repository.ub.ac.id

EKSPLORASI BAKTERI FILOSFER TUMBUHAN JALI (*Coix lacryma-jobi* L.) DAN POTENSINYA SEBAGAI AGENS PENGENDALI PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora* sp.) PADA TANAMAN JAGUNG MANIS

Oleh

TARTIYANA RAHAYU

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

EKSPLORASI BAKTERI FILOSFER TUMBUHAN JALI (*Coix lacryma-jobi* L.) DAN POTENSINYA SEBAGAI AGENS PENGENDALI PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora* sp.) PADA TANAMAN JAGUNG MANIS

Oleh :
TARTIYANA RAHAYU
155040200111188

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN

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
2019

repository.ub.ac.id

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 orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2019

Tartiyana Rahayu

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul	: Eksplorasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) dan Potensinya sebagai Agens Pengendali Penyakit Bulai (*Peronosclerospora* sp.) pada Tanaman Jagung Manis
Nama	: Tartiyana Rahayu
NIM	: 155040200111188
Program Studi	: Agroekoteknologi
Jurusan	: Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disetujui

Pembimbing Utama,

Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D
NIP. 19720919 199802 1 001

Diketahui,

Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan : 24 JUL 2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

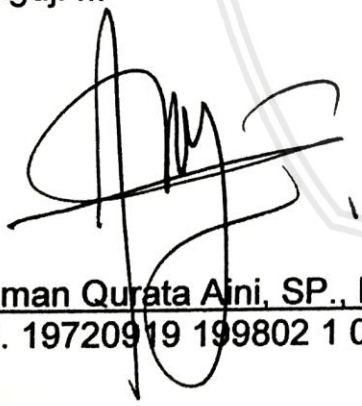
Penguji I

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Penguji II

Fery Abdul Choliq, SP., M.Sc.
NIK. 201503 860523 1 001

Penguji III



Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D
NIP. 19720919 199802 1 001

Penguji IV

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Lulus : 01 AUG 2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

Skripsi ini kupersembahkan untuk

Kedua orangtua dan kakak tersayang

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Tartiyana Rahayu. 155040200111188. Eksplorasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) dan Potensinya sebagai Agens Pengendali Penyakit Bulai (*Peronosclerospora* sp.) pada Tanaman Jagung Manis. Di bawah bimbingan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D sebagai Pembimbing Utama

Jagung merupakan salah satu komoditas pangan yang termasuk dalam program utama pemerintah dalam swasembada yang berlanjut. Permasalahan dalam budidaya jagung adalah adanya penyakit bulai disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora* sp. Pengendalian penyakit tanaman saat ini mengacu pada konsep pengendalian hama terpadu (PHT) yang salah satu komponennya menggunakan bakteri antagonis. Bakteri antagonis pada penelitian ini diisolasi dari filosfer tumbuhan jali. Tumbuhan jali merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki famili yang sama dengan tanaman jagung yaitu *Poaceae.* Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pengujian bakteri filosfer hasil eksplorasi tumbuhan jali yang mampu menekan pertumbuhan penyakit bulai.

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2018 hingga bulan Mei 2019 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan lahan jagung yang berlokasi di Jl. Lilin Emas Blok B, Dadaprejo, Malang. Tahapan penelitian meliputi eksplorasi bakteri filosfer tumbuhan jali, uji penghambatan bakteri antagonis terhadap jamur uji *Rhizoctonia solani* secara *in vitro,* identifikasi bakteri filosfer terpilih dan yang terakhir yaitu uji antagonis bakteri filosfer secara *in vivo* terhadap penyakit bulai. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali.

Hasil eksplorasi bakteri filosfer pada tumbuhan jali menunjukkan bahwa terdapat 37 bakteri antagonis yang mampu menekan pertumbuhan patogen secara *in vitro* yang kemudian dilakukan pengamatan secara *in vivo* pada 5 bakteri yang memiliki persentase penghambatan tertinggi yakni kode P6, P7, P8, P14 dan U5. Hasil identifikasi secara morfologi, fisiologi, dan biokimia menunjukkan isolat bakteri P6 dan U5 termasuk genus *Pantoea* sedangkan isolat bakteri P7, P8 dan P14 termasuk bakteri genus *Erwinia.* Hasil pengamatan secara *in vivo* terkait persentase kejadian penyakit menunjukkan bahwa bakteri filosfer tumbuhan jali mampu menekan perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung manis varietas SBY yang rentan bulai sampai dengan umur 37 HST. Isolat bakteri filosfer yang termasuk genus *Erwinia* memiliki kemampuan menekan penyakit bulai yang setara dengan perlakuan PGPR. Sedangkan semua bakteri filosfer yakni genus *Pantoea* dan *Erwinia* mampu menghasilkan tinggi tanaman yang setara dengan kontrol PGPR dan mampu mengurangi kehilangan berat basah dan berat kering tanaman. Selain itu bakteri genus *Pantoea* dan *Erwinia* mampu meningkatkan kandungan klorofil tetapi bakteri filosfer tidak mampu mempengaruhi jumlah daun pada tanaman jagung manis.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

SUMMARY

Tartiyana Rahayu. 155040200111188. Exploration of Bacterial Phyllosphere in Job's Tear Plants (*Coix lacryma-jobi* L.) and Its Potential as Controlling Agents of Downy Diseases (*Peronosclerospora* sp.) in Sweet Maize Plants. Under the guidance of Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D as the Advisor

Maize is one of the food commodities included in the government's main program in sustainable self-sufficiency. The problem in maize cultivation is the presence of downy mildew caused by the fungus *Peronosclerospora* sp. Current plant disease control refers to the concept of integrated pest control (IPM), which one component uses antagonistic bacteria. The antagonistic bacteria in this study were isolated from the Job's tear plant phyllosphere. The job's tear plant is one of the plants that has the same family as the maize plant, *Poaceae*. Therefore, in this study testing of phyllospheric bacteria will be carried out by exploration of job's tear plants which can suppress the growth of downy mildew.

The study was conducted from December 2018 to May 2019 at the Laboratory of Plant Diseases, Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya Malang and maize fields located on Jl. Lilin Emas Blok B, Dadaprejo, Malang. The research phases included exploration of job's tear plant phyllosphere bacteria, antagonistic bacterial inhibition test on the in vitro Rhizoctonia solani test fungus, identification of selected phyllospheric bacteria and the last one was the test of phyllospheric bacterial antagonists in vivo against downy mildew disease. The research method used a Randomized Block Design (RBD) with 7 treatments and repeated 4 times.

The results of the exploration of phyllospheric bacteria in job's tear plants showed that there were 37 antagonistic bacteria capable of suppressing the growth of pathogens in vitro which were then carried out in vivo observations on 5 bacteria which had the highest inhibition percentage, codes P6, P7, P8, P14 and U5. Identification results in morphology, physiology, and biochemistry showed that P6 and U5 bacterial isolates including the *Pantoea* genus, while P7, P8 and P14 bacterial isolates included the genus *Erwinia*. In vivo observations related to the percentage of disease events showed that the job's tear plant phyllosphere bacteria were able to suppress the development of downy mildew on SBY varieties of sweet maize which were susceptible to down to 37 days of age. Filolytic bacterial isolates belonging to the genus *Erwinia* have the ability to suppress downy mildew which is equivalent to PGPR treatment. Whereas all phyllospheric bacteria, namely the genus *Pantoea* and *Erwinia* were able to produce plant heights that were equivalent to PGPR control and were able to reduce the loss of wet weight and dry weight of plants. In addition, the bacteria genus *Pantoea* and *Erwinia* were able to increase the chlorophyll content but the phyllospheric bacteria were unable to influence the number of leaves on sweet maize plants.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Eksplorasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) dan Potensinya sebagai Agens Pengendali Penyakit Bulai (*Peronosclerospora* sp.) pada Tanaman Jagung Manis" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Jurusan Hama Penyakit dan Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua serta yang senantiasa memberikan semangat, doa, kasih sayang serta dukungan yang tiada henti. Selain itu penulis juga berterima kasih kepada Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing utama atas pengarahan, saran, dan bimbingannya. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada *Maize Research Center* (MRC) dibawah naungan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UB yang telah memberikan bantuan benih dan lahan sehingga penelitian ini dapat terlaksana serta kepada teman-teman jurusan HPT khususnya angkatan 2017 atas bantuannya dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak serta memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2019

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur pada tanggal 17 Januari 1997. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Sutarno dan Ibu Siti Aminah. Riwayat pendidikan penulis pernah sekolah di Madrasah Ibtidaiyah Ma'arif Sidomukti Kebomas Gresik pada tahun 2003-2009. Sekolah menengah pertama di SMP Negeri 4 Gresik pada tahun 2009-2012, sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Gresik pada tahun 2012-2015, dan mahasiswi Strata-1 (S1) angkatan 2015 Fakultas Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya, Malang, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan dan kepanitiaan. Penulis pernah menjadi staff magang dan pengurus harian dalam Departemen Penelitian dan Pengembangan di organisasi PRISMA (Pusat Riset dan Kajian Mahasiswa) periode kepengurusan 2015-2016 serta 2017-2018. Penulis pernah mengikuti kegiatan kepanitiaan LKTIN PRISMA 6 pada tahun 2016 sebagai anggota divisi acara dan kepanitiaan LKTIN PRISMA 7 pada tahun 2018 sebagai *steering comittee*. Penulis juga menjadi asisten praktikum matakuliah Dasar Budidaya Tanaman pada tahun 2017-2019, Ekologi Pertanian 2017-2019, dan Bioteknologi Pertanian pada tahun 2017. Prestasi yang pernah diraih penulis yaitu Finalis Rektor Cup PKM Maba Universitas Brawijaya tahun 2015, juara harapan 1 LKTI Dishut Provinsi Jawa Timur, Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur tahun 2016, lolos pendanaan PKM DIKTI bidang penelitian tahun 2017, *best poster* INSIGHT Ikatan Mahasiswa Bidikmisi Universitas Hassanudin Makassar tahun 2017, lolos pendanaan PKM DIKTI bidang penerapan teknologi tahun 2018, juara 1 "*Best Solutive Idea*" LKTI Psychotacular Universitas Negeri Surabaya tahun 2018, juara 2 LKTI Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, juara 2 *National Scientific Essay Competition* FMIPA UNS tahun 2018, finalis LKTIN Universitas Kanjuruhan Malang 2018 tahun 2018, juara 3 lomba essay Jambore Ilmu Tanah Indonesia tahun 2018. Selain itu penulis pernah mengikuti kegiatan magang kerja di Departemen Riset dan Pengembangan PT. Petrokimia Kayaku pada tahun 2018.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN ..... **i**
SUMMARY ..... **ii**
KATA PENGANTAR ..... **iii**
RIWAYAT HIDUP ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **viii**
I. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Hipotesis 3
1.5 Manfaat 3
II. TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *Saccharata*) 4
2.2 Klasifikasi Jagung Manis 4
2.3 Syarat Tumbuh Jagung Manis 5
2.4 Penyakit Bulai (*Peronosclerospora* sp.) 5
2.5 Bakteri Filosfer 7
2.6 Tumbuhan Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) 8
III. METODE PENELITIAN **10**
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 10
3.3 Pelaksanaan Penelitian 10
3.4 Rancangan Penelitian 19
3.5 Variabel Pengamatan 20
3.6 Analisis Data 21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN **22**
4.1 Bakteri Hasil Eksplorasi Filosfer Tumbuhan Jali 22
4.2 Karakter Penghambatan Bakteri Hasil Seleksi Filosfer Tumbuhan Jali secara *in vitro* 23
4.3 Karakter Patogenik Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali 24
4.4 Deskripsi Gejala dan Morfologi Penyebab Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung Manis 25
4.5 Karakter dan Hasil Identifikasi Bakteri Filosfer Terpilih 26
4.6 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali terhadap Penyakit Bulai 33
4.7 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jagung Manis 36
4.8 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis 37
4.9 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Jagung Manis 38
4.10 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis 39

V. KESIMPULAN DAN SARAN 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 47

repository.ub.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

Teks

1. Gejala Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung 6
2. Tumbuhan Jali 9
3. Sketsa Seleksi Bakteri Filosfer pada Cawan Petri 12
4. Diagram Pengujian Bakteri Hingga Tingkat Genus 16
5. Denah Petak Uji Tanaman Jagung 18
6. Kenampakan Makroskopis Bakteri Hasil Eksplorasi pada 48 Jam Setelah Pengenceran 22
7. Daun Tembakau yang Tidak Bergejala Nekrosis Menunjukkan Reaksi Negatif Pengujian Hipersensitif Isolat P7 dan P6 24
8. Gejala Klorosis Bulai di Lapangan pada Tanaman Jagung Umur 24 HST 25
9. Morfologi Mikroskopis *Peronosclerospora maydis* 26
10. Bentuk Koloni Bakteri Isolat P7 27
11. Hasil Uji KOH 3% Isolat Bakteri P14 yang Termasuk Gram Negatif, Ditandai dengan Adanya Lendir 28
12. Hasil Mikroskopis Bakteri P8 yang Termasuk Gram Negatif dengan Kenampakan Sel Bakteri Berwarna Merah 29
13. Metabolisme Fermentatif Pengujian Isolat Bakteri P7 pada Media OF 30
14. Pertumbuhan Bakteri pada Media YDC 30

Lampiran

Nomor Halaman

Teks

1. Dokumentasi Hasil Uji KOH 3% pada Lima Isolat Bakteri Filosfer 53
2. Dokumentasi Hasil Uji Pewarnaan Gram pada Lima Isolat Bakteri Filosfer 54
3. Dokumentasi Hasil Uji Oksidatif Fermentatif pada Lima Isolat Bakteri Filosfer 55
4. Dokumentasi Hasil Uji YDC pada Lima Isolat Bakteri Filosfer 56
5. Dokumentasi Koloni Tunggal pada Lima Isolat Bakteri Secara Mikroskopis 57
6. Dokumentasi Hasil Uji Hipersensitif pada Lima Isolat Bakteri Filosfer 58
7. Dokumentasi Hasil Seleksi Isolat Bakteri Filosfer dengan Jamur *Rhizoctonia solani* secara *in vitro* 59
8. Denah Petak Penelitian 60

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1. Persentase Zona Hambat Isolat Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Jamur *R. solani* 23
2. Karakter Morfologi Bakteri Hasil Seleksi 26
3. Karakter Fisiologi dan Biokimia Bakteri Hasil Seleksi 27
4. Rata-Rata Persentase Kejadian Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung Manis 35
5. Rata-Rata Tinggi Tanaman Jagung Manis 36
6. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis 38
7. Rata-Rata Kandungan Klorofil Daun Jagung Manis 39
8. Rata-Rata Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis 40

Lampiran

Nomor Halaman

Teks

1. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 16 HST 48
2. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 20 HST 48
3. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 23 HST 48
4. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 27 HST 48
5. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 30 HST 48
6. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 34 HST 49
7. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 37 HST 49
8. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 16 HST 49
9. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 23 HST 49
10. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 30 HST 49
11. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 37 HST 50
12. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 16 HST 50
13. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 23 HST 50
14. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 30 HST 50
15. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 37 HST 50
16. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 16 HST 51
17. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 23 HST 51
18. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 30 HST 51
19. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 37 HST 51
20. Hasil Analisis Ragam Berat Basah Tanaman 39 HST 51
21. Hasil Analisis Ragam Berat Kering Tanaman 39 HST 52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu dari lima komoditas yang menjadi program utama pemerintah dalam swasembada yang berkelanjutan (Talanca *et al.*, 2013). Permasalahan dari usaha peningkatan produksi dalam budidaya jagung adalah adanya penyakit bulai yang diketahui paling merugikan, penyakit ini disebabkan oleh jamur *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).

Usaha pengendalian penyakit bulai yang telah dianjurkan antara lain penggunaan varietas tahan, pemusnahan tanaman terinfeksi, pencegahan dengan fungisida, pengaturan waktu tanam agar serempak, dan pergiliran tanaman (Oktaviani, 2013). Namun, usaha pengendalian tersebut masih belum efektif untuk mengendalikan penyakit bulai. Hal ini karena pengendalian dengan menggunakan fungisida tidak berpengaruh secara efektif terhadap penyakit bulai serta berdampak negatif pada lingkungan serta menyebabkan pencemaran (Talanca *et al.*, 2013).

PHT (Pengendalian Hama Terpadu) merupakan suatu cara pendekatan tentang pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman 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 (Wartono, 2015). Filosfer

atau permukaan daun menunjukkan lingkungan dengan habitat yang sesuai dari beberapa jenis bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain (Leveau, 2001). 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).

Tumbuhan jali merupakan tumbuhan serealia yang memiliki potensi dalam fitoteknologi lingkungan atau tumbuhan yang memiliki peran sebagai teknologi alami dalam mengatasi permasalahan lingkungan. Tumbuhan jali sangat jarang dimanfaatkan dan jali tumbuh liar di alam (Irawanto *et al.*, 2017). Belum banyak peneliti yang mengkaji potensi tumbuhan jali sebagai agens antagonis dalam pengendalian penyakit tanaman. Tumbuhan jali memiliki kekerabatan famili yang dekat dengan tanaman jagung yakni termasuk dalam famili *Poaceae*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian bakteri filosfer hasil eksplorasi tumbuhan jali. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bakteri antagonis potensial yang dapat dikembangkan menjadi teknologi hayati yang berkelanjutan. Berdasarkan potensi tersebut dapat ditemukan metode baru yang relevan dalam pengelolaan penyakit bulai pada tanaman jagung manis serta sebagai langkah dalam pemenuhan konsep PHT untuk meminimalkan dampak negatif dari penggunaan bahan kimia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat bakteri antagonis dari filosfer tumbuhan jali?
2. Bagaimana kemampuan bakteri antagonis dari filosfer tumbuhan jali dalam menghambat dan menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis?
3. Bagaimana karakterisasi bakteri filosfer tumbuhan jali yang bersifat antagonis untuk penyakit bulai pada tanaman jagung manis?

1.3 Tujuan

1. Mengkaji keberadaan bakteri antagonis dari filosfer tumbuhan jali
2. Mengkaji kemampuan antagonis bakteri filosfer tumbuhan jali dalam menghambat dan menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis
3. Mengkaji karakterisasi bakteri filosfer tumbuhan jali yang bersifat antagonis untuk penyakit bulai pada tanaman jagung manis

1.4 Hipotesis

Terdapat bakteri antagonis dari filosfer pada tumbuhan jali yang mampu menghambat dan menekan pertumbuhan penyakit bulai pada tanaman jagung manis.

1.5 Manfaat

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 menghambat perkembangan penyakit bulai pada tanaman jagung manis yang efektif.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

II. TINJAUAN PUSTAKA

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

Jagung merupakan salah satu dari berbagai jenis tanaman pangan pokok yang dikonsumsi, jagung juga merupakan komoditas penting kedua setelah padi/beras. Jagung juga merupakan sumber pangan yang dapat menghasilkan karbohidrat. Selain merupakan bahan pangan pengganti beras yang dikonsumsi secara langsung oleh masyarakat, jagung juga merupakan bahan baku pakan ternak yang memiliki komposisi yang cukup dominan. Seperti yang diungkapkan oleh Kementan (2015) bahwa komponen jagung mencapai proporsi yang cukup tinggi dalam industri pakan ternak yaitu sebesar 51,4%. Selain itu jagung digunakan sebagai hijauan pakan ternak, baik diambil minyaknya dari bulir, dibuat tepung yang dikenal dengan tepung jagung atau maizena dan bahan baku industri dari tepung bulir maupun tepung tongkolnya. Semakin berkembangnya industri peternakan, terutama peternakan ayam, menyebabkan permintaan terhadap pakan konsentrat meningkat.

2.2 Klasifikasi Jagung Manis

Jagung merupakan tanaman semusim determinat yang satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus pertumbuhan tanaman jagung merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif (Iriany, 2008). Tanaman jagung termasuk dalam kelas Monocotyledone, Ordo Graminae, famili Graminaceae, genus Zea, dan spesies *Zea mays*. L. 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 diidentifiksi dengan jumlah daun yang terbentuk; dan (3) fase reproduktif, yaitu fase pertumbuhan setelah silking sampai masak fisiologis (Subekti, 2011).

2.3 Syarat Tumbuh Jagung Manis

Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan. Waktu penanaman harus memperhatikan curah hujan dan penyebarannya. Penanaman dimulai bila curah hujan sudah mencapai 100 mm/bulan. Pengamatan curah hujan dan pola distribusinya selama 10 tahun ke belakang perlu diketahui agar waktu tanam dapat ditentukan dengan baik dan tepat. Jagung menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan baik. Hal ini karena 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).

2.4 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 (Aditama, 2017). 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. phillippinensis* awalnya meyerang di Minahasa, Sulawesi Utara dan saat ini dilaporkan menyerang tanaman jagung di pulau Sulawesi, dan penyebaran spesiesnya sudah teridenfikasi di 18 kabupaten dan provinsi di Indonesia (Wakman *et al*., 2006). Identifikasi *Peronosclerospora* spp. dilakukan berdasarkan ciri morfologi seperti bentuk atau ukuran spora yang dimiliki.

2.4.1 Gejala Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung

Menurut Semangun (2004), gejala yang ditimbulkan penyakit bulai adalah gejala sistemik yang meluas ke seluruh bagian tanaman atau dapat menimbulkan gajala lokal atau setempat (Gambar 1). 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 ganguan 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.

a b c

Gambar 1. Gejala Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung yaitu: (a) Klorosis; (b) Konidia Jamur Berwarna Putih, dan (c) Kerdil (Sumber: Oktaviani, 2013)

2.4.2 Perkembangan Penyakit

Jamur *Peronosclerospora* sp. bersifat parasit obligat, artinya 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 (Semangun, 2004). 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 28-30^{0}C 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 24^{0}C 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, 2004).

2.4.3 Pengendalian Penyakit Bulai

Menurut Azri (2009) menyatakan bahwa ada beberapa teknologi yang dapat direkomendasikan untuk pengendalian bulai antara lain, sebagai berikut:

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 yang terkena bulai. Komponen pengendalian bulai yang menentukan namun sulit dilakukan yaitu periode bebas tanam jagung. Penentuan periode bebas tanam jagung perlu dimusyawarahkan dengan petani jagung agar terjadi kesepakatan bersama kemudian perlu dilakukan monitoring.
5. Pemusnahan tanaman sumber inokulum *Peronosclerospora* sp. Hal ini perlu dilakukan karena jamur *Peronosclerospora* sp. termasuk parasit obligat yang hanya bisa hidup pada tanaman jagung hidup.
6. Kemungkinan sangat kecil terjadi serangan bulai, lebih efektif apabila dipadukan beberapa pengendalian seperti penggunaan varietas tahan dan eradikasi tanaman terinfeksi.
7. Penyakit bulai dapat punah di daerah yang melaksanakan periode bebas tanaman jagung.

2.5 Bakteri Filosfer

Filosfer merupakan habitat alami bagi mikroba epifit yang hidup pada daun tanaman (Leveau, 2001). 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. Lingkungan tropis sangat baik untuk pertumbuhan organisme

filosfer karena luas permukaan daun lebih besar 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 tanmanan misalnya kemampuan dalam memproduksi senyawa antibiotik dan antifungi (Strobel dan Daisy, 2003).

Menurut Hirano *et al*. (2000) menyatakan bahwa komponen-komponen mikroflora daun telah berhasil di analisis, baik secara teknik observasi secara langsung maupun dengan teknik isolasi. Mikroorganisme filosfer yag mungkin memainkan peran efektif dalam mengendalikan penyebaran patogen yang ditularkan melalui udara. Sistem pengendalian hayati ini dapat terjadi melalui mekanisme antagonis (kompetitif, parasit, dan toksin). Studi in vitro menunjukkan bahwa banyak saprofit pada daun yang berpotensi sebagai antagonis.

Berikut ini merupakan kenaekaragaman bakteri filosfer yang telah ditemukan diantaranya ialah bakteri-bakteri berpigmen seperti *Erwinia herbicola,* spesies-spesies dari *Xanthomonas, Pseudomonas* yang memiliki pigmen *fluorescens,* bakteri penambat N_2 (*Beiferinckia, Azotobacter* dan *Azorhizobium caulinodans*), bakteri yang menghasilkan hormon 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 (Hirano *et al.*, 2000).

2.6 Tumbuhan Jali (*Coix lacryma-jobi* L.)

Tumbuhan jali (*Coix lacryma-jobi* L.) merupakan sejenis tumbuhan biji-bijian (serealia) tropika dari suku padi-padian yang berasal dari Malaya dan Asia Timur yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia (Irawanto, 2017). Tumbuhan

jali secara alami (Gambar 2) ditemukan di daerah lahan basah di tepian sungai dan tergolong tumbuhan akuatik *emergent* yang merupakan daerah perairan sungai yang habitatnya seringkali terkena dampak pencemaran akibat berbagai aktivitas manusia. Pencemaran oleh limbah cair dari pertanian, domestik, perkotaan, bahkan industri, dapat merusak ekosistem perairan dan menganggu kesehatan manusia, sehingga tumbuhan jali dapat berfungsi sebagai pemulih kualitas perairan maupun fitoremediasi.

a b

Gambar 2. Tumbuhan Jali, (a) Kenampakan Tumbuhan Tumbuhan Jali di Lapang; (b) Biji Tumbuhan Jali (sumber: Irawanto, 2017)

Tumbuhan jali sangat jarang dimanfaatkan, namun tumbuhan jali tumbuh liar. Kondisi lingkungan perairan saat ini yang kurang baik, memiliki potensi bagi tumbuhan ini untuk diaplikasikan untuk fitoteknologi lingkungan (Irawanto, 2017). Fitoteknologi merupakan konsep yang memusatkan peran tumbuhan sebagai teknologi alami untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Beberapa penelitian telah merekomendasikan tumbuhan jali dalam fitoteknologi pengolahan limbah.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan lahan jagung di Jl. Lilin Emas Blok B, Dadaprejo, Malang yang dimulai bulan Desember 2018 hingga Mei 2019.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan selama penelitian adalah *laminar air flow cabinet* (LAFC) tipe H.S. 079S, autoklaf tipe HL-36 Ae Hiyarama, cawan Petri diameter 9 cm, oven, *sentrifuge*, timbangan analitik, *Chlorophil* meter, spektrofotometer, *shaker*, *vortex*, kompor listrik, jarum Ose, mikroskop kamera Olympus Szx7 series, gunting, mikropipet Vitlab dig 100-1000 µl, pinset, pisau, meteran, *sprayer* (alat semprot), penggaris, kamera, gelas beaker, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, bunsen, gelas obyek, *cover glass*, tube 1,5 ml dan tabung falcon.

Bahan yang akan digunakan adalah daun tumbuhan jali, isolat bakteri filosfer pada tumbuhan jali yang bersifat antagonis, benih jagung manis varietas rentan bulai (SBY), spora *Peronosclerospora* sp. yang diperoleh dari tanaman jagung yang terserang penyakit bulai, isolat jamur *Rhizoctonia solani* dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang diperoleh dari koleksi jurusan HPT FP UB, media *Nutrient Agar* (NA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Nutrien Broth* (NB), safranin, kristal violet, *yeast extract*, glukosa, $CaCO_3$, pepton, NaCl, KH_2PO_4, parafin cair, *Bromtymol Blue* 1%, bubuk agar, akuades steril, spirtus, plastik *wrapping*, alumunium foil, alkohol 70%, dan 96%.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Eksplorasi Bakteri Filosfer Pada Tumbuhan Jali

1. Pengambilan Sampel

Kegiatan pengambilan sampel dilakukan di lahan pertanaman jagung yang berlokasi di Jl. Lilin Emas Blok B, Dadaprejo, Malang. Sampel daun diambil dari tumbuhan jali yang termasuk dalam famili *Poaceae*. Sampel daun jali yang sehat dipotong sekitar 3 cm dari ujung dan pangkal daun. Pemotongan sampel dilakukan

dengan menggunakan gunting yang sebelumnya telah disemprot alkohol kemudian dibersihkan dengan tisu steril. Sampel daun kemudian dipotong sepanjang 0,5 cm dan dimasukkan kedalam tabung falcon yang berisi akuades steril sebanyak 10 ml kemudian ditutup dengan rapat dan dilapisi dengan plastik wrap sehingga tidak ada kontaminasi dari udara.

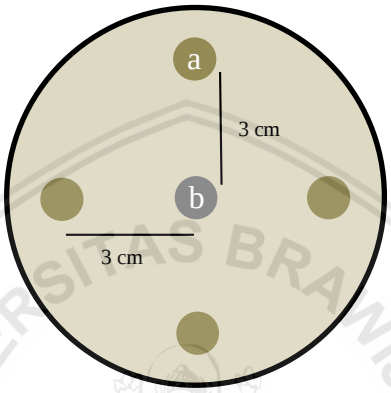
2. Isolasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali

Kegiatan isolasi bakteri dilakukan menggunakan metode pengenceran bertingkat (*dillution plate).* Sampel daun tumbuhan jali yang telah diambil dan diletakkan dalam tabung falcon kemudian dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 3 menit kemudian potongan daun dikeluarkan dari tabung menggunakan pinset yang sudah disterilkan. Suspensi bakteri yang berada pada tabung falcon selanjutnya disentrifugasi selama 15 menit dengan menggunakan sentrifuge pada kecepatan 4000 rpm. Supernatan dari suspensi tersebut diambil sebanyak 1 ml menggunakan mikropipet. Supernatan yang diambil kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi akuades steril sebanyak 9 ml. Pengenceran dilakukan pada tingkat 10^{-1} sampai 10^{-7}. Pengenceran 10^{-3}, 10^{-5} dan 10^{-7} diambil sebanyak 100 µl menggunakan mikropipet merk Vitlab dig 100-1000 µl dan ditumbuhkan ke dalam cawan Petri yang telah berisi media NA dengan metode cawan sebar untuk mendapatkan koloni tunggal. Isolat bakteri kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Koloni bakteri yang tumbuh dimurnikan hingga didapatkan biakan murni dan tunggal.

3.3.2 Seleksi Bakteri yang Bersifat Antagonis Secara *In Vitro*

Seleksi bakteri dilakukan secara *in vitro* dengan tujuan untuk mengetahui isolat yang berpotensi sebagai agens antagonis. Kegiatan ini dilakukan dengan cara menguji seluruh bakteri yang didapatkan dari hasil eksplorasi bakteri filosfer tumbuhan jali. Pengujian secara *in vitro* dilakukan dengan menggunakan jamur uji yaitu *Rhizoctonia solani.* Hal ini dilakukan karena jamur *Peronosclerospora* sp. termasuk parasit obligat yang tidak bisa ditumbuhkan pada media buatan sehingga perlu adanya jamur uji yang digunakan pada tahap seleksi bakteri hasil eksplorasi. Keseluruhan bakteri yang didapatkan diuji dengan menggunakan jamur uji yakni *R. solani* yang didapatkan dari koleksi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Pengujian antagonis bakteri filosfer dilakukan dengan menginokulasikan bakteri antagonis pada kertas saring yang berdiameter 0,5 cm. Seleksi dilakukan dengan cara metode biakan ganda yang dimodifikasi dalam satu cawan Petri atau *modification co-culture method* (Herliyana *et al.,* 2013). Isolat jamur diletakkan pada titik potong garis cawan Petri, kemudian kertas saring yang telah diinokulasi bakteri diletakkan pada 4 posisi dengan mengapit jamur patogen *R. solani* yang masing-masing jaraknya 3 cm.



Gambar 3. Sketsa Seleksi Bakteri Filosfer pada Cawan Petri, (a) Bakteri Filosfer; (b) Jamur *R. solani*

Suspensi isolat bakteri filosfer tersebut dibuat dengan cara memasukkan sebanyak 2 Ose bakteri kedalam tube ukuran 1,5 ml yang berisi 1 ml akuades steril. Kertas saring steril yang berdiameter 5 mm dicelupkan dan direndam dalam suspensi bakteri filosfer selama 1 menit lalu ditiriskan selama 2 jam. Kertas saring tersebut kemudian ditumbuhkan pada media PDA dengan metode 4 kuadran yang dibagian tengahnya ditumbuhkan jamur *R. Solani*. Kertas saring tersebut diletakkan di keempat sisi pada media PDA dengan jarak 3 cm dari jamur *R. solani* yang diletakkan ditengah cawan (Gambar 3). Keempat bakteri yang diletakkan pada sisi media merupakan jenis bakteri yang berbeda-beda tanpa adanya ulangan. Selain itu juga dilakukan penumbuhan jamur tunggal *R. solani* pada media PDA sebagai perlakuan kontrol. Biakan kemudian diinkubasi pada suhu kamar dan dilakukan pengamatan mulai hari pertama dan berhenti pada saat miselium jamur *R. solani* (kontrol) mencapai tepi cawan (*full plate*).

Persentase daya hambat dari bakteri filosfer terhadap jamur *R. solani* dilakukan dengan membandingkan pertumbuhan miselium jamur *R. solani* yang

diberikan perlakuan bakteri filosfer dan kontrol (tanpa perlakuan bakteri filosfer). Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus menurut Herliyana *et al.* (2013) :

$$\text{Daya Hambat (\%)} = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:
R1 adalah jari-jari jamur patogen *R. solani* pada perlakuan kontrol
R2 adalah jari-jari jamur patogen yang tumbuh mendekati koloni bakteri antagonis (perlakuan)

Tidak semua isolat bakteri dilanjutkan pada tahap pengujian secara *in vivo* karena keterbatasan lahan dan biaya yang disediakan. Lima bakteri yang memiliki kemampuan menghambat yang besar akan digunakan untuk pengujian secara *in vivo* terhadap jamur *Peronosclerospora* sp.

3.3.3 Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Filosfer yang Bersifat Antagonis

Berdasarkan hasil seleksi antagonis dipilih lima bakteri yang memiliki daya hambat tertinggi yang kemudian diidentifikasi lebih lanjut untuk mengetahui sifat-sifat morfologis dan biokimianya. Identifikasi bakteri dilakukan berdasarkan *Schaad et al.,* (2001) meliputi uji reaksi hipersensitif pada daun tanaman tembakau, uji Gram, uji fisiologi biokimia meliputi oksidatif fermentatif, dan uji KOH (Gambar 4). Berikut ini merupakan langkah dalam mengetahui morfologi dan biokimia bakteri menurut Fahy *et al*. (1983) antara lain sebagai berikut:

a. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif bertujuan untuk mengetahui sifat patogenik bakteri uji. Biakan murni bakteri uji yang telah berumur 48 jam disuspensikan dalam 10 ml akuades steril. Pengujian ini dilakukan dengan cara menginfiltrasikan suspensi bakteri pada permukaan daun tanaman tembakau. Bagian tersebut dilukai menggunakan jarum suntik aseptik dengan cara disayat selanjutnya suspensi bakteri diinfiltrasikan menggunakan *syringe* tanpa jarum suntik. Pengamatan terjadinya nekrotik dilakukan pada 24–72 jam setelah inokulasi. Reaksi positif terlihat jika pada bagian yang diinfiltrasi supensi bakteri terjadi nekrosis.

b. Uji Gram

1. KOH 3%

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui golongan bakteri uji yakni bersifat Gram negatif atau Gram positif. Pengujian dilakukan dengan

mencampurkan satu lup bakteri uji pada preparat steril yang telah ditetesi KOH 3% menggunakan jarum Ose kemudian mengamati terbentuk atau tidaknya lendir. Apabila ketika jarum Ose ditarik ke atas terdapat lendir seperti benang maka bakteri tersebut termasuk dalam golongan Gram negatif. Begitupun sebaliknya, apabila ketika jarum Ose ditarik ke atas tidak terdapat lendir maka bakteri tersebut termasuk golongan bakteri Gram positif.

2. Pewarnaan Gram

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri menggunakan jarum Ose yang diletakkan pada kaca preparat steril yang sebelumnya telah ditetesi akuades steril 1 tetes, kemudian dikeringkan dengan melewatkan bagian bawah preparat di atas bunsen hingga semua permukaan preparat kering. Isolat ditetesi dengan larutan kristal violet 5% sebanyak 2-3 tetes didiamkan selama 1 menit, kemudian dibilas dengan air mengalir dan dikeringkan. Selanjutnya, ditetesi dengan iodine sebanyak 1-2 tetes didiamkan selama 1 menit lalu disemprot dengan alkohol 70% dan diamkan selama 20 detik. Setelah itu dibilas dengan air mengalir dan dikeringkan. Tahap terakhir yakni isolat ditetesi dengan larutan safranin 0,15 dan didiamkan selama selama 20 detik, dibilas dengan air mengalir dan isolat diamati dengan mikroskop kamera Olympus Szx7 series. Bakteri dengan Gram positif akan menunjukkan warna ungu dan bakteri dengan Gram negatif akan berwarna merah.

c. Uji Oksidatif Fermentatif (OF)

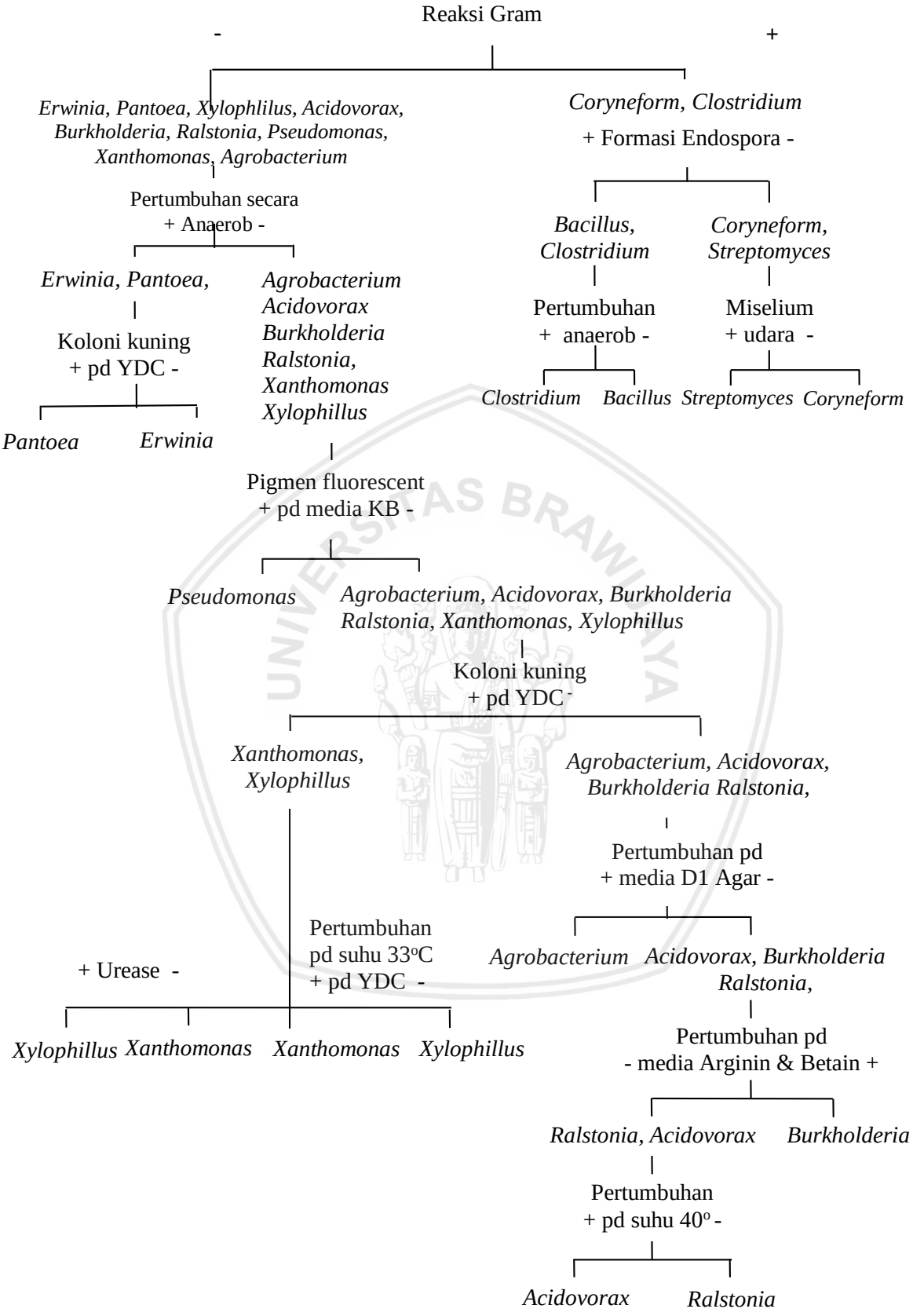
Uji oksidatif fermentatif dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan isolat bakteri bersifat aerob ataupun anaerob. Bahan media OF yaitu 1 liter akuades, 2 gr pepton, 5 gr NaCl, 0,3 gr KH_2PO_4, 3 gr agar dan 3 ml *Bromtymol Blue* 1%. Bahan tersebut dilarutkan dalam *beaker glass* dan diatur pada pH 7,1. Apabila pH yang didapatkan terlalu asam maka ditambahkan dengan larutan NaOH. Media yang telah dibuat kemudian dituang kedalam tabung reaksi berdiameter 13 mm sebanyak 5 ml per tabung. Media disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121^{o}C selama 20 menit.

Media Oksidatif-Fermentatif dipersiapkan sebanyak 2 tabung reaksi untuk setiap isolat masing-masing 5 ml. Satu jarum Ose bakteri ditusukkan pada 2 media tersebut, untuk tabung 1 ditambahkan dengan parafin cair dan tabung 2 tidak ditambah dengan paraffin cair, kemudian masing-masing tabung diinkubasikan

selama 7-14 hari dan diamati dengan melihat perubahan warna dari hijau menjadi kuning baik pada tabung yang ditutupi parafin maupun yang tidak ditutupi parafin. Apabila seluruh media berwarna kuning maka bersifat oksidatif fermentatif. Apabila media yang ditutupi parafin cair berubah warna maka perubahan tersebut menunjukkan reaksi fermentatif, sedangkan jika yang berubah terdapat pada tabung tanpa parafin maka menunjukkan reaksi oksidatif.

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

Media YDC merupakan salah satu media yang digunakan dalam proses karakterisasi untuk membedakan pertumbuhan bakteri *Erwinia* sp. dengan *Pantoea* sp. Komposisi media YDC terdiri dari ekstrak yeast 10 gr, glukosa 20 gr, $CaCO_3$ 20 gr, agar 16 gr dalam 1 liter akuades. Media YDC disterilisasi menggunakan autoklaf kemudian dituang pada cawan Petri. Bakteri uji digores pada media YDC dan diinkubasi selama 48 jam. Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati warna koloni yang tumbuh. Apabila berwarna putih maka bakteri tersebut merupakan genus *Erwinia*.



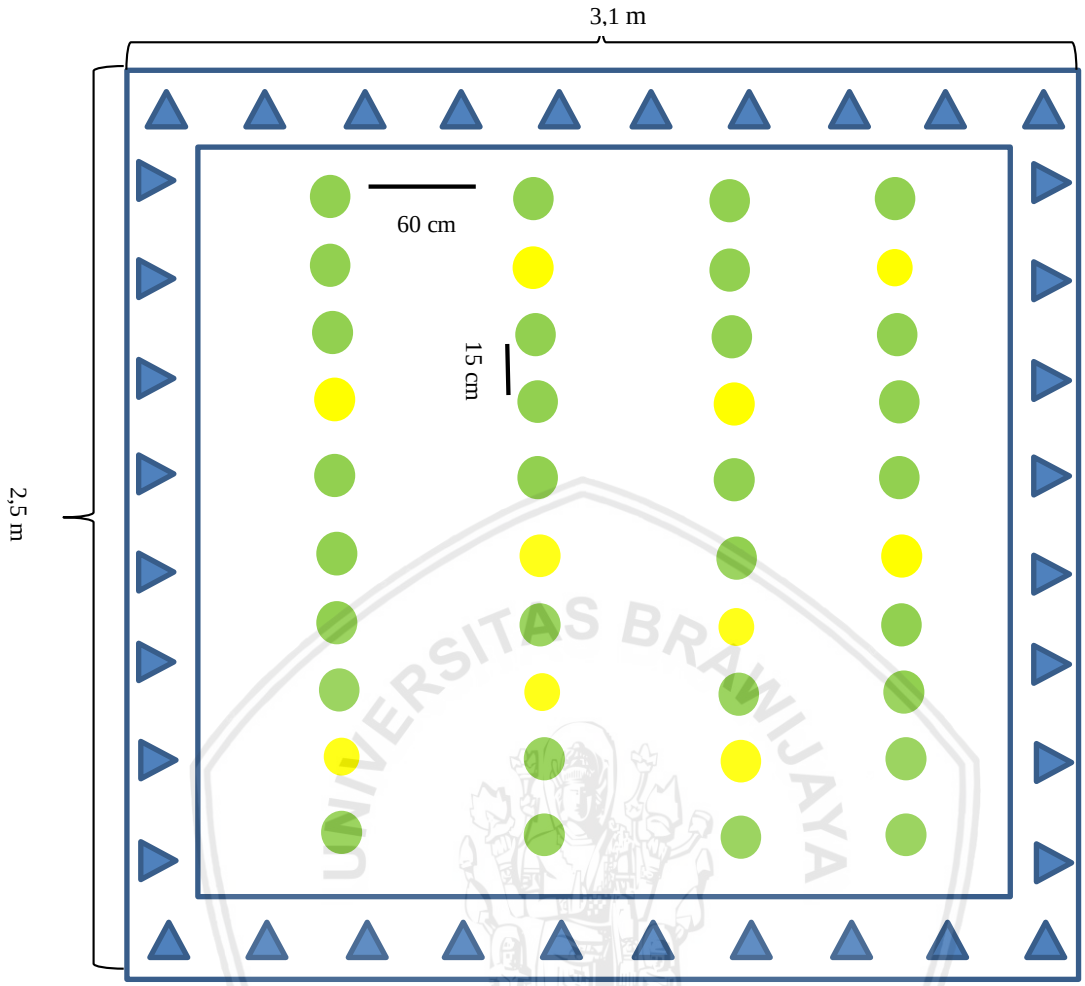
Gambar 4. Diagram Pengujian Bakteri Hingga Tingkat Genus (Schaad *et al*., 2001)

3.3.4 Aplikasi Bakteri yang Bersifat Antagonis di Lapang

Aplikasi bakteri antagonis dilakukan dengan metode semprot pada titik tumbuh tanaman. Setiap tanaman disemprot menggunakan masing-masing suspensi bakteri sebanyak sebanyak 10 ml hingga merata ke seluruh bagian tubuh tanaman. Aplikasi bakteri dilakukan pukul 04.30 pagi pada saat tanaman jagung berumur 10, 17, 24 HST.

3.3.5 Persiapan Lahan dan Penanaman Jagung Manis

Persiapan lahan dilakukan dengan cara mengolah tanah yang digunakan penelitian. Pengolahan tanah dilakukan dengan cara menggemburkan tanah menggunakan cangkul sedalam 30 cm. Tanah yang telah diolah kemudian dibuat guludan untuk tanaman *spreader* dan bedengan sebagai petak uji. Luas lahan yang digunakan memiliki panjang 22,8 m dan lebar 10,5 m. Ukuran petak uji 3,1 m x 2,5 m yang ditanami 40 tanaman dan petak tanaman *spreader* memiliki lebar 30 cm. Kemudian, benih jagung manis didapatkan dari *Maize Research Centre* (MRC UB). Benih diberi perlakuan bakteri uji (*seed treatment)* dan direndam selama 12 jam kemudian dikering anginkan di tempat yang sejuk. Apabila benih jagung sudah kering selanjutnya ditanam di nampan (*tray)* untuk disemaikan terlebih dahulu. Pada saat tanaman jagung berumur 7 hari setelah semai (HSS), bibit jagung dipindahkan dalam petak lahan berukuran 3,1 m x 2,5 m dengan jarak tanam 60 cm x 15 cm (Gambar 5).



Gambar 5. Denah Petak Uji Tanaman Jagung

Keterangan :

= Tanaman Spreader

= Tanaman Sampel

= Tanaman uji (jagung manis)

3.3.6 Penanaman *Spreader*

Tanaman *spreader* merupakan tanaman penyebar yang digunakan untuk penularan penyakit bulai secara alami (Purwanti *et al.*, 2001). Tanaman *spreader* menggunakan tanaman jagung manis yang rentan terserang penyakit bulai yaitu Varietas SBY. Benih jagung manis sebelum ditanam dilakukan perendaman menggunakan air 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 20 cm.

3.3.7 Inokulasi *Peronosclerospora* sp. pada Tanaman *Spreader*

Kegiatan yang harus dilakukan dalam proses inokulasi jamur *Peronosclerospora* sp. pada tanaman *spreader* yaitu pencarian sumber inokulum jamur dari tanaman yang terserang penyakit bulai. Menurut Nugroho (2017), induksi jamur *Peronosclerospora* sp. diperlukan daun tanaman jagung yang terserang penyakit bulai. Daun yang sudah dikumpulkan selanjutnya dipotong dengan ukuran 10 cm. Daun yang sudah dipotong 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 suspensi spora *Peronosclerospora* sp. pada 10 hari setelah tanam (HST) antara pukul 02.00 – 04.00 WIB.

3.3.8 Penanaman Tanaman Jagung Uji

Apabila tanaman *spreader* sudah muncul gejala terserang penyakit bulai lebih dari 50% maka dilakukan penanaman tanaman jagung uji. Benih jagung manis yang telah diberi perlakuan benih dan telah disemai kemudian dipindah tanam di lahan. Tanaman uji yang ditanam pada setiap petak perlakuan menggunakan varietas yang rentan bulai yakni varietas SBY dan pada setiap petak terdapat 40 tanaman dengan jarak tanam 60 x 15 cm.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan pada pengujian lapang (Gambar Lampiran 8). Kode perlakuan menggunakan P0-P6 dengan keterangan sebagai berikut:

P0 adalah perlakuan kontrol air
P1 adalah perlakuan kontrol positif menggunakan PGPR
P2 adalah perlakuan bakteri isolat kode P6
P3 adalah perlakuan bakteri isolat kode P7
P4 adalah perlakuan bakteri isolat kode P8
P5 adalah perlakuan bakteri isolat kode U5
P6 adalah perlakuan bakteri isolat kode P14

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris mulai dari pangkal tanaman sampai dengan titik tumbuh tanaman jagung manis. Pengukuran dilakukan pada 10 tanaman sampel dan dilakukan pada 16, 23, 30, dan 37 HST.

3.5.2 Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung pada 10 tanaman sampel pada umur tanaman 16, 23, 30, dan 37 HST. Daun yang dihitung merupakan daun yang telah membuka sempurna pada masing-masing tanaman sampel.

3.5.3 Klorofil Daun

Kandungan klorofil tanaman jagung diukur dengan menggunakan *Chlorophil* meter yang sebelumnya telah dikalibrasikan terlebih dahulu. Pengukuran kandungan klorofil dilakukan setiap pengamatan yakni saat tanaman jagung berumur 16, 23, 30, dan 37 HST. Kriteria daun tanaman jagung yang diukur yaitu daun urutan kedua dari titik tumbuh yang telah membuka sempurna. Setiap tanaman sampel diukur kandungan klorofilnya dengan cara menjepitkan *Chlorophil* meter pada bagian pangkal, tengah, dan ujung daun kemudian dihitung rata-rata.

3.5.4 Perhitungan Kejadian Penyakit *Peronosclerospora* sp.

Pengamatan kejadian penyakit merupakan indikator penting dalam mengetahui suatu kejadian penyakit pada tanaman. Pengamatan dilakukan pada 16, 20, 23, 27, 30, 34, dan 37 HST. Pengamatan kejadian penyakit dilakukan dengan cara menghitung jumlah tanaman yang terserang penyakit bulai pada masing masing petak lahan. Selain itu juga menghitung jumlah tanaman yang sehat dan dimasukkan kedalam rumus untuk mengetahui persentase kejadian penyakit pada petak lahan tersebut. Persentase kejadian penyakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:
P adalah presentase tanaman jagung terserang penyakit bulai
B adalah jumlah tanaman jagung yang terserang bulai
T adalah jumlah tanaman sehat dan tanaman sakit

3.5.5 Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Berat basah dan berat kering tanaman diukur pada pengamatan terakhir yaitu 39 HST. Berat basah tanaman dihitung pada saat setelah panen dengan menimbang seluruh bagian tanaman namun dipisahkan terlebih dahulu bagian tanah dengan akarnya agar tanah tidak ikut terhitung dengan berat tanaman yang akan ditimbang. Berat basah tanaman diukur dengan cara menimbang 10 sampel tanaman menggunakan timbangan analitik. Sedangkan untuk pengamatan berat kering, sepuluh tanaman sampel pada setiap petak dimasukkan ke dalam amplop untuk dioven selama 72 jam pada suhu 65°C kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital.

3.5.6 Identifikasi Morfologi Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung

Identifikasi morfologi patogen penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung manis dilakukan dengan cara mengambil sampel daun yang terserang penyakit bulai di lahan. Menurut Rustiani *et al.* (2015) menyatakan bahwa konidia *Peronosclerospora* sp. diperoleh dengan cara menempelkan selotip pada bagian bawah daun jagung yang bergejala dan terdapat konidia yang berwarna putih. Selotip kemudian diambil dan ditempelkan di atas kaca preparat kemudian ditetesi dengan *methylen blue* yang berfungsi untuk memberi warna pada konidia jamur *Peronosclerospora* sp. agar mudah untuk diidentifikasi secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop. Preparat tersebut kemudian diamati di bawah mikroskop.

3.6 Analisis Data

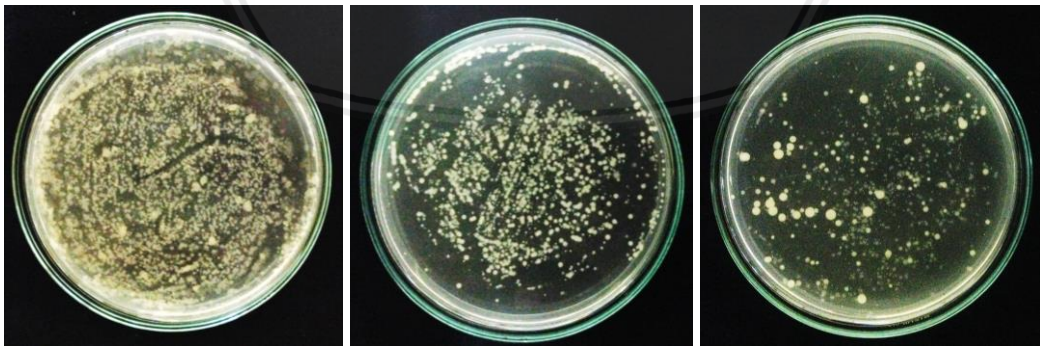
Data kuantitatif hasil penelitian (kejadian penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, kandungan klorofil, berat basah dan berat kering) dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA. Apabila hasil pengujian terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bakteri Hasil Eksplorasi Filosfer Tumbuhan Jali

Hasil isolasi dengan metode pengenceran bertingkat (Gambar 6) diperoleh 37 isolat bakteri yang berasal dari filosfer tumbuhan jali. Bakteri ini memiliki kenampakan morfologi secara makroskopis yang berbeda-beda. Hasil eksplorasi bakteri kemudian dilakukan pengujian secara *in vitro* untuk mengetahui potensi setiap isolat bakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Sumber eksplorasi didapatkan dari bagian filosfer karena pada bagian permukaan daun diduga terdapat beberapa mikroorganisme salah satunya yaitu bakteri. Menurut Lindow dan Brandl (2003), bagian filosfer tumbuhan pada umumnya dikolonisasi oleh berbagai macam mikroorganisme seperti bakteri, khamir, jamur, dan alga. Bakteri dapat ditemukan pada permukaan daun dengan jumlah dan keragaman yang tinggi.

Bakteri filosfer merupakan bakteri yang hidup di permukaan daun tanaman. Beberapa jenis bakteri filosfer dapat digunakan sebagai agens biokontrol dalam menekan pertumbuhan penyakit pada suatu tanaman. Menurut Nurfitriani *et al.* (2016) bakteri filosfer merupakan salah satu sumber agens biokontrol penghasil senyawa bioaktif yang dapat menghambat aktivitas suatu patogen. Sebagai agens biokontrol, bakteri filosfer berperan penting dalam perlindungan tanaman dari serangan patogen.



a b c

Gambar 6. Kenampakan Makroskopis Bakteri Hasil Eksplorasi pada 48 Jam Setelah Pengenceran (a) Pengenceran 10^{-7} (b) Pengenceran 10^{-8} (c) Pengenceran 10^{-9}

4.2 Karakter Penghambatan Bakteri Hasil Seleksi Filosfer Tumbuhan Jali secara *in vitro*

Hasil eksplorasi bakteri filosfer dari tumbuhan jali yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 37 isolat bakteri. Isolat bakteri yang diperoleh memiliki koloni yang berbeda-beda dilihat dari warna, elevasi, serta tepian koloni. Semua isolat bakteri yang telah diperoleh kemudian diuji sifat antagonisnya terhadap jamur *Rhizoctonia solani* yang digunakan sebagai jamur uji pada cawan Petri. Berdasarkan hasil seleksi bakteri didapatkan bahwa semua bakteri filosfer hasil eksplorasi menghasilkan zona hambat terhadap jamur *R. solani* (Gambar Lampiran 7). Persentase zona hambat yang dihasilkan oleh bakteri dalam menekan pertumbuhan jamur *R. solani* berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya (Tabel 1). Selanjutnya dipilih lima bakteri yang menghasilkan zona hambat tinggi untuk dilakukan uji secara *in vivo* terhadap penyakit bulai pada tanaman jagung manis.

Tabel 1. Persentase Zona Hambat Isolat Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Jamur *R. solani*

Kode isolat	Persentase zona hambat (%)	Kode isolat	Pesentase zona hambat (%)
U1	51,11	**P8***	66,67
U2	53,33	P9	35,56
U3	46,67	P92	37,78
U4	51,11	P10	28,89
U5*	62,22	P13	53,33
U6	48,89	**P14***	62,22
U7	51,11	P15	48,89
U8	60,00	P17	55,56
U9	40,00	P18	60,00
U10	42,22	P19	53,33
U11	40,00	P20	48,89
U12	44,44	P28	60,00
P1	48,89	PX	42,22
P2	46,67	J1	48,89
P3	40,00	J2	53,33
P4	44,44	J3	51,11
P5	60,00	J4	51,11
P6*	71,11	J5	11,11
P7*	68,89		

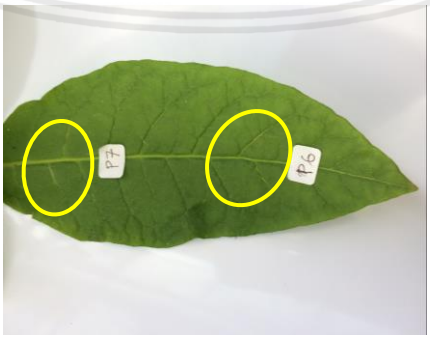
Keterangan : (*) dilakukan uji lanjut secara *in vivo*

Berdasarkan hasil pengamatan isolat bakteri ini akan dipilih lima isolat bakteri dengan persentase penghambatan terbesar untuk diuji kemampuan penghambatan terhadap penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Lima isolat

terpilih yaitu isolat bakteri kode P6, P7, P8, P14, dan U5. Perbedaan daya hambat yang dibentuk oleh suatu bakteri dalam menekan patogen karena adanya senyawa yang dihasilkan oleh bakteri tersebut berbeda (Raharini *et al.*, 2012). Selain itu menurut penelitian Zhang (2004) menyatakan bahwa kemampuan suatu agens hayati dalam menekan pertumbuhan patogen biasanya melibatkan satu atau beberapa mekanisme penghambatan, diantaranya dengan menghasilkan antibiotik, toksin, kompetisi ruang dan nutrisi serta menghasilkan siderofor.

4.3 Karakter Patogenik Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali

Berdasarkan hasil uji hipersensitif dari kelima isolat bakteri menunjukkan tidak ada reaksi nekrosis pada daun tembakau yang telah diinokulasikan suspensi bakteri (Gambar Lampiran 6). Kelima isolat bakteri yang telah diseleksi diduga bukan merupakan patogen tanaman. Apabila daun tembakau yang telah diinokulasi dengan suspensi bakteri tidak menunjukkan gejala nekrosis (Gambar 7), maka dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri tersebut bersifat non patogenik. Hal ini sesuai dengan pendapat Agrios (2004) yang menyatakan bahwa apabila bakteri yang diinokulasikan pada daun tanaman tembakau tidak menimbulkan gejala nekrosis maka bakteri tersebut tidak bersifat patogenik terhadap tanaman. Menurut Makmunah (2017), isolat bakteri berpotensi sebagai patogen tanaman maka akan muncul gejala nekrosis pada daun tembakau. Pernyataan ini diperkuat oleh Wahyudi *et al.* (2011), reaksi hipersensitif merupakan kematian sel yang cepat dan terlokalisasi. Reaksi ini muncul pada tanaman yang terinfeksi saat pengenalan patogen.



Gambar 7. Daun Tembakau yang Tidak Bergejala Nekrosis Menunjukkan Reaksi Negatif Pengujian Hipersensitif Isolat P7 dan P6

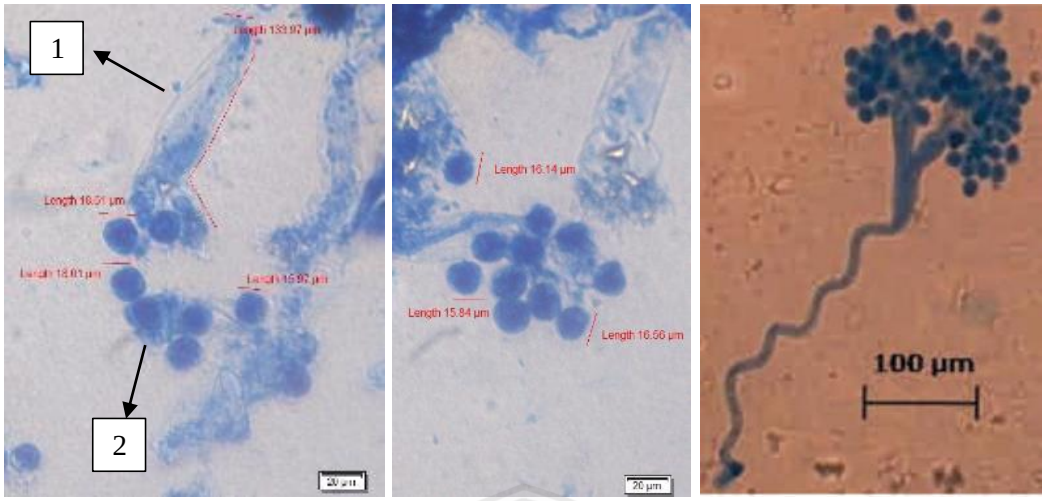
4.4 Deskripsi Gejala dan Morfologi Penyebab Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung Manis

Hasil pengamatan gejala yang ditimbulkan oleh penyakit bulai di lapang yaitu adanya klorosis pada daun tanaman jagung sehingga menyebabkan warna daun menjadi pudar hingga putih (Gambar 8). Gejala muncul dimulai dari titik tumbuh tanaman jagung yang berada pada bagian pangkal daun kemudian menjalar sampai ke bagian ujung daun tanaman. Daun mengalami klorosis dengan membentuk pola garis sejajar dengan tulang daun yang dimulai pada pangkal daun dekat titik tumbuh tanaman jagung. Gejala ini mulai muncul pada saat tanaman jagung berumur 14 HST. Pada saat tanaman berumur 17-25 HST penyakit bulai menyebar luas dan di bagian bawah daun tanaman terdapat tanda spora jamur seperti tepung berwarna putih yang akan terlihat jelas pada saat pagi hari.

a b

Gambar 8. Gejala Klorosis Bulai di Lapangan pada Saat Tanaman Jagung Umur 24 HST (a) Gejala Awal Klorosis (b) Gejala Mulai Menyebar

Pengamatan morfologi jamur *Peronosclerospora* sp. dilakukan di bawah mikroskop cahaya menunjukkan bahwa konidia jamur berbentuk bulat yang memiliki diameter 18,61 µm, memiliki panjang sebesar 133,97 µm dinding sel tipis, membentuk tabung kecambah dan konidia (Gambar 9). Berdasarkan morfologi konidia dan konidiofor menunjukkan bahwa jamur patogen yang menyebabkan penyakit bulai pada penelitian ini yaitu *Peronosclerospora maydis.* Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rustiani (2015) bahwa kelompok *Peronosclerospora maydis* memiliki karakter konidiofor bercabang, berukuran 111-410 µm, konidia berdinding tipis dengan bentuk bulat dan berdiameter 12-23 µm x 25-44 µm.



a b c

Gambar 9. Morfologi Mikroskopis *Peronosclerospora maydis* (a1) Konidiofor ; (a2) Konidia, (b) Konidia dan (c) Morfologi Utuh Konidia dan Konidiofor menurut Rustiani (2015)

4.5 Karakter dan Hasil Identifikasi Bakteri Filosfer Terpilih

Identifikasi dilakukan terhadap 5 isolat bakteri yang telah lolos seleksi secara *in vitro* dengan hasil persentase penghambatan tertinggi dan tidak menunjukkan gejala nekrosis pada tahap uji hipersensitif. Karakter yang diamati meliputi karakter morfologi, fisiologi, dan biokimia bakteri.

4.5.1 Karakter Morfologi

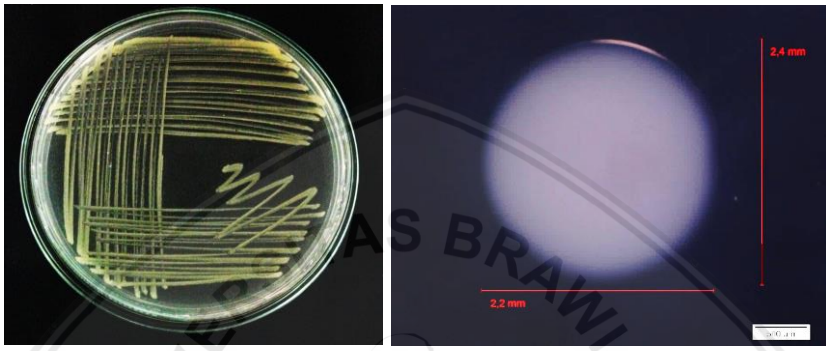
Hasil karakter secara morfologi 5 isolat bakteri dengan kode P6, P7, P8, P14, dan U5 yang terpilih pada tahap seleksi dengan persentase penghambatan tertinggi memiliki perbedaan morfologi antar kode isolat (Tabel 2).

Tabel 2. Karakter Morfologi Bakteri Hasil Seleksi

Kode Isolat	Karakter Morfologi				
	Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi	Bentuk Sel
P6	Bulat	Putih Kekuningan	Tidak rata	Cembung	Batang
P7	Bulat	Putih Susu	Rata	Cembung	Batang
P8	Bulat	Putih Susu	Tidak rata	Cembung	Batang
P14	Bulat	Putih Susu	Rata	Cembung	Batang
U5	Bulat	Putih Kekuningan	Rata	Rata	Batang

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi diketahui bahwa bakteri filosfer tumbuhan jali yang memiliki potensi antagonis umumnya memiliki bentuk morfologi bulat dengan warna putih susu hingga putih kekuningan, memiliki tepian yang rata dan tidak rata, serta memiliki elevasi rata hingga cembung (Gambar

Lampiran 5). Semua kode isolat bakteri memiliki bentuk batang atau basil. Morfologi sel yang meliputi bentuk koloni, warna, tepian, elevasi dan bentuk sel yang dapat dilihat melalui mikroskop (Gambar 10). Hal tersebut sesuai dengan Sabdaningsih *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa pengamatan morfologi koloni bakteri dilakukan dengan meletakkan koloni bakteri yang berada pada media dibawah mikroskop dan mengamati beberapa hal diantaranya yaitu bentuk koloni, warna, tepian dan elevasi.



a b

Gambar 10. Bentuk Koloni Bakteri Isolat P7 (a) Pada Media NA di Cawan Petri; (b) Bentuk Mikroskopis Koloni Tunggal

4.5.2 Karakter Fisiologi dan Biokimia Bakteri Antagonis

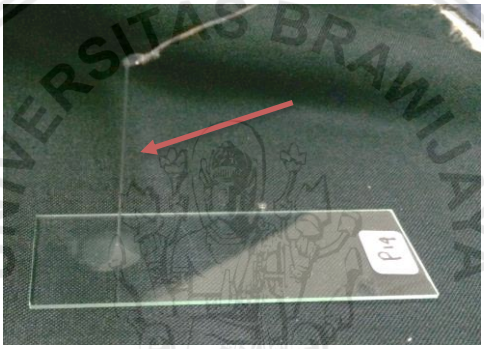
Karakter fisiologi dan biokimia bertujuan untuk menentukan genus lima isolat bakteri filosfer yang terpilih. Karakterisasi bakteri berdasarkan Schaad *et al.* (2001) terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu uji Gram dengan kelarutan KOH 3% dan pewarnaan Gram, uji Oksidatif Fermentatif (OF), dan terakhir yaitu uji pertumbuhan bakteri filosfer terpilih pada media *Yeast Exctract Dextrose Carbonat* (YDC). Hasil karakter fisiologi dan biokimia dari 5 isolat bakteri filosfer memiliki perbedaan satu dengan yang lainnya (Tabel 3).

Tabel 3. Karakter Fisiologi dan Biokimia Bakteri Hasil Seleksi

Kode Isolat	Karakter Fisiologi dan Biokimia			
	Uji Gram	Uji OF	Uji Media YDC	Genus Bakteri
P6	Negatif	Fermentatif	Kuning	*Pantoea* sp.
P7	Negatif	Fermentatif	Putih	*Erwinia* sp.
P8	Negatif	Fermentatif	Putih	*Erwinia* sp.
P14	Negatif	Fermentatif	Putih	*Erwinia* sp.
U5	Negatif	Fermentatif	Kuning	*Pantoea* sp.

4.5.2.1 Uji Gram

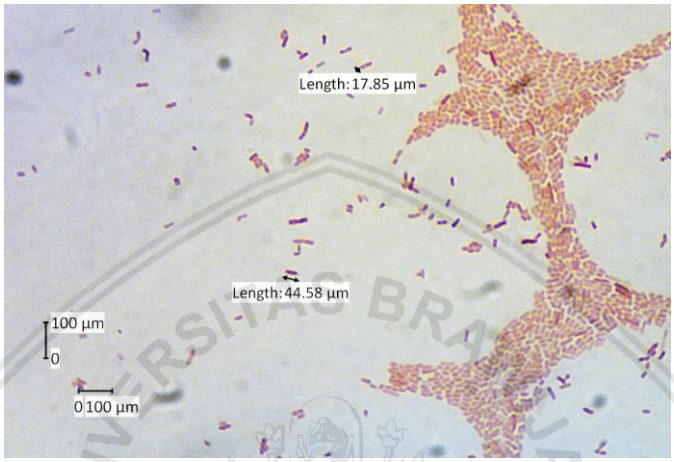
Berdasarkan hasil pengujian Gram diketahui bahwa lima bakteri terpilih dengan kode P6, P7, P8, P14, dan U5 termasuk Gram negatif. Hasil uji KOH 3% menunjukkan bahwa semua bakteri yang diuji mengeluarkan lendir ketika jarum Ose diangkat (Gambar Lampiran 1). Bakteri Gram negatif ditandai dengan adanya lendir ketika jarum Ose diangkat setelah isolat bakteri dicampur dengan larutan KOH 3% diatas kaca preparat (Gambar 11). Hasil tersebut sesuai dengan Schaad *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa bakteri termasuk dalam Gram negatif apabila ketika dilakukan inokulasi dibagian atas preparat antara isolat bakteri dan KOH 3%, akan menjadi lengket dan membentuk benang. Sedangkan bakteri Gram positif tidak tampak berlendir dan tidak lengket ketika jarum Ose diangkat.



Gambar 11. Hasil Uji KOH 3% Isolat Bakteri P14 yang Termasuk Gram Negatif, Ditandai dengan Adanya Lendir

Berdasarkan hasil uji pewarnaan Gram yang telah diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x menunjukkan bahwa lima bakteri filosfer hasil seleksi merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk batang (Gambar 12). Lima bakteri tersebut termasuk dalam Gram negatif karena hasil uji pewarnaan Gram pada semua bakteri berwarna merah (Gambar Lampiran 2). Hal tersebut sesuai dengan Rahayu dan Gumilar (2017) yang menyatakan bahwa pada sel Gram negatif, alkohol meningkatkan porositas dinding sel dengan melarutkan lipid lapisan luar. Sehingga kristal violet dapat lebih mudah dihilangkan dari lapisan peptidoglikan yang tidak kuat bertaut. Oleh sebab itu, efek pencucian alkohol memfasilitasi pelepasan kompleks yang tidak terikat, yang membuat sel-sel menjadi kehilangan warna atau tidak berwarna. Karena hanya sel-sel Gram negatif yang mengalami kehilangan warna sehingga sel-selnya menyerap pewarna tandingan salah satunya safranin dan menghasilkan warna merah. Sedangkan Gram

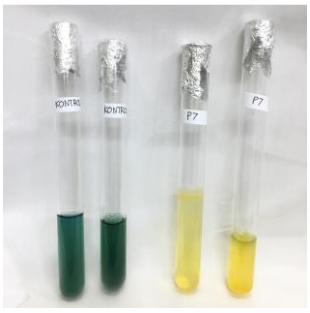
positif mempertahankan warna ungu dari pewarna primer. Selain itu juga diperkuat dengan pendapat Pelezar dan Chan (1988) bahwa sel bakteri Gram positif terdiri dari peptidoglikan yang tebal. Sedangkan bakteri Gram negatif terdiri dari kandungan lipid yang tinggi dibandingkan dengan bakteri Gram positif, sehingga pada pewarnaan Gram akan menunjukkan warna yang berbeda antara Gram negatif dan positif yang disebabkan oleh perbedaan struktur kimiawinya.



Gambar 12. Hasil Mikroskopis Bakteri P8 yang Termasuk Gram Negatif Dengan Kenampakan Sel Bakteri Berwarna Merah

4.5.2.2 Uji Oksidatif Fermentatif

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa semua bakteri hasil seleksi yakni kode P6, P7, P8, P14, dan U5 bersifat Fermentatif anaerob (Gambar Lampiran 3). Hal tersebut ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning pada kedua tabung reaksi baik yang diberi *water agar*, maupun tidak diberi *water agar* (Gambar 13). Perubahan warna yang terjadi pada media akan menentukan kelompok bakteri tersebut. Sedangkan pada media OF perlakuan kontrol tidak terjadi perubahan warna biru kehijauan menjadi warna kuning. Hasil 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 tidak terjadi perubahan. Uji negatif oksidatif atau fermentatif ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna pada media.

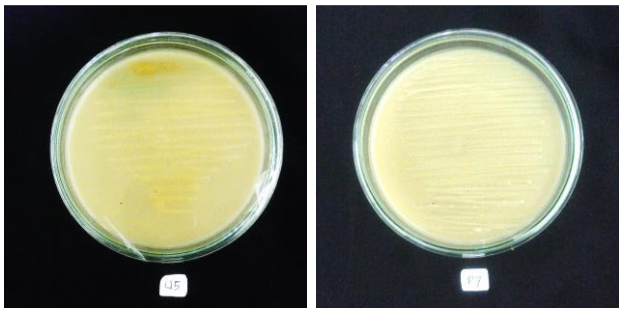


a b c d

Gambar 13. Metabolisme Fermentatif Pengujian Isolat Bakteri P7 pada Media OF (a) Kontrol Media OF Ditutup Parafin; (b) Kontrol Media OF Tanpa Ditutup Parafin; (c) Isolat P7 Ditutup Parafin; (d) Isolat P7 Tanpa Ditutup Parafin

4.5.2.3 Uji Pertumbuhan Bakteri pada Media *Yeast Dextrose Carbonate* (YDC)

Berdasarkan hasil pengujian pada media YDC (Gambar Lampiran 4), isolat bakteri P6 dan U5 menghasilkan pertumbuhan *streak* koloni berwarna kuning (Gambar 14a). Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri P6 dan U5 termasuk dalam genus *Pantoea*. Sedangkan isolat bakteri P7, P8 dan P14 termasuk dalam genus *Erwinia* karena hasil pertumbuhan *streak* koloninya pada media YDC berwarna putih (Gambar 14b) sehingga termasuk kedalam genus *Erwinia.* Hal ini sesuai dengan Schaad *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa uji pertumbuhan bakteri pada media YDC bertujuan untuk mengetahui bakteri uji termasuk dalam genus *Pantoea* sp. atau *Erwinia* sp. Pengujian pada media YDC dikatakan bereaksi positif apabila koloni berwarna kuning dan termasuk genus *Pantoea* sp. sedangkan jika koloni bakteri berwarna putih dikatakan bereaksi negatif dan termasuk genus *Erwinia* sp.



a b

Gambar 14. Pertumbuhan Bakteri pada Media YDC; (A) Pertumbuhan Bakteri U5 yang Berwarna Kuning dan (B) Pertumbuhan Bakteri P7 yang Berwarna Putih

4.5.3 Hasil Identifikasi Bakteri Filosfer Hasil Seleksi

1. Isolat Bakteri P6

Bakteri dengan kode isolat P6 secara morfologi memiliki bentuk koloni yang bulat berwarna putih kekuningan dengan tepian serta elevasi yang tidak rata. Isolat bakteri yang memiliki sel berbentuk batang ini apabila ditinjau dari pengujian secara fisiologi dan biokimia termasuk ke dalam golongan bakteri Gram negatif. Hal tersebut ditandai dengan adanya lendir pada saat pengujian KOH 3%. Selain itu pada pengujian pewarnaan Gram menunjukkan hasil bahwa bakteri berwarna merah. Isolat bakteri P6 bereaksi positif pada pengujian oksidatif fermentatif yang artinya bakteri P6 bersifat fermentatif. Isolat bakteri P6 berwarna kuning apabila ditumbuhkan pada media YDC. Berdasarkan karakterisasi yang dimilikinya maka isolat bakteri P6 termasuk dalam genus *Pantoea.* Menurut Schaad *et al.* (2001) perbedaan antara genus *Pantoea* dengan genus lainnya adalah memiliki koloni berwarna kuning apabila ditumbuhkan pada media YDC.

2. Isolat Bakteri P7

Bakteri dengan kode isolat P7 memiliki bentuk bulat, warna koloni putih susu, tepiannya tidak rata, dan elevasi yang cembung. Pada pengujian fisiologi dan biokimia diketahui bakteri tersebut tergolong Gram negatif berbentuk batang, bersifat fermentatif dan berwarna putih pada media YDC. Berdasarkan karakterisasi yang dimilikinya maka isolat bakteri P7 termasuk dalam genus *Erwinia*. Menurut *Laboratory Guide for Identification of Bacteria* (Schaad *et al*., 2001), bakteri dengan ciri-ciri tersebut dikelompokkan dalam genus *Erwinia.*

3. Isolat Bakteri P8

Bakteri dengan kode isolat P8 secara morfologi memiliki bentuk koloni yang lonjong berwarna putih keruh dengan tepian yang rata dan elevasi yang cembung. Isolat bakteri P8 memiliki sel berbentuk batang. Apabila ditinjau dari pengujian secara fisiologi dan biokimia termasuk ke dalam golongan bakteri Gram negatif. Hal tersebut ditandai dengan adanya lendir pada saat pengujian KOH 3%. Selain itu pada pengujian pewarnaan Gram menunjukkan hasil bahwa bakteri berwarna merah. Isolat bakteri P8 bereaksi positif pada pengujian oksidatif fermentatif yang artinya bakteri P8 bersifat fermentatif. Isolat bakteri P8 berwarna

putih apabila ditumbuhkan pada media YDC. Berdasarkan karakterisasi yang dimilikinya maka isolat bakteri P14 termasuk dalam genus *Erwinia*. Menurut Schaad *et al.* (2001) genus *Erwinia* memiliki koloni berwarna kuning apabila ditumbuhkan pada media YDC.

4. Isolat Bakteri P14

Bakteri dengan kode isolat P14 secara morfologi memiliki bentuk koloni yang bulat berwarna putih susu dengan tepian rata serta elevasi yang cembung. Isolat bakteri yang memiliki sel berbentuk batang ini apabila ditinjau dari pengujian secara fisiologi dan biokimia termasuk ke dalam golongan bakteri Gram negatif. Hal tersebut ditandai dengan adanya lendir pada saat pengujian KOH 3%. Selain itu pada pengujian pewarnaan Gram menunjukkan hasil bahwa bakteri berwarna merah. Isolat bakteri P14 bereaksi positif pada pengujian oksidatif fermentatif yang artinya bakteri P14 bersifat fermentatif. Isolat bakteri P14 berwarna putih apabila ditumbuhkan pada media YDC. Berdasarkan karakterisasi yang dimilikinya maka isolat bakteri P14 termasuk dalam genus *Erwinia*. Menurut Schaad *et al.* (2001) salah satu ciri dari genus *Erwinia* dengan genus lainnya adalah memiliki koloni berwarna putih apabila ditumbuhkan pada media YDC.

5. Isolat Bakteri U5

Bakteri dengan kode isolat U5 secara morfologi memiliki bentuk koloni yang bulat berwarna putih kekuningan dengan tepian serta elevasi yang rata. Isolat bakteri U5 memiliki sel berbentuk batang. Apabila ditinjau dari pengujian secara fisiologi dan biokimia termasuk ke dalam golongan bakteri Gram negatif. Hal tersebut ditandai dengan adanya lendir pada saat pengujian KOH 3%. Selain itu pada pengujian pewarnaan Gram menunjukkan hasil bahwa bakteri berwarna merah. Isolat bakteri U5 pada pengujian oksidatif fermentatif bersifat fermentatif. Isolat bakteri U5 berwarna kuning apabila ditumbuhkan pada media YDC. Berdasarkan karakterisasi yang dimilikinya maka isolat bakteri U5 termasuk dalam genus *Pantoea*. Menurut Schaad *et al.* (2001) perbedaan antara genus *Pantoea* dengan genus lainnya adalah memiliki koloni berwarna kuning apabila ditumbuhkan pada media YDC.

4.6 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali terhadap Penyakit Bulai

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa semua perlakuan berpengaruh nyata terhadap kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis (Tabel Lampiran 1). Tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan bakteri antagonis dalam menekan kejadian penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Perubahan nilai rerata kejadian penyakit pada 23, 27, 30, 34, dan 37 HST tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, terdapat juga nilai rerata kejadian penyakit yang cenderung tetap (Tabel 4). Hasil uji lanjut DMRT pada 23, 27, 30, 34, dan 37 HST menunjukkan bahwa isolat bakteri filosfer memiliki nilai rerata kejadian penyakit yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol air namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan PGPR. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan PGPR dan bakteri filosfer mampu menekan pertumbuhan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Bakteri filosfer pada perlakuan P6, P4 dan P3 menunjukkan hasil yang sama dengan perlakuan PGPR (P1) dalam menekan penyakit bulai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketiga isolat bakteri filosfer efektif menekan pertumbuhan penyakit bulai karena mempunyai hasil penekanan yang sama dengan kontrol positif yakni perlakuan PGPR.

Perlakuan PGPR mampu menekan kejadian penyakit jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain karena kandungan yang terdapat pada PGPR merupakan konsorsium dari berbagai bakteri pemicu pertumbuhan. Komposisi bakteri yang terdapat dalam PGPR diantaranya yaitu *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp. Bakteri tersebut beberapa ada yang memiliki kemampuan dalam menekan penyakit diantaranya *Bacillus* sp. yang dapat menghasilkan antibiotik yang bersifat racun terhadap mikroba lainnya. Menurut Hatmanti (2000), bakteri jenis *Bacillus subtilis* diketahui dapat menghasilkan antibiotik dan antifungi seperti: *subtilin, aterimin, basitrasin, subtilosin, mycobacillin, subsporin, ituirin, cerexin, surfactin, bacillomycin, bacilysin,* asam sianida, *fengimycin*, dan *bacilysocin*.

Beberapa bakteri filosfer memiliki kemampuan yang setara dengan PGPR dalam menekan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Kemampuan isolat dalam menekan penyakit bulai diduga karena habitat dari sumber isolat yang masih satu famili dengan tanaman jagung manis sehingga bakteri yang didapat telah

beradaptasi dengan kondisi lingkungan daun dan selanjutnya dapat bersinergi dengan inang dalam menekan jamur patogen *Peronosclerospora* sp. penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Hal ini sesuai dengan Baskaran *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa di dalam bagian filosfer tanaman yang sehat, terdapat banyak mikroorganisme yang sinergistik dengan inangnya dengan cara menghasilkan senyawa khusus seperti senyawa bioaktif untuk melindungi inangnya dari serangan jamur patogen. Terdapat 3 isolat bakteri filosfer yang memiliki penekanan penyakit yang tidak berbeda nyata dengan PGPR yakni pada perlakuan P6, P4 dan P3 dengan kode isolat bakteri secara berturut-turut yaitu bakteri P14, P8 dan P7. Ketiga isolat bakteri tersebut setelah diidentifikasi termasuk kedalam genus *Erwinia.* Menurut Dewi (2016) bakteri *Erwinia* sp. menghasilkan senyawa poliketid, peptida, alkaloid, terpenoid, lipopeptida dan peptida yang dapat berperan sebagai antifungi dan anti bakteri.

repository.ub.ac.id

Tabel 4. Rata-Rata Persentase Kejadian Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Rata-Rata Kejadian Penyakit (%) ± Standar Deviasi						
	16 HST	20 HST	23 HST	27 HST	30 HST	34 HST	37 HST
P0	6,61 ±1,03	15,98 ± 1,58	41,43 ± 3,51 c	62,86 ± 4,53 c	78,13 ± 3,34 c	80,89 ± 4,09 c	88,84 ± 4,28 c
P1	4,39 ± 0,92	13,93 ± 1,28	20,24 ± 2,15 a	34,44 ± 7,81 a	63,87 ± 2,89 a	65,64 ± 2,46 a	71,37 ± 2,62 a
P2	4,08 ± 1,93	14,35 ± 0,96	18,85 ± 4,20 a	41,34 ± 2,74 ab	69,68 ± 3,50 ab	74,29 ± 4,23 b	79,67 ± 4,21 b
P3	4,53 ± 1,26	12,45 ± 4,22	21,50 ± 10,18 a	41,07 ± 3,53 ab	70,92 ± 3,78 ab	70,92 ± 3,78 ab	74,88 ± 5,89 ab
P4	4,31 ± 2,08	12,5 ± 1,08	20,86 ± 4,28 a	36,15 ± 2,52 a	69,40 ± 2,90 ab	66,28 ± 3,09 a	74,55 ± 6,24 ab
P5	6,13 ± 1,02	14,97 ± 2,83	30,70 ± 3,88 b	45,67 ± 6,40 b	71,30 ± 5,68 b	72,74 ± 4,43 b	79,70 ± 3,70 b
P6	5,97 ± 1,15	12,48 ± 1,26	21,00 ± 1,27 a	35,19 ± 4,87 a	69,93 ± 1,23 ab	70,50 ± 1,9 ab	77,50 ± 4,26 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% ; P0 = kontrol air; P1 = PGPR; P2 = bakteri P6; P3 = bakteri P7; P4 = bakteri P8; P5 = bakteri U5; dan P6 = bakteri P14

4.7 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Jagung Manis

Berdasarkan hasil analisis ragam pada pengamatan 16 hingga 37 HST menunjukkan bahwa aplikasi bakteri filosfer, pemberian PGPR, dan kontrol air berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman jagung manis (Tabel Lampiran 11). Berdasarkan hasil uji DMRT menunjukkan bahwa beberapa bakteri filosfer memiliki nilai rerata tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata dengan PGPR (Tabel 5). Hal tersebut mengindikasikan bahwa bakteri filosfer dan PGPR memiliki kemampuan yang sama dalam mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis. Hal ini karena PGPR merupakan suatu konsorsium bakteri yang berfungsi untuk memicu pertumbuhan atau biostimulan bagi suatu tanaman. Pernyataan ini sesuai dengan Akhtar *et al*. (2006), bahwa komposisi PGPR yang berupa bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sulistyoningtyas *et al*. (2017) menambahkan bakteri PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dari hormon dan beberapa senyawa-senyawa organik yang dihasilkan oleh bakteri tersebut.

Tabel 5. Rata-Rata Tinggi Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm) ± Standar Deviasi			
	16 HST	23 HST	30 HST	37 HST
P0	10,28 ± 1,04 a	18,06 ± 3,78 a	37,86 ± 1,91 a	52,06 ± 1,99 a
P1	14,52 ± 1,41 c	27,12 ± 3,55 c	49,99 ± 4,09 b	63,17 ± 3,45 b
P2	13,36 ± 0,77 bc	23,92 ± 3,04 bc	43,75 ± 3,65 ab	58,95 ± 2,98 ab
P3	12,14 ± 0,39 ab	21,63 ± 1,74 ab	40,26 ± 2,87 a	53,64 ± 2,76 a
P4	12,13 ± 1,04 ab	22,08 ± 2,75 abc	42,36 ± 1,99 a	57,39 ± 6,14 ab
P5	14,10 ± 2,51 bc	23,75 ± 4,37 bc	43,70 ± 8,75 ab	57,67 ± 5,65 ab
P6	13,24 ± 1,43 bc	22,82 ± 2,71 abc	43,49 ± 4,77 ab	57,70 ± 4,03 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% ; P0 = kontrol air; P1 = PGPR; P2 = bakteri P6; P3 = bakteri P7; P4 = bakteri P8; P5 = bakteri U5; dan P6 = bakteri P14

Hasil pengamatan 37 HST menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan nyata antara perlakuan bakteri filosfer. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan bakteri filosfer memiliki kemampuan yang sama dalam mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis. Bakteri filosfer yang didapatkan termasuk kedalam genus *Pantoea* dan *Erwinia*. Dalam penelitian yang dilakukan Moustaine *et al.* (2017) menyatakan bahwa bakteri genus *Pantoea* sp. dan genus

Erwinia sp. merupakan bakteri yang dimanfaatkan sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacterial*) yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengendalikan patogen penyakit tanaman. Selain itu *Pantoea* sp. juga mampu menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang berguna dalam pelarutan fosfat serta memacu pertumbuhan tanaman secara optimal. Penelitian lain juga menyebutkan bakteri genus *Pantoea* sp. juga mampu menyediakan ketersediaan nutrisi makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium serta mampu meningkatkan kandungan klorofil (Han *et al.*, 2005).

4.8 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis

Hasil analisis ragam terhadap jumlah daun tanaman jagung manis pada pengamatan 16, 23, 30, dan 37 HST menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan bakteri filosfer, PGPR, dengan kontrol air (Tabel lampiran 12). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri filosfer dan PGPR tidak mampu meningkatkan jumlah daun pada tanaman jagung manis. Oleh karena itu perlakuan pemberian bakteri filosfer, PGPR dan kontrol air menghasilkan jumlah daun yang tidak berbeda. Hal ini sesuai dengan Sulistyoningtyas *et al*. (2017) bahwa pemberian bakteri berupa PGPR belum mampu meningkatkan jumlah daun pada tanaman.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi jumlah daun yaitu faktor genetik dan lingkungan. Efendi (2012) menyatakan bahwa, pertumbuhan tanaman 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, kapasitas menyimpan cadangan makanan 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 hasil jumlah daun diduga disebabkan oleh satu atau lebih dari faktor tersebut.

Tabel 6. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Daun (helai) ± Standar Deviasi			
	16 HST	23 HST	30 HST	37 HST
P0	2,53 ± 0,12	3,33 ± 0,45	5,50 ± 0,92	4,55 ± 0,79
P1	2,88 ± 0,17	4,18 ± 0,59	5,83 ± 0,56	5,55 ± 0,75
P2	2,63 ± 0,10	3,80 ± 0,59	5,50 ± 0,89	5,63 ± 0,91
P3	2,55 ± 0,10	3,70 ± 0,39	5,38 ± 0,19	5,50 ± 0,65
P4	2,70 ± 0,12	3,73 ± 0,26	5,33 ± 0,71	5,35 ± 0,80
P5	2,58 ± 0,29	3,78 ± 0,56	5,63 ± 0,63	5,78 ± 0,64
P6	2,65 ± 0,13	3,75 ± 0,25	5,40 ± 0,56	5,80 ± 0,70

Keterangan : P0 = kontrol air; P1 = PGPR; P2 = bakteri P6; P3 = bakteri P7; P4 = bakteri P8; P5 = bakteri U5; dan P6 = bakteri P14

4.9 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Jagung Manis

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap kandungan klorofil menunjukkan bahwa pada pengamatan 16 dan 23 HST tidak ada pengaruh yang nyata (Tabel Lampiran 16 dan 17). Tetapi pada pengamatan 30 dan 37 HST menunjukkan bahwa semua perlakuan yakni aplikasi bakteri filosfer, pemberian PGPR, dan kontrol air berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil daun tanaman jagung manis (Tabel Lampiran 18 dan 19). Hasil uji lanjut DMRT diketahui bahwa perlakuan 5 isolat bakteri filosfer memiliki nilai rerata kandungan klorofil yang berbeda nyata dengan perlakuan PGPR tetapi beberapa isolat bakteri filosfer tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol air.

Pada 37 HST diketahui bahwa perlakuan PGPR dan beberapa bakteri filosfer memiliki kandungan klorofil yang berbeda nyata apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol air. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi bakteri filosfer dan PGPR mampu menekan perkembangan penyakit bulai sehingga dapat menghambat gejala klorosis akibat serangan bulai. Gejala klorosis dapat menyebabkan kandungan klorofil pada perlakuan kontrol air lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan PGPR dan beberapa bakteri filosfer. Hal ini karena perlakuan kontrol pada 37 HST mengalami persentase kejadian penyakit yang tinggi sehingga dapat berpengaruh terhadap kandungan klorofil yang dimiliki oleh tanaman jagung manis.

Berdasarkan hasil uji DMRT (Tabel 7) diketahui bahwa bakteri filosfer pada perlakuan P2, P4, dan P6 menunjukkan kandungan klorofil yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol air. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan P2, P4, dan P6 mampu menghasilkan kandungan klorofil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol air. Bakteri pada perlakuan ini termasuk dalam genus *Pantoea* dan *Erwinia.* Menurut penelitian Han *et al*. (2005) menyebutkan bakteri *Pantoea* sp. juga mampu menyediakan ketersediaan nutrisi makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium serta mampu meningkatkan kandungan klorofil. Dewi (2016) menambahkan bakteri *Erwinia* sp. dapat menekan pertumbuhan patogen penyebab penyakit karena dapat menghasilkan senyawa poliketid, peptida, alkaloid, terpenoid, lipopeptida, dan peptida yang dapat berperan sebagai antifungi dan anti bakteri.

Tabel 7. Rata-Rata Kandungan Klorofil Daun Jagung Manis

Perlakuan	Rata-Rata Klorofil ± Standar Deviasi			
	16 HST	23 HST	30 HST	37 HST
P0	28,24 ± 1,91	32,67 ± 2,91	38,28 ± 0,99 a	25,54 ± 5,84 a
P1	35,74 ± 2,23	39,55 ± 4,02	44,74 ± 1,43 b	40,70 ± 3,32 d
P2	32,97 ± 2,10	38,14 ± 2,92	41,10 ± 3,01 ab	35,66 ± 3,32 c
P3	31,14 ± 4,08	36,20 ± 1,35	38,96 ± 3,42 a	27,61 ± 2,44 ab
P4	31,58 ± 3,51	37,18 ± 3,62	38,26 ± 2,51 a	30,85 ± 3,30 bc
P5	34,19 ± 4,79	36,81 ± 3,04	38,46 ± 3,09 a	29,30 ± 1,11 ab
P6	32,52 ± 2,02	38,32 ± 0,52	40,45 ± 0,56 a	34,60 ± 1,61 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% ; P0 = kontrol air; P1 = PGPR; P2 = bakteri P6; P3 = bakteri P7; P4 = bakteri P8; P5 = bakteri U5; dan P6 = bakteri P14

4.10 Pengaruh Aplikasi Bakteri Filosfer Tumbuhan Jali Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap berat kering dan berat basah menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata pada semua perlakuan yakni bakteri filosfer, PGPR dengan kontrol air (Tabel Lampiran 20). Hasil uji lanjut DMRT diketahui bahwa isolat bakteri filosfer memiliki nilai rerata berat basah dan berat kering yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol air dan PGPR (Tabel 8). Perlakuan bakteri filosfer dan PGPR memiliki nilai rerata berat basah dan berat kering yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol air (P0). Hal ini dapat diartikan

bahwa perlakuan bakteri filosfer tumbuhan jali dan PGPR mampu meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman jagung manis. Pemberian perlakuan bakteri menyebabkan tanaman jagung manis mengalami pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol air. Bakteri filosfer dan PGPR secara umum mampu meningkatkan produksi tanaman. Menurut Santosa *et al.* (2003), aplikasi bakteri filosfer pada tanaman dapat meningkatkan hasil produksi yakni berat basah dan berat kering tanaman.

Tabel 8. Rata-Rata Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Rata-Rata Berat Basah (g) ± Standar Deviasi	Rata-Rata Berat Kering (g) ± Standar Deviasi
	39 HST	39 HST
P0	216,00 ± 2,55 a	39,05 ± 4,36 a
P1	318,30 ± 5,33 e	65,40 ± 5,19 e
P2	277,48 ± 5,08 d	58,30 ± 3,86 d
P3	261,28 ± 5,74 c	46,00 ± 4,19 bc
P4	242,88 ± 3,12 b	44,95 ± 2,67 b
P5	270,05 ± 8,97 d	51,68 ± 3,54 c
P6	258,08 ± 7,44 c	48,83 ± 1,35 bc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% ; P0 = kontrol air; P1 = PGPR; P2 = bakteri P6; P3 = bakteri P7; P4 = bakteri P8; P5 = bakteri U5; dan P6 = bakteri P14

Berat kering dan berat basah pada perlakuan PGPR memiliki hasil paling baik dibandingkan dengan perlakuan bakteri filosfer yang lain karena kandungan yang terdapat pada PGPR merupakan konsorsium dari berbagai bakteri pemicu pertumbuhan. Komposisi bakteri yang terdapat dalam PGPR diantaranya yaitu *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp. Bakteri tersebut mampu menghasilkan senyawa yang dapat memicu pertumbuhan tanaman sehingga menyebabkan produksi tanaman meningkat. Menurut San-Lang *et al.* (2008) menyatakan bahwa *Bacillus* sp. mampu menghasilkan senyawa fitohormon seperti auksin, sitokinin, etilen, giberelin dan asam absisat yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan akhirnya berdampak terhadap peningkatan hasil. Selain itu juga diperkuat dengan Wartono (2015) yang menyatakan bahwa pengaplikasian bakteri *B. subtilis* melalui perlakuan benih secara nyata mampu meningkatkan produktivitas tanaman mulai fase vegetatif hingga fase generatif.

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT diketahui bahwa perlakuan antar beberapa bakteri filosfer memiliki nilai rerata berat basah dan berat kering yang tidak berbeda nyata. Perlakuan P2 memiliki hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan bakteri filosfer yang lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa apabila dibandingkan dengan sesama bakteri filosfer, perlakuan P2 memiliki berat basah dan berat kering yang lebih baik dibandingan dengan bakteri filosfer lainnya. Perlakuan P2 merupakan bakteri genus *Pantoea*. Genus *Pantoea* ini dapat memberikan pengaruh berat basah dan berat kering yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan P3, P4, dan P6 yang ketiga perlakuan ini merupakan bakteri genus *Erwinia*. Dalam penelitian yang dilakukan Moustaine *et al.* (2017) menyatakan bahwa bakteri genus *Pantoea* sp. merupakan bakteri yang dimanfaatkan sebagai bakteri yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu *Pantoea* sp. juga mampu menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang berguna dalam pelarutan fosfat serta memacu pertumbuhan tanaman secara optimal. Pertumbuhan yang optimal dapat berdampak pada peningkatan hasil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil eksplorasi bakteri filosfer pada tumbuhan jali menunjukkan bahwa terdapat 37 bakteri antagonis yang mampu menekan pertumbuhan patogen uji *R. solani* secara *in vitro.*
2. Lima isolat yang diuji lebih lanjut secara *in vivo* menunjukkan bahwa genus *Erwinia* (P7, P8, dan P14) mampu menekan penyakit bulai yang setara dengan PGPR.
3. Semua bakteri filosfer yakni genus *Pantoea* dan *Erwinia* mampu menghasilkan tinggi tanaman yang setara dengan kontrol PGPR, mampu mengurangi kehilangan berat basah dan berat kering tanaman serta mampu meningkatkan kandungan klorofil tanaman jagung manis.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjutan untuk melakukan konsorsium pada bakteri hasil eksplorasi yang ditemukan agar lebih efektif dalam menekan pertumbuhan penyakit bulai pada tanaman jagung manis. Selain itu perlu memperhatikan pemilihan jamur uji yang digunakan pada uji *in vitro*, sebaiknya menggunakan jamur patogen yang memiliki famili yang sama dengan penyakit bulai seperti *Pythium* sp. dan *Phytophthora* sp. sehingga dapat lebih efektif dalam mengetahui kemampuan penekanan penyakit oleh bakteri hasil eksplorasi.

DAFTAR PUSTAKA

Aditama, D. 2017. Pengendalian Penyakit Bulai Jagung Manis Menggunakan *Paenibacillus Polymyxa* dan *Pseudomonas Fluorescens*. Skripsi. Universitas Lampung, Lampung.

Akhtar A., A. Hissamudin dan R. Shraf. 2012. Antagonistic Effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* on Meloidogyne incognita Infecting *Vigna mungo* L. International Journal of Plant, Animal and Environmental Science. 2 (1) : 55-63.

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. California. pp 593-599

Anggraini, R., D. Aliza, dan S. Melis. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophilla* dengan Uji Mikrobiologi pada Ikan Lele Dumbo yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. 1 (2) : 270-286.

Azri. 2009. Teknologi Pengendalian Penyakit Bulai Tanaman Jagung. Badan Litbang Pertanian : Jakarta. pp 37-40.

Baskaran, R. M. 2012. Phyllosphere Microbial Population of Ten True Mangrove Species of The Andaman Island. International Journal of Microbiological Research. 3 (2) : 124-127.

Dewi, R. K. 2016. Seleksi Bakteri Filosfer Padi sebagai Agens Biokontrol *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Padi. Thesis. Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.

Efendi, H. dan H. R. Simanjuntak. 2012. Respon Pertumbuhan dan Produksi Plasma Nutfah Padi Lokal Aceh Terhadap Sistem Budidaya Aerob. Jurnal Agrista.16 (3) : 45-61

Fahy, P.C. dan A.C Hayward. 1983. Media and Methods for Isolation and Diagnostic Test. Academic Press. Australia. pp 337-378.

Fitriani, F. 2009. Hama dan Penyakit Jagung Manis (*Zea mays* L. *Sacharata* Sturt) di Desa Benteng, Cibanteng dan Nagrog, Kecamatan Ciampera, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan: Herawati Susilo. UI Press. Jakarta.

Gultom dan J. Albert. 2014. Penapisan Streptomyces dari Rizosfer Jagung untuk Pengendalian Penyakit Bulai. Skripsi. Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Han H. S., dan K. D. Lee. 2005. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Effect on Antioxidant Status, Photosynthesis, Mineral Uptake and Growth of Lettuce under Soil Salinity.

Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. Jurnal Oseana. 25 (1) : 31-41.

Hasanuddin, M. S. 2003. Peningkatan Peranan Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.

Herliyana, E. N., R. Jamilah, D. Taniwiryono, dan A. Firmansyah. 2013. Uji *in vitro* Pengendalian Hayati oleh *Thricoderma* spp. Terhadap *Ganoderma* yang menyerang Sengon. Silvikultur Trop. 4 (3):190-195.

Hirano, S. S dan C. D. Upper. 2000. Bacteria in The Leaf Ecosystem with Emphasis on *Pseudomonas syringae* Pathogen, Ice Nucleus, and Epiphyte. Microbiol Mol. Biol. Rev. 64 (1) : 642-653.

Irawanto, R., A. Lestari, Dewi, dan R. Hendrian. 2017. Tumbuhan jali (*Coix lacryma-jobi* L.): Biji, Perkecambahan, dan Potensinya. Biodiv Indon. 3 (1) : 147-153.

Iriany, R. N., M. Yasin dan A. Taktir. 2008. Asal, Sejarah, Evolusi dan Taksonomi Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.

Jena G.F.V. 1992. Effect of Spraying Nitrogen Fixing Phyllospheric Bacterial Isolates on Rice Plants. Zentralbl. Jurnal Mikrobiol. 1 (147) : 441-446.

Kementrian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementrian Pertanian Tahun 2015–2019. Jakarta Selatan: Biro Perencanaan Kementan 2015 (www.pertanian.go.id). Diakses pada 10 Mei 2019.

Leveau, J.H.J. dan S.E. Lindow. 2001. Appetite of an Epiphyte: Quantitative Monitoring of Bacterial Sugar Consumption In The Phyllosphere. Proc Natl Acad Sci. 98 : 3446-3453.

Lindow, S.E., dan M.T. Brandl. 2003. Microbiology of the Phyllosphere. Appl. Environ. Microbiol. 69 (4) : 1875–1883

Makmunah, J. 2017. Eksplorasi Khamir dan Bakteri sebagai Agens Antagonis terhadap Penyebab Penyakit Blas pada Padi (*Pyricularia oryzae).* Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Murni, A. M. dan R.W. Arief. 2008. Teknologi Budidaya Jagung. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

Moustaine, M., R. Elkahkahi, A. Benbouazza, R. Benkirane, dan E.H. Achbani. 2017. Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and characterization for direct PGP abilities in Morocco. Int. J. Agric. Biotechnol. 2 (2) : 451-479.

Nugroho, E. F. 2017. Pemanfaatan Bakteri dari Lumpur Sidoarjo untuk Mengendalikan Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung (*Zea mays)*. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.

Nurfitriani, R., N. P. R. A. Khrishanti, A. Akhdiya, dan A. T. Wahyudi. 2016. Penapisan Bakteri Filosfer Penghasil Senyawa Bioaktif Anti *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Padi. J. Sumberd. Hayati 2 (1) : 19–24.

Oktaviani, A. R. 2013. Keefektifan Beberapa Isolat *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* untuk Menekan Penyakit Bulai (*Peronosclerospora Maydis* (Rac.) Shaw) Pada Tanaman Jagung Manis. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Pelezar, M. dan Chan. 1988. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1: penerjemah Ratna Siri Hadioetomo pada tahun 1986. UI Press. Jakarta.

Purwanti, H., G. B. Sri, Hadiatmi, dan Sutoro. 2001. Evaluasi Galur Jagung Tetua yang Tahan dan Rentan terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

Raharini, A. O., R. Kawuri, dan K. Khalimi. 2012. Penggunaan *Streptomyces* sp. sebagai Biokontrol Penyakit Layu pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum)* yang disebabkan Oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. capsici. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Bali.

Rahayu, S. A., dan M. H. Gumilar. 2017. Uji Cemaran Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. Ijpst 4.

Rustiani, U. S. 2015. Tiga Spesies *Peronosclerospora* Penyebab Penyakit Bulai Jagung di Indonesia. Berita Biologi (14). 29-37.

Sabdaningsih, A., A. Budiharjo, dan E. Kusdiyantini. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Asosiasi Alga Merah (*Rhodophyta*) dari Perairan Kutuh Bali. J. Biol. 2 (2) : 11–17.

Santosa, D. N. 2003. Isolasi dan Seleksi Bakteri Filosfer Pemicu Tumbuh dari Daun Padi (*Oryza sativa)* Varietas IR 64. Jurnal Tanah Lingkungan. 5 : 7-2.

San-Lang, W. S. J. L. 2008. Purification and Charachterization of Chitinases and Chitosanases from a New Spesies Strain *Pseudomonas* sp. TKUO015 Using Shrimp Shells as a Substrate. Journal Carbohydrate Res. 343 (7) : 1171-1179.

Schaad, N. W., J. B. Jones, dan W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogen Bacteria 3rd Edition. APS Press. St. Paul Minnessota.

Semangun, H. 2004. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Strobel, G. A. dan B. Daisy, 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. Microbiology and Molecular Biology. pp 419-502.

Subekti, N. A., Syafruddin, E. Roy, dan S. Sriani. 2011. Fase Perkecambahan dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. Maros: Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros

Sulistyoningtyas, M. E., M. Roviq, dan T. Wardiyati. 2017. Pengaruh Pemberian PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada Pertumbuhan Bud Chip Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Produksi Tanaman. 5 (3) : 396-403.

Talanca, A. H. 2013. Status Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung dan Pengendaliannya. Jawa Timur: Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian.

Wahyudi, A.T., Meliah, S. Nawangsih. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Bakteri Penyebab Hawar Daun Pada Padi: Isolasi, Karakterisasi, dan Telaah Mutagenesis dengan Transposon.Makara. Jurnal Sains. 15 (1) : 89-96

Wakman, W., S. Asikin, A. Bustan, dan M. Thamrin. 2006. Identifikasi Spesies cendawan Penyebab Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung di Kabupaten

Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Balai Penelitian Tanaman Serealia. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.

Wartono, G., dan K. H. Mutaqin. 2015. Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 34 (1) : 13-24.

Zhang, Y. 2004. Biocontrol of Sclerotina Stem Rot of Canola by Bacterial Antagonists Study of Biocontrol Mechanisms Involved. pp 76-78.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 16 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	2,51	0,84	0,38		3,16	5,09
Perlakuan	6	26,20	4,37	2,00		2,66	4,01
Galat	18	39,22	2,18				
Total	27	67,93					

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

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 20 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	11,14	3,71	0,74		3,16	5,09
Perlakuan	6	46,81	7,80	1,56		2,66	4,01
Galat	18	89,78	4,99				
Total	27	147,72					

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

Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 23 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	25,60	8,53	0,31		3,16	5,09
Perlakuan	6	1633,10	272,18	9,92	**	2,66	4,01
Galat	18	494,08	27,45				
Total	27	2152,78					

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

Tabel Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 27 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	91,05	30,35	1,28		3,16	5,09
Perlakuan	6	2346,43	391,07	16,52	**	2,66	4,01
Galat	18	426,14	23,67				
Total	27	2863,62					

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

Tabel Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 30 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	28,72	9,57	0,49		3,16	5,09
Perlakuan	6	420,38	70,06	3,61	*	2,66	4,01
Galat	18	349,25	19,40				
Total	27	798,34					

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

Tabel Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 34 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	19,46	6,49	0,48		3,16	5,09
Perlakuan	6	641,41	106,90	7,90	**	2,66	4,01
Galat	18	243,65	13,54				
Total	27	904,52					

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

Tabel Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam Kejadian Penyakit 37 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	101,20	33,73	1,76		3,16	5,09
Perlakuan	6	755,53	125,92	6,59	**	2,66	4,01
Galat	18	344,17	19,12				
Total	27	1200,90					

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

Tabel Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 16 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	9,23	3,08	1,82		3,16	5,09
Perlakuan	6	49,59	8,27	4,89	**	2,66	4,01
Galat	18	30,41	1,69				
Total	27	89,23					

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

Tabel Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 23 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	37,45	12,48	1,23		3,16	5,09
Perlakuan	6	180,43	30,07	2,97	*	2,66	4,01
Galat	18	182,00	10,11				
Total	27	399,88					

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

Tabel Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 30 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	58,35	19,45	0,93		3,16	5,09
Perlakuan	6	338,38	56,40	2,69	*	2,66	4,01
Galat	18	377,12	20,95				
Total	27	773,85					

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

Tabel Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam Tinggi Tanaman 37 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	15,25	5,08	0,27		3,16	5,09
Perlakuan	6	313,50	52,25	2,77	*	2,66	4,01
Galat	18	339,76	18,88				
Total	27	668,52					

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

Tabel Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 16 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	0,03	0,01	0,34	3,16	5,09
Perlakuan	6	0,34	0,06	2,03	2,66	4,01
Galat	18	0,50	0,03			
Total	27	0,87				

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

Tabel Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 23 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	1,46	0,49	2,87	3,16	5,09
Perlakuan	6	1,47	0,25	1,45	2,66	4,01
Galat	18	3,04	0,17			
Total	27	5,97				

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

Tabel Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 30 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	0,04	0,01	0,02	3,16	5,09
Perlakuan	6	0,71	0,12	0,22	2,66	4,01
Galat	18	9,59	0,53			
Total	27	10,34				

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

Tabel Lampiran 15. Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun 37 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	1,07	0,36	0,59	3,16	5,09
Perlakuan	6	4,37	0,73	1,21	2,66	4,01
Galat	18	10,84	0,60			
Total	27	16,27				

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

Tabel Lampiran 16. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 16 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	14,00	4,67	0,43		3,16	5,09
Perlakuan	6	137,17	22,86	2,13		2,66	4,01
Galat	18	193,19	10,73				
Total	27	344,37					

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

Tabel Lampiran 17. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 23 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	9,78	3,26	0,36		3,16	5,09
Perlakuan	6	115,79	19,30	2,13		2,66	4,01
Galat	18	163,47	9,08				
Total	27	289,05					

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

Tabel Lampiran 18. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 30 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	1,27	0,42	0,06		3,16	5,09
Perlakuan	6	133,40	22,23	3,36	*	2,66	4,01
Galat	18	119,00	6,61				
Total	27	253,68					

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

Tabel Lampiran 19. Hasil Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun 37 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	42,01	14,00	1,39		3,16	5,09
Perlakuan	6	660,49	110,08	10,96	**	2,66	4,01
Galat	18	180,74	10,04				
Total	27	883,24					

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

Tabel Lampiran 20. Hasil Analisis Ragam Berat Basah Tanaman 39 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	110,56	36,85	1,09		3,16	5,09
Perlakuan	6	23828,94	3971,5	117,51	**	2,66	4,01
Galat	18	608,36	33,80				
Total	27	24547,86					

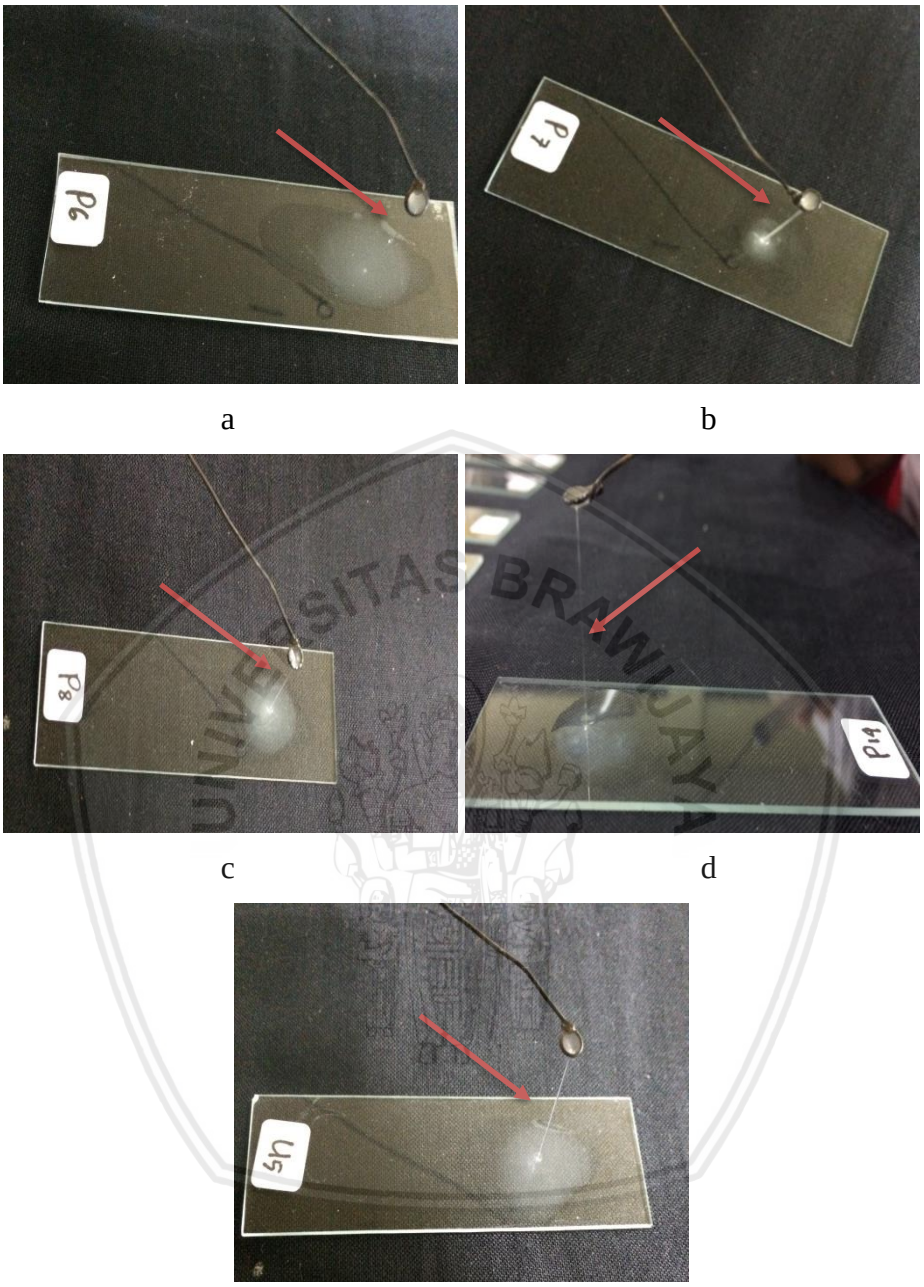
Keterangan : **berbeda sangat nyata; *berbeda nyata; tanpa * berarti tidak nyata

Tabel Lampiran 21. Hasil Analisis Ragam Berat Kering Tanaman 39 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel 5 %	F-tabel 1%
Ulangan	3	58,33	19,44	1,45		3,16	5,09
Perlakuan	6	1876,48	312,75	23,28	**	2,66	4,01
Galat	18	241,77	13,43				
Total	27	2176,58					

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

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

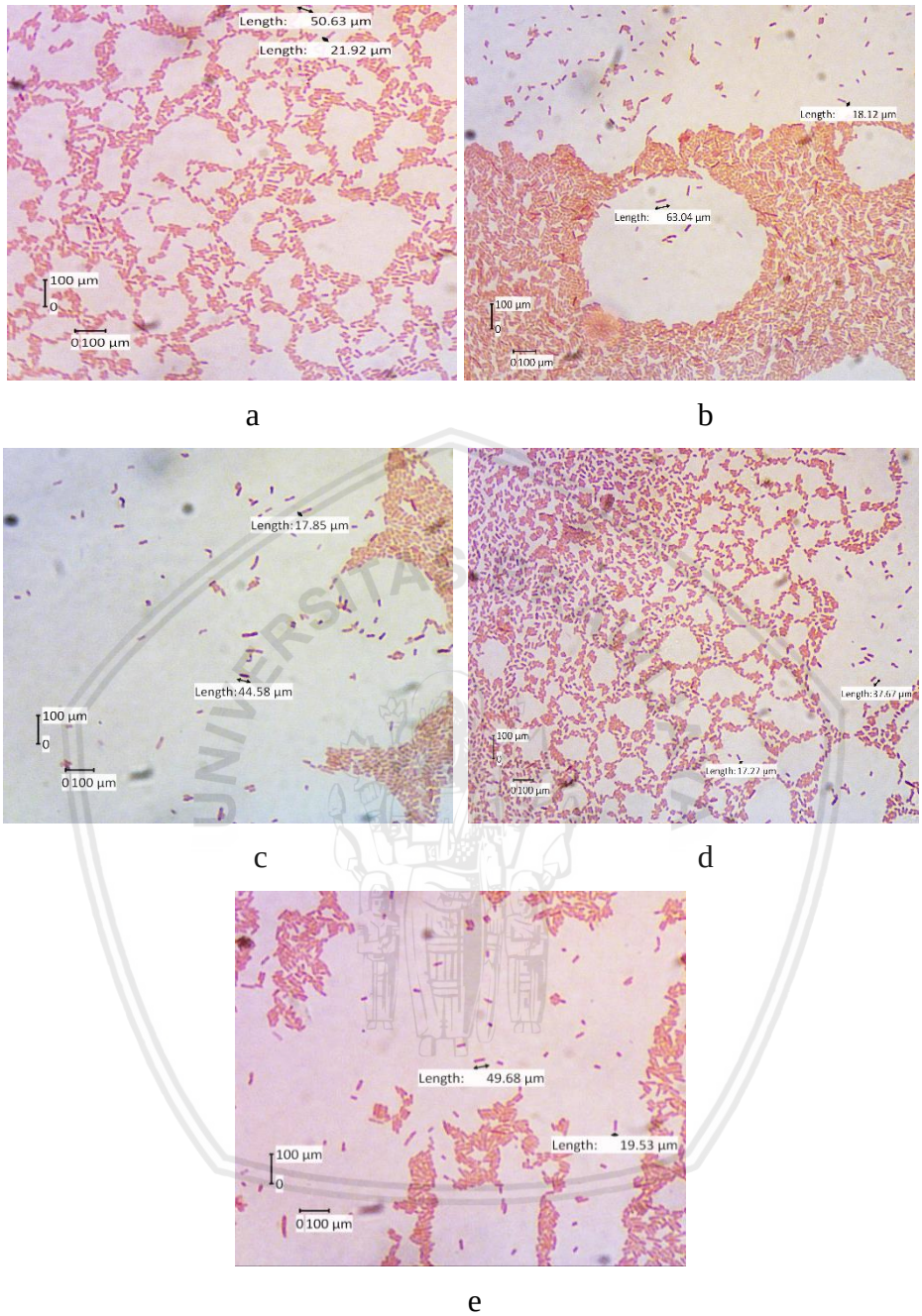


a b

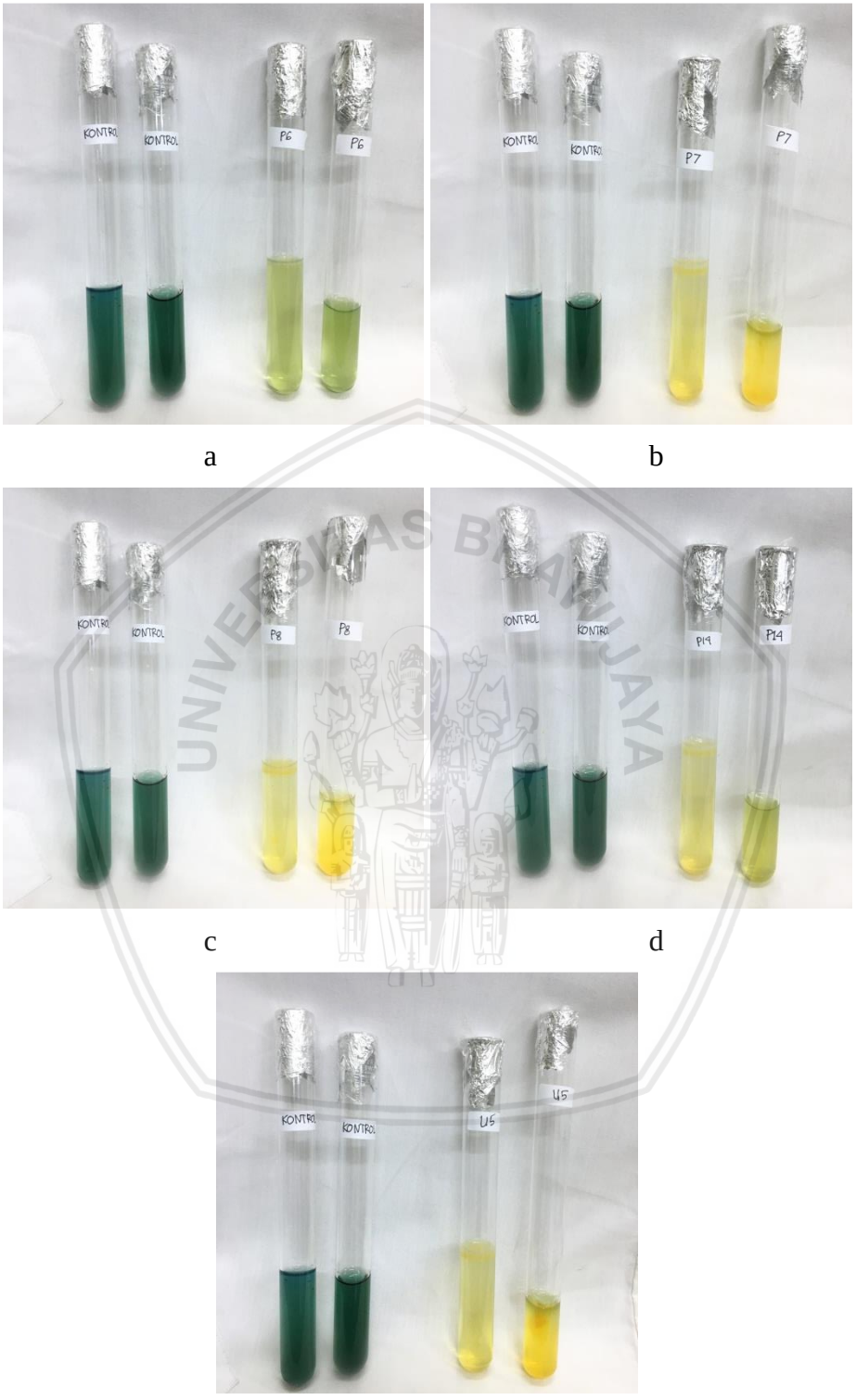
c d

e

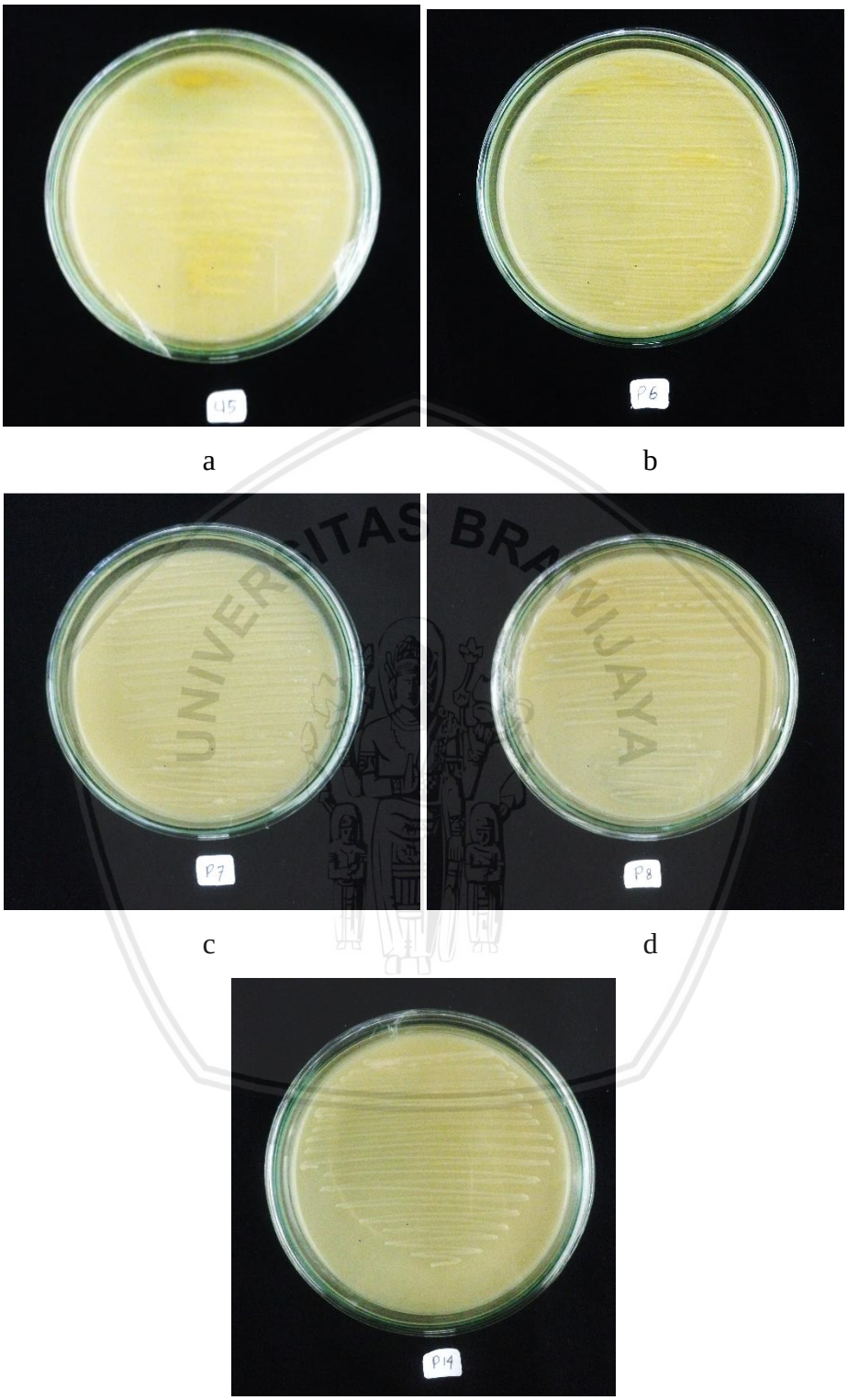
Gambar Lampiran 1. Dokumentasi Hasil Uji KOH 3% pada Lima Isolat Bakteri Filosfer; (a) Isolat P6; (b) Isolat P7; (c) Isolat P8; (d) Isolat P14 dan (e) Isolat U5



Gambar Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Uji Pewarnaan Gram pada Lima Isolat Bakteri Filosfer; (a) Isolat P6; (b) Isolat P7; (c) Isolat P8; (d) Isolat P14 dan (e) Isolat U5

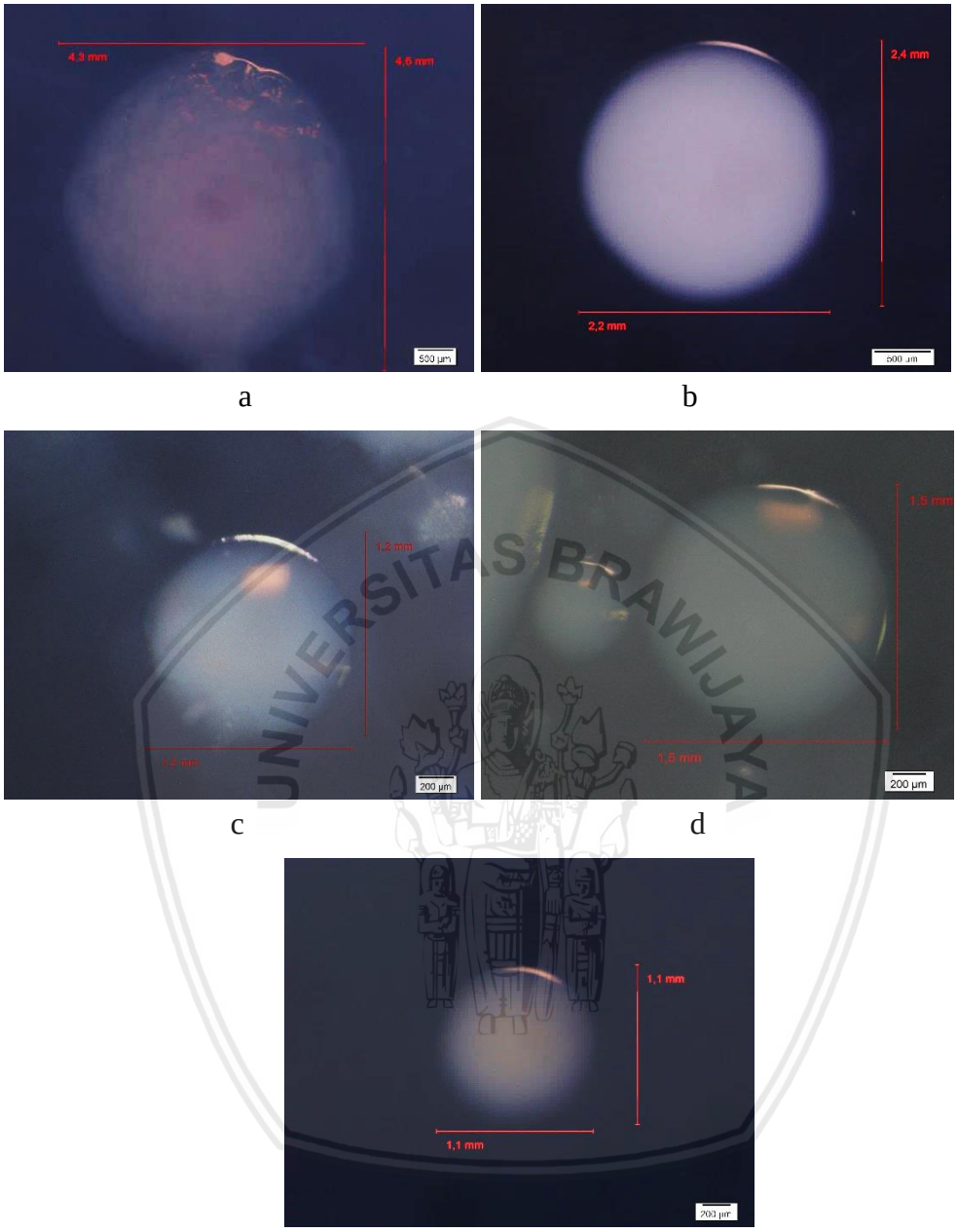


Gambar Lampiran 3. Dokumentasi Hasil Uji Oksidatif Fermentatif pada Lima Isolat Bakteri Filosfer; (a) Isolat P6; (b) Isolat P7; (c) Isolat P8; (d) Isolat P14 dan (e) Isolat U5



Gambar Lampiran 4. Dokumentasi Hasil Uji YDC pada Lima Isolat Bakteri Filosfer; (a) Isolat U5; (b) Isolat P6; (c) Isolat P7; (d) Isolat P8 dan (e) Isolat P14

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



a b

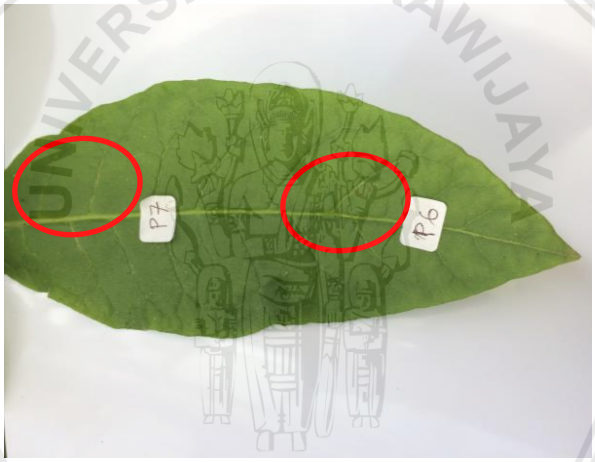
c d

e

Gambar Lampiran 5. Dokumentasi Koloni Tunggal pada Lima Isolat Bakteri Secara Mikroskopis; (a) Isolat P6; (b) Isolat P7; (c) Isolat P8; (d) Isolat P14; dan (e) Isolat U5

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

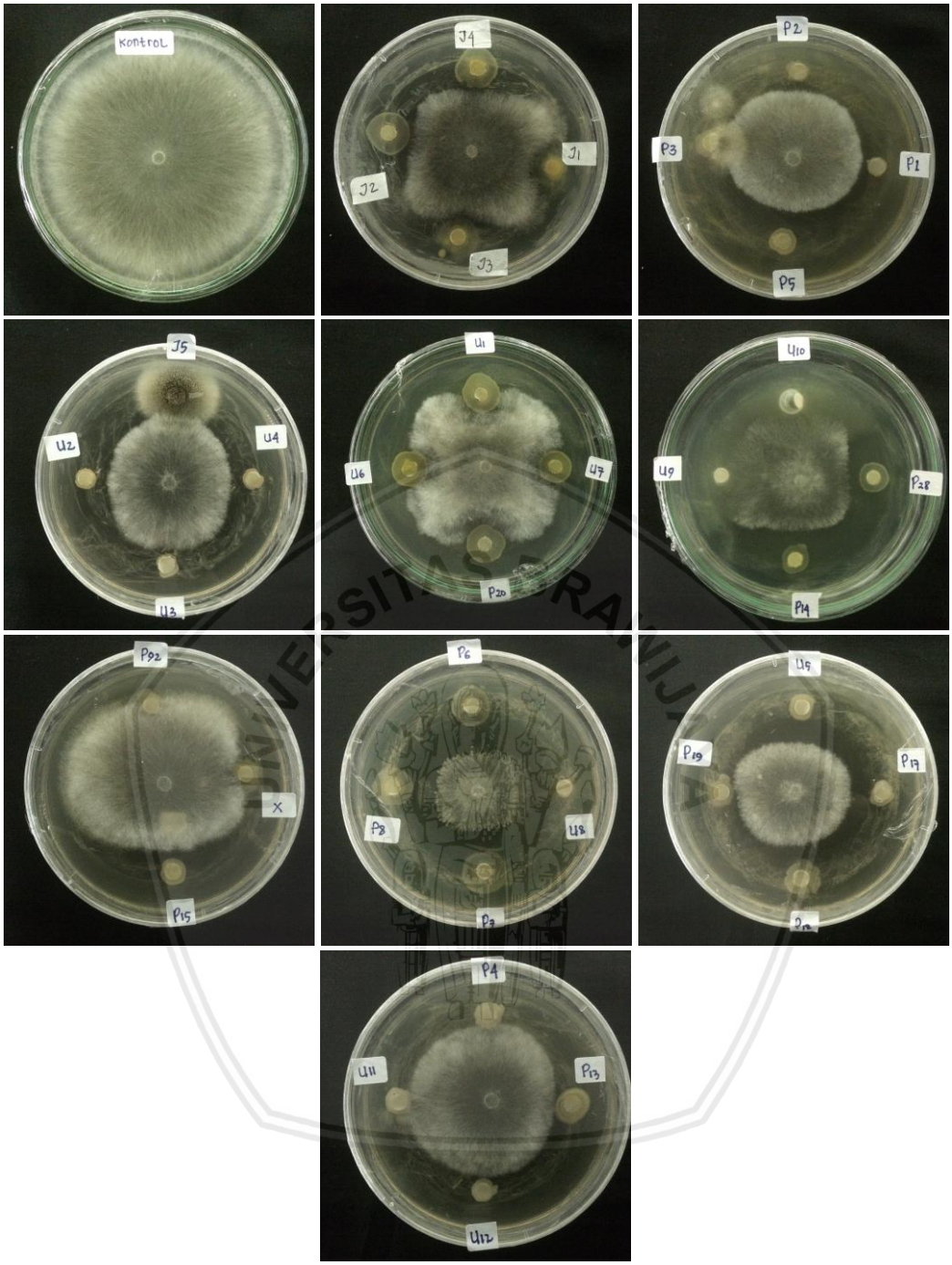
a b



c

Gambar Lampiran 6. Dokumentasi Hasil Uji Hipersensitif pada Lima Isolat Bakteri Filosfer; (a) Isolat P8; (b) Isolat U5 dan P14; (c) Isolat P6 dan P7

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar Lampiran 7. Dokumentasi Hasil Seleksi Isolat Bakteri Filosfer dengan Jamur *Rhizoctonia solani* secara *in vitro*

Gambar Lampiran 8. Denah Petak Penelitian

Keterangan :

U adalah ulangan
P adalah perlakuan
P0 adalah kontrol air
P1 adalah perlakuan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)
P2 adalah perlakuan bakteri isolat kode P6
P3 adalah perlakuan bakteri isolat kode P7
P4 adalah perlakuan bakteri isolat kode P8
P5 adalah perlakuan bakteri isolat kode U5
P6 adalah perlakuan bakteri isolat kode P14