



PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU BAKTERI (*Ralstonia solanacearum*) PADA TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN *Bacillus* sp. DENGAN PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

SKRIPSI

Oleh

Nur Fitri Robbianti

NIM. 141510501159

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU BAKTERI (*Ralstonia solanacearum*) PADA TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN *Bacillus* sp. DENGAN PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

Nur Fitri Robbianti

NIM. 141510501159

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orangtua saya, bapak dan ibu tercinta;
2. Nenek dan kakak saya tersayang;
3. Guru dan dosen saya yang telah banyak membimbing;
4. Almamater tercinta Fakultas pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.”

(Confusius)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah Maha mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui”

(QS. Al-Baqarah: 216)

“Sesungguhnya keadaan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya: "Jadilah!" maka terjadilah ia”

(QS. Yasin: 82)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

"Terkadang, kesulitan harus kamu rasakan terlebih dulu sebelum kebahagiaan yang sempurna datang kepadamu."

(Raden Ajeng Kartini)

“If you can't fly, then run. If you can't run, then walk. If you can't walk, then crawl. But whatever you do, you have to keep moving forward.”

(Martin Luther King Jr.)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Fitri Robbianti

NIM : 141510501159

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengendalian Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Tomat Menggunakan *Bacillus* sp. Dengan Penambahan Bahan Organik.”** Adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi di sebuah sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta 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 sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Januari 2019

Yang menyatakan,

Nur Fitri Robbianti

NIM. 141510501159

SKRIPSI

**Pengendalian Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada
Tanaman Tomat Menggunakan *Bacillus* sp. Dengan Penambahan
Bahan Organik**

Oleh :

Nur Fitri Robbianti

141510501159

Pembimbing :

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengendalian Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Tomat Menggunakan *Bacillus* sp. Dengan Penambahan Bahan Organik.**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 24 Januari 2019

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi

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

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Abdul Majid, M. P
NIP. 196709061992031004

Drs. Yagus Wijavanto, M.A, Ph.D
NIP. 196606141992011001

**Mengesahkan,
Dekan,**

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

RINGKASAN

Pengendalian Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Tomat Menggunakan *Bacillus* sp. dengan Penambahan Bahan Organik.; Nur Fitri Robbianti; 141510501159; 2019; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Tanaman tomat (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst) merupakan tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tomat memiliki kandungan nilai gizi yang kompleks yaitu kalori, protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin B, vitamin C, kalsium, fosfor, besi, dan air. Budidaya tanaman tomat di Indonesia tidak terlepas dari berbagai macam permasalahan dari awal masa penanaman hingga akhir menjelang masa panen. Salah satu penyakit penting tanaman tomat yaitu penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Bacillus sp. diketahui memiliki potensi sebagai agensia hayati yang berperan antagonis terhadap patogen penyebab penyakit. Bakteri *Bacillus* sp. merupakan organisme yang tergolong ke dalam kelompok bakteri saprofit, sehingga bahan organik dimanfaatkan untuk mendapatkan makanan. Kandungan bahan organik di Kabupaten Jember yaitu 1,1%, karena tanah di kawasan ini didominasi oleh tanah Inceptisol yang memiliki kandungan bahan organik tergolong rendah. Oleh karena itu, penambahan bahan organik dilakukan untuk mendukung pertumbuhan bakteri antagonis *Bacillus* sp.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Bacillus* sp. dalam menghambat *R. solanacearum* secara *in vitro*, mengetahui pertumbuhan *Bacillus* sp. pada bahan organik media tanam, mengetahui pengaruh pemberian *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik terhadap perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman tomat, dan mengetahui pengaruh aplikasi *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas pertanian Universitas Jember, dan *Green house* Fakultas Pertanian, Universitas

Jember. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), faktor yang diuji yaitu 5 taraf perlakuan yaitu kontrol (tanpa *Bacillus* sp. dan bahan organik), *Bacillus* sp., *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos kambing, *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos sapi, dan *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos cacing, dimana perlakuan tersebut diuji 5 kali ulangan dengan 5 tanaman serta uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Variabel yang diamati meliputi masa inkubasi, insidensi penyakit, keparahan penyakit, laju infeksi, panjang nekrosis, tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah cabang, bobot per buah, dan biomassa tanaman tomat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Bacillus* sp. mampu menghambat *Ralstonia solanacearum* secara *in vitro*. Penggunaan *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos kotoran sapi menunjukkan hasil terbaik dalam mengendalikan penyakit layu bakteri dengan masa inkubasi 36 hsi, insidensi penyakit sebesar 36%, keparahan penyakit sebesar 16%, laju infeksi sebesar 0,045 unit/hari, dan panjang nekrosis sebesar 5,08 cm.

SUMMARY

The Control of Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*) on Tomato Plant by Using *Bacillus* sp. with the Addition of Organic Material.; Nur Fitri Robbianti; 141510501159; 2019; Agrotechnology Study Program; Faculty of Agriculture, University of Jember.

Tomato plants (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst) are horticultural plants that are widely cultivated in Indonesia. Tomatoes have complex nutritional consist of calories, protein, fat, carbohydrate, vitamin A, vitamin B, vitamin C, calcium, phosphorus, ferrum, and water. Tomato cultivation in Indonesia is inseparable from various problems from the beginning of the planting period to the end of the harvesting period. One of the important diseases of tomato plant is bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*.

Bacillus sp. is known to have the potential as a biological agent in which it plays as an antagonistic role in pathogens that causes disease. *Bacillus* sp. is an organism belonging to the group of saprophytic bacteria, so that organic material is used to obtain food. The content of organic matter in Jember 1.1%, because the land in this region is dominated by the Inceptisol soil organic matter is low. Therefore, the addition of organic material to support the growth of antagonistic *Bacillus* sp.

This research was intended to determine the ability of *Bacillus* sp. in inhibiting *R. solanacearum* *in vitro*, knowing the growth of *Bacillus* sp. in organic material of planting medium, knowing the effect of giving *Bacillus* sp. by adding organic material to the development of bacterial wilt on tomato plant, and knowing the effect of the application of *Bacillus* sp. with the addition of organic material to increase the growth of tomato plant.

The research was carried out at the Laboratory of Plant Diseases, Faculty of Agriculture, University of Jember, and Green house Kebonsari Indah Residence DD 01, Jember. This research was conducted by using Rancangan Acak Lengkap (RAL), the factors tested were 5 levels of treatment namely control (without *Bacillus* sp. and organic matter), *Bacillus* sp., *Bacillus* sp. with the

addition of goat compost, *Bacillus* sp. with the addition of cow compost, and *Bacillus* sp. by adding vermicompost, in which the treatments were tested by 5 replications with 5 plants and Duncan Multiple Range Test (DMRT). The variables observed were incubation period, incidence of disease, severity of disease, rate of infection, length of necrosis, plant height, stem diameter, and number of branches, weight per fruit, and biomass of tomato plants.

The result showed that the use of *Bacillus* sp. was able to inhibit *Ralstonia solanacearum* in vitro. The use of *Bacillus* sp. with the addition of cow compost showed the best results in suppressing bacterial wilt disease progression with an incubation period of 36 hsi, 36% of disease incidence, 16% of disease severity, infection rate of 0.045 units / day, and necrosis length of 5.08 cm.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu disampaikan terima kasih 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 Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
4. Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti S.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) untuk waktu, arahan, bimbingan, motivasi, dan kesabaran selama penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Abdul Majid, MP., selaku Dosen Penguji I dan Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D., selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan kritik, dan saran untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini.
6. Orang tua tercinta Ibunda Binti Nguyasaroh dan Ayahanda Asmiadi, yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, doa, dan setia menemani selama perjalanan hidup hingga menuju sarjana ini.
7. Nenek tercinta Badriya, yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dan doa pada penulis.
8. Kakakku Irfan Anshari Rahman, Kakak Ipar Olga Aprilia Affandi, serta Keponakan tercinta Zafran Rafif Ibrahim, terima kasih karena sudah memberikan dukungan, dan doa pada penulis.
9. Sahabat yang memberikan semangat dalam mengerjakan tugas ini, Rini Agustina, Dini Atika Noviana, Siti Nurrosyadah, Elvin Noer Laily, Rizkiya, Erina Freshtyana, Halimatus Syadiah, yang selalu memberi kasih sayang, doa, dukungan, dan semangat.

10. Sahabat seperjuangan Yuni, Faiza, Citra, Levi, Feli, dan Feby, Mbak Tesha, Mbak Dilla, Anis, Putri Darely, Ita, Suci Putri, terima kasih atas segala bantuan, doa, semangat, dan dukungan selama ini.
11. Keluarga KKN UMD 08 dan Magang Tarutama Nusantara yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan.
12. Keluarga besar Agroteknologi angkatan 2014 atas kenangan, kebersamaan, suka duka selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, dukungan, dan bantuan.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis juga menyadari bahwa karya ilmiah tertulis ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya.

Jember, 09 Januari 2019

Penulis

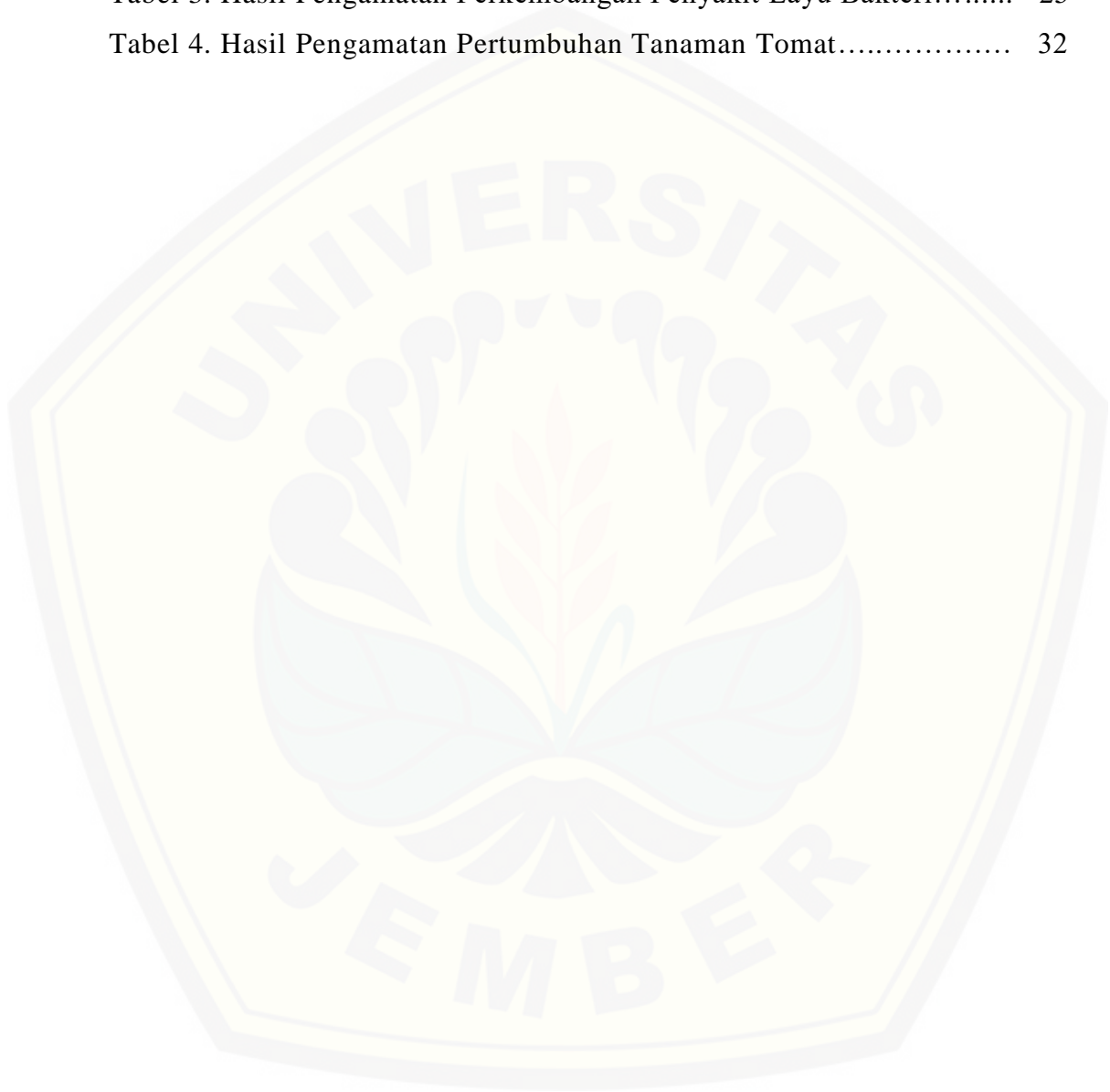
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY.....	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Tomat.....	4
2.2 Penyakit Layu Bakteri.....	4
2.3 <i>Bacillus</i> sp. Sebagai Agen Hayati Terhadap Penyakit Layu Bakteri.....	6
2.4 Bahan organik Sebagai Bahan Pendukung Pertumbuhan Tanaman dan Perkembangan <i>Bacillus</i> sp.....	7
2.5 Hipotesis	10

BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Rancangan Percobaan.....	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	12
3.5 Parameter Pengamatan	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil.....	20
4.2 Pembahasan	33
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengujian <i>Ralstonia solanacearum</i>	20
Tabel 2. Hasil Perhitungan Populasi <i>Bacillus</i> sp.....	23
Tabel 3. Hasil Pengamatan Perkembangan Penyakit Layu Bakteri.....	25
Tabel 4. Hasil Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Tomat.....	32

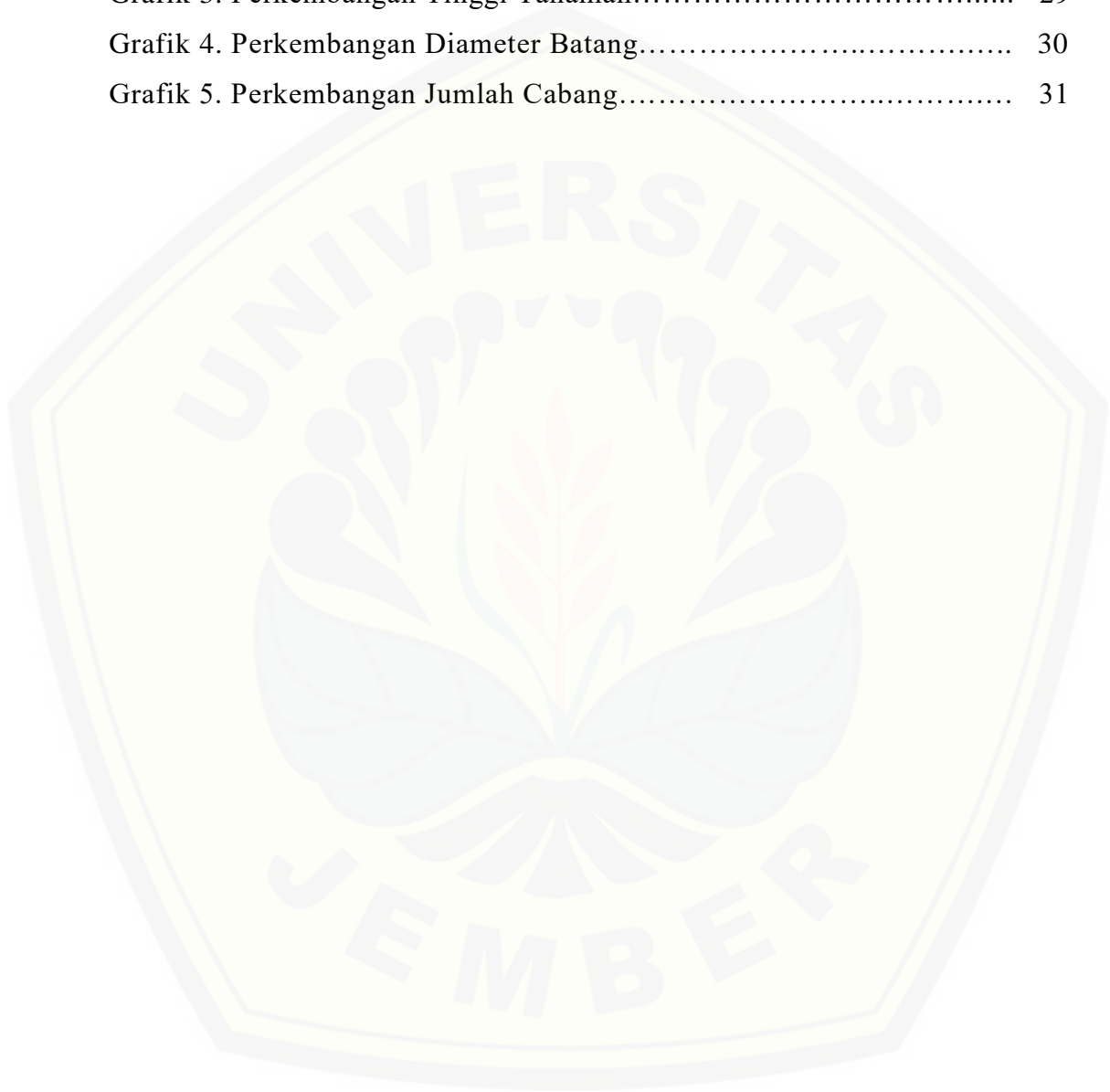


DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Bakteri <i>Ralstonia solanacearum</i>	20
Gambar 4.2	Pengujian HR dan Patogenesis Terhadap Bakteri <i>Ralstonia solanacearum</i>	21
Gambar 4.3	Penghambatan <i>Bacillus</i> sp. Terhadap Bakteri Patogen <i>Ralstonia solanacearum</i>	21
Gambar 4.4	Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	22
Gambar 4.5	Pertumbuhan <i>Bacillus</i> sp. Pada Bahan Organik Hari Ke-35.....	23
Gambar 4.6	Gejala Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman.....	24
Gambar 4.7	Gejala Penyakit Layu Bakteri Pada Penampang Melintang Pada Batang.....	24
Gambar 4.8	Keparahan Penyakit Pada Pengamatan Hari Ke- 35.....	27
Gambar 4.9	Gejala Penyakit Layu Bakteri Pada Penampang Membujur Batang Tanaman Tomat.....	28
Gambar 4.10	Akar Tanaman Tomat.....	30

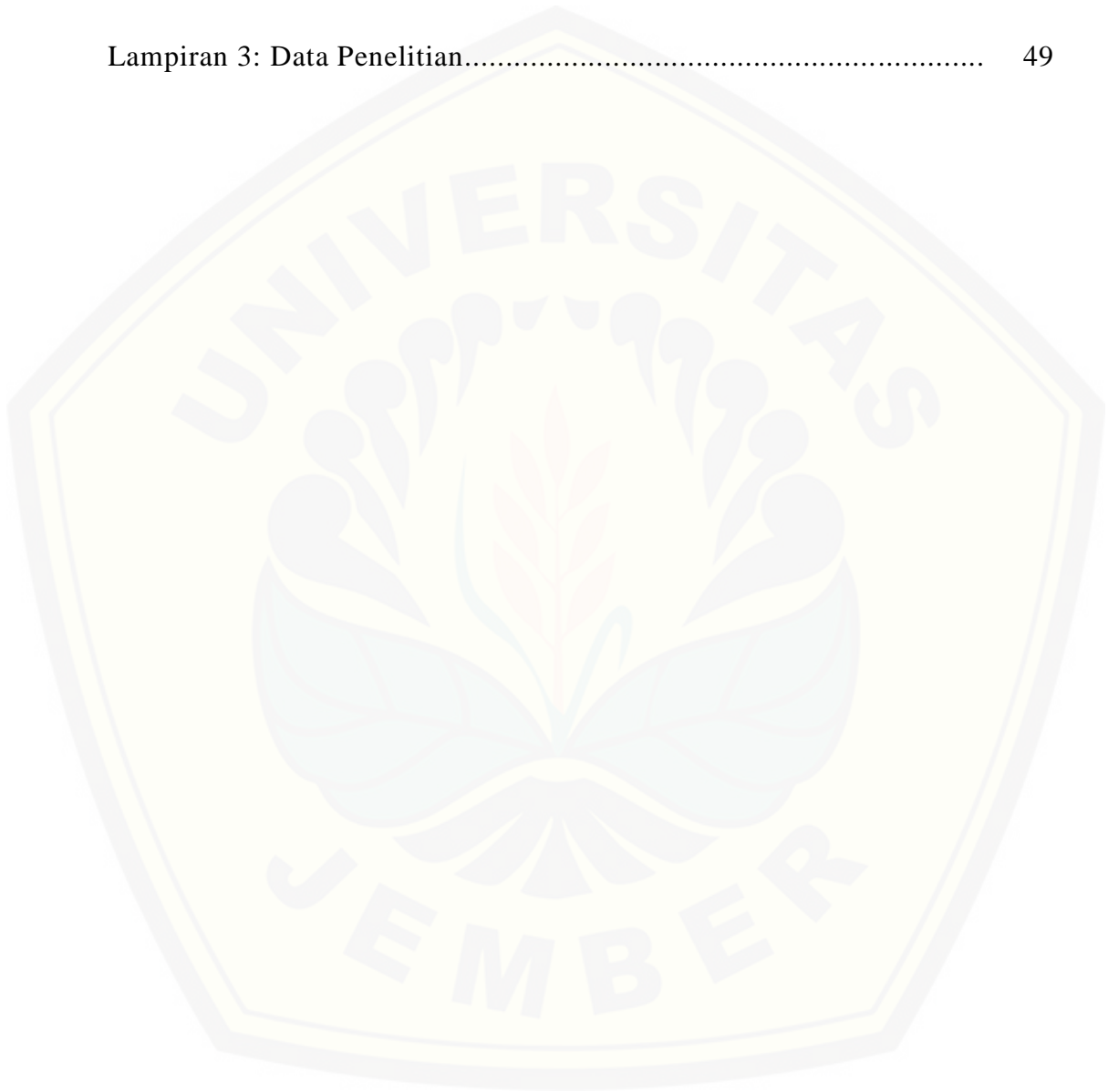
DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Perkembangan Insidensi Penyakit.....	25
Grafik 2. Perkembangan Keparahan Penyakit.....	26
Grafik 3. Perkembangan Tinggi Tanaman.....	29
Grafik 4. Perkembangan Diameter Batang.....	30
Grafik 5. Perkembangan Jumlah Cabang.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Deskripsi Tomat Varietas Betavila F1.....	45
Lampiran 2: Dokumentasi.....	47
Lampiran 3: Data Penelitian.....	49



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tomat (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst) merupakan tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tomat cukup dikenal di Indonesia karena merupakan bahan baku dalam pembuatan makanan, minuman, hingga produk kecantikan. Permintaan tomat akan terus meningkat seiring dengan daya beli masyarakat yang tinggi, sehingga tomat memiliki peluang usaha yang terbuka luas. Tomat memiliki kandungan nilai gizi yang kompleks yaitu kalori, protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin B, vitamin C, kalsium, fosfor, besi, dan air (Cahyono, 2005).

Budidaya tanaman tomat di Indonesia tidak terlepas dari berbagai macam permasalahan dari awal masa penanaman hingga akhir menjelang masa panen. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh petani yaitu serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Serangan baik oleh hama maupun penyakit dapat menyebabkan kerusakan yang mampu menurunkan hasil produksi tanaman budidaya. Salah satu penyakit penting tanaman tomat yaitu penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*. Gejala yang disebabkan oleh *R. solanacearum* yakni layunya daun muda atau daun tua menguning, sedangkan gejala yang tampak pada batang yaitu adanya berkas pembuluh berwarna coklat. Serangan dari penyakit ini pada tanaman tomat, dapat menghilangkan hasil panen antara 10%-42%, bahkan mampu mencapai hingga 93,1% (Rukmana dan Uu, 1997).

Penyakit pada tanaman menjadi salah satu permasalahan penting yang harus dilakukan upaya pengendalian. Pengendalian penyakit merupakan upaya perlindungan tanaman guna mencegah persebaran patogen penyebab penyakit. Upaya pengendalian yang dapat dilakukan misalnya menggunakan bibit unggul, pergiliran tanaman, pemberian pestisida, pemupukan, dan pengendalian hayati. Pengendalian dengan menggunakan agen hayati saat ini sedang dikembangkan, karena ramah lingkungan yang sesuai dengan prinsip pertanian berkelanjutan

(Semangun, 1996). Pengendalian hayati yang dilakukan salah satunya dengan menggunakan bakteri antagonis.

Bacillus sp. diketahui memiliki potensi sebagai agensia hayati yang berperan antagonis terhadap patogen penyebab penyakit. Menurut Hanudin dkk. (2012), perlakuan *B. subtilis* secara tunggal efektif mengendalikan penyakit *R. solanacearum*. Hal tersebut ditunjukkan dari persentase jumlah tanaman layu dan daya hambat bakteri yaitu masing-masing 2,68% dan 35,27%. *Bacillus* spp. Bc 26 yang dikombinasikan dengan *Pseudomonad fluorescen* bersifat antagonis dalam mengendalikan penyakit *R. solanacearum* dengan penekanan perkembangan penyakit dari 63,90% menjadi 8,75% (Chrisnawati dkk., 2009).

Bakteri dalam memperoleh makanannya dibagi dalam 2 subkelompok yaitu, bakteri parasit dan bakteri saprofit. Bakteri parasit merupakan bakteri heterotrof yang sumber makanannya sebagian atau keseluruhan memanfaatkan dari jasad hidup inangnya secara parasit. Bakteri saprofit merupakan bakteri heterotrof yang sumber makanannya berasal dari bahan-bahan yang telah mati atau sisa-sisa jasad hidup (Notowinarso dan Fenny, 2015). Bakteri *Bacillus* sp. merupakan organisme yang tergolong ke dalam kelompok bakteri saprofit, sehingga bahan organik dimanfaatkan untuk mendapatkan makanan.

Kandungan bahan organik di Kabupaten Jember yaitu 1,1%, karena tanah di kawasan ini didominasi oleh tanah Inceptisol yang memiliki kandungan bahan organik tergolong rendah (Widodo dan Zaenal, 2018). Hal tersebut memberikan pengaruh terhadap upaya pengendalian penyakit di lapangan menggunakan *Bacillus* sp., karena kandungan bahan organik yang rendah didalam tanah. Bahan organik yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari sisa-sisa jasad hidup yaitu dari kotoran hewan (kotoran sapi, kotoran kambing, maupun kotoran cacing).

Penggunaan bahan formula padat pupuk kotoran kambing dengan *P. fluorescens* P60 mampu menurunkan keparahan penyakit layu bakteri sebesar 44% (Rahayuniati dkk., 2010). Penggunaan kompos kotoran sapi dengan dosis 25-200 g per tanaman memiliki efek penekanan terhadap penyakit akar gada pada brokoli yaitu sebesar 29,25-45,58% (Saktianti dan Noor (2018), sedangkan semua

tanaman tomat yang diinokulasikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dengan berbagai perlakuan kascing ternyata memperpanjang tanda layu fusarium dengan rata-rata masa inkubasi antara 7-19 hari setelah tanam (Susanna dkk., 2010).

Bahan organik juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman, dikarenakan tanah yang mengandung bahan organik tinggi akan menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Pupuk kandang juga dapat meningkatkan kandungan Nitrogen (N) total sebesar 36%, kapasitas tukar kation (KTK) 24,36 me%, C-organik 2,45%, dan bahan organik 4,25% pada daerah rizosfer pada pertanaman cabai (Mujiyati dan Supriyadi, 2009). Penggunaan beberapa bahan organik dalam penelitian ini diharapkan mampu mendukung pertumbuhan *Bacillus* sp., sehingga lebih potensial dalam menekan perkembangan bakteri patogen *R. solanacearum* yang menyebabkan penyakit layu bakteri pada tanaman tomat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan *Bacillus* sp. dalam menghambat *R. solanacearum* secara *in vitro*?
2. Bagaimanakah pertumbuhan *Bacillus* sp. pada bahan organik?
3. Bagaimana pengaruh pemberian *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik terhadap perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman tomat?
4. Bagaimana pengaruh pemberian *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat?

1.3 Tujuan

Sesuai dengan permasalahan diatas, penelitian bertujuan untuk:

1. Mengetahui kemampuan *Bacillus* sp. dalam menghambat *R. solanacearum* secara *in vitro*.
2. Mengetahui pertumbuhan *Bacillus* sp. pada bahan organik.
3. Mengetahui pengaruh pemberian *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik terhadap perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman tomat.
4. Mengetahui pengaruh aplikasi *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan informasi alternatif pengendalian penyakit layu bakteri pada tanaman tomat menggunakan *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik yang ramah lingkungan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik tanaman tomat

Tanaman tomat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai jenis makanan dan minuman. Tomat juga dimanfaatkan dalam dunia kecantikan sebagai masker untuk perawatan kulit wajah. Klasifikasi tanaman tomat yaitu Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Ordo: Tubiflorae, Famili: Solanaceae, Genus: *Lycopersicon*, Spesies: *Lycopersicon lycopersicum* (L) Karst atau *Lycopersicum esculentum* Mill. Tanaman tomat merupakan tanaman semusim berumur pendek yang memiliki akar tunggang dan akar serabut. Batang tanaman tomat memiliki bentuk persegi empat hingga bulat, lunak tetapi cukup kuat, memiliki bulu atau rambut halus, dan berwarna hijau (Cahyono, 2005).

Tanaman tomat memiliki daun berbentuk oval dengan tepi bergerigi, membentuk celah-celah menyirip, melengkung ke dalam, panjang tangkai sekitar 3-6 cm, tumbuh berselang-seling atau tersusun spiral mengelilingi batang tanaman. Bunga tomat berwarna kuning cerah dengan diameter 2 cm yang terdiri dari kelopak, mahkota, benang sari, dan putik. Kelopak berjumlah 5 buah terdapat pada bagian pangkal bunga. Mahkota berjumlah 6 buah dengan ukuran sekitar 1 cm. Benang sari dan putik berada pada satu bunga yang sama, sehingga dikatakan sebagai bunga sempurna (Cahyono, 2005).

2.2 Penyakit layu bakteri pada tanaman tomat

Penyakit layu bakteri pada tanaman tomat disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* yang dulu dikenal sebagai *Pseudomonas solanacearum*. Bakteri berbentuk batang 1,5 x 0,5 μm , tidak berspora, tidak berkapsula, bergerak dengan satu flagel (bulu cambuk) yang terdapat di ujung, bersifat aerob, dan gram negatif. Bakteri dapat berkembang baik pada suhu 30-35°C dan pH 6,7. *R. solanacearum* merupakan jenis spesies yang sangat kompleks, mempunyai banyak strain yang berbeda-beda dalam patogenisitas maupun sifat biokimianya (Semangun, 1996). Tanaman inang dari bakteri *R. solanacearum* meliputi

beberapa macam tanaman seperti tanaman pisang (*Musa paradisiaca*), tanaman terung (*Solanum melongena*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), kentang (*Solanum tuberosum*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*) dan nilam (*Pogostemon cablin*) (Setyari dkk., 2013).

Gejala serangan oleh *R. solanacearum* yaitu tanaman tampak kekurangan air, daun muda pada pucuk tanaman menjadi layu, sedangkan daun tua/daun dibagian bawah menguning. *R. solanacearum* menyerang pembuluh *xylem* pada tanaman tomat, bakteri tersebut masuk dan menginfeksi melalui luka/lubang alami/ serangan nematoda dan organisme lain dibagian perakaran. Bakteri kemudian masuk ke jaringan tanaman bersamaan dengan terangkutnya unsur hara dan air secara difusi. Bakteri menetap di pembuluh *xylem* dalam ruang antar sel dan memperbanyak diri, sehingga merusak sel-sel tanaman yang ditempatinya. Massa bakteri yang semakin banyak pada pembuluh *xylem* mengakibatkan pengangkutan air dan zat-zat makanan terganggu (Setyari dkk., 2013). Gejala layu bakteri pada akar dapat dilihat dengan adanya perubahan pada warna kecoklatan pada berkas pembuluh pengangkutan bila dibelah (Adriani dkk., 2012).

Infeksi patogen yang terjadi yakni bakteri berkolonisasi di permukaan akar, pada bagian korteks terjadi infeksi diikuti dengan penyebaran bakteri dalam pembuluh kayu. Bakteri menyebar secara sistemik pada pembuluh kayu (*xylem*) ke bagian atas pada batang dan daun. Bakteri *R. solanacearum* mengeluarkan beberapa jenis senyawa seperti poligakturonase, endoglukanase, dan senyawa toksin. Kadar senyawa yang berlebihan akan menyumbat aliran air didalam *xylem* dari tanah ke seluruh tanaman, sehingga timbul gejala layu dan kemudian tanaman mati. Faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan *R. solanacearum* yaitu keadaan lingkungan dengan suhu 25°-35°C, sedangkan pada suhu tinggi (41°C) bakteri tidak mampu tumbuh. Bakteri *R. solanacearum* membutuhkan oksigen untuk hidupnya (aerobik) dan sangat sensitif terhadap kondisi kekeringan (Rahayu, 2013).

Pengendalian penyakit yang biasanya dilakukan untuk menekan perkembangan penyakit layu bakteri yakni dengan penanaman bibit sehat, pergiliran tanaman, penggarapan tanah, pemupukan, pengendalian hayati, dan

sterilisasi tanah pembibitan (Semangun, 1996). Hasil penelitian Maharina dkk. (2014), pengendalian hayati menggunakan agens hayati berpotensi menekan persentase tanaman sakit akibat layu bakteri dan perkembangan *R. solanacearum* di dalam tanah dan juga berpotensi meningkatkan produksi buah tomat.

2.3 *Bacillus* sp. sebagai agen hayati terhadap penyakit layu bakteri

Agensia hayati digunakan untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit serta tidak menimbulkan kerusakan dalam jangka waktu panjang. Keuntungan yang didapatkan dari memanfaatkan agensia hayati diantaranya tidak mempunyai bahaya atau efek samping, efisiensi penggunaan yang dapat ditingkatkan sehingga bahaya pencemaran lingkungan dapat dihindari, harganya relatif murah, dan teknologinya yang sederhana. Pemanfaatan agensia hayati telah lebih dahulu diterapkan di negara-negara maju dan beberapa negara berkembang (Hajoeningtjas, 2012).

Bacillus sp. memiliki keberagaman spesies, salah satunya yaitu *Bacillus subtilis*. Bakteri golongan *Bacillus* merupakan salah satu agensia hayati yang berpotensi dalam mengendalikan bakteri patogen. Morfologi bakteri yaitu bersifat gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran $(0,5-2,5) \times (1,2-10) \mu\text{m}$, bersifat aerob. Bakteri antagonis ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yaitu dapat bertahan hidup pada suhu $-5-75^{\circ}\text{C}$, dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8. Pada kondisi yang sesuai dan mendukung, populasinya akan menjadi dua kali lipat dalam kurun waktu tertentu. Waktu yang dibutuhkan bakteri untuk memperbanyak diri sekitar 28,5 menit pada suhu 40°C (Soesanto, 2008).

Bacillus sp. mampu bertahan dan berkembang biak didalam tanah lebih banyak dibandingkan dengan bakteri patogen. Kemampuan bertahan tersebut mampu menekan penyebaran penyakit di dalam tanah (Prihatiningsih dkk., 2015). Tanaman yang diberi bakteri antagonis dapat memberikan sistem pertahanan (bioprotektan), karena kemampuan dari bakteri yang dapat mengeluarkan senyawa antibiosis yang mampu memberikan sinyal terhadap tanaman yang terserang agar melakukan pertahanan diri (Jatnika dkk., 2013).

Kondisi yang tidak mendukung pertumbuhan seperti adanya suhu tinggi, tekanan fisik, serta tekanan kimia, menyebabkan bakteri akan membentuk endospora. Pembentukan endospora terjadi selama lebih kurang 8 jam dan dapat bertahan sampai selama 6 tahun. Keuntungan penggunaan bakteri *Bacillus* mampu membentuk spora yang mudah disimpan dan mempunyai daya hidup lama, dan relatif mudah diinokulasi ke dalam tanah. Bakteri ini digunakan untuk mengendalikan bakteri patogen seperti *Ralstonia solanacearum* (Soesanto, 2008).

Pemanfaatan bakteri antagonis dalam mengendalikan penyakit layu bakteri yang dilakukan dalam penelitian Prihatiningsih dkk. (2015), bahwa aplikasi *B. subtilis* B315 memiliki efektivitas sebesar 64,9% dan dapat menunda masa inkubasi 7 hari. Peningkatan pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi dari aplikasi *B. subtilis* B315 ditandai dengan parameter luas daun tanaman. Hal tersebut dipengaruhi oleh mekanisme penghamabatan bakteri antagonis terhadap bakteri patogen.

Mekanisme antagonis bakteri *Bacillus* sp. yakni antibiosis, kompetisi, dan pemacu pertumbuhan. Mekanisme antibiosis yakni bakteri *Bacillus* sp. menghasilkan streptovidin, basitrasin, surfaktin, fengisin, iturin A, polimiksin, difisidin, subtilin, subtilosin, dan mikobasilin. 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 pemacu pertumbuhan yakni dikenal 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).

2.4 Bahan organik sebagai bahan pendukung pertumbuhan tanaman dan perkembangan *Bacillus* sp.

Bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk mendukung ketersediaan nutrisi tanaman disebut bahan organik. Bahan organik bermanfaat sebagai nutrisi tanaman, dan mengandung sejumlah besar mikroba termasuk

bakteri, cendawan dan kapang. Mikroba memecah residu organik menjadi senyawa yang lebih sederhana selama proses pengomposan. Peningkatan nutrisi akan meningkatkan pula jangkauan dan jumlah mikrob tanah, termasuk yang berpotensi sebagai agensia hayati terhadap patogen tanaman (Kuswinanti dkk., 2014).

Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat membantu perkembangan akar tanaman dan kelancaran pergerakan air di dalam tanah. Pemberian pupuk organik merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah. Bahan organik yang berupa pupuk organik dapat berfungsi meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan air, dan mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman (Zulkarnain dkk., 2013).

Menurut Rahayuniati dkk. (2010), pupuk organik dari kotoran hewan yang diformulasikan bersama dengan *Pseudomonas fluorescens* P60 mampu menurunkan intensitas penyakit layu bakteri pada tanaman tomat sebesar 20-80%. Pupuk kotoran ternak juga mampu meningkatkan populasi bakteri pengikat nitrogen (*Azotobacter* sebesar 29% dan bakteri *Azospirillum* sebesar 68%) di daerah rizosfer pada pertanaman cabai (Mujiyati dan Supriyadi (2009).

Menurut Rahayu dkk. (2014), pemberian pupuk kotoran kambing mampu meningkatkan porositas tanah dikarenakan bentuk pupuk kotoran kambing berupa granul, sehingga volume ruang pori tanah meningkat. Pupuk kotoran kambing memiliki kandungan unsur hara yang cukup lengkap yaitu Nitrogen 1,26%, Fosfor 16,36 mg/kg, Calcium 2,29 mg/L, Magnesium, dan C-organik 4,8%. Perlakuan menggunakan pupuk organik dengan menggunakan kotoran kambing dan POC (pupuk organik cair) memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawi dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan yang efektif yakni pada penggunaan pupuk organik dari bokashi kotoran kambing 15-30 ton/ha, sedangkan POC kotoran kambing 2,5-5cc/liter (Suparhun, 2015).

Menurut Aryani dan Rosmiah (2016), perlakuan pupuk kompos kotoran sapi 7,5 ton/hektar mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tomat ranti sebesar 140,06 g/tanaman. Kandungan unsur hara dalam pupuk kotoran sapi yaitu

unsur hara makro (N, P, K, Ca dan S) dan mikro (Fe, Zn, B, Co dan Mo). Hasil penelitian Chaniago (2017), pemberian dosis pupuk kotoran sapi dan fermentasi urine sapi masing-masing berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi terbaik yakni 3 kg/plot yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, berat buah pertanaman, dan berat produksi per plot. Perlakuan pemberian fermentasi urine sapi juga berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat buah pertanaman, dan berat produksi per plot.

Menurut Simanjuntak (2004), pupuk organik kascing memberikan beberapa manfaat karena didalamnya mengandung unsur hara penting yang diperlukan tanaman. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam pupuk kascing seperti N, P, K, C a, Mg, S, Fe dan unsur lainnya. Pupuk kascing merupakan bahan organik hasil dari kotoran cacing yang bercampur dengan tanah atau bahan organik lainnya. Hasil penelitian Dailami dkk. (2015), juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk kascing ke dalam tanah mampu meningkatkan unsur hara P (phospor) yang terperangkap, sehingga unsur hara P lebih tersedia di dalam tanah. Aplikasi pupuk kascing berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot tanaman per rumpun, dan bobot tanaman per petak percobaan.

Pemanfaatan pupuk organik berkaitan erat dengan peran mikroorganisme didalam tanah. Salah satu aspek yang paling penting yakni keseimbangan hara total (rasio C/N). Rasio C/N pada bahan organik merupakan perbandingan antara jumlah kandungan unsur karbon (C) terhadap jumlah kandungan unsur nitrogen (N) yang ada pada suatu bahan organik. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Jika rasio C/N tinggi, aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang, apabila rasio C/N terlalu rendah maka terjadi kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme sehingga terdenitrifikasi (Purnomo dkk., 2017). Bakteri menggunakan senyawa tersebut sebagai bahan dasar pembentukan sel, pembentukan asam nukleat, sumber energi untuk proses metabolisme, dan lain-lain. Keberadaan bakteri *Bacillus* sp. berkaitan dengan banyaknya jumlah bahan organik yang secara langsung

mempengaruhi jumlah dan aktivitas hidupnya. Hal tersebut sangat menunjang pertumbuhan *Bacillus* sp. yang bersifat aerob (Firdausi dkk., 2016).

Manfaat pemanfaatan pupuk organik juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pupuk organik di dalam tanah memiliki kandungan unsur hara N (Nitrogen), P (fosfor), dan S (sulfur). Ketersediaan unsur hara N, P dan S dapat memacu pertumbuhan tanaman. Unsur hara P bagi tanaman berfungsi sebagai penyusun membran plasma, asam nukleat, fosfolipid, dan monosakarida. Unsur hara S berfungsi sebagai penyusun asam amino (Raksun, 2016). Unsur hara Nitrogen berperan terhadap tinggi tanaman, pembentukan tunas, perkembangan batang dan daun, serta berat segar dan berat kering tanaman (Prasetyo, 2014).

2.5 Hipotesis

1. *Bacillus* sp. mampu menghambat *R. solanacearum* secara *in vitro*.
2. *Bacillus* sp. mampu tumbuh pada bahan organik.
3. *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik mampu menekan perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman tomat.
4. *Bacillus* sp. dengan penambahan bahan organik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember dan *Green House* Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Desember 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam melaksanakan penelitian meliputi cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, tabung erlenmeyer, *laminar air flow* (LAF), autoclave, kertas label, pipet, jarum ose, timbangan analitik, jangka sorong, tusuk gigi, plastik wrap, lampu bunsen, polybag, hand sprayer, penggaris, alat tulis, *tissue*, serta alat lain yang mampu mendukung penelitian ini.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini meliputi isolat bakteri *Bacillus* sp., isolat *Ralstonia solanacearum*, kompos kotoran kambing, kompos kotoran sapi, kompos kotoran cacing, tanah, kompos, dan benih tomat varietas Betavila F1. Bahan-bahan kimia yang digunakan yakni media YPGA (*yeast peptone glucose agar*), media NA (*nutrient agar*), alkohol, aquades, kapas, air pepton, kloroform, dan air steril.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan ini dilaksanakan dengan menggunakan metode RAL (rancangan acak lengkap), dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 25 plot. Setiap plot terdapat 5 bibit tanaman, sehingga terdapat 125 tanaman. Adapun perlakuan yang diteliti ialah sebagai berikut:

1. K = Kontrol (tanpa *Bacillus* sp. dan bahan organik)
2. PB = *Bacillus* sp.
3. PM = *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos kambing.
4. PS = *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos sapi.
5. PC = *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos cacing.

Setelah dilakukan pengacakan maka diperoleh denah percobaan sebagai berikut:

K4	PS5	PB3	PM1	PS1
PS4	PC3	K3	PB5	PM5
PB2	PM3	PS3	K5	PC1
PM4	PB1	PC4	PS2	K2
PC2	K1	PM2	PC5	PB4

3.3.1 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F (ANOVA), sedangkan untuk mengetahui perbedaan di antara perlakuan, maka dilakukan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Selain itu data juga akan di analisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk grafik maupun gambar.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Isolat

Isolat bakteri *Bacillus* sp. merupakan koleksi dari BPTP Tanggul-Jember, sedangkan isolat *Ralstonia solanacearum* merupakan koleksi Saudara Andra Shahab Sukmana. Persiapan isolat dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Isolat kemudian dilakukan beberapa uji yaitu uji gram, uji hipersensitif, dan uji patogenesitas.

3.4.2 Peremajaan *Ralstonia solanacearum* dan *Bacillus* sp.

Peremajaan isolat *Bacillus* sp. ditumbuhkan dan diperbanyak pada media YPGA. Isolat koloni tunggal disuspensikan pada air steril kemudian dilakukan penggoresan pada media dan diinkubasi selama 48 jam. Peremajaan isolat *R.*

solanacearum ditumbuhkan pada media YPGA dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang (Winarni dan Elizabeth., 2007).

3.4.3 Uji Gram

Pengujian gram dilakukan dengan cara gelas obyek dibersihkan dengan alkohol 70% dan dikering anginkan di atas bunsen. Isolat bakteri yang telah berumur 24 jam diambil satu ose dan diletakkan pada gelas obyek. Pada gelas objek ditetesi dengan KOH 3%, kemudian diaduk dan dicampur hingga merata. Isolat bakteri yang telah tercampur rata, diangkat perlahan-lahan untuk menentukan sifat isolat bakteri merupakan gram negatif atau positif. Apabila bakteri tersebut lengket atau terangkat maka bakteri tersebut bereaksi positif dan termasuk gram negatif, sedangkan jika tidak lengket maka tergolong dalam gram positif reaksi negatif (Anggraini dkk., 2016).

3.4.4 Uji Hipersensitif

Pengujian reaksi hipersensitif dilakukan dengan tanaman tembakau. Tahapan pertama yakni dengan membuat suspensi bakteri *R. solanacearum* dari biakan yang telah diinkubasikan 48 jam diambil menggunakan jarum ose ke dalam 10 ml air aquades kemudian divorteks. Suspensi bakteri yang digunakan yakni pada kerapatan populasi 10^8 cfu/ml. Hasil suspensi bakteri kemudian diinfiltrasikan pada permukaan daun tembakau. Gejala dari proses tersebut yaitu pada daun tembakau mengalami nekrosis sebagai tanda bahwa isolat bakteri merupakan bakteri patogen (Masnilah dkk., 2013).

3.4.5 Uji Patogenitas

Pengujian patogenitas *R. solanacearum* dilakukan dengan cara menginokulasikan koloni bakteri yang telah diinkubasi selama 2x24 jam, kemudian diambil menggunakan jarum ose ke dalam 10 ml air aquades lalu divorteks. Suspensi bakteri yang digunakan yakni pada kerapatan populasi 10^8 cfu/ml. Inokulasi disuntikkan melalui petiola tanaman tomat, kemudian dilingkupi dengan solasi pada bagian yang disuntikkan. Pengamatan dilakukan hingga tanaman menunjukkan gejala.

3.4.6 Uji Daya Hambat *Bacillus* sp. Terhadap *R. solanacearum*

Pengujian daya hambat antara bakteri patogen dan bakteri antagonis dilakukan dengan metode *dual plating*. Bakteri *Bacillus* sp. ditumbuhkan pada media YPGA secara titik dengan tusuk gigi steril sebanyak 4 titik per cawan petri. Biakan diinkubasikan 48 jam pada suhu kamar, kemudian cawan petri dibalik dan pada tutupnya dituangi 1 ml kloroform. Setelah dua jam cawan petri dibalik kembali pada posisi semula. Sebanyak 200 µl biakan *R. solanacearum* umur 48 jam disuspensikan dalam 4 ml medium agar air 0,6 % yang mencair (45°C) kemudian digojog hingga homogen dan dituangkan ke dalam cawan Petri tersebut di atas. Biakan diinkubasikan lagi selama 24 jam pada suhu kamar. Zona hambatan yang terbentuk diukur jari-jari zona hambatan tersebut. Berdasarkan zona hambatan yang terbentuk sejumlah isolat yang ada dibuat score dan isolat yang mempunyai zona hambatan yang besar diuji kembali dengan cara yang sama (Nurchayanti dkk., 2013).

Pada pengujian daya hambat untuk mengetahui mekanisme penghambatan, maka dilakukan 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 *R. solanacearum* (bersifat bakterisidal), sedangkan jika air pepton keruh menunjukkan bahwa bakteri tersebut hanya mampu menekan pertumbuhan *R. solanacearum* (bersifat bakteristatik) (Nurchayanti dkk., 2013).

3.4.7 Pertumbuhan *Bacillus* sp. pada Bahan Organik

Keberadaan *Bacillus* sp. pada bahan organik sesuai dengan media tanam dilakukan pada polybag. Perlakuan tiap bahan organik diinokulasikan bakteri *Bacillus* sp. dengan kerapatan 10^9 cfu/ml. Pengamatan pertumbuhan *Bacillus* sp. yaitu sesaat pemberian *Bacillus* sp. pada bahan organik, pada pertengahan, dan pada akhir penelitian. Pertumbuhan *Bacillus* sp. pada bahan organik dilakukan menggunakan metode pengenceran. Sampel bahan organik yang diinokulasi

diambil 1 gram, kemudian ditambahkan aquades steril 10 ml. Larutan suspensi kemudian digojok hingga homogen, kemudian diambil 100 μ L untuk dilakukan pengenceran dari 10⁻¹ sampai dengan 10⁻⁷. Setelah dilakukan pengenceran kemudian dilakukan plating di LAF menggunakan media YPGA, dengan menumbuhkan bakteri hasil pengenceran, kemudian direkatkan menggunakan plastik wrap. Inkubasikan selama 2x24 jam pada suhu kamar, kemudian dilakukan penghitungan koloni bakteri *Bacillus* sp. (Setyari dkk., 2013).

Perhitungan populasi bakteri untuk mengetahui adanya pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. pada bahan organik sebagai media tanam. Keberadaan populasi bakteri *Bacillus* sp. dapat dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Lestari, 2016):

$$\text{Total populasi bakteri} = \frac{\text{jumlah koloni}}{\text{faktor pengenceran} \times \text{volume sampel}}$$

3.4.8 Persiapan media semai

Penelitian ini menggunakan benih tomat varietas Betavila F1. Media tanam yaitu digunakan yaitu mencampurkan tanah, dan kompos dengan komposisi 2:1. Media tanam dilakukan sterilisasi dan proses pengayakan, setelah tahapan selesai kemudian media tanam siap dimasukkan pada polybag persemaian yang berukuran 8x9 cm. Pada tiap polybag terdapat 1 benih tanaman tomat. Bibit siap dipindah tanamkan ketika tanaman tomat sudah berumur 15-30 hari. Bibit yang telah tumbuh kemudian dipindah tanamkan pada polybag sesuai dengan perlakuan dalam tiap satuan percobaan.

3.4.9 Penanaman

Media tanam yang digunakan yakni tanah, kompos kotoran kambing, kompos kotoran sapi, dan kompos kotoran cacing dalam keadaan steril. Tanah dan kompos disterilkan dengan cara dikukus dengan tong selama \pm 6 jam dan didiamkan hingga dingin lalu dimasukkan kedalam polybag. Perbandingan tanah dan beberapa macam kompos yang telah disebutkan masing-masing yaitu 2:1. Penanaman dilakukan setelah tanaman tomat berumur 16 hari dalam persemaian,

kemudian dipindah ke polybag berukuran 35x35 cm, masing-masing polybag berisikan 1 bibit tomat.

3.4.10 Inokulasi bakteri *R. solanacearum* dan aplikasi *Bacillus* sp.

Inokulasi *R. solanacearum* dilakukan menggunakan metode penyiraman dengan pelukaan akar tanaman tomat sebanyak 20 ml. Konsentrasi inokulum *R. solanacearum* yang digunakan yaitu kerapatan populasi bakteri 10^8 cfu/ml. Tahapan inokulasi *R. solanacearum* dilakukan satu minggu setelah pindah tanam, sedangkan penyiraman suspensi bakteri *Bacillus* sp. dilakukan setelah 7 HSI *R. solanacearum*. Penyiraman bakteri *Bacillus* sp. dengan volume suspensi 20 ml dengan kerapatan populasi bakteri 10^9 cfu/ml. Penyiraman bakteri antagonis diberikan pada tiap tanaman kecuali tanaman kontrol.

3.4.11 Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyulaman, penyiraman, dan penyiangan. Penyulaman dilakukan pada tanaman yang mati atau pertumbuhannya abnormal dengan tanaman yang masih tersedia pada penyemaian. Penyiraman disesuaikan dengan kondisi cuaca dan kondisi media tanam. Penyiangan dilakukan untuk membersihkan gulma didalam polybag dengan cara mekanik. Pemeliharaan dilakukan hingga penelitian selesai sesuai dengan variabel pengamatan.

3.5 Parameter Pengamatan

1. Masa Inkubasi

Masa inkubasi digunakan untuk menentukan dan mengetahui waktu yang dibutuhkan bakteri patogen untuk menimbulkan gejala. Pengamatan dilakukan dengan mengamati gejala layu bakteri dari awal inokulasi hingga menunjukkan gejala kelayuan.

2. Insidensi Penyakit

Pengamatan insidensi penyakit digunakan untuk mengetahui potensi tanaman sehat dibandingkan dengan tanaman terserang penyakit layu bakteri

setelah perlakuan yang diberikan. Perhitungan insidensi penyakit menggunakan rumus:

$$\text{Insidensi Penyakit} = \frac{\text{jumlah tanaman sakit}}{\text{jumlah total tanaman yang diamati}} \times 100\%$$

3. Keparahan penyakit (%) pada tanaman tomat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{IP} = [\Sigma(n \times v) / Z \times N] \times 100\%$$

Keterangan:

IP = Intensitas penyakit (%); n = Jumlah daun bergejala dalam setiap kategori; v = Nilai kategori serangan patogen, Z = Nilai kategori serangan patogen tertinggi, dan N = Jumlah daun yang diamati.

Skor	Kriteria Tingkatan Layu oleh <i>R. solanacearum</i>	
	Daun*	Batang**
0	Tidak ada gejala	Tanaman tidak tampak gejala
1	1-10% daun layu	Terdapat bintik-bintik klorosis pada batang atau 25% daun layu pada batang
2	11-30% daun layu	Terdapat 25% garis hitam pada batang atau 50-75% dedaunan layu pada batang
3	31-60% daun layu	Terdapat >50% garis hitam pada batang tetapi tidak mencapai bagian atas batang atau >75% daun layu pada batang
4	>60% s/d <100% layu	Terdapat garis hitam mencapai bagian atas batang atau semua daun layu
5	Semua daun layu	Tanaman mati

Sumber: *Arwiyanto, T. (1999), dan **Li, Y., *et al.* (2016)

4. Laju infeksi

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

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

Nilai r dihitung berdasarkan kriteria penyakit layu bakteri termasuk *simple interest disease* (SID), maka:

$$r = \frac{2,3}{t} \left(\log \frac{1}{1-x_t} - \log \frac{1}{1-x_0} \right)$$

Keterangan :

X_t	= proporsi penyakit pada waktu t
X_0	= proporsi penyakit pada awal pengamatan
e	= konstanta logaritma (2,718)
2,30259	= hasil konversi logaritma alami ke logaritma biasa ($\ln x = 2,30259 \cdot \log x$)
r	= laju infeksi/laju perkembangan penyakit (unit/hari)
t	= waktu

5. Panjang nekrosis (cm)

Panjang nekrosis pada batang diamati pada saat pengamatan minggu terakhir, kemudian dicatat untuk diambil rerata panjang nekrosis tanaman tomat.

6. Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman yaitu dari permukaan tanah hingga ujung tertinggi tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 7 hari, kemudian diambil rata-rata seluruh hari sehingga didapatkan rata-rata tinggi tanaman sampai hari terakhir pengamatan.

7. Diameter batang (cm)

Pengukuran diameter batang dilakukan setiap 7 hari, kemudian diambil rata-rata seluruh hari sehingga didapatkan rata-rata diameter batang sampai hari terakhir pengamatan.

8. Jumlah cabang

Jumlah cabang diamati setiap 7 hari untuk mengetahui pertumbuhan cabang baru, kemudian dicatat sampai pada hari terakhir pengamatan untuk diambil rata-rata pertumbuhan cabang.

9. Bobot per buah (gram)

Bobot per buah diamati pada saat tanaman memasuki masa generatif dan telah siap panen, kemudian dicatat untuk diambil rerata bobot per buah tanaman tomat.

10. Biomassa tanaman (gram)

Biomassa tanaman diamati pada saat pengamatan minggu terakhir, kemudian dicatat untuk diambil rerata biomassa tanaman tomat.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. *Bacillus* sp. memiliki kemampuan dalam menghambat *R. solanacearum* secara *in vitro* sebesar 6 mm.
2. Kompos kotoran kambing merupakan media terbaik dalam mendukung pertumbuhan *Bacillus* sp., pada 28 HSI menunjukkan populasi $1,02 \times 10^{10}$.
3. *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos kotoran sapi merupakan perlakuan terbaik dalam mengendalikan penyakit layu bakteri dengan masa inkubasi 36 hsi, insidensi penyakit sebesar 36%, keparahan penyakit sebesar 16%, laju infeksi sebesar 0,045 unit/hari, dan panjang nekrosis sebesar 5,08 cm.
4. *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos kotoran sapi merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan perkembangan diameter batang, jumlah cabang, bobot per buah, maupun biomassa tanaman tomat, sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman terbaik oleh perlakuan *Bacillus* sp. dengan penambahan kompos kotoran kambing.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan maka disarankan untuk aplikasi *Bacillus* sp. sebaiknya dilakukan penambahan bahan organik berupa kompos kotoran sapi, karena bahan organik tersebut mampu menekan perkembangan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, A. Rahman, dan Gusnawati H. S., dan A. Khaeruni. 2012. Respon Ketahanan Berbagai Varietas Tomat Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Agroteknos*, 2(2): 63-68.
- Anggraini, R., DwinnaAliza, dan S. Mellisa. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophilla* dengan Uji Mikrobiologi Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(2): 270-286.
- Arifah, S. M. 2014. Analisis Komposisi Pakan Cacing *Lumbricus* Sp. Terhadap Kualitas Kascing Dan Aplikasinya Pada Tanaman Sawi. *GAMMA*, 9(2): 63-72.
- Arwiyanto, T. 1999. Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau: 2. Percobaan di Rumah Kaca. *Perlindungan Tanaman Indonesia*, 5(1): 50-59.
- Arwiyanto, T. 2014. *Ralstonia solanacearum: Biologi, Penyakit yang Ditimbulkan, dan Pengelolaannya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Aryani, I., dan Rosmiah. 2016. Uji Kompos Kotoran Sapi pada Tomat Ranti (*Lycopersicum pimpinellifolium* L.) di Tanah Asal Rawa Lebak. *Lahan Suboptimal*, 1:200-204.
- Athallah, F. N. F., F. W. Lestari, R. Wulansari, dan E. Pranoto. 2016. Eksplorasi dan Uji Efektivitas Beberapa Bakteri Pelarut Kalium Indigenus Tanaman Teh. *Penelitian Teh dan Kina*, 19(2): 138 – 146.
- Cahyono, B. 2005. *Tomat (Budi Daya dan Analisis Usaha Tani)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Chaniago, N., Safruddin, dan D. Kurniawan. 2017. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Fermentasi Urin Sapi. *Pertanian BERNAS*, 13(1): 1-7.
- Chrisnawati, Nasrun, dan T. Arwiyanto. 2009. Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Nilam Menggunakan *Bacillus* spp. dan *Pseudomonad fluoresen*. *Littri*, 15(3):116-123.

- Dailami, A., Husna Yetti, dan Sri Yoseva. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Kascing dan NPK Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays var saccharata* Sturt). *JOM Faperta*, 2(2): 1-12.
- Dewi, N. M. E. Y., Y. Setiyo, dan I M. Nada. 2017. Pengaruh Bahan Tambahan pada Kualitas Kompos Kotoran Sapi. *Biosistem dan Teknik Pertanian*, 5(1): 76-82.
- Firdausi, N., Wirdhatul M., dan Tutik N. 2016. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah. *Sains dan Seni ITS*, 5(2): 53-56.
- Hajoeningtjas, O. D. 2012. *Mikrobiologi Pertanian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Handini, Z. V. T. 2011. *Keefektifan Bakteri Endofit dan Plant Growth Promoting Rhizobacteria dalam Menekan Penyakit Layu Bakteri (Ralstonia solanacearum) Pada Tomat*. SKRIPSI: Institut Pertanian Bogor.
- Hanudin, Marwoto B., Hersanti, dan Muharam A. 2012. Kompatibilitas *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Trichoderma harzianum* untuk Mengendalikan *Ralstonia solanacearum* Pada Tanaman Kentang. *Hortikultura*, 22(2): 172-179.
- 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.
- Kuswinanti, T., Baharuddin, S. Sukmawati. 2014. Efektivitas Isolat Bakteri dari Rizosfer dan Bahan Organik Terhadap *Ralstonia Solanacearum* dan *Fusarium Oxysporum* Pada Tanaman Kentang. *Fitopatologi Indonesia*, 10(2) : 68-72.
- Lestari, D. P. Y. 2016. *Pertumbuhan Bakteri Bacillus subtilis Pada Media Biji Nangka dan Biji Kluwih Sebagai Substitusi Media NA (Nutrient Agar)*. SKRIPSI: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Li, Y., Feng, J., Liu, H., Wang, L., Hsiang, T., Li, X., and Huang, J. 2016. Genetic Diversity and Pathogenicity of *Ralstonia solanacearum* causing Tobacco Bacterial Wilt in China. *Plant Disease*, 100(7): 1288-1296.
- Masnilah, R., A. L. Abadi, T. H. Astono, L. Q. Aini. 2013. Karakterisasi Bakteri Penyebab Penyakit Hawar Daun Edamame di Jember. *PERTANIAN*. 1(1): 10-14.

- Muhammad, T. A., B. Zaman, dan Purwono. 2017. Pengaruh Penambahan Pupuk Kotoran Kambing Terhadap Hasil Pengomposan Daun Kering di TPST UNDIP. *Teknik Lingkungan*, 6(3): 1-12.
- Mujiyati, dan Supriyadi. 2009. Pengaruh Pupuk Kandang dan NPK Terhadap Populasi Bakteri *Azotobacter* dan *Azospirillum* dalam Tanah Pada Budidaya Cabai (*Capsicum annum*). *Nusantara Bioscience*, 1: 59-64.
- Nasrun, Christanti, T. Arwiyanto, Dan I. Mariska. 2007. Karakteristik Fisiologis *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Bakteri Nilam. *LITTRI*, 13(2): 43 – 48.
- Notowinarto, dan F. Agustina. 2015. Populasi Bakteri Heterotrof di Perairan Pulau Bulang Batam. *Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(3): 334-342.
- Nurchayanti, S. D., T. Arwiyanto, dan D. Indradewa. 2013. Isolasi dan Seleksi *Pseudomonad fluorescens* Pada Risosfer Penyambungan Tomat. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1): 15-18.
- Prasetyo, R. 2014. Pemanfaatan Berbagai Sumber Pupuk Kandang sebagai Sumber N dalam Budidaya Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Tanah Berpasir. *Planta Tropika*, 2(2): 125-132.
- Prayitno. 2013. Pembuatan Vermikompos Menggunakan Limbah Fleshing di Industri Penyamakan Kulit. *Kulit, Karet, Dan Plastik*, 29(2): 77-84.
- 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.
- Purnomo, E. A., E. Sutrisno, dan S. Sumiyati. 2017. Pengaruh Variasi C/N Rasio Terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P) dari Batang Pisang dengan Kombinasi Kotoran Sapi dalam Sistem *Vermicomposting*. *Teknik Lingkungan*, 6(2): 1-15.
- Rahayu, M. 2013. Penyakit Layu Bakteri Bioekologi dan Cara Pengendaliannya. *Monograf Balitkabi*, 13: 284-305.
- Rahayu, T. B., B. H. Simanjuntak, dan Suprihati. 2014. *Pemberian Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hail Wortel (Daucus carota) dan Bawang Daun (Allium fistulosum L.) dengan Budidaya Tumpangsari*. SKRIPSI: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Rahayuniati, R. F., E. Mugiastuti, dan L. Soesanto. 2010. Potensi Biopestisida Berbasis *Pseudomonas fluorescens* P60 dalam Formula Pupuk Kandang

- Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Tomat. *Sem Nas Pengelolaan OPT Ramah Lingkungan*, 111-116.
- Raksun, A. 2016. Aplikasi Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.). *Biologi Tropis*, 16 (2):1-9.
- Rukmana, R., dan Uu Suganda S. 1997. *Penyakit Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Saktianti, O., dan Noor Istifadah. 2018. Pengaruh Dosis Kompos Kotoran Sapi Terhadap Penyakit Akar Gada, Pertumbuhan, dan Hasil Brokoli. *Saintek*, 23(1): 57-64.
- 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.
- Simanjuntak, D. 2004. Manfaat Pupuk Organik Kascing dan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Pada Tanah dan Tanaman. *Ilmu Pertanian*, 2(1): 1-3.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Suharti, N., T. Habazar, N. Nasir, Dachryanus, dan Jamsari. 2011. Induksi Ketahanan Tanaman Jahe Terhadap Penyakit Layu *Ralstonia solanacearum* Ras 4 Menggunakan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) Indigenus. *HPT Tropika*, 11(1): 102-111.
- Sulistyoningtyas, 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.
- Suparhun, S., M. Anshar, dan Y. Tambing. 2015. Pengaruh Pupuk Organik dan POC dari Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agrotekbis*, 3 (5) : 602-611.
- Susanna, T. Chamzurni, dan Arisandi Pratama. 2010. Dosis dan Frekuensi Kascing Untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat. *Florateg*, 5: 152 – 163.

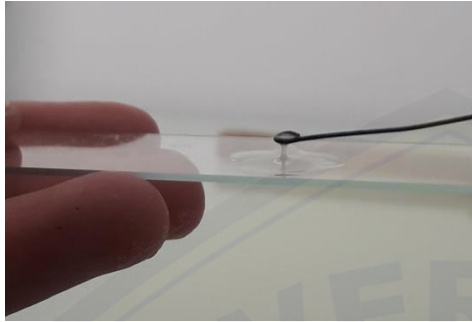
- Tinendung, R., F. Puspita, S. Yoseva. 2014. Uji Formulasi *Bacillus* sp. Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *JOM Faperta*, 1(2): 1-15.
- Widodo, K. H., dan Z. Kusuma. 2018. Pengaruh Kompos Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung di Inceptisol. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2): 959-967.
- Winarni, I., dan E. Novi K. 2007. Penapisan Aktinomisetes Yang Bersifat Antagonis Terhadap Penyakit Layu Bakteri Tanaman Cabe. *Matematika, Sains, dan Teknologi*, 8(1): 71-82.
- Yulianto, A., B. Zaman, Purwono. 2017. Pengaruh Penambahan Pupuk Organik Kotoran Sapi Terhadap Kualitas Kompos dari Sampah Daun Kering di TPST UNDIP. *Teknik Lingkungan*, 6(3): 1-14.
- Zulkarnain, M., Budi Prasetya, dan Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah , Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri). *Indonesian Green Technology*, 2(1): 45-52.

Lampiran 1: Deskripsi Tomat Varietas Betavila F1

Asal	: introduksi (PT. East West Seed Filipina)
Silsilah	: Dee Max 53218 (F) x Dee Max 51106 (M)
Golongan varietas	: hibrida
Tinggi tanaman	: 120 – 160 cm
Bentuk penampang batang	: bulat
Diameter batang	: 1,2 – 1,5 cm
Warna batang	: hijau
Warna daun	: hijau
Bentuk daun	: oval dengan tepi berlekuk
Ukuran daun majemuk	: panjang 27,4 – 40,4 cm, lebar 24,2 – 31,5 cm
Ukuran daun tunggal	: panjang 10,0 – 13,6 cm, lebar 5,8 – 8,2 cm
Bentuk bunga	: seperti bintang
Warna kelopak bunga	: hijau
Warna mahkota bunga	: kuning
Warna kepala putik	: hijau muda
Warna benangsari	: kuning
Umur mulai berbunga	: 30 – 35 hari setelah tanam
Umur mulai panen	: 70 – 75 hari setelah tanam
Bentuk buah	: kerucut membulat
Ukuran buah	: panjang 5,84 – 6,00 cm, diameter 5,34 – 5,49 cm
Warna buah muda	: hijau keputihan
Warna buah masak	: merah
Jumlah rongga buah	: 2 – 3 rongga
Kekerasan buah	: keras (6,87 – 7,08 lbs)
Tebal daging buah	: 3,8 – 6,5 mm
Rasa daging buah	: manis agak masam
Bentuk biji	: bulat pipih
Warna biji	: coklat keputihan
Berat 1.000 biji	: 3,0 – 4,5 g

Berat per buah	: 84,5 – 90,4 g
Jumlah buah per tanaman	: 24 – 39 buah
Berat buah per tanaman	: 2,17 – 3,43 kg
Ketahanan terhadap penyakit	: tahan terhadap <i>Phytophthora</i> sp., tahan terhadap <i>Alternaria solani</i> , agak tahan terhadap Geminivirus
Daya simpan buah pada suhu 25 – 27 ⁰ C	: 6 – 7 hari setelah panen
Hasil buah per hektar	: 46,59 – 74,65 ton
Populasi per hektar	: 25.000 tanaman
Kebutuhan benih per hektar	: 75,0 – 112,5 g
Penciri utama	: bentuk buah kerucut membulat, pangkal buah berpundak, warna buah muda hijau keputihan
Keunggulan varietas	: produktifitas tinggi (46,59 – 74,65 ton per hektar), ukuran buah seragam, buah keras (6,87–7,08 lbs), tahan terhadap <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>Alternaria solani</i>
Wilayah adaptasi	: beradaptasi dengan baik di dataran rendah dengan ketinggian 145 – 300 m dpl
Pemohon	: PT. East West Seed Indonesia
Pemulia	: Ms. Jill Bulawan
Peneliti	: Tukiman Misidi, Abdul Kohar, M. Taufik Hariyadi, Agus Suranto

Lampiran 2: Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Uji Gram *R. solanacearum*



Gambar 2. Sterilisasi Tanah



Gambar 3. Benih Tomat



Gambar 4. Pembibitan



Gambar 5. Penanaman



Gambar 6. Pembuatan Suspensi Bakteri



Gambar 7. Pelukaan melalui akar



Gambar 8. Aplikasi Siram



Gambar 9. Tanaman Tomat di
Green House



Gambar 10. Pengamatan



Gambar 11. Pengukuran Buah Tomat

Lampiran 3: Data Penelitian

1.) TINGGI TANAMAN MINGGU KE-4

Perlakuan	Ulangan					Total	RATA-RATA
	1	2	3	4	5		
Kontrol	64	74	62	59	60	319	63.8
<i>Bacillus sp.</i>	69	66	65	64	67	331	66.2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	74	63	75	61	73	346	69.2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	70	63	72	70	77	352	70.4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	76	74	74	71	75	370	74
Jumlah	353	340	348	325	352	1718	343.6
Rata-rata	70.6	68	69.6	65	70.4	343.6	68.72

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	307.44	76.86	622.62	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	2.47	0.12				
TOTAL	24	759.04					
CV =	0.51%						

UJI DMRT ($s_y=0.16$)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	74.00	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	70.40	b	0.49	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	69.20	c	0.50	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i>	66.20	d	0.51	3.25	4
Kontrol	63.80	e	0.52	3.3	5

PERLAKUAN	Rata-rata	74.00	70.40	69.20	66.20	63.80	NOTASI
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	74.00	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	70.40	3.60	0.00				b
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	69.20	4.80	1.20	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i>	66.20	7.80	4.20	3.00	0.00		d
Kontrol	63.80	10.20	6.60	5.40	2.40	0.00	e
			0.52	0.51	0.50	0.49	

2.) DIAMETER BATANG MINGGU KE-4

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	9	9	9	10	8	45	9
<i>Bacillus sp.</i>	9	9	9	10	9	46	9.2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	10	9	10	10	9	48	9.6
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	11	10	10	10	9	50	10
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	8	9	10	10	9	46	9.2
Jumlah	47	46	48	50	44	235	47
Rata-rata	9.4	9.2	9.6	10	8.8	47	9.4

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	5627.20	1406.80	28002.64	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	1.00	0.05				
TOTAL	24	5654.00					
CV =	2.3%						

UJI DMRT ($s_y=0.10$)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	10.00	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	9.60	b	0.31	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i>	9.20	c	0.32	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	9.20	c	0.33	3.25	4
Kontrol	9.00	c	0.33	3.3	5

PERLAKUAN	RATA-RATA	10.00	9.60	9.20	9.20	9.00	NOTASI
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	10.00	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	9.60	0.40	0.00				b
<i>Bacillus sp.</i>	9.20	0.80	0.40	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	9.20	0.80	0.40	0.00	0.00		c
Kontrol	9.00	1.00	0.60	0.20	0.20	0.00	c
			0.33	0.33	0.32	0.31	

3.) JUMLAH CABANG MINGGU KE-4

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	1	6	3	6	3	19	3.8
<i>Bacillus sp.</i>	3	4	3	6	4	20	4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	6	6	6	11	10	39	7.8
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	9	9	9	7	9	43	8.6
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	6	9	9	10	8	42	8.4
Jumlah	25	34	30	40	34	163	32.6
Rata-rata	5	6.8	6	8	6.8	32.6	6.52

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	116.24	29.06	379.03	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	1.53	0.08				
TOTAL	24	178.24					
CV =	4.2%						

UJI DMRT (sy=0.12)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	8.60	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	8.40	ab	0.38	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	7.80	c	0.40	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i>	4.00	d	0.40	3.25	4
Kontrol	3.80	d	0.41	3.3	5

PERLAKUAN	RATA-RATA	8.60	8.40	7.80	4.00	3.80	NOTASI
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	8.60	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	8.40	0.20	0.00				ab
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	7.80	0.80	0.60	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i>	4.00	4.60	4.40	3.80	0.00		d
Kontrol	3.80	4.80	4.60	4.00	0.20	0.00	d
			0.41	0.40	0.40	0.38	

4.) BOBOT PER BUAH (g)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	14.6	32.8	10.4	18.2	11.4	87.4	17.48
<i>Bacillus sp.</i>	23	19.6	13.2	24.2	19.6	99.6	19.92
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	23.4	22.2	24	15.2	21	105.8	21.16
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	22	29	37.6	16	24.2	128.8	25.76
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	18.4	20.6	19	19.6	22.2	99.8	19.96
Jumlah	101.4	124.2	104.2	93.2	98.4	521.4	104.28
Rata-rata	20.28	24.84	20.84	18.64	19.68	104.28	20.856

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	186.09	46.52	190.06	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	4.90	0.24				
TOTAL	24	911.00					
CV =	2.37%						

UJI DMRT (sy=0.22)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	25.76	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	21.16	b	0.69	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	19.96	c	0.71	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i>	19.92	cd	0.72	3.25	4
Kontrol	17.48	d	0.73	3.3	5

PERLAKUAN	RATA-RATA	25.76	21.16	19.96	19.92	17.48	NOTASI
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	25.76	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	21.16	4.60	0.00				b
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	19.96	5.80	1.20	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i>	19.92	5.84	1.24	0.04	0.00		cd
Kontrol	17.48	8.28	3.68	2.48	2.44	0.00	d
			0.73	0.72	0.71	0.69	

5.) BIOMASSA TANAMAN

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	8	86	0	88	0	182	36.4
<i>Bacillus sp.</i>	76	76	48	86	86	372	74.4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	110	124	120	42	96	492	98.4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	96	108	98	138	146	586	117.2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	44	118	124	114	110	510	102
Jumlah	334	512	390	468	438	2142	428.4
Rata-rata	66.8	102.4	78	93.6	87.6	428.4	85.68

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	19887.04	4971.76	48998.94	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	2.03	0.10				
TOTAL	24	40357.44					
CV =	0.37%						

UJI DMRT ($sy=0,14$)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	117.20	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	102.00	b	0.44	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	98.40	c	0.45	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i>	74.40	d	0.46	3.25	4
Kontrol	36.40	e	0.47	3.3	5

PERLAKUAN	RATA-RATA	117.20	102.00	98.40	74.40	36.40	NOTASI
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	117.20	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	102.00	15.20	0.00				b
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	98.40	18.80	3.60	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i>	74.40	42.80	27.60	24.00	0.00		d
Kontrol	36.40	80.80	65.60	62.00	38.00	0.00	e
			0.47	0.46	0.45	0.44	

6.) KEPARAHAN PENYAKIT MINGGU KE-6

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	100	40	100	20	100	360	72
<i>Bacillus sp.</i>	0	32	0	20	40	92	18.4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	20	0	0	60	40	120	24
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	20	0	40	20	0	80	16
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	60	0	20	32	20	132	26.4
Jumlah	200	72	160	152	200	784	156.8
Rata-rata	40	14.4	32	30.4	40	156.8	31.36

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	10671.36	2667.84	23862.01	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	2.24	0.11				
TOTAL	24	23861.76					
CV =	1.07%						

UJI DMRT (sy= 0.15)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
Kontrol	72.00	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	26.40	b	0.46	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	24.00	c	0.48	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i>	18.40	d	0.49	3.25	4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	16.00	e	0.49	3.3	5

PERLAKUAN	RATA-RATA	72.00	26.40	24.00	18.40	16.00	NOTASI
Kontrol	72.00	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	26.40	45.60	0.00				b
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	24.00	48.00	2.40	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i>	18.40	53.60	8.00	5.60	0.00		d
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	16.00	56.00	10.40	8.00	2.40	0.00	e
			0.49	0.49	0.48	0.46	

7.) INSIDENSI PENYAKIT MINGGU KE-6

Perlakuan	TANAMAN					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	100	100	100	100	100	500	100
<i>Bacillus sp.</i>	40	60	0	40	40	180	36
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	60	40	20	60	80	260	52
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	60	20	40	30	40	190	38
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	80	40	40	60	20	240	48
Jumlah	340	260	200	290	280	1370	274
Rata-rata	68	52	40	58	56	274	54.8

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	13664.00	3416.00	45263.99	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	1.51	0.08				
TOTAL	24	20624.00					
CV =	0.50%						

8.) LAJU INFEKSI

DATA X₀

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	0	0	0	20	0	20	4
<i>Bacillus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	0	0	0	20	0	20	4
Rata-rata	0	0	0	4	0	4	0.8

DATA Xt

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	100	40	100	20	100	360	72
<i>Bacillus sp.</i>	0	32	0	20	40	92	18.4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	20	0	0	60	40	120	24
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	20	0	40	20	0	80	16
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	60	0	20	32	20	132	26.4
Jumlah	200	72	160	152	200	784	156.8
Rata-rata	40	14.4	32	30.4	40	156.8	31.36

Laju infeksi

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	0.109	0.087	0.109	0.000	0.109	0.414	0.083
<i>Bacillus sp.</i>	0.000	0.081	0.000	0.070	0.087	0.238	0.048
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	0.070	0.000	0.000	0.098	0.087	0.255	0.051
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	0.070	0.000	0.087	0.070	0.000	0.227	0.045
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	0.098	0.000	0.070	0.081	0.070	0.319	0.064
Jumlah	0.347	0.168	0.266	0.319	0.353	1.453	0.291
Rata-rata	0.069	0.034	0.053	0.064	0.071	0.291	0.058

9.) POPULASI *Bacillus sp.*

PERLAKUAN	MINGGU KE-		
	1	2	3
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	8×10^9	$9,3 \times 10^9$	$8,9 \times 10^9$
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	$8,8 \times 10^9$	$1,15 \times 10^{10}$	$1,02 \times 10^{10}$
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	$1,54 \times 10^{10}$	2×10^{10}	$1,86 \times 10^{10}$

10.) MASA INKUBASI

PERLAKUAN	Masa Inkubasi (HSI)
Kontrol	9
<i>Bacillus sp.</i>	33
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	36
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	36
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	33

11) PANJANG NEKROSIS (cm)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
Kontrol	62.4	24.2	63.4	3.2	64.8	218	43.6
<i>Bacillus sp.</i>	11.2	22.4	31.8	2.2	11.4	79	15.8
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	8.6	2.8	3.4	44.2	3.6	62.6	12.52
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	7.4	0.6	4.8	12.6	0	25.4	5.08
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	48.4	3.2	15.2	22.2	2	91	18.2
Jumlah	138	53.2	118.6	84.4	81.8	476	95.2
Rata-rata	27.6	10.64	23.72	16.88	16.36	95.2	19.04

ANOVA:

Sumber Keragaman	db	JK	Kuadrat Tengah	F Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	4	4258.94	1064.74	8400.61	2.87	4.43	**
Error (Galat)	20	2.53	0.13				
TOTAL	24	10796.00					
CV =	1.87%						

UJI DMRT ($s_y=0.16$)

Perlakuan	Rata- rata	Notasi UJD 5%	Nilai UJD 5%	SSR	Jarak p
Kontrol	43.60	a			
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	18.20	b	0.49	3.1	2
<i>Bacillus sp.</i>	15.80	c	0.51	3.19	3
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	12.52	d	0.52	3.25	4
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	5.08	e	0.53	3.3	5

PERLAKUAN	RATA-RATA	43.60	18.20	15.80	12.52	5.08	NOTASI
Kontrol	43.60	0.00					a
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Kambing	18.20	25.40	0.00				b
<i>Bacillus sp.</i>	15.80	27.80	2.40	0.00			c
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Cacing	12.52	31.08	5.68	3.28	0.00		d
<i>Bacillus sp.</i> + Kompos Kotoran Sapi	5.08	38.52	13.12	10.72	7.44	0.00	e
			0.53	0.52	0.51	0.49	