

**PENAPISAN BAKTERI ANTAGONIS DARI FILOSER
TUMBUHAN RUMPUT DI UB *FOREST* SEBAGAI AGENS
BIOKONTROL PENYAKIT BULAI PADA JAGUNG MANIS**

Oleh:

AFIER JINDA TAMIMI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2018

**PENAPISAN BAKTERI ANTAGONIS DARI FILOSFER
TUMBUHAN RUMPUT DI UB *FOREST* SEBAGAI AGENS
BIOKONTROL PENYAKIT BULAI PADA JAGUNG MANIS**

**OLEH
AFIER JINDA TAMIMI**

145040207111102

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 09 Oktober 2018

Afier Jinda Tamimi



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Penapisan Bakteri Antagonis dari Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest Sebagai Agens Biokontrol Penyakit Bulai pada Jagung Manis

Nama Mahasiswa : Afier Jinda Tamimi

NIM : 145040207111102

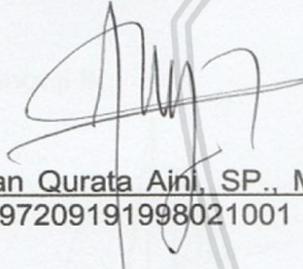
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

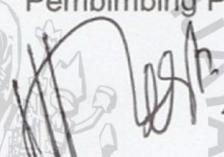
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Lugman Qurata Ajni, SP., MSi., Ph.D.
NIP. 197209191998021001


Restu Rizkyta Kusuma., SP., MP., MSc.
NIK. 2014098805042001

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 195510181986012001

Tanggal Lulus

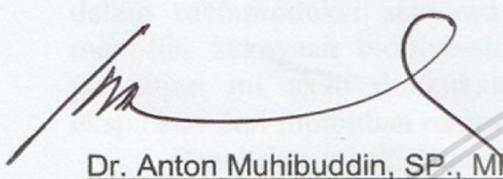


LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II



Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 197711302005011002

Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc.
NIK. 2014098805042001

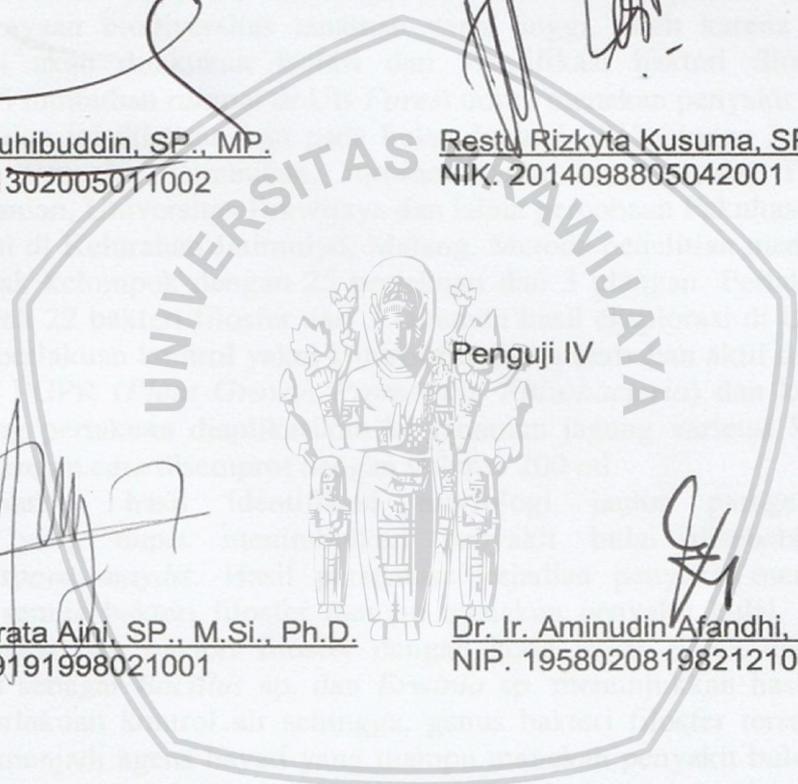
Penguji III

Penguji IV



Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP. 197209191998021001

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 195802081982121001



Tanggal Lulus : 31 OCT 2018



RINGKASAN

Afier Jinda Tamimi. 145040207111102. Penapisan Bakteri Antagonis dari Filosfer Tumbuhan Rumpun di UB Forest Sebagai Agens Biokontrol Penyakit Bulai pada Jagung Manis. di bawah bimbingan Luqman Qurrota Aini, SP.,MSi., PhD sebagai pembimbing utama dan Restu Rizkyta Kusuma., SP., MP., MSc sebagai pembimbing pendamping

Jagung merupakan salah satu dari lima komoditas yang menjadi program utama pemerintah dalam swasembada yang berkelanjutan. Permasalahan dari usaha peningkatan produksi dalam budidaya jagung adalah adanya penyakit bulai yang diketahui paling merugikan. Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat dalam hal menunjang pertumbuhan tanaman misalnya kemampuan dalam memproduksi senyawa antifungi. UB Forest merupakan hutan yang memiliki kekayaan biodiversitas tanaman yang tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan isolasi dan identifikasi bakteri filosfer hasil eksplorasi dari tumbuhan rumput di UB Forest untuk menekan penyakit bulai.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2017 hingga Juli 2018 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan lahan percobaan Fakultas Pertanian yang berlokasi di Kelurahan Jatimulyo, Malang. Metode penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 25 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan ialah 22 bakteri filosfer dari 3 tanaman hasil eksplorasi di UB Forest, terdapat tiga perlakuan kontrol yakni kontrol fungisida berbahan aktif dimetamorf 50%, kontrol PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan kontrol air. Masing-masing perlakuan diaplikasikan ke tanaman jagung varietas SBY yang rentan bulai dengan cara disemprot dengan volume 200 ml.

Berdasarkan hasil identifikasi morfologi jamur patogen secara mikroskopis yang dapat menimbulkan penyakit bulai disebabkan oleh *Peronosclerospora maydis*. Hasil persentase kejadian penyakit menunjukkan bahwa tidak semua bakteri filosfer mampu menekan penyakit bulai, Perlakuan kontrol fungisida dan bakteri filosfer dengan kode isolat F, O, dan T yang teridentifikasi sebagai *Bacillus* sp. dan *Erwinia* sp. menunjukkan hasil berbeda nyata dari perlakuan kontrol air sehingga, genus bakteri filosfer tersebut dapat digolongkan menjadi agens hayati yang mampu menekan penyakit bulai. Bakteri filosfer tidak mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan jumlah daun serta tidak mampu meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman jagung manis.



SUMMARY

Afier Jinda Tamimi. 145040207111102. Screening of Antagonistic Bacteria Phyllospheric Grass Plant at UB Forest as a Biocontrol Agent for Downy Mildew in Sweet Corn. Supervised by Luqman Qurrota Aini, SP.,MSi., Ph.D and Restu Rizkyta Kusuma., SP., MP., MSc

Corn is one of the five commodities that are the government's main program in sustainable self-sufficiency. The problem efforts to increase production in corn cultivation is the presence of downy mildew which is known to be the most detrimental disease. Some phyllospheric bacteria have been known to be useful in supporting plant growth such as the ability to produce antifungal compounds. UB Forest is a forest that has high plant biodiversity. Therefore, in this study isolation and identification of phyllospheric bacteria will be carried out from the exploration of grass plants at UB Forest to suppress the growth of downy mildew.

This research was conducted from January 2017 to July 2018 at the Laboratory of Plant Diseases, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and the experimental field of the Faculty of Agriculture located in Jatimulyo Village, Malang. The research method used a randomized block design with 25 treatments and 3 replications. The treatment used was 22 phyllosphere bacteria from 3 exploratory plants in UB Forest, there were three control treatments namely control of dimetamorf 50% active fungicide, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and water control. Each treatment was applied to the SBY variety maize by spraying with a volume of 200 ml.

Based on the results of identification of the microscopical morphology of pathogens that can cause downy mildew caused by *Peronosclerospora maydis*. The results of disease incidence percentage showed that not all phyllospheric bacteria were able to suppress the growth of downy mildew, the treatment of phyllosphere and fungicide control. Bacteria with codes of isolates F, J, O, S and T identified as *Bacillus* sp., *Pantoea* sp. and *Erwinia* sp. showed the results were significantly different from the treatment of water control so that the genus of the phyllospheric bacteria could be classified into biological agents that could suppress the growth of downy mildew. Phyllospheric bacteria with code of isolates I and P can influence plant growth so that they can be classified as PGPR. Where as in the parameters of the number of leaves of the phyllospheric bacteria showed an unreal difference. The results of the wet weight and dry weight of the plants showed that the phyllospheric bacteria isolate F showed higher results than other treatments, isolate F was identified as *Bacillus* sp. This bacterium is able to produce growth regulators so that it increases crop productivity.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas segala limpahan karunia dan rahmat-Nya serta sholawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad shalallahu 'alaihi wasalam, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Penapisan Bakteri Antagonis dari Filosfer Tumbuhan Rumput di UB *Forest* Sebagai Agens Biokontrol Penyakit Bulai Pada Jagung Manis" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang dan doa restunya.
2. Bapak Luqman Qurata Aini, SP, M.Si.,Ph.D, dan Ibu Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan dorongan selama penyelesaian tugas akhir.
3. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) atas bantuan beasiswa Bidikmisi yang menunjang perkuliahan penulis selama di Universitas Brawijaya.
5. *Maize Research Center* (MRC) dibawah naungan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UB yang telah memberikan bantuan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
6. Saudara dari SMP, SMA dan teman-teman Agroekoteknologi'14 hingga Keluarga di Laboratorium Bakteriologi atas semangat dan bantuan dalam melaksanakan penelitian serta segenap pihak yang terkait dalam pelaksanaan penelitian.

Akhir kata, besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan kebermanfaatan bagi semua pihak dan masyarakat yang membutuhkan informasi mengenai skripsi ini.

Malang, 22 September 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Afier Jinda Tamimi, lahir di Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur pada tanggal 12 November 1995. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Natsroni dan Jumiati. Jenjang pendidikan dimulai dari Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah (MIM) 19 Gunungsari-Bojonegoro pada tahun 2002. Pada tahun 2008 penulis masuk Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah (SMPM) 1 Babat-Lamongan kemudian melanjutkan ke tingkat Sekolah Menengah Atas Muhammadiyah (SMAM) 1 Babat-Lamongan pada tahun 2011 dan lulus tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa melalui jalur Seleksi Penerimaan Minat dan Kemampuan (SPMK) pada Program studi Agroekoteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar Budidaya Tanaman, Bioteknologi Pertanian, Dasar Perlindungan Tanaman, Pertanian Berlanjut, Manajemen Hama dan Penyakit Tumbuhan serta Bakteriologi Pertanian. Selain itu, penulis juga aktif di beberapa organisasi diantaranya; organisasi kepenulisan Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa (PRISMA) FP-UB periode kepengurusan 2015-2016, Badan Eksekutif Mahasiswa FP-UB periode 2015 dan organisasi kerohanian yaitu Forum Studi Insan Kamil (FORSIKA) FP-UB. Penghargaan yang pernah diperoleh penulis selama menjadi mahasiswa adalah sebagai berikut; Kontingen Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) untuk Mahasiswa Baru UB pada tahun 2014, finalis 7 Besar *Innovation Contest (ICON)* UNY 2015, finalis 10 besar LKTIM Pekan Ilmiah Fisika XXVI Tingkat Nasional UNNES tahun 2015, Finalis LKTI *Biological Control Day* UNEJ tahun 2015, Lolos pendanaan PKM tahun 2016, Finalis Lomba Karya Cipta Ilmiah Nasional (LKCIN) *National Competition (NC)* Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya tahun 2016, Juara Harapan 3 LKTI Dinas Kehutanan tahun 2016, Lolos Pendanaan PKM tahun 2017, Juara 3 *Paper competition Plant Protection Day (PPD)* UNPAD tahun 2017, Juara Poster Terbaik Presentasi Poster Skripsi Jambore Perlindungan Tanaman Indonesia (JPTI) IPB tahun 2017 dan Medali Emas *International Research Innovation, Invention, and Solution Exposition (IRIISE)* University of Malaya, Malaysia tahun 2018.



DAFTAR ISI

Nomor	Teks	Halaman
	COVER.....	i
	LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
	LEMBAR PENGESAHAN.....	v
	RINGKASAN.....	vi
	SUMMARY.....	vii
	KATA PENGANTAR.....	viii
	RIWAYAT HIDUP.....	ix
	DAFTAR ISI.....	x
	LAMPIRAN.....	xi
	DAFTAR GAMBAR.....	xii
1.	PENDAHULUAN.....	1
1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Rumusan Masalah.....	3
1.3	Tujuan.....	3
1.4	Hipotesis.....	3
1.5	Manfaat.....	3
2.	TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1	Tanaman Jagung Manis (<i>Zea mays</i> L. Saccharata).....	4
2.2	Penyakit Bulai (<i>Peronosclerospora</i> sp.).....	5
2.3	Bakteri Filosfer.....	8
2.4	Keanekaragaman Hayati di dalam Hutan.....	9
2.5	Tumbuhan Rumput.....	10
3.	METODE PENELITIAN.....	12
3.1	Kerangka Operasional Penelitian.....	12
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	13
3.4	Metode Penelitian.....	13
3.5	Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.6	Variabel Pengamatan.....	19
3.7	Analisis Statistik.....	20
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1	Deskripsi Gejala dan Morfologi Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung Manis.....	21
4.2	Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB <i>Forest</i> terhadap Penyakit Bulai.....	22
4.3	Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB <i>Forest</i> terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis.....	26
4.4	Pengaruh Aplikasi Bakteri terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis.....	27
4.5	Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB <i>Forest</i> terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis.....	29
4.6	Isolasi dan Karakterisasi Bakteri dari Filosfer Tumbuhan Rumput di UB <i>Forest</i> ..	30
V.	PENUTUP.....	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40
	46
	LAMPIRAN.....	46



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Persentase kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis	25
2.	Rata-rata tinggi tanaman jagung manis.....	26
3.	Rata-rata jumlah daun tanaman jagung manis	28
4.	Rata-rata berat basah dan berat kering tanaman jagung manis	29
5.	Karakter morfologi, fisiologi dan biokimia bakteri filosofer.....	32

LAMPIRAN

1.	Hasil analisis ragam kejadian penyakit 15 hst	45
2.	Hasil analisis ragam kejadian penyakit 18 hst	45
3.	Hasil analisis ragam kejadian penyakit 22 hst	45
4.	Hasil analisis ragam kejadian penyakit 25 hst	45
5.	Hasil analisis ragam kejadian penyakit 28 hst	45
6.	Hasil analisis ragam kejadian penyakit 31 hst	46
7.	Hasil analisis ragam tinggi tanaman 15 hst.....	46
8.	Hasil analisis ragam tinggi tanaman 22 hst.....	46
9.	Hasil analisis ragam tinggi tanaman 26 hst.....	46
10.	Hasil analisis ragam jumlah daun 15 hst.....	46
11.	Hasil analisis ragam jumlah daun 22 hst.....	47
12.	Hasil analisis ragam jumlah daun 26 hst.....	47
13.	Hasil analisis ragam berat basah 31 hst	47
14.	Hasil analisis ragam berat kering 31 hst	47

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Fase Pertumbuhan Jagung.....	5
2.	Gejala penyakit bulai yaitu: a) klorosis, b) tepung putih, dan c) kerdil.....	6
3.	Bentuk konidia jamur <i>Peronosclerospora</i> sp.....	7
4.	Rumput bede atau rumput signal	11
5.	Rumput malela.....	11
6.	Alang-alang.....	12
7.	Kerangka Operasional Penelitian.....	13
8.	Gejala klorosis penyakit bulai.....	22
9.	Konidia dan Konidiofor <i>Peronosclerospora. maydis</i>	23
10.	Tumbuhan rumput di UB <i>Forest</i>	29
11.	Hasil mikroskopis bakteri pada uji pewarnaan gram	32
12.	Hasil Uji Gram dengan KOH 3%	32
13.	Pewarnaan spora ditunjukkan dengan adanya warna lebih gelap pada sel bakteri dengan kode isolat R.....	33
14.	Hasil Uji Katalase	34
15.	Hasil uji reaksi Oksidatif dan Fermentatif (OF)	34
16.	Hasil uji pada media YDC	35
17.	Hasil negatif pada uji hipersensitif bakteri filofser pada tanaman tembakau dengan kode isolat T dan U.....	36

LAMPIRAN

1.	Hasil uji hipersensitif pada tanaman tembakau.....	48
2.	Hasil uji pewarnaan Gram.....	49
3.	Hasil uji KOH 3%.....	51
4.	Denah Lahan Percobaan	52
5.	Denah Petak Uji	53

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan komoditas strategis dalam pembangunan pertanian Indonesia dan menjadi salah satu dari lima komoditas yang menjadi program utama pemerintah dalam swasembada yang berkelanjutan. Tanaman jagung manis tidak jauh berbeda dengan tanaman jagung biasa. Apabila dibandingkan dengan jagung biasa, jagung manis lebih peka terhadap hama dan penyakit tanaman. Kandungan glukosa yang lebih tinggi pada tanaman jagung manis juga menyebabkan tanaman jagung manis lebih rentan terserang patogen dari jenis jamur daripada tanaman jagung biasa karena jamur lebih membutuhkan glukosa dalam penyerapan nutrisi (Talanca, 2013).

Penyakit utama yang menjadi permasalahan dari usaha peningkatan produksi dalam budidaya jagung manis adalah penyakit bulai. Penyakit bulai diketahui paling merugikan, penyakit ini disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora* sp. (Fitriani, 2009). Kerusakan oleh penyakit ini dapat mencapai 90% sampai dengan 100% terutama pada varietas jagung yang rentan terhadap penyakit bulai (Gultom, 2014). Selain itu, bulai dapat menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh sama sekali. Tanaman yang terinfeksi pada waktu masih sangat muda biasanya tidak membentuk buah. Buah sering mempunyai tangkai yang panjang, dengan kelobot yang tidak menutup pada ujungnya, dan hanya membentuk sedikit biji (Semangun, 2004). Tongkol yang hanya membentuk sedikit biji, sehingga hal ini sangat merugikan petani (Oktaviani, 2013).

Usaha pengendalian penyakit bulai yang telah dianjurkan antara lain penggunaan varietas tahan, pemusnahan tanaman terinfeksi, pencegahan dengan fungisida berbahan aktif metalaksil, pengaturan waktu tanam agar serempak, dan pergiliran tanaman (Oktaviani, 2013). Usaha pengendalian menggunakan fungisida dianggap paling efektif untuk mengendalikan penyakit bulai. Hal ini karena pengendalian dengan menggunakan fungisida dianggap praktis dan paling banyak digunakan oleh petani. Akan tetapi pengendalian dengan fungisida tidak berpengaruh nyata terhadap penyakit bulai, berdampak negatif pada lingkungan

serta menyebabkan pencemaran (Talanca, 2011). PHT (Pengendalian Hama Terpadu) merupakan suatu cara pendekatan atau cara berpikir tentang pengendalian OPT yang didasarkan pada dasar pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Salah satu pemanfaatan musuh alami dapat dilakukan dengan memanfaatkan agens hayati yang lebih ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit tanaman (Hasanuddin, 2003).

Bakteri antagonis merupakan salah satu agens hayati atau biokontrol untuk mengendalikan penyakit karena kemampuannya dalam menghasilkan antimikroba dan memacu pertumbuhan tanaman serta sifatnya yang mampu menekan berbagai jenis patogen tanaman, bersifat *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR), dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Szczech dalam Wartono, 2015). Filosfer atau permukaan daun menunjukkan lingkungan dengan habitat yang sesuai dari beberapa jenis bakteri, jamur, *archaea* dan mikroorganisme lain (Ralstogi, 2012). Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat bagi tumbuhan yang ditumpanginya, seperti bermanfaat dalam hal menunjang pertumbuhan tanaman misalnya kemampuan dalam memproduksi senyawa antibiotik dan antifungi (Strobel dan Daisy, 2003).

UB *Forest* merupakan hutan pendidikan yang dikelola oleh Universitas Brawijaya di dalamnya memiliki kekayaan biodiversitas tanaman yang tinggi disebabkan adanya ekosistem stabil yang menyerupai hutan alami. Penelitian mengenai eksplorasi mikroba antagonis pengendali penyakit dalam komposisi komunitas mikroba paling banyak ditemukan di atas permukaan daun karena pada permukaan daun terdapat berbagai mikroorganisme yang dapat dianalisa secara langsung atau dengan teknik isolasi. Mikroflora tersebut sebagian besar memiliki peran yang menguntungkan bagi inangnya (Winterhoff, 1992). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan isolasi dan identifikasi bakteri filosfer hasil eksplorasi dari tumbuhan rumput di UB *Forest*. Penelitian ini dilaksanakan untuk memperoleh bakteri antagonis potensial yang dapat dikembangkan menjadi alternatif teknologi hayati yang berkelanjutan, sehingga berdasarkan potensi tersebut dapat ditemukan metode baru yang relevan sebagai pengelolaan penyakit bulai pada tanaman jagung manis serta sebagai langkah dalam pemenuhan konsep

PHT untuk meminimalkan dampak negatif dari penggunaan bahan kimia (fungisida).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan bakteri antagonis dari filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* dalam menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis?
2. Bagaimana karakter bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* yang bersifat antagonis untuk penyakit bulai pada tanaman jagung manis?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian diuraikan sebagai berikut:

1. Mengkaji kemampuan antagonis bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* dalam menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis
2. Mengetahui Karakter bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* yang bersifat antagonis untuk penyakit bulai pada tanaman jagung manis

1.4 Hipotesis

Bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* mampu menekan penyakit perkembangan bulai pada tanaman jagung manis.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi alternatif teknologi melalui model rancangan agens biokontrol serta menjadi biostimulan yang ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan tanaman.
2. Penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam mengendalikan dan menekan perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung manis yang efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

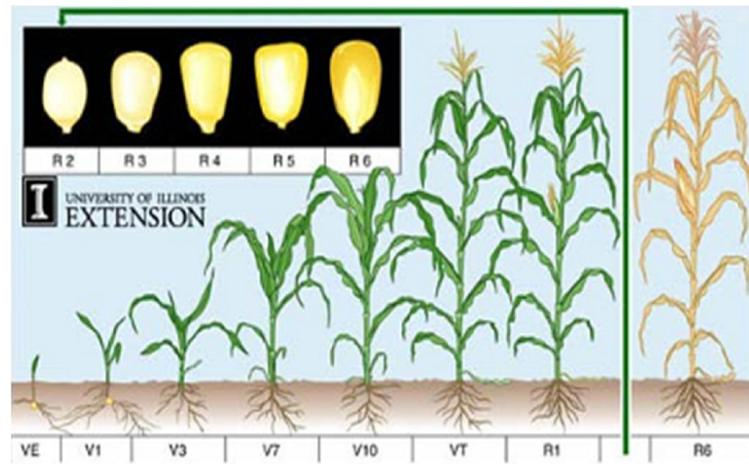
2.1 Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *Saccharata*)

Jagung manis berasal dari daerah sub tropis namun dalam perkembangannya jagung manis telah menyebar ke daerah tropis. Jagung manis di daerah tropis juga telah dikembangkan untuk berbagai ketinggian tempat seperti dataran rendah (Dongoran, 2009), dataran menengah (Martajaya *et al.*, 2010), hingga dataran tinggi (Ebtan *et al.*, 2014). Kesesuaian varietas pada kondisi suatu lingkungan menentukan kuantitas dan kualitas hasil yang akan diberikan tanaman. Setiap varietas jagung manis memiliki kemampuan beradaptasi yang berbeda-beda tergantung genotip dan sifat ketahanan terhadap kondisi lingkungan. Jagung manis umumnya di panen sekitar 18-22 hari sejak penyerbukan, sehingga varietas yang cepat menghasilkan bunga jantan dan bunga betina akan semakin cepat memasuki umur panen (Subekti *et al.*, 2008).

2.1.1 Klasifikasi Jagung Manis

Jagung merupakan tanaman semusim determinat, dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif. Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi tanaman jagung yakni termasuk kelas Monocotyledone, Ordo Graminae, famili Graminaceae, genus *Zea*, dan spesies *Zea mays*. L (Iriany dalam Subekti *et al.*, 2008). Jagung merupakan tanaman berumah satu (monoecious), bunga jantan (staminate) terbentuk pada malai dan bunga betina (tepistila) terletak pada tongkol di pertengahan batang secara terpisah tapi masih dalam satu tanaman (Gultom, 2014).

Secara umum jagung mempunyai pola pertumbuhan yang sama, namun interval waktu antartahap pertumbuhan dan jumlah daun yang berkembang dapat berbeda. Pertumbuhan jagung dapat dikelompokkan ke dalam tiga tahap yaitu (1) fase perkecambahan, saat proses imbibisi air yang ditandai dengan pembengkakan biji sampai dengan sebelum munculnya daun pertama; (2) fase pertumbuhan vegetatif, yaitu fase mulai munculnya daun pertama yang terbuka sempurna sampai tasseling dan sebelum keluarnya bunga betina (silking), fase ini diidentifikasi dengan jumlah daun yang terbentuk; dan (3) fase reproduktif, yaitu fase pertumbuhan setelah silking sampai masak fisiologis (Subekti, 2011).



Gambar 1. Fase Pertumbuhan Jagung (Lee, 2007)

2.1.2 Syarat Tumbuh Jagung Manis

Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan. Oleh karena itu, waktu penanaman harus memperhatikan curah hujan dan penyebarannya. Penanaman dimulai apabila curah hujan sudah mencapai 100 mm/bulan. Jagung menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan baik. Hal ini dikarenakan tanaman jagung membutuhkan unsur hara terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah yang banyak. Oleh karena pada umumnya tanah di Lampung miskin hara dan rendah bahan organiknya, maka penambahan pupuk N, P dan K serta pupuk organik (kompos maupun pupuk kandang) sangat diperlukan (Murni, 2008).

2.2 Penyakit Bulai (*Peronosclerospora sp.*)

Penyakit bulai pada jagung manis merupakan penyakit utama yang sangat berbahaya karena memiliki penyebaran yang sangat luas meliputi beberapa negara penghasil jagung di dunia seperti Filipina, Thailand, India, Indonesia, Afrika, dan Amerika. Sebagian besar petani di Indonesia menanam jagung, sehingga apabila terjadi serangan penyakit bulai petani dapat mengalami kehilangan hasil hingga 100% (gagal panen) pada varietas jagung yang rentan. Penyakit bulai merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora sp.* Jamur patogen ini bersifat parasit obligat yang hanya mampu tumbuh dan berkembang pada jaringan hidup tanaman jagung saja (Aditama, 2017).

Bulai di Indonesia yang telah diidentifikasi disebabkan oleh tiga spesies yaitu *P. maydis*, *P. philippinensis* dan *P. sorghi*. *P. maydis* ditemukan menyerang

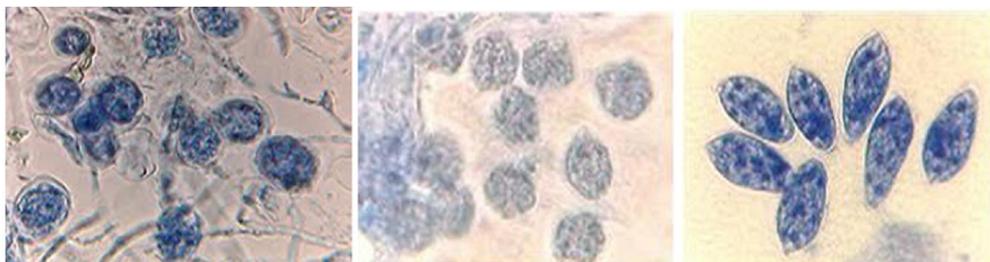
tanaman jagung di pulau Jawa dan Kalimantan, *P. sorghi* ditemukan di pulau Sumatera dan *P. philippinensis* awalnya meyerang di Minahasa, Sulawesi Utara (van Hoof 1953) dan saat ini dilaporkan menyerang tanaman jagung di pulau Sulawesi, dan penyebaran spesiesnya sudah teridentifikasi di 18 kabupaten/propinsi di Indonesia (Wakman, 2006). Identifikasi *Peronosclerospora* sp. dilakukan berdasarkan ciri morfologi seperti bentuk atau ukuran spora yang dimiliki.

2.2.1 Gejala Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung



Gambar 2. Gejala penyakit bulai yaitu: a) klorosis, b) tepung putih, dan c) kerdil (Oktaviani, 2013)

Gejala yang ditimbulkan penyakit bulai adalah gejala sistemik yang meluas ke seluruh bagian tanaman atau dapat menimbulkan gejala lokal (setempat). Gejala sistemik hanya terjadi bila jamur dari daun yang terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk oleh titik tumbuh itu. Pada tanaman berumur 2-3 minggu, daun runcing dan kecil, kaku dan pertumbuhan batang terhambat, warna menguning, sisi bawah daun terdapat lapisan konidium jamur warna putih, sedangkan ketika berumur 3-5 minggu, tanaman yang terserang mengalami gangguan pertumbuhan, daun dapat mengalami perubahan warna dan perubahan warna ini dimulai dari bagian pangkal daun, kemudian tongkol berubah bentuk dan isi pada tanaman dewasa, terdapat garis-garis kecoklatan pada daun tua (Semangun, 2004).



Gambar 3. Bentuk konidia jamur. (a) *P. maydis*; (b) *P. sorghi*; dan (c) *P. philippinensis* (Marcia, 2011)

2.2.2 Perkembangan Penyakit

Jamur *Peronosclerospora* sp. bersifat parasit obligat, jamur ini mampu bertahan hidup dan berkembang hanya pada tanaman hidup dan jamur ini tidak dapat membentuk oospora. Jamur ini dapat bertahan dari musim ke musim pada tanaman hidup. Konidia jamur terbentuk di saat malam hari pada saat daun berembun, dan konidia dapat disebarkan oleh angin. Konidia segera berkecambah dengan membentuk pembuluh kecambah yang akan mengadakan infeksi pada daun muda dari tanaman muda melalui stomata. Pembuluh kecambah membentuk apresorium dimuka stomata (Semangun, 2004).

Faktor penyebab besarnya kerusakan antara lain disebabkan karena faktor iklim dan teknik bercocok tanaman. Faktor iklim seperti kelembaban dan suhu udara sangat mempengaruhi perkembangan *Peronosclerospora* sp. terutama pada kelembaban di atas 80% dan suhu 28-30⁰C serta adanya embun. Infeksi *Peronosclerospora* sp. terjadi dari konidia yang tumbuh di permukaan daun dan masuk jaringan tanaman melalui stomata. Konidia terbentuk sekitar jam 1.00–2.00 dinihari, pada suhu 24⁰C dan permukaan daun tertutup embun. Konidia akan disebarkan oleh angin pada jam 02.00-03.00 dan berlangsung sampai jam 06.00-07.00 pagi (Semangun, 2008).

2.2.3 Pengendalian Penyakit Bulai

Beberapa teknologi yang dapat direkomendasikan untuk pengendalian bulai antara lain (Azri, 2009):

1. Menekan sumber inokulum dengan periode bebas tanaman jagung.
2. Penanaman serempak pada areal luas.
3. Menanam varietas jagung tahan bulai.
4. Eradikasi tanaman jagung terkena bulai.

Sejumlah upaya lain yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit bulai di lapangan adalah sebagai berikut (Badan Litbang Pertanian, 2012): (1) Periode bebas tanaman jagung hal ini dikhususkan kepada daerah-daerah endemik bulai dimana jagung ditanam tidak serempak, sehingga terjadi variasi umur yang menyebabkan keberadaan bulai di lapangan selalu ada, sehingga menjadi sumber inokulum untuk pertanaman jagung berikutnya; (2) Sanitasi lingkungan pertanaman jagung sangat perlu dilakukan oleh karena berbagai jenis rumput-

rumpunan dapat menjadi inang bulai sehingga menjadi sumber inokulum pertanaman berikutnya; (4) Rotasi tanaman dengan tujuan untuk memutus ketersediaan inokulum bulai; (5) dengan menanam tanaman dari bukan sereal; (5) Eradikasi tanaman yang terserang bulai; dan (6) Penggunaan fungisida.

2.3 Bakteri Filosfer

Tumbuhan ditempati oleh mikroba baik di bagian bawah maupun atas tanah. Bagian atas tumbuhan secara normal dikolonisasi bermacam bakteri (termasuk aktinomiset), khamir, dan jamur. Sedikit jenis mikrob yang dapat diisolasi dari jaringan tumbuhan tersebut, namun banyak diantaranya berasal dari permukaan tumbuhan sehat. Habitat aerial yang dikolonisasi oleh mikrob ini disebut filosfer dan tempat melekatnya mikrob disebut epifit. Penelitian mikroba filosfer difokuskan pada daun yang merupakan struktur aerial dominan pada tumbuhan. Bakteri merupakan mikrob terbanyak yang mengkolonisasi daun dengan rata-rata 10^6 - 10^7 sel $(\text{cm}^2)^{-1}$ daun atau $>10^8$ sel g^{-1} daun (Andrews, 2000).

Filosfer merupakan habitat alami bagi mikroba epifit yang hidup pada daun tanaman. Mikroba ini berasal dari tanah, air, udara, tanaman lain atau dibawa oleh binatang khususnya insekta. Daun merupakan organ yang paling mendominasi dari seluruh bagian tanaman. Hal ini sangat menguntungkan tanaman sebab dapat digunakan sebagai habitat bagi mikroorganisme yang mampu hidup di daerah filosfer (Leveau, 2001). Lingkungan tropis sangat baik untuk pertumbuhan organisme filosfer karena luas permukaan daun lebih besar, produksi primer tiga kali lipat, dan fiksasi nitrogen daun bisa 10 kali lebih banyak dibandingkan dengan daun tanaman di iklim sedang (Gardner, 1991).

Filosfer menyediakan lingkungan yang ekstrim bagi kehidupan bakteri epifit. Perubahan kondisi lingkungan yang sering terjadi pada permukaan daun sejalan dengan perubahan siang dan malam. Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat bagi tumbuhan yang ditumpanginya melalui sebuah interaksi berupa hubungan saling ketergantungan yang bersifat mutualisme. Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat dalam menunjang pertumbuhan tanaman misalnya kemampuan dalam memproduksi senyawa antibiotik dan antifungi (Strobel dan daisy, 2003). Komponen-komponen mikroflora daun telah berhasil di analisis, baik secara teknik observasi secara langsung maupun dengan

teknik isolasi. Mikroorganisme filosfer yang mungkin memainkan peran efektif dalam mengendalikan penyebaran patogen yang ditularkan melalui udara (Winterhoof, 1992). Sistem pengendalian hayati ini dapat terjadi melalui mekanisme antagonis (kompetitif, parasit dan toksin). Studi *in vitro* menunjukkan bahwa banyak mikroorganisme saprofit (filosfer) pada daun yang berpotensi sebagai antagonis (Lucas dan Knights, 1987).

2.4 Keanekaragaman Hayati di dalam Hutan

Hutan merupakan habitat tumbuh-tumbuhan yang dikuasai oleh pohon-pohon dan mempunyai keadaan yang berbeda dengan keadaan lingkungan di luar hutan (Soerianegara dan Indrawan, 2005). Indonesia terletak di kawasan tropis, dengan cahaya matahari dan curah hujan tinggi merata sepanjang tahun sehingga menjadi salah satu faktor penyebab tingginya keanekaragaman hayati terutama yang berada di kawasan hutan (Sekarini, 2010). Hutan memiliki berbagai keanekaragaman hayati, baik satwa liar maupun tumbuhan. Berdasarkan keanekaragaman sumber hayati di hutan tersebut tidak hanya terbatas pada jenis tumbuhan berkayu, namun juga ditumbuhi oleh beranekaragam tumbuhan bawah (*cover ground* atau *undergrowth*) yang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi (Baker, 1979).

Keanekaragaman hayati atau *Biological Diversity (biodiversity)* adalah istilah derajat keanekaragaman sumberdaya alam hayati, meliputi jumlah maupun frekuensi dari ekosistem, jenis maupun genetik dalam suatu tempat tertentu. Istilah keanekaragaman hayati mencakup tiga tingkatan pengertian yang berbeda yaitu keanekaragaman genetik, jenis dan ekosistem (Haryanto, 1995 dalam Sekarini, 2010). Keanekaragaman merupakan milik yang khas bagi suatu komunitas yang berhubungan dengan banyaknya jenis dan jumlah individu tiap jenis sebagai komponen penyusun komunitas. (Sekarini, 2010). Komunitas mikroba merupakan keanekaragaman hayati tidak nampak, sehingga potensinya dan peranannya bagi makhluk hidup mungkin kurang mendapatkan perhatian dibandingkan dengan komunitas tanaman dan hewan. Berdasarkan keanekaragaman hayati di hutan yang tinggi perlu dilakukan berbagai penelitian mengenai kelimpahan mikroba yang mampu tumbuh baik di dalam tanah maupun berbagai jenis mikroba endofit pada tanaman.

2.5 Tumbuhan Rumput

Kelompok tumbuhan rumput umumnya termasuk famili Gramineae atau Poaceae. Umumnya berdaun sempit, mempunyai akar rimpang (Rhizoma) yang membentuk jaringan rumit di dalam tanah dan sulit diatasi secara mekanik. Contoh : Alang-alang (*Imperata cylindrica*), Lulungan (*Eleusine indica*), Jajagoan (*Echinochloa colonum*), Cakar ayam (*Digitaria sp*), dan Lamuran (*Polytrias amaura*) (Harsono, 2009). Tumbuhan rumput merupakan komponen terbesar dari populasi tumbuhan karena memiliki daya adaptasi yang cukup tinggi. Distribusinya amat luas dan mampu hidup dalam kondisi kekeringan maupun tergenang air (Pamungkas, 2012). Berikut ini merupakan morfologi tumbuhan rumput yang digunakan dalam penelitian, antara lain:

2.5.1 Rumput Bede (*Brachiaria decumbens*)



Gambar 4. Rumput bede atau rumput signal (Shelton,2007)

Rumput bede atau rumput signal merupakan rumput yang tidak terlalu tinggi, berdiri tegak, berakar rizoma dengan warna hijau terang. Lebar daun berkisar antara 7-20 mm dengan panjang 5-25 cm, berbentuk lanceolata. Daun muncul dari batang yang bergandengan. Habitat alami berada di padang rumput terbuka dan ternaungi berada di garis lintang 27°LU – 27° LS . Selain itu, rumput ini dapat bertahan di ketinggian 0-1750 m. Temperatur optimal pertumbuhan signal grass antara 30-35°C (Shelton,2007).

2.5.2 Rumput Malela (*Brachiararia mutica*)

Rumput malela merupakan rumput yang paling banyak dijumpai di daerah tropis dan termasuk kedalam genus brachiaria. Rumput ini mampu tumbuh hampir disebagian besar Negara Indonesia, karena sesuai dengan iklim tropis dan toleran terhadap berbagai jenis tanah, termasuk tanah masam. Morfologi rumput malela,

memiliki akar serabut, buku-buku batang ditumbuhi rambut halus yang panjang dan batang berwarna hijau, helai daun berbentuk garis-lanset, permukaan daun berambut jarang. Warna helai daun hijau muda dan tepinya merah ungu. Ukuran panjangnya 10-30 cm, dan lebarnya 5-25 cm, sedangkan bunganya merupakan bunga majemuk, tumbuh dibagian ujung batang dan sumbu utama persegi dengan panjang 15-25 cm (Ramdhani, 2018).



Gambar 5. Rumput malela (Ramdhani, 2018).

2.5.3 Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

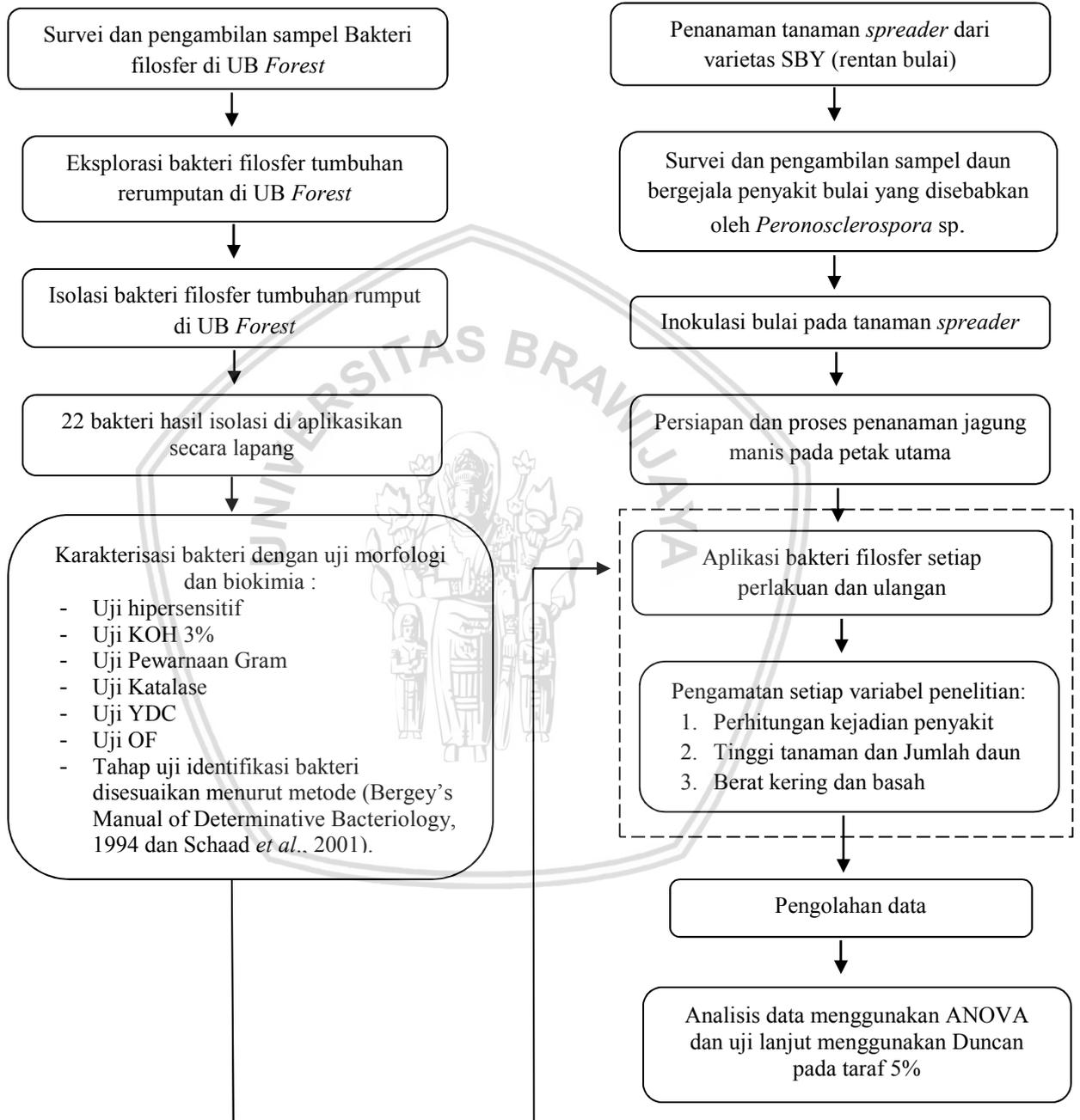


Gambar 6. Alang-alang (Atien, 2008).

Alang-alang (*Imperata cylindrica* L. Beauv) merupakan rumput yang tumbuh secara liar, dan tersebar luas di hutan, sawah, kebun atau pekarangan rumah dan lingkungan terbuka lainnya (Atien, 2008). Rumput ini memiliki bentuk morfologi terna, herba, merayap, tumbuh tegak dan tinggi tanaman 30–180 cm, berdaun tunggal, pangkal saling menutup, helaian berbentuk pita, ujung runcing tajam, tegak, kasar, berambut jarang (Sudarsono, 2002).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 7. Kerangka Operasional Penelitian



3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan lahan percobaan Fakultas Pertanian yang berlokasi di Kelurahan Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Malang yang di mulai bulan Januari 2018 hingga Juli 2018.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah autoklaf, laminar air flow cabinet (LAFC), oven, sentrifuse, timbangan analitik, spektrofotometer, autoclave, *colony counter*, shaker, *vortex*, kompor listrik, oven, jarum inokulasi, jarum ose, tube 1,5 ml, *falcon tube*, mikroskop, gunting, mikropipet, pinset, pisau, meteran, sprayer (alat semprot), penggaris, kamera, gelas beaker, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, cawan petri diameter 9 cm, bunsen, botol media, gelas beker atau ukur, gelas obyek (preparat), cover glass dan pipet.

Bahan yang digunakan adalah isolat bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest*, benih jagung manis varietas SBY yang rentan bulai, media *Nutrien Agar* (NA), Media King's B, media YDC (*Yeast Dextrose Carbonat*), media TZC (*Tetra Zolium Carbonat*), media OF (Oksidatif-Fermentatif) aquades steril, spora *Peronosclerospora* sp. yang diperoleh dari tanaman jagung yang terserang penyakit bulai, fungisida berbahan aktif dimetomorf 50%, spiritus, plastik wrapping, aluminium foil, alkohol 70%, alkohol 96%, *skim milk* dan gliserol.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu: (1) pengambilan sampel dan isolasi bakteri filosfer, (2) uji penekanan terhadap penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora* sp. pada tanaman jagung manis, dan (3) karakterisasi dan identifikasi bakteri. Rancangan penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 25 perlakuan dan 3 ulangan pada pengujian lapang. Perlakuan A sampai dengan Perlakuan V menggunakan 22 isolat bakteri dari filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest*. Perlakuan W sampai dengan perlakuan Y merupakan perlakuan kontrol yakni perlakuan W kontrol PGPR koleksi jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian,

Universitas Brawijaya, perlakuan X kontrol Fungisida berbahan aktif dimetamorf 50% dan terakhir perlakuan Y adalah kontrol air.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pengambilan Sampel Daun Tumbuhan Rumput di UB *Forest*

Lokasi lahan pengambilan sampel adalah di UB *Forest* yang merupakan hutan pendidikan milik Universitas Brawijaya, yang saat ini di kelola oleh Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Lokasi pengambilan sampel adalah di Desa Sumpersari, Kecamatan Karangpulo, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Desa Sumpersari merupakan bagian lereng dari Gunung Arjuno dengan ketinggian tempat 1254 mdpl. Data BMKG bulan Desember-Januari 2018 menunjukkan suhu rata-rata adalah 23,8⁰C, kelembaban 81,6 dan curah hujan 36,6. Desa Sumpersari merupakan salah satu desa perbatasan di wilayah Kabupaten Malang dan Kota Batu.

Sampel daun diambil dari 3 jenis tanaman yang berbeda yakni dari jenis Rumput malela (*Brachiaria mutica*), alang-alang (*Imperata cylidrica*) dan Rumput bedu (*Brachiaria decumbens*), tumbuhan rumput ini paling banyak ditemukan di UB *Forest*. Sampel daun tumbuhan rumput yang sehat dipotong sekitar 3 cm dari ujung daun. Masing-masing sampel daun kemudian dipotong sepanjang 0,5 cm dan dimasukkan kedalam tabung falcon yang berisi aquades steril 10 ml kemudian ditutup dengan rapat sehingga tidak ada udara yang masuk dan menghindari kontaminasi dari luar serta diberi label pada setiap sampel daun (Firdausi, 2017).

3.5.2 Isolasi bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan metode pengenceran bertingkat (*dilution plate*). Sampel daun tumbuhan rumput yang diletakkan ke dalam tabung falcon sebelumnya dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 3 menit kemudian potongan daun dikeluarkan dari tabung menggunakan pinset yang sudah di sterilkan. Setelah itu, suspensi bakteri yang berada pada tabung falcon dari sampel daun di sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Supernatan bagian atas diambil ± 5 ml dan kemudian suspensi yang masih berada pada tabung falcon di *vortex* kembali selama 5 menit. Supernatan dari suspensi tersebut

diencerkan sampai dengan tingkat 10^{-5} dan 10^{-7} . Pengenceran 10^{-5} dan 10^{-7} selanjutnya diambil sebanyak 100 μ l menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media NA. Suspensi bakteri diratakan menggunakan stik L. Isolat bakteri kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang, koloni bakteri yang tumbuh dimurnikan hingga didapatkan biakan murni dan tunggal (Firdausi, 2017).

3.5.3 Uji Penekanan Terhadap Penyakit Bulai dan Aplikasi Bakteri Filosfer Pada Jagung Manis

Penapisan bakteri di lapang ini dengan mengaplikasikan seluruh bakteri yang didapatkan dari hasil eksplorasi bakteri filosfer di UB *Forest*. Terdapat 22 bakteri yang didapatkan dengan karakter bentuk makroskopis koloni tunggal yang berbeda, keseluruhan bakteri diaplikasikan pada tanaman jagung manis berumur 14, 21 dan 25 hst. Pemberian bakteri dalam bentuk suspensi sebanyak 200 ml dan disemprotkan secara merata pada titik tumbuh tanaman jagung manis. Aplikasi dilakukan pukul 05.30 pagi, selanjutnya untuk mengetahui tingkat serangan penyakit setiap perlakuan maka dilakukan perhitungan kejadian penyakit setiap sebelum dan sesudah aplikasi bakteri.

3.5.4 Karakterisasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB *Forest*

Keseluruhan isolat bakteri hasil eksplorasi di UB *Forest* diidentifikasi lebih lanjut untuk mengetahui sifat-sifat morfologi dan biokimianya. Identifikasi bakteri dilakukan berdasarkan Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (1994) dan Schaad *et al.*, (2001). Berikut ini merupakan langkah dalam mengetahui morfologi dan biokimia bakteri antara lain (Fahy, 1983):

1. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut bersifat patogen atau bukan. Pada pengujian ini menggunakan tanaman tembakau, uji hipersensitif dimulai dengan melukai tulang daun utama pada permukaan daun sebelah bawah menggunakan jarum suntik aseptik dengan cara menyayat selanjutnya suspensi bakteri disuntikkan menggunakan spuit tanpa jarum suntik. Suspensi biakan murni bakteri filosfer tumbuhan rumput yang telah berumur 48 jam disuspensikan dalam 10 ml aquades steril dan dilakukan pengenceran hingga

konsentrasi 10^9 cfu/ml. Pengamatan terjadinya nekrotik dilakukan pada 24–72 jam setelah inokulasi.

2. Uji Gram

- KOH 3%

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat Gram negatif atau Gram positif. Satu lup bakteri uji diletakkan pada preparat steril yang telah ditetesi KOH 3% menggunakan jarum ose, apabila suspensi ditarik ke atas terdapat lendir seperti benang maka bakteri tersebut termasuk Gram negatif. Apabila suspensi ditarik ke atas tidak terdapat lendir maka bakteri tersebut termasuk bakteri Gram positif.

- Pewarnaan Gram

Satu lup bakteri digoreskan di atas preparat steril kemudian ditambah akuades steril dan diratakan. Fiksasi bakteri dilakukan dengan melewati bagian bawah preparat di atas bunsen hingga semua permukaan preparat kering, kemudian ditetesi larutan kristal violet dan diratakan di atas permukaan preparat selama 1 menit. Preparat dicuci dengan air mengalir selama beberapa detik, kemudian dikeringanginkan. Preparat selanjutnya ditetesi dengan larutan iodine dan diratakan di atas preparat selama 1 menit. Preparat kemudian dicuci dengan air mengalir selama beberapa detik, setelah itu dikeringanginkan. Pewarnaan selanjutnya menggunakan etil alkohol kurang lebih selama 30 detik. Preparat selanjutnya dicuci dengan air mengalir kurang lebih 2 detik, kemudian dikeringanginkan. Preparat selanjutnya ditetesi larutan safranin dan diratakan di atas preparat selama 10 detik, setelah itu cuci preparat dengan air mengalir kemudian dikeringanginkan. Bakteri Gram negatif mempunyai sel warna merah, sedangkan bakteri Gram positif mempunyai sel warna ungu.

3. Uji Katalase

Bakteri yang berumur 24-48 jam dicampur dengan 1 tetes larutan H_2O_2 3% di atas preparat. Hasil uji dapat diketahui dengan terbentuknya gelembung udara sehingga, reaksi tersebut menunjukkan reaksi positif. Pada reaksi negatif menunjukkan hasil sebaliknya dengan reaksi positif yakni tidak menunjukkan gelembung.

4. Pertumbuhan anaerob

Bakteri Gram negatif kemudian diuji pertumbuhannya secara anaerob dengan menginokulasikan bakteri dalam media basal sebanyak 5 ml. Media basal dalam 1 liter akuades terdiri dari pepton 2 gr, NaCl 5 gr, KH_2PO_4 0,3 gr, Agar 3 gr, dan *bromothymol blue* (larutan 1%) 3 ml. Bahan-bahan dihomogenkan dalam aquades dan diatur pada pH 7,1 kemudian disterilkan pada suhu 121°C selama 20 menit. setelah itu tambahkan 0,5 ml larutan glukosa steril secara aseptis. Bakteri setelah itu diinokulasikan ke dalam dua tabung reaksi yang berisi media basal kemudian satu tabung ditutup parafin cair dan satu tabung lainnya tidak ditambah parafin. Perubahan warna dari biru menjadi kuning di media yang ditutup parafin menunjukkan hasil yang positif, artinya dia mampu tumbuh secara anaerob (fermentatif).

5. Pertumbuhan pada media *Yeast Dextrose Carbonat* (YDC)

Bakteri yang dapat tumbuh secara anaerob selanjutnya diuji pada media YDC. Bakteri digoreskan pada media YDC kemudian diinkubasi selama 24-48 jam, setelah itu diamati warna koloni yang tumbuh, apabila berwarna putih maka merupakan genus *Erwinia*, namun apabila koloni berwarna kuning berarti genus *Pantoea*. Komposisi media YDC terdiri dari ekstrak yeast 10 gr, glukosa 20 gr, CaCO_3 20 gr, agar 15 gr dalam 1 liter akuades. media disterilisasi pada 121°C selama 15 menit.

3.5.5 Persiapan Lahan dan Penanaman Jagung Manis

Persiapan lahan dilakukan dengan menggunakan olah tanah sempurna (OTS) atau olah tanah konvensional (Murni, 2008). Sistem olah tanah sempurna dapat memberikan hasil pada tanaman jagung yang lebih baik dibandingkan dengan sistem lain. Keadaan ini diduga karena tanaman jagung memiliki perakaran yang lebih luas distribusinya. Pengolahan tanah yang baik dan dalam menyebabkan berkurangnya tingkat ketahanan penetrasi tanah. Berkurangnya penetrasi tanah ini memudahkan akar tanaman menembus tanah, berkembang dan mampu menyerap unsur hara dari dalam tanah (Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian, 2015).

Pengolahan tanah dilakukan dengan cara menggemburkan tanah menggunakan mesin traktor, kemudian membuat bedengan sebagai petak uji. Luas lahan yang digunakan memiliki panjang 18 m dan lebar 20 m. Ukuran petak uji 200 cm x 250 cm yang ditanami 40 tanaman dan petak tanaman *spreader* memiliki lebar 30 cm. Benih jagung manis didapatkan dari *Maize Research Centre* (MRC UB), selanjutnya benih ditanam per perlakuan dengan jarak tanam 50 cm x 30 cm.

3.5.6 Penanaman *Spreader*

Tanaman *spreader* merupakan tanaman penyebar yang digunakan untuk penularan penyakit bulai secara alami (Purwanti, 2001). Tanaman *spreader* menggunakan tanaman jagung manis yang rentan terserang penyakit bulai yaitu Varietas SBY rentan bulai. Benih jagung manis sebelum ditanam dilakukan perendaman selama 2 jam kemudian dicuci untuk menghilangkan bahan aktif perlakuan benih pada benih jagung. Tanaman *spreader* ditanam sebagai pagar yang mengelilingi setiap petak uji. Benih jagung ditanam pada guludan yang telah disiapkan dengan jarak tanam 30 cm.

3.5.7 Inokulasi Jamur Patogen *Peronosclerospora* sp. pada Tanaman *Spreader*

Inokulasi jamur *Peronosclerospora* sp. pada tanaman *spreader* yang pertama dilakukan yaitu pengambilan sumber inokulum jamur dari tanaman yang terserang penyakit bulai di lahan percobaan Kelurahan Jatimulyo, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Induksi Jamur *Peronosclerospora* sp. diperlukan daun tanaman jagung yang terserang penyakit bulai. Sumber inokulum penyakit bulai (daun) selanjutnya di induksi selama 8-10 jam menggunakan larutan air gula dengan konsentrasi 10% dan disungkup menggunakan plastik berwarna gelap untuk merangsang pembentukan konidia. Setelah diinduksi spora jamur dapat dipanen dengan dibilas menggunakan air. Setelah mendapatkan spora jamur *Peronosclerospora* sp. dari proses induksi, langkah selanjutnya yaitu inokulasi spora jamur pada tanaman *spreader*. Teknik inokulasi menggunakan teknik semprot pada titik tumbuh tanaman *spreader*. Masing-masing tanaman *spreader* diinokulasi kurang lebih 3 ml suspensi spora *Peronosclerospora* sp. pada 10 hari setelah tanam (hst) antara pukul 02.00 – 04.00 WIB (Nugroho, 2017).

3.5.8 Penanaman Tanaman Uji

Penanaman tanaman uji dilakukan pada saat tanaman *spreader* sudah muncul gejala terserang penyakit bulai lebih dari 50%. Benih jagung manis sebelum ditanam dilakukan perendaman selama 2 jam menggunakan air kemudian dicuci untuk menghilangkan bahan aktif perlakuan benih pada benih jagung manis (Nugroho, 2017). Tanaman uji yang ditanam pada setiap petak perlakuan menggunakan varietas SBY yang rentan bulai dan pada setiap petak terdapat 40 tanaman dengan jarak tanam 50 x 30 cm.

3.5.9 Perhitungan Kejadian Penyakit *Peronosclerospora* sp.

Pengamatan kejadian penyakit merupakan indikator penting dalam mengetahui suatu kejadian penyakit pada tanaman. Pengamatan inkubasi tanam dilakukan mulai dari patogen di inokulasikan ke tanaman hingga pertama sekali menimbulkan gejala pertama. Parameter yang diamati ialah persentase kejadian penyakit. Persentase kejadian penyakit dihitung dengan rumus menurut Zainudin *et al.*, (2014), sebagai berikut:

$$P = \frac{B}{T} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase tanaman jagung terserang penyakit bulai

B : Jumlah tanaman jagung yang terserang bulai

T : Jumlah populasi tanaman yang tumbuh

3.6 Variabel Pengamatan

3.6.1 Tinggi tanaman dan jumlah daun

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris mulai dari pangkal tanaman sampai dengan tinggi kanopi tanaman. Pengukuran dilakukan pada 5 tanaman sampel dan dilakukan pada 15, 22 dan 26 hst. Jumlah daun di hitung pada 5 tanaman sampel pada umur tanaman 15, 22 dan 26 hst.

3.6.2 Berat basah dan berat kering tanaman

Berat basah dan berat kering tanaman diukur pada pengamatan terakhir yaitu 31 hst. Berat basah tanaman dihitung pada saat setelah panen, seluruh bagian tanaman dengan memisahkan tanah dari akarnya, agar tanah tidak ikut terhitung

dengan bobot tanaman yang akan di hitung. Berat basah tanaman diukur menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang 5 tanaman sampel. Pada setiap petak 5 tanaman sampel tersebut dimasukan ke dalam amplop untuk dioven selama 72 jam pada suhu 65°C untuk pengamatan berat kering, kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital.

3.6.3 Identifikasi Morfologi Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung Manis

Identifikasi morfologi patogen penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung dengan cara mengambil sampel daun yang terserang penyakit bulai. Konidia *Peronosclerospora* sp. di peroleh dengan cara menempelkan selotip pada bagian bawah daun jagung yang bergejala dan terdapat bubuk konidia, ditekan dengan jari kemudian dilepaskan dari daun, setelah itu diletakkan diatas tetesan kecil *methylen blue* pada kaca preparat, dan di tutup dengan *cover glass*. Pinggiran *cover glass* di segel menggunakan kuteks bening kemudian diamati di bawah mikroskop (Hikmahwati, 2011).

3.7 Analisis Statistik

Data kuantitatif hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA pada taraf 5%. Bila hasil pengujian terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

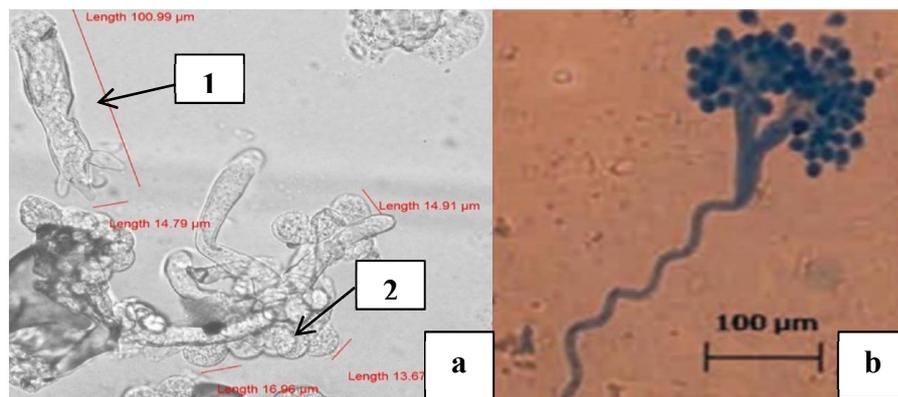
4.1 Deskripsi Gejala dan Morfologi Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung Manis

Gejala penyakit bulai muncul pada tanaman jagung manis berumur 12 hst. Pada 16-18 hst gejala klorotik pada daun berwarna putih yang memanjang sejajar tulang daun mulai meluas (gambar 8) dan di bawah daun terdapat tanda spora seperti tepung berwarna putih terlihat jelas di pagi hari. Deskripsi tersebut sesuai dengan Semangun (2004) bahwa, penyakit bulai menimbulkan gejala klorotik pada daun yang memanjang sejajar tulang daun dengan batas yang jelas. Daun yang bergejala klorotik tersebut semakin lama terhambat pertumbuhannya dan menjadi kerdil.



Gambar 8. Gejala klorosis penyakit bulai pada tanaman jagung manis 26 hst

Identifikasi secara morfologi di bawah mikroskop cahaya menunjukkan bahwa morfologi konidia berbentuk bulat, berdiameter $14,91 \mu\text{m}$, dinding sel tipis, membentuk tabung kecambah dan konidiofor berkelompok (gambar 9). Berdasarkan morfologi konidia dan konidiofor menunjukkan bahwa, patogen yang menyebabkan penyakit bulai pada penelitian ini adalah *Peronosclerospora maydis*. Menurut Rustianti (2015) menyatakan bahwa, kelompok *Peronosclerospora maydis* memiliki karakter konidiofor bercabang, berukuran $111-410 \mu\text{m}$. Konidia berdinding tipis dengan bentuk bulat, berdiameter $12-23 \times 25-44 \mu\text{m}$.



Gambar 9. Morfologi *Peronosclerospora maydis*. (a1) konidiofor; (a2) konidia; (b) morfologi utuh konidia dan konidiofor (Rustianti, 2015).

4.2 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest terhadap Penyakit Bulai

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada pengamatan 15,18 dan 22 hst tidak ada pengaruh perlakuan terhadap kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis (Tabel 2). Pada pengamatan 25, 28 dan 31 hst tingkat kejadian penyakit antara perlakuan fungisida, bakteri filosfer dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol air. Hal ini menunjukkan bahwa, perlakuan fungisida, bakteri filosfer dan PGPR mampu menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Pada perlakuan dengan fungisida tingkat kejadian penyakit tidak berbeda nyata dengan bakteri filosfer, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bakteri filosfer efektif menekan pertumbuhan penyakit bulai karena mempunyai hasil penekanan yang setara dengan fungisida.

Persentase kejadian penyakit pada perlakuan fungisida lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain, karena fungisida yang digunakan pada penelitian ini memiliki zat aktif dimetomorf yang bersifat racun sehingga dapat menekan pertumbuhan penyakit bulai. Bahan aktif dimetomorf merupakan fungisida yang bersifat sistemik yang artinya dapat mengendalikan penyakit secara keseluruhan pada bagian tanaman dengan formulasi SC (*Suspension concentrate*). Bahan aktif ini dapat mengganggu sintesis membran lipid pada patogen. Penyakit sasaran yang dapat dikendalikan yakni bercak daun pada tanaman jagung, lanas, busuk daun, dan embun bulu (Moekasan, 2014).

Beberapa bakteri filofser memiliki kemampuan yang setara dengan fungisida dalam menekan penyakit bulai. Terdapat 5 isolat bakteri filofser yang memiliki persentase penekanan penyakit berkisar antara 60-70%. Pada tabel 1 terlihat bahwa kejadian penyakit yang terendah setelah inokulasi bakteri filofser adalah pada perlakuan dengan kode isolat F, O dan T. Bakteri filofser yang diaplikasi pada tanaman masih mampu menekan pertumbuhan patogen sampai hari ke-31 setelah inokulasi. Isolat bakteri filofser yang memiliki kemampuan dalam menekan penyakit adalah genus *Bacillus* sp. dan *Erwinia* sp. Kemampuan isolat-isolat bakteri filofser dalam menekan penyakit bulai diduga karena kondisi pada lokasi pengambilan sampel yakni di UB *Forest* yang masih alami, sehingga mengakibatkan habitat ini menjadi tempat yang sangat baik untuk perkembangan bakteri filofser yang potensial. Menurut Baskaran *et al.*, (2012) menyatakan bahwa, di dalam filofser hampir semua jaringan tanaman yang sehat, ada banyak mikroorganisme yang sinergistik dengan inangnya dengan cara menghasilkan senyawa khusus, seperti senyawa bioaktif, untuk melindungi inangnya dari serangan jamur patogen.

Kemampuan bakteri filofser dalam menekan perkembangan penyakit dapat dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung. Secara langsung dapat melalui mekanisme antibiosis dan kompetisi ruang, sedangkan secara tidak langsung dapat melalui mekanisme induksi ketahanan tanaman (Haggag, 2010). Berdasarkan hasil seleksi penekanan patogen oleh bakteri filofser terlihat bahwa beberapa bakteri mempunyai kemampuan untuk menghasilkan senyawa antimikroba seperti, genus *Bacillus* spp. dapat menghasilkan antibiotik yang bersifat racun terhadap mikroba lainnya. Bakteri jenis *B. Subtilis* diketahui dapat menghasilkan antibiotik dan antifungi seperti: *subtilin*, *aterimin*, *basitrasin*, *subtilosin*, *mycobacillin*, *subsporin*, *ituirin*, *Cerexin*, *surfactin*, *bacillomycin*, *bacilysin*, asam sianida, *fengymycin* dan *bacilysocin* (Hatmanti, 2000). Bakteri *Erwinia* sp. menghasilkan senyawa poliketid, peptida, alkaloid, terpenoid dan lipopeptida dan peptida yang dapat berperan sebagai antifungi dan anti bakteri (Dewi, 2016).

Tabel 1. Persentase kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata kejadian penyakit (%) ± Standar Deviasi ¹								
	15 hst	18 hst	22 hst	25 hst	28 hst	31 hst			
A	33,34 ± 8,19	32,86 ± 2,94	58,91 ± 16,20	74,22 ± 11,09	b-e	84,30 ± 6,59	de	85,45 ± 7,64	e
B	17,53 ± 1,44	37,03 ± 26	55,59 ± 14,32	74,27 ± 15,70	b-e	82,60 ± 11,00	de	82,60 ± 11,00	de
C	24,96 ± 8,25	46,01 ± 5,34	63,81 ± 3,25	79,97 ± 1,32	de	82,93 ± 9,26	de	82,93 ± 9,26	de
D	14,96 ± 3,85	36,87 ± 13,45	54,61 ± 0,99	70,31 ± 8,44	b-e	79,61 ± 7,60	cde	79,61 ± 7,60	b-e
E	21,33 ± 1,93	31,26 ± 8,30	46,77 ± 8,63	76,68 ± 1,28	cde	71,82 ± 3,03	a-e	71,82 ± 3,03	a-e
F	24,41 ± 8,83	39,23 ± 5,10	55,15 ± 7,86	57,49 ± 1,56	ab	58,66 ± 12,02	ab	62,19 ± 11,59	ab
G	23,32 ± 13,4	42,29 ± 23,55	58,63 ± 17,92	74,03 ± 7,81	b-e	79,64 ± 4,40	cde	80,79 ± 4,61	cde
H	24,51 ± 3,98	44,76 ± 5,92	62,63 ± 8,94	73,65 ± 1,60	b-e	80,22 ± 10,89	cde	83,55 ± 9,74	de
I	16,75 ± 7,22	35,67 ± 15,61	53,32 ± 10,53	70,97 ± 9,34	b-e	79,76 ± 12,40	cde	79,76 ± 12,40	b-e
J	22,06 ± 6,49	23,92 ± 10,39	42,80 ± 1,60	64,14 ± 10,07	a-d	71,42 ± 4,17	a-e	71,42 ± 4,17	a-e
K	29,67 ± 12,44	44,42 ± 9,77	59,66 ± 3,48	85,68 ± 6,33	e	80,72 ± 5,87	cde	80,72 ± 5,87	cde
L	21,83 ± 7,77	37,71 ± 18,11	54,44 ± 8,20	69,52 ± 13,12	b-e	73,52 ± 4,86	b-e	73,52 ± 4,86	a-e
M	20,45 ± 3,00	32,45 ± 11,54	55,53 ± 1,69	74,13 ± 5,45	b-e	78,01 ± 1,71	cde	78,01 ± 1,71	b-e
N	21,57 ± 7,73	35,40 ± 14,84	48,41 ± 14,20	61,91 ± 18,73	abc	77,96 ± 10,51	cde	79,69 ± 9,97	b-e
O	16,61 ± 8,65	48,47 ± 14,90	56,25 ± 11,15	58,77 ± 6,42	ab	63,69 ± 2,17	abc	63,69 ± 2,17	abc
P	19,57 ± 4,74	46,77 ± 10,46	58,33 ± 6,07	77,29 ± 3,24	cde	84,10 ± 7,40	de	85,55 ± 5,43	e
Q	20,43 ± 11,03	38,05 ± 12,69	56,61 ± 0,69	76,03 ± 4,62	b-e	88,10 ± 1,68	e	88,10 ± 1,68	e
R	24,99 ± 5,69	33,34 ± 9,10	51,79 ± 10,55	65,18 ± 3,67	a-d	76,40 ± 3,99	b-e	78,42 ± 5,43	b-e
S	21,26 ± 4,79	35,58 ± 27,35	57,45 ± 16,09	64,11 ± 3,48	a-d	73,67 ± 8,72	b-e	72,86 ± 7,64	a-e
T	24,89 ± 3,83	45,96 ± 11,00	63,44 ± 11,96	62,89 ± 8,70	a-d	67,11 ± 8,05	a-d	65,72 ± 9,64	a-d
U	21,73 ± 9,48	31,68 ± 21,06	48,87 ± 18,47	64,74 ± 11,06	a-d	78,94 ± 7,64	cde	81,00 ± 8,45	cde
V	19,65 ± 2,16	40,00 ± 7,59	58,37 ± 11,63	68,08 ± 9,28	b-e	76,76 ± 7,99	cde	76,76 ± 7,99	b-e
W (Kontrol PGPR)	25,74 ± 0,87	33,99 ± 8,78	55,28 ± 10,59	69,28 ± 1,01	b-e	72,99 ± 7,37	c-e	72,99 ± 7,37	a-e
X (Kontrol Fungisida)	19,33 ± 5,45	17,81 ± 12,17	38,50 ± 5,52	48,70 ± 5,23	a	55,21 ± 7,70	a	59,03 ± 5,42	a
Y (Kontrol Air)	22,32 ± 11,86	46,63 ± 23,03	64,75 ± 13,52	72,29 ± 11,10	b-e	78,85 ± 9,49	cde	84,46 ± 7,06	e

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

Keterangan: Huruf A-Y : perlakuan penelitian; A : B ; C; D ; E ; F ; G ; H ; I ; J ; K ; L ; M ; N ; O ; P ; Q ; R ; S ; T ; U ; V ; W : PGPR Koleksi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya; X : Fungisida berbahan aktif dimetomorf 50%; Y : Air; hst: hari setelah tanam; Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (uji jarak ganda Duncan pada taraf 5%).

4.3 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman ± Standar deviasi (cm) ¹		
	15 hst	22 hst	26 hst
A	13,33 ± 1,26	20,5 ± 1,84 abc	22,3 ± 0,50 a
B	13,74 ± 1,91	10,93 ± 2,71 abc	23,3 ± 3,02 ab
C	13,66 ± 0,67	18,6 ± 0,28 ab	21 ± 0,99 a
D	13,44 ± 1,16	23 ± 2,75 abc	25,53 ± 1,08 ab
E	12,06 ± 2,24	19,2 ± 1,43 abc	26,06 ± 1,80 ab
F	12,92 ± 1,63	20,06 ± 5,11 bc	26,3 ± 7,20 ab
G	14,46 ± 1,80	18,4 ± 1,4 ab	24,33 ± 2,26 ab
H	13,92 ± 1,19	24,5 ± 2,96 c	26,5 ± 1,76 ab
I	15,23 ± 0,82	23,8 ± 4,16 bc	29,26 ± 4,31 b
J	14,63 ± 2,01	20,86 ± 2,22 abc	22,93 ± 1,38 ab
K	14,96 ± 1,03	19,33 ± 0,57 abc	23,86 ± 1,64 ab
L	12,7 ± 1,34	21,36 ± 0,38 abc	26,4 ± 3,25 ab
M	13,06 ± 1,26	21,73 ± 0,91 abc	26,03 ± 2,99 ab
N	13,8 ± 0,45	20,13 ± 1,06 abc	23,53 ± 3,24 ab
O	13,36 ± 0,18	18,4 ± 3,92 ab	22,13 ± 5,16 a
P	12,2 ± 0,45	19,46 ± 0,75 bc	26,46 ± 1,30 ab
Q	12,76 ± 0,49	23,6 ± 3,52 abc	25,06 ± 2,68 ab
R	13,93 ± 1,22	22,56 ± 2,02 abc	27,8 ± 1,34 ab
S	13,23 ± 0,40	18,7 ± 2,25 ab	23 ± 2,43 ab
T	14,4 ± 1,12	21,63 ± 0,63 abc	26,33 ± 4,33 ab
U	13,8 ± 1,58	19,24 ± 2,15 abc	22,66 ± 2,34 ab
V	14,93 ± 1,82	17,97 ± 0,93 a	22,53 ± 0,61 ab
W (Kontrol PGPR)	13,73 ± 1,45	20,2 ± 1,55 abc	26,6 ± 1,60 ab
X (Kontrol Fungisida)	13,51 ± 0,80	20,08 ± 1,56 abc	25,7 ± 0,98 ab
Y (Kontrol Air)	13,76 ± 2,60	21,29 ± 2,65 abc	21,73 ± 0,49 a

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

Berdasarkan hasil analisis data pada pengamatan 15 dan 22 hst menunjukkan bahwa aplikasi bakteri filofosfer tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis, sedangkan pada pengamatan 26 hst menunjukkan perbedaan nyata antara bakteri filofosfer kode isolat I dengan kontrol air. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanaman jagung manis yang diaplikasi

dengan bakteri filosfer mampu mempengaruhi pertumbuhan lebih baik pada umur tanaman 26 hst. Pertambahan tinggi tanaman diduga karena isolat bakteri filosfer dapat menghasilkan fitohormon sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman. Bakteri filosfer dapat digolongkan sebagai PGPR karena dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman dan menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman. Pada penelitian Jena (1992) dilaporkan bahwa, isolat bakteri filosfer yang disemprot ke tanaman menunjukkan perbedaan dengan tanaman kontrol meliputi karakter pertumbuhan vegetatif, seperti peningkatan tinggi tanaman, jumlah anakan dan peningkatan hasil. Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman padi dipengaruhi oleh kemampuan mikrob dalam menghasilkan hormon pemacu tumbuh.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi tinggi tanaman yaitu faktor genetik dan lingkungan. Menurut Efendi (2012) menyatakan bahwa, tinggi rendahnya pertumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang dipengaruhi oleh sifat genetik atau sifat turunan dari tanaman itu sendiri seperti usia tanaman, morfologi tanaman, daya hasil, kapasitas menyimpan cadangan makanan, ketahanan terhadap penyakit dan variasi dari tinggi tanaman yang terjadi antar varietas disebabkan adanya gen yang mengendalikan sifat dari varietas tersebut. Faktor eksternal merupakan faktor lingkungan, seperti iklim, tanah dan faktor biotik tanaman. Sehingga, dapat dimungkinkan bahwa penggunaan varietas pada penelitian ini juga mempengaruhi dalam pertumbuhan tanaman jagung manis. Selain itu, perbedaan pertumbuhan tanaman dan hasil yang diperoleh diduga disebabkan oleh satu atau lebih dari faktor tersebut.

4.4 Pengaruh Aplikasi Bakteri terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis

Hasil analisis data jumlah daun tanaman jagung manis pada pengamatan 15, 22 dan 26 hst menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan bakteri filosfer, PGPR dengan kontrol air. Beberapa isolat bakteri filosfer yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, hal ini diduga pada saat tanaman mengalami fase vegetatif yang ditandai dengan perubahan tinggi tanaman serta jumlah daun, bakteri yang aplikasikan masih dalam keadaan dorman sehingga belum mampu berperan sebagai stimulator pertumbuhan

tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Asroh (2010) bahwa, apabila suspensi bakteri antagonis disemprotkan pada tanaman atau permukaan tanah, maka mikroba yang ada belum sepenuhnya hidup (aktif) dan berkembang karena kondisi lingkungan yang mungkin tidak sesuai, antara lain tidak tersedia nutrisi untuk dicerna, temperatur udara yang terlalu tinggi, kelembaban yang kurang, oksigen yang berlebih dan tanpa naungan, menyebabkan mikroba tersebut tidak berkembang atau mati.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun \pm Standar deviasi (cm) ¹		
	15 hst	22 hst	26 hst
A	4,43 \pm 0,18 b	5,4 \pm 0,320 ab	6 \pm 0,48 ab
B	4,53 \pm 0,24 b	5,00 \pm 0,56 ab	5,46 \pm 0,73 ab
C	3,8 \pm 0,32 a	4,8 \pm 0,160 ab	5,66 \pm 0,18 ab
D	4,6 \pm 0,16 b	5,13 \pm 0,09 ab	6,33 \pm 0,61 ab
E	4,33 \pm 0,09 ab	5,00 \pm 0,32 ab	5,86 \pm 0,57 ab
F	4,33 \pm 0,52 ab	4,73 \pm 0,67 ab	5,86 \pm 1,14 ab
G	4,53 \pm 0,24 b	5,2 \pm 0,43 ab	6,33 \pm 0,82 ab
H	4,66 \pm 0,24 b	5,00 \pm 0,16 ab	6 \pm 0,58 ab
I	4,46 \pm 0,09 ab	5,4 \pm 0,58 ab	6,6 \pm 0,58 b
J	4,33 \pm 0,33 ab	4,73 \pm 0,18 ab	5,46 \pm 0,18 ab
K	4,26 \pm 0,18 ab	5,00 \pm 0,28 ab	5,86 \pm 0,24 ab
L	4,2 \pm 0,32 ab	5,13 \pm 0,18 ab	6,2 \pm 0,32 ab
M	4,33 \pm 0,33 ab	4,73 \pm 0,41 ab	6,33 \pm 0,33 ab
N	4,2 \pm 0,33 ab	5,26 \pm 0,52 ab	5,6 \pm 0,58 ab
O	4,33 \pm 0,43 ab	4,86 \pm 0,33 ab	5,53 \pm 1,18 ab
P	4,2 \pm 0,18 ab	5,53 \pm 0,49 b	6,6 \pm 0,16 b
Q	4,33 \pm 0,33 b	5,26 \pm 0,57 ab	6,13 \pm 0,09 ab
R	4,53 \pm 0,09 ab	5,26 \pm 0,52 ab	6,4 \pm 0,43 ab
S	4,33 \pm 0,09 ab	5,00 \pm 0,65 ab	5,26 \pm 0,52 a
T	4,46 \pm 0,18 ab	5,26 \pm 0,57 ab	6,13 \pm 0,95 ab
U	4,26 \pm 0,61 ab	4,93 \pm 0,49 ab	5,53 \pm 0,33 ab
V	4,13 \pm 0,24 a	4,4 \pm 0,32 a	5,8 \pm 0,28 ab
W (Kontrol PGPR)	4,53 \pm 0,18 b	5,4 \pm 0,43 ab	6,46 \pm 0,37 ab
X (Kontrol Fungisida)	3,33 \pm 0,09 ab	4,93 \pm 0,47 ab	5,8 \pm 0,16 ab
Y (Kontrol Air)	4,13 \pm 0,09 a	5,2 \pm 0,58 ab	5,8 \pm 0,43 ab

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

4.5 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis

Tabel 4. Rata-rata berat basah dan berat kering tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata berat basah ± Standar deviasi (g) ¹		Rata-rata berat kering ± Standar deviasi (g) ¹	
	31 hst		31 hst	
A	148 ± 14,44	abc	15,83 ± 8,38	ab
B	108 ± 43,84	abc	14,86 ± 7,20	ab
C	128,3 ± 24,28	abc	20,90 ± 2,92	abc
D	142 ± 32,61	abc	19,26 ± 6,35	ab
E	146 ± 26,87	abc	24,66 ± 6,61	abc
F	193,3 ± 17,78	c	35,00 ± 8,09	c
G	147 ± 29,39	abc	20,20 ± 5,15	abc
H	156 ± 53,46	bc	22,56 ± 9,09	abc
I	181 ± 78,26	abc	28,00 ± 7,80	bc
J	119 ± 24,05	abc	21,03 ± 1,09	abc
K	122 ± 9,27	abc	18,06 ± 4,05	ab
L	163 ± 25,80	abc	26,60 ± 4,01	abc
M	154 ± 29,02	abc	22,93 ± 6,60	abc
N	108 ± 20,70	abc	12,06 ± 4,76	a
O	92,66 ± 17,82	a	21,33 ± 8,66	abc
P	155 ± 28,43	abc	22,13 ± 6,82	abc
Q	139,6 ± 24,44	abc	20,63 ± 2,74	abc
R	181,6 ± 29,10	bc	27,86 ± 2,95	bc
S	103,6 ± 49,03	ab	11,76 ± 6,60	a
T	155 ± 42,24	abc	24,76 ± 10,86	abc
U	116,3 ± 43,12	abc	15,90 ± 5,82	ab
V	104 ± 36,91	ab	17,26 ± 6,58	ab
W (Kontrol PGPR)	153,3 ± 24,85	abc	25,66 ± 3,49	abc
X (Kontrol Fungisida)	160,6 ± 50,8	abc	25,30 ± 6,16	abc
Y (Kontrol Air)	105,6 ± 7,58	ab	15,83 ± 5,28	ab

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

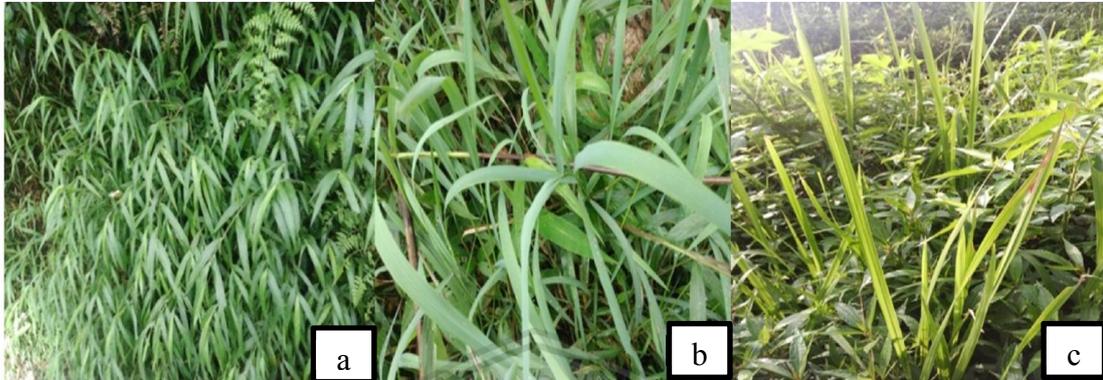
Hasil analisis data mengenai bobot basah dan bobot kering tanaman pada pengamatan 31 hst menunjukkan hasil perbedaan nyata antara perlakuan bakteri filofosfer kode isolat F dengan kontrol air (tabel 4). Hal ini dapat diartikan bahwa

beberapa bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* mampu meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman jagung manis. Hal ini sesuai dengan penelitian Santosa *et al.* (2003) bahwa, bakteri filosfer dapat meningkatkan bobot basah dan kering tanaman padi varietas IR64. Bakteri filosfer dengan kode isolat F teridentifikasi sebagai *Bacillus* sp. Menurut San-Lang *et al.*, (2008), *Bacillus* sp. mampu menghasilkan senyawa fitohormon seperti auksin, sitokinin, etilen, giberelin dan asam absisat yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman, dan akhirnya berdampak pula pada peningkatan hasil. Selain itu, aplikasi formulasi spora *Bacillus subtilis* secara umum mampu meningkatkan produktivitas tanaman. Hal ini diduga karena *B. subtilis* yang diaplikasikan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu memicu pertumbuhan tanaman. Aplikasi *B. subtilis* melalui perlakuan benih nyata meningkatkan produktivitas tanaman (vegetatif) hingga fase generatif (Wartono, 2014).

4.6 Isolasi dan Karakterisasi Bakteri dari Filosfer Tumbuhan Rumput di UB *Forest*

Bakteri diisolasi dari bagian permukaan daun tumbuhan rumput yang sefamili dengan tanaman jagung di UB *Forest*, dengan harapan isolat yang didapat telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan daun dan selanjutnya dapat menekan jamur patogen *Peronosclerospora* sp. yang menyebabkan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Menurut Lindow dan Brandl (2003) bahwa, pada umumnya bagian filosfer tumbuhan umumnya dikolonisasi oleh beraneka ragam bakteri, khamir, jamur, dan alga. Bakteri dapat ditemukan pada permukaan tanaman dengan jumlah dan keragaman yang tinggi. Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh Hirano (2000) bahwa, keanekaragaman bakteri filosfer yang telah ditemukan diantaranya ialah bakteri-bakteri berpigmen seperti *Erwinia herbicola*, spesies-spesies dari *Xanthomonas*, *Pseudomonas* yang memiliki pigmen *fluorescens*, bakteri PPFM, bakteri yang memiliki aktivitas nukleasi es (*P. syringae*, *P. fluorescens*, *E. herbicola*, *X. campestris* pv. *translucens*), bakteri penambat N₂ (*Beijerinckia*, *Azotobacter* dan *Azorhizobium caulinodans*), bakteri yang menghasilkan hormone pertumbuhan bagi tanaman (*E. herbicola*) dan beberapa bakteri penyebab penyakit (patogen). Kelimpahan bakteri filosfer yang beragam ditentukan oleh faktor-faktor yang berhubungan dengan tanaman

misalnya spesies, fenologi dan umur, selain itu juga ditentukan oleh lingkungan dimana tanaman tersebut tumbuh diantaranya yaitu wilayah geografi dan kondisi cuaca pada wilayah tersebut.



Gambar 10. Tumbuhan rumput di UB *Forest*.(a) Rumput malela; (b) Rumput bede; dan (c) Alang-alang (Dokumentasi pribadi).

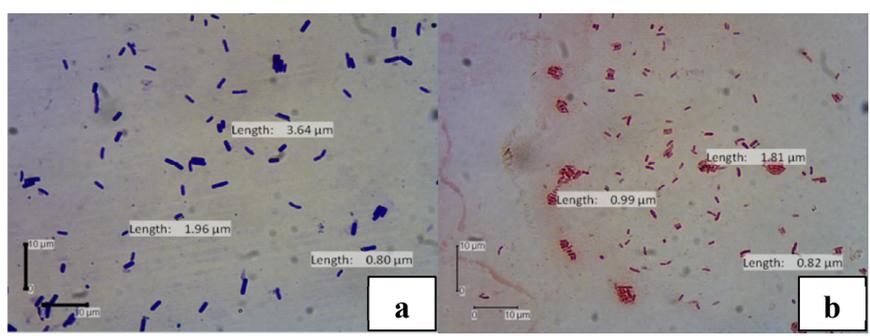
Koloni dari isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi kemudian dibedakan secara makroskopis berdasarkan bentuk, warna, tepian, dan elevasi koloni (Tabel 5). Seluruh isolat memiliki warna dan karakteristik koloni yang berbeda-beda meskipun diisolasi dari bagian tumbuhan yang sama. Menurut Inacio *et al.*, (2002) bahwa, bakteri adalah penghuni daun dengan jumlah dan keragaman tertinggi, dengan jumlah yang dapat dikulturkan berkisar antara 10^2 hingga 10^{12} sel/g daun.

Tabel 5. Karakter morfologi dan biokimia bakteri filosfer

Isolat	Karakterisasi Morfologi				Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia						
	Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi	Bentuk sel	Uji hipersensitif	Uji gram	Uji OF	Uji media YDC	Uji perlakuan suhu 33°C	Genus bakteri
A	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
B	Bulat	Putih buram	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
C	Tidak beraturan	Putih susu	bergelombang	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Putih	TD	<i>Erwinia</i> sp.
D	Bulat	Putih transparan	Rata	Rata	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
E	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
F	Tidak beraturan	Putih	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Bacillus</i> sp.
G	Tidak beraturan	Putih kekuningan	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
H	Bulat	Putih kenuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
I	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
J	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
K	Bulat	Putih buram	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
L	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Bacillus</i> sp.
M	Bulat	Putih bening	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
N	Bulat	Kuning	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	O	-	+	<i>Xanthomonas</i> sp.
O	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	Putih	TD	<i>Erwinia</i> sp.
P	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
Q	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	-	TD	Tidak teridentifikasi
R	Tidak beraturan	Putih susu	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
S	Tidak beraturan	Putih kekuningan	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
T	Bulat	Putih kecoklatan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
U	Tidak beraturan	Putih	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Putih	TD	<i>Erwinia</i> sp.
V	Bulat	Putih	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Bacillus</i> sp.

Keterangan: (+) menunjukkan reaksi positif, (-) menunjukkan reaksi negative, (O) Oksidatif, (F) Fermentatif, (TD) Tidak Diuji

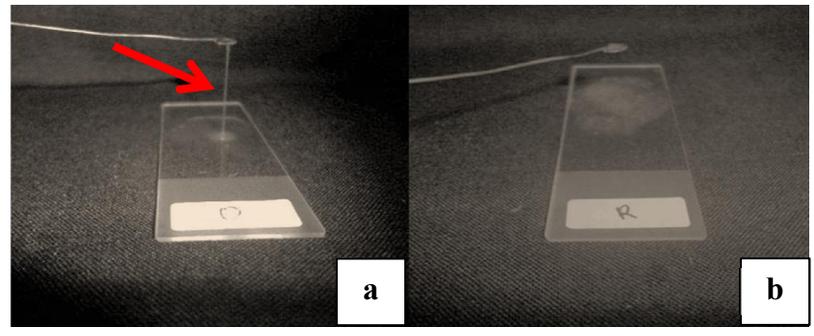
4.5.1 Uji Pewarnaan Gram



Gambar 11. Hasil mikroskopis bakteri pada uji pewarnaan gram; a) bakteri gram positif ditunjukkan dengan kenampakan sel bakteri berwarna biru; b) bakteri gram negatif ditunjukkan dengan kenampakan sel bakteri berwarna merah

Berdasarkan hasil pewarnaan Gram pada bakteri filofser tumbuhan rumput di UB *Forest* menunjukkan bahwa ada 9 isolat yakni dengan kode B, E, F, L, I, M, R, P dan V merupakan bakteri Gram positif hasil pewarnaan Gram adalah warna biru keunguan. Sedangkan, 13 isolat yakni bakteri kode A, C, D, G, I, J, K, N, O, Q, S, T, dan U merupakan bakteri Gram negatif yang ditunjukkan dengan warna merah. Menurut Pelczar (1986) mekanisme pewarnaan Gram didasarkan pada struktur dan komposisi dinding sel bakteri. Bakteri Gram negatif memiliki dinding sel lebih tipis dibandingkan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif memiliki kandungan lipid 1-4%, sedangkan bakteri Gram negatif mempunyai kandungan lipid 11-22%. Selain itu, warna merah pada sel bakteri Gram negatif juga disebabkan oleh sedikitnya kandungan peptidoglikan pada dinding sel. Peptidoglikan bakteri gram negatif mempunyai ikatan silang yang jauh kurang ekstensif dibandingkan dengan yang dijumpai pada dinding bakteri gram positif.

4.5.2 Uji KOH 3%



Gambar 12. Hasil Uji Gram dengan KOH 3%; (a) gram negatif ditandai dengan adanya lendir atau benang; (b) gram positif ditunjukkan dengan tidak adanya lendir atau benang



Hasil uji Gram dengan menggunakan KOH 3% terhadap 22 isolat bakteri menunjukkan bahwa ada 13 bakteri merupakan Gram negatif dengan kode A, C, D, G, I, J, K, N, O, Q, S, T, dan U serta 9 bakteri dengan kode B, E, F, L, I, M, R, P dan V termasuk kedalam kelompok Gram positif. Bakteri Gram negatif ditandai dengan adanya lendir atau benang ketika lup inokulasi diangkat setelah isolat bakteri dicampur dengan KOH 3% sebaliknya dengan bakteri Gram positif (Gambar 9). Menurut Schaad (2001) menyatakan bahwa, setelah inokulasi di bagian atas preparat antara isolat bakteri dan KOH % menunjukkan hasil yakni kelompok bakteri gram negatif akan menjadi lengket dan membentuk benang. Hal ini dikarenakan, Dinding sel bakteri Gram negatif lebih tipis daripada dinding sel bakteri Gram positif serta kurang rentan terhadap penisilin dan gangguan fisik (Pelczar, 1986). Menurut Halebian *et al.* (1981) menyatakan bahwa, pengujian ini sangat efektif pada skala laboratorium, cepat dan ekonomis.

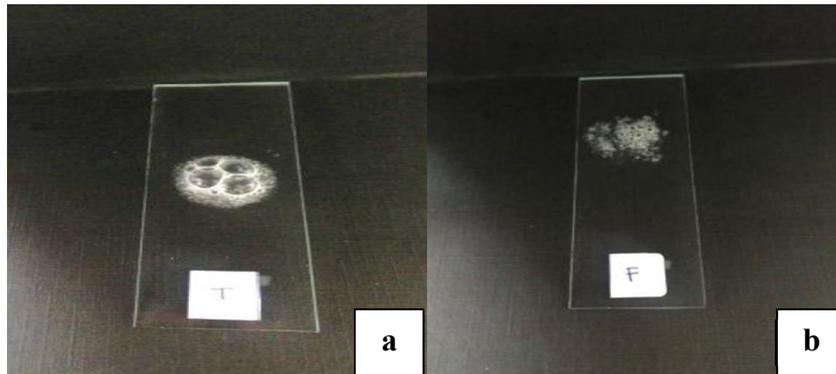
4.5.3 Uji Pewarnaan Spora



Gambar 13. Pewarnaan spora ditunjukkan dengan adanya warna lebih gelap pada sel bakteri dengan kode isolat R

Berdasarkan hasil pewarnaan yang ditujukan untuk bakteri Gram positif ada 9 isolat yang diamati sporanya. Pewarnaan spora menggunakan bahan *malachite green* dan safranin untuk mengetahui spora sel bakteri dengan ditujukan warna lebih gelap yang terletak pada kedua ujung sel bakteri atau di tengah sel bakteri, perbedaan warna hijau dari *malachite green* dan warna merah saat diberi larutan safranin sangat terlihat jelas sehingga dapat dibedakan bahwa pemberian *malachite green* dapat digunakan sebagai penagamatan adanya spora atau tidak pada uji pewarnaan spora. Menurut Badan Karantina Pertanian (2008) bahwa, spora bakteri pada uji pengecatan spora akan terlihat berwarna hijau (gelap), sedangkan sel bakteri berwarna merah.

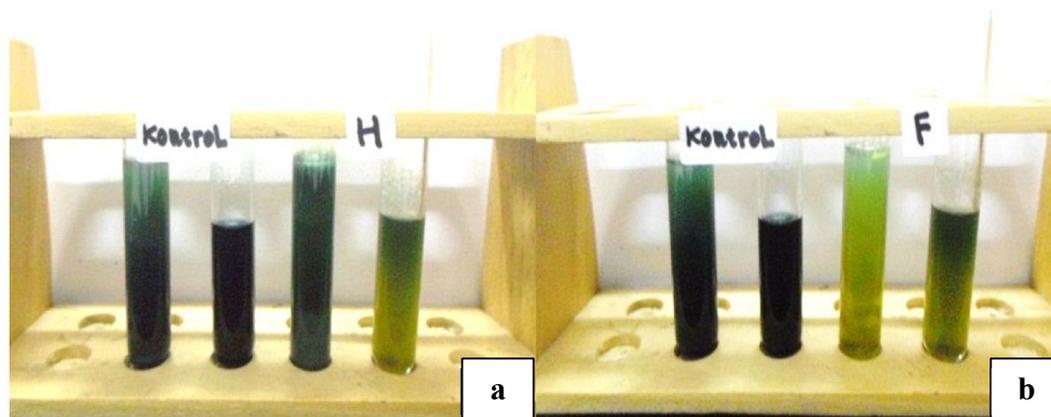
4.5.4 Uji Katalase



Gambar 14. Hasil Uji Katalase ; (a) Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya gelembung pada kode bakteri T dan F

Hasil Uji Katalase menggunakan substrat H_2O_2 (hydrogen peroksida) menunjukkan bahwa keseluruhan isolat bakteri memiliki reaksi positif yakni dengan membentuk gelembung ketika isolat bakteri di beri substrat H_2O_2 . Hal ini dikarenakan uji katalase sendiri bertujuan untuk menguji kemampuan bakteri penghasil enzim katalase dalam mendegradasi hydrogen peroksida. Menurut Sunatmo (2009) bahwa, selama proses respirasi aerobik, mikroba menghasilkan hidrogen peroksida seperti superoksida yang bersifat sangat toksik. Mikroba yang menghasilkan katalase dapat segera mendegradasi hidrogen peroksida. Mikroba aerobik yang tidak mempunyai katalase dapat mendegradasi terutama superoksida toksis dengan enzim superoksida dismute. Sedangkan, ketidakmampuan mikroba anaerobik untuk mensintesis katalase, peroksidase atau superoksida dismute menyatakan bahwa oksigen bersifat toksis bagi mikroba tersebut. Produksi katalase ini dapat dibuktikan dengan menambahkan substrat H_2O_2 , sehingga dengan adanya katalase maka timbul gelembung gas dari oksigen bebas ini menunjukkan reaksi positif. Sedangkan, pada reaksi negatif menunjukkan hal yang sebaliknya dari reaksi positif.

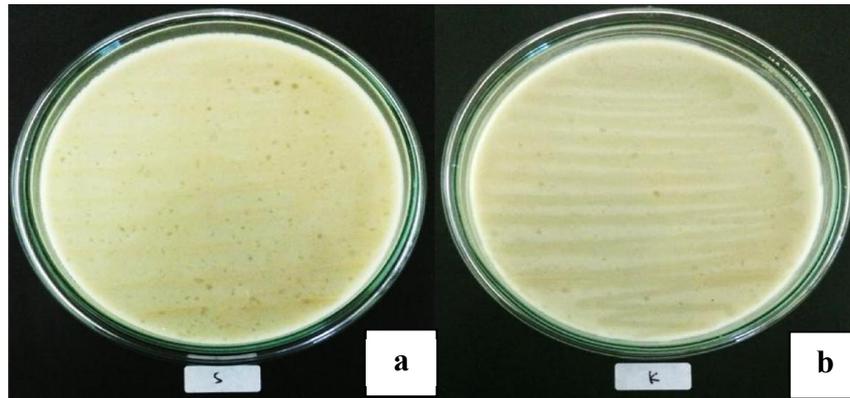
4.5.5 Uji Oksidatif-Fermentatif



Gambar 15. Hasil uji reaksi Oksidatif dan Fermentatif (OF) ; (a) Reaksi Oksidatif (Aerob) ditunjukkan dengan adanya warna biru pada tabung reaksi yang diberi *water agar* dan kuning pada tabung reaksi tanpa *water agar*; (b) Reaksi Fermentatif (Anaerob) ditunjukkan dengan adanya warna kuning pada kedua tabung reaksi yang diberi *water agar* maupun tanpa *water agar*.

Berdasarkan uji sifat bakteri oksidatif-fermentatif ditunjukkan dengan perubahan warna media, apabila oksidatif maka warna media tidak berubah atau tetap berwarna biru. Sedangkan, apabila bakteri bersifat fermentatif maka warna media berubah menjadi kuning. Isolat bakteri dengan kode B, E, H, I, K, M, N, P dan T bersifat oksidatif dan isolat yang bersifat fermentatif ialah dengan kode A, C, D, F, G, J, L, O, Q, R, S, U dan V Hal ini, sesuai dengan Anggraini (2016) bahwa, bakteri bersifat fermentatif jika media berubah menjadi kuning. Bakteri bersifat oksidatif jika bagian permukaan media berwarna kuning dan bagian bawah media tidak terjadi perubahan. Uji negatif oksidatif atau fermentatif ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna pada media.

4.5.6 Uji YDC

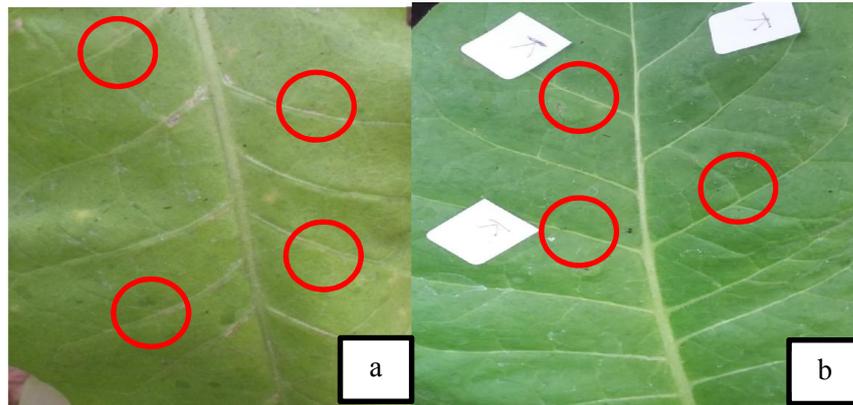


Gambar 16. Hasil uji pada media YDC; (a) hasil *streak* koloni bakteri menunjukkan koloni bakteri berwarna kuning (b) hasil *streak* koloni bakteri menunjukkan koloni bakteri berwarna putih

Berdasarkan hasil uji dengan media YDC diketahui bahwa 5 bakteri yakni dengan kode isolat A, D, G, J dan S memiliki koloni warna kuning pada media YDC yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut masuk kedalam genus *Pantoea* sp. kemudian, isolat dengan kode C, O dan U memiliki koloni berwarna putih yang menunjukkan bahwa bakteri termasuk genus *Erwinia* sp. Hal ini sesuai dengan menurut Schaad *et al.*, (2001) bahwa, bakteri bersifat fermentatif (anaerob) apabila diuji dengan media YDC tumbuh koloni berwarna putih termasuk kedalam genus *Erwinia* sp. sedangkan, apabila koloni yang tumbuh berwarna kuning maka bakteri tersebut masuk ke dalam genus *Pantoea* sp.

Uji pertumbuhan bakteri pada suhu 33⁰C atau bakteri bersifat fermentatif (anaerob) selanjutnya juga diuji pertumbuhannya pada media YDC, hanya ada satu bakteri yang mampu tumbuh pada suhu 33⁰C yakni dengan kode isolat N. selanjutnya, apabila koloni berwarna kuning maka diuji xanthomonadin. Menurut Schaad (2001) bahwa, uji xanthomonadin ialah biakan bakteri ditumbuhkan pada media YDC umur 24-48 jam dan tumbuh pada suhu 33⁰C. Uji positif ditandai dengan koloni berwarna kuning.

4.5.7 Uji Hipersensitif



Gambar 17. Hasil negatif pada uji hipersensitif bakteri filosfer. a) perlakuan bakteri pada tanaman tembakau dengan kode isolat T dan U; b) perlakuan kontrol aquades

Hasil uji hipersensitif menunjukkan bahwa 22 isolat bakteri tidak menunjukkan gejala nekrosis pada daun tembakau setelah inokulasi bakteri 48 jam. Berdasarkan hal tersebut, bakteri tidak bersifat patogen bagi tanaman inang, hal ini dikarenakan tidak adanya gejala nekrosis setelah inokulasi. Menurut Morel (1997) bahwa, reaksi hipersensitif merupakan suatu bentuk nekrotik sel yang cepat yang sering berasosiasi dengan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Reaksi hipersensitif dapat dipicu oleh berbagai jenis patogen dan terjadi beberapa jam setelah kontak dengan patogen. Apabila isolat bakteri dapat berpotensi sebagai patogen pada tanaman, maka akan muncul gejala nekrotik atau klorosis pada daun tembakau (Makmunah, 2017).

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengamatan persentase kejadian penyakit menunjukkan bahwa bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* mampu menekan perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung manis varietas SBY yang rentan bulai sampai dengan 31 hst.
2. Isolat kode F, O dan T yang teridentifikasi sebagai *Bacillus* sp. dan *Erwinia* sp. memiliki kemampuan menekan penyakit bulai yang sama dengan perlakuan fungisida dimetomorf 50%.
3. Identifikasi bakteri filosfer menunjukkan bahwa 17 isolat termasuk genus *Erwinia* sp., *Pantoea* sp., *Xanthomonas* sp., *Bacillus* sp. dan *Clostridium* sp., sedangkan 5 isolat tidak teridentifikasi.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjutan mengenai kemampuan isolat yang mampu menekan perkembangan jamur patogen *Peronosclerospora* sp. pada skala laboratorium menggunakan patogen dengan famili yang sama dengan penyakit bulai seperti *Pythium* sp. dan *Phytophthora* sp sehingga dapat diketahui keefektifan bakteri dalam menekan pertumbuhan penyakit dengan lingkungan yang homogen serta perlu dilakukan pengujian secara molekuler untuk mengetahui bakteri filosfer sampai dengan tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, D. 2017. Pengendalian Penyakit Bulai Jagung Manis Menggunakan *Paenibacillus polymyxa* dan *Pseudomonas fluorescens*. Lampung: Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Aggraini, R., Aliza, D., & Mellisa, S. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophilla* dengan Uji Mikrobiologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah Volume 1, nomor 2 , 270-286.
- Agrios, G. 2005. Plant Pathology: Fifth Edition. New york: Elsevier Academic Press.
- Andrews, J, H., H. R. 2000. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. Ann Rev Phytopathol, 38:145-180.
- Asroh, A. 2010. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Interval Pemberian Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata Linn) . Jurnal Agronomi, 2 (4): 144-148.
- Atien, S. 2008. Apotek Hidup Tanaman RempahRempah dan Tanaman Liar. Bandung: Yrama Widya.
- Azri. 2009. Teknologi Pengendalian Penyakit Bulai Tanaman Jagung. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Data Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai di Indonesia. Jakarta: Berita Resmi Statistik.
- Baker, F. S. 1979. Principles of Silviculture. New York: McGraw Hill Inc. Book Co.
- Bara, A. 2009. Pengaruh dosis pupuk kandang dan frekuensi pemberian pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi jagung (*Zea mays* L.) di lahan kering. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Baskaran, R. M. 2012. Phyllosphere Microbial Populations of Ten True Mangrove Species of the Andaman Island. International Journal of Microbiological Research, 3 (2): 124-127.
- Berkelaa, D. 2017. Sistem Intensifikasi Padi (The system of Rice intensification – SRI) : Sedikit dapat Memberi Lebih Banyak. SRI, Sistem Intensifikasi Padi : Sedikit dapat Memberi Lebih Banyak.

- Berkelaar, D. 2001. Sistem Intensifikasi Padi (The System of Rice Intensification –SRI). USA: ECHO Inc. 17391 Durrance Rd. North Ft. Myers FL.
- Dewi, R. K. 2016. Seleksi Bakteri Filosfer Padi Sebagai Agen Biokontrol *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri Pada Padi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta (Tesis).
- Efendi, Halimursyadah, & Simajuntak, H. R. 2012. Respon Pertumbuhan dan Produksi Plasma Nutfah Padi Lokal Aceh Terhadap Sistem Budidaya Aerob. *Jurnal Agrista* Vol. 16 No. 3.
- Fahy, P. a. 1983. Media and Methods for Isolation and Diagnostic Test. In Fahy, P.C. and G. J. Persley (Eds) *Plant Bacterial Diseases : a Diagnostic Guide*: 337-378. Australia: Academic Press.
- Fidausi, Wita. 2017. Keanekaragaman Bakteri Filosfer pada Pertanaman Padi Dampak Penerapan PHT Skala Luas serta Potensi Antagonisnya terhadap *Xanthomonas oryzae*. [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fitriani, F. 2009. Hama dan Penyakit Jagung Manis (*Zea mays* saccharata Sturt.) di Desa Benteng, Cibanteng dan Nagrog, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gardner, F. P., R. B. P., & R. L. M. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan: Herawati Susilo. Jakarta: UI Press.
- Gultom, J. A. 2014. Penapisan *Streptomyces* sp. dari Rizosfer Jagung untuk Pengendalian Penyakit Bulai. Bengkulu: Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.
- Haggag, W, M. 2010. Role of endophytic microorganisms in biocontrol of plant disease. *Life Science Journa*, 7(2):57-62.
- Halebian, S, H. B. 1981. Rapid Method That Aids in Distinguishing Gram-Positive from Gram-Negative Anaerobic Bacteria. *Jurnal Clin Microbiol* , 13(3):444-448.
- Harni, R. d. 2011. Potensi Bakteri Endofit Menginduksi Ketahanan Tanaman Lada Terhadap Infeksi *Meloidogyne Incognita*. *J.Litti*, 17 (3):118–123.
- Harsono, A. 2009. Pengaruh Jenis Pupuk Kandang dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Tumbuhan dan Hasil Jagung Manis. *Jurnal Agritrop Fakultas Pertanian Universitas Udayana Bali*.

- Hasanuddin, M. S. 2003. Peningkatan Peranan Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Medan: USU Digital Library.
- Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. Oseana, Volume XXV, Nomor 1, 31-41.
- Hermanto. 2014. Harmonisasi Kebijakan Pangan Nasional dan Daerah. Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Hirano, S. S. 2000. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae* pathogen, ice nucleus, and epiphyte. *Microbiol Mol Biol Rev*, 64(1): 642-653.
- Holt, J. N. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* 9th Edition. USA: Williams and Wilkins Baltimore.
- Kementrian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementrian pertanian Tahun 2015-2019. Jakarta Selatan: Biro Perencanaan Kementan 2015.
- Leveau, J., & Lindow, S. 2001. Appetite of an epiphyte: quantitative monitoring of bacterial sugar consumption in the phyllosphere. *Proc Natl Acad Sci*, 98: 3446-3453.
- Lindow, S, E., B. M. 2003. *Microbiology of the phyllosphere* . *App Environ Microbiol*, 69(4):1875-1883.
- Makmunah, J. 2017. Eksplorasi Khamir dan Bakteri sebagai Agens Antagonis terhadap Penyebab Penyakit Blas pada Padi (*Pyricularia oryzae*). Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Marcia, P. B. 2011. Rintisan Penelitian Berbasis Marka Molekuler Tanaman Serealia (Jagung, Gandum dan Sorgum) untuk Perakitan Varietas Unggul. Jakarta: Laporan hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Seralia (belum dipublikasi).
- Maryamah, U. 2016. Evaluasi Penampilan Sifat Hortikultura dan Potensi Hasil pada Jagung Manis dan Jagung Ketan. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Maryaman, U. 2016. Evaluasi Penampilan Sifat Hortikultura dan Potensi Hasil pada Jagung Manis dan Jagung Ketan. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Moekasan, T. P. 2014. Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya. Bandung: Yayasan Bina Tani Sejahtera.
- Morel, J, B, D. J. 1997. The hypersensitive response and induction of cell death in plants. *Cell Death Differ* , 4:671-683.
- Murni, A. d. 2008. Teknologi Budidaya Jagung. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian, -.
- Nelly, N., Trizelia, dan Reflinaldon. 2015. Potensi Cendawan Endofit sebagai Bioinsektisida untuk Pnendalian Hama pada Pertanaman Kacang Tanah (*Etiella zinckenella* Treit). (Lepidoptera:Pyralidae) dan Biofertilizer. Padang: Universitas Padang.
- Nugroho, E.F. 2017. Pemanfaatan Bakteri dari Lumpur Sidoarjo untuk Mengendalikan Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Oktaviani, A. R. 2013. Keefektifan Beberapa Isolat Plant Growth Promotting Rhizobacteria untuk Menekan Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis* (Rac.) Shaw) pada Tanaman Jagung Manis. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Pelczar, M. &. 1976. Dasar-Dasar Mikrobiologi, diterjemahkan oleh Ratna Siri Hadioetomo pada tahun 1986. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, M. &. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1: penterjemah Penterjemah Ratna Siri Hadioetomo dkk. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Pertanian, B. K. 2008. Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian nomor 513.a/Kpts/OT.210/L/12/2008. Manual pengujian residu hormon pada pangan segar asal hewan. Jakarta: Badan Karantina Pertanian (Barantan).
- Purwanti, H. 2001. Evaluasi Galur Jagung Tetua yang Tahan dan Rentan terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). Jakarta: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Ramdhani, D. C. 2018. *Brachiaria mutica*. Retrieved Agustus 28, 2018, from Scribd: <https://www.scribd.com/document/344961058/BRACHIARIA-MUTICA#>
- Rustiani, U. S. 2015. Tiga Spesies Peronosclerospora Penyebab Penyakit Bulai Jagung di Indonesia. *Berita Biologi*, 14:29-37.

- San-Lang, W. S. J. L. 2008. Purification and characterization of chitinases and chitosanases from a new species strain *Pseudomonas* sp. TKU015 using shrimp shells as a substrate. *Journal Carbohydrate Res*, 343(7):1171-1179.
- Santosa, D. N. 2003. Isolasi dan seleksi bakteri filosfer pemicu tumbuh dari daun padi (*Oryza sativa* L.) varietas IR64. *Jurnal Tanah Lingkungan*, 5:7-2.
- Saraswati, R. d. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Schaad, N. W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogen Bacteria* 3rd Edition. St. Paul Minnessota: APS Press.
- Sekarini, D. 2010. Studi Keanekaragaman Jenis Dan Kandungan Karbon Tumbuhan Bawah Pada Tegakan Tusam (*Pinus meskusii* Jungh. Et De Vriese) Dan Jati (*Tectona Grandis* L.F) Di KPH Malang, Perum Perhutani Unit Ji Jawa Timur. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit Penyakit Tanaman Pangan Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Silva, C. D. 2014. Potensial of pre-harvest application of *Burkholderia spinosa* for epiphytic and pathogenic microorganism on the phyllosphere of banana (*Musa* spp.). *Trop Agri Res*, 25(4):543-554.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*, Suplemen ke. Rajawali Pres, 573 p.
- Strobel, G. A., & Daisy, B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology*, 419-502.
- Subekti, N. A. 2011. *Fase Perkecambah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros, 185-204.
- Subekti, N. A., Syafruddin, Roy, E., & Sri, S. 2008. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, 185-204.
- Sudarsono. 2002. *Tanaman Obat di Indonesia*. Jakarta: Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia.

- Sunatmo, T. 2009. Mikrobiologi Esensial. Jakarta: Ardy Agency.
- Supramana. 2007. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Nematoda Peluka Akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada Tanaman Nilam.
- Talanca, A. H. 2011. Uji Resistensi Cendawan (*Peronosclespora mayis*) terhadap Fungisida Saromil 35 SD (b.a Metalaksil). Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI (pp. 119-122). Sulawesi Selatan: PFI Komda Sulawesi Selatan dan Dinar Perkebunan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan.
- Talanca, A. H. 2013. Status Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung dan Pengendaliannya. Jawa Timur: Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian.
- Wakman, W., S, A., A, B., dan M, T. 2006. Identifikasi Spesies Cendawan Penyebab Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros: Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Wartono, G. D. 2014. Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi . Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian.
- Zainudin, A. A. 2014. Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*) Terhadap Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Jurnal HPT, 2:11-18.



Lampiran 1. Hasil analisis ragam kejadian penyakit 15 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	776,8632636	2	388,4316318	5,61459389	
Perlakuan	1864,713719	24	77,69640494	1,123064459	0,356677
Galat	3320,759914	48	69,18249822		
Total	5962,336897	74	80,57212023		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 2. Hasil analisis ragam kejadian penyakit 18 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	6063,835089	2	3031,917545	14,31025372	
Perlakuan	3902,367388	24	162,5986412	0,767444291	0,755563
Galat	10169,77372	48	211,8702858		
Total	20135,97619	74	272,1077864		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 3. Hasil analisis ragam kejadian penyakit 22 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	1025,113149	2	512,5565746	3,215174495	
Perlakuan	2904,75805	24	121,0315854	0,759209199	0,764667
Galat	7652,062312	48	159,4179648		
Total	11581,93351	74	156,512615		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 4. Hasil analisis ragam kejadian penyakit 25 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	1285,498966	2	642,7494831	5,90487138	
Perlakuan	4605,567411	24	191,8986421	1,762952487	0,047201 *
Galat	5224,834413	48	108,8507169		
Total	11115,90079	74	150,2148755		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 5. Hasil analisis ragam kejadian penyakit 28 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	305,8103792	2	152,9051896	1,764396778	
Perlakuan	4501,986767	24	187,582782	2,164546913	0,011382 *
Galat	4159,749775	48	86,66145364		
Total	8967,546921	74	121,1830665		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 6. Hasil analisis ragam kejadian penyakit 31 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	243,1153527	2	121,5576763	1,471918592	
Perlakuan	4351,953611	24	181,3314004	2,195707154	0,010181 *
Galat	3964,056501	48	82,58451045		
Total	8559,125465	74	115,6638576		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 7. Hasil analisis ragam tinggi tanaman 15 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	7,6460907	2	3,8230453	1,355521169	
Perlakuan	47,655701	24	1,9856542	0,7040451	0,822516
Galat	135,37684	48	2,8203509		
Total	190,67863	74	2,5767383		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 8. Hasil analisis ragam tinggi tanaman 22 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Blocks	15,590219	2	7,7951093	0,941028753	
Perlakuan	238,4923	24	9,9371791	1,199620283	0,289322
Galat	397,61298	48	8,2836038		
Total	651,6955	74	8,8066959		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 9. Hasil analisis ragam tinggi tanaman 26 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	47,6072	2	23,8036	2,0658633	
Jenis	323,5688	24	13,482033	1,170076706	0,314145
Galat	553,0728	48	11,52235		
Total	924,2488	74	12,489849		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 10. Hasil analisis ragam jumlah daun 15 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	0,3530667	2	0,1765333	1,479605141	
Perlakuan	2,4266667	24	0,1011111	0,847457627	0,66306
Galat	5,7269333	48	0,1193111		
Total	8,5066667	74	0,114955		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 11. Hasil analisis ragam jumlah daun 22 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Blocks	0,2048	2	0,1024	0,330725615	
Perlakuan	5,1061333	24	0,2127556	0,687145625	0,83894
Galat	14,861867	48	0,3096222		
Total	20,1728	74	0,2726054		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 12. Hasil analisis ragam jumlah daun 26 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	4,5866667	2	2,2933333	5,467549669	
Perlakuan	10,375467	24	0,4323111	1,030675497	0,450487
Galat	20,133333	48	0,4194444		
Total	35,095467	74	0,4742631		

Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 13. Hasil analisis ragam berat basah 31 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	2664,9867	2	1332,4933	0,719556186	
Perlakuan	53952	24	2248	1,21393651	0,277825
Galat	88887,68	48	1851,8267		
Total	145504,67	74	1966,2793		

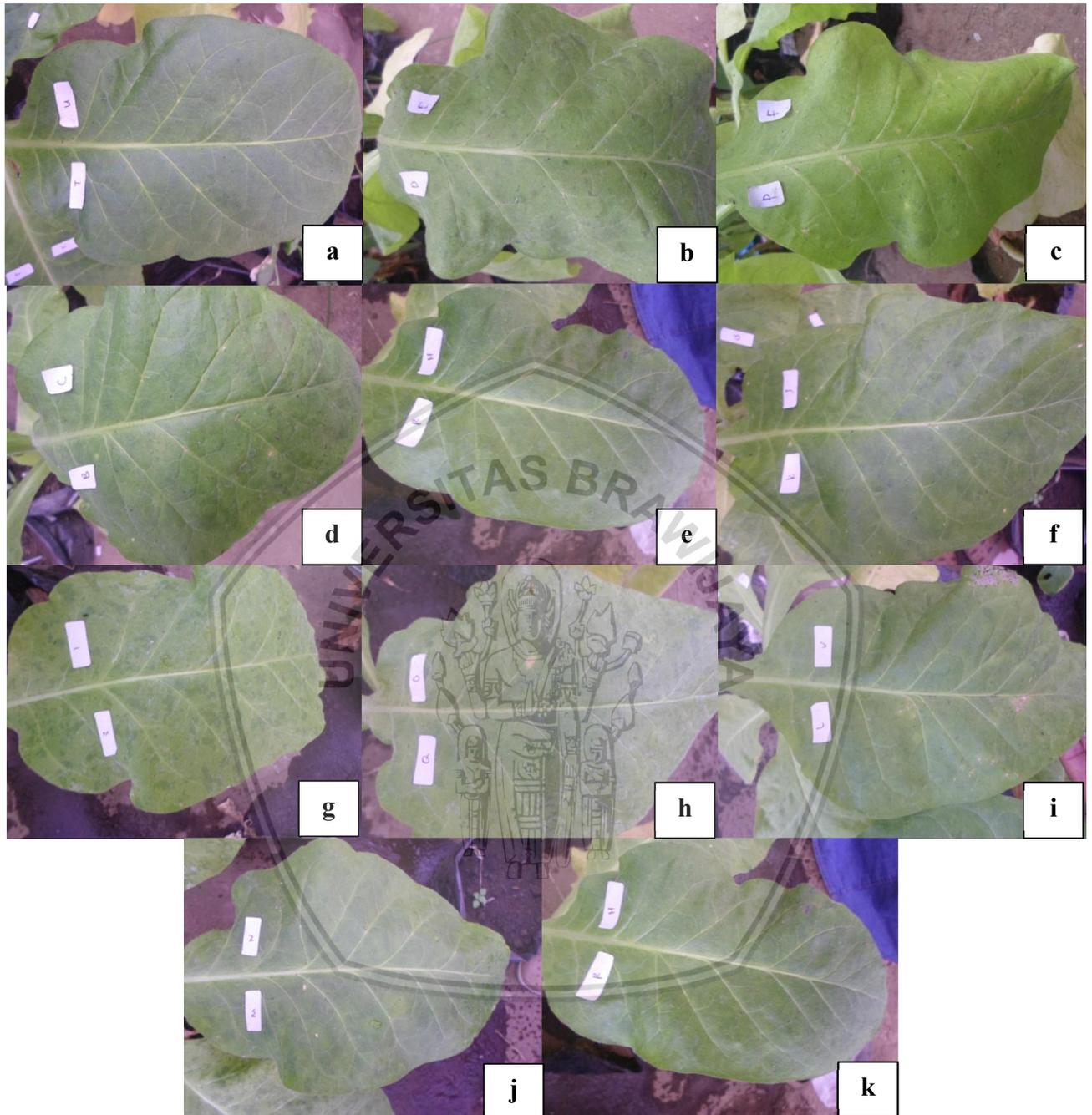
Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

Lampiran 14. Hasil analisis ragam berat kering 31 hst

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F-hitung	Pr> F
Ulangan	377,94427	2	188,97213	3,165853184	
Perlakuan	2118,6339	24	88,276411	1,478896133	0,1232
Galat	2865,1557	48	59,690744		
Total	5361,7339	74	72,455863		

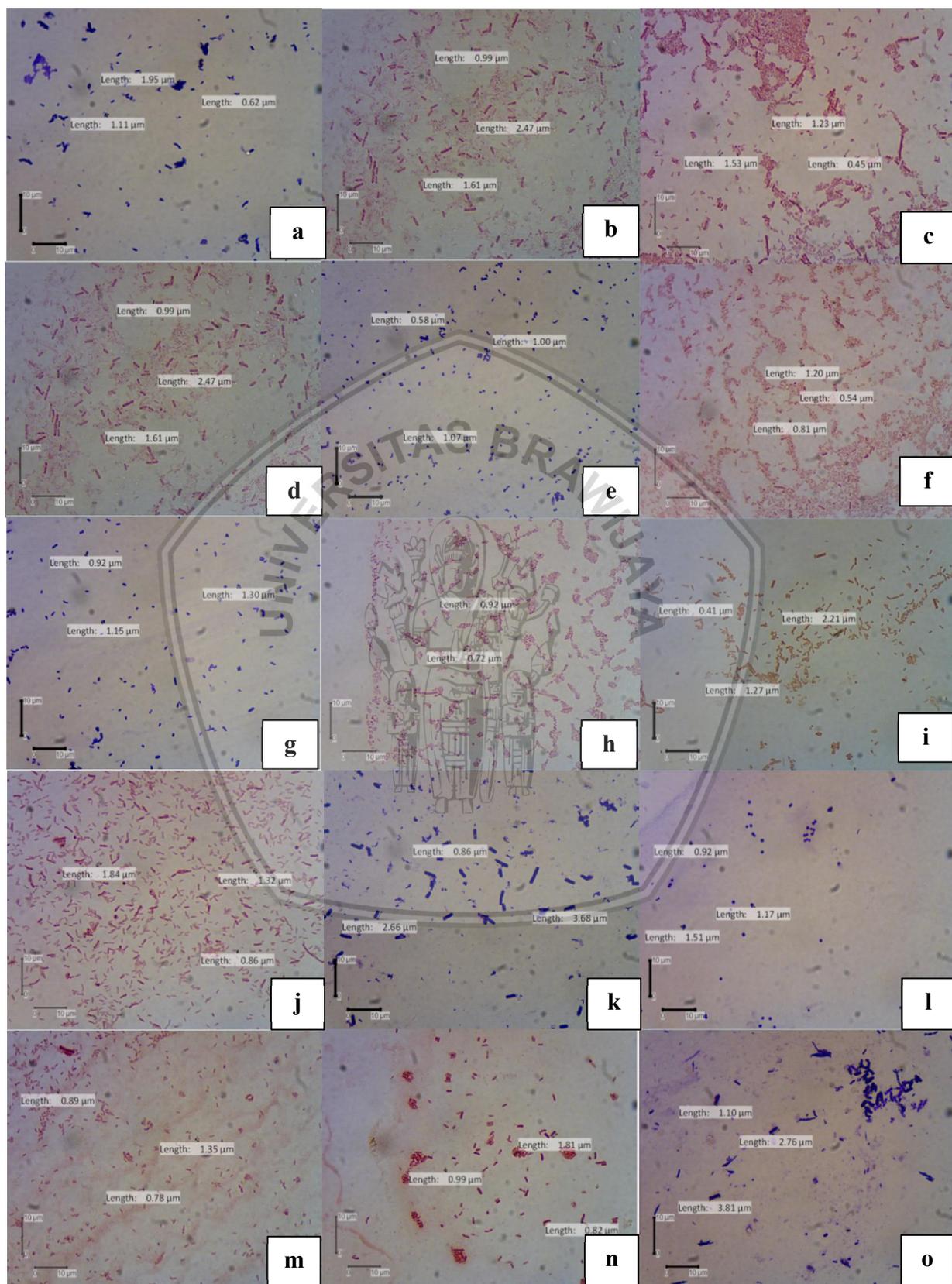
Keterangan; *berbeda nyata, **berbeda sangat nyata, tanpa * berarti tidak nyata

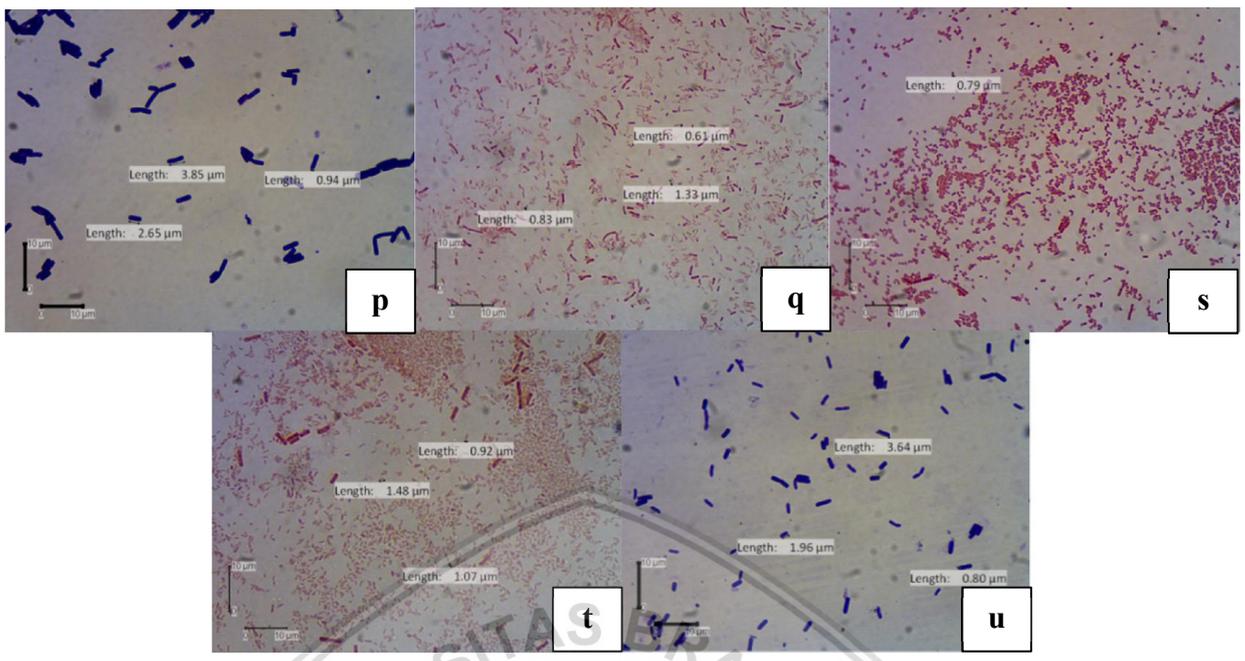
Lampiran 15. Hasil uji hipersensitif pada tanaman tembakau



Gambar 13. Hasil Uji Hipersensitif; (a) isolate T dan U; (b) isolat D dan E; (c) isolate P dan F; (d) isolat B dan C; (e) isolat R dan U; (f) isolat K dan J; (g) isolat S dan I; (h) isolat Q dan O; (I) isolat L dan V; (j) isolat M dan N dan (k) isolat R dan H

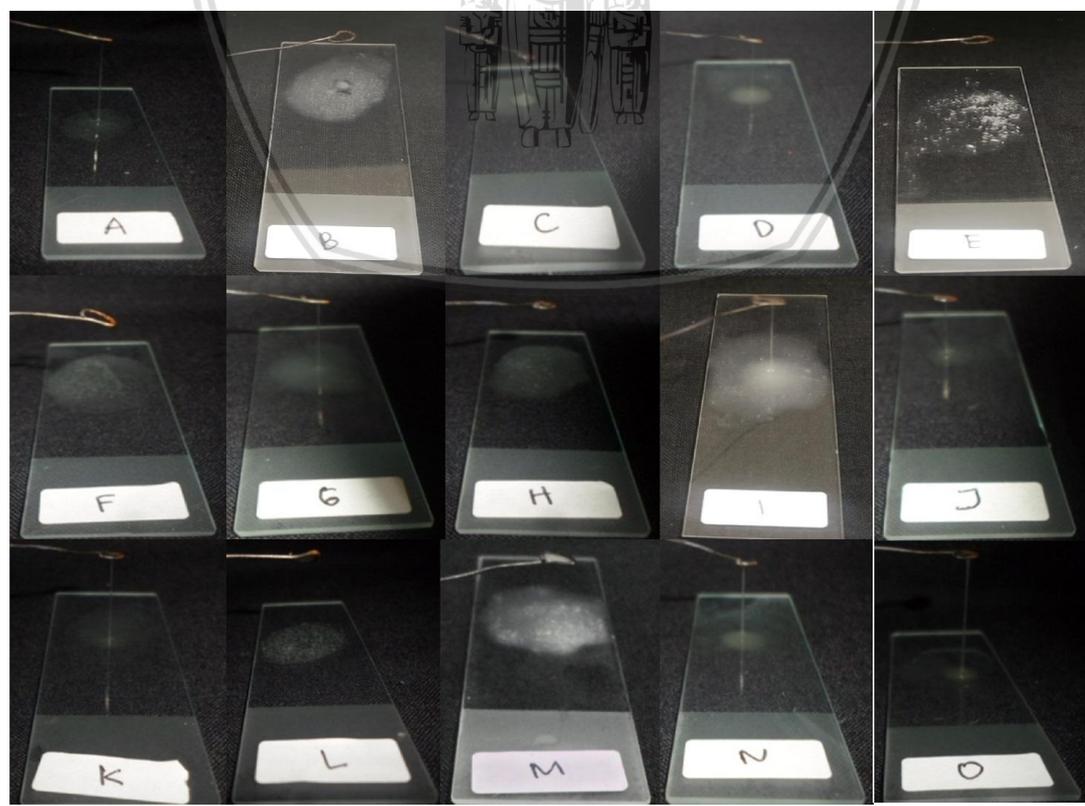
Lampiran 16. Hasil uji pewarnaan Gram

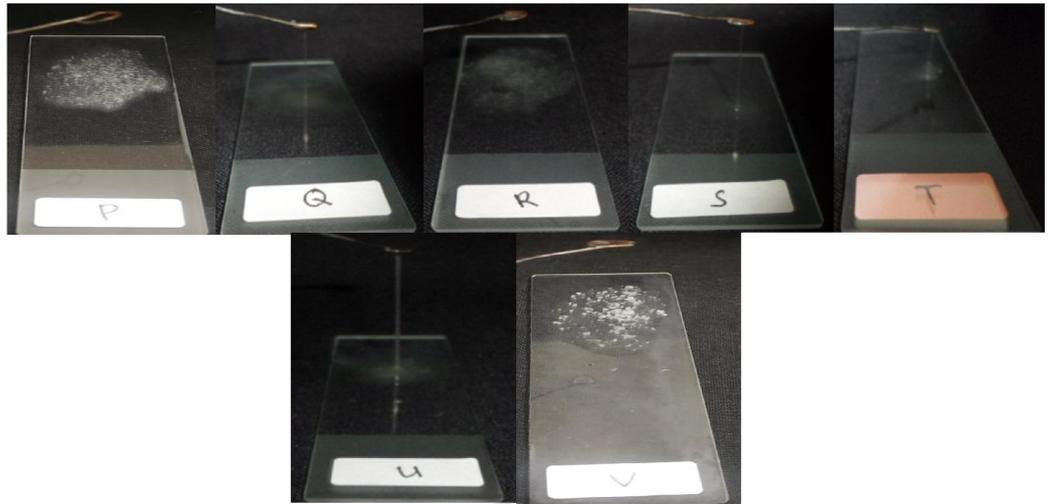




Gambar 14. Hasil uji pewarnaan Gram; (a) isolat B; (b) isolat C; (c) isolat D; (d) isolat E; (e) isolat F; (f) isolat G; (g) isolat H; (h) isolat I; (i) isolat J; (j) isolat K; (k) isolat L; (l) isolat M; (m) isolat N; (n) isolate O; (o) isolat P; (p) isolat Q; (q) isolat R; (r) isolat S; (s) isolate T; (t) isolat U; dan (u) isolat V.

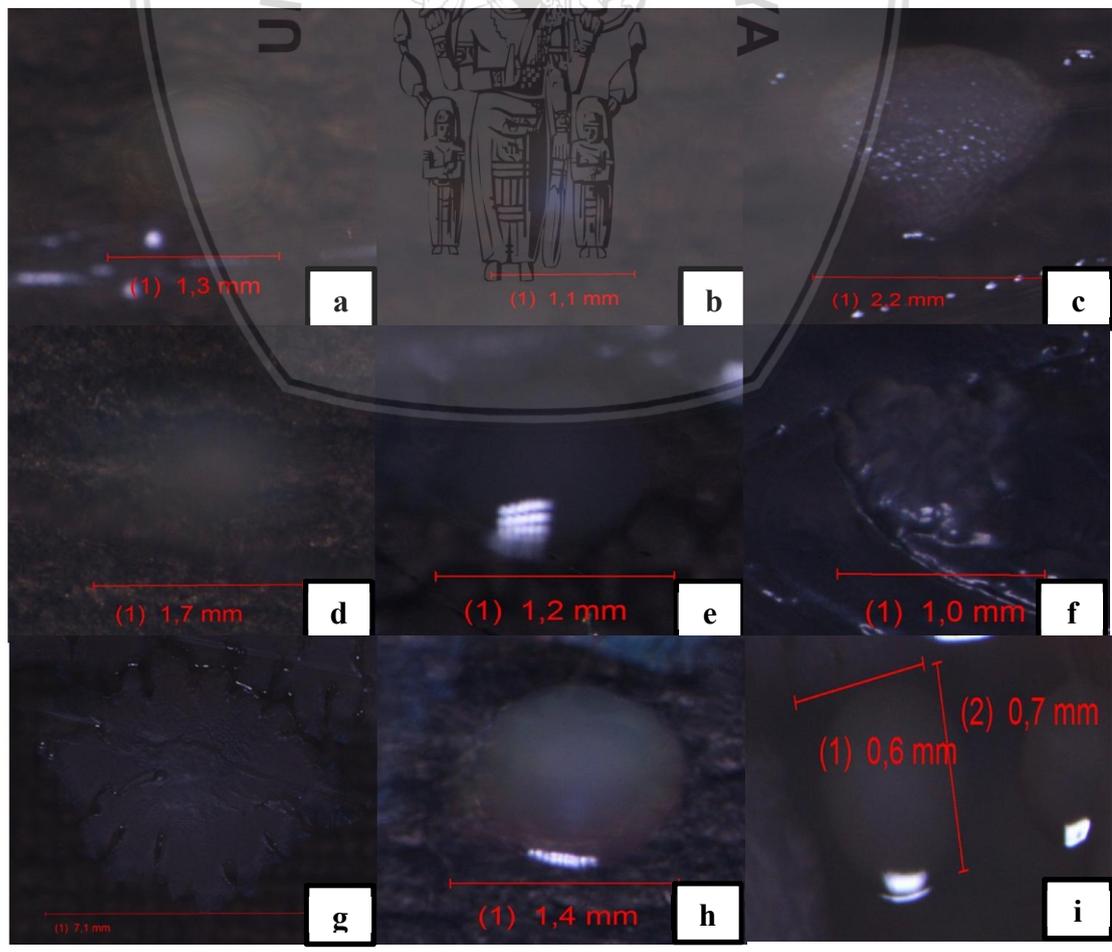
Lampiran 17. Hasil uji KOH 3%

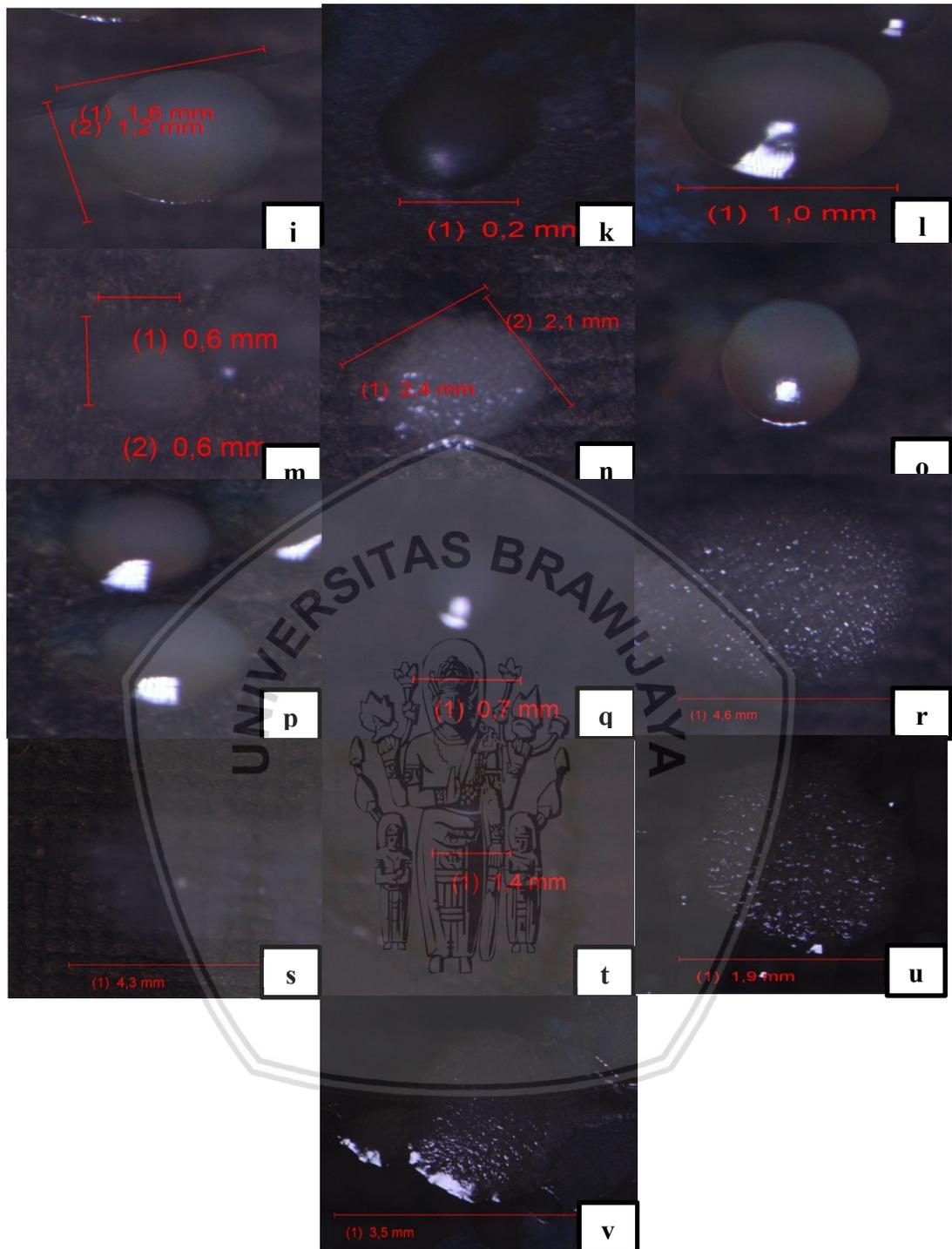




Gambar 14. Hasil uji pewarnaan Gram; (a) isolat A; (b) isolat B; (c) isolat C; (d) isolat D; (e) isolat E; (f) isolat F; (g) isolat G; (h) isolat H; (i) isolat I; (j) isolat J; (k) isolat K; (l) isolat L; (m) isolat M; (n) isolate N; (o) isolat O; (p) isolat P; (q) isolat Q; (r) isolat R; (s) isolate S; (t) isolat T; (u) isolat U dan (v) isolat V.

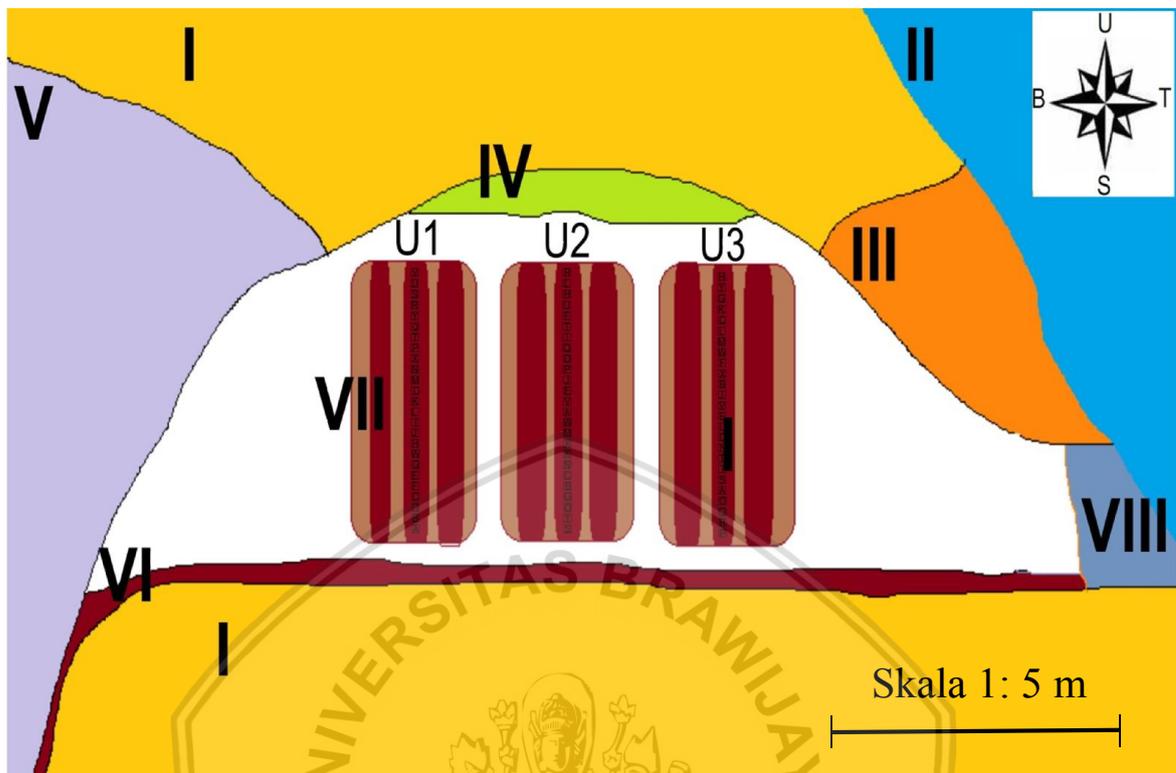
Lampiran 18. Kenampakan morfologi koloni tunggal bakteri





Gambar 15. Hasil morfologi koloni tunggal; (a) isolat A; (b) isolat B; (c) isolat C; (d) isolat D; (e) isolat E; (f) isolat F; (g) isolat G; (h) isolat H; (i) isolat I; (j) isolat J; (k) isolat K; (l) isolat L; (m) isolat M; (n) isolate N; (o) isolat O; (p) isolat P; (q) isolat Q; (r) isolat R; (s) isolate S; (t) isolat T; (u) isolat U dan (v) isolat V.

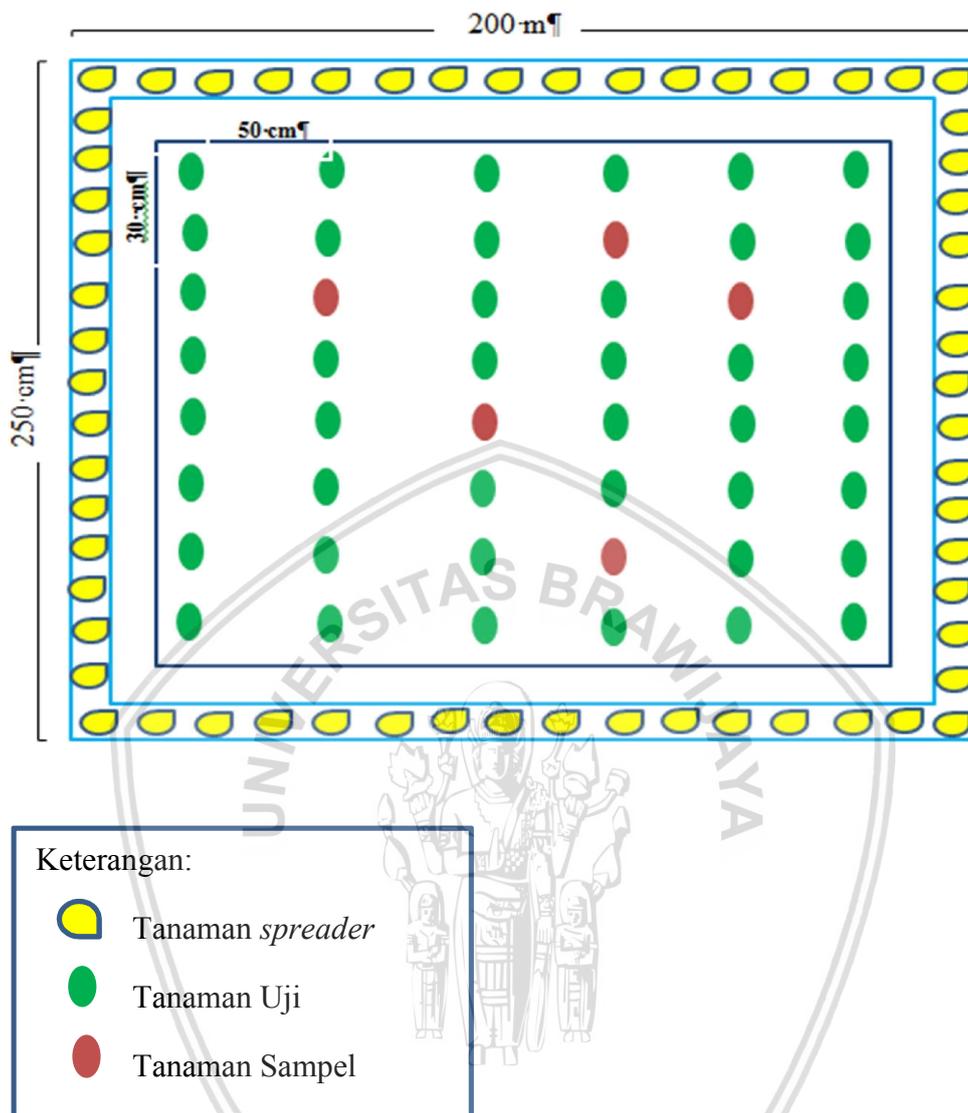
Lampiran 19. Denah lahan percobaan



Keterangan:

- I : Lahan pertanaman padi
- II : Sungai
- III : Lahan pertanaman kecipir
- IV : Padang gembala
- V : Lahan Kosong
- VI : Jalan
- VII : Lahan percobaan
- VIII : Irigasi

Lampiran 20. Denah petak uji



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan komoditas strategis dalam pembangunan pertanian Indonesia dan menjadi salah satu dari lima komoditas yang menjadi program utama pemerintah dalam swasembada yang berkelanjutan. Tanaman jagung manis tidak jauh berbeda dengan tanaman jagung biasa. Apabila dibandingkan dengan jagung biasa, jagung manis lebih peka terhadap hama dan penyakit tanaman. Kandungan glukosa yang lebih tinggi pada tanaman jagung manis juga menyebabkan tanaman jagung manis lebih rentan terserang patogen dari jenis jamur daripada tanaman jagung biasa karena jamur lebih membutuhkan glukosa dalam penyerapan nutrisi (Talanca, 2013).

Penyakit utama yang menjadi permasalahan dari usaha peningkatan produksi dalam budidaya jagung manis adalah penyakit bulai. Penyakit bulai diketahui paling merugikan, penyakit ini disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora* sp. (Fitriani, 2009). Kerusakan oleh penyakit ini dapat mencapai 90% sampai dengan 100% terutama pada varietas jagung yang rentan terhadap penyakit bulai (Gultom, 2014). Selain itu, bulai dapat menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh sama sekali. Tanaman yang terinfeksi pada waktu masih sangat muda biasanya tidak membentuk buah. Buah sering mempunyai tangkai yang panjang, dengan kelobot yang tidak menutup pada ujungnya, dan hanya membentuk sedikit biji (Semangun, 2004). Tongkol yang hanya membentuk sedikit biji, sehingga hal ini sangat merugikan petani (Oktaviani, 2013).

Usaha pengendalian penyakit bulai yang telah dianjurkan antara lain penggunaan varietas tahan, pemusnahan tanaman terinfeksi, pencegahan dengan fungisida berbahan aktif metalaksil, pengaturan waktu tanam agar serempak, dan pergiliran tanaman (Oktaviani, 2013). Usaha pengendalian menggunakan fungisida dianggap paling efektif untuk mengendalikan penyakit bulai. Hal ini karena pengendalian dengan menggunakan fungisida dianggap praktis dan paling banyak digunakan oleh petani. Akan tetapi pengendalian dengan fungisida tidak berpengaruh nyata terhadap penyakit bulai, berdampak negatif pada lingkungan

serta menyebabkan pencemaran (Talanca, 2011). PHT (Pengendalian Hama Terpadu) merupakan suatu cara pendekatan atau cara berpikir tentang pengendalian OPT yang didasarkan pada dasar pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Salah satu pemanfaatan musuh alami dapat dilakukan dengan memanfaatkan agens hayati yang lebih ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit tanaman (Hasanuddin, 2003).

Bakteri antagonis merupakan salah satu agens hayati atau biokontrol untuk mengendalikan penyakit karena kemampuannya dalam menghasilkan antimikroba dan memacu pertumbuhan tanaman serta sifatnya yang mampu menekan berbagai jenis patogen tanaman, bersifat *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR), dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Szczech dalam Wartono, 2015). Filosfer atau permukaan daun menunjukkan lingkungan dengan habitat yang sesuai dari beberapa jenis bakteri, jamur, *archaea* dan mikroorganisme lain (Ralstogi, 2012). Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat bagi tumbuhan yang ditumpanginya, seperti bermanfaat dalam hal menunjang pertumbuhan tanaman misalnya kemampuan dalam memproduksi senyawa antibiotik dan antifungi (Strobel dan Daisy, 2003).

UB *Forest* merupakan hutan pendidikan yang dikelola oleh Universitas Brawijaya di dalamnya memiliki kekayaan biodiversitas tanaman yang tinggi disebabkan adanya ekosistem stabil yang menyerupai hutan alami. Penelitian mengenai eksplorasi mikroba antagonis pengendali penyakit dalam komposisi komunitas mikroba paling banyak ditemukan di atas permukaan daun karena pada permukaan daun terdapat berbagai mikroorganisme yang dapat dianalisa secara langsung atau dengan teknik isolasi. Mikroflora tersebut sebagian besar memiliki peran yang menguntungkan bagi inangnya (Winterhoff, 1992). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan isolasi dan identifikasi bakteri filosfer hasil eksplorasi dari tumbuhan rumput di UB *Forest*. Penelitian ini dilaksanakan untuk memperoleh bakteri antagonis potensial yang dapat dikembangkan menjadi alternatif teknologi hayati yang berkelanjutan, sehingga berdasarkan potensi tersebut dapat ditemukan metode baru yang relevan sebagai pengelolaan penyakit bulai pada tanaman jagung manis serta sebagai langkah dalam pemenuhan konsep

PHT untuk meminimalkan dampak negatif dari penggunaan bahan kimia (fungisida).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan bakteri antagonis dari filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* dalam menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis?
2. Bagaimana karakter bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* yang bersifat antagonis untuk penyakit bulai pada tanaman jagung manis?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian diuraikan sebagai berikut:

1. Mengkaji kemampuan antagonis bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* dalam menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis
2. Mengetahui Karakter bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* yang bersifat antagonis untuk penyakit bulai pada tanaman jagung manis

1.4 Hipotesis

Bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* mampu menekan penyakit perkembangan bulai pada tanaman jagung manis.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi alternatif teknologi melalui model rancangan agens biokontrol serta menjadi biostimulan yang ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan tanaman.
2. Penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam mengendalikan dan menekan perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung manis yang efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

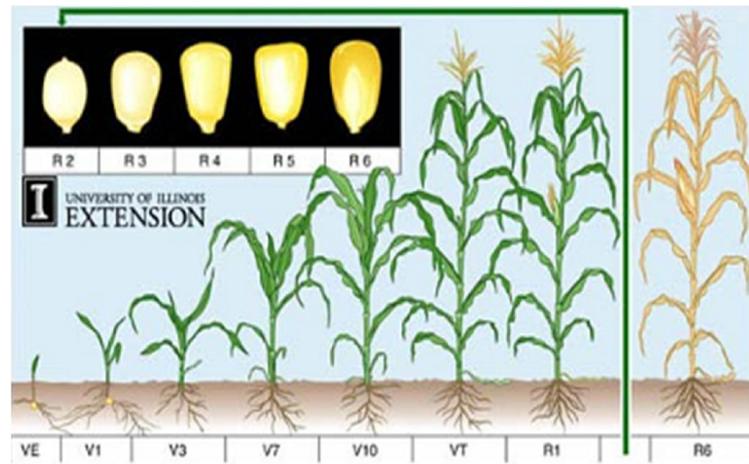
2.1 Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *Saccharata*)

Jagung manis berasal dari daerah sub tropis namun dalam perkembangannya jagung manis telah menyebar ke daerah tropis. Jagung manis di daerah tropis juga telah dikembangkan untuk berbagai ketinggian tempat seperti dataran rendah (Dongoran, 2009), dataran menengah (Martajaya *et al.*, 2010), hingga dataran tinggi (Ebtan *et al.*, 2014). Kesesuaian varietas pada kondisi suatu lingkungan menentukan kuantitas dan kualitas hasil yang akan diberikan tanaman. Setiap varietas jagung manis memiliki kemampuan beradaptasi yang berbeda-beda tergantung genotip dan sifat ketahanan terhadap kondisi lingkungan. Jagung manis umumnya di panen sekitar 18-22 hari sejak penyerbukan, sehingga varietas yang cepat menghasilkan bunga jantan dan bunga betina akan semakin cepat memasuki umur panen (Subekti *et al.*, 2008).

2.1.1 Klasifikasi Jagung Manis

Jagung merupakan tanaman semusim determinat, dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif. Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi tanaman jagung yakni termasuk kelas Monocotyledone, Ordo Graminae, famili Graminaceae, genus *Zea*, dan spesies *Zea mays*. L (Iriany dalam Subekti *et al.*, 2008). Jagung merupakan tanaman berumah satu (monoecious), bunga jantan (staminate) terbentuk pada malai dan bunga betina (tepistila) terletak pada tongkol di pertengahan batang secara terpisah tapi masih dalam satu tanaman (Gultom, 2014).

Secara umum jagung mempunyai pola pertumbuhan yang sama, namun interval waktu antartahap pertumbuhan dan jumlah daun yang berkembang dapat berbeda. Pertumbuhan jagung dapat dikelompokkan ke dalam tiga tahap yaitu (1) fase perkecambahan, saat proses imbibisi air yang ditandai dengan pembengkakan biji sampai dengan sebelum munculnya daun pertama; (2) fase pertumbuhan vegetatif, yaitu fase mulai munculnya daun pertama yang terbuka sempurna sampai tasseling dan sebelum keluarnya bunga betina (silking), fase ini diidentifikasi dengan jumlah daun yang terbentuk; dan (3) fase reproduktif, yaitu fase pertumbuhan setelah silking sampai masak fisiologis (Subekti, 2011).



Gambar 1. Fase Pertumbuhan Jagung (Lee, 2007)

2.1.2 Syarat Tumbuh Jagung Manis

Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan. Oleh karena itu, waktu penanaman harus memperhatikan curah hujan dan penyebarannya. Penanaman dimulai apabila curah hujan sudah mencapai 100 mm/bulan. Jagung menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan baik. Hal ini dikarenakan tanaman jagung membutuhkan unsur hara terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah yang banyak. Oleh karena pada umumnya tanah di Lampung miskin hara dan rendah bahan organiknya, maka penambahan pupuk N, P dan K serta pupuk organik (kompos maupun pupuk kandang) sangat diperlukan (Murni, 2008).

2.2 Penyakit Bulai (*Peronosclerospora sp.*)

Penyakit bulai pada jagung manis merupakan penyakit utama yang sangat berbahaya karena memiliki penyebaran yang sangat luas meliputi beberapa negara penghasil jagung di dunia seperti Filipina, Thailand, India, Indonesia, Afrika, dan Amerika. Sebagian besar petani di Indonesia menanam jagung, sehingga apabila terjadi serangan penyakit bulai petani dapat mengalami kehilangan hasil hingga 100% (gagal panen) pada varietas jagung yang rentan. Penyakit bulai merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora sp.* Jamur patogen ini bersifat parasit obligat yang hanya mampu tumbuh dan berkembang pada jaringan hidup tanaman jagung saja (Aditama, 2017).

Bulai di Indonesia yang telah diidentifikasi disebabkan oleh tiga spesies yaitu *P. maydis*, *P. philippinensis* dan *P. sorghi*. *P. maydis* ditemukan menyerang

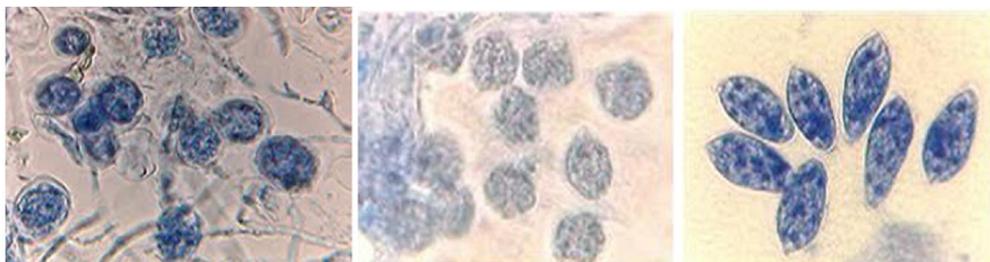
tanaman jagung di pulau Jawa dan Kalimantan, *P. sorghi* ditemukan di pulau Sumatera dan *P. philippinensis* awalnya meyerang di Minahasa, Sulawesi Utara (van Hoof 1953) dan saat ini dilaporkan menyerang tanaman jagung di pulau Sulawesi, dan penyebaran spesiesnya sudah teridentifikasi di 18 kabupaten/propinsi di Indonesia (Wakman, 2006). Identifikasi *Peronosclerospora* sp. dilakukan berdasarkan ciri morfologi seperti bentuk atau ukuran spora yang dimiliki.

2.2.1 Gejala Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung



Gambar 2. Gejala penyakit bulai yaitu: a) klorosis, b) tepung putih, dan c) kerdil (Oktaviani, 2013)

Gejala yang ditimbulkan penyakit bulai adalah gejala sistemik yang meluas ke seluruh bagian tanaman atau dapat menimbulkan gejala lokal (setempat). Gejala sistemik hanya terjadi bila jamur dari daun yang terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk oleh titik tumbuh itu. Pada tanaman berumur 2-3 minggu, daun runcing dan kecil, kaku dan pertumbuhan batang terhambat, warna menguning, sisi bawah daun terdapat lapisan konidium jamur warna putih, sedangkan ketika berumur 3-5 minggu, tanaman yang terserang mengalami gangguan pertumbuhan, daun dapat mengalami perubahan warna dan perubahan warna ini dimulai dari bagian pangkal daun, kemudian tongkol berubah bentuk dan isi pada tanaman dewasa, terdapat garis-garis kecoklatan pada daun tua (Semangun, 2004).



Gambar 3. Bentuk konidia jamur. (a) *P. maydis*; (b) *P. sorghi*; dan (c) *P. philippinensis* (Marcia, 2011)

2.2.2 Perkembangan Penyakit

Jamur *Peronosclerospora* sp. bersifat parasit obligat, jamur ini mampu bertahan hidup dan berkembang hanya pada tanaman hidup dan jamur ini tidak dapat membentuk oospora. Jamur ini dapat bertahan dari musim ke musim pada tanaman hidup. Konidia jamur terbentuk di saat malam hari pada saat daun berembun, dan konidia dapat disebarkan oleh angin. Konidia segera berkecambah dengan membentuk pembuluh kecambah yang akan mengadakan infeksi pada daun muda dari tanaman muda melalui stomata. Pembuluh kecambah membentuk apresorium dimuka stomata (Semangun, 2004).

Faktor penyebab besarnya kerusakan antara lain disebabkan karena faktor iklim dan teknik bercocok tanaman. Faktor iklim seperti kelembaban dan suhu udara sangat mempengaruhi perkembangan *Peronosclerospora* sp. terutama pada kelembaban di atas 80% dan suhu 28-30⁰C serta adanya embun. Infeksi *Peronosclerospora* sp. terjadi dari konidia yang tumbuh di permukaan daun dan masuk jaringan tanaman melalui stomata. Konidia terbentuk sekitar jam 1.00–2.00 dinihari, pada suhu 24⁰C dan permukaan daun tertutup embun. Konidia akan disebarkan oleh angin pada jam 02.00-03.00 dan berlangsung sampai jam 06.00-07.00 pagi (Semangun, 2008).

2.2.3 Pengendalian Penyakit Bulai

Beberapa teknologi yang dapat direkomendasikan untuk pengendalian bulai antara lain (Azri, 2009):

1. Menekan sumber inokulum dengan periode bebas tanaman jagung.
2. Penanaman serempak pada areal luas.
3. Menanam varietas jagung tahan bulai.
4. Eradikasi tanaman jagung terkena bulai.

Sejumlah upaya lain yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit bulai di lapangan adalah sebagai berikut (Badan Litbang Pertanian, 2012): (1) Periode bebas tanaman jagung hal ini dikhususkan kepada daerah-daerah endemik bulai dimana jagung ditanam tidak serempak, sehingga terjadi variasi umur yang menyebabkan keberadaan bulai di lapangan selalu ada, sehingga menjadi sumber inokulum untuk pertanaman jagung berikutnya; (2) Sanitasi lingkungan pertanaman jagung sangat perlu dilakukan oleh karena berbagai jenis rumput-

rumpunan dapat menjadi inang bulai sehingga menjadi sumber inokulum pertanaman berikutnya; (4) Rotasi tanaman dengan tujuan untuk memutus ketersediaan inokulum bulai; (5) dengan menanam tanaman dari bukan sereal; (5) Eradikasi tanaman yang terserang bulai; dan (6) Penggunaan fungisida.

2.3 Bakteri Filosfer

Tumbuhan ditempati oleh mikroba baik di bagian bawah maupun atas tanah. Bagian atas tumbuhan secara normal dikolonisasi bermacam bakteri (termasuk aktinomiset), khamir, dan jamur. Sedikit jenis mikrob yang dapat diisolasi dari jaringan tumbuhan tersebut, namun banyak diantaranya berasal dari permukaan tumbuhan sehat. Habitat aerial yang dikolonisasi oleh mikrob ini disebut filosfer dan tempat melekatnya mikrob disebut epifit. Penelitian mikroba filosfer difokuskan pada daun yang merupakan struktur aerial dominan pada tumbuhan. Bakteri merupakan mikrob terbanyak yang mengkolonisasi daun dengan rata-rata 10^6 - 10^7 sel $(\text{cm}^2)^{-1}$ daun atau $>10^8$ sel g^{-1} daun (Andrews, 2000).

Filosfer merupakan habitat alami bagi mikroba epifit yang hidup pada daun tanaman. Mikroba ini berasal dari tanah, air, udara, tanaman lain atau dibawa oleh binatang khususnya insekta. Daun merupakan organ yang paling mendominasi dari seluruh bagian tanaman. Hal ini sangat menguntungkan tanaman sebab dapat digunakan sebagai habitat bagi mikroorganisme yang mampu hidup di daerah filosfer (Leveau, 2001). Lingkungan tropis sangat baik untuk pertumbuhan organisme filosfer karena luas permukaan daun lebih besar, produksi primer tiga kali lipat, dan fiksasi nitrogen daun bisa 10 kali lebih banyak dibandingkan dengan daun tanaman di iklim sedang (Gardner, 1991).

Filosfer menyediakan lingkungan yang ekstrim bagi kehidupan bakteri epifit. Perubahan kondisi lingkungan yang sering terjadi pada permukaan daun sejalan dengan perubahan siang dan malam. Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat bagi tumbuhan yang ditumpanginya melalui sebuah interaksi berupa hubungan saling ketergantungan yang bersifat mutualisme. Beberapa bakteri filosfer telah diketahui bermanfaat dalam menunjang pertumbuhan tanaman misalnya kemampuan dalam memproduksi senyawa antibiotik dan antifungi (Strobel dan daisy, 2003). Komponen-komponen mikroflora daun telah berhasil di analisis, baik secara teknik observasi secara langsung maupun dengan

teknik isolasi. Mikroorganisme filosfer yang mungkin memainkan peran efektif dalam mengendalikan penyebaran patogen yang ditularkan melalui udara (Winterhoof, 1992). Sistem pengendalian hayati ini dapat terjadi melalui mekanisme antagonis (kompetitif, parasit dan toksin). Studi *in vitro* menunjukkan bahwa banyak mikroorganisme saprofit (filosfer) pada daun yang berpotensi sebagai antagonis (Lucas dan Knights, 1987).

2.4 Keanekaragaman Hayati di dalam Hutan

Hutan merupakan habitat tumbuh-tumbuhan yang dikuasai oleh pohon-pohon dan mempunyai keadaan yang berbeda dengan keadaan lingkungan di luar hutan (Soerianegara dan Indrawan, 2005). Indonesia terletak di kawasan tropis, dengan cahaya matahari dan curah hujan tinggi merata sepanjang tahun sehingga menjadi salah satu faktor penyebab tingginya keanekaragaman hayati terutama yang berada di kawasan hutan (Sekarini, 2010). Hutan memiliki berbagai keanekaragaman hayati, baik satwa liar maupun tumbuhan. Berdasarkan keanekaragaman sumber hayati di hutan tersebut tidak hanya terbatas pada jenis tumbuhan berkayu, namun juga ditumbuhi oleh beranekaragam tumbuhan bawah (*cover ground* atau *undergrowth*) yang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi (Baker, 1979).

Keanekaragaman hayati atau *Biological Diversity (biodiversity)* adalah istilah derajat keanekaragaman sumberdaya alam hayati, meliputi jumlah maupun frekuensi dari ekosistem, jenis maupun genetik dalam suatu tempat tertentu. Istilah keanekaragaman hayati mencakup tiga tingkatan pengertian yang berbeda yaitu keanekaragaman genetik, jenis dan ekosistem (Haryanto, 1995 dalam Sekarini, 2010). Keanekaragaman merupakan milik yang khas bagi suatu komunitas yang berhubungan dengan banyaknya jenis dan jumlah individu tiap jenis sebagai komponen penyusun komunitas. (Sekarini, 2010). Komunitas mikroba merupakan keanekaragaman hayati tidak nampak, sehingga potensinya dan peranannya bagi makhluk hidup mungkin kurang mendapatkan perhatian dibandingkan dengan komunitas tanaman dan hewan. Berdasarkan keanekaragaman hayati di hutan yang tinggi perlu dilakukan berbagai penelitian mengenai kelimpahan mikroba yang mampu tumbuh baik di dalam tanah maupun berbagai jenis mikroba endofit pada tanaman.

2.5 Tumbuhan Rumput

Kelompok tumbuhan rumput umumnya termasuk famili Gramineae atau Poaceae. Umumnya berdaun sempit, mempunyai akar rimpang (Rhizoma) yang membentuk jaringan rumit di dalam tanah dan sulit diatasi secara mekanik. Contoh : Alang-alang (*Imperata cylindrica*), Lulungan (*Eleusine indica*), Jajagoan (*Echinochloa colonum*), Cakar ayam (*Digitaria* sp), dan Lamuran (*Polytrias amaura*) (Harsono, 2009). Tumbuhan rumput merupakan komponen terbesar dari populasi tumbuhan karena memiliki daya adaptasi yang cukup tinggi. Distribusinya amat luas dan mampu hidup dalam kondisi kekeringan maupun tergenang air (Pamungkas, 2012). Berikut ini merupakan morfologi tumbuhan rumput yang digunakan dalam penelitian, antara lain:

2.5.1 Rumput Bede (*Brachiaria decumbens*)



Gambar 4. Rumput bede atau rumput signal (Shelton,2007)

Rumput bede atau rumput signal merupakan rumput yang tidak terlalu tinggi, berdiri tegak, berakar rizoma dengan warna hijau terang. Lebar daun berkisar antara 7-20 mm dengan panjang 5-25 cm, berbentuk lanceolata. Daun muncul dari batang yang bergandengan. Habitat alami berada di padang rumput terbuka dan ternaungi berada di garis lintang 27°LU – 27° LS . Selain itu, rumput ini dapat bertahan di ketinggian 0-1750 m. Temperatur optimal pertumbuhan signal grass antara 30-35°C (Shelton,2007).

2.5.2 Rumput Malela (*Brachiararia mutica*)

Rumput malela merupakan rumput yang paling banyak dijumpai di daerah tropis dan termasuk kedalam genus brachiaria. Rumput ini mampu tumbuh hampir disebagian besar Negara Indonesia, karena sesuai dengan iklim tropis dan toleran terhadap berbagai jenis tanah, termasuk tanah masam. Morfologi rumput malela,

memiliki akar serabut, buku-buku batang ditumbuhi rambut halus yang panjang dan batang berwarna hijau, helai daun berbentuk garis-lanset, permukaan daun berambut jarang. Warna helai daun hijau muda dan tepinya merah ungu. Ukuran panjangnya 10-30 cm, dan lebarnya 5-25 cm, sedangkan bunganya merupakan bunga majemuk, tumbuh dibagian ujung batang dan sumbu utama persegi dengan panjang 15-25 cm (Ramdhani, 2018).



Gambar 5. Rumpun malela (Ramdhani, 2018).

2.5.3 Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

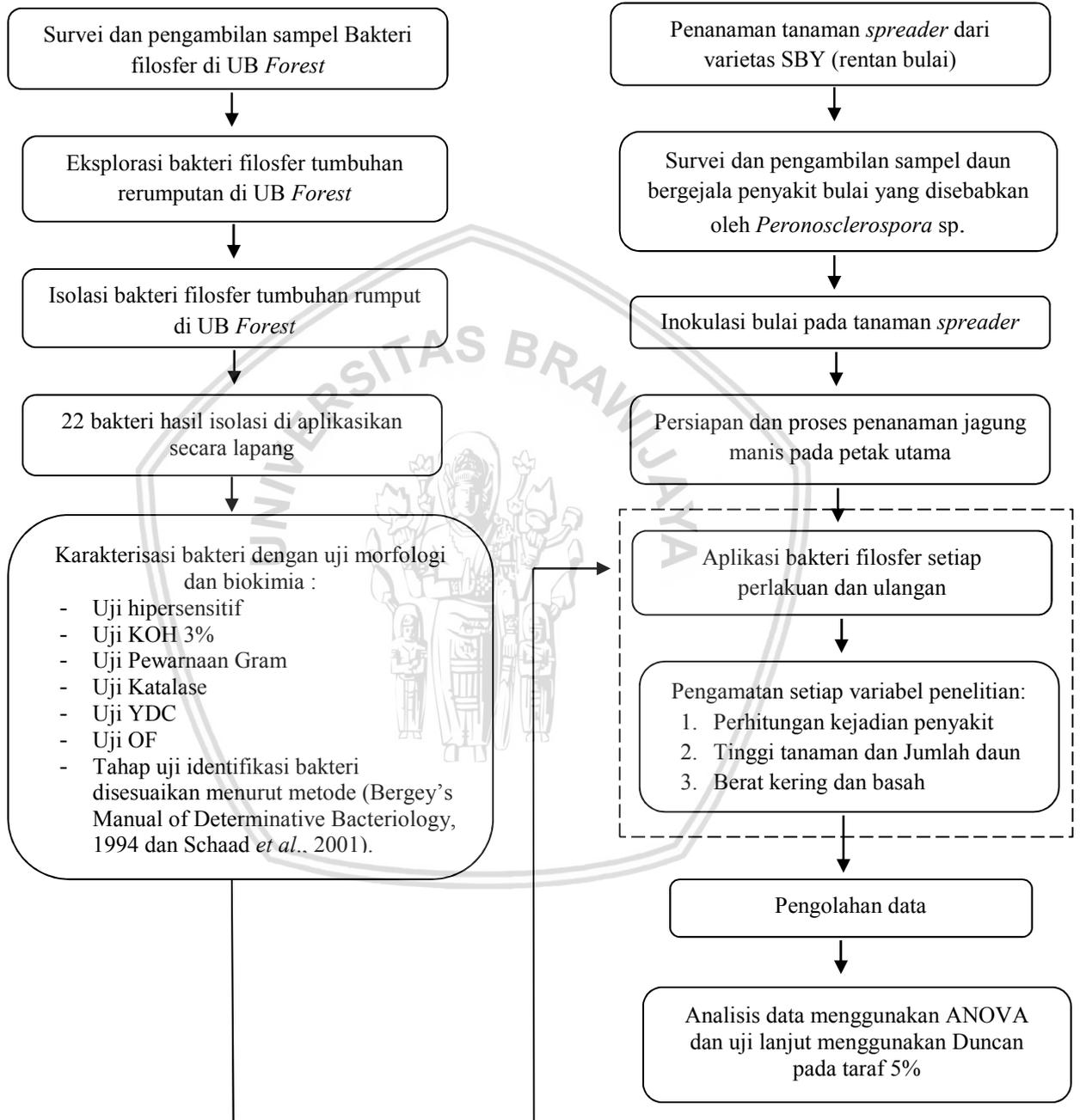


Gambar 6. Alang-alang (Atien, 2008).

Alang-alang (*Imperata cylindrica* L. Beauv) merupakan rumput yang tumbuh secara liar, dan tersebar luas dihutan, sawah, kebun atau pekarangan rumah dan lingkungan terbuka lainnya (Atien, 2008). Rumput ini memiliki bentuk morfologi terna, herba, merayap, tumbuh tegak dan tinggi tanaman 30–180 cm, berdaun tunggal, pangkal saling menutup, helaian berbentuk pita, ujung runcing tajam, tegak, kasar, berambut jarang (Sudarsono, 2002).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 7. Kerangka Operasional Penelitian



3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan lahan percobaan Fakultas Pertanian yang berlokasi di Kelurahan Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Malang yang di mulai bulan Januari 2018 hingga Juli 2018.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah autoklaf, laminar air flow cabinet (LAFC), oven, sentrifuse, timbangan analitik, spektrofotometer, autoclave, *colony counter*, shaker, *vortex*, kompor listrik, oven, jarum inokulasi, jarum ose, tube 1,5 ml, *falcon tube*, mikroskop, gunting, mikropipet, pinset, pisau, meteran, sprayer (alat semprot), penggaris, kamera, gelas beaker, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, cawan petri diameter 9 cm, bunsen, botol media, gelas beker atau ukur, gelas obyek (preparat), cover glass dan pipet.

Bahan yang digunakan adalah isolat bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest*, benih jagung manis varietas SBY yang rentan bulai, media *Nutrien Agar* (NA), Media King's B, media YDC (*Yeast Dextrose Carbonat*), media TZC (*Tetra Zolium Carbonat*), media OF (Oksidatif-Fermentatif) aquades steril, spora *Peronosclerospora* sp. yang diperoleh dari tanaman jagung yang terserang penyakit bulai, fungisida berbahan aktif dimetomorf 50%, spiritus, plastik wrapping, aluminium foil, alkohol 70%, alkohol 96%, *skim milk* dan gliserol.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu: (1) pengambilan sampel dan isolasi bakteri filosfer, (2) uji penekanan terhadap penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora* sp. pada tanaman jagung manis, dan (3) karakterisasi dan identifikasi bakteri. Rancangan penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 25 perlakuan dan 3 ulangan pada pengujian lapang. Perlakuan A sampai dengan Perlakuan V menggunakan 22 isolat bakteri dari filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest*. Perlakuan W sampai dengan perlakuan Y merupakan perlakuan kontrol yakni perlakuan W kontrol PGPR koleksi jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian,

Universitas Brawijaya, perlakuan X kontrol Fungisida berbahan aktif dimetamorf 50% dan terakhir perlakuan Y adalah kontrol air.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pengambilan Sampel Daun Tumbuhan Rumput di UB *Forest*

Lokasi lahan pengambilan sampel adalah di UB *Forest* yang merupakan hutan pendidikan milik Universitas Brawijaya, yang saat ini di kelola oleh Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Lokasi pengambilan sampel adalah di Desa Sumpersari, Kecamatan Karangpulo, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Desa Sumpersari merupakan bagian lereng dari Gunung Arjuno dengan ketinggian tempat 1254 mdpl. Data BMKG bulan Desember-Januari 2018 menunjukkan suhu rata-rata adalah 23,8⁰C, kelembaban 81,6 dan curah hujan 36,6. Desa Sumpersari merupakan salah satu desa perbatasan di wilayah Kabupaten Malang dan Kota Batu.

Sampel daun diambil dari 3 jenis tanaman yang berbeda yakni dari jenis Rumput malela (*Brachiaria mutica*), alang-alang (*Imperata cylidrica*) dan Rumput bede (*Brachiaria decumbens*), tumbuhan rumput ini paling banyak ditemukan di UB *Forest*. Sampel daun tumbuhan rumput yang sehat dipotong sekitar 3 cm dari ujung daun. Masing-masing sampel daun kemudian dipotong sepanjang 0,5 cm dan dimasukkan kedalam tabung falcon yang berisi aquades steril 10 ml kemudian ditutup dengan rapat sehingga tidak ada udara yang masuk dan menghindari kontaminasi dari luar serta diberi label pada setiap sampel daun (Firdausi, 2017).

3.5.2 Isolasi bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan metode pengenceran bertingkat (*dilution plate*). Sampel daun tumbuhan rumput yang diletakkan ke dalam tabung falcon sebelumnya dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 3 menit kemudian potongan daun dikeluarkan dari tabung menggunakan pinset yang sudah di sterilkan. Setelah itu, suspensi bakteri yang berada pada tabung falcon dari sampel daun di sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Supernatan bagian atas diambil \pm 5 ml dan kemudian suspense yang masih berada pada tabung falcon di *vortex* kembali selama 5 menit. Supernatan dari suspensi tersebut

diencerkan sampai dengan tingkat 10^{-5} dan 10^{-7} . Pengenceran 10^{-5} dan 10^{-7} selanjutnya diambil sebanyak 100 μ l menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media NA. Suspensi bakteri diratakan menggunakan stik L. Isolat bakteri kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang, koloni bakteri yang tumbuh dimurnikan hingga didapatkan biakan murni dan tunggal (Firdausi, 2017).

3.5.3 Uji Penekanan Terhadap Penyakit Bulai dan Aplikasi Bakteri Filosfer Pada Jagung Manis

Penapisan bakteri di lapang ini dengan mengaplikasikan seluruh bakteri yang didapatkan dari hasil eksplorasi bakteri filosfer di UB *Forest*. Terdapat 22 bakteri yang didapatkan dengan karakter bentuk makroskopis koloni tunggal yang berbeda, keseluruhan bakteri diaplikasikan pada tanaman jagung manis berumur 14, 21 dan 25 hst. Pemberian bakteri dalam bentuk suspensi sebanyak 200 ml dan disemprotkan secara merata pada titik tumbuh tanaman jagung manis. Aplikasi dilakukan pukul 05.30 pagi, selanjutnya untuk mengetahui tingkat serangan penyakit setiap perlakuan maka dilakukan perhitungan kejadian penyakit setiap sebelum dan sesudah aplikasi bakteri.

3.5.4 Karakterisasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB *Forest*

Keseluruhan isolat bakteri hasil eksplorasi di UB *Forest* diidentifikasi lebih lanjut untuk mengetahui sifat-sifat morfologi dan biokimianya. Identifikasi bakteri dilakukan berdasarkan Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (1994) dan Schaad *et al.*, (2001). Berikut ini merupakan langkah dalam mengetahui morfologi dan biokimia bakteri antara lain (Fahy, 1983):

1. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut bersifat patogen atau bukan. Pada pengujian ini menggunakan tanaman tembakau, uji hipersensitif dimulai dengan melukai tulang daun utama pada permukaan daun sebelah bawah menggunakan jarum suntik aseptik dengan cara menyayat selanjutnya suspensi bakteri disuntikkan menggunakan spuit tanpa jarum suntik. Suspensi biakan murni bakteri filosfer tumbuhan rumput yang telah berumur 48 jam disuspensikan dalam 10 ml aquades steril dan dilakukan pengenceran hingga

konsentrasi 10^9 cfu/ml. Pengamatan terjadinya nekrotik dilakukan pada 24–72 jam setelah inokulasi.

2. Uji Gram

- KOH 3%

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat Gram negatif atau Gram positif. Satu lup bakteri uji diletakkan pada preparat steril yang telah ditetesi KOH 3% menggunakan jarum ose, apabila suspensi ditarik ke atas terdapat lendir seperti benang maka bakteri tersebut termasuk Gram negatif. Apabila suspensi ditarik ke atas tidak terdapat lendir maka bakteri tersebut termasuk bakteri Gram positif.

- Pewarnaan Gram

Satu lup bakteri digoreskan di atas preparat steril kemudian ditambah akuades steril dan diratakan. Fiksasi bakteri dilakukan dengan melewati bagian bawah preparat di atas bunsen hingga semua permukaan preparat kering, kemudian ditetesi larutan kristal violet dan diratakan di atas permukaan preparat selama 1 menit. Preparat dicuci dengan air mengalir selama beberapa detik, kemudian dikeringanginkan. Preparat selanjutnya ditetesi dengan larutan iodine dan diratakan di atas preparat selama 1 menit. Preparat kemudian dicuci dengan air mengalir selama beberapa detik, setelah itu dikeringanginkan. Pewarnaan selanjutnya menggunakan etil alkohol kurang lebih selama 30 detik. Preparat selanjutnya dicuci dengan air mengalir kurang lebih 2 detik, kemudian dikeringanginkan. Preparat selanjutnya ditetesi larutan safranin dan diratakan di atas preparat selama 10 detik, setelah itu cuci preparat dengan air mengalir kemudian dikeringanginkan. Bakteri Gram negatif mempunyai sel warna merah, sedangkan bakteri Gram positif mempunyai sel warna ungu.

3. Uji Katalase

Bakteri yang berumur 24-48 jam dicampur dengan 1 tetes larutan H_2O_2 3% di atas preparat. Hasil uji dapat diketahui dengan terbentuknya gelembung udara sehingga, reaksi tersebut menunjukkan reaksi positif. Pada reaksi negatif menunjukkan hasil sebaliknya dengan reaksi positif yakni tidak menunjukkan gelembung.

4. Pertumbuhan anaerob

Bakteri Gram negatif kemudian diuji pertumbuhannya secara anaerob dengan menginokulasikan bakteri dalam media basal sebanyak 5 ml. Media basal dalam 1 liter akuades terdiri dari pepton 2 gr, NaCl 5 gr, KH_2PO_4 0,3 gr, Agar 3 gr, dan *bromothymol blue* (larutan 1%) 3 ml. Bahan-bahan dihomogenkan dalam aquades dan diatur pada pH 7,1 kemudian disterilkan pada suhu 121°C selama 20 menit. setelah itu tambahkan 0,5 ml larutan glukosa steril secara aseptis. Bakteri setelah itu diinokulasikan ke dalam dua tabung reaksi yang berisi media basal kemudian satu tabung ditutup parafin cair dan satu tabung lainnya tidak ditambah parafin. Perubahan warna dari biru menjadi kuning di media yang ditutup parafin menunjukkan hasil yang positif, artinya dia mampu tumbuh secara anaerob (fermentatif).

5. Pertumbuhan pada media *Yeast Dextrose Carbonat* (YDC)

Bakteri yang dapat tumbuh secara anaerob selanjutnya diuji pada media YDC. Bakteri digoreskan pada media YDC kemudian diinkubasi selama 24-48 jam, setelah itu diamati warna koloni yang tumbuh, apabila berwarna putih maka merupakan genus *Erwinia*, namun apabila koloni berwarna kuning berarti genus *Pantoea*. Komposisi media YDC terdiri dari ekstrak yeast 10 gr, glukosa 20 gr, CaCO_3 20 gr, agar 15 gr dalam 1 liter akuades. media disterilisasi pada 121°C selama 15 menit.

3.5.5 Persiapan Lahan dan Penanaman Jagung Manis

Persiapan lahan dilakukan dengan menggunakan olah tanah sempurna (OTS) atau olah tanah konvensional (Murni, 2008). Sistem olah tanah sempurna dapat memberikan hasil pada tanaman jagung yang lebih baik dibandingkan dengan sistem lain. Keadaan ini diduga karena tanaman jagung memiliki perakaran yang lebih luas distribusinya. Pengolahan tanah yang baik dan dalam menyebabkan berkurangnya tingkat ketahanan penetrasi tanah. Berkurangnya penetrasi tanah ini memudahkan akar tanaman menembus tanah, berkembang dan mampu menyerap unsur hara dari dalam tanah (Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian, 2015).

Pengolahan tanah dilakukan dengan cara menggemburkan tanah menggunakan mesin traktor, kemudian membuat bedengan sebagai petak uji. Luas lahan yang digunakan memiliki panjang 18 m dan lebar 20 m. Ukuran petak uji 200 cm x 250 cm yang ditanami 40 tanaman dan petak tanaman *spreader* memiliki lebar 30 cm. Benih jagung manis didapatkan dari *Maize Research Centre* (MRC UB), selanjutnya benih ditanam per perlakuan dengan jarak tanam 50 cm x 30 cm.

3.5.6 Penanaman *Spreader*

Tanaman *spreader* merupakan tanaman penyebar yang digunakan untuk penularan penyakit bulai secara alami (Purwanti, 2001). Tanaman *spreader* menggunakan tanaman jagung manis yang rentan terserang penyakit bulai yaitu Varietas SBY rentan bulai. Benih jagung manis sebelum ditanam dilakukan perendaman selama 2 jam kemudian dicuci untuk menghilangkan bahan aktif perlakuan benih pada benih jagung. Tanaman *spreader* ditanam sebagai pagar yang mengelilingi setiap petak uji. Benih jagung ditanam pada guludan yang telah disiapkan dengan jarak tanam 30 cm.

3.5.7 Inokulasi Jamur Patogen *Peronosclerospora* sp. pada Tanaman *Spreader*

Inokulasi jamur *Peronosclerospora* sp. pada tanaman *spreader* yang pertama dilakukan yaitu pengambilan sumber inokulum jamur dari tanaman yang terserang penyakit bulai di lahan percobaan Kelurahan Jatimulyo, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Induksi Jamur *Peronosclerospora* sp. diperlukan daun tanaman jagung yang terserang penyakit bulai. Sumber inokulum penyakit bulai (daun) selanjutnya di induksi selama 8-10 jam menggunakan larutan air gula dengan konsentrasi 10% dan disungkup menggunakan plastik berwarna gelap untuk merangsang pembentukan konidia. Setelah diinduksi spora jamur dapat dipanen dengan dibilas menggunakan air. Setelah mendapatkan spora jamur *Peronosclerospora* sp. dari proses induksi, langkah selanjutnya yaitu inokulasi spora jamur pada tanaman *spreader*. Teknik inokulasi menggunakan teknik semprot pada titik tumbuh tanaman *spreader*. Masing-masing tanaman *spreader* diinokulasi kurang lebih 3 ml suspensi spora *Peronosclerospora* sp. pada 10 hari setelah tanam (hst) antara pukul 02.00 – 04.00 WIB (Nugroho, 2017).

3.5.8 Penanaman Tanaman Uji

Penanaman tanaman uji dilakukan pada saat tanaman *spreader* sudah muncul gejala terserang penyakit bulai lebih dari 50%. Benih jagung manis sebelum ditanam dilakukan perendaman selama 2 jam menggunakan air kemudian dicuci untuk menghilangkan bahan aktif perlakuan benih pada benih jagung manis (Nugroho, 2017). Tanaman uji yang ditanam pada setiap petak perlakuan menggunakan varietas SBY yang rentan bulai dan pada setiap petak terdapat 40 tanaman dengan jarak tanam 50 x 30 cm.

3.5.9 Perhitungan Kejadian Penyakit *Peronosclerospora* sp.

Pengamatan kejadian penyakit merupakan indikator penting dalam mengetahui suatu kejadian penyakit pada tanaman. Pengamatan inkubasi tanam dilakukan mulai dari patogen di inokulasikan ke tanaman hingga pertama sekali menimbulkan gejala pertama. Parameter yang diamati ialah persentase kejadian penyakit. Persentase kejadian penyakit dihitung dengan rumus menurut Zainudin *et al.*, (2014), sebagai berikut:

$$P = \frac{B}{T} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase tanaman jagung terserang penyakit bulai

B : Jumlah tanaman jagung yang terserang bulai

T : Jumlah populasi tanaman yang tumbuh

3.6 Variabel Pengamatan

3.6.1 Tinggi tanaman dan jumlah daun

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris mulai dari pangkal tanaman sampai dengan tinggi kanopi tanaman. Pengukuran dilakukan pada 5 tanaman sampel dan dilakukan pada 15, 22 dan 26 hst. Jumlah daun di hitung pada 5 tanaman sampel pada umur tanaman 15, 22 dan 26 hst.

3.6.2 Berat basah dan berat kering tanaman

Berat basah dan berat kering tanaman diukur pada pengamatan terakhir yaitu 31 hst. Berat basah tanaman dihitung pada saat setelah panen, seluruh bagian tanaman dengan memisahkan tanah dari akarnya, agar tanah tidak ikut terhitung

dengan bobot tanaman yang akan di hitung. Berat basah tanaman diukur menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang 5 tanaman sampel. Pada setiap petak 5 tanaman sampel tersebut dimasukan ke dalam amplop untuk dioven selama 72 jam pada suhu 65°C untuk pengamatan berat kering, kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital.

3.6.3 Identifikasi Morfologi Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung Manis

Identifikasi morfologi patogen penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung dengan cara mengambil sampel daun yang terserang penyakit bulai. Konidia *Peronosclerospora* sp. di peroleh dengan cara menempelkan selotip pada bagian bawah daun jagung yang bergejala dan terdapat bubuk konidia, ditekan dengan jari kemudian dilepaskan dari daun, setelah itu diletakkan diatas tetesan kecil *methylen blue* pada kaca preparat, dan di tutup dengan *cover glass*. Pinggiran *cover glass* di segel menggunakan kuteks bening kemudian diamati di bawah mikroskop (Hikmahwati, 2011).

3.7 Analisis Statistik

Data kuantitatif hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA pada taraf 5%. Bila hasil pengujian terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

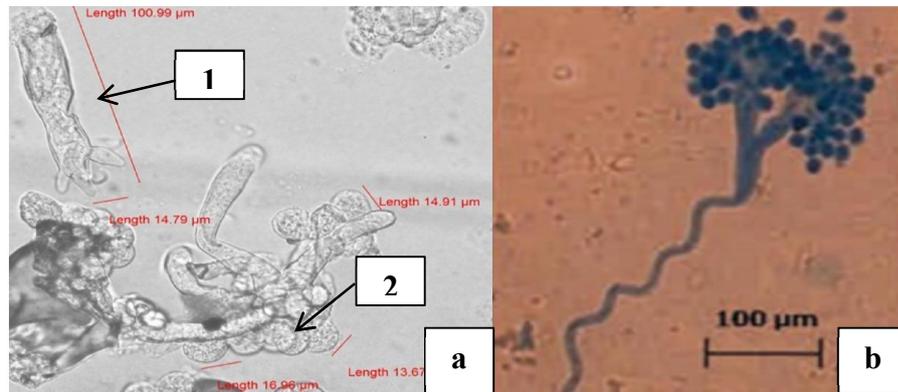
4.1 Deskripsi Gejala dan Morfologi Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung Manis

Gejala penyakit bulai muncul pada tanaman jagung manis berumur 12 hst. Pada 16-18 hst gejala klorotik pada daun berwarna putih yang memanjang sejajar tulang daun mulai meluas (gambar 8) dan di bawah daun terdapat tanda spora seperti tepung berwarna putih terlihat jelas di pagi hari. Deskripsi tersebut sesuai dengan Semangun (2004) bahwa, penyakit bulai menimbulkan gejala klorotik pada daun yang memanjang sejajar tulang daun dengan batas yang jelas. Daun yang bergejala klorotik tersebut semakin lama terhambat pertumbuhannya dan menjadi kerdil.



Gambar 8. Gejala klorosis penyakit bulai pada tanaman jagung manis 26 hst

Identifikasi secara morfologi di bawah mikroskop cahaya menunjukkan bahwa morfologi konidia berbentuk bulat, berdiameter $14,91 \mu\text{m}$, dinding sel tipis, membentuk tabung kecambah dan konidiofor berkelompok (gambar 9). Berdasarkan morfologi konidia dan konidiofor menunjukkan bahwa, patogen yang menyebabkan penyakit bulai pada penelitian ini adalah *Peronosclerospora maydis*. Menurut Rustianti (2015) menyatakan bahwa, kelompok *Peronosclerospora maydis* memiliki karakter konidiofor bercabang, berukuran $111-410 \mu\text{m}$. Konidia berdinding tipis dengan bentuk bulat, berdiameter $12-23 \times 25-44 \mu\text{m}$.



Gambar 9. Morfologi *Peronosclerospora maydis*. (a1) konidiofor; (a2) konidia; (b) morfologi utuh konidia dan konidiofor (Rustianti, 2015).

4.2 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest terhadap Penyakit Bulai

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada pengamatan 15,18 dan 22 hst tidak ada pengaruh perlakuan terhadap kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis (Tabel 2). Pada pengamatan 25, 28 dan 31 hst tingkat kejadian penyakit antara perlakuan fungisida, bakteri filosfer dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol air. Hal ini menunjukkan bahwa, perlakuan fungisida, bakteri filosfer dan PGPR mampu menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Pada perlakuan dengan fungisida tingkat kejadian penyakit tidak berbeda nyata dengan bakteri filosfer, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bakteri filosfer efektif menekan pertumbuhan penyakit bulai karena mempunyai hasil penekanan yang setara dengan fungisida.

Persentase kejadian penyakit pada perlakuan fungisida lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain, karena fungisida yang digunakan pada penelitian ini memiliki zat aktif dimetomorf yang bersifat racun sehingga dapat menekan pertumbuhan penyakit bulai. Bahan aktif dimetomorf merupakan fungisida yang bersifat sistemik yang artinya dapat mengendalikan penyakit secara keseluruhan pada bagian tanaman dengan formulasi SC (*Suspension concentrate*). Bahan aktif ini dapat mengganggu sintesis membran lipid pada

patogen. Penyakit sasaran yang dapat dikendalikan yakni bercak daun pada tanaman jagung, lanas, busuk daun, dan embun bulu (Moekasan, 2014).

Beberapa bakteri filosoffer memiliki kemampuan yang setara dengan fungisida dalam menekan penyakit bulai. Terdapat 5 isolat bakteri filosoffer yang memiliki persentase penekanan penyakit berkisar antara 60-70%. Pada tabel 1 terlihat bahwa kejadian penyakit yang terendah setelah inokulasi bakteri filosoffer adalah pada perlakuan dengan kode isolat F, O dan T. Bakteri filosoffer yang diaplikasi pada tanaman masih mampu menekan pertumbuhan patogen sampai hari ke-31 setelah inokulasi. Isolat bakteri filosoffer yang memiliki kemampuan dalam menekan penyakit adalah genus *Bacillus* sp. dan *Erwinia* sp. Kemampuan isolat-isolat bakteri filosoffer dalam menekan penyakit bulai diduga karena kondisi pada lokasi pengambilan sampel yakni di UB Forest yang masih alami, sehingga mengakibatkan habitat ini menjadi tempat yang sangat baik untuk perkembangan bakteri filosoffer yang potensial. Menurut Baskaran *et al.*, (2012) menyatakan bahwa, di dalam filosoffer hampir semua jaringan tanaman yang sehat, ada banyak mikroorganisme yang sinergistik dengan inangnya dengan cara menghasilkan senyawa khusus, seperti senyawa bioaktif, untuk melindungi inangnya dari serangan jamur patogen.

Kemampuan bakteri filosoffer dalam menekan perkembangan penyakit dapat dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung. Secara langsung dapat melalui mekanisme antibiosis dan kompetisi ruang, sedangkan secara tidak langsung dapat melalui mekanisme induksi ketahanan tanaman (Haggag, 2010). Berdasarkan hasil seleksi penekanan patogen oleh bakteri filosoffer terlihat bahwa beberapa bakteri mempunyai kemampuan untuk menghasilkan senyawa antimikroba seperti, genus *Bacillus* spp. dapat menghasilkan antibiotik yang bersifat racun terhadap mikroba lainnya. Bakteri jenis *B. Subtilis* diketahui dapat menghasilkan antibiotik dan antifungi seperti: *subtilin*, *aterimin*, *basitrasin*, *subtilosin*, *mycobacillin*, *subsporin*, *ituirin*, *Cerexin*, *surfactin*, *bacillomycin*, *bacilysin*, asam sianida, *fengymycin* dan *bacilysocin* (Hatmanti, 2000). Bakteri *Erwinia* sp. menghasilkan senyawa poliketid, peptida, alkaloid, terpenoid dan lipopeptida dan peptida yang dapat berperan sebagai antifungi dan anti bakteri (Dewi, 2016).

Tabel 1. Persentase kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata kejadian penyakit (%) ± Standar Deviasi ¹						
	15 hst	18 hst	22 hst	25 hst	28 hst	31 hst	
A	33,34 ± 8,19	32,86 ± 2,94	58,91 ± 16,20	74,22 ± 11,09	b-e 84,30 ± 6,59	de 85,45 ± 7,64	e
B	17,53 ± 1,44	37,03 ± 2,6	55,59 ± 14,32	74,27 ± 15,70	b-e 82,60 ± 11,00	de 82,60 ± 11,00	de
C	24,96 ± 8,25	46,01 ± 5,34	63,81 ± 3,25	79,97 ± 1,32	de 82,93 ± 9,26	de 82,93 ± 9,26	de
D	14,96 ± 3,85	36,87 ± 13,45	54,61 ± 0,99	70,31 ± 8,44	b-e 79,61 ± 7,60	cde 79,61 ± 7,60	b-e
E	21,33 ± 1,93	31,26 ± 8,30	46,77 ± 8,63	76,68 ± 1,28	cde 71,82 ± 3,03	a-e 71,82 ± 3,03	a-e
F	24,41 ± 8,83	39,23 ± 5,10	55,15 ± 7,86	57,49 ± 1,56	ab 58,66 ± 12,02	ab 62,19 ± 11,59	ab
G	23,32 ± 13,4	42,29 ± 23,55	58,63 ± 17,92	74,03 ± 7,81	b-e 79,64 ± 4,40	cde 80,79 ± 4,61	cde
H	24,51 ± 3,98	44,76 ± 5,92	62,63 ± 8,94	73,65 ± 1,60	b-e 80,22 ± 10,89	cde 83,55 ± 9,74	de
I	16,75 ± 7,22	35,67 ± 15,61	53,32 ± 10,53	70,97 ± 9,34	b-e 79,76 ± 12,40	cde 79,76 ± 12,40	b-e
J	22,06 ± 6,49	23,92 ± 10,39	42,80 ± 1,60	64,14 ± 10,07	a-d 71,42 ± 4,17	a-e 71,42 ± 4,17	a-e
K	29,67 ± 12,44	44,42 ± 9,77	59,66 ± 3,48	85,68 ± 6,33	e 80,72 ± 5,87	cde 80,72 ± 5,87	cde
L	21,83 ± 7,77	37,71 ± 18,11	54,44 ± 8,20	69,52 ± 13,12	b-e 73,52 ± 4,86	b-e 73,52 ± 4,86	a-e
M	20,45 ± 3,00	32,45 ± 11,54	55,53 ± 1,69	74,13 ± 5,45	b-e 78,01 ± 1,71	cde 78,01 ± 1,71	b-e
N	21,57 ± 7,73	35,40 ± 14,84	48,41 ± 14,20	61,91 ± 18,73	abc 77,96 ± 10,51	cde 79,69 ± 9,97	b-e
O	16,61 ± 8,65	48,47 ± 14,90	56,25 ± 11,15	58,77 ± 6,42	ab 63,69 ± 2,17	abc 63,69 ± 2,17	abc
P	19,57 ± 4,74	46,77 ± 10,46	58,33 ± 6,07	77,29 ± 3,24	cde 84,10 ± 7,40	de 85,55 ± 5,43	e
Q	20,43 ± 11,03	38,05 ± 12,69	56,61 ± 0,69	76,03 ± 4,62	b-e 88,10 ± 1,68	e 88,10 ± 1,68	e
R	24,99 ± 5,69	33,34 ± 9,10	51,79 ± 10,55	65,18 ± 3,67	a-d 76,40 ± 3,99	b-e 78,42 ± 5,43	b-e
S	21,26 ± 4,79	35,58 ± 27,35	57,45 ± 16,09	64,11 ± 3,48	a-d 73,67 ± 8,72	b-e 72,86 ± 7,64	a-e
T	24,89 ± 3,83	45,96 ± 11,00	63,44 ± 11,96	62,89 ± 8,70	a-d 67,11 ± 8,05	a-d 65,72 ± 9,64	a-d
U	21,73 ± 9,48	31,68 ± 21,06	48,87 ± 18,47	64,74 ± 11,06	a-d 78,94 ± 7,64	cde 81,00 ± 8,45	cde
V	19,65 ± 2,16	40,00 ± 7,59	58,37 ± 11,63	68,08 ± 9,28	b-e 76,76 ± 7,99	cde 76,76 ± 7,99	b-e
W (Kontrol PGPR)	25,74 ± 0,87	33,99 ± 8,78	55,28 ± 10,59	69,28 ± 1,01	b-e 72,99 ± 7,37	c-e 72,99 ± 7,37	a-e
X (Kontrol Fungisida)	19,33 ± 5,45	17,81 ± 12,17	38,50 ± 5,52	48,70 ± 5,23	a 55,21 ± 7,70	a 59,03 ± 5,42	a
Y (Kontrol Air)	22,32 ± 11,86	46,63 ± 23,03	64,75 ± 13,52	72,29 ± 11,10	b-e 78,85 ± 9,49	cde 84,46 ± 7,06	e

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

Keterangan: Huruf A-Y : perlakuan penelitian; A : B ; C; D ; E ; F ; G ; H ; I ; J ; K ; L ; M ; N ; O ; P ; Q ; R ; S ; T ; U ; V ; W : PGPR Koleksi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya; X : Fungisida berbahan aktif dimetomorf 50%; Y : Air; hst: hari setelah tanam; Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (uji jarak ganda Duncan pada taraf 5%).

4.3 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman \pm Standar deviasi (cm) ¹		
	15 hst	22 hst	26 hst
A	13,33 \pm 1,26	20,5 \pm 1,84 abc	22,3 \pm 0,50 a
B	13,74 \pm 1,91	10,93 \pm 2,71 abc	23,3 \pm 3,02 ab
C	13,66 \pm 0,67	18,6 \pm 0,28 ab	21 \pm 0,99 a
D	13,44 \pm 1,16	23 \pm 2,75 abc	25,53 \pm 1,08 ab
E	12,06 \pm 2,24	19,2 \pm 1,43 abc	26,06 \pm 1,80 ab
F	12,92 \pm 1,63	20,06 \pm 5,11 bc	26,3 \pm 7,20 ab
G	14,46 \pm 1,80	18,4 \pm 1,4 ab	24,33 \pm 2,26 ab
H	13,92 \pm 1,19	24,5 \pm 2,96 c	26,5 \pm 1,76 ab
I	15,23 \pm 0,82	23,8 \pm 4,16 bc	29,26 \pm 4,31 b
J	14,63 \pm 2,01	20,86 \pm 2,22 abc	22,93 \pm 1,38 ab
K	14,96 \pm 1,03	19,33 \pm 0,57 abc	23,86 \pm 1,64 ab
L	12,7 \pm 1,34	21,36 \pm 0,38 abc	26,4 \pm 3,25 ab
M	13,06 \pm 1,26	21,73 \pm 0,91 abc	26,03 \pm 2,99 ab
N	13,8 \pm 0,45	20,13 \pm 1,06 abc	23,53 \pm 3,24 ab
O	13,36 \pm 0,18	18,4 \pm 3,92 ab	22,13 \pm 5,16 a
P	12,2 \pm 0,45	19,46 \pm 0,75 bc	26,46 \pm 1,30 ab
Q	12,76 \pm 0,49	23,6 \pm 3,52 abc	25,06 \pm 2,68 ab
R	13,93 \pm 1,22	22,56 \pm 2,02 abc	27,8 \pm 1,34 ab
S	13,23 \pm 0,40	18,7 \pm 2,25 ab	23 \pm 2,43 ab
T	14,4 \pm 1,12	21,63 \pm 0,63 abc	26,33 \pm 4,33 ab
U	13,8 \pm 1,58	19,24 \pm 2,15 abc	22,66 \pm 2,34 ab
V	14,93 \pm 1,82	17,97 \pm 0,93 a	22,53 \pm 0,61 ab
W (Kontrol PGPR)	13,73 \pm 1,45	20,2 \pm 1,55 abc	26,6 \pm 1,60 ab
X (Kontrol Fungisida)	13,51 \pm 0,80	20,08 \pm 1,56 abc	25,7 \pm 0,98 ab
Y (Kontrol Air)	13,76 \pm 2,60	21,29 \pm 2,65 abc	21,73 \pm 0,49 a

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

Berdasarkan hasil analisis data pada pengamatan 15 dan 22 hst menunjukkan bahwa aplikasi bakteri filofosfer tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis, sedangkan pada pengamatan 26 hst menunjukkan perbedaan nyata antara bakteri filofosfer kode isolat I dengan kontrol air. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanaman jagung manis yang diaplikasi

dengan bakteri filosfer mampu mempengaruhi pertumbuhan lebih baik pada umur tanaman 26 hst. Pertambahan tinggi tanaman diduga karena isolat bakteri filosfer dapat menghasilkan fitohormon sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman. Bakteri filosfer dapat digolongkan sebagai PGPR karena dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman dan menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman. Pada penelitian Jena (1992) dilaporkan bahwa, isolat bakteri filosfer yang disemprot ke tanaman menunjukkan perbedaan dengan tanaman kontrol meliputi karakter pertumbuhan vegetatif, seperti peningkatan tinggi tanaman, jumlah anakan dan peningkatan hasil. Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman padi dipengaruhi oleh kemampuan mikrob dalam menghasilkan hormon pemacu tumbuh.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi tinggi tanaman yaitu faktor genetik dan lingkungan. Menurut Efendi (2012) menyatakan bahwa, tinggi rendahnya pertumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang dipengaruhi oleh sifat genetik atau sifat turunan dari tanaman itu sendiri seperti usia tanaman, morfologi tanaman, daya hasil, kapasitas menyimpan cadangan makanan, ketahanan terhadap penyakit dan variasi dari tinggi tanaman yang terjadi antar varietas disebabkan adanya gen yang mengendalikan sifat dari varietas tersebut. Faktor eksternal merupakan faktor lingkungan, seperti iklim, tanah dan faktor biotik tanaman. Sehingga, dapat dimungkinkan bahwa penggunaan varietas pada penelitian ini juga mempengaruhi dalam pertumbuhan tanaman jagung manis. Selain itu, perbedaan pertumbuhan tanaman dan hasil yang diperoleh diduga disebabkan oleh satu atau lebih dari faktor tersebut.

4.4 Pengaruh Aplikasi Bakteri terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis

Hasil analisis data jumlah daun tanaman jagung manis pada pengamatan 15, 22 dan 26 hst menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan bakteri filosfer, PGPR dengan kontrol air. Beberapa isolat bakteri filosfer yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, hal ini diduga pada saat tanaman mengalami fase vegetatif yang ditandai dengan perubahan tinggi tanaman serta jumlah daun, bakteri yang aplikasikan masih dalam keadaan dorman sehingga belum mampu berperan sebagai stimulator pertumbuhan

tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Asroh (2010) bahwa, apabila suspensi bakteri antagonis disemprotkan pada tanaman atau permukaan tanah, maka mikroba yang ada belum sepenuhnya hidup (aktif) dan berkembang karena kondisi lingkungan yang mungkin tidak sesuai, antara lain tidak tersedia nutrisi untuk dicerna, temperatur udara yang terlalu tinggi, kelembaban yang kurang, oksigen yang berlebih dan tanpa naungan, menyebabkan mikroba tersebut tidak berkembang atau mati.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun \pm Standar deviasi (cm) ¹		
	15 hst	22 hst	26 hst
A	4,43 \pm 0,18 b	5,4 \pm 0,320 ab	6 \pm 0,48 ab
B	4,53 \pm 0,24 b	5,00 \pm 0,56 ab	5,46 \pm 0,73 ab
C	3,8 \pm 0,32 a	4,8 \pm 0,160 ab	5,66 \pm 0,18 ab
D	4,6 \pm 0,16 b	5,13 \pm 0,09 ab	6,33 \pm 0,61 ab
E	4,33 \pm 0,09 ab	5,00 \pm 0,32 ab	5,86 \pm 0,57 ab
F	4,33 \pm 0,52 ab	4,73 \pm 0,67 ab	5,86 \pm 1,14 ab
G	4,53 \pm 0,24 b	5,2 \pm 0,43 ab	6,33 \pm 0,82 ab
H	4,66 \pm 0,24 b	5,00 \pm 0,16 ab	6 \pm 0,58 ab
I	4,46 \pm 0,09 ab	5,4 \pm 0,58 ab	6,6 \pm 0,58 b
J	4,33 \pm 0,33 ab	4,73 \pm 0,18 ab	5,46 \pm 0,18 ab
K	4,26 \pm 0,18 ab	5,00 \pm 0,28 ab	5,86 \pm 0,24 ab
L	4,2 \pm 0,32 ab	5,13 \pm 0,18 ab	6,2 \pm 0,32 ab
M	4,33 \pm 0,33 ab	4,73 \pm 0,41 ab	6,33 \pm 0,33 ab
N	4,2 \pm 0,33 ab	5,26 \pm 0,52 ab	5,6 \pm 0,58 ab
O	4,33 \pm 0,43 ab	4,86 \pm 0,33 ab	5,53 \pm 1,18 ab
P	4,2 \pm 0,18 ab	5,53 \pm 0,49 b	6,6 \pm 0,16 b
Q	4,33 \pm 0,33 b	5,26 \pm 0,57 ab	6,13 \pm 0,09 ab
R	4,53 \pm 0,09 ab	5,26 \pm 0,52 ab	6,4 \pm 0,43 ab
S	4,33 \pm 0,09 ab	5,00 \pm 0,65 ab	5,26 \pm 0,52 a
T	4,46 \pm 0,18 ab	5,26 \pm 0,57 ab	6,13 \pm 0,95 ab
U	4,26 \pm 0,61 ab	4,93 \pm 0,49 ab	5,53 \pm 0,33 ab
V	4,13 \pm 0,24 a	4,4 \pm 0,32 a	5,8 \pm 0,28 ab
W (Kontrol PGPR)	4,53 \pm 0,18 b	5,4 \pm 0,43 ab	6,46 \pm 0,37 ab
X (Kontrol Fungisida)	3,33 \pm 0,09 ab	4,93 \pm 0,47 ab	5,8 \pm 0,16 ab
Y (Kontrol Air)	4,13 \pm 0,09 a	5,2 \pm 0,58 ab	5,8 \pm 0,43 ab

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

4.5 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Rumput di UB Forest terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis

Tabel 4. Rata-rata berat basah dan berat kering tanaman jagung manis

Perlakuan	Rata-rata berat basah ± Standar deviasi (g) ¹		Rata-rata berat kering ± Standar deviasi (g) ¹	
	31 hst		31 hst	
A	148 ± 14,44	abc	15,83 ± 8,38	ab
B	108 ± 43,84	abc	14,86 ± 7,20	ab
C	128,3 ± 24,28	abc	20,90 ± 2,92	abc
D	142 ± 32,61	abc	19,26 ± 6,35	ab
E	146 ± 26,87	abc	24,66 ± 6,61	abc
F	193,3 ± 17,78	c	35,00 ± 8,09	c
G	147 ± 29,39	abc	20,20 ± 5,15	abc
H	156 ± 53,46	bc	22,56 ± 9,09	abc
I	181 ± 78,26	abc	28,00 ± 7,80	bc
J	119 ± 24,05	abc	21,03 ± 1,09	abc
K	122 ± 9,27	abc	18,06 ± 4,05	ab
L	163 ± 25,80	abc	26,60 ± 4,01	abc
M	154 ± 29,02	abc	22,93 ± 6,60	abc
N	108 ± 20,70	abc	12,06 ± 4,76	a
O	92,66 ± 17,82	a	21,33 ± 8,66	abc
P	155 ± 28,43	abc	22,13 ± 6,82	abc
Q	139,6 ± 24,44	abc	20,63 ± 2,74	abc
R	181,6 ± 29,10	bc	27,86 ± 2,95	bc
S	103,6 ± 49,03	ab	11,76 ± 6,60	a
T	155 ± 42,24	abc	24,76 ± 10,86	abc
U	116,3 ± 43,12	abc	15,90 ± 5,82	ab
V	104 ± 36,91	ab	17,26 ± 6,58	ab
W (Kontrol PGPR)	153,3 ± 24,85	abc	25,66 ± 3,49	abc
X (Kontrol Fungisida)	160,6 ± 50,8	abc	25,30 ± 6,16	abc
Y (Kontrol Air)	105,6 ± 7,58	ab	15,83 ± 5,28	ab

¹Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan)

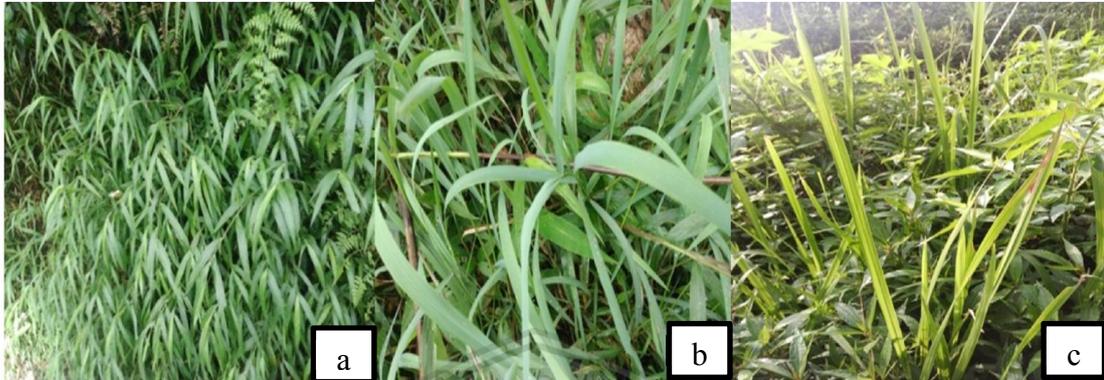
Hasil analisis data mengenai bobot basah dan bobot kering tanaman pada pengamatan 31 hst menunjukkan hasil perbedaan nyata antara perlakuan bakteri filofosfer kode isolat F dengan kontrol air (tabel 4). Hal ini dapat diartikan bahwa

beberapa bakteri filosfer tumbuhan rumput di UB *Forest* mampu meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman jagung manis. Hal ini sesuai dengan penelitian Santosa *et al.* (2003) bahwa, bakteri filosfer dapat meningkatkan bobot basah dan kering tanaman padi varietas IR64. Bakteri filosfer dengan kode isolat F teridentifikasi sebagai *Bacillus* sp. Menurut San-Lang *et al.*, (2008), *Bacillus* sp. mampu menghasilkan senyawa fitohormon seperti auksin, sitokinin, etilen, giberelin dan asam absisat yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman, dan akhirnya berdampak pula pada peningkatan hasil. Selain itu, aplikasi formulasi spora *Bacillus subtilis* secara umum mampu meningkatkan produktivitas tanaman. Hal ini diduga karena *B. subtilis* yang diaplikasikan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu memicu pertumbuhan tanaman. Aplikasi *B. subtilis* melalui perlakuan benih nyata meningkatkan produktivitas tanaman (vegetatif) hingga fase generatif (Wartono, 2014).

4.6 Isolasi dan Karakterisasi Bakteri dari Filosfer Tumbuhan Rumput di UB *Forest*

Bakteri diisolasi dari bagian permukaan daun tumbuhan rumput yang sefamili dengan tanaman jagung di UB *Forest*, dengan harapan isolat yang didapat telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan daun dan selanjutnya dapat menekan jamur patogen *Peronosclerospora* sp. yang menyebabkan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Menurut Lindow dan Brandl (2003) bahwa, pada umumnya bagian filosfer tumbuhan umumnya dikolonisasi oleh beraneka ragam bakteri, khamir, jamur, dan alga. Bakteri dapat ditemukan pada permukaan tanaman dengan jumlah dan keragaman yang tinggi. Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh Hirano (2000) bahwa, keanekaragaman bakteri filosfer yang telah ditemukan diantaranya ialah bakteri-bakteri berpigmen seperti *Erwinia herbicola*, spesies-spesies dari *Xanthomonas*, *Pseudomonas* yang memiliki pigmen *fluorescens*, bakteri PPFM, bakteri yang memiliki aktivitas nukleasi es (*P. syringae*, *P. fluorescens*, *E. herbicola*, *X. campestris* pv. *translucens*), bakteri penambat N₂ (*Beijerinckia*, *Azotobacter* dan *Azorhizobium caulinodans*), bakteri yang menghasilkan hormone pertumbuhan bagi tanaman (*E. herbicola*) dan beberapa bakteri penyebab penyakit (patogen). Kelimpahan bakteri filosfer yang beragam ditentukan oleh faktor-faktor yang berhubungan dengan tanaman

misalnya spesies, fenologi dan umur, selain itu juga ditentukan oleh lingkungan dimana tanaman tersebut tumbuh diantaranya yaitu wilayah geografi dan kondisi cuaca pada wilayah tersebut.



Gambar 10. Tumbuhan rumput di UB *Forest*.(a) Rumput malela; (b) Rumput bede; dan (c) Alang-alang (Dokumentasi pribadi).

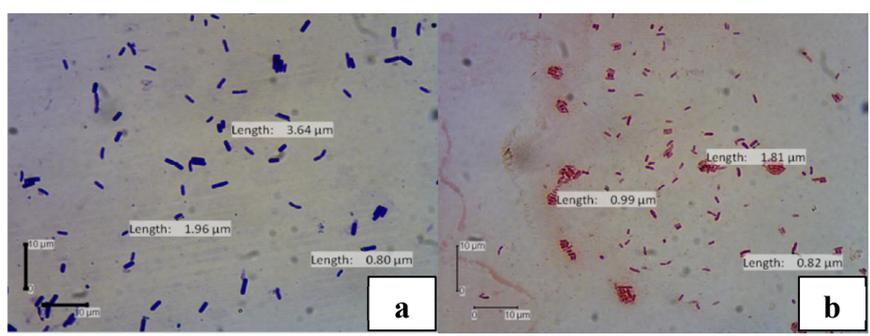
Koloni dari isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi kemudian dibedakan secara makroskopis berdasarkan bentuk, warna, tepian, dan elevasi koloni (Tabel 5). Seluruh isolat memiliki warna dan karakteristik koloni yang berbeda-beda meskipun diisolasi dari bagian tumbuhan yang sama. Menurut Inacio *et al.*, (2002) bahwa, bakteri adalah penghuni daun dengan jumlah dan keragaman tertinggi, dengan jumlah yang dapat dikulturkan berkisar antara 10^2 hingga 10^{12} sel/g daun.

Tabel 5. Karakter morfologi dan biokimia bakteri filosfer

Isolat	Karakterisasi Morfologi				Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia						
	Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi	Bentuk sel	Uji hipersensitif	Uji gram	Uji OF	Uji media YDC	Uji perlakuan suhu 33°C	Genus bakteri
A	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
B	Bulat	Putih buram	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
C	Tidak beraturan	Putih susu	bergelombang	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Putih	TD	<i>Erwinia</i> sp.
D	Bulat	Putih transparan	Rata	Rata	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
E	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
F	Tidak beraturan	Putih	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Bacillus</i> sp.
G	Tidak beraturan	Putih kekuningan	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
H	Bulat	Putih kenuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
I	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
J	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
K	Bulat	Putih buram	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
L	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Bacillus</i> sp.
M	Bulat	Putih bening	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
N	Bulat	Kuning	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	O	-	+	<i>Xanthomonas</i> sp.
O	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	Putih	TD	<i>Erwinia</i> sp.
P	Bulat	Putih kekuningan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram +	O	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
Q	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	F	-	TD	Tidak teridentifikasi
R	Tidak beraturan	Putih susu	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Clostridium</i> sp.
S	Tidak beraturan	Putih kekuningan	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Kuning	TD	<i>Pantoea</i> sp.
T	Bulat	Putih kecoklatan	Rata	Cembung	Batang	-	Gram -	O	-	TD	Tidak teridentifikasi
U	Tidak beraturan	Putih	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram -	F	Putih	TD	<i>Erwinia</i> sp.
V	Bulat	Putih	Tidak rata	Tidak rata	Batang	-	Gram +	F	-	TD	<i>Bacillus</i> sp.

Keterangan: (+) menunjukkan reaksi positif, (-) menunjukkan reaksi negative, (O) Oksidatif, (F) Fermentatif, (TD) Tidak Diuji

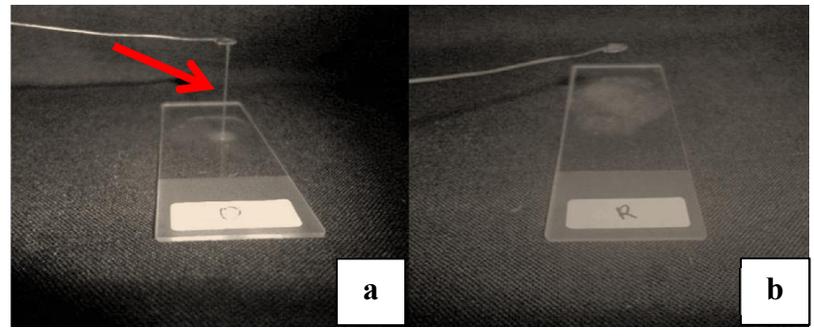
4.5.1 Uji Pewarnaan Gram



Gambar 11. Hasil mikroskopis bakteri pada uji pewarnaan gram; a) bakteri gram positif ditunjukkan dengan kenampakan sel bakteri berwarna biru; b) bakteri gram negatif ditunjukkan dengan kenampakan sel bakteri berwarna merah

Berdasarkan hasil pewarnaan Gram pada bakteri filofser tumbuhan rumput di UB *Forest* menunjukkan bahwa ada 9 isolat yakni dengan kode B, E, F, L, I, M, R, P dan V merupakan bakteri Gram positif hasil pewarnaan Gram adalah warna biru keunguan. Sedangkan, 13 isolat yakni bakteri kode A, C, D, G, I, J, K, N, O, Q, S, T, dan U merupakan bakteri Gram negatif yang ditunjukkan dengan warna merah. Menurut Pelczar (1986) mekanisme pewarnaan Gram didasarkan pada struktur dan komposisi dinding sel bakteri. Bakteri Gram negatif memiliki dinding sel lebih tipis dibandingkan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif memiliki kandungan lipid 1-4%, sedangkan bakteri Gram negatif mempunyai kandungan lipid 11-22%. Selain itu, warna merah pada sel bakteri Gram negatif juga disebabkan oleh sedikitnya kandungan peptidoglikan pada dinding sel. Peptidoglikan bakteri gram negatif mempunyai ikatan silang yang jauh kurang ekstensif dibandingkan dengan yang dijumpai pada dinding bakteri gram positif.

4.5.2 Uji KOH 3%



Gambar 12. Hasil Uji Gram dengan KOH 3%; (a) gram negatif ditandai dengan adanya lendir atau benang; (b) gram positif ditunjukkan dengan tidak adanya lendir atau benang



Hasil uji Gram dengan menggunakan KOH 3% terhadap 22 isolat bakteri menunjukkan bahwa ada 13 bakteri merupakan Gram negatif dengan kode A, C, D, G, I, J, K, N, O, Q, S, T, dan U serta 9 bakteri dengan kode B, E, F, L, I, M, R, P dan V termasuk kedalam kelompok Gram positif. Bakteri Gram negatif ditandai dengan adanya lendir atau benang ketika lup inokulasi diangkat setelah isolat bakteri dicampur dengan KOH 3% sebaliknya dengan bakteri Gram positif (Gambar 9). Menurut Schaad (2001) menyatakan bahwa, setelah inokulasi di bagian atas preparat antara isolat bakteri dan KOH % menunjukkan hasil yakni kelompok bakteri gram negatif akan menjadi lengket dan membentuk benang. Hal ini dikarenakan, Dinding sel bakteri Gram negatif lebih tipis daripada dinding sel bakteri Gram positif serta kurang rentan terhadap penisilin dan gangguan fisik (Pelczar, 1986). Menurut Halebian *et al.* (1981) menyatakan bahwa, pengujian ini sangat efektif pada skala laboratorium, cepat dan ekonomis.

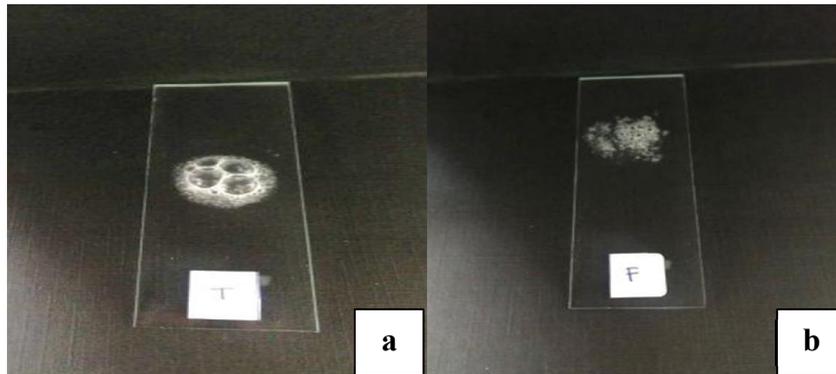
4.5.3 Uji Pewarnaan Spora



Gambar 13. Pewarnaan spora ditunjukkan dengan adanya warna lebih gelap pada sel bakteri dengan kode isolat R

Berdasarkan hasil pewarnaan yang ditujukan untuk bakteri Gram positif ada 9 isolat yang diamati sporanya. Pewarnaan spora menggunakan bahan *malachite green* dan safranin untuk mengetahui spora sel bakteri dengan ditujukan warna lebih gelap yang terletak pada kedua ujung sel bakteri atau di tengah sel bakteri, perbedaan warna hijau dari *malachite green* dan warna merah saat diberi larutan safranin sangat terlihat jelas sehingga dapat dibedakan bahwa pemberian *malachite green* dapat digunakan sebagai penagamatan adanya spora atau tidak pada uji pewarnaan spora. Menurut Badan Karantina Pertanian (2008) bahwa, spora bakteri pada uji pengecatan spora akan terlihat berwarna hijau (gelap), sedangkan sel bakteri berwarna merah.

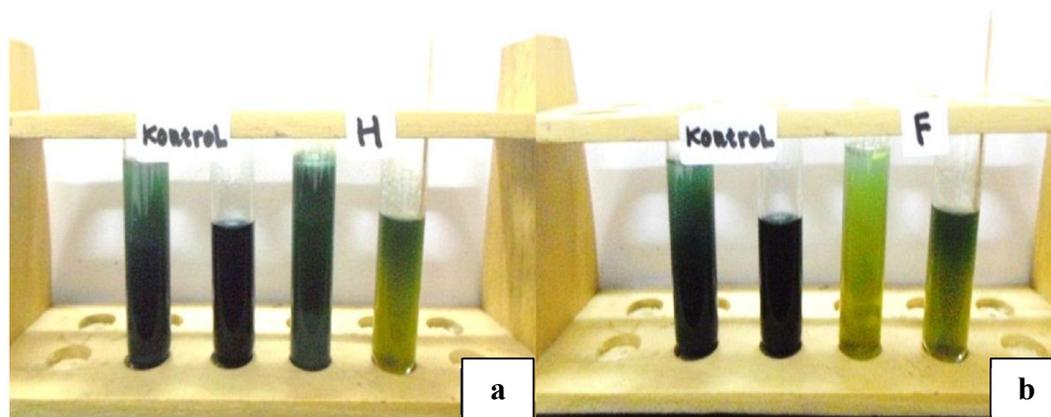
4.5.4 Uji Katalase



Gambar 14. Hasil Uji Katalase ; (a) Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya gelembung pada kode bakteri T dan F

Hasil Uji Katalase menggunakan substrat H_2O_2 (hydrogen peroksida) menunjukkan bahwa keseluruhan isolat bakteri memiliki reaksi positif yakni dengan membentuk gelembung ketika isolat bakteri di beri substrat H_2O_2 . Hal ini dikarenakan uji katalase sendiri bertujuan untuk menguji kemampuan bakteri penghasil enzim katalase dalam mendegradasi hydrogen peroksida. Menurut Sunatmo (2009) bahwa, selama proses respirasi aerobik, mikroba menghasilkan hidrogen peroksida seperti superoksida yang bersifat sangat toksik. Mikroba yang menghasilkan katalase dapat segera mendegradasi hidrogen peroksida. Mikroba aerobik yang tidak mempunyai katalase dapat mendegradasi terutama superoksida toksis dengan enzim superoksida dismute. Sedangkan, ketidakmampuan mikroba anaerobik untuk mensintesis katalase, peroksidase atau superoksida dismute menyatakan bahwa oksigen bersifat toksis bagi mikroba tersebut. Produksi katalase ini dapat dibuktikan dengan menambahkan substrat H_2O_2 , sehingga dengan adanya katalase maka timbul gelembung gas dari oksigen bebas ini menunjukkan reaksi positif. Sedangkan, pada reaksi negatif menunjukkan hal yang sebaliknya dari reaksi positif.

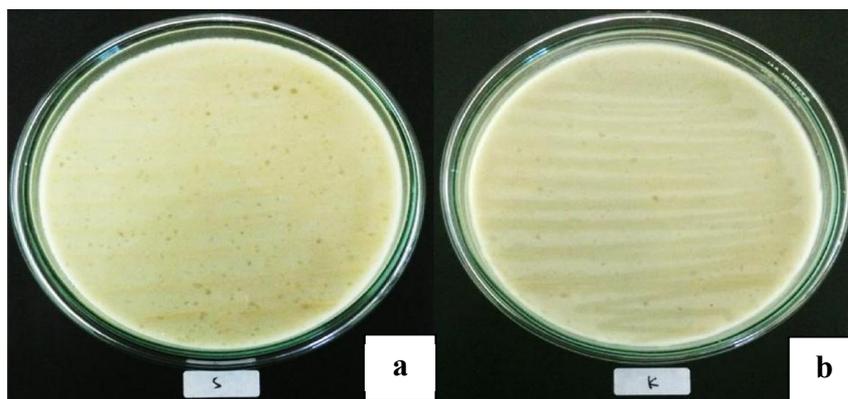
4.5.5 Uji Oksidatif-Fermentatif



Gambar 15. Hasil uji reaksi Oksidatif dan Fermentatif (OF) ; (a) Reaksi Oksidatif (Aerob) ditunjukkan dengan adanya warna biru pada tabung reaksi yang diberi *water agar* dan kuning pada tabung reaksi tanpa *water agar*; (b) Reaksi Fermentatif (Anaerob) ditunjukkan dengan adanya warna kuning pada kedua tabung reaksi yang diberi *water agar* maupun tanpa *water agar*.

Berdasarkan uji sifat bakteri oksidatif-fermentatif ditunjukkan dengan perubahan warna media, apabila oksidatif maka warna media tidak berubah atau tetap berwarna biru. Sedangkan, apabila bakteri bersifat fermentatif maka warna media berubah menjadi kuning. Isolat bakteri dengan kode B, E, H, I, K, M, N, P dan T bersifat oksidatif dan isolat yang bersifat fermentatif ialah dengan kode A, C, D, F, G, J, L, O, Q, R, S, U dan V Hal ini, sesuai dengan Anggraini (2016) bahwa, bakteri bersifat fermentatif jika media berubah menjadi kuning. Bakteri bersifat oksidatif jika bagian permukaan media berwarna kuning dan bagian bawah media tidak terjadi perubahan. Uji negatif oksidatif atau fermentatif ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna pada media.

4.5.6 Uji YDC

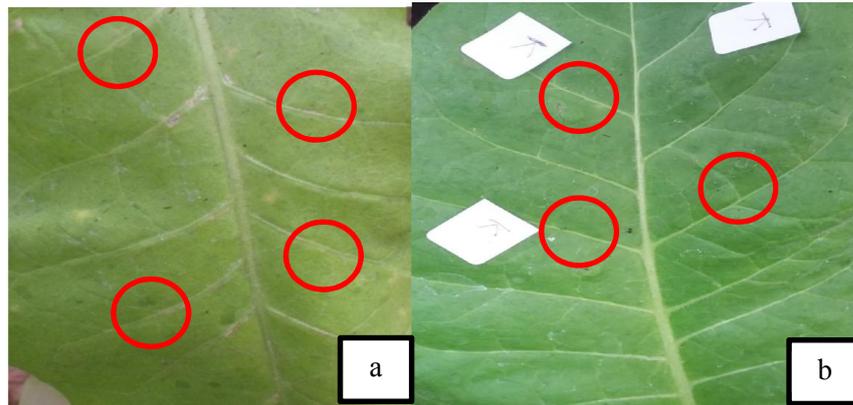


Gambar 16. Hasil uji pada media YDC; (a) hasil *streak* koloni bakteri menunjukkan koloni bakteri berwarna kuning (b) hasil *streak* koloni bakteri menunjukkan koloni bakteri berwarna putih

Berdasarkan hasil uji dengan media YDC diketahui bahwa 5 bakteri yakni dengan kode isolat A, D, G, J dan S memiliki koloni warna kuning pada media YDC yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut masuk kedalam genus *Pantoea* sp. kemudian, isolat dengan kode C, O dan U memiliki koloni berwarna putih yang menunjukkan bahwa bakteri termasuk genus *Erwinia* sp. Hal ini sesuai dengan menurut Schaad *et al.*, (2001) bahwa, bakteri bersifat fermentatif (anaerob) apabila diuji dengan media YDC tumbuh koloni berwarna putih termasuk kedalam genus *Erwinia* sp. sedangkan, apabila koloni yang tumbuh berwarna kuning maka bakteri tersebut masuk ke dalam genus *Pantoea* sp.

Uji pertumbuhan bakteri pada suhu 33⁰C atau bakteri bersifat fermentatif (anaerob) selanjutnya juga diuji pertumbuhannya pada media YDC, hanya ada satu bakteri yang mampu tumbuh pada suhu 33⁰C yakni dengan kode isolat N. selanjutnya, apabila koloni berwarna kuning maka diuji xanthomonadin. Menurut Schaad (2001) bahwa, uji xanthomonadin ialah biakan bakteri ditumbuhkan pada media YDC umur 24-48 jam dan tumbuh pada suhu 33⁰C. Uji positif ditandai dengan koloni berwarna kuning.

4.5.7 Uji Hipersensitif



Gambar 17. Hasil negatif pada uji hipersensitif bakteri filosfer. a) perlakuan bakteri pada tanaman tembakau dengan kode isolat T dan U; b) perlakuan kontrol aquades

Hasil uji hipersensitif menunjukkan bahwa 22 isolat bakteri tidak menunjukkan gejala nekrosis pada daun tembakau setelah inokulasi bakteri 48 jam. Berdasarkan hal tersebut, bakteri tidak bersifat patogen bagi tanaman inang, hal ini dikarenakan tidak adanya gejala nekrosis setelah inokulasi. Menurut Morel (1997) bahwa, reaksi hipersensitif merupakan suatu bentuk nekrotik sel yang cepat yang sering berasosiasi dengan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Reaksi hipersensitif dapat dipicu oleh berbagai jenis patogen dan terjadi beberapa jam setelah kontak dengan patogen. Apabila isolat bakteri dapat berpotensi sebagai patogen pada tanaman, maka akan muncul gejala nekrotik atau klorosis pada daun tembakau (Makmunah, 2017).

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengamatan persentase kejadian penyakit menunjukkan bahwa bakteri filofit tumbuhan rumput di UB *Forest* mampu menekan perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung manis varietas SBY yang rentan bulai sampai dengan 31 hst.
2. Isolat kode F, O dan T yang teridentifikasi sebagai *Bacillus* sp. dan *Erwinia* sp. memiliki kemampuan menekan penyakit bulai yang sama dengan perlakuan fungisida dimetomorf 50%.
3. Identifikasi bakteri filofit menunjukkan bahwa 17 isolat termasuk genus *Erwinia* sp., *Pantoea* sp., *Xanthomonas* sp., *Bacillus* sp. dan *Clostridium* sp., sedangkan 5 isolat tidak teridentifikasi.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjutan mengenai kemampuan isolat yang mampu menekan perkembangan jamur patogen *Peronosclerospora* sp. pada skala laboratorium menggunakan patogen dengan famili yang sama dengan penyakit bulai seperti *Pythium* sp. dan *Phytophthora* sp., sehingga dapat diketahui keefektifan bakteri dalam menekan pertumbuhan penyakit dengan lingkungan yang homogen serta perlu dilakukan pengujian secara molekuler untuk mengetahui bakteri filofit sampai dengan tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, D. 2017. Pengendalian Penyakit Bulai Jagung Manis Menggunakan *Paenibacillus polymyxa* dan *Pseudomonas fluorescens*. Lampung: Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Aggraini, R., Aliza, D., dan Mellisa, S. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophilla* dengan Uji Mikrobiologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah Volume 1, nomor 2 , 270-286.
- Agrios, G. 2005. Plant Pathology: Fifth Edition. New york: Elsevier Academic Press.
- Andrews, J, H., H. R. 2000. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. Ann Rev Phytopathol, 38:145-180.
- Asroh, A. 2010. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Interval Pemberian Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata Linn) . Jurnal Agronomi, 2 (4): 144-148.
- Atien, S. 2008. Apotek Hidup Tanaman RempahRempah dan Tanaman Liar. Bandung: Yrama Widya.
- Azri. 2009. Teknologi Pengendalian Penyakit Bulai Tanaman Jagung. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Data Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai di Indonesia. Jakarta: Berita Resmi Statistik.
- Baker, F. S. 1979. Principles of Silviculture. New York: McGraw Hill Inc. Book Co.
- Bara, A. 2009. Pengaruh dosis pupuk kandang dan frekuensi pemberian pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi jagung (*Zea mays* L.) di lahan kering. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Baskaran, R. M. 2012. Phyllosphere Microbial Populations of Ten True Mangrove Species of the Andaman Island. International Journal of Microbiological Research, 3 (2): 124-127.
- Berkelaa, D. 2017. Sistem Intensifikasi Padi (The system of Rice intensification – SRI) : Sedikit dapat Memberi Lebih Banyak. SRI, Sistem Intensifikasi Padi : Sedikit dapat Memberi Lebih Banyak.

- Berkelaar, D. 2001. Sistem Intensifikasi Padi (The System of Rice Intensification –SRI). USA: ECHO Inc. 17391 Durrance Rd. North Ft. Myers FL.
- Dewi, R. K. 2016. Seleksi Bakteri Filosfer Padi Sebagai Agen Biokontrol *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri Pada Padi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta (Tesis).
- Efendi, Halimursyadah, dan Simajuntak, H. R. 2012. Respon Pertumbuhan dan Produksi Plasma Nutfah Padi Lokal Aceh Terhadap Sistem Budidaya Aerob. *Jurnal Agrista* Vol. 16 No. 3.
- Fahy, P. a. 1983. Media and Methods for Isolation and Diagnostic Test. In Fahy, P.C. and G. J. Persley (Eds) *Plant Bacterial Diseases : a Diagnostic Guide*: 337-378. Australia: Academic Press.
- Fidausi, Wita. 2017. Keanekaragaman Bakteri Filosfer pada Pertanaman Padi Dampak Penerapan PHT Skala Luas serta Potensi Antagonisnya terhadap *Xanthomonas oryzae*. [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fitriani, F. 2009. Hama dan Penyakit Jagung Manis (*Zea mays* saccharata Sturt.) di Desa Benteng, Cibanteng dan Nagrog, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gardner, F. P., R. B. P., dan R. L. M. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan: Herawati Susilo. Jakarta: UI Press.
- Gultom, J. A. 2014. Penapisan *Streptomyces* sp. dari Rizosfer Jagung untuk Pengendalian Penyakit Bulai. Bengkulu: Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.
- Haggag, W, M. 2010. Role of endophytic microorganisms in biocontrol of plant disease. *Life Science Journa*, 7(2):57-62.
- Halebian, S, H. B. 1981. Rapid Method That Aids in Distinguishing Gram-Positive from Gram-Negative Anaerobic Bacteria. *Jurnal Clin Microbiol* , 13(3):444-448.
- Harni, R. d. 2011. Potensi Bakteri Endofit Menginduksi Ketahanan Tanaman Lada Terhadap Infeksi *Meloidogyne Incognita*. *J.Litti*, 17 (3):118–123.
- Harsono, A. 2009. Pengaruh Jenis Pupuk Kandang dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Tumbuhan dan Hasil Jagung Manis. *Jurnal Agritrop* Fakultas Pertanian Universitas Udayana Bali.

- Hasanuddin, M. S. 2003. Peningkatan Peranan Mikroorganismen dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Medan: USU Digital Library.
- Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. Oseana, Volume XXV, Nomor 1, 31-41.
- Hermanto. 2014. Harmonisasi Kebijakan Pangan Nasional dan Daerah. Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Hirano, S. S. 2000. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae* pathogen, ice nucleus, and epiphyte. *Microbiol Mol Biol Rev*, 64(1): 642-653.
- Holt, J. N. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* 9th Edition. USA: Williams and Wilkins Baltimore.
- Kementrian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian pertanian Tahun 2015-2019. Jakarta Selatan: Biro Perencanaan Kementan 2015.
- Leveau, J., dan Lindow, S. 2001. Appetite of an epiphyte: quantitative monitoring of bacterial sugar consumption in the phyllosphere. *Proc Natl Acad Sci*, 98: 3446-3453.
- Lindow, S. E., B. M. 2003. *Microbiology of the phyllosphere*. *App Environ Microbiol*, 69(4):1875-1883.
- Makmunah, J. 2017. Eksplorasi Khamir dan Bakteri sebagai Agens Antagonis terhadap Penyebab Penyakit Blas pada Padi (*Pyricularia oryzae*). Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Marcia, P. B. 2011. Rintisan Penelitian Berbasis Marka Molekuler Tanaman Serealia (Jagung, Gandum dan Sorgum) untuk Perakitan Varietas Unggul. Jakarta: Laporan hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Serealia (belum dipublikasi).
- Maryamah, U. 2016. Evaluasi Penampilan Sifat Hortikultura dan Potensi Hasil pada Jagung Manis dan Jagung Ketan. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Maryaman, U. 2016. Evaluasi Penampilan Sifat Hortikultura dan Potensi Hasil pada Jagung Manis dan Jagung Ketan. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Moekasan, T. P. 2014. Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya. Bandung: Yayasan Bina Tani Sejahtera.
- Morel, J, B, D. J. 1997. The hypersensitive response and induction of cell death in plants. *Cell Death Differ* , 4:671-683.
- Murni, A. d. 2008. Teknologi Budidaya Jagung. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian, -.
- Nelly, N., Trizelia, dan Reflinaldon. 2015. Potensi Cendawan Endofit sebagai Bioinsektisida untuk Pnendalian Hama pada Pertanaman Kacang Tanah (*Etiella zinckenella* Treit). (Lepidoptera:Pyralidae) dan Biofertilizer. Padang: Universitas Padang.
- Nugroho, E.F. 2017. Pemanfaatan Bakteri dari Lumpur Sidoarjo untuk Mengendalikan Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Oktaviani, A. R. 2013. Keefektifan Beberapa Isolat Plant Growth Promotting Rhizobacteria untuk Menekan Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis* (Rac.) Shaw) pada Tanaman Jagung Manis. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Pelczar, M. dan. 1976. Dasar-Dasar Mikrobiologi, diterjemahkan oleh Ratna Siri Hadioetomo pada tahun 1986. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, M. dan. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1: penterjemah Penterjemah Ratna Siri Hadioetomo dkk. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Pertanian, B. K. 2008. Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian nomor 513.a/Kpts/OT.210/L/12/2008. Manual pengujian residu hormon pada pangan segar asal hewan. Jakarta: Badan Karantina Pertanian (Barantan).
- Purwanti, H. 2001. Evaluasi Galur Jagung Tetua yang Tahan dan Rentan terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). Jakarta: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Ramdhani, D. C. 2018. *Brachiaria mutica*. Retrieved Agustus 28, 2018, from Scribd: <https://www.scribd.com/document/344961058/BRACHIARIA-MUTICA#>
- Rustiani, U. S. 2015. Tiga Spesies Peronosclerospora Penyebab Penyakit Bulai Jagung di Indonesia. *Berita Biologi*, 14:29-37.

- San-Lang, W. S. J. L. 2008. Purification and characterization of chitinases and chitosanases from a new species strain *Pseudomonas* sp. TKU015 using shrimp shells as a substrate. *Journal Carbohydrate Res*, 343(7):1171-1179.
- Santosa, D. N. 2003. Isolasi dan seleksi bakteri filosfer pemicu tumbuh dari daun padi (*Oryza sativa* L.) varietas IR64. *Jurnal Tanah Lingkungan*, 5:7-2.
- Saraswati, R. d. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Schaad, N. W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogen Bacteria 3rd Edition*. St. Paul Minnessota: APS Press.
- Sekarini, D. 2010. Studi Keanekaragaman Jenis Dan Kandungan Karbon Tumbuhan Bawah Pada Tegakan Tusam (*Pinus meskusii* Jungh. Et De Vriese) Dan Jati (*Tectona Grandis* L.F) Di KPH Malang, Perum Perhutani Unit Ji Jawa Timur. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit Penyakit Tanaman Pangan Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Silva, C. D. 2014. Potensial of pre-harvest application of *Burkholderia spinosa* for epiphytic and pathogenic microorganism on the phyllosphere of banana (*Musa* spp.). *Trop Agrl Res*, 25(4):543-554.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*, Suplemen ke. Rajawali Pres, 573 p.
- Strobel, G. A., dan Daisy, B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology*, 419-502.
- Subekti, N. A. 2011. *Fase Perkecambah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros, 185-204.
- Subekti, N. A., Syafruddin, Roy, E., dan Sri, S. 2008. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, 185-204.
- Sudarsono. 2002. *Tanaman Obat di Indonesia*. Jakarta: Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia.

- Sunatmo, T. 2009. Mikrobiologi Esensial. Jakarta: Ardy Agency.
- Supramana. 2007. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Nematoda Peluka Akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada Tanaman Nilam.
- Talanca, A. H. 2011. Uji Resistensi Cendawan (*Peronosclespora mayis*) terhadap Fungisida Saromil 35 SD (b.a Metalaksil). Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI (pp. 119-122). Sulawesi Selatan: PFI Komda Sulawesi Selatan dan Dinar Perkebunan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan.
- Talanca, A. H. 2013. Status Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung dan Pengendaliannya. Jawa Timur: Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian.
- Wakman, W., S, A., A, B., dan M, T. 2006. Identifikasi Spesies Cendawan Penyebab Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros: Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Wartono, G. D. 2014. Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi . Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian.
- Zainudin, A. A. 2014. Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*) Terhadap Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Jurnal HPT, 2:11-18.