



**PEMANFAATAN *Bacillus* sp. DAN PUPUK ORGANIK UNTUK
MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK PELEPAH
(*Rhizoctonia solani*) PADA TANAMAN JAGUNG**

SKRIPSI

Oleh :
Nasriyah Hidayatus Sholeha
NIM 151510501129

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**



**PEMANFAATAN *Bacillus* sp. DAN PUPUK ORGANIK UNTUK
MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK PELEPAH (*Rhizoctonia solani*)
PADA TANAMAN JAGUNG**

SKRIPSI

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

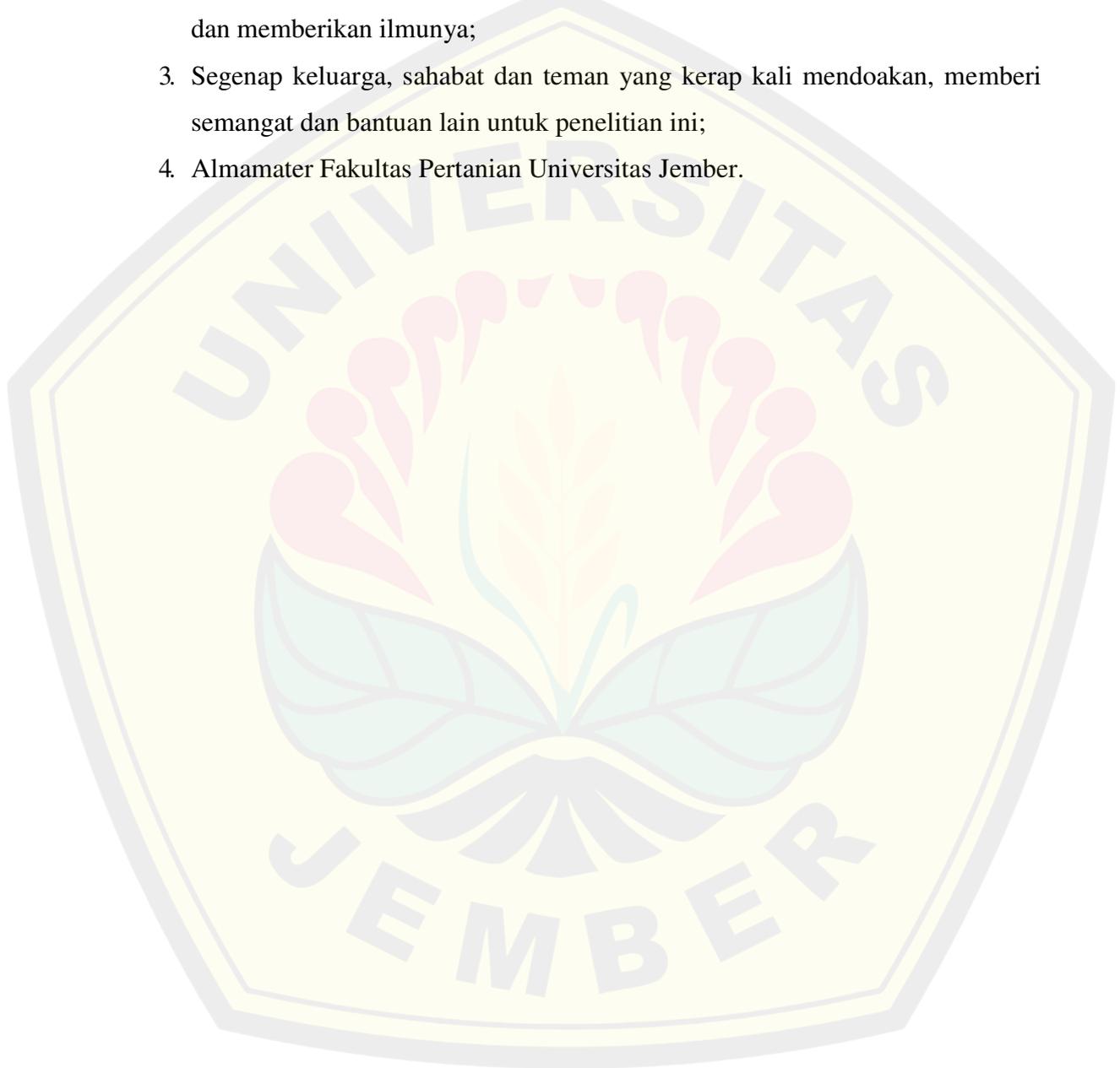
Oleh :
Nasriyah Hidayatus Sholeha
NIM 151510501129

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Maswi dan Ibu Susilowati, serta kakak Ahmad Fawa'id;
2. Seluruh dewan guru dari TK sampai perguruan tinggi yang telah mendidik dan memberikan ilmunya;
3. Segenap keluarga, sahabat dan teman yang kerap kali mendoakan, memberi semangat dan bantuan lain untuk penelitian ini;
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”

(Q.S. Yusuf 87)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Asy Syarh 5)

“Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar”

(Umar bin Khattab)

“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan”

(HR. Tirmidzi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nasriyah Hidayatus Sholeha

NIM : 151510501129

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul **“Pemanfaatan *Bacillus* sp. Dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*) Pada Tanaman Jagung”** adalah benar-benar hasil karya penulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dinjunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2022

Yang menyatakan,

Nasriyah Hidayatus
Sholeha
NIM.151510501129

SKRIPSI

Pemanfaatan *Bacillus* sp. Dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*) Pada Tanaman Jagung

Oleh :

Nasriyah Hidayatus Sholeha

NIM. 151510501129

Pembimbing

Dosen Pembimbing Skripsi : Dr.Ir. Rachmi Masnilah, M.Si.

NIP 196301021988022001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemanfaatan *Bacillus* sp. Dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*) Pada Tanaman Jagung” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat :

Dosen Pembimbing Skripsi

Dr. Ir. Rahmi Masnilah, M.Si.

NIP. 196301021988022001

Dosen Penguji 1,

Dosen Penguji 2,

Nanang Tri Haryadi, S.P., M.Sc

NIP. 198105152005011003

Ir. Setiyono, MP.

NIP. 196301111987031002

Mengesahkan,

Dekan

Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P.

NIP. 196403041989021001

RINGKASAN

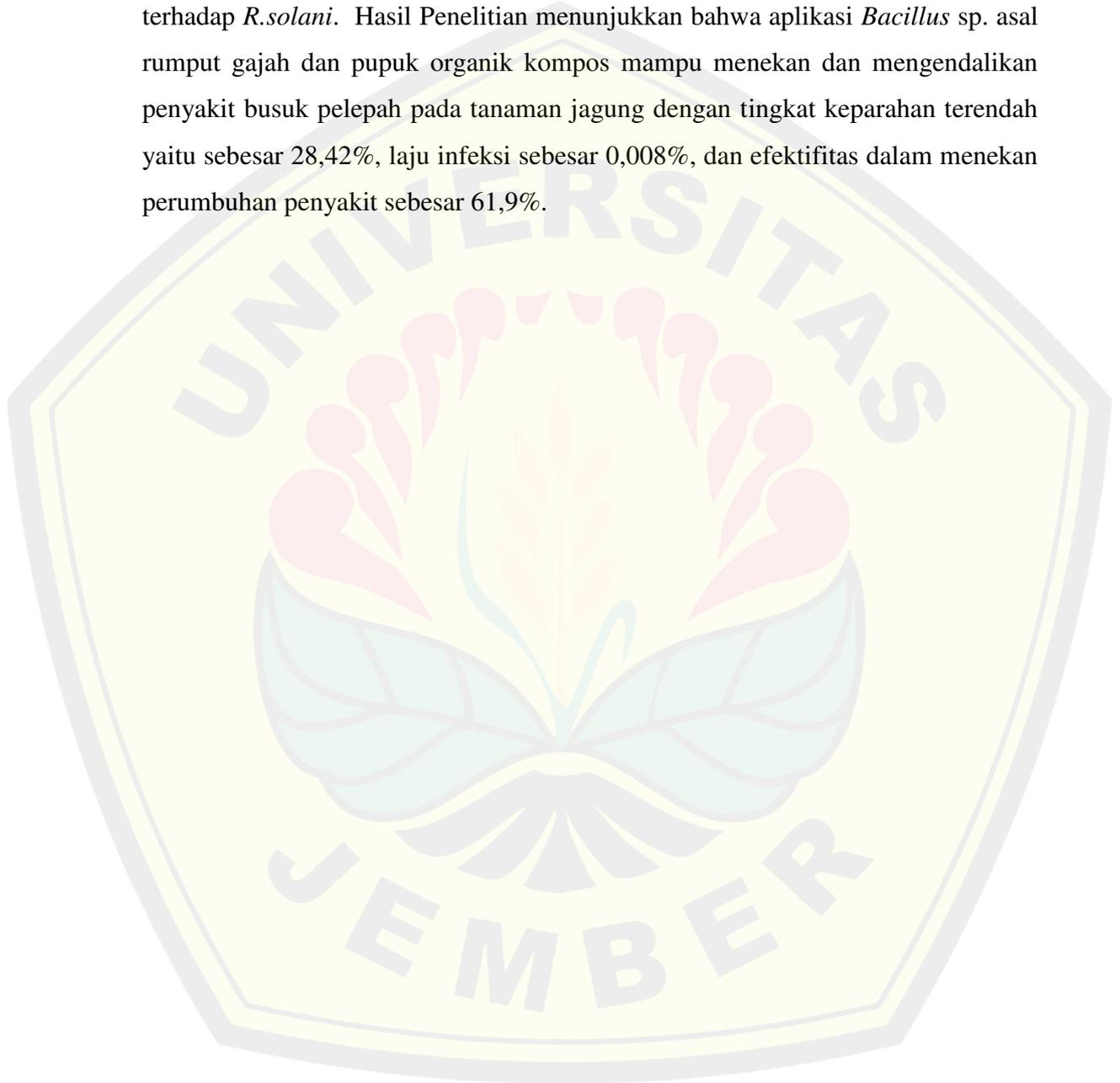
Pemanfaatan *Bacillus* sp. Dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*) Pada Tanaman Jagung.,
Nasriyah Hidayatus Sholeha; 151510501129; Program Studi Agroteknologi;
Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Jagung termasuk salah satu tanaman pangan utama setelah padi dan gandum yang tumbuh di daerah tropis salah satunya di Indonesia. Kandungan dalam biji jagung berupa karbohidrat dijadikan sebagai alternatif sumber pangan dan sumber pakan ternak. Secara nasional data produktivitas jagung meningkat, akan tetapi pada daerah-daerah tertentu produktivitas jagung petani mengalami penurunan bahkan kerugian. Hal tersebut dapat disebabkan adanya penurunan produktivitas lahan pertanian, kondisi cuaca yang tidak menentu sehingga sulit untuk di prediksi serta perkembangan beberapa penyakit yang semakin tinggi.

Salah satu penyakit tanaman jagung yang menyerang pada fase vegetatif yaitu penyakit busuk pelepah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah yaitu dengan pemanfaatan musuh alami dan penambahan pupuk organik. *Bacillus* sp. sebagai agens pengendali hayati selain berpotensi melindungi tanaman selama siklus hidupnya, juga mampu menghasilkan hormon tumbuh, memfiksasi N, dan melarutkan P anorganik ke dalam larutan tanah sehingga memberi manfaat ganda bagi tanaman. *Bacillus* sp. dapat berkembang dengan baik pada substrat yang mendukung. Bahan organik yang ditambahkan kedalam tanah dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan cara memberikan serapan hara yang baik, meningkatkan produksi tanaman, dapat mendukung perkembangan mikroba antagonis seperti *Bacillus* sp. dan dapat menekan pertumbuhan penyakit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Bacillus* sp. dan pupuk organik untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Green House Fakultas Pertanian Universitas Jember pada bulan Juli 2021-Juli 2022. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap

Faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor pertama *Bacillus* sp. asal buah naga, *Bacillus* sp. asal bambu, *Bacillus* sp. asal rumput gajah, dan kontrol sedangkan faktor kedua yaitu berbagai macam pupuk organik antara lain pupuk guano, pupuk kandang, dan pupuk kompos. Variabel yang diamati meliputi masa inkubasi, keparahan penyakit, laju infeksi dan efektifitas isolat *Bacillus* sp. terhadap *R.solani*. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus* sp. asal rumput gajah dan pupuk organik kompos mampu menekan dan mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dengan tingkat keparahan terendah yaitu sebesar 28,42%, laju infeksi sebesar 0,008%, dan efektifitas dalam menekan perumbuhan penyakit sebesar 61,9%.



SUMMARY

Utilization of *Bacillus* sp. And Organic Fertilizers for Controlling Sheath Rot Disease (*Rhizoctonia solani*) in Corn Plants., Nasriyah Hidayatus Sholeha; 151510501129; Agrotechnology Study Program; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Corn is one of the main food crops after rice and wheat which grows in the tropics, one of which is in Indonesia. The content in corn kernels in the form of carbohydrates is used as an alternative source of food and a source of animal feed. Nationally, corn productivity data has increased, but in certain areas, farmers' corn productivity has decreased and even suffered losses. This can be caused by a decrease in the productivity of agricultural land, unpredictable weather conditions that make it difficult to predict and the higher development of several diseases.

One of the corn plant diseases that attacks the vegetative phase is sheath rot disease. One effort that can be done to control sheath rot disease is by using natural enemies and adding organic fertilizers. *Bacillus* sp. as a biological control agent besides having the potential to protect plants during their life cycle, they are also capable of producing growth hormones, fixing N, and dissolving inorganic P into the soil solution so as to provide multiple benefits for plants. *Bacillus* sp. can grow well on a supportive substrate. Organic matter added to the soil can help plant growth by providing good nutrient uptake, increasing plant production, can support the development of antagonistic microbes such as *Bacillus* sp. and suppress disease growth.

This study aims to determine the effect of *Bacillus* sp. and organic fertilizer to control sheath rot disease in corn plants. This research was conducted at the Laboratory of Plant Diseases and the Green House of the Faculty of Agriculture, University of Jember in July 2021-July 2022. This research was conducted using a Completely Randomized Factorial Design method which consisted of 2 factors, namely the first factor *Bacillus* sp. origin of dragon fruit, *Bacillus* sp. from bamboo, *Bacillus* sp. from elephant grass, and control while the second factor is various kinds of organic fertilizers including guano fertilizer, manure, and compost fertilizer. Variables observed included incubation period,

disease severity, infection rate and effectiveness of *Bacillus* sp. isolates. against *R. solani*. The research results showed that the application of *Bacillus* sp. from elephant grass and organic compost fertilizer were able to suppress and control sheath rot disease in corn plants with the lowest severity of 28.42%, infection rate of 0.008%, and effectiveness in suppressing disease growth of 61.9%.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan nikmat, rahmat serta kasih sayangNya pada penulis dan sholawat serta salam untuk Rosulullah Muhammad *Sallallahu Alaikhi Wa Sallam* sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan *Bacillus* sp. Dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*) Pada Tanaman Jagung”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

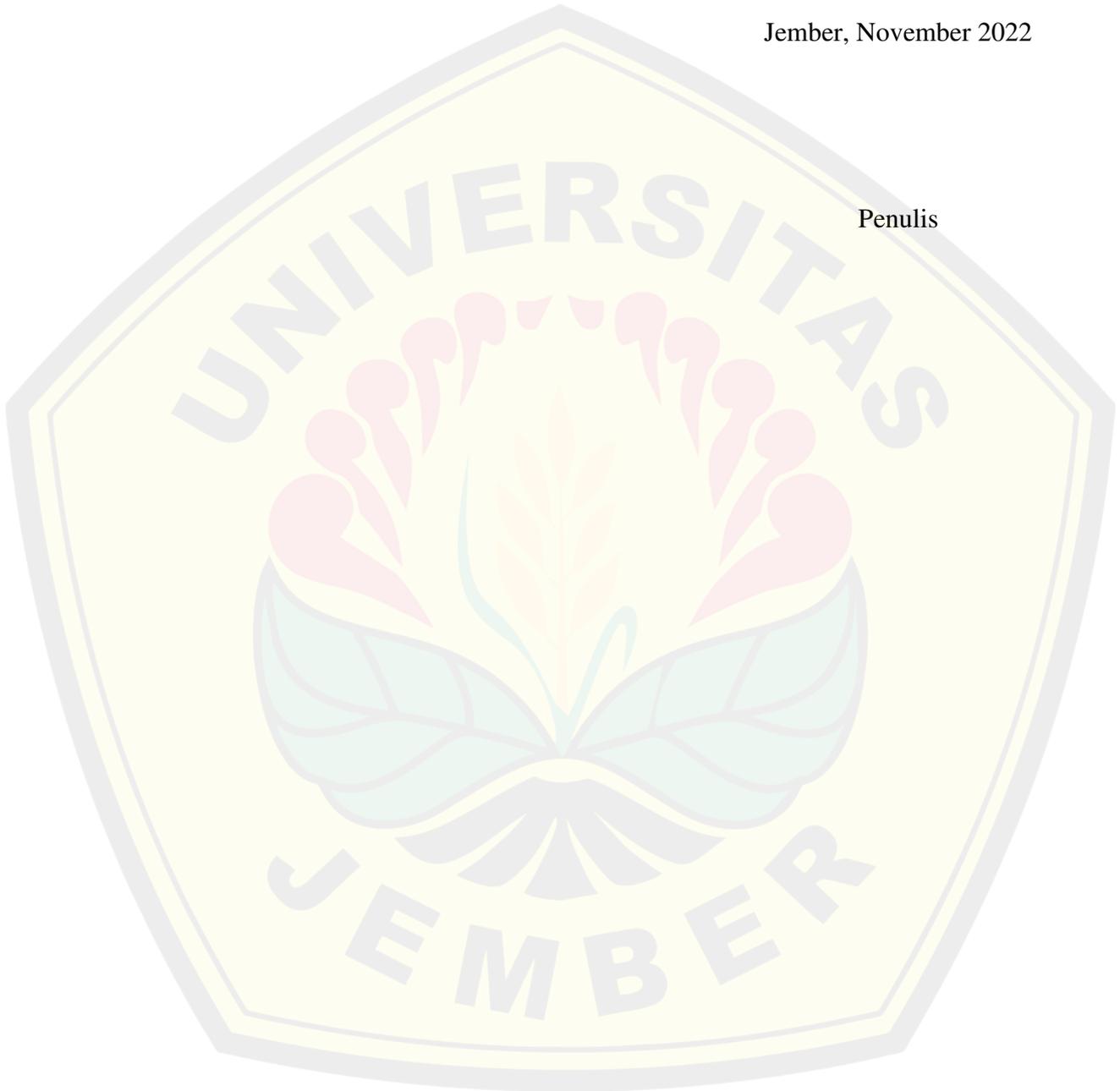
1. Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Drs. Yagus Wijayanto, MA, Ph.D selaku koordinator Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Dr.Ir. Rachmi Masnilah, Msi., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian selama penyusunan skripsi ini.
4. Nanang Tri Haryadi,S.P., M.Sc. dan Ir. Setiyono, MP. Selaku dosen penguji yang memberikan pengarahan dalam penulisan, bimbingan serta masukan terhadap penyelesaian skripsi.
5. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama proses perkuliahan.
6. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Maswi dan Ibu Susilowati untuk semua dukungan, motivasi dan kerja keras yang tiada henti.
7. Kakak saya Ahmad Fawa'id, Nanik Arisa, dan Hastiya yang selalu memberi dukungan berupa semangat dan materi.
8. Sahabat seperjuangan Widya Septiana Devi, Anggita Wulandari, Maisa Yusniatun, Nurelita Dewi Bayu Anggraini, dan Rizqi Monica Sari yang saling membantu dan menyemangati selama proses penulisan skripsi.
9. Rafif Jauhar Tanjung yang telah menjadi penyemangat dan memberi

dukungan dari awal penulisan skripsi hingga selesai.

10. Teman-teman seangkatan Agroteknologi 2015 yang saling memberi semangat dan doa.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun telah memberikan bantuan dan dukungannya selama penulisan skripsi ini.

Jember, November 2022

Penulis



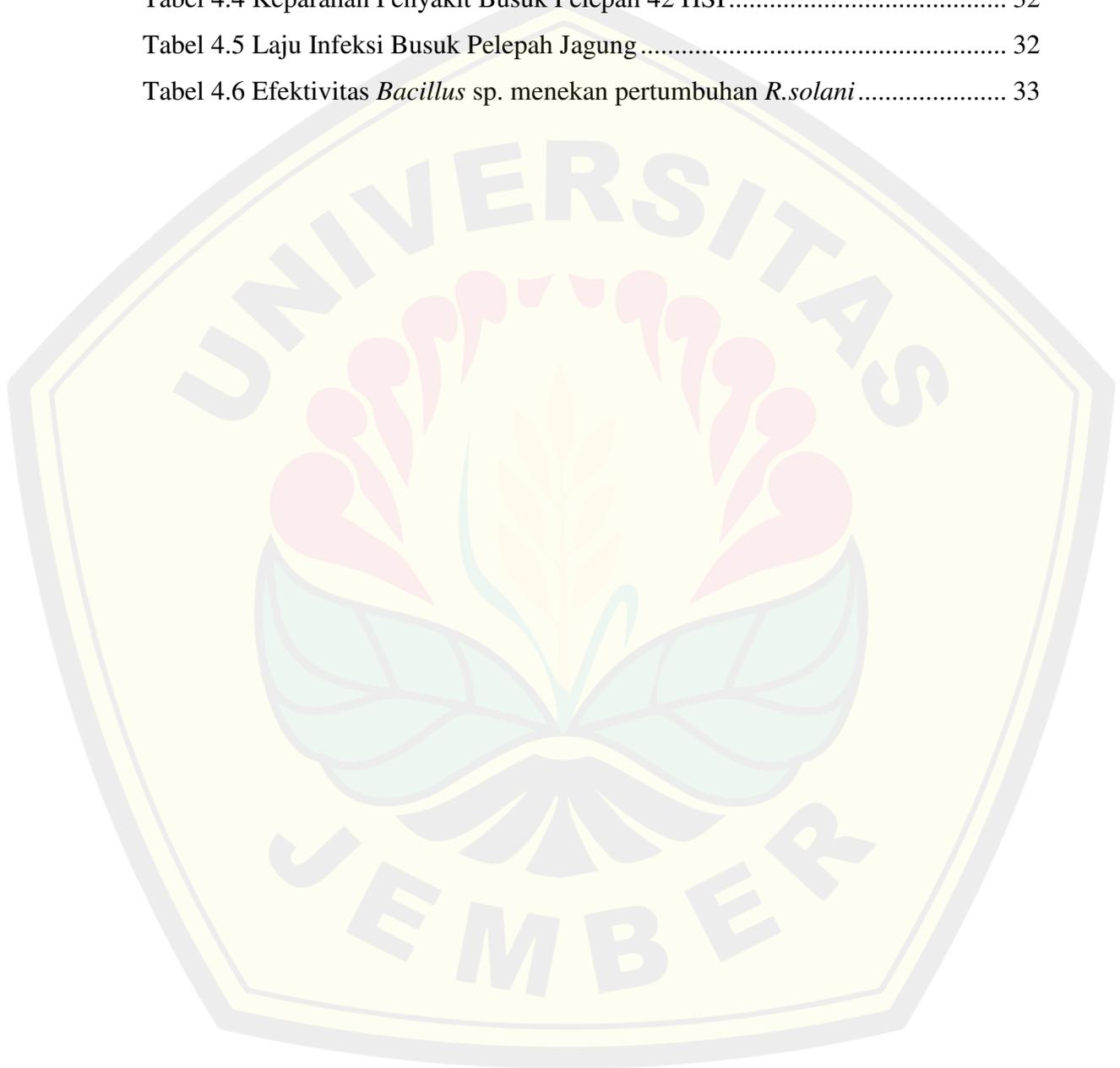
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vi
SUMMARY	iviii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Jagung	6
2.2 Penyakit Busuk Pelepah Pada Tanaman Jagung (<i>Rhizoctonia solani</i>)	7
2.2.1 Gejala Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung	7
2.2.2 Penyebab Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung.....	8
2.2.3 Epidemiologi Busuk Pelepah Tanaman Jagung	9
2.3 Peranan <i>Bacillus</i> sp. sebagai Agen Pengendali Hayati	9
2.4 Pupuk Organik	10
2.5 Hipotesis	12
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Rancangan Percobaan	13

3.4	Prosedur Pelaksanaan.....	14
3.4.1	Persiapan <i>R. solani</i>	14
3.4.2	Persiapan <i>Bacillus</i> sp.	16
3.4.3	Uji Daya Hambat <i>Bacillus</i> sp. terhadap <i>Rhizoctonia solani</i> secara in-vitro	17
3.4.4	Persiapan Media Tanam.....	18
3.4.5	Prosedur Penelitian	19
3.5	Variabel Pengamatan	20
3.5.1	Secara In Vivo.....	20
3.6	Analisa Data.....	22
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Hasil.....	23
4.1.1	Karakteristik <i>R. solani</i> Penyebab Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung	23
4.1.2	Uji Patogenesitas <i>R. solani</i>	24
4.1.3	Karakteristik Bakteri <i>Bacillus</i> sp. sebagai Pengendali Agens Hayati.....	25
4.1.4	Pengujian Daya Hambat <i>Bacillus</i> sp. terhadap <i>R. solani</i>	27
4.1.5	Masa Inkubasi Penyakit Busuk Pelepah Jagung	28
4.1.6	Perkembangan Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung dengan Aplikasi <i>Bacillus</i> sp.	29
4.1.7	Keparahan Penyakit Busuk Pelepah Jagung	30
4.1.8	Laju Infeksi Penyakit Busuk Pelepah Jagung	32
4.1.9	Efektivitas <i>Bacillus</i> sp. menekan pertumbuhan <i>R. solani</i>	33
4.2	Pembahasan.....	33
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40
	LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakteristik Uji <i>Bacillus</i> sp.....	26
Tabel 4.2 Pengujian Daya Hambat <i>Bacillus</i> sp. terhadap <i>R. solani</i>	27
Tabel 4.3 Masa Inkubasi Penyakit Busuk Pelepah Jagung.....	29
Tabel 4.4 Keparahan Penyakit Busuk Pelepah 42 HSI.....	32
Tabel 4.5 Laju Infeksi Busuk Pelepah Jagung.....	32
Tabel 4.6 Efektivitas <i>Bacillus</i> sp. menekan pertumbuhan <i>R.solani</i>	33

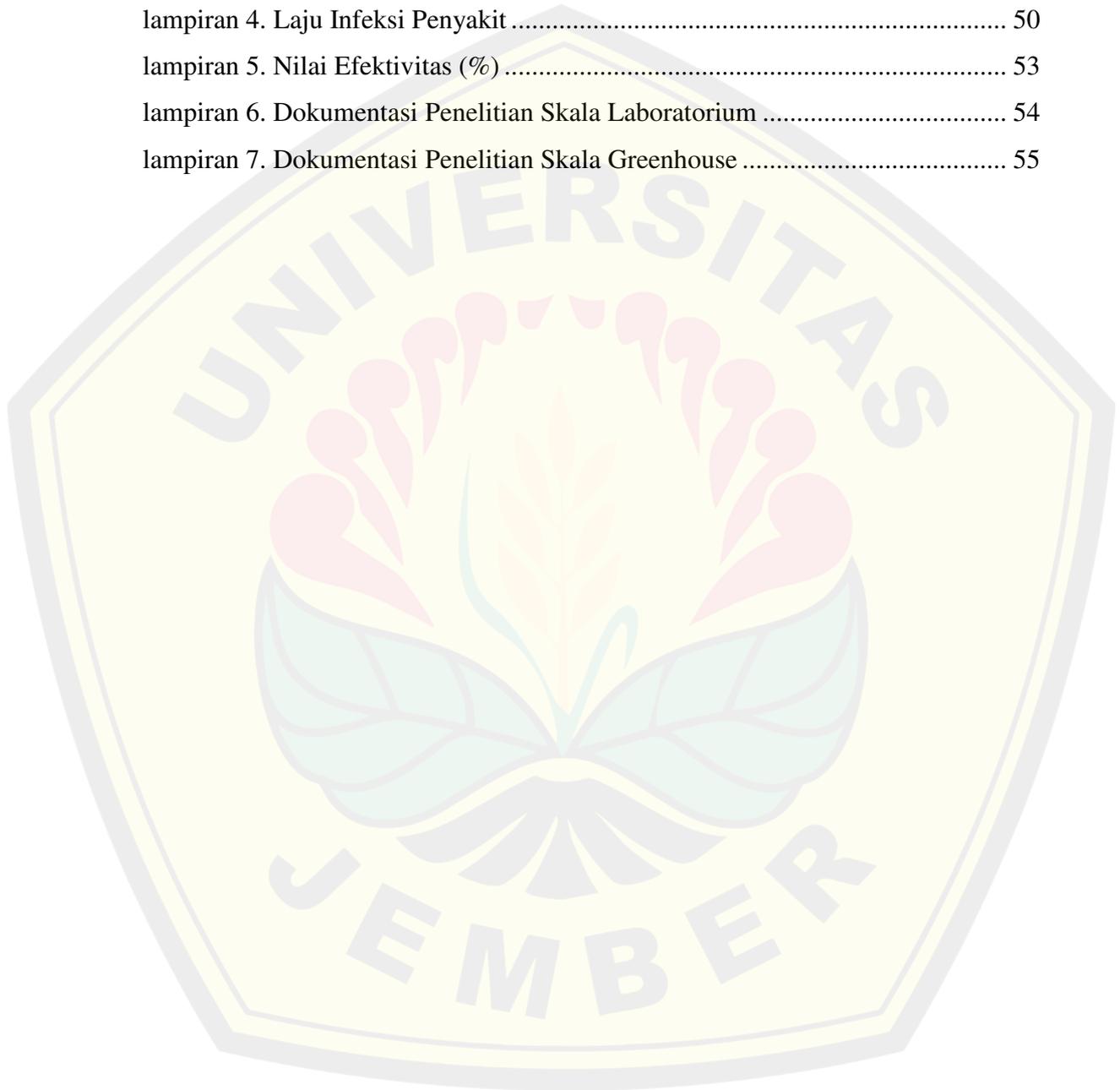


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gejala Serangan <i>R.solani</i> Penyebab Penyakit Busuk Pelepah.....	8
Gambar 2.2 Koloni <i>R.solani</i> secara makroskopis dan mikroskopis	8
Gambar 3.1. Rancangan Penempatan Bakteri Antagonis <i>Bacillus</i> sp. dan Patogen <i>Rhizoctonia solani</i>	18
Gambar 4.1 Gejala Penyakit Busuk Pelepah Jagung	23
Gambar 4.2 Karakteristik cendawan <i>R. solani</i> secara makroskopis	24
Gambar 4.3 karakteristik cendawan <i>R. solani</i> secara.....	24
Gambar 4.4 Hasil Uji Patogenesitas <i>R.solani</i> pada tanaman jagung	25
Gambar 4.5 Karakteristik isolat <i>Bacillus</i> sp.....	25
Gambar 4.6 Hasil pengujian gram menggunakan KOH 3%	26
Gambar 4.7 Hasil pengujian Hipersensitif menggunakan daun tembakau	27
Gambar 4.8 Hasil uji daya hambat <i>Bacillus</i> sp. terhadap <i>R. Solani</i> H+7 pada media PDA.....	28
Gambar 4.9 Perkembangan penyakit busuk pelepah jagung	30
Gambar 4.10 Grafik Perkembangan Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung..	31

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1. Uji Daya Hambat <i>Bacillus</i> sp. terhadap <i>R. solani</i>	45
lampiran 2. Masa Inkubasi (Hari Setelah Inokulasi).....	45
lampiran 3. Keparahan Penyakit (%)	46
lampiran 4. Laju Infeksi Penyakit	50
lampiran 5. Nilai Efektivitas (%)	53
lampiran 6. Dokumentasi Penelitian Skala Laboratorium	54
lampiran 7. Dokumentasi Penelitian Skala Greenhouse	55



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung termasuk salah satu tanaman pangan utama setelah padi dan gandum yang tumbuh di daerah tropis salah satunya di Indonesia. Kandungan dalam biji jagung berupa karbohidrat dijadikan sebagai alternatif sumber pangan dan sumber pakan ternak. Secara nasional data produksi jagung pada tahun 2017-2018 meningkat sebanyak 1,132 ton atau 3,91% (Badan Pusat Statistik, 2018). Secara nasional data produktivitas jagung meningkat, akan tetapi pada daerah-daerah tertentu produktivitas jagung petani mengalami penurunan bahkan kerugian. Di daerah Jawa Timur termasuk Kabupaten Jember banyak petani yang membudidayakan komoditas jagung. Menurut data BPS, 2018 di kabupaten Jember diketahui bahwa produksi jagung mengalami penurunan meskipun tidak signifikan. Pada tahun 2014 produksi jagung dapat mencapai 390,759 ton. Sedangkan pada tahun 2017 dan 2018 dengan luas lahan yang lebih besar dibandingkan dengan tahun 2014, produksi jagung lebih rendah dan hanya menghasilkan 370,973 dan 350,705 ton. Hal tersebut dapat disebabkan adanya penurunan produktivitas lahan pertanian, kondisi cuaca yang tidak menentu sehingga sulit untuk di prediksi serta perkembangan beberapa penyakit yang semakin tinggi.

Salah satu penyakit tanaman jagung yang menyerang pada fase vegetatif yaitu penyakit busuk pelepah. Penyakit busuk pelepah merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman jagung yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. Serangan penyakit ini dapat menyebabkan kerugian yang sangat tinggi misalnya dapat menurunkan hasil produksi tanaman jagung (Mulyani, 2009).

Faktor utama yang mendukung perkembangan penyakit di lapangan adalah kelembaban udara yang tinggi dan drainase yang kurang baik. Intensitas penyakit busuk pelepah mengakibatkan penurunan berat tongkol sebesar 17,2% dan penurunan berat biji sebesar 23,0% (Soenartiningsih dkk., 2006). Serangan

penyakit yang disebabkan oleh jamur *R. solani* menimbulkan gejala seperti timbul bercak berwarna kemerahan pada pelepah jagung, kemudian bercak meluas dan berubah warna menjadi abu-abu atau putih sehingga tanaman akan menjadi layu. Intensitas serangan yang terjadi di lapangan berkisar antara 10-100%. Gejala serangan yang tinggi maka akan menyebabkan penurunan hasil panen karena dapat menyerang tongkol (Rukmana, 1997).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat serangan penyakit busuk pelepah yang disebabkan oleh *R. solani* pada tanaman jagung yaitu dengan teknik pengendalian yang tepat. Umumnya para petani menggunakan pestisida sintesis dalam mengendalikan penyakit tanaman. Akan tetapi, penggunaan bahan kimia yang sering terjadi dapat berdampak buruk bagi lingkungan sehingga perlu dilakukan pengendalian yang aman dan ramah lingkungan. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah yaitu dengan melakukan pengelolaan faktor lingkungan secara biotik berupa pemanfaatan musuh alami atau agens antagonistik yang diintroduksi pada habitat patogen penyebab penyakit, sehingga perkembangan patogen dapat terkendali secara alami. Penggunaan agen antagonis dapat disebut juga pengendalian secara hayati. Pengendalian hayati merupakan pemanfaatan agen antagonis terhadap penyakit tanaman. Agen antagonis diketahui lebih efektif daripada penggunaan bahan kimia, karena memiliki keunggulan antara lain agen antagonis menghasilkan inokulum secara terus menerus dan tidak merusak tanaman, tahan terhadap lingkungan ekstrim, toleran terhadap parasit serta agen antagonis dapat tumbuh dengan cepat (Sastrahidayat, 2014). Penggunaan mikroba antagonis umumnya tidak berdampak negatif terhadap lingkungan dibandingkan dengan fungisida sintetik (Wartono *et al.*, 2012).

Bacillus sp. merupakan salah satu agen antagonis yang dapat digunakan dalam mengendalikan penyakit. *Bacillus* sp. dapat mengendalikan penyakit tanaman secara langsung dengan mengendalikan patogen terutama patogen tular tanah ataupun secara tidak langsung yaitu dengan membentuk ketahanan tanaman (Prihatiningsih *dkk*, 2015). Penggunaan rhizobacteri seperti *Bacillus* sp. sebagai agens pengendali hayati selain berpotensi melindungi tanaman selama siklus

hidupnya, juga mampu menghasilkan hormon tumbuh, memfiksasi N, dan melarutkan P anorganik ke dalam larutan tanah sehingga memberi manfaat ganda bagi tanaman (Suriani dkk., 2018). Pengaplikasian bakteri *Bacillus* sp. pada beberapa penelitian telah banyak dilakukan pada berbagai tanaman dan memberikan hasil yang baik dalam mengendalikan penyakit tanaman. Muis dkk., (2015) mengatakan bahwa formulasi bakteri antagonis *B. subtilis* TM4 dapat menekan perkembangan serangan cendawan *R. solani* di rumah kaca. Kemampuan ini mungkin disebabkan oleh antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Seperti yang dikemukakan oleh Islam *et al.*, (2012), bahwa komposisi nutrisi (karbon dan nitrogen) dan kondisi lingkungan (pH dan temperatur) mempengaruhi produksi antibiotik dari bakteri antagonis.

Bacillus sp. dapat berkembang dengan baik pada substrat yang mendukung. Bahan organik yang ditambahkan kedalam tanah dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan cara memberikan serapan hara yang baik, meningkatkan produksi tanaman, dapat mendukung perkembangan mikroba antagonis seperti *Bacillus* sp. dan dapat menekan pertumbuhan penyakit (Setiyowati, 2011). Ketahanan suatu tanaman inang dapat ditingkatkan dengan menciptakan sistem tanaman sehat melalui pemberian pupuk organik sesuai dengan kebutuhan. Bulluck dan Ristaino (2002) melaporkan bahwa *R. solani* sebagai patogen tular tanah dapat tertekan pertumbuhannya dengan penambahan kompos, karena di dalamnya terkandung berbagai kelompok bakteri, termasuk yang bersifat antagonistik terhadap jamur *R. solani*.

Menurut Pasta dkk, (2015), pertumbuhan tanaman jagung meningkat akibat penambahan pupuk organik. Pupuk organik kaya akan unsur hara seperti N,P,dan K yang banyak dibutuhkan oleh tanaman. Unsur-unsur tersebut berperan penting dalam pertumbuhan tanaman yaitu dapat berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, dapat mendorong pertumbuhan perakaran serta memperkuat tubuh tanaman seperti batang tanaman. Unsur hara tersebut juga dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba yang ada di dalam tanah. Menurut Firdausi dkk, (2016) senyawa yang terkandung dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk pembentukan sel, pembentukan asam nukleat serta untuk proses metabolisme bakteri pelarut

fosfat seperti bakteri *Bacillus* sp. Pada penelitian Setyawan (2017) dengan pemberian pupuk kompos kotoran sapi yang diaplikasikan dengan *Bacillus subtilis* dapat meningkatkan populasi *Bacillus subtilis* sebesar 86,1%. Contoh bahan organik sebagai substrat *Bacillus* sp. yang dapat menekan pertumbuhan penyakit tanaman dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yaitu bahan organik yang berasal dari kotoran hewan dan tanaman seperti kotoran sapi, kotoran kelelawar dan pupuk kompos.

Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian dengan mengkombinasikan *Bacillus* sp. dan pupuk organik untuk mengetahui seberapa efektif penggunaannya untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh *Bacillus* sp. dan pupuk organik untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung?
2. Apakah *Bacillus* sp. efektif untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung?
3. Bagaimana pengaruh pupuk organik untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung?

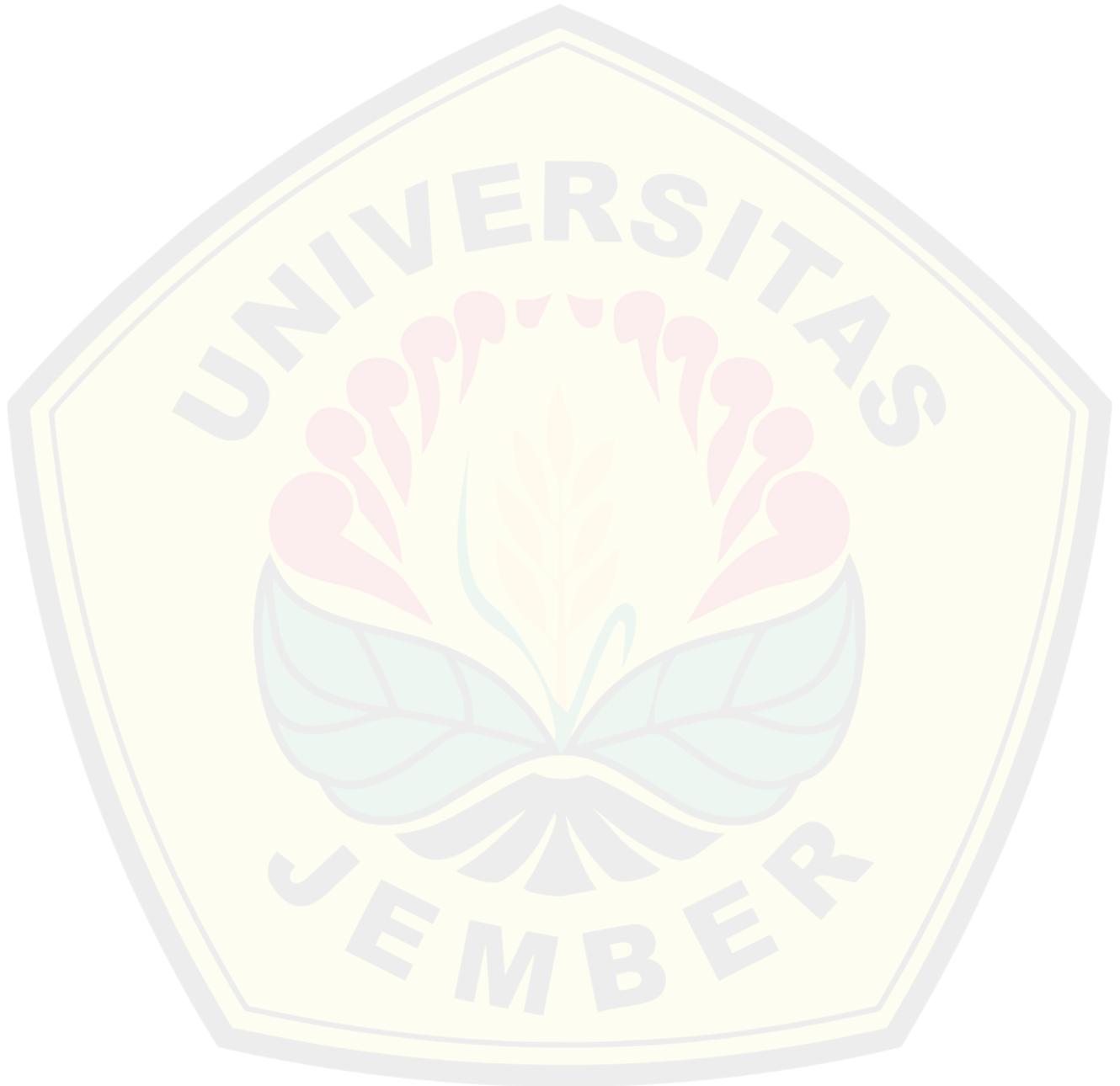
1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh *Bacillus* sp. dan pupuk organik untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.
2. Untuk mengetahui efektivitas *Bacillus* sp. dalam mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.
3. Untuk mengetahui pengaruh pupuk organik untuk mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi mengenai efektifitas beberapa jenis *Bacillus* sp. dan pupuk organik yang paling efektif untuk mengendalikan busuk pelepah pada tanaman jagung sehingga dapat diterapkan oleh berbagai kalangan khususnya petani.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Tanaman jagung termasuk dalam jenis tanaman semusim yang satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi, meskipun tanaman jagung umumnya berketinggian antara 1m sampai 3m, ada varietas yang dapat mencapai tinggi 6m. Akar jagung tergolong akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m dan sebagian besar berada pada kisaran 2 m. Pada tanaman yang sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman (Barnito, 2009). Pertumbuhan tanaman jagung dipengaruhi oleh kondisi iklim yang sesuai seperti penyinaran matahari yang maksimal, suhu yang sesuai 21°C – 30°C dengan suhu optimum antara 23°C – 27°C. Ketinggian tempat untuk budidaya jagung mencapai 1000-1800 mdpl dengan ketinggian optimum antara 0-600 m dpl merupakan ketinggian yang baik bagi pertumbuhan tanaman jagung.

Tanaman jagung berasal dari daerah tropis dimana curah hujan dan suhu merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jagung. Faktor lingkungan yaitu jumlah dan sebaran curah hujan yang memberikan pengaruh besar terhadap kualitas jagung. Pada pertanaman jagung membutuhkan curah hujan 200 sampai 600 mm per bulan. Pertanaman jagung pada musim hujan merupakan masa rentan terhadap penyakit. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat kelembaban yang tinggi sehingga perkembangan penyakit tinggi. Penyakit yang menyerang tanaman jagung antara lain penyakit busuk pelepah, penyakit bulai, penyakit hawar daun, dan penyakit busuk batang (Semangun, 2008).

Benih jagung yang akan digunakan ialah benih jagung hibrida varietas pertiwi. Benih jagung pertiwi dikeluarkan pertama kali pada tahun 2009. Keunggulan benih tersebut antara lain yaitu tanaman yang kokoh, umur panen \pm 102 HST, tinggi tanaman \pm 222 cm, potensi hasil \pm 13,66 ton/ha, Rata-rata hasil \pm 9,41 ton/ha, Warna biji orange/mutiara, lebih tahan bulai dan cocok untuk tebon (hijauan-pakan) (Nurmavina dkk, 2021).

2.2 Penyakit Busuk Pelepah Pada Tanaman Jagung (*Rhizoctonia solani*)

2.2.1 Gejala Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung

Penyakit penting pada tanaman jagung yaitu busuk pelepah yang disebabkan jamur *Rhizoctonia solani*. Gejala serangan yang ditimbulkan terdapat bercak berwarna agak kemerahan kemudian berubah menjadi abu-abu, selanjutnya bercak meluas, seringkali diikuti pembentukan sklerotium berbentuk tidak beraturan, berwarna putih kemudian berubah menjadi coklat, sehingga tanaman akan layu dan mengalami pembusukan (Soenartiningih dkk., 2015). Gejala serangan awal muncul pada fase sebelum tanaman berbunga. Infeksi biasanya dimulai dari pelepah daun terbawah kemudian menjalar ke bagian atas. Jamur *R. solani* merupakan patogen yang dapat bertahan hidup dalam bentuk hifa pada sisa-sisa tanaman yang terinfeksi. Jamur *R. solani* memiliki kemampuan bertahan hidup didalam tanah dengan jangka waktu yang sangat lama dalam bentuk sklerotia dan jamur tersebut memiliki tingkat adaptasi yang tinggi (Semangun, 2008).

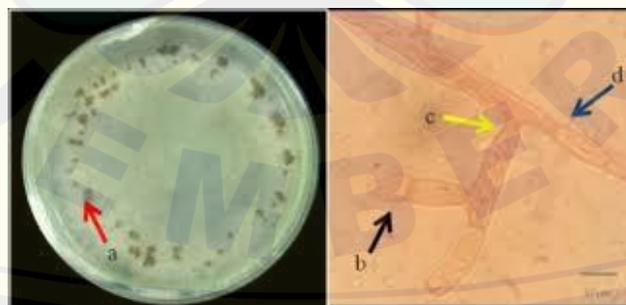
Menurut Soenartiningih dkk., (2015) jamur *R. solani* memiliki memiliki hifa yang masih muda mempunyai percabangan yang membentuk 45°C, semakin dewasa percabangannya akan tegak lurus, kaku, dan mempunyai ukuran yang sama. Hifa jamur *R. solani* yang diisolasi pada medium PDA memiliki diameter 4-6 µm dan hifa yang diisolasi dengan medium Hopkins syntetic agar memiliki diameter mencapai 6- 13 µm. hifa yang mengalami agregasi menjadi massa yang kompak akan membentuk sklereotium dari *R. solani*. Pada awal pertumbuhan sklereotium berwarna putih dan setelah dewasa berubah menjadi coklat. Sklereotium umumnya berbentuk bulat atau tidak beraturan dan ukurannya bervariasi tergantung pada isolatnya.



Gambar 2.1 a. Gejala serangan *R.solani* penyebab penyakit busuk pelepah tanaman jagung, b. Miselia dan sklerotia *R. solani* pada tongkol dan batang jagung. (Muis, 2007).

2.2.2 Penyebab Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung

Ceresini (1999) menggambarkan bagaimana *R. solani* menyerang tanaman. Patogen ini tertarik pada tanaman karena senyawa kimia stimulan yang dilepaskan oleh tanaman. Hifa cendawan bergerak ke arah tanaman dan melekat pada permukaan luar tanaman. Setelah melekat, cendawan terus berkembang pada permukaan luar tanaman dan menyebabkan penyakit dengan membentuk apresorium atau infection cushion dan melakukan penetrasi ke dalam sel tanaman. Proses infeksi didukung oleh produksi berbagai enzim ekstraseluler yang mendegradasi berbagai komponen dinding sel tanaman, seperti selulosa, kutin, dan pektin. Seiring dengan matinya sel tanaman oleh cendawan tersebut, hifa melanjutkan pertumbuhannya dan menyerang jaringan mati, seringkali juga membentuk sklerotia. Inokulum baru dihasilkan pada atau di dalam jaringan inang, dan siklus baru berulang jika substrat baru tersedia.



Gambar 2.2 Koloni *R. solani* secara makroskopis (kiri) dan mikroskopis (kanan), a. Sklerotia *R. solani*, b. sel mmoniloid, c. Percabangan hifa, d. sekat (Hamzah dkk., 2021).

2.2.3 Epidemiologi Busuk Pelelah Tanaman Jagung

Cendawan *R. solani* mempunyai tanaman inang yang sangat luas yaitu dari famili gramineae termasuk serelia (jagung, sorgum, gandum, dan padi), famili *leguminoceae* (kacang-kacangan), *Solanaceae* dan juga tanaman dari famili *Cucurbitaceae* (Semangun, 2008). *R. solani* bertahan hidup di dalam tanah dan sisa-sisa tanaman yang sebelumnya terinfeksi sebagai sklerotia atau miselium. Cendawan *R. solani* bertahan hidup dalam bentuk sclerotium di dalam tanah selama beberapa tahun. Penyebaran *R. solani* melalui air, irigasi, tanah yang terkontaminasi, dan sisa-sisa tanaman. Pada kelembaban yang tinggi (> 80%) dan suhu 15-35°C cendawan *R. solani* dapat berkembang dengan baik. Cendawan ini mulai menginfeksi tanaman sejak biji baru ditanam dengan mengeluarkan stimulan kimia yang dilepaskan oleh sel-sel yang terinfeksi ke tanaman selanjutnya dan menyebabkan gejala khas pada batang, pelelah, daun, dan bulir (Soenartiningih dkk., 2015).

2.3 Peranan *Bacillus* sp. sebagai Agen Pengendali Hayati

Bacillus sp. memiliki tiga peran utama bagi tanaman, yaitu sebagai biofertilizer, biostimulan, dan bioprotektan. *Bacillus* sp. berperan sebagai biofertilizer yang ketika diterapkan pada tanah, mengkolonisasi rizosfer atau bagian dalam tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk tanaman inang. *Bacillus* sp. bisa menjadi mikroorganisme yang membantu penguraian unsur organik yang terkandung didalam pupuk organik supaya dapat segera digunakan dan mudah diserap oleh tanaman. Bakteri tersebut juga berperan sebagai biostimulan yang merupakan memiliki senyawa organik alami yang dapat meningkatkan pertumbuhan terhadap cekaman. Selain itu, *Bacillus* sp. juga berperan sebagai bioprotektan yaitu agen pengendali hama dan penyakit dengan cara menghasilkan antibiotik dan menginduksi senyawa ketahanan dalam jumlah yang cukup untuk menjaga kesehatan tanaman. *Bacillus* sp. memiliki karakter bersifat saprofit, karna hal tersebut *Bacillus* sp. banyak digunakan sebagai agen pengendali hayati. *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.

Bacillus sp. dapat membentuk spora yang mudah disimpan dan memiliki kemampuan daya hidup yang relatif lama dan mudah diinokulasikan ke dalam tanah (Soesanto, 2008). Sporangya resisten terhadap panas, kering, dan desinfektan kimia tertentu selama waktu yang cukup lama dan tetap ada selama bertahun-tahun dalam tanah kering. Pada suhu -5 sampai 75° C dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8 *Bacillus* sp. dapat bertahan hidup. *Bacillus* sp. merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran 0,5–2,5 µm x 1,2–10 µm, bereaksi katalase positif, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, dan heterotrof. *Bacillus* sp. bergerak dengan flagella peritrichous dan menggunakan sumber N dan C untuk energi pertumbuhan. Bakteri ini menghasilkan enzim amylase, protease, lipase dan kulinase sebagai pengurai dinding sel patogen.

Menurut Djaenuddin dan Muis (2015), *Bacillus* sp. merupakan APH yang baik dalam menekan laju pertumbuhan penyakit. Mekanisme antagonis bakteri *Bacillus* sp. yaitu kompetisi, antibiosis, parasitisme, dan lisis. Mekanisme kompetisi *Bacillus* sp. yaitu jamur patogen berkompetisi untuk memperebutkan nutrisi, ruang, dan oksigen. Antibiosis merupakan mekanisme antagonis dengan menggunakan metabolit sekunder yang dihasilkan *Bacillus* sp. Bakteri tersebut menghasilkan antibiotika yang bersifat racun terhadap mikroba lain. Antibiotika yang dihasilkannya antara lain streptovidin, basitrasin, surfaktin, fengisin, iturin A, polimiksin, difisidin, subtilin, subtilosin, dan protein. *Bacillus* sp. akan memparasit patogen sehingga akan menyebabkan patogen mengalami lisis yaitu membran sel patogen akan rusak dan akan keluar menjadi organel sel. Rata-rata daya hambat *Bacillus* sp. terhadap epidemiologi sebesar 40-70%. Dalam penelitian Hidayah dan Yulianti (2015), daya hambat *Bacillus* sp. terhadap *R. Solani* mencapai 68,9%.

2.4 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah

melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Simanungkalit dkk., 2006). Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, dan sisa panen (jerami). Selain bahan organik dapat menyediakan unsur hara, manfaat lainnya yaitu dapat sebagai pengikat zat kimiawi dan pestisida serta sebagai tempat berkembangnya mikroorganisme tanah (Shiddieq dkk, 2018). Menurut Kuswinanti (2014), menyatakan bahwa mikroorganisme tanah akan memecah residu organik didalam tanah menjadi senyawa yang lebih sederhana yang berguna dalam pertumbuhan tanaman.

Salah satu bakteri yang menguntungkan di dalam tanah ialah *Bacillus* sp., bakteri tersebut dapat melarutkan fosfat tidak terlarut dalam tanah menjadi bentuk yang larut. *Bacillus* sp. melarutkan fosfat dengan cara mengekresikan asam organik seperti asam formiat, asam asetat, propionate, asam laktak, glikolat, fumarat, dan suksinat (Simanungkalit, 2001). Bakteri yang menguntungkan tersebut dapat membantu pertumbuhan tanaman dan dapat menekan patogen yang berbahaya bagi tanaman tertentu (Shiddieq dkk, 2018). Penambahan bahan organik di dalam tanah dapat membantu meningkatkan populasi mikroorganisme. Penambahan bahan organik sendiri dapat dilakukan dengan cara pemberian pupuk organik ke dalam tanah.

Pupuk kompos merupakan salah satu pupuk organik yang dibuat dengan cara penguraian sisa-sisa tanaman dengan bantuan mikroorganisme pengurai (Pratiwi dkk., 2015). Pupuk kompos berperan sebagai multivitamin bagi tanah dan tanaman. Pupuk kompos juga memiliki beragam manfaat dari aspek ekonomi, lingkungan, maupun tanah dan tanaman. Selain meningkatkan kesuburan dan meningkatkan karakteristik tanah pupuk kompos juga memiliki manfaat menekan pertumbuhan atau serangan penyakit tanaman. Pupuk kompos mampu menekan penyakit layu fusarium di lapangan dengan persentase penyakit sebesar 4,0% (Sutarini dkk, 2015).

Pupuk kandang juga termasuk dalam bahan organik yang banyak digunakan. Pupuk kandang ialah pupuk yang bahan utamanya menggunakan olahan kotoran hewan ternak. Pupuk kandang memiliki manfaat sama halnya

pupuk kompos yaitu memperbaiki kesuburan dan struktur tanah. Pemberian pupuk kandang membantu pertumbuhan tanaman jagung karena cukup menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman jagung. Kandungan dalam pupuk kandang antara lain nitrogen dan mineral logam seperti magnesium, kalium, dan kalsium. Kandungan unsur hara yang terdapat didalam pupuk kandang sapi yakni N 2,33 %, P₂O₅ 0,61 %, K₂O 1,58 % (Syekhfani, 2011).

Pupuk yang berasal dari kotoran kelelawar atau yang sering disebut pupuk guano merupakan kotoran yang telah tercampur dengan tanah dan bakteri pengurai yang sudah mengendap sangat lama. Menurut Syofiani dan Oktabrina (2017), pupuk guano kaya akan unsur hara seperti fosfat, nitrogen, dan kalium yaitu sebanyak 8-15% P, 7-17% N, dan 15-2,5% K. Pupuk guano dapat memperbaiki kesuburan tanah karena kandungan NPK didalamnya yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, dapat merangsang pertumbuhan akar dan pembungaan, serta dapat memperkuat jaringan tanaman khususnya batang tanaman. Menurut Shetty *et al* (2013), pupuk guano ialah bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk, fungisida, nematisida, dan aktivator kompos.

2. 5 Hipotesis

Hipotesis 1 : Terjadi interaksi antara *Bacillus* sp. dengan pupuk organik dalam mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.

Hipotesis 2 : *Bacillus* sp. efektif dalam mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.

Hipotesis 3 : Pupuk organik efektif dalam menekan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian mengenai “Pemanfaatan *Bacillus* sp. dan Pupuk Organik untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*) pada Tanaman Jagung”, telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Green House Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dimulai pada bulan Juli 2021 sampai bulan Juli 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu kamera, alat tulis, wadah plastik, mikroskop, jarum ose, petridis, tabung reaksi, vortex, gelas objek, tugal, kertas saring, cork borer, bunsen, glasswool, oven, tabung elenmeyer, mikropipet, tong pengukus, polybag dan pisau. Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu benih jagung varietas pertiwi yang diperoleh dari toko pertanian, *Potato Dextrose Agar (PDA)*, *Nutrient Agar (NA)*, sampel tanaman jagung, sampel tanah dari masing-masing perlakuan, aquadest steril, spirtus, air, air steril, KOH 3%, pupuk guano, pupuk kandang dan pupuk kompos yang diperoleh dari toko pertanian.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama isolat *Bacillus* sp. (A) yang terdiri dari 4 perlakuan dan faktor kedua adalah pupuk organik (B) yang terdiri dari 4 perlakuan, sehingga memperoleh 48 perlakuan. Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali dan memperoleh 48 satuan percobaan masing masing percobaan terdiri dari 3 tanaman sehingga terdapat 144 sampel tanaman. Adapun perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Faktor A : *Bacillus* sp.

Taraf : P0 = Tanpa *Bacillus* sp.

P1 = *Bacillus* sp. asal buah naga

P2 = *Bacillus* sp. asal bambu

P3 = *Bacillus* sp. asal rumput gajah

Faktor B : Pupuk Organik

Taraf : B0 = Tanpa pupuk

B1 = Pupuk Guano

B2 = Pupuk Kandang

B3 = Pupuk Kompos

Denah percobaan penelitian adalah sebagai berikut :

P2B1U1	P1B0U1	P2B2U2
P1B2U2	POB3U3	P3B1U3
POB0U3	P2B3U3	P1B3U1
P2B3U2	P3B0U1	P1B2U3
P2B0U3	P3B2U3	P3B2U2
POB0U2	P3B1U1	POB3U2
P1B1U2	P2B1U3	P1B0U2
P3B2U1	POB0U1	P2B0U2
P3B3U1	P3B1U2	POB2U3
POB1U2	P1B2U1	POB3U1
POB1U3	P1B1U1	P3B0U3
POB2U2	P1B3U2	P2B0U1
P2B2U1	P3B3U2	P2B2U3
P3B3U3	P2B3U1	P3B0U2
POB1U1	P1B3U3	P1B0U3
P1B1U3	P2B1U2	POB2U1

3.4 Prosedur Pelaksanaan

3.4.1 Persiapan *R. solani*

1. Isolasi *R. solani* Tanaman Jagung

Patogen *Rhizoctonia solani* di isolasi dengan cara mengambil bagian tanaman jagung yang terserang atau tanah pertanaman jagung yang terinfeksi jamur. Potong bagian yang menunjukkan gejala penyakit dan bagian yang sehat pada sampel yang diambil. Kemudian, sterilisasi potongan sampel secara bertingkat dengan masing- masing durasi 2 menit untuk mencegah rusaknya sampel dan matinya patogen. Keringkan potongan sampel dengan menggunakan tissue dan letakkan pada cawan petri yang berisi media PDA dan diinkubasi selama 7

hari. Jamur yang tumbuh kemudian dimurnikan dan diidentifikasi dengan cara pengamatan makroskopis dengan mengamati bentuk hifa atau miselium, warna, ukuran dan ada tidaknya sklerotia. Pengamatan secara mikroskopis dengan mengamati hifa untuk memastikan bahwa jamur tersebut merupakan patogen *Rhizoctonia solani* (Defitri, 2013).

2. Peremajaan *R. Solani*

Isolat murni *R. Solani* pada petridish dikerok menggunakan jarum ose kemudian ditambahkan 3 ml aquades steril. Isolat yang telah ditambahkan aquades tersebut dituangkan kedalam beaker glass yang telah berisi aquades sebanyak 7 ml dan dilakukan penggojogan hingga homogen sehingga didapatkan 10 ml suspensi spora. Perbanyak *R. Solani* menggunakan teknik Fermentor Sangat Sederhana (FSS). Suspensi spora sebanyak 50 ml dicampur dengan air kelapa muda steril sebanyak 1000 ml dan digojok sampai homogen. Perbanyak dengan menggunakan FSS dapat menyiapkan aerator, KMnO₄, glasswool, suspensi spora, dan aquades. Perbanyak *R. Solani* menggunakan teknik FSS membutuhkan waktu 7 hari dengan suhu 25-28°C (Khadim dkk., 2016).

3. Uji Patogenesitas

Uji patogenesitas dilakukan dengan menggunakan sklerotia dari biakan *R.solani* sebanyak 6, 8 dan 10 yang di inokulasikan pada 3 tanaman jagung yang berumur 4 minggu. Hal tersebut mengacu pada penelitian (Nuryanto dkk., 2010), yang melakukan inokulasi sklerotia *R.solani* pada tanaman padi sebanyak 6, 8, 10 pada masing-masing tanaman uji. Hasil dari uji yang telah dilakukan menunjukkan inokulasi dengan menggunakan 10 sklerotia menyebabkan perkembangan penyakit lebih parah dibandingkan dengan lainnya. Fungsi uji patogenesitas ialah untuk mengetahui tingkat virulensi patogen dan perkembangan keparahan penyakit yang disebabkan oleh patogen *R.solani* serta digunakan sebagai dasar acuan untuk inokulasi pada saat di lapang. Pengamatan uji patogenesitas dilakukan selama 7 hari hingga terdapat tanaman yang terinfeksi dan bergejala.

3.4.2 Persiapan *Bacillus sp.*

1. Eksplorasi dan identifikasi *Bacillus sp.*

Eksplorasi bakteri antagonis dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah (rizosfer) tanaman sesuai perlakuan masing-masing sebanyak 10 gram (Cazorla *et al.*, 2007). Selanjutnya sampel tanah dioven selama 15-30 menit dengan suhu 80°C, lalu diencerkan pada 90 ml air. Sampel tanah yang homogen diambil 0,1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi air steril 9 ml. Setelah itu, dilakukan seri pengenceran hingga 10^{-9} dan pada pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} diambil sebanyak 0,1 ml, lalu ditumbuhkan pada medium NA. Inkubasi dilakukan selama 48 jam dengan suhu 30°C. Selanjutnya melakukan seleksi visual dengan memindahkan 3 koloni tunggal *Bacillus sp.* ke dalam NA lalu diseleksi berdasarkan warna koloni, keadaan koloni, dan uji gram bakteri.

Bakteri antagonis diidentifikasi dengan cara mengamati morfologi koloni tunggal secara visual seperti bentuk tepi, warna koloni, keadaan koloni, dan uji sifat gram dengan KOH 3%. KOH 3% diteteskan pada isolat bakteri dalam gelas objek, jika isolat bakteri termasuk ke dalam kelompok gram negatif maka campuran tersebut akan membentuk lendir (Schaad *et al.*, 2001). Selanjutnya dilakukan uji hipersensitif pada daun tembakau untuk mengetahui sifat patogenik dari bakteri antagonis. Uji HR dilakukan dengan membuat suspensi bakteri dengan kerapatan 10^8 cfu/ml. Kemudian suspensi bakteri diinfiltrasikan pada permukaan bawah daun tembakau menggunakan jarum suntik tanpa jarum kemudian diberi label dan diinkubasikan selama 24 jam. Menurut Departemen Pertanian, (2008) setelah 24 jam daun tembakau yang sudah disuntikkan suspensi diamati reaksinya. Jika terjadi reaksi yang bersifat positif maka akan timbul gejala nekrotik pada jaringan sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa isolat bakteri tersebut bersifat patogenik dan sebaliknya jika reaksinya negatif maka isolat bakteri tersebut tidak bersifat patogenik.

2. Pembuatan Suspensi Bakteri *Bacillus sp.*

Pembuatan suspensi bakteri dilakukan dengan metode pour plat. Pertama melakukan pemanenan bakteri *Bacillus sp.* yang telah dibuat dan dimasukkan ke

dalam tabung elenmeyer ukuran 1 liter sebanyak ½ liter aquades setelah itu mengambil 1 cc suspense bakteri *Bacillus* sp. yang berada di elenmeyer ke dalam tabung reaksi yang berukuran 9 cc aquades dan di campur atau digojok, setelah itu dilakukan pemindahan dari 10 cc suspensi bakteri di tabung reaksi diambil lagi 1 cc dan dipindahkan ke 9 cc aquades ditabung reaksi selanjutnya di lakukan hingga pengenceran mencapai 10^{-6} dan setelah mencapai 10^{-6} kemudian memindahkan ke dalam petri yang telah di beri media NA yang sudah cair digoyang hingga suspensi yang diberikan menyebar dan ditunggu hingga 24 jam. Pengujian ini dapat terjadi karena hasil akhir metode pour plate adalah berupa pertumbuhan bakteri pada dasar medium, tengah medium, dan pada permukaan medium, kemudian dilakukan penghitungan CFU (Colony Forming Unit). Perhitungan CFU digunakan untuk mengetahui jumlah kerapatan koloni pada suspensi bakteri yang akan diberikan dengan menggunakan colony counter, dengan rumus perhitungan CFU : $CFU's / ml = \text{jumlah koloni} \times \text{faktor pengenceran}$ (Waluyo. 2008).

3.4.3 Uji Daya Hambat *Bacillus* sp. terhadap *Rhizoctonia solani* secara *in-vitro*

Uji daya hambat *Bacillus* sp. terhadap patogen jamur *R. Solani* dilakukan dengan menggunakan media PDA. Kertas saring yang telah disterilkan dengan diameter 0,5 cm dimasukkan kedalam suspensi bakteri pada masing-masing perlakuan selama 15 menit dan diletakkan pada petridish yang berisi media PDA. Pengambilan jamur *R. solani* menggunakan cork borer berdiameter 0,5 cm.

Uji antagonis dilakukan dengan menempatkan dua isolat seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Rancangan Penempatan Bakteri Antagonis *Bacillus* sp. dan Patogen *Rhizoctonia solani*. (A) : *Rhizoctonia solani*; (B) : *Bacillus* sp.

Pengamatan uji antagonisme dilakukan dengan membandingkan diameter jamur pada saat kontrol dengan jamur yang diberi perlakuan *Bacillus* sp. kemudian dikalikan 100%. Pengamatan daya hambat dilakukan selang 2 hari sekali sampai H+7. Presentase daya hambat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\% \text{ penghambatan } Rhizoctonia \text{ solani} = \frac{AK-AP}{AK} \times 100\%$$

Keterangan:

AK = Luas biakan *Rhizoctonia solani* pada kontrol

AP = Luas biakan *Rhizoctonia solani* pada perlakuan

3.4.4 Persiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan untuk media tanam sebanyak 5kg dimasukkan kedalam polybag ukuran 60x60 cm. Tanah dibersihkan dari seresah dan dikeringkan sebelum dilakukan sterilisasi. Selanjutnya tanah disterilisasi menggunakan tong pengukus dan dikukus pada suhu 100° C selama 2 jam. Setelah dilakukan sterilisasi, tanah dikeluarkan dan didinginkan (Latifah dkk., 2014). Setelah tanah steril lalu dicampurkan dengan masing-masing perlakuan pupuk dengan perbandingan 1:1.

3.4.5 Prosedur Penelitian

3.4.5.1 Uji Efektifitas *Bacillus* sp. terhadap *Rhizoctonia solani* secara *in-vivo*

1. Penanaman dan Pemeliharaan

Penanaman dilakukan di green house. Benih jagung ditanam pada polybag ukuran 60x60 cm yang telah diisi dengan media tanah. Media tanam yang digunakan untuk penanaman yaitu menggunakan tanah steril dan penambahan pupuk organik sesuai dengan perlakuan. Pembuatan lubang tanam dilakukan menggunakan tugal dengan kedalaman lubang ±3cm. Benih yang digunakan pada setiap lubang tanam sebanyak 3 benih. Penanaman dilakukan dengan menggunakan jarak 15x15 cm. Setelah benih dimasukkan dalam lubang,

kemudian tutup lubang dengan tanah. Pemeliharaan tanaman jagung meliputi pemupukan dan penyiangan gulma. Penyiraman tanaman dilakukan setiap 1 kali sehari, yaitu pada pagi hari. Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh didalam polybag saat gulma tumbuh. Pupuk organik yang digunakan dalam penelitian mempunyai kandungan yang berbeda-beda. Berikut merupakan kandungan pupuk organik yang digunakan.

Kandungan	Jenis Pupuk Organik		
	Pupuk kandang sapi trubus	Pupuk kompos	Pupuk guano
C/N ratio (%)	13,31	11,0	7,81
N (%)	0,70	0,22	1,00
P (%)	0,82	4,46	5,00
K (%)	2,48	12,5	0,50
C-organik (%)	9,32	26,0	7,23

Sumber : pupuk kandang sapi trubus (Tantri dkk, 2016), pupuk kompos (UD. Istana Lestari Agro), pupuk guano (Vietgrow).

2. Aplikasi *Bacillus sp.*

Aplikasi *Bacillus sp.* dilakukan dengan menggunakan kerapatan 108 CFU. MI⁻¹ dengan volume suspensi 15 cc. Aplikasi dilakukan pada saat sebelum tanam dengan cara merendam benih jagung ke dalam suspensi *Bacillus sp.* (Djaenuddin dkk., 2017).

3. Inokulasi *Rhizoctonia solani*

Inokulasi *R. solani* dilakukan pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah tanam. Inokulasi dilakukan dengan cara meletakkan sklerotia di dalam tanah dekat perakaran tanaman sebanyak 10 sklerotia per tanaman, setelah itu permukaan media di sungkup dengan plastik sampai muncul gejala (Andam Sari, 2020).

4. Pengamatan

Pengamatan berkala dilakukan setiap dua hari sekali dengan melihat atau memantau terjadinya perubahan kondisi dari tanaman jagung yang telah ditanam dan gangguan lainnya.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Secara In Vivo

1. Masa Inkubasi

Masa inkubasi adalah periode waktu yang dibutuhkan oleh patogen sejak awal inokulasi hingga timbulnya gejala busuk pelepah. Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari dari inokulasi patogen sampai tanaman jagung muncul gejala. Data yang didapat kemudian dirata-rata (Sinaga, 2003).

2. Keparahan Penyakit

Keparahan penyakit dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat serangan penyakit dan perkembangan penyakit pada tanaman. Keparahan penyakit dapat dimulai dari tanaman berumur 7 HSI. Cara pengamatan keparahan penyakit dapat dilakukan dengan mengambil sampel daun pada 1 tanaman pada bagian daun atas, tengah dan bagian bawah serta menghitungnya menggunakan rumus. Menurut Ginting, (2013) Pengamatan keparahan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dihitung dengan rumus:

$$\text{Keparahan Penyakit} = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

n : jumlah tanaman yang terinfeksi pada setiap kategori

v : nilai skor pada setiap kategori

N : jumlah tanaman yang diamati

V : nilai skor tertinggi

Nilai numerik atau skala serangan penyakit busuk pelepah pada jagung mengikuti skala (Soenartiningsih dkk., 2014) sebagai berikut:

Skor 1 = Gejala hawar hanya pada satu pelepah daun paling bawah dengan bercak sangat kecil dan sedikit.

Skor 2 = Gejala hawar sudah sampai pada pelepah daun keempat dari bawah, lesion banyak dan menyatu.

Skor 3 = Gejala hawar sudah sampai pada satu ruas di bawah tongkol.

Skor 4 = Gejala hawar sudah sampai pada tongkol dan permukaan daun memutih seperti pita, ukuran tongkol tidak normal dan beberapa tanaman ada yang sudah mati.

Skor 5 = Batang mengerut, bentuk tongkol tidak normal, dan susunan biji tidak

teratur, umumnya tanaman mati sebelum waktunya. Pada kondisi ini sklerosia banyak dijumpai pada tongkol dan rambut

3. Laju Infeksi

Laju infeksi merupakan suatu angka menunjukkan perkembangan patogen per-unit dari waktu ke waktu. Nilai laju infeksi dipengaruhi oleh nilai keparahan. Menurut Pajrin dkk (2013), pengamatan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam, pengamatan selanjutnya dilakukan dengan interval sekali seminggu sebanyak 7 kali. Rumus laju infeksi sebagai berikut:

$$r = 2,3/t(\log I/(1-X_t) - \log I/(1-X_0))$$

r : laju infeksi,

X₀ : proporsi penyakit awal,

X_t : proporsi penyakit pada waktu t

t : waktu pengamatan

4. Efektifitas Isolat *Bacillus* sp. Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani*

. Nilai efektifitas juga dipengaruhi oleh nilai keparahan penyakit yang diamati setiap minggu. Kemampuan *Bacillus* sp. dalam menghambat *Rhizoctonia solani* pada tanaman jagung dilihat pada tingkat keparahan penyakit, kemudian dapat dihitung tingkat keefektifannya dengan menggunakan rumus:

$$\Sigma = K - P/P \times 100\%$$

Keterangan:

Σ = Nilai efektivitas keparahan

K = Kontrol tanpa perlakuan

P = Nilai keparahan setiap perlakuan

3.6 Analisa Data

Analisis data dalam penelitian menggunakan sidik ragam ANOVA (*Analysis of Varians*), jika berbeda nyata analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk grafik maupun gambar.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Karakteristik *R. solani* Penyebab Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung

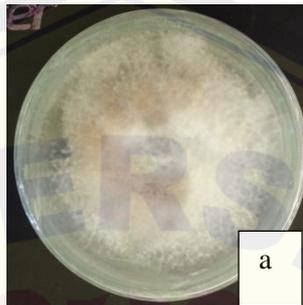
Rhizoctonia solani merupakan cendawan penyebab penyakit busuk pelepah tanaman jagung. Gejala yang timbul setelah dilakukan inokulasi *R. Solani* yaitu adanya hawar pada bagian pelepah lalu meluas keseluruh tubuh tanaman sehingga menyebabkan tanaman layu. Tanaman yang sudah terserang dan menimbulkan gejala hawar juga akan diikuti oleh tumbuhnya sklerotia yang berawal dari berwarna putih dan berubah berwarna coklat yang muncul di sela-sela pelepah yang sudah layu (Soenartiningasih dkk., 2015).



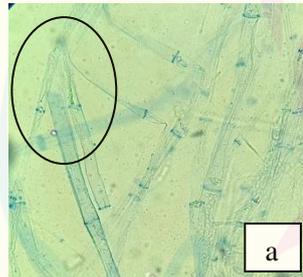
Gambar 4.1 Gejala penyakit busuk pelepah tanaman jagung, (a) tanaman jagung sehat, (b) Hawar dibagian Pelepah, (c) tanaman layu, (d) adanya sklerotia

Eksplorasi dilakukan pada bagian tanaman jagung yang sakit yang kemudian di isolasikan dan dimurnikan kedalam media PDA untuk menghasilkan isolat murni. Ciri-ciri isolat murni *R. Solani* yaitu memiliki miselium yang berwarna putih kecoklatan dan pada hari ke tujuh akan tumbuh sklerotia pada isolat didalam PDA (Gambar 4.2). Hal tersebut didukung oleh pernyataan Soenartiningasih dkk., (2014) bahwa ciri ciri isolat murni *R. Solani* pada PDA yaitu memiliki miselium yang berwarna putih, sklerotia muda berwarna putih lalu berubah menjadi kecoklatan dan berbentuk bulat atau tidak beraturan dan ukurannya bervariasi tergantung pada isolatnya. Hasil pengamatan tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian Sumartini (2012) yang menyatakan bahwa *R. Solani*

memiliki hifa yang tidak membentuk spora akan tetapi membentuk sklerotia. Hasil pengamatan secara mikroskopik menghasilkan karakteristik cendawan *R. Solani* yaitu adanya percabangan pada hifa atau miselium yang hampir siku serta memiliki sekat (Gambar 4.3). Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Wibisono dkk. (2014) bahwa hifa *R. Solani* memiliki percabangan yang hampir siku serta pada titik percabangan terdapat lekukan dan bersekat.



Gambar 4.2 Karakteristik cendawan *R. solani* secara makroskopis, (a.) biakan murni *R. solani* umur 7 hari, (b.) munculnya sklerotia berwarna coklat pada umur 14 hari.



Gambar 4.3 karakteristik cendawan *R. solani* secara mikroskopik (a) percabangan hifa atau miselium *R. Solani* hampir siku dan bersekat.

4.1.2 Uji Patogenesitas *R. solani*

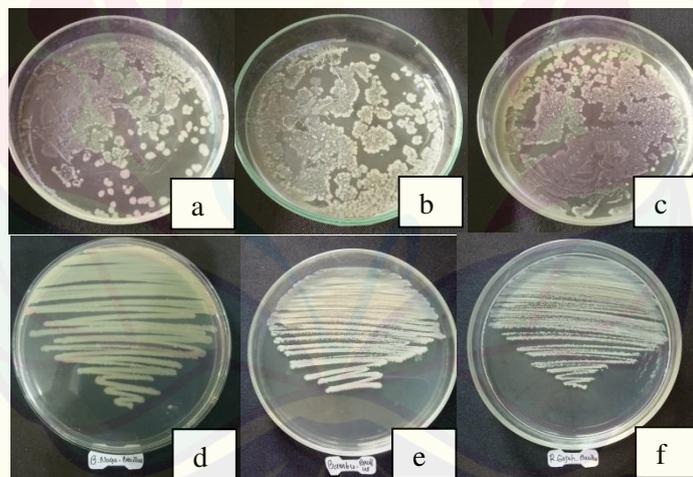
Hasil pengujian Patogenesitas yang telah dilakukan menunjukkan adanya gejala hawar yang meluas pada bagian pelepah pada hari ke 4 setelah inokulasi pathogen (Gambar 4.4) munculnya gejala penyakit busuk pelepah tercepat ditunjukkan oleh inokulasi dengan menggunakan 10 sklerotia.



Gambar 4.4 Hasil Uji Patogenesis *R.solani* pada tanaman jagung (a) Tanaman sehat dan tidak terdapat hawar (b) Muncul gejala di bagian pelepah pada hari ke-4 setelah inokulasi menggunakan 10 sklerotia.

4.1.3 Karakteristik Bakteri *Bacillus* sp. sebagai Pengendali Agens Hayati

Hasil isolasi bakteri *Bacillus* sp. yang diperoleh dari eksplorasi dari berbagai macam tanah asal pertanaman yang ditumbuhkan pada media NA menunjukkan bahwa isolat mempunyai koloni bulat, berwarna putih, tepi tidak rata dan tidak mengkilat (Gambar 4.5).

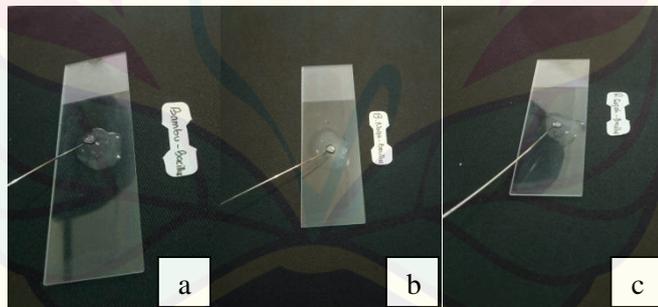


Gambar 4.5 Karakteristik isolat *Bacillus* sp. (a) Hasil isolasi awal *Bacillus* sp. asal buah naga (b) Hasil isolasi awal *Bacillus* sp. asal bambu (c) Hasil isolasi awal *Bacillus* sp. asal rumput gajah (d) isolat murni *Bacillus* sp. asal buah naga (e) isolat murni *Bacillus* sp. asal bambu (f) isolat murni *Bacillus* sp. asal rumput gajah.

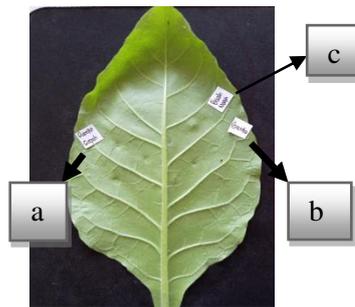
Tabel 4.1 Karakteristik Uji *Bacillus* sp.

No.	Isolat <i>Bacillus</i> sp.	Uji Gram	Uji HR
1.	<i>Bacillus</i> sp. asal Bambu	Gram (+)	Reaksi (-)
2.	<i>Bacillus</i> sp. asal Rumput gajah	Gram (+)	Reaksi (-)
3.	<i>Bacillus</i> sp. asal Buah naga	Gram (+)	Reaksi (-)

Hasil uji gram beberapa isolat *Bacillus* sp. menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus* sp. merupakan bakteri gram positif yang ditandai dengan tidak terbentuknya benang lendir dan tidak lengket ketika jarum ose diangkat (Gambar 4.6). Hasil pengujian tersebut sesuai dengan penelitian Syofiana dan Masnilah (2019), bahwa *Bacillus* sp. merupakan bakteri gram positif. Pengujian selanjutnya yaitu uji HR yang dilakukan pada tanaman tembakau. Hasil uji HR yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa reaksi yang ditunjukkan oleh bakteri tersebut termasuk kedalam reaksi negatif, karena tidak muncul gejala nekrosis pada daun tembakau (Gambar 4.7).



Gambar 4.6 Hasil pengujian gram menggunakan KOH 3% (a) *Bacillus* sp. asal tanah pertanaman bambu, (b) *Bacillus* sp. asal tanah pertanaman buah naga, (c) *Bacillus* sp. asal tanah pertanaman rumput gajah.



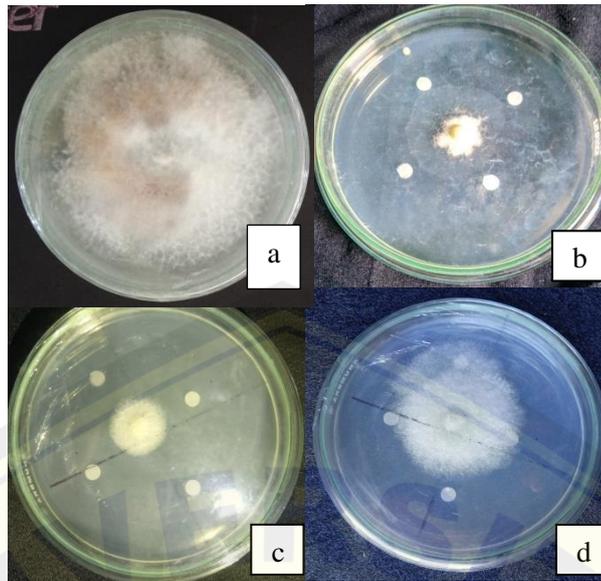
Gambar 4.7 Hasil pengujian Hipersensitif menggunakan daun tembakau (a) *Bacillus* sp. asal tanah pertanian rumput gajah, (b) *Bacillus* sp. asal tanah pertanian bambu, (c) *Bacillus* sp. asal tanah pertanian buah naga.

4.1.4 Pengujian Daya Hambat *Bacillus* sp. terhadap *R. solani*

Tabel 4.2 uji daya hambat *Bacillus* sp. terhadap *R. solani*

No.	Perlakuan	Jari-jari <i>R.solani</i> (cm)	Persentase Hambatan	Konsistensi Hambatan
1.	Kontrol	9	0,00	
2.	<i>Bacillus</i> sp. asal Rumput gajah	1	88,88	Konsisten
3.	<i>Bacillus</i> sp. asal bambu	1,25	86,11	Konsisten
4.	<i>Bacillus</i> sp. asal buah Naga	3,5	61,11	Tidak Konsisten

Kemampuan daya hambat dari ketiga isolat *Bacillus* sp. yang di uji secara *In Vitro* memiliki tingkat konsistensi dan presentase hambatan yang berbeda beda. Hasil uji daya hambat beberapa isolat yang berasal dari tanah yang berbeda diketahui bahwa *Bacillus* sp. asal bambu memiliki daya hambat yang paling baik yaitu sebesar 88,88%, kemudian isolat *Bacillus* sp. asal rumput gajah mampu menghambat pertumbuhan *R. Solani* dengan presentase daya hambat 86,11%. Isolat yang paling kecil presentase daya hambatnya yaitu isolat asal buah naga sebesar 61,11%. Dapat dilihat pada Gambar 4.8 Isolat yang berasal dari buah naga memiliki konsistensi hambatan tidak konsisten dalam hambatan pertumbuhan miselium *R. Solani* secara *In Vitro*.



Gambar 4.8 Hasil uji daya hambat *Bacillus* sp. terhadap *R. Solani* H+7 pada media PDA (a) pertumbuhan *R. solani* tanpa *Bacillus* sp., (b) uji daya hambat *Bacillus* sp. asal tanah pertanaman bambu, (c) uji daya hambat *Bacillus* sp. asal tanah pertanaman rumput gajah, (d) uji daya hambat *Bacillus* sp. asal tanah pertanaman buah naga.

4.1.5 Masa Inkubasi Penyakit Busuk Pelelah Tanaman Jagung

Masa inkubasi merupakan periode waktu yang dibutuhkan oleh patogen sejak awal inokulasi hingga timbulnya gejala busuk pelelah. Masa inkubasi penyakit busuk pelelah dihitung dari inokulasi patogen hingga munculnya gejala. Efektivitas *Bacillus* sp. dalam menghambat pertumbuhan *R. solani* diketahui dengan adanya gejala busuk pelelah seperti adanya hawar kecil yang berwarna kemerahan dan berubah menjadi abu-abu dan akhirnya meluas ke seluruh tubuh tanaman. Berikut ini merupakan tabel masa inkubasi:

Tabel 4.3 Masa Inkubasi Penyakit Busuk Pelepah

Masa Inkubasi (HSI)				
Ket:	P0	P1	P2	P3
P = <i>Bacillus</i> sp.				
B = Pupuk				
B0	4-7	4-11	5-9	5-7
B1	4-8	7-9	7-11	7-11
B2	4-10	5-9	5-11	5-14
B3	4-8	8-12	7-12	7-14

Hasil pengamatan masa inkubasi dari semua perlakuan yang tercepat yaitu pada perlakuan P0B0, P0B1, P0B2, P0B3, P1B0 dengan masa inkubasi 4 HSI. Sedangkan perlakuan dengan masa inkubasi paling lama yaitu pada perlakuan P1B3 (*Bacillus* sp. asal buah naga dan pupuk kompos) dengan masa inkubasi 8 HSI.

4.1.6 Perkembangan Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung dengan Aplikasi *Bacillus* sp.

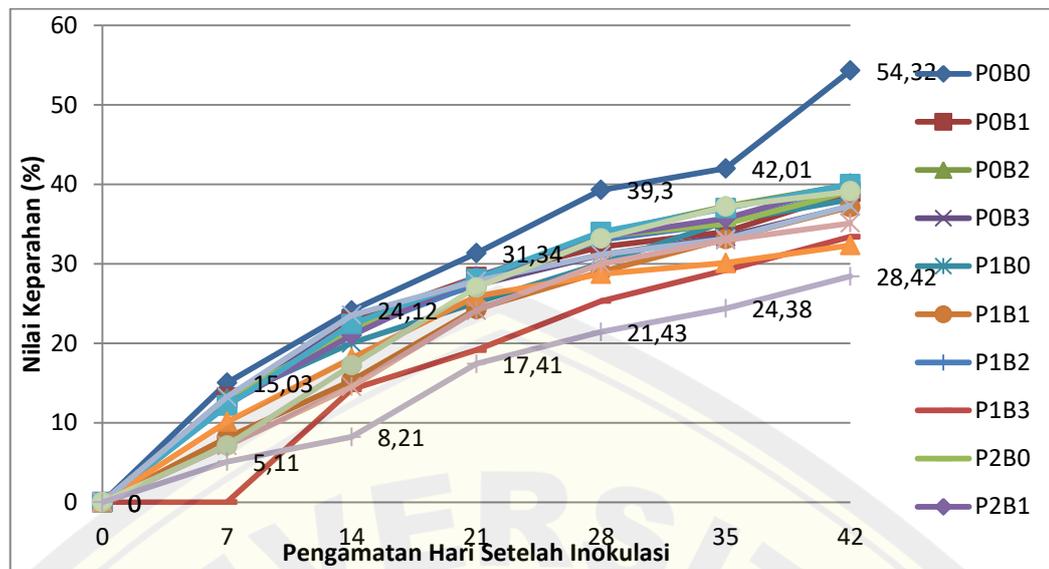
Penyakit busuk pelepah yang telah diinokulasikan ke tanaman jagung dapat dilihat pada hari ke-4 setelah inokulasi ditandai dengan munculnya gejala hawar kemerahan yang berubah menjadi abu-abu pada pelepah daun terbawah hingga meluas sampai bagian tongkol (Gambar 4.9).



Gambar 4.9 Perkembangan penyakit busuk pelepah jagung (a) Tanaman jagung sehat, tidak terdapat gejala hawar pada pelepah dan susunan biji pada tongkol teratur, (b) Termasuk skala 1, gejala pada satu pelepah daun paling bawah serta gejalanya sedikit (c) Termasuk skala 2, gejala sudah sampai pelepah daun keempat (d) Termasuk skala 3, gejala di bawah tongkol (e) Termasuk skala 4, gejala sudah sampai tongkol (f) Termasuk skala 5, batang dan tongkol tidak normal, susunan biji tidak teratur, tanaman mati dan terdapat sklerotia.

4.1.7 Keparahan Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung

Keparahan penyakit dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat serangan penyakit dan perkembangan penyakit pada tanaman. Keparahan penyakit diamati dimulai dari 7 HSI. Keparahan penyakit dapat dilakukan dengan mengambil sampel daun pada 1 tanaman pada bagian daun atas, tengah dan bagian bawah serta dicocokkan dengan skala keparahan penyakit. Keparahan penyakit busuk pelepah disajikan pada grafik sebagai berikut.



Gambar 4.10 Grafik Perkembangan Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung

Pada gambar 4.10 menunjukkan bahwa tingkat keparahan penyakit busuk pelepah setiap minggunya mengalami kenaikan. Tingkat keparahan pada setiap perlakuan berbeda-beda. Pada perlakuan kontrol P0B0 (tanpa *Bacillus* sp. dan tanpa pupuk) memiliki nilai keparahan paling tinggi yaitu sebesar 54,32% dan pada perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah dengan pupuk kompos) memiliki nilai keparahan paling rendah yaitu sebesar 28,42%. Berdasarkan hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa variabel keparahan penyakit pada 42 HSI berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf kepercayaan 5% yang disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Keparahan Penyakit Busuk Pelepah 42 HSI

Perlakuan	Keparahan Penyakit <i>R.solani</i> 42 HSI (%)			
	P0	P1	P2	P3
B0	54,32 e	38,12 cd	39,12 d	37,31 cd
B1	39,01 cd	37,14 cd	40,12 d	35,12 bc
B2	39,98 d	39,23 d	40,02 d	39,12 d
B3	37,24 cd	33,41 b	32,34 b	28,42 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji DMRT 5%.

Pada tabel 4.4 diatas tingkat keparahan penyakit busuk pelepah setiap minggunya mengalami kenaikan. Tingkat keparahan pada setiap perlakuan berbeda-beda. Pada perlakuan kontrol P0B0 (tanpa *Bacillus* sp. dan tanpa pupuk) memiliki nilai keparahan paling tinggi yaitu sebesar 54,32% dan pada perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah dengan pupuk kompos) memiliki nilai keparahan paling rendah yaitu sebesar 28,42%.

4.1.8 Laju Infeksi Penyakit Busuk Pelepah Tanaman Jagung

Laju infeksi merupakan suatu angka menunjukkan perkembangan patogen per-unit dari waktu ke waktu. Nilai laju infeksi dipengaruhi oleh nilai keparahan penyakit yang diamati mulai dari umur 14 HST dan diamati setiap minggunya. Dibawah ini merupakan tabel laju infeksi busuk pelepah:

Tabel 4.5 Laju Infeksi Busuk Pelepah Jagung

Perlakuan	Laju Infeksi (%)			
	P0	P1	P2	P3
B0	0,35 bc	0,045 a	0,044 a	0,041 a
B1	0,099 b	0,042 a	0,025 a	0,029 a
B2	0,075 a	0,045 a	0,029 a	0,019 a
B3	0,045 a	0,025 a	0,015 a	0,008 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda nyata menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji DMRT 5%.

Pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol P0B0 (tanpa *Bacillus* sp. dan tanpa pupuk) memiliki laju infeksi tercepat yaitu sebesar 0,35%. Hal tersebut searah dengan nilai keparahan karena perlakuan kontrol merupakan perlakuan yang tingkat keparahannya paling tinggi. Sedangkan laju infeksi terendah yaitu pada perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah dan Pupuk kompos) sebesar 0,008%.

4.1.9 Efektifitas *Bacillus* sp. Menekan Pertumbuhan *R.solani*

Kemampuan *Bacillus* sp. dalam menghambat *Rhizoctonia solani* pada tanaman jagung dilihat pada tingkat keparahan penyakit. Nilai efektivitas juga dipengaruhi oleh nilai keparahan penyakit yang diamati setiap minggu, semakin rendah nilai keparahan maka semakin besar nilai efektivitasnya. Pada tabel 4.6 dibawah ini menunjukkan bahwa perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah dan pupuk kompos) memiliki nilai efektivitas tertinggi yaitu sebesar 61,9%.

Tabel 4.6 Efektivitas *Bacillus* sp. menekan pertumbuhan *R.solani*

Perlakuan	Nilai Efektivitas (%)			
	P0	P1	P2	P3
B0	0	51,17	51,19	26,19
B1	15,48	32,45	59,42	60,14
B2	15,48	33,52	60,14	59,42
B3	51,17	59,42	59,42	61,9

4.2 Pembahasan

Isolat *R. Solani* yang diperoleh dari hasil eksplorasi berupa bagian pelepah yang sakit dan yang sehat yang diambil dari lahan pertanaman jagung di daerah Antirogo, Kabupaten Jember memiliki ciri-ciri yaitu adanya miselium yang berwarna putih dan berubah coklat kekuningan setelah tua, dan akan diikuti dengan tumbuhnya sklerotia yang berawal berwarna putih dan berubah menjadi kecoklatan yang berbentuk bulat dan pipih tak beraturan. Menurut Rotasouw dkk. (2020), menyatakan bahwa pertumbuhan *R.solani* berlangsung sangat cepat. Isolat sudah mulai tumbuh pada hari 3 dengan menunjukkan adanya gumpalan hifa yang berwarna putih dan pada hari ke-7 isolat sudah memenuhi cawan petri yang memiliki diameter 9 cm, dan pada hari ke-14 pada isolat sudah terdapat sklerotia yang berwarna kecoklatan (Gambar 4.2). Hal tersebut didukung oleh pernyataan

Soenartiningih dkk., (2014) bahwa ciri ciri isolat murni *R. Solani* pada PDA yaitu memiliki miselium yang berwarna putih, sklerotia muda berwarna putih lalu berubah menjadi kecoklatan dan berbentuk bulat atau tidak beraturan dan ukurannya bervariasi tergantung pada isolatnya.

Pada penelitian Wibisono dkk. (2014) menyatakan bahwa *R.solani* memiliki sklerotia yang berbeda dengan cendawan lainnya karena sklerotia pada *R.solani* tidak berlapis, sehingga sklerotianya berbentuk bulat dan pipih yang tidak beraturan. Sklerotia terbentuk dari sekumpulan sel-sel hifa yang memadat. Besarnya populasi sklerotia yang muncul maka semakin banyak sel hidup yang berfungsi sebagai inokulum, sehingga berpengaruh terhadap tingkat keparahan penyakit. Pada pengamatan karakteristik isolat secara mikroskopis ditunjukkan dengan ciri-ciri adanya percabangan pada hifa atau miselium yang hampir siku serta memiliki sekat (Gambar 4.3). Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Syahputri, (2018) yang menyatakan karakteristik mikroskopis menunjukkan bahwa jamur patogen memiliki hifa yang bersekat dan percabangan yang membentuk sudut siku.

Inokulasi *R.solani* yang dilakukan dengan meletakkan 10 sklerotia disekitar area perakaran tanaman jagung, yang kemudian media disungkup agar media tetap lembab karena kondisi tersebut sangat mendukung pertumbuhan *R.solani*. Sklerotia yang sudah diinokulasikan kedalam tanah dekat perakaran akan membentuk hifa aktif yang dapat menyerang tanaman. Hifa tersebut akan bergerah ke daerah perakaran dan akan berkembang pada permukaan luar jaringan tanaman sebelum menyebar ke seluruh tubuh tanaman dengan membentuk apresorium untuk melakukan penetrasi ke dalam sel tanaman. Gejala awal yang timbul di KOI yaitu ditunjukkan dengan adanya hawar yang berwarna kemerahan yang terdapat pada pelepah yang semakin lama meluas ke seluruh tubuh tanaman, kemudian tanaman menjadi layu dan tongkol akan menjadi kering dan busuk (Soenartiningih dkk., 2015). Berdasarkan hasil uji patogenesis dalam penelitian ini menunjukkan bahwa *R.solani* merupakan cendawan patogen yang menyebabkan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung (Gambar 4.4).

Berdasarkan hasil isolasi *Bacillus* sp. terdapat 3 isolat yang berasal dari

rhizosfer tanaman yang berbeda. Isolat mempunyai ciri-ciri koloni bulat, berwarna putih, tepi tidak rata dan tidak mengkilat (Gambar 4.5). Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Fakhrudin dan Nurcahyanti (2020) bahwa *Bacillus* sp. pada umumnya memiliki warna putih, memiliki karakteristik yang bervariasi seperti memiliki bentuk koloni besar, melingkar, bergelombang, tepi berombak, tekstur halus. Pengujian bakteri *Bacillus* sp. dilakukan dengan uji fisiologis yaitu dengan melakukan uji gram dan uji hipersensitif.

Hasil pengujian gram beberapa isolat *Bacillus* sp. menggunakan KOH 3% menunjukkan hasil bahwa sebanyak 3 isolat bakteri bereaksi negatif dan bersifat gram positif. Hal tersebut ditandai dengan tidak terbentuknya benang lendir dan tidak lengket ketika jarum ose diangkat (Gambar 4.6). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Wati dkk. (2017) bahwa isolat *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang termasuk ke dalam bakteri gram positif. Struktur dinding sel mempengaruhi sifat gram suatu bakteri, dimana bakteri gram positif memiliki dua membran sel yang disusun oleh membran plasma dalam dan plasma luar. Diantara kedua plasma tersebut terdapat polimer peptidoglikan kurang dari 10%. Membran plasma dengan lapisan peptidoglikan yang tebal yaitu lebih dari 30% merupakan membran yang dimiliki oleh bakteri gram positif (Kerr and Gibb, 1997). Hasil uji HR yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa reaksi yang ditunjukkan oleh bakteri tersebut termasuk ke dalam reaksi negatif, karena tidak muncul gejala nekrosis pada daun tembakau (Gambar 4.7). Syofiana dan Masnilah (2019) menyatakan bahwa tidak terdapat gejala nekrosis pada daun tembakau menandakan bahwa isolat bakteri *Bacillus* sp. bereaksi negatif dan bakteri tersebut berpeluang sebagai agen hayati serta tidak berpotensi sebagai patogen.

Kemampuan daya hambat dari ketiga isolat *Bacillus* sp. yang di uji secara *In Vitro* memiliki tingkat konsistensi dan presentase hambatan yang berbeda-beda. Hasil uji daya hambat beberapa isolat yang berasal dari tanah yang berbeda diketahui bahwa *Bacillus* sp. asal bambu memiliki daya hambat yang paling baik. Menurut Irfanti dkk, (2021), menyampaikan bahwa bambu merupakan tanaman yang memiliki daya tumbuh baik pada berbagai jenis iklim, pada rhizosfer maupun perakaran bambu banyak mengandung mikroorganisme yang dapat

mengkoloni perakarannya sehingga tahan terhadap patogen. Isolat yang memiliki presentase daya hambat paling rendah yaitu isolat asal buah naga. Dapat dilihat pada Gambar 4.8 Isolat yang berasal dari buah naga memiliki konsistensi hambatan tidak konsisten dalam hambatan pertumbuhan miselium *R. Solani* secara *In Vitro*. Menurut Khadim dkk. (2016) Jamur akan tumbuh dengan baik jika jamur berada pada media yang cukup baik dan kondisi yang mendukung serta cocok untuk pertumbuhannya. Sehingga penghambatan dari bakteri antagonis akan mempengaruhi pertumbuhan dari jamur itu dan lama kelamaan akan mengalami kematian. Hasil pengujian secara *in-vitro* tidak selalu berkorelasi dengan hasil pengujian dilapang seperti yang dikemukakan Cook dan Barker (1983) bahwa pengujian secara *in vitro* sering memberikan hasil yang berbeda, hal tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu faktor isolat antagonis yang digunakan, patogen yang dipakai, penggunaan varietas tahan serta faktor lingkungan juga mempengaruhi.

Selain pengujian secara *in vitro*, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian secara *in vivo* yang diantaranya ialah masa inkubasi, tingkat keparahan penyakit, laju infeksi, dan nilai efektivitas bakteri antagonis dengan patogen. Hasil pengamatan masa inkubasi dari semua perlakuan yang tercepat yaitu pada perlakuan P0B0, P0B1, P0B2, P0B3, P1B0 dengan masa inkubasi 4 HSI. Sedangkan perlakuan dengan masa inkubasi paling lama yaitu pada perlakuan P1B3 dengan masa inkubasi 8 HSI. Rata-rata gejala muncul pada 5 HSI. Gejala awal yang muncul ialah adanya hawar kecil yang berwarna kemerahan dan berubah menjadi abu-abu dan akhirnya meluas ke seluruh tubuh tanaman. Masa inkubasi suatu patogen dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor lingkungan yang sesuai, tingkat virulensi patogen, inang rentan dan keefektifan agen hayati.

Keparahan penyakit dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat serangan penyakit dan perkembangan penyakit pada tanaman. Pada tabel 4.4 tingkat keparahan penyakit busuk pelepah setiap minggunya mengalami kenaikan. Tingkat keparahan pada setiap perlakuan berbeda-beda. Pada perlakuan kontrol P0B0 (tanpa *Bacillus* sp. dan tanpa pupuk) memiliki nilai keparahan paling tinggi yaitu sebesar 54,32% dan pada perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah

dengan pupuk kompos) memiliki nilai keparahan paling rendah yaitu sebesar 28,42%. Berdasarkan hasil penelitian Suhastyo (2017) menyatakan bahwa pupuk kompos mengandung banyak mikroorganisme, sehingga dengan adanya pupuk kompos tersebut juga dapat memacu perkembangan mikroorganisme di dalam tanah.

Pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol P0B0 (tanpa *Bacillus* sp. dan tanpa pupuk) memiliki laju infeksi tercepat yaitu sebesar 0,35%. Hal tersebut searah dengan nilai keparahan karena perlakuan kontrol merupakan perlakuan yang tingkat keparahannya paling tinggi. Sedangkan laju infeksi terendah yaitu pada perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah dan Pupuk kompos) sebesar 0,008%. Faktor yang menyebabkan laju infeksi yaitu adanya ketersediaan inokulum, jaringan inang masih cukup banyak untuk diinfeksi dan faktor cuaca yang mendukung pertumbuhan patogen untuk melakukan infeksi (Manengkey dan Sanewe, 2011).

Nilai efektifitas juga dipengaruhi oleh nilai keparahan penyakit yang diamati setiap minggu, semakin rendah nilai keparahan maka semakin besar nilai efektifitasnya. Pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa perlakuan P3B3 (*Bacillus* sp. asal rumput gajah dan pupuk kompos) memiliki nilai efektifitas tertinggi yaitu sebesar 61,9%. *Bacillus* sp. dapat menekan perkembangan penyakit karena memiliki peran sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Bakteri *Bacillus* sp. dalam mengendalikan penyakit tanaman terhadap serangan patogen diduga dilakukan dengan cara kompetisi, induksi ketahanan dan antibiosis. Dari beberapa perlakuan yang ada, isolat *Bacillus* sp. dikombinasikan dengan pupuk kompos (P3B3) yang memiliki hasil terbaik yaitu mampu menghambat *R.solani*, perlakuan tersebut menunjukkan tingkat keparahan terendah yaitu sebesar 28,42%, dengan presentase keefektifan tertinggi yaitu 61,9%. Hal tersebut didukung oleh tingkat keparahan penyakit serta laju infeksi yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Menurut Sulistyoningtyas dkk, (2017) menyatakan bahwa mekanisme secara antibiosis dilakukan dengan cara menghasilkan metabolik sekunder seperti siderofor, antibiotik, dan enzim ekstra seluler serta mampu mensintesis enzim

degradasi dinding sel patogen. *Bacillus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman diduga karena menghasilkan hormon IAA (*Indol-3 asetat acid*), auksin dan sitokinin yang dapat merangsang pembelahan sel, mengatur pembesaran sel dan memacu penyerapan nutrisi tanaman (Sugiyanta dan Septianti, 2019). Penambahan bahan organik juga dapat mempengaruhi perkembangan penyakit tanaman selain dari faktor aplikasi *Bacillus* sp., hal tersebut dibuktikan dengan perlakuan terbaik pada perlakuan *Bacillus* sp. dengan penambahan pupuk kompos.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. *Bacillus* sp. asal rumput gajah dan pupuk organik kompos mampu menekan dan mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dengan tingkat keparahan penyakit terendah yaitu sebesar 28,42%, laju infeksi sebesar 0,008%, dan efektivitas dalam menekan pertumbuhan penyakit sebesar 61,9%.
2. Perlakuan dengan *Bacillus* sp. asal rumput gajah diketahui lebih efektif menekan penyakit busuk pelepah tanaman jagung, perlakuan tersebut merupakan perlakuan terbaik karena tingkat keparahan penyakit terendah yaitu sebesar 28,42% dengan laju infeksi sebesar 0,008%, dan efektivitas dalam menekan pertumbuhan penyakit sebesar 61,9%.
3. Pupuk organik kompos paling efektif dalam menekan pertumbuhan penyakit busuk pelepah jagung dengan presentase keefektifan tertinggi yaitu 61,9% dengan tingkat keparahan penyakit terendah yaitu sebesar 28,42% dan laju infeksi sebesar 0,008%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan maka disarankan Perlu adanya penelitian lanjutan terkait pengaruh penggunaan *Bacillus* sp. dalam mengendalikan *R.solani* serta pengaruh positifnya terhadap hasil produksi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Andam Sari, C. F. 2020. *Efektivitas Beberapa Isolat Pseudomonas Fluorescens Untuk Mengendalikan Patogen Rhizoctonia Solani Penyebab Penyakit Busuk Pelepah Pada Tanaman Jagung (Zea Mays L.)*. Skripsi: Universitas Jember.
- Badan Pusat Statistik, 2017. Produksi Jagung Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2007-2017 (Ton). <https://jatim.bps.go.id/>. Diakses pada Tanggal 23 Desember 2018.
- Barnito, N., 2009. Budidaya Tanaman Jagung. <http://nugrohobarnito.blog.plasa.com>. Diakses 24 Maret 2012.
- Bulluck, L.R. III & J.B. Ristaino. 2002. Effect of Synthetic and Organic Soil Fertility Amendment on Southern Blight, Soil Microbial Communities, and Yield of Processing Tomato. *Phytopathology* 92: 181–189.
- Cazorla, F.M., D. Romero, A.Perez-Garcia, B.J.J. Lugtenberg, A. de Vicente, and G. Bloemberg. 2007. Isolation and Characterization of Antagonistic *Bacillus subtilis* Strains from the Avocado Rhizosphere Displaying Biocontrol Activity. *Journal of Applied Microbiology* 103:1950–1959.
- Ceresini, P. 1999. *Rhizoctonia solani*, Pathogen Profile As One Of The Requirements Of The Course. *Soilborne Plant Pathogens*. NC. State University. <http://www.cals.ncsu.edu>. Akses 20 April 2005.
- Defitri, Y. 2013. Identifikasi Jamur Patogen Penyebab Penyakit Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) di Lubuk Ruso Kecamatan Pelayung Kabupaten Batang Hari Jambi. *Universitas Batanghari Jambi*, 13(4): 113-117.
- Departemen Pertanian. 2008. *Pedoman Diagnosis OPTK Golongan Bakteri*. Badan Karantina Pertanian.
- Djaenuddin, N., Nurnina, N. Dan Amran, M. 2017. Efektivitas Formula *Bacillus subtilis* TM4 untuk Pengendalian Penyakit pada Tanaman Jagung. *Fitopatologi*, 13(4): 1113-1118.
- Fakhrudin, D. K. dan Nurcahyanti, S.D. 2020. Viabilitas *Bacillus* sp. sebagai Agen Antagonis Patogen Tanaman dalam Formulasi Berbahan Dasar Tepung. *Pengendalian Hayati*, 3(1): 29-37.
- 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.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan : Konsep dan Aplikasi*. Bandar

Lampung.: Lembaga Penelitian Universitas Lampung.

- Hidayah, N. Dan Yulianti, T. 2015. Uji Antagonisme *Bacillus cereus* terhadap *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfsii*. Buletin Tanaman Tembakau, 7(1): 1-8.
- Islam, MdR, Jeong YT, Lee YS, & Song CH. 2012. Isolation And Identification Of Antifungal Compounds From *Bacillus subtilis* C9 Inhibiting The Growth Of Plant Pathogenic Fungi. *Mycobiology*, 40(1): 59–66.
- Kerr, A. and K. Gibb. 1997. Bacteria and Phytoplasma as Plant Parasites: In Plant Pathogen and Plant Disease, J.F. Brown and H.J. Ogle (eds) Australian Plant Pathology Society. Armidale : 86-103.
- Khadim, M., Mihardjo, P. A. dan Majid, A. 2016. Efektivitas Beberapa Isolat *Bacillus Spp* Untuk Mengendalikan Patogen Jamur *Rhizoctonia solani* Pada Tanaman Kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 10(10): 1-6.
- Kuswinanti, T., Baharuddin., dan S. Sukmawati. 2014. Efektivitas Isolat Bakteri dari Rizosfer dan Bahan Organik Terhadap *Ralstonia solanacearum* dan *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Kentang. *Fitopatologi*, 10(2) :68-72.
- Latifah., Hendrifal., dan Mihram. 2014. Asosiasi Cendawan Antagonis *Trichodetma harzianum* Rifai dan Cendawan Mikoriza Arbuskular untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Kedelai. *J. HPT Tropika*. 14(2): 160- 169.
- Manengkey, G.S. dan E. Senewe. 2011. Intensitas dan Laju Infeksi Penyakit Karat Daun *Uromyces phaseoli* Pada Tanaman Kacang Merah. *Eugenia*, 17(3): 218-224.
- Muis A, Djaenuddin N, Nonci N. 2015a. Evaluasi Lima Jenis Inert Carrier Dan Formulasi *Bacillus Subtilis* Untuk Pengendalian Hawar Pelepah Jagung (*Rhizoctonia solani* Kuhn). *J HPT Tropika*, 15(2):164–169.
- Muis, A., Djaenuddin, N. dan Nonci, N. 2015b. Evaluasi Lima Jenis Inner Carrier Dan Formulasi *Bacillus subtilis* Untuk Pengendalian Hawar Pelepah Jagung. *J. HPT Tropika* 15(2): 164-169.
- Nurmavina, T.W., Soedarto, T. Dan Amir, I.T. 2021. Tingkat Kepuasan Petani terhadap Penggunaan Benih Jagung Hibrida di Desa Singkalan Kecamatan Balongbendo Kabupaten Sidoarjo. *Ilmiah Mahasiswa*, 8(3): 783-795.
- Pajrin J, Panggesso J, Rosmini. 2013. Uji Ketahanan Beberapa Varietas Jagung (*Zea Mays L.*) Terhadap Intensitas Serangan Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). *E-J. Agrotekbis*, 1(2): 135- 139.

- Pasta, I. Ette, A. Dan Barus, H.N. 2015. Tanggap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays L., Saccharata*) pada Aplikasi berbagai Pupuk Organik. *Agrotekbis*, 3(2): 168-177.
- Pratiwi, A., Yafhizam. Dan Paul, B.T. 2015. Pengaruh Empat Jenis Kompos pada Produksi Jagung (*Zea mays L.*) Varietas SHS-4 BISI-2. *Agrotek Tropika*, 3(1): 14-17.
- 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.
- Rotasouw, S.M., Taribuka, J. Dan Amanupunyo, H.R.D. 2020. Identifikasi dan Kemampuan Jamur Endofitik Asal Jagung (*Zea Mays L.*) terhadap Patogen Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*). *Budidaya Tanaman*, 16(2): 140-146.
- Rukmana, R., dan Uu Suganda S. 1997. *Penyakit Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sastrahidayat, I.R. 2014. *Peranan Mikroba Bagi Kesehatan Tanaman dan Kelestarian Lingkungan*. Malang : UB Press.
- Schaad, N.W., J.B. Jones, and W. Chun. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Patogenic Bacteria*. APS Press, The American Phytopathological Society, St Paul Minnesota.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia (Edisi kedua)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Shetty, S., Sreepada, K.S. dan Bhat R. 2013. Effect of Bat Guano on the Growth of *Vigna radiata L.* *Internasional Journal of Scientific and Research Publications*, 3(3): 1-8.
- Shiddieq, D., P. Sudira., dan Tohari. 2018. *Aspek Dasar Agronomi Berkelanjutan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Shofiyani, A., dan G.P. Budi. 2014. Development Of *Fusarium* Disease Control Technology With Biological Agent In Mas Cultivar Banana In Land Infected. *Agritech*, 16(2): 157-173.
- Simanungkalit RDM. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu. *Bul Agro Biol* 42: 56-61.
- Sinaga, M.S. 2003. *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Jakarta: Penebar

Swadaya.

- Soenartiningih, N. Djaenuddin, dan M.S. Saenong. 2014. Efektifitas *Trichoderma* sp. Dan *Gliocladium* sp. Sebagai Agen Biokontrol Hayati Penyakit Busuk Pelelah Daun pada Jagung. *Pertanian Tanaman Pangan*, 33(2): 129-135.
- Soenartiningih, A. Tj. Harsoyo., N. Pusposenjoyo., dan J. B. Baon. 2006. Pengaruh Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskular Terhadap Penyakit Busuk Pelelah Pada Jagung Di Lapangan. *Biosfera*, 23 (2): 86-91.
- Soenartiningih, M. Akil, dan N. N. Andayani. 2015. Cendawan Tular Tanah (*Rhizoctonia solani*) Penyebab Penyakit Busuk Pelelah Pada Tanaman Jagung Dan Sorgum Dengan Komponen Pengendaliannya. *Iptek tanaman pangan*, 10 (2): 85-91.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sugiyanta dan O. Septianti. 2019. Pupuk Hayati *Bacillus* sp. Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). *Agrohorti*, 7(1) : 76-83.
- Suhastyo, A.A. 2017. Pemberdayaan Masyarakat melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos. *Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(2): 63-68.
- Sulistyoningtyas, M.E., M. Roviq, dan T. Wardiyati. 2017. Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada Perumbuhan Bud Chip Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Produksi Tanaman*, 5(3) : 396-403.
- Sumartini. 2012. Penyakit Tular Tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *R.solani*) pada Tanaman Kacangkacangan dan Umbi-Umbian Serta Cara Pengendaliannya. *Litbang Pertanian*, 31(1): 27-34.
- Suriani., Djaenuddin, N. dan Muis A. 2018. Efikasi Formulasi *Bacillus subtilis* Terhadap Pengendalian Penyakit Busuk Batang Fusarium pada Tanaman Jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 2(3): 191-197.
- Sutarini, N.L.W., Sumiartha, I.K., Suniti, N.W., Sudiarta, I.P., Wirya, G.N.A.S. dan Utama, M.S. 2015. Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) dengan Kompos dan Pupuk Kandang yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. di Rumah Kaca. *Agroekoteknologi Tropika*, 4(2): 135-144.

- Syahputri, Y.Y. 2018. Potensi Bakteri Endofit Isolat Rumput Angin (*Spinifers littoreus* (Burm F.) Merr) dalam Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Jagung. Skripsi.
- Syekhfani. 2011. Arti Penting Bahan Organik Bagi Kesuburan Tanah. Konggres Idan Semiloka Nasional.MAPORINA. Batu, Malang.
- Syofiana, R.V.T., dan Masnilah, R. 2019. Eksplorasi *Bacillus* spp. Pada Beberapa Rhizosfer Gulma dan Potensinya Sebagai Agens Pengendali Hayati Patogen Tanaman Secara In Vitro. *Bioindustri*, 2(1) : 349-363.
- Waluyo Lud. 2008. *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*. Malang: UMM Press.
- Wartono., Suryadi, Y. dan Susilowati D.N.. 2012. Keefektifan Formulasi Bakteri *Burkholderia cepacia* Isolat E76 Terhadap *Rhizoctonia solani* Kuhn Pada Pertumbuhan Tanaman Padi Di Laboratorium. *J. Agrotropika*, 17(2): 39-42.
- Wati, F.D.A., S.D. Nurcahyanti., dan H.S. Addy. 2017. Eksplorasi *Bacillus* spp., dari Perakaran Kubis sebagai Agen Antagonis *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Agritrop*, 15(2) : 217-225.
- Wibisono, A., A. Majid, dan P.A. Mihardjo. 2014. Efektivitas Beberapa Isolat *P.fluorescens* untuk Mengendalikan Patogen Jamur *R.solani* Pada Tanaman Kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1): 1-6.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Daya Hambat *Bacillus* sp. terhadap *R. solani*

Data Pengamatan rata-rata daya hambat H+7

Perlakuan	Presentase Uji Daya Hambat H+7
Kontrol	0,00
<i>Bacillus</i> sp asal Rumpun gajah	88,88
<i>Bacillus</i> sp. asal Bambu	86,11
<i>Bacillus</i> sp. asal Buah Naga	61,11

Lampiran 2. Masa Inkubasi (Hari Setelah Inokulasi)

a. Data Masa Inkubasi 42 HSI

Faktor P	Faktor B				Total	Rerata
	B0	B1	B2	B3		
P0	15	17	21	17	70	17,5
P1	19	23	21	31	94	23,5
P2	19	26	26	26	97	24,25
P3	17	29	26	28	100	25
Total	70	95	94	102	361	
Rerata	17,5	23,75	23,5	25,5		

b. Analisis Ragam (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	F hit	F tab		Ket
					0,05	0,01	
Perlakuan	15	123,312 5	8,22083 3	1,09	1,99	2,65	TN
P	3	47,0625	15,6875	2,09	2,90	4,46	TN
B	3	48,7291 7	16,2430 6	2,16	2,90	4,46	TN
PB	9	27,5208 3	3,05787	0,41	2,19	3,02	TN
Galat/sisa	32	240,666 7	7,52083 3				
Total	47	363,979 2					

Lampiran 3. Keparahan Penyakit (%)

a. Data Pengamatan Keparahan Penyakit H+7 sampai H+42 HIS

Perlakuan	Pengamatan Hari Setelah Inokulasi (%)						
	0	7	14	21	28	35	42
P0B0	0	15.03	24.12	31.34	39.3	42.01	54.32
P0B1	0	13.2	22.75	28.32	32.11	34.03	39.01
P0B2	0	13.01	22.12	28.01	33.81	37.23	39.98
P0B3	0	13.13	22.41	27.31	31.14	33.41	37.24
P1B0	0	12.98	20.03	25.12	30.05	35.32	38.12
P1B1	0	8.12	15.31	24.31	28.98	33.13	37.14
P1B2	0	13.14	21.45	27.51	33.02	35.1	39.23
P1B3	0	0	14.21	19.15	25.31	29.21	33.41
P2B0	0	13.1	21.55	28.3	33.51	35.01	39.12
P2B1	0	12.31	21.02	28.41	33.42	35.71	40.12
P2B2	0	12.13	22.43	28.1	34.01	37.01	40.02
P2B3	0	10.13	18.12	25.91	28.72	30.12	32.34
P3B0	0	13.23	23.54	27.82	31.15	33.12	37.31
P3B1	0	7.12	14.54	24.13	30.01	32.98	35.12
P3B2	0	7.13	17.23	27.01	33.21	37.21	39.12
P3B3	0	5.11	8.21	17.41	21.43	24.38	28.42

b. Data Keparahan 42 HIS

Faktor P	Faktor B				Total	Rerata
	B0	B1	B2	B3		
P0	162,96	117,03	119,94	111,72	511,65	42,638
P1	114,36	111,42	117,69	100,23	443,7	36,975
P2	117,36	120,36	120,06	97,02	454,8	37,900
P3	111,93	105,36	117,36	85,26	419,91	34,993
Total	506,61	454,17	475,05	394,23	1830,06	
Rerata	42,218	37,848	39,588	32,853		

c. Analisa Ragam (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tab		Ket
					0,05	0,01	
Perlakuan	15	1315,82	87,721315	26,535	1,99	2,65	**
P	3	378,58	126,193325	38,172	2,90	4,46	**
B	3	561,1646	187,054875	56,582	2,90	4,46	**
PB	9	376,0751	41,786125	12,640	2,19	3,02	**
Galat/sisa	32	105,7888	3,3059				
Total	47	1421,609					

d. Uji DMRT 5% *Bacillus* sp.

Perlakuan	Rata-rata	P3	P1	P2	P3	Notasi
		34,993	36,975	37,9	42,638	
P3	34,993	0				a
P1	36,975	1,982	0			a
P2	37,9	2,907	0,925	0		ab
P0	42,638	7,645	5,663	4,738	0	ab

e. Uji DMRT 5% Pupuk Organik

Perlakuan	Rata-Rata	6,07	6,38	6,55	Notasi	
		B3	B1	B2		B0
B3	32,853	0			a	
B1	37,848	4,995	0		a	
B2	39,588	6,735	1,74	0	ab	
B0	42,218	9,365	4,37	2,63	0	ab

f. Uji DMRT 5% faktor P x faktor B

Perlakuan	Rata-rata	3,034	3,191	3,275	3,359	3,412	3,454	3,485									Notasi	
		P3B3	P2B3	P1B3	P3B1	P1B1	P0B3	P3B0	P1B0	P0B1	P2B0	P3B2	P1B2	P0B2	P2B2	P2B1		P0B0
		28,42	32,34	33,41	35,12	37,14	37,24	37,31	38,12	39,01	39,12	39,12	39,23	39,98	40,02	40,12	54,32	
P3B3	28,42	0																a
P2B3	32,34	3,92	0															b
P1B3	33,41	4,99	1,07	0														b
P3B1	35,12	6,7	2,78	1,71	0													bc
P1B1	37,14	8,72	4,8	3,73	2,02	0												cd
P0B3	37,24	8,82	4,9	3,83	2,12	0,1	0											cd
P3B0	37,31	8,89	4,97	3,9	2,19	0,17	0,07	0										cd
P1B0	38,12	9,7	5,78	4,71	3	0,98	0,88	0,81	0									cd
P0B1	39,01	10,59	6,67	5,6	3,89	1,87	1,77	1,7	0,89	0								d
P2B0	39,12	10,7	6,78	5,71	4	1,98	1,88	1,81	1	0,11	0							d
P3B2	39,12	10,7	6,78	5,71	4	1,98	1,88	1,81	1	0,11	0	0						d
P1B2	39,23	10,81	6,89	5,82	4,11	2,09	1,99	1,92	1,11	0,22	0,11	0,11	0					d
P0B2	39,98	11,56	7,64	6,57	4,86	2,84	2,74	2,67	1,86	0,97	0,86	0,86	0,75	0				d
P2B2	40,02	11,6	7,68	6,61	4,9	2,88	2,78	2,71	1,9	1,01	0,9	0,9	0,79	0,04	0			d
P2B1	40,12	11,7	7,78	6,71	5	2,98	2,88	2,81	2	1,11	1	1	0,89	0,14	0,1	0		d
P0B0	54,32	25,9	21,98	20,91	19,2	17,18	17,08	17,01	16,2	15,31	15,2	15,2	15,09	14,34	14,3	14,2	0	e

Lampiran 4. Laju Infeksi Penyakit**a. Data Pengamatan Laju Infeksi**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	U1	U2	U3		
POB0	0,200	0,45	0,40	1,05	0,35
POB1	0,111	0,095	0,09	0,296	0,099
POB2	0,047	0,133	0,045	0,225	0,075
POB3	0,048	0,040	0,047	0,135	0,045
P1B0	0,047	0,040	0,048	0,135	0,045
P1B1	0,032	0,048	0,045	0,125	0,042
P1B2	0,032	0,053	0,05	0,135	0,045
P1B3	0,021	0,025	0,030	0,076	0,025
P2B0	0,045	0,043	0,044	0,132	0,044
P2B1	0,017	0,027	0,030	0,074	0,025
P2B2	0,028	0,026	0,032	0,086	0,029
P2B3	0,015	0,013	0,017	0,045	0,015
P3B0	0,041	0,043	0,039	0,123	0,041
P3B1	0,036	0,020	0,030	0,086	0,029
P3B2	0,02	0,008	0,028	0,056	0,019
P3B3	0,006	0,008	0,011	0,025	0,008
Total				2,804	0,058

b. Analisis Ragam (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	F hit	F tab		Ket
					0,05	0,01	
Perlakuan	15	0,4001	0,0267	20,67	1,99	2,65	**
P	3	0,2191	0,0730	56,60	2,90	4,46	**
B	3	0,1701	0,0567	43,95	2,90	4,46	**
PB	9	0,0109	0,0012	0,938	2,19	3,02	TN
Galat/sisa	32	0,0413	0,0013				
Total	47	0,4413					
FK	KK						
0,058417	61,49%						

c. Uji DMRT 5% faktor P

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+DMRT	Notasi
P3	0,14217	0,26203	a
P1	0,03925	0,16533	ab
P2	0,02808	0,15748	bc
P0	0,02417		cd

d. Uji DMRT 5% faktor B

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+DMRT	Notasi
B3	0,02	0,14	a
B2	0,04	0,17	ab
B1	0,05	0,18	bc
B0	0,12		cd

e. Uji DMRT 5% Faktor P x faktor B

Nilai DMRT	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07												
Perlakuan	Rata-rata	P3B3	P2B3	P3B2	P2B1	P1B3	P2B2	P3B1	P3B0	P1B1	P2B0	P0B3	P1B0	P1B2	P0B2	P0B1	P0B0	Notasi	
	0,008	0,015	0,019	0,025	0,025	0,029	0,029	0,041	0,042	0,044	0,045	0,045	0,045	0,075	0,099	0,350			
P3B3	0,008	0																a	
P2B3	0,015	0,01	0															a	
P3B2	0,019	0,01	0,00	0														a	
P2B1	0,025	0,02	0,01	0,01	0													a	
P1B3	0,025	0,02	0,01	0,01	0,001	0												a	
P2B2	0,029	0,02	0,01	0,01	0,004	0,003	0											a	
P3B1	0,029	0,02	0,01	0,01	0,004	0,003	0,000	0										a	
P3B0	0,041	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0									a	
P1B1	0,042	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,001	0								a	
P2B0	0,044	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,003	0,002	0							a	
P0B3	0,045	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,004	0,003	0,001	0						a	
P1B0	0,045	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,004	0,003	0,001	0	0					a	
P1B2	0,045	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,004	0,003	0,001	0	0	0				a	
P0B2	0,075	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0			a	
P0B1	0,099	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,054	0,054	0,054	0,024	0		b	
P0B0	0,350	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,305	0,275	0,251	0	bc	

Lampiran 5. Nilai Efektivitas (%)

Perlakuan	Keparahan	Efektivitas (%)
P0B0	54.32	0.00
P0B1	39.01	15.48
P0B2	39.98	15.48
P0B3	37.24	51.17
P1B0	38.12	51.17
P1B1	37.14	32.45
P1B2	39.23	33.52
P1B3	33.41	59.42
P2B0	39.12	51.19
P2B1	40.12	59.42
P2B2	40.02	60.14
P2B3	32.34	59.42
P3B0	37.31	26.19
P3B1	35.12	60.14
P3B2	39.12	59.42
P3B3	28.42	61.9

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian Skala Laboratorium



Eksplorasi sampel tanaman sakit



Proses isolasi sampel jagung



Isolat *R.solani* yang didapatkan



Sampel tanah berbagai asal tanaman



Persiapan isolat *Bacillus sp.*



Isolat *Bacillus sp.* asal bambu



Isolat *Bacillus sp.* asal buah naga



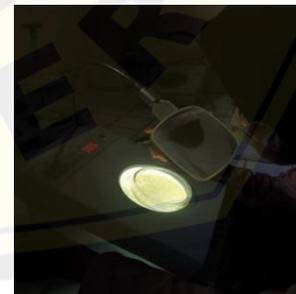
Isolat *Bacillus sp.* asal rumput gajah



Isolat *Bacillus sp.* Uji Gram



Isolat *Bacillus sp.* Uji HR



Perhitungan populasi bakteri

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian Skala *Greenhouse*



Sterilisasi tanah



Pencampuran pupuk guano



Kondisi media tanam



Perendaman benih dengan *Bacillus* sp.



Tanaman jagung umur 7 hari



Inokulasi *R. solani*



Penyungkupan tanaman jagung

PERTIWI-3

Tanggal dilepas	: 2009
Asal	: PW-18 x PW-26 PW-18 dikembangkan dari populasi Dk888 PW-26 dikembangkan dari populasi P4 oleh PT. Agri Makmur Pertiwi
Umur	: Dalam
50% keluar polen	: + 55 hari
50% keluar rambut	: + 57 hari
Masak fisiologis	: + 103 hari
Batang	: Besar, kokoh, tegap
Warna batang	: Hijau
Tinggi tanaman	: + 296 cm
Jumlah daun	: 14-16 helai
Warna daun	: Hijau tua
Keragaman tanaman	: Seragam
Perakaran	: Sangat baik
Kerebahan	: -
Bentuk malai	: Besar dan terbuka
Warna sekam	: Ungu
Warna anthera	: Ungu
Warna rambut	: Merah muda
Tongkol	: Besar dan panjang
Bentuk tongkol	: Silindris
Kedudukan tongkol	: + 92 cm
Kelobot	: Menutup tongkol dengan baik (+ 98%)
Tipe biji	: Semi gigi kuda
Baris biji	: Lurus
Warna biji	: Jingga
Jumlah baris/tongkol	: 14 - 16 baris
Bobot 1000 biji	: + 300 g
Rata-rata hasil	: 9,64 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	: 13,74 t/ha pipilan kering
Ketahanan	: Tahan bulai, karat daun dan hawar daun
Keterangan	: Adaptasi luas, anjuran jarak tanam 75 cm x 20 cm 1 tanaman/lubang
Pemulia	: Andree Christantius, Moedjiono, dan Deny Setiawan
Pengusul	: PT. Agri Makmur Pertiwi