktu Aplikasi PGPR Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *jurnal Produksi Tanaman*, 6(3): 407-414.
- Linawati. 2011. Pemberian Pupuk Kandang Kambing Padat dan Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau. *Skripsi*. Samarinda : Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Jurusan Manajemen Pertanian Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Masnilah, R., A. L. Abadi., T. H. Astono, dan L. Q. Aini. 2013. Karakterisasi Bakteri Penyebab Penyakit Hawar Daun Edamame Di Jember. *Ilmiah Pertanian*, 1(1) : 10-14.
- Masnilah, R., P. A. Mihardja, dan T. Arwiyanto. 2007. Pengendalian Hayati Bakteri Busuk Batang Berlubang, *Erwinia carotovora* pada Tembakau dengan *Bacillus* spp. *Jurnal Mapeta*, 9 (3): 154-165.
- Murbandono, L. 2007. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Murdiyati, A. S. 2010. Analisis Serapan Hara pada Tanaman Tembakau Burley. *Buletin Tanaman Tembakau*, 2(1): 1-8.
- Murtadho, D. A., L. Setyobudi, dan N. Aini. 2014. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Pada Ketinggian 800 Meter Diatas Permukaan Laut. *Buana Sains*, 16(2): 143-150.
- Nurbailis, dan Martinius. 2011. Pemanfaatan Bahan Organik sebagai Pembawa untuk Peningkatan Kepadatan Populasi *Trichoderma viride* Pada Rizosfir Pisang Dan Pengaruhnya Terhadap Penyakit Layu Fusarium. *J. HPT Tropika*, 11(2) : 177-184.
- Nurchayanti, S. D., T. Arwiyanto., D. Indradewa, dan J. Widada. 2013. Isolasi dan Seleksi *Pseudomonad fluorescens* Pada Risosfer Penyambungan Tomat. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1) : 15-18.
- Oktarina, H. 2007. Pengaruh Campuran Kascing dengan Media Semai Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap Penyakit Rebah Semai (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) di Rumah Kaca. *J. Agrista*. 11 (3): 167-173.

- Oktarina, H., T. Chamzurni, dan Afriani. 2012. Uji Waktu Aplikasi Kascing untuk Menekan Intensitas Serangan *Rhizoctonia solani* Kühn Di Pesemaian Tembakau. *Agrista*, 16(2) : 107-113.
- Oktrisna, D., F. Puspita, dan E. Zuhry. 2017. Uji Bakteri *Bacillus* sp. Endofit Diformulasi dengan Beberapa Limbah Terhadap Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jom FAPERTA*, 4(1): 1-12.
- Parnata, A. S. 2010. *Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik*. PT Agromedia Pustaka : Jakarta.
- Prihatiningsih, N., T. Arwiyanto, B. Hadisutrisno, dan J. Widada. 2015. Mekanisme Antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Kentang. *HPT Tropika*, 15(1): 64-71.
- Puspita, F. 2013. Uji Beberapa Konsentrasi *Bacillus* sp. Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Basah Oleh Bakteri *Erwinia caratovora* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. Riau: Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau.
- Puspita, F., S. I. Saputra., dan J. Merini. 2018. Uji Beberapa Konsentrasi Bakteri *Bacillus* sp. Endofit untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *J. Agron. Indonesia*, 46(3): 322-327.
- Putra, A. D., MMB, Damanik, dan H. Hanum. 2015. Aplikasi Pupuk Urea dan Pupuk Kandang Kambing untuk Meningkatkan N-Total Pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala dan Kaitannya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *agroekoteknologi*, 3(1) : 128-135.
- Retnosari, A. A. dan M. Shovitri. 2013. Kemampuan Isolat *Bacillus* sp. dalam Mendegradasi Limbah Tangki Plastik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1): 2337-3520.
- Safitri, M. D., K. Hendarto., K. F. Hidayat, dan Sunyoto. (2017). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). *J. Agrotek*, 5(2): 75-79.
- Sallyta, A. A. M., H. S. Addy, dan P. A. Mihardjo. 2014. Penghambatan *Actinomycetes* Terhadap *Erwinia Carotovora* Subsp. *Carotovora* Secara In Vitro. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(4) : 70-72.
- Satapute, P. P., H. S. Olekar., A. A. Shetti., A. G. Kulkarni., G. B. Hiremath., B.I. Patagundi., C. T. Shivsharan, and B. B. Kaliwal. 2012. Isolation and Characterization of Nitrogen Fixing *Bacillus subtilis* Strain AS-4 from Agricultural Soil. *Recent Scientific Research*, 3(9) : 762-765.



- Semangun H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Setyari, A. R., L. Q. Aini, dan A. L. Abadi. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *HPT*, 1(2): 80-87.
- Sinaga, M.S. 2003. *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Suhara, C, dan T. Yulianti. 2009. Ketahanan Aksesori Plasma Nutfah Tembakau Cerutu terhadap Penyakit Lanan dan Busuk Batang Berlubang. *Buletin Tanaman Tembakau*, 1(1) : 17-27.
- Sulistiyoningtyas, M. E., M. Roviq, dan T. Wardiyati. 2017. Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Pada Pertumbuhan Bud Chip Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Produksi Tanaman*, 5(3): 396 – 403.
- Suriani dan A. Muis. 2016. Prospek *Bacillus subtilis* sebagai Agen Pengendali Hayati Patogen Tular Tanah pada Tanaman Jagung. *Litbang Pertanian*, 35(1) : 37-45.
- Sutedjo, M. M. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Suwarto., Y. Octavianty, dan S. Hermawati. 2014. *Top 15 Tanaman Perkebunan*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Tinendung, R., F. Puspita, S. Yoseva. 2014. Uji Formulasi *Bacillus* sp. Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *JOM Faperta*, 1(2): 1-15.
- Trivana, L. dan A. Y. Pradhana. 2017. Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec. *JSV*, 35(1): 136-144.
- Wartono., Giyanto., dan H. M. Kikin. 2014. Efektifitas Formulasi *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 34(1).



Wiroatmojo, J. dan M. Najib. 1995. Pengaruh Dosis Nitrogen dan Kalium terhadap Produksi dan Mutu Tembakau Temanggung pada Tumpang Sisip Kubis-Tembakau di Pujon Malang. *Agronomi*, 23(2): 17-25.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Masa Inkubasi

Perlakuan	Masa Inkubasi (HSI)
Kontrol	4
<i>Bacillus sp.</i>	6
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	5
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	7
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	7
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	11

Lampiran 2. Data Populasi *Bacillus sp.*

Pupuk Kompos Kotoran Kambing	Populasi Bakteri (cfu/ml)		
	0 HSI	14 HSI	28 HSI
Pupuk kompos kotoran kambing 50 g/polybag	$8 \times 10^9$	$9,7 \times 10^9$	$1,22 \times 10^{10}$
Pupuk kompos kotoran kambing 100 g/polybag	$9,8 \times 10^9$	$1,12 \times 10^{10}$	$1,3 \times 10^{10}$
Pupuk kompos kotoran Kambing 150 g/polybag	$1,15 \times 10^9$	$1,27 \times 10^{10}$	$1,5 \times 10^{10}$

Lampiran 3. Data Tinggi Tanaman

Tinggi Tanaman Minggu Ke-6

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Kontrol	20,00	18,00	25,00	18,00	81,00	20,25
<i>Bacillus sp.</i>	24,00	15,00	22,00	23,00	84,00	21,00
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	20,00	23,00	22,00	30,00	95,00	23,75
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	20,00	20,00	27,00	23,00	90,00	22,50
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	23,00	22,00	21,00	21,00	87,00	21,75
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	20,00	26,00	23,00	30,00	99,00	24,75
Jumlah	127,00	124,00	140,00	145,00	536,00	134,00
Rata-rata	21,17	20,67	23,33	24,17	89,33	22,33

## ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	5	57,33	11,47	41,18	2,77	4,25	**
Error (Galat)	18	5,01	0,28				
<b>TOTAL</b>	23	287,33					
CV=	2,36						

## UJI DMRT

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak P
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	24,75	<b>a</b>			
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	23,75	<b>b</b>	0,64	2,97	2
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	22,50	<b>c</b>	0,67	3,12	3
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	21,75	<b>d</b>	0,69	3,21	4
<i>Bacillus sp.</i>	21,00	<b>e</b>	0,70	3,27	5
Kontrol	20,25	<b>f</b>	0,72	3,32	6

Perlakuan	Rata-Rata	24,75	23,75	22,50	21,75	21,00	20,25	Notasi
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	24,75	0,00						<b>a</b>
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	23,75	1,00	0,00					<b>b</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	22,50	2,25	1,25	0,00				<b>c</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	21,75	3,00	2,00	0,75	0,00			<b>d</b>
<i>Bacillus sp.</i>	21,00	3,75	2,75	1,50	0,75	0,00		<b>e</b>
Kontrol	20,25	4,50	3,50	2,25	1,50	0,75	0,00	<b>f</b>
		0,72	0,70	69,00	0,67	0,64		

## Lampiran 4. Data Jumlah Daun

## Jumlah daun Minggu Ke-6

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Kontrol	7,00	8,00	9,00	8,00	32,00	8,00
<i>Bacillus sp.</i>	9,00	10,00	8,00	11,00	38,00	9,50
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	8,00	10,00	9,00	13,00	40,00	10,00
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	10,00	9,00	9,00	9,00	37,00	9,25
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	9,00	10,00	10,00	12,00	41,00	10,25
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	8,00	10,00	9,00	11,00	38,00	9,50
Jumlah	51,00	57,00	54,00	64,00	226,00	56,50
Rata-rata	8,50	9,50	9,00	10,67	37,67	9,42

## ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	5	12,33	2,47	12,49	2,77	4,25	**
Error (Galat)	18	3,55	0,20				
<b>TOTAL</b>	23	43,83					
CV=	4,72						

## UJI DMRT

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak P
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	10,25	<b>a</b>			
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	10,00	<b>ab</b>	0,54	2,97	2
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	9,50	<b>bc</b>	0,57	3,12	3
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	9,50	<b>bcd</b>	0,58	3,21	4
<i>Bacillus sp.</i>	9,25	<b>cd</b>	0,59	3,27	5
Kontrol	8,00	<b>e</b>	0,60	3,32	6

Perlakuan	Rata-Rata	10,25	10,00	9,50	9,50	9,25	8,00	Notasi
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	10,25	0,00						<b>a</b>
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	10,00	0,25	0,00					<b>ab</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	9,50	0,75	0,50	0,00				<b>bc</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	9,50	0,75	0,50	0,00	0,00			<b>bcd</b>
<i>Bacillus sp.</i>	9,25	1,00	0,75	0,25	0,25	0,00		<b>cd</b>
Kontrol	8,00	2,25	2,00	1,50	1,50	1,25	0,00	<b>e</b>
		0,60	0,59	0,58	0,57	0,54		

### Lampiran 5. Data Insidensi Penyakit

#### Insidensi Penyakit Minggu Ke-6

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Kontrol	75,00	50,00	100,00	100,00	325,00	81,25
<i>Bacillus sp.</i>	50,00	75,00	75,00	50,00	250,00	62,50
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	75,00	50,00	100,00	50,00	275,00	68,75
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	25,00	75,00	75,00	25,00	200,00	50,00
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	100,00	25,00	75,00	25,00	225,00	56,25
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	25,00	50,00	25,00	25,00	125,00	31,25
Jumlah	350,00	325,00	450,00	275,00	1400,00	350,00
Rata-rata	58,33	54,17	75,00	45,83	233,33	58,33



## ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	5	5833,33	1166,67	7170,73	2,77	4,25	**
Error (Galat)	18	2,93	0,16				
<b>TOTAL</b>	23	17083,33					
CV=	0,69						

## UJI DMRT

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak P
Kontrol	81,25	<b>a</b>			
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	68,75	<b>b</b>	0,49	2,97	2
<i>Bacillus sp.</i>	62,50	<b>c</b>	0,51	3,12	3
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	56,25	<b>d</b>	0,53	3,21	4
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	50,00	<b>e</b>	0,53	3,27	5
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	31,25	<b>f</b>	0,55	3,32	6

Perlakuan	Rata-Rata	81,25	68,75	62,50	56,25	50,00	31,25	Notasi
Kontrol	81,25	0,00						<b>a</b>
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	68,75	12,50	0,00					<b>b</b>
<i>Bacillus sp.</i>	62,50	18,75	6,25	0,00				<b>c</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	56,25	31,25	12,50	6,25	0,00			<b>d</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	50,00	31,25	18,75	12,50	6,25	0,00		<b>e</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	31,25	50,00	37,50	31,25	25,00	18,75	0,00	<b>f</b>
		0,55	0,53	0,53	0,51	0,49		

## Lampiran 6. Data Keparahan Penyakit

## Keparahan Penyakit Minggu Ke-6

Perlakuan	IP%				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Kontrol	50,00	62,50	87,50	93,75	293,75	73,44
<i>Bacillus sp.</i>	37,50	75,00	56,25	25,00	193,75	48,44
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	75,00	31,25	87,50	18,75	212,50	53,13
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	18,75	62,50	75,00	12,50	168,75	42,19
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	75,00	25,00	37,50	37,50	175,00	43,75
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	12,50	18,75	12,50	37,50	81,25	20,31
Jumlah	268,75	275,00	356,25	225,00	1125,00	281,25
Rata-rata	44,79	45,83	59,38	37,50	187,50	46,88

## ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	5	5937,50	1187,50	7591,12	2,77	4,25	**
Error (Galat)	18	2,82	0,16				
<b>TOTAL</b>	23	16718,75					
CV=	0,84						

## UJI DMRT

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak P
Kontrol	73,44	<b>a</b>			
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	53,13	<b>b</b>	0,48	2,97	2
<i>Bacillus sp.</i>	48,44	<b>c</b>	0,50	3,12	3
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	43,75	<b>d</b>	0,52	3,21	4
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	42,19	<b>e</b>	0,53	3,27	5
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	20,31	<b>f</b>	0,54	3,32	6

Perlakuan	Rata-Rata	73,44	53,13	48,44	43,75	42,19	20.31	Notasi
Kontrol	73,44	0,00						<b>a</b>
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	53,13	20,31	0,00					<b>b</b>
<i>Bacillus sp</i>	48,44	25,00	4,69	0,00				<b>c</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	43,75	29,69	9,38	4,69	0,00			<b>d</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	42,19	31,25	10,94	6,25	1,56	0,00		<b>e</b>
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	20,31	53,13	32,82	28,13	23,44	21,88	0,00	<b>f</b>
		0,51	0,51	0,50	0,48	0,46		

### Lampiran 7. Data Laju Infeksi

#### Laju Infeksi

Perlakuan	Keparahan						total	rata-rata
	0	1	2	3	4	5		
Kontrol	0,04	0,07	0,11	0,16	0,42	0,84	1,64	0,273
<i>Bacillus sp.</i>	0,02	0,14	0,11	0,31	0,25	0,17	1	0,167
Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100 g/polybag	0,04	0,06	0,05	0,20	0,18	0,28	0,81	0,135
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 50g/polybag	0	0,14	0,26	0,47	0,07	0,07	1,01	0,168
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 100g/polybag	0,04	0,03	0,19	0,10	0,11	0,28	0,75	0,125
<i>Bacillus sp.</i> + Pupuk Kompos Kotoran Kambing 150g/polybag	0	0,03	0,09	0,02	0,03	0,14	0,31	0,052

**Lampiran 8. Deskripsi Tembakau H382**

Asal varietas	: Kultur jaringan, Litbang Pertanian
Habitus	: Silindris
Tinggi tanaman	: ±120 cm
Diameter batang tengah	: 2,5-3,3 cm
Panjang ruas	: 5,5 cm
Warna daun	: Hijau
Bentuk daun	: Oval
Urat daun	: Halus
Ukuran daun	: Besar
Permukaan	: Rata
Phylotaxi	: 3/8, puter kekiri
Jumlah daun	: 28 lembar
Ruas batang	: Jarang
Kenampakan daun	: Daun lemas
Panjang	: 45,68 cm
Lebar	: 29,9 cm
Karangan bunga	: Majemuk
Bentuk bunga	: Terompet
Warna bunga saat terbuka	: Merah jambu
Bentuk buah	: Oval
Mulai berbunga	: 56-63 HST
Jumlah tangkai daun	: 6-8 tangkai
Umur panen	: 80-90 HST
Cara Panen	: Bertahap
Bentuk produksi	: Bentuk setengah jadi
Pengusul	: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tembakau PTPN X Jember



DOKUMENTASI



Gambar 1. Uji Gram



Gambar 2. Uji Patogenesitas



Gambar 3. Sterilisasi Tanah



Gambar 4. Perhitungan Populasi *Bacillus* sp.



Gambar 5. Persiapan Bibit

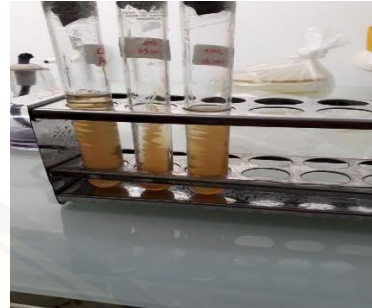


Gambar 6. Persiapan Media Tanam





Gambar 7. Hasil Penanaman



Gambar 8. Pembuatan Suspensi Bakteri



Gambar 9. Inokulasi Bakteri



Gambar 10. Tanaman Tembakau Di Rumah Kasa



Gambar 11. Pengamatan