



**PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG
PADA TANAMAN BAWANG MERAH MENGGUNAKAN
BAKTERI ANTAGONIS SECARA TUNGGAL DAN
KONSORSIUM**

Oleh
BIVALIA DWI JAYESTI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**



**PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG
PADA TANAMAN BAWANG MERAH MENGGUNAKAN
BAKTERI ANTAGONIS SECARA TUNGGAL DAN
KONSORSIUM**

**OLEH
BIVALIA DWI JAYESTI
135040207111035**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Bakteri Antagonis secara Tunggal dan Konsorsium

Nama Mahasiswa : Bivalia Dwi Jayesti

NIM : 135040207111035

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Luqman Qurata Aini, S.P. M.Si. Ph.D

Rina Rachmawati, S.P. M.P. M. Eng.

NIP. 19720919 199802 1 001

NIP. 19810125 200604 2 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.

NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.
NIP. 19550821 198002 1 002

Rina Rachmawati, SP. MP. M.Eng.
NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji III

Penguji IV

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

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus :



PERNYATAAN

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

Malang, Januari 2018

Bivalia Dwi Jayesti



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kediri pada tanggal 20 Juli 1994 putri kedua dari Bapak Djoko Sulistiono dan Ibu Budi Estini. Penulis adalah putri kedua dari dua bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Purwodadi 1 Kecamatan kras Kabupaten Kediri pada tahun 2001-2007. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 1 Kediri pada tahun 2007-2010, dan pada tahun 2010-2013 melanjutkan pendidikan di SMAN 7 Kediri. Tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Minat dan Kemampuan (SPMK).

Kegiatan selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten Genetika Tanaman pada tahun 2016. Penulis aktif pada kegiatan keprofesian Klinik Tanaman Himapta tahun 2015 dan 2016 serta Proteksi Himapta tahun 2016. Penulis pernah mengikuti Lomba Cerdas Tepat dalam acara Haryono Semangun Award di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2016, juara 3 Lomba Cerdas Cermat dalam acara Plant Protection Day di Universitas Padjajaran tahun 2016, Juara 1 Lomba Artikel dalam acara National Plant Protection Event di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2016, dan juara 3 Lomba Essay dalam acara Plant Protection Olympiad di Universitas Brawijaya pada tahun 2017.



RINGKASAN

Bivalia Dwi Jayesti. 135040207111035. Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Bakteri Antagonis secara Tunggal dan Konsorsium. Di bawah bimbingan Luqman Qurata Aini, S.P. M.Si. Ph.D. dan Rina Rachmawati, S.P. M.P. M.Eng.

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang dimanfaatkan sebagai bumbu penyedap makanan dan obat tradisional. Konsumsi bawang merah di Indonesia mencapai 637.966 ton pada tahun 2015 dan mengalami penurunan sebesar 4.800 ton pada tahun yang sama. Penurunan produksi bawang merah disebabkan oleh serangan penyakit busuk pangkal batang yang diakibatkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanz.) Snyd. & Hans. Kerusakan bawang merah akibat *F. oxysporum* di Indonesia dapat mencapai 50% sehingga diperlukan tindakan pengendalian untuk menurunkan serangan *F. oxysporum*. Pengendalian biologi dalam menekan *F. oxysporum* dapat dilakukan dengan memanfaatkan bakteri antagonis seperti *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. secara tunggal dan konsorsium. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji potensi bakteri antagonis dalam mengendalikan patogen *F. oxysporum* secara *in vitro* dan *in vivo* serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada bulan April sampai Oktober 2017. Penelitian ini meliputi persiapan penelitian dan pelaksanaan penelitian. Persiapan penelitian terdiri dari perbanyakan isolat jamur *F. oxysporum*, perbanyakan isolat bakteri antagonis, dan postulat koch. Pelaksanaan penelitian terdiri dari uji penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* secara *in vitro* dan pengujian penghambatan penyakit busuk pangkal batang secara *in vivo* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 9 perlakuan dan 4 ulangan. Tanaman bawang merah yang digunakan adalah varietas super Philip. Uji penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dilakukan dengan menempatkan miselium *F. oxysporum* pada bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA kemudian kertas saring yang telah dicelupkan ke dalam suspensi bakteri kerapatan 10^8 cfu/ml diletakkan pada empat sisi cawan. Perlakuan fungisida dilakukan dengan teknik makanan beracun dengan menggunakan fungisida bahan aktif benomil 50% konsentrasi 2 g/L. Pengujian penghambatan penyakit busuk pangkal batang secara *in vivo* dilakukan dengan inokulasi 6 ml suspensi *F. oxysporum* ke dalam tanah. Aplikasi bakteri antagonis dilakukan dengan menyiram 6 ml suspensi bakteri kerapatan 10^8 cfu/ml.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* pada pengujian *in vitro*. Penghambatan tertinggi pada pengamatan ke-5 dan ke-6 adalah perlakuan konsorsium *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. secara berurutan sebesar 51,52% dan 55,52%. Pengujian bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap masa inkubasi, kejadian penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman.

SUMMARY

Bivalia Dwi Jayesti. 135040207111035. Control of Shallot Basal Rot Disease Using Bacterial Antagonist in Single and Consortium Form. Supervised by Luqman Qurata Aini, S.P. M.Si. Ph.D. and Rina Rachmawati S.P., M.P., M.Eng.

Shallot is a horticultural commodity that being used as food seasoning and traditional medicine. Shallot consumption in Indonesia reached 637.966 tons in 2015 and decreased by 4.800 tons in the same year. One of the factor causing decreased shallot production is *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanz.) Snyder & Hans. *F. oxysporum* can decrease shallot yield up to 50% in Indonesia and required control to decrease *F. oxysporum* attack. Biological control to suppress *F. oxysporum* is carried out by utilizing antagonistic bacteria such as *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Corynebacterium* sp. in single and consortium application. The aims of this research was to assess the potential of antagonistic bacteria for controlling the pathogen *F. oxysporum* *in vitro* and *in vivo*, and its effect on shallot plant growth.

The research was conducted in Plant Pathology Laboratory, Pest and Disease Department, Faculty of Agriculture Brawijaya University from April until October 2017. This research included researched preparation and research implementation. Research preparation consists of *F. oxysporum* culture, antagonistic bacteria culture, and postulate koch. Research implementation consisted of *F. oxysporum* inhibitory with antagonistic bacteria *in vitro* and *F. oxysporum* inhibitory with antagonistic bacteria *in vivo*. This research used Randomized Complete Design with 9 treatments and 4 replications. Shallot plant used was Super Philip variety. The *F. oxysporum* inhibitory assessment was carried out by placing the mycelium *F. oxysporum* in the middle of a petri dish containing PDA and filtered paper that has been dipped into a suspension of 10^8 cfu/ml bacteria placed on four side of the petri dish. The fungicide treatment was carried out by poison food technique with 50% benomyl 2 g/L. *F. oxysporum* inhibitory *in vivo* was done by inoculation 6 ml of suspension of *F. oxysporum* into soil. Application of antagonistic bacteria was carried out by watering 6 ml of 10^8 cfu/ml bacteria suspension.

The result showed that single and consortium antagonistic bacteria could inhibit the growth of *F. oxysporum* in *in vitro* assessment. The highest inhibition on the 5th and 6th observations was the consortium treatment of *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. were 51.52% and 55.52%, respectively. Single and consortium antagonistic bacteria did not have a significant effect on incubation period, disease incidence, plant height, number of leaf, and fresh weight of the plant.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW yang selalu terlimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Bakteri Antagonis secara Tunggal dan Konsorsium”**.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, serta Bapak Luqman Qurata Aini, SP. M.Si. Ph.D. dan Ibu Rina Rachmawati, SP. MP. M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu pengetahuan, nasihat, arahan, dan saran dalam penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dengan memberikan dorongan baik moral dan material.

Semoga penelitian yang telah disusun dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, Januari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Bawang Merah.....	4
2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Bawang Merah.....	4
2.3 Gejala Serangan <i>F. oxysporum</i> pada Bawang Merah.....	5
2.4 Morfologi <i>F. oxysporum</i>	6
2.5 Daur Penyakit Layu <i>F. oxysporum</i>	7
2.6 Pengendalian Layu <i>F. oxysporum</i> pada Bawang Merah.....	6
2.7 Pengendalian Hayati Menggunakan Mikroba Antagonis.....	8
2.8 Konsorsium Mikroba.....	10
2.9 Hipotesis Penelitian.....	11
III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.4 Variabel Pengamatan.....	16
3.4 Analisis Data.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>F. oxysporum</i>	18
4.2 Uji Postulat Koch.....	19



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan uji penghambatan jamur patogen <i>F. oxysporum</i>	14
2.	Persentase penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i>	22
3.	Rerata masa inkubasi <i>F. oxysporum</i> pada tanaman bawang merah.....	25
4.	Rerata persentase kejadian penyakit pada tanaman bawang merah yang disebabkan oleh <i>F. oxysporum</i>	26
5.	Rerata tinggi tanaman bawang merah setelah aplikasi bakteri antagonis ..	28
6.	Rerata jumlah daun tanaman bawang merah setelah aplikasi bakteri antagonis	28
7.	Rerata berat basah tanaman bawang merah.....	29

LAMPIRAN

1.	Deskripsi tanaman bawang merah varetas Super Philip	39
2.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i> (pengamatan ke-1).....	39
3.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i> (pengamatan ke-2).....	40
4.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i> (pengamatan ke-3).....	40
5.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i> (pengamatan ke-4).....	40
6.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i> (pengamatan ke-5).....	40
7.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur <i>F. oxysporum</i> (pengamatan ke-6).....	40
8.	Analisis ragam masa inkubasi <i>F. oxysporum</i> pada tanaman bawang merah.....	41
9.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-1).....	41
10.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-2).....	41
11.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-3).....	41



12. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-4).....	41
13. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-5).....	42
14. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-6).....	42
15. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 8 hst.....	42
16. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 11 hst.....	42
17. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 15 hst.....	42
18. Analisis ragam jumlah daun bawang merah 8 hst.....	43
19. Analisis ragam jumlah daun bawang merah 11 hst.....	43
20. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 15 hst.....	43
21. Analisis ragam berat basah tanaman bawang merah.....	43



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gejala serangan jamur <i>F. oxysporum</i> pada tanaman bawang merah.....	5
2.	Kenampakan mikroskopis jamur <i>F. oxysporum</i>	6
3.	Morfologi makroskopis dan mikroskopis bakteri <i>B. subtilis</i>	8
4.	Morfologi makroskopis dan mikroskopis bakteri <i>P. fluorescens</i>	9
5.	Morfologi makroskopis dan mikroskopis bakteri <i>Corynebacterium</i> sp.....	10
6.	Perlakuan uji antagonis bakteri tunggal dan konsorsium <i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> , dan <i>Corynebacterium</i> sp. terhadap jamur <i>F. oxysporum</i>	15
7.	Morfologi makroskopis dan mikroskopis <i>F. oxysporum</i>	18
9.	Hasil uji postulat koch jamur <i>F. oxysporum</i> pada tanaman bawang merah .	19
8.	Gejala serangan <i>F. oxysporum</i> pada tanaman bawang merah	21

LAMPIRAN

1.	Hasil uji penghambatan jamur <i>F. oxysporum</i> perlakuan kontrol dan <i>B. subtilis</i>	44
2.	Hasil uji penghambatan jamur <i>F. oxysporum</i> perlakuan <i>P. fluorescens</i> dan <i>Corynebacterium</i> sp.....	44
3.	Hasil uji penghambatan jamur <i>F. oxysporum</i> perlakuan <i>B. subtilis</i> + <i>P.</i> <i>fluorescens</i> dan <i>B. subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.....	44
4.	Hasil uji penghambatan jamur <i>F. oxysporum</i> perlakuan <i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp. dan <i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	45
5.	Hasil uji penghambatan jamur <i>F. oxysporum</i> perlakuan fungisida.....	45



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang dimanfaatkan sebagai bumbu penyedap makanan dan obat tradisional (Udiarto *et al.*, 2005). Bawang merah mengandung flavonoid dan quersetin yang berfungsi sebagai antioksidan, antitumor, meningkatkan kekebalan tubuh, serta dapat menghambat kanker perut (Sharma, 2014). Konsumsi bawang merah di Indonesia mencapai 637.966 ton pada tahun 2015 (Pusdatin, 2015), namun pada tahun yang sama produksi bawang merah mengalami penurunan sebesar 4.800 ton (Pusdatin dan Dirjenhorti, 2015).

Salah satu penyebab penurunan produksi bawang merah adalah serangan penyakit busuk pangkal batang yang diakibatkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanz.) Syd. & Hans. Di Indonesia, penyakit ini dikenal dengan sebutan penyakit moler (Wiyatiningsih, 2009). Jamur *F. oxysporum* merupakan patogen tular tanah dan dapat menginfeksi tanaman bawang merah pada berbagai tingkat pertumbuhan. Serangan *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah fase dewasa menyebabkan pembusukan akar dan umbi (Hasanuddin dan Rosmayati, 2013). Kerusakan dan kehilangan hasil akibat *F. oxysporum* di Indonesia dapat mencapai 50% (Wiyatiningsih, 2009) sehingga diperlukan tindakan pengendalian untuk menurunkan serangan *F. oxysporum*.

Pengendalian biologi saat ini mulai digunakan untuk mengurangi dampak buruk lingkungan akibat penggunaan fungisida sintetis yang berlebihan. Pengendalian biologi yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan bakteri antagonis seperti *Bacillus subtilis* (Baysal *et al.*, 2008), *Pseudomonas fluorescens* (Saikia *et al.*, 2003) dan *Corynebacterium* sp. (Dhinakaran *et al.*, 2012). Bakteri *Bacillus* sp. merupakan bakteri gram positif yang dapat menghasilkan endospora sehingga tahan pada kondisi kering dan panas serta cocok untuk aplikasi di lapang (Syachroni, 2010). Bakteri *P. fluorescens* dapat menghasilkan berbagai senyawa metabolit seperti phenazine, phloroglucinol, dan asam sianida (HCN) yang dapat menghambat mikroorganisme lain dan terlibat dalam pengendalian patogen tanaman (Dowling dan O'gara, 1994). Bakteri *Corynebacterium* sp. bersifat antifungi dan memiliki rentang aktivitas antagonis yang luas terhadap jamur fitopatogen (Dhinakaran *et al.*, 2012).



Penelitian pengendalian jamur patogen menggunakan bakteri antagonis telah dilakukan pada tanaman yang berbeda. Perlakuan *B. subtilis* strain EU07 mampu menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* sebesar 64% pada tanaman tomat secara *in vitro* (Baysal, 2008). Perlakuan benih dengan bakteri *F. fluorescens* dapat menurunkan kejadian penyakit layu *Fusarium* tanaman tomat hingga 81,21% dibandingkan dengan kontrol pada pengujian *in vivo* (Manikandan, 2010). Bakteri *Corynebacterium* sp. dilaporkan memiliki sasaran luas dalam mengendalikan jamur patogen, diantaranya merupakan patogen tular tanah seperti *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* (Dhinakaran *et al.*, 2012). Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. dalam bentuk tunggal mampu mengendalikan patogen jamur, namun pengujian bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. secara konsorsium untuk mengendalikan patogen *F. oxysporum* belum pernah dilaporkan.

Konsorsium mikroba merupakan kumpulan dari sejumlah organisme sehingga membentuk suatu komunitas dari sejumlah populasi yang berbeda (Nugroho dan Hidayah, 2010). Penelitian mengenai konsorsium telah dilakukan dengan memanfaatkan mikroba *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyakit *Colletotrichum capsici* pada cabai merah besar, dan mampu menurunkan intensitas penyakit sebesar 70% dengan konsentrasi 30 ml/lt (Putro *et al.*, 2014). Bakteri *B. cereus* Il.14 + *P. aeruginosa* C32b + *Seratia marcescens* E31 + *B. firmus* E65 dalam bentuk konsorsium dilaporkan mampu mengendalikan *R. solani* sebesar 12,69% pada tanaman padi (Syachroni, 2011).

Bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. secara tunggal memiliki potensi sebagai pengendalian hayati yang ramah lingkungan. Penelitian mengenai bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. dalam bentuk tunggal dan konsorsium dilakukan untuk mengetahui potensi bakteri dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum*.

1.2 Rumusan Masalah

Serangan patogen *F. oxysporum* menjadi kendala dalam budidaya bawang merah dan dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 50%. Pengendalian menggunakan fungisida berlebihan mengakibatkan kerusakan lingkungan.



Penelitian mengenai potensi *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. secara konsorsium sebagai alternatif untuk mengendalikan patogen *F. oxysporum* pada bawang merah belum pernah dilaporkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. dalam bentuk tunggal dan konsorsium untuk mengendalikan patogen *F. oxysporum* secara *in vitro* dan *in vivo* serta mengamati pengaruh aplikasi bakteri antagonis terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi terkait potensi *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. sebagai pengendali hayati yang ramah lingkungan terhadap penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bawang Merah

Klasifikasi tanaman bawang merah termasuk dalam Divisi: Spermatofita, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Monocotyledon, Ordo: Liliales (Liliaflorae), Famili: Liliaceae, Genus: *Allium*, Spesies: *Allium ascalonicum* L. (Firmansyah, 2013).

Bawang merah merupakan tanaman tidak berkayu yang tumbuh sebagai tanaman semusim. Bawang merah memiliki sistem perakaran dangkal yang berkembang pada kedalaman 30 cm dari permukaan tanah. Batang bawang merah memiliki ukuran yang sangat pendek. Diameter batang akan bertambah seiring dengan pertumbuhan tanaman. Daun bawang merah tumbuh dari meristem pucuk, kemudian muncul keluar dari batang semu yang terbentuk oleh pelepah bagian bawah daun yang lebih tua. Daun bawang merah berwarna hijau dan berongga. Biji bawang merah memiliki umur simpan yang pendek, yaitu 2 - 4 tahun pada suhu kamar. Viabilitas biji bawang merah akan lebih lama jika disimpan pada suhu rendah dan kelembaban rendah (Zulkarnain, 2013). Umur bawang merah di dataran rendah adalah 60 - 80 hari setelah tanam. Umur bawang merah yang ditanam pada daerah dataran tinggi memiliki umur yang lebih lama yaitu 90 - 110 hari setelah tanam (Firmansyah, 2013).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Bawang Merah

Bawang merah akan berproduksi dengan baik jika dibudidayakan di lingkungan yang sesuai. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bawang merah adalah tanah dan iklim.

Tanah. Bawang merah tumbuh baik pada tanah dengan tekstur pasir, lempung atau gambut dengan drainase baik dan kandungan bahan organik tinggi. Tingkat kemasaman (pH) yang dikehendaki adalah 5,6 - 6,5. Penanaman bawang merah tidak baik dilakukan pada tanah bertekstur liat berat atau pasir kasar karena dapat menghambat pembentukan umbi. Pertanaman bawang merah menghendaki pemupukan nitrogen dan fosfor. Akar bawang merah menghendaki kondisi yang lembab untuk pertumbuhan akar-akar adventif. Akar bawang merah tidak akan tumbuh pada tanah yang kering (Zulkarnain, 2013).

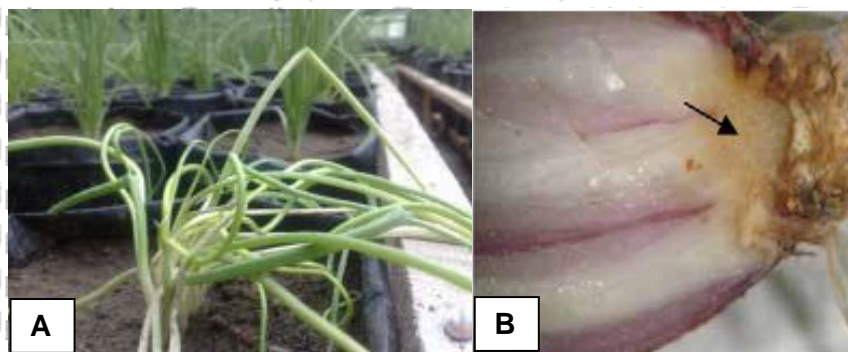
Iklim. Bawang merah adalah tanaman yang berasal dari daerah beriklim sedang, namun dapat beradaptasi dengan baik di daerah dataran rendah



maupun dataran tinggi hingga ketinggian 1000 m dpl. Ketinggian optimum pertumbuhan bawang merah adalah 0 - 400 m dpl. Bawang merah dapat tumbuh pada suhu udara 13 - 24°C dan toleran terhadap serangan embun beku (*frost*). Suhu optimum untuk pertumbuhan bibit adalah 20 - 25°C dan kelembaban udara 50 - 70%. Pertumbuhan bawang merah akan terhambat pada suhu di atas 27°C, meskipun bawang merah masih toleran terhadap suhu hingga 32°C. Tanaman bawang merah dapat membentuk umbi pada daerah dengan suhu rata-rata 22°C. Bawang merah tidak dapat membentuk umbi jika suhu udara di bawah 22°C (Sumarni dan Hidayat, 2005). Pembentukan umbi dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan fotoperiodesitas. Fotoperiodesitas atau panjang hari adalah lama siang hari dihitung mulai dari matahari terbit hingga terbenam (Sutoyo, 2011). Pembentukan umbi terjadi pada fotoperiodesitas panjang, yaitu lebih dari 12 jam per hari dan intensitas cahaya minimum 70%. Berdasarkan kebutuhan fotoperiodesitas untuk pembentukan umbi, bawang merah dikelompokkan menjadi: (1) kultivar hari pendek dengan fotoperiodesitas 12 - 13 jam, (2) kultivar hari sedang dengan fotoperiodesitas 13,5 - 14 jam, (3) kultivar hari panjang dengan fotoperiodesitas 14,5 - 15 jam, dan (4) kultivar hari sangat panjang dengan fotoperiodesitas lebih dari 16 jam (Zulkarnain, 2013).

2.3 Gejala Serangan *F. oxysporum* pada Bawang Merah

Sasaran serangan jamur *F. oxysporum* adalah bagian dasar umbi lapis, kemudian patogen dapat mengganggu perkembangan akar tanaman. Gejala yang terlihat pada tanaman adalah daun menguning, layu, dan cenderung terpelintir. Serangan lebih lanjut menyebabkan tanaman mati (Black *et al.*, 2012).



Gambar 1. Gejala serangan jamur *F. oxysporum* pada: A. tanaman bawang merah (Wiyatiningsih, 2010); B. umbi bawang merah (Fadhilah *et al.*, 2014)



Akar tanaman bawang merah yang terinfeksi *F. oxysporum* berubah warna menjadi merah gelap atau coklat kehitaman selanjutnya mengalami pembusukan. Umbi bawang merah yang terserang akan terlihat gejala busuk berair ketika dipotong membujur. Pembusukan berawal dari dasar umbi kemudian meluas ke bagian atas maupun ke samping. Bagian umbi terdapat miselium jamur berwarna putih. Tanaman yang terinfeksi jamur *F. oxysporum* menjadi kerdil dan dapat dengan mudah dicabut akibat pembusukan pada akar. Umbi yang terinfeksi pada saat panen seringkali tidak terlihat busuk namun dapat membusuk di tempat penyimpanan (Udiarto *et al.*, 2005)

2.4 Morfologi *F. oxysporum*

Jamur *F. oxysporum* tergolong ke dalam Kerajaan: Fungi, Divisi: Ascomycota, Kelas: Sordariomycetes, Bangsa: Hypocreales, Suku: Nectriaceae, Marga: *Fusarium*, Jenis: *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Mycobank, 2016).



Gambar 2. Kenampakan mikroskopis jamur *F. oxysporum* (Wanatabe, 2002)

Jamur *F. oxysporum* memiliki miselium berwarna putih, kuning, merah muda atau keunguan pada permukaan media. Miselium tampak jarang atau banyak seperti kapas. Konidiofor ramping, pendek, bercabang, tunggal atau berkelompok, berukuran lebar 3,5 - 5 μm , dan hialin. Hifa bercabang, hialin dan bersekat dengan diameter 2 - 4 μm (Barnett & Hunter, 1998).

Makrokonidia berukuran (28 - 52,5) x (5,25 - 8,1) μm , berbentuk seperti kano atau perahu, melengkung atau bengkok dibagian ujung, bersekat, terdiri dari 3 - 5 sel. Mikrokonidia bersel satu dan berbentuk lonjong atau oval, bersekat 0 - 2 buah, hialin, berukuran (17,5 - 28) x (3,5 - 5,25) μm , tunggal atau berantai (Sastrahidayat, 2013). Jamur *F. oxysporum* menghasilkan klamidospora ketika keadaan lingkungan tidak sesuai bagi patogen dan berfungsi untuk



mempertahankan kelangsungan hidup patogen. Klamidospora terdiri dari 1-2 sel, berdinding tebal, menghasilkan spora di dalam atau di bagian terminal miselium tua. Tiga tipe konidia dapat diproduksi di dalam tanah dan pada kultur jamur. Klamidospora dapat bertahan di dalam tanah dalam waktu yang lama (Agrios, 2005).

2.5 Daur Penyakit Layu *F. oxysporum*

Jamur *F. oxysporum* merupakan patogen tular tanah dan bertahan hidup di dalam tanah. Patogen dapat bertahan pada sisa jaringan tanaman yang terinfeksi dalam bentuk miselium dan dapat menghasilkan spora, pada umumnya klamidospora dapat terbentuk saat suhu lingkungan rendah. Penyebaran patogen terjadi melalui air dan kontaminasi alat pertanian yang tidak steril. Miselium jamur atau tabung kecambah spora dapat melakukan penetrasi pada ujung akar secara langsung ketika tanaman sehat ditanam pada tanah yang terinfeksi, selain itu patogen dapat masuk ke akar melalui luka atau titik tumbuh akar lateral. Miselium berkembang dalam korteks dan bergerak menuju pembuluh xilem. Miselium bercabang masuk ke dalam ruang intraseluler dan menghasilkan mikrokonidium dalam jumlah banyak sehingga terjadi penyumbatan jaringan pada pembuluh xilem. Miselium menghasilkan toksin di dalam pembuluh xilem yang dapat mengubah permeabilitas membran plasma dari sel tanaman inang sehingga tanaman lebih cepat kehilangan air. Jamur kemudian menyerang semua jaringan tanaman secara ekstensif (Agrios, 2005). Temperatur optimum untuk perkembangan patogen adalah 27°C dan infeksi terendah terjadi ketika suhu dibawah 15°C. Bawang merah dapat terinfeksi pada berbagai fase pertumbuhan. Luka pada akar, umbi dan gigitan serangga dapat meningkatkan kejadian penyakit layu yang disebabkan oleh *F. oxysporum*. Patogen dapat bertahan di dalam tanah dalam bentuk klamidospora dalam beberapa tahun (Black *et al.*, 2012).

2.6 Pengendalian Layu *F. oxysporum* pada Bawang Merah

Pengendalian penyakit layu *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah dapat dilakukan dengan pemilihan benih yang sehat sebelum penanaman, pemilihan varietas yang tahan terhadap penyakit layu *F. oxysporum*, dan melakukan rotasi tanam (Black *et al.*, 2012). Pengendalian secara kimia dapat dilakukan dengan aplikasi fungisida bahan aktif benomil, atau perpaduan antara

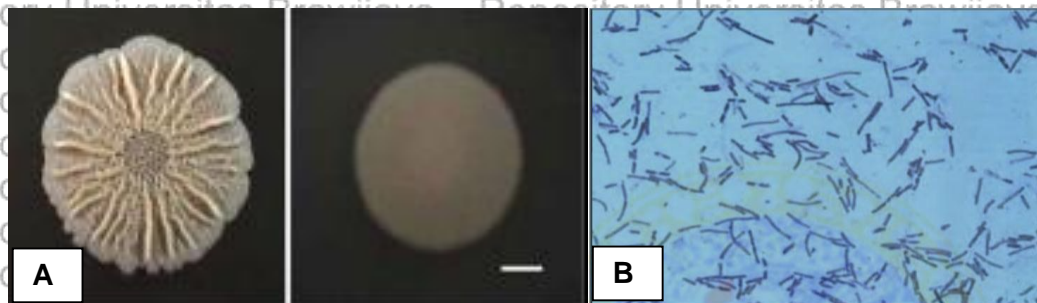


benomil dan mankozeb dengan metode perendaman umbi sebelum tanam (Naik *et al.*, 1981), aplikasi bubuk bourdeaux 1 – 2% yang disiramkan pada area pertanaman atau disemprotkan pada bagian daun tanaman. Pengendalian biologi dapat dilakukan dengan aplikasi jamur *Trichoderma viride* (Sastrahidayat, 2013), *Gliocladium* dan bakteri *P. fluorescens* (Agrios, 2005).

2.7 Pengendalian Hayati Menggunakan Mikroba Antagonis

Pengendalian hayati merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk menurunkan kepadatan populasi patogen penyebab penyakit dengan memanfaatkan agens hayati. Mikroba antagonis atau agens hayati adalah jasad renik yang terdapat di alam berupa bakteri, jamur, actinomycetes maupun virus yang dapat menekan dan menghambat organisme pengganggu tanaman (Hanudin dan Marwoto, 2012).

Bakteri *Bacillus* bersifat gram positif, berbentuk batang pendek hingga sedang dan dapat membentuk endospora. Endospora yang dimiliki berbentuk bulat dengan posisi sentral (Sopyan, 2009). *Bacillus* sp. merupakan bakteri saprofit, tidak menyebabkan penyakit pada tanaman, dapat hidup dalam kondisi anaerob, yaitu kondisi tanpa oksigen. Bakteri *B. subtilis* dapat ditemukan di air, tanah, udara, dan sisa tanaman (Suriani dan Muis, 2016).



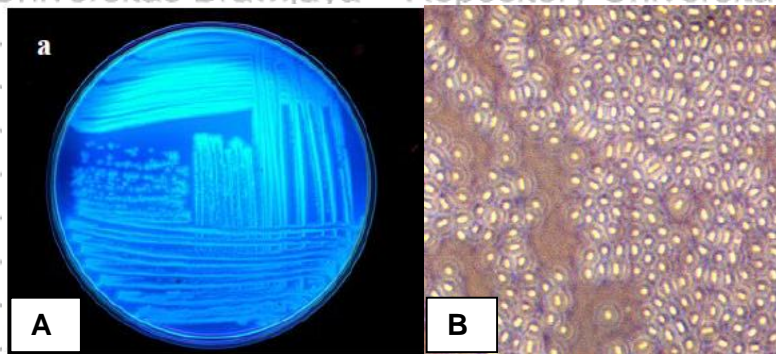
Gambar 3. Morfologi bakteri *B. subtilis*. A. Makroskopis. B. Mikroskopis (Abdel-Aziz dan Aeron, 2014; Aryal, 2016)

Bakteri *B. subtilis* dapat menghasilkan spora untuk mempertahankan diri pada kondisi lingkungan yang ekstrim. Bakteri ini menghasilkan senyawa antibiotik iturin, basilin, bacilomycin, dan fengicin yang berfungsi sebagai antifungi serta antibiotik subtilisin dan basitrasin yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen (Sumi *et al.*, 2015). Beberapa strain bakteri *B. subtilis*



memiliki aktivitas antagonis dengan memproduksi siderofor yang merupakan senyawa pengikat Fe (Yu *et al.*, 2011).

Bakteri *Pseudomonas* sp. termasuk dalam golongan gram negatif yang banyak ditemukan pada bagian tanaman seperti permukaan daun dan akar, sisa tanaman yang membusuk, serta kotoran hewan (Supriadi, 2006). Bakteri *Pseudomonas* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik atau antifungal, siderofor, dan metabolit sekunder lainnya yang bersifat menghambat aktivitas jamur patogen (Haas dan Devago, 2005). Bakteri *P. fluorescens* telah dimanfaatkan untuk mengendalikan beberapa jamur dan bakteri patogen tanaman, selain itu juga memiliki kemampuan melindungi akar tanaman dari infeksi patogen dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti antijamur dan antibiotik, serta kompetisi dalam penyerapan kation Fe^{+} (Supriadi, 2006).



Gambar 4. Morfologi bakteri *P. fluorescens*. A. Makroskopis koloni pada media King's B.; B. Mikroskopis koloni hasil pewarnaan gram (Nawangsih, 2006).

Bakteri *Corynebacterium* sp. merupakan bakteri gram positif dan bersifat antagonis terhadap patogen tanaman. Umumnya bakteri ini berbentuk batang lurus sampai agak sedikit bengkok dengan ukuran $(0,5-0,9) \times (1,5-4)\mu m$. Sebagian besar jenis bakteri ini tidak bergerak, tetapi beberapa spesies ada yang bergerak menggunakan dua bulu cambuk polar (Agrios, 2005). Bakteri *Corynebacterium* sp. dapat berkolonisasi pada tanaman dan memiliki aktivitas antagonis dengan spektrum yang luas terhadap patogen tanaman dengan menghasilkan siderofor serta kompetisi ruang dan nutrisi. Bakteri *Corynebacterium* sp. dapat ditemukan di tanah dan dilaporkan dapat



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

bakteri tunggal. Bakteri konsorsium mengendalikan penyakit melalui perpaduan mekanisme dari masing-masing strain tunggal sehingga dapat memberikan hasil terbaik dalam menegendalikan penyakit tanaman (Choure dan Dubey, 2012). Mekanisme penghambatan patogen tanaman pada aplikasi konsorsium lebih beragam melalui sifat antagonistik, kompetisi, mikoparasit, induksi ketahanan, dan sintesis fitohormon (Nurhayati, 2011).

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

11
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah aplikasi bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. dalam bentuk konsorsium memberikan hasil terbaik dalam mengendalikan patogen *F. oxysporum* secara *in vitro* dan *in vivo* serta dapat membantu pertumbuhan tanaman bawang merah.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada Bulan April sampai Oktober 2017.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu cawan petri, jarum ose, pinset, lampu bunsen, *autoclave*, *laminar air flow*, timbangan analitik, gelas ukur, erlenmeyer, botol scott, tabung reaksi, mikropipet, *microtube*, *cork borer*, spatula, gunting, *cutter*, penggaris, *object glass*, *cover glass*, mikroskop, *polybag*, dan alat semprot.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu media *Nutrient Agar* (NA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), ekstrak kentang dextrose (EKD), alkohol 70%, klorox 2%, aquades steril, spiritus, kertas saring, tisu, kapas, plastik *wrapp*, kloramfenikol, plastik tahan panas, *aluminium foil*, formalin 2%, tanah, kompos, benih bawang merah varietas Super Philip, fungisida bahan aktif benomil 50%, jamur patogen *F. oxysporum* yang diperoleh dengan mengisolasi dari tanaman bawang merah yang menunjukkan gejala busuk pangkal batang, bakteri antagonis *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. yang diperoleh dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, serta konsorsium mikroba antagonis yaitu gabungan dari bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* yang dikombinasikan dalam satu formulasi.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi persiapan penelitian dan pelaksanaan penelitian. Persiapan penelitian meliputi perbanyakan isolat jamur *F. oxysporum*, perbanyakan isolat bakteri antagonis, dan Postulat Koch. Pelaksanaan penelitian meliputi uji penghambatan pertumbuhan jamur secara *in vitro* dan uji penghambatan penyakit busuk pangkal batang secara *in vivo*. Pelaksanaan Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan.



3.3.1 Persiapan Penelitian

Perbanyak isolat jamur *F. oxysporum*. Jamur *F. oxysporum* didapatkan dengan cara mengumpulkan tanaman bawang merah yang terinfeksi penyakit busuk pangkal batang. Isolasi *F. oxysporum* sesuai metode yang dilakukan oleh Kurniasih, *et al.* (2014) dan dimodifikasi dengan cara memotong bagian umbi bawang merah yang bergejala berukuran 1 cm, setengah bagian sakit dan setengah bagian sehat. Sterilisasi permukaan menggunakan klorox 2%, alkohol 70%, dan aquades masing-masing selama 1 menit, ditiriskan di atas tisu steril. Hasil potongan yang telah disterilkan ditanam di media PDA yang telah ditambahkan antibakteri kloramfenikol. Isolat di inkubasi pada suhu 25 - 30°C sampai jamur tumbuh pada cawan petri (Muhibuddin *et al.*, 2011).

Pemurnian biakan jamur dilakukan dengan cara memotong sebagian miselium jamur dari hasil isolasi dan dipindahkan secara aseptis menggunakan jarum ose ke dalam media PDA baru yang telah ditambahkan antibakteri kloramfenikol. Biakan jamur yang telah murni diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk proses identifikasi. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan cara meletakkan koloni jamur hasil biakan murni di atas gelas objek steril, ditutup dengan gelas penutup (Kurniasih, *et al.* 2014), dan diinkubasi selama 3 hari. Pengamatan mikroskopis dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x untuk memastikan bahwa isolat jamur tersebut adalah *F. oxysporum* dengan membandingkan menurut pustaka Barnet dan Hunter (1986) dan Watanabe (2002).

Perbanyak isolat bakteri antagonis. Isolat bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. ditumbuhkan kembali pada media NA menggunakan metode *streak* dan diinkubasi pada suhu ruang selama 2 x 24 jam. Koloni biakan bakteri yang telah diinkubasi selama 2 x 24 jam diremajakan kembali dengan cara mengambil satu koloni tunggal menggunakan jarum ose steril kemudian digores pada permukaan media NA. Inkubasi dilakukan selama 2 x 24 jam.

Postulat Koch. Uji Postulat Koch dilakukan untuk membuktikan bahwa patogen hasil dari isolasi merupakan patogen yang mampu menimbulkan gejala yang sama dengan gejala yang muncul di lapang. Jamur patogen yang telah diisolasi, diinokulasikan pada tanaman bawang merah yang sehat, kemudian diamati sampai gejala penyakit busuk pangkal batang muncul. Gejala penyakit



yang muncul harus sama dengan gejala yang terlihat di lapang dan harus dapat diisolasi kembali pada biakan murni (Kurniasih *et al.*, 2014).

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan (Tabel 1). Kerapatan bakteri antagonis yang digunakan adalah 10^8 cfu/ml. Kontrol positif menggunakan fungisida berbahan aktif benomil 50%. Kontrol negatif menggunakan aquades steril. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali.

Tabel 1. Perlakuan uji penghambatan jamur patogen *F. oxysporum*

Perlakuan	Keterangan
P0	Kontrol
P1	<i>B. subtilis</i> kerapatan 10^8 cfu/ml
P2	<i>P. fluorescens</i> kerapatan 10^8 cfu/ml
P3	<i>Corynebacterium</i> sp. kerapatan 10^8 cfu/ml
P4	<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> masing-masing kerapatan 10^8 cfu/ml
P5	<i>B. subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp. masing-masing kerapatan 10^8 cfu/ml
P6	<i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp. masing-masing kerapatan 10^8 cfu/ml
P7	<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp. masing-masing kerapatan 10^8 cfu/ml
P8	Fungisida bahan aktif benomil 50%, konsentrasi 2 g/L

Uji penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* secara *in vitro*.

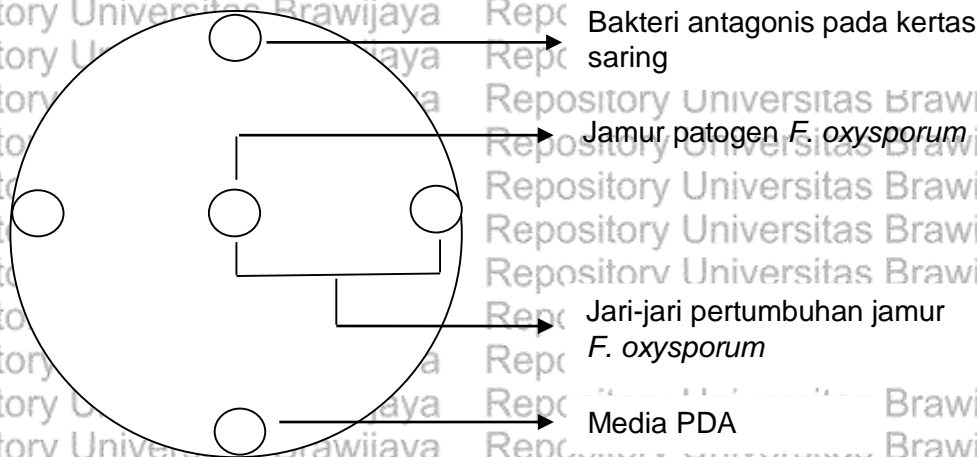
Uji penghambatan pertumbuhan jamur dilakukan dengan mengambil miselium jamur *F. oxysporum* dari biakan murni umur 7 hari menggunakan *cork borer* berdiameter 0,5 cm dan ditempatkan di tengah cawan petri yang berisi media PDA.

Potongan kertas saring berdiameter 0,5 cm direndam ke dalam larutan mikroba antagonis selama ± 1 menit dan ditiriskan hingga kering di atas tisu steril. Kertas saring ditanam di empat sisi tepi cawan petri pada masing-masing media PDA secara presisi (gambar 6), kemudian diinkubasi pada suhu 25 – 30°C hingga *F. oxysporum* pada perlakuan kontrol menyentuh tepi cawan petri.

Perlakuan fungisida dilakukan dengan teknik makanan beracun (Widiastuti *et al.*, 2011). Konsentrasi fungisida yang digunakan adalah 2 g/L. Perlakuan fungisida dilakukan dengan mencampur 6 ml PDA cair dengan 1 ml larutan fungisida, kemudian dihomogenkan dan dituang ke dalam cawan petri. Miselium jamur diambil dengan *cork borer* dan diletakkan pada tengah cawan petri yang



telah berisi media PDA + fungisida. Biakan diinkubasi pada suhu 25 – 30°C. Perlakuan kontrol negatif dilakukan dengan meletakkan miselium jamur *F. oxysporum* pada bagian tengah cawan petri kemudian diamati hingga miselium jamur memenuhi cawan petri.



Gambar 6. Perlakuan uji antagonis bakteri tunggal dan konsorsium *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* terhadap jamur *F. oxysporum*.

Uji penghambatan penyakit busuk pangkal batang secara *in vivo*.

Media tanam yang digunakan adalah tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Tanah yang akan digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan cara menyiramkan formalin 2% untuk mencegah patogen yang tidak diinginkan menyerang tanaman bawang merah. Tanah disungkup dan diinkubasi selama 7 hari, setelah masa inkubasi selesai, media tanam dikeringanginkan selama 5 hari. Bibit bawang merah yang digunakan adalah varietas Super Philip. Penanaman bawang merah menggunakan tray. Total tanaman yang dibutuhkan sebanyak 180 tanaman. Bibit yang ditanam adalah bibit yang menunjukkan kriteria sehat yaitu umbi yang memiliki bentuk utuh dan tidak membawa patogen.

Inokulasi jamur *F. oxysporum* dilakukan berdasarkan metode Yu *et al.* (2011) yang telah dimodifikasi yaitu dengan menyiram 6 ml/tanaman suspensi jamur ke dalam tanah 3 hari sebelum tanam. Suspensi *F. oxysporum* dibuat dengan memindahkan miselium dari cawan petri ke media EKD pada erlenmeyer dan diletakkan di *orbital shaker* selama 3 hari dengan kecepatan 120 rpm. Kerapatan jamur yang diinokulasikan adalah 10^6 konidia/ml (Abdallah *et al.*, 2017).



Rumus yang digunakan untuk menghitung konidia per milliliter menurut Gabriel dan Riyanto (1989) :

$$K = \frac{T \times d}{n \times 0,25} \times 10^6 \text{ konidia/ml}$$

Keterangan :

K = jumlah konidia/ml larutan

T = total konidia dalam semua kotak contoh

d = faktor pengenceran

n = jumlah kotak yang dihitung

0,25 = konstanta

Aplikasi bakteri antagonis dilakukan berdasarkan metode Saikia *et al.* (2003) yang telah dimodifikasi yaitu dengan cara menyiram 6 ml/tanaman suspensi bakteri pada tiap tanaman. Bakteri antagonis yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran *Optical Density* dengan spektrofotometer yaitu

$OD_{600} = 1$ kerapatan bakteri 10^8 cfu/ml. Aplikasi mikroba *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Corynebacterium* sp., mikroba konsorsium, dan fungisida dilakukan pada saat tanam, 7 hari setelah tanam (hst), 14 hst, dan 21 hst.

3.4 Variabel Pengamatan

3.4.1 Penghambatan Pertumbuhan Jamur *F. oxysporum* secara *in vitro*

Pengamatan dilakukan dengan menghitung selisih jari-jari pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (satuan mm) antara perlakuan kontrol dibandingkan dengan perlakuan menggunakan isolat tunggal dan konsorsium bakteri antagonis.

Pengamatan dilakukan mulai 2 hari setelah inokulasi (hsi) hingga koloni jamur pada perlakuan kontrol memenuhi cawan petri. Perhitungan persentase daya hambat bakteri antagonis terhadap pertumbuhan jamur patogen *F. oxysporum* dihitung dengan rumus berdasarkan Maitlo *et al.* (2014):

$$I = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan :

I : Persentase daya hambat

R1: Jari-jari pertumbuhan jamur patogen *F. oxysporum* pada perlakuan kontrol

R2: Jari-jari pertumbuhan jamur patogen *F. oxysporum* pada perlakuan non-kontrol



3.4.2 Masa inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari setelah tanam sampai muncul gejala penyakit busuk pangkal batang. Pengamatan dilakukan pada semua tanaman uji.

3.4.3 Kejadian Penyakit.

Kejadian penyakit diamati selama 6 kali pengamatan yaitu pada 8 hst, 11 hst, 15 hst, 18 hst, 22 hst, dan 25 hst. Pengamatan dilakukan dengan mengamati tanaman yang terserang penyakit busuk pangkal batang pada tiap perlakuan dan ulangan, kemudian dihitung persentase kejadian penyakit pada tiap perlakuan dan ulangan.

Persentase kejadian penyakit *F. oxysporum* dihitung dengan rumus Christopher *et al.*, (2010).

$$\% \text{ Kejadian penyakit} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

n : jumlah tanaman yang terserang patogen *F. oxysporum*

N : total tanaman yang diamati

3.4.4 Pertumbuhan tanaman

Pengaruh aplikasi bakteri antagonis terhadap pertumbuhan tanaman dilakukan dengan mengamati tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman bawang merah. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan pada 8 hst, 11 hst, 15 hst, 18 hst, 22 hst, dan 25 hst. Perhitungan berat basah tanaman dilakukan pada 30 hst.

3.5 Analisis Data

Analisis data tentang daya hambat, masa inkubasi, kejadian penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah dalam penelitian ini menggunakan analisis sidik ragam anova pada taraf kesalahan 5%. Hasil pengujian yang berbeda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji duncan pada taraf kesalahan 5%.

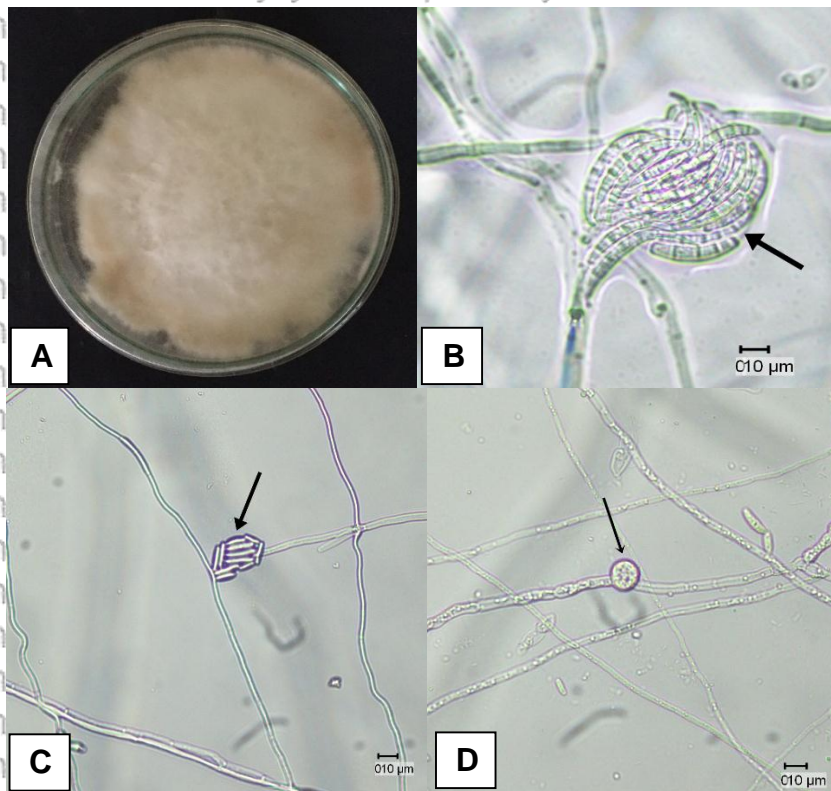


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *F. oxysporum*

Isolat jamur *F. oxysporum* didapatkan dari tanaman bawang merah yang menunjukkan gejala busuk pangkal batang di lapang, kemudian diisolasi pada media PDA. Identifikasi jamur *F. oxysporum* dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan mengamati warna dan bentuk koloni jamur yang tumbuh pada media PDA, sedangkan pengamatan mikroskopis meliputi bentuk hifa, makrokonidia, mikrokonidia, dan klamidospora.

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan koloni jamur berwarna putih kusam atau putih kekuningan dan memiliki warna dasar putih keunguan. Tepi koloni tidak rata dengan tekstur permukaan seperti kapas (gambar 7).



Gambar 7. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *F. oxysporum*; A. Koloni *F. oxysporum* pada media PDA, B. Makrokonidia (perbesaran 400x), C. Mikrokonidia (perbesaran 400x). D. Klamidospora (perbesaran 400x).

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat dan hialin. Makrokonidia berbentuk bulan sabit dan meruncing pada kedua ujungnya. Makrokonidia bersekat dan terdiri dari 3 – 5 sel. Makrokonidia memiliki ukuran



43,35 x 6,54 μm . Mikrokonidia berbentuk oval atau silinder, berwarna hialin, beberapa memiliki sekat dan terdiri dari 1 – 2 sel. Mikrokonidia berukuran 7,33 x 2,54 μm . Klamidospora berbentuk bulat dan memiliki diameter berukuran 10,9 μm . Pengamatan ciri morfologi jamur *F. oxysporum* didasarkan pada deskripsi Barnett dan Hunter (1998) dan Wanatabe (2002) menyebutkan bahwa miselium jamur *F. oxysporum* memiliki tekstur seperti kapas. Warna koloni jamur merah muda, ungu atau kuning. Konidia berwarna hialin dan terdiri dari dua tipe yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia berwarna hialin, berbentuk seperti perahu atau bulan sabit dengan ujung sel meruncing atau ramping. Makrokonidia umumnya terdiri dari empat sel dengan ukuran (29,1 – 45) x (2,9 – 4,79) μm sedangkan mikrokonidia terdiri dari 1 – 3 sel, memiliki ukuran (6 – 15,8) x (1,9 – 3,79) μm , berbentuk oval dan berwarna hialin. Klamidospora berbentuk bulat dan bergerombol. Ukuran diameter klamidospora adalah 10,2 – 15 μm .

4.2 Uji Postulat Koch

Pengujian postulat koch dilakukan untuk memastikan bahwa jamur *F. oxysporum* yang didapatkan dari hasil isolasi merupakan patogen yang menyerang tanaman bawang merah. Hasil uji postulat koch menunjukkan gejala serangan busuk pangkal batang pada tanaman yang diinokulasi jamur *F. oxysporum*. Ciri-ciri gejala yang muncul ditunjukkan dengan perubahan warna daun menjadi kuning atau pucat, bagian ujung daun kering berwarna coklat, daun layu secara keseluruhan, tanaman mudah dicabut, dan akar tanaman rusak (gambar 8). Tanaman yang bergejala diisolasi kembali untuk mendapatkan isolat jamur *F. oxysporum* yang sama dengan isolasi awal.



Gambar 8. Hasil uji postulat koch jamur *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah (14 hst). A. Tanaman bawang merah bergejala *F. oxysporum*. B. Tanaman bawang merah sehat



Pengamatan hasil reisolasi dari postulat koch secara makroskopis pada media PDA menunjukkan koloni jamur berwarna putih yang kemudian berubah menjadi putih kekuningan. Dasar koloni berwarna putih keunguan dan memiliki tekstur seperti kapas. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan isolat jamur memiliki hifa bersekat, berwarna hialin, menghasilkan makrokonidia berbentuk bulan sabit dan bersekat, mikrokonidia berbentuk oval, serta menghasilkan klamidospora berbentuk bulat. Pengamatan isolat jamur *F. oxysporum* secara makroskopis dan mikroskopis dari postulat koch menunjukkan hasil yang sama seperti hasil isolasi awal, hal ini menunjukkan bahwa jamur *F. oxysporum* hasil isolasi merupakan penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah.

Patogen hasil isolasi dapat dikatakan sebagai penyebab penyakit ketika memenuhi kaidah koch yaitu (i) patogen tersebut didapatkan berasosiasi dengan penyakit pada tumbuhan sakit yang diuji, (ii) patogen harus dapat diisolasi dan ditumbuhkan pada media biakan jika bersifat parasit non obligat atau dapat diisolasi pada tumbuhan inang yang rentan jika bersifat parasit obligat, (iii) patogen hasil biakan murni harus dapat diinokulasikan pada tumbuhan sehat dari spesies atau varietas yang sama dengan tempat penyakit tersebut muncul dan patogen tersebut harus menghasilkan gejala penyakit yang sama pada tumbuhan yang telah diinokulasi, (iv) patogen yang telah muncul harus dapat diisolasi kembali dan harus memiliki sifat sama dengan langkah kedua (Agrios, 1996).

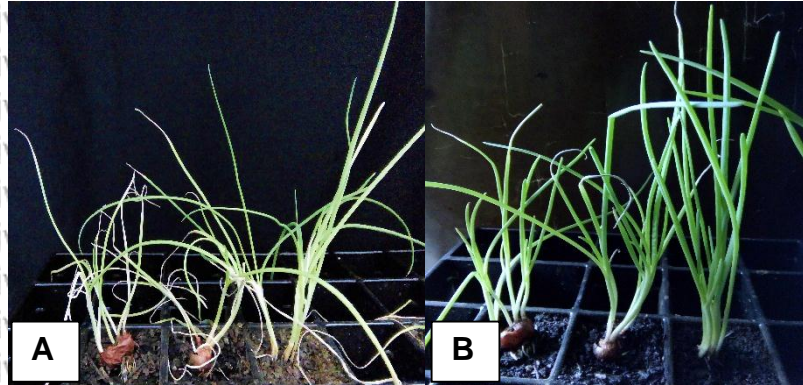
4.3 Gejala serangan *F. oxysporum* pada Tanaman Bawang Merah

Gejala serangan *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah ditunjukkan dengan ujung daun mengering yang kemudian meluas ke bagian pangkal daun. Daun tanaman menguning dan layu. Tanaman yang terserang *F. oxysporum* menunjukkan pembusukan pada bagian pangkal daun sehingga daun mudah dicabut dan terpisah dengan bagian umbi. Beberapa tanaman bawang merah yang terserang *F. oxysporum* menunjukkan gejala bentuk daun yang meliuk pada bagian pangkal dan ujung daun. Serangan lebih lanjut menyebabkan tanaman layu keseluruhan kemudian kering dan mati (gambar 9).

Jamur *F. oxysporum* menginfeksi tanaman bawang merah pada berbagai tingkat pertumbuhan. Pada fase pembibitan, jamur *F. oxysporum* menginfeksi pelepah daun muda dan menyebabkan rebah kecambah. Pada tanaman



dewasa, jamur *F. oxysporum* mempenetrasi pangkal daun tua dan menyebabkan daun melengkung, menguning, dan layu (Hasanuddin dan Rosmayati, 2013).



Gambar 9. Gejala serangan *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah (14 hst). A. Tanaman bawang merah terserang *F. oxysporum*. B. Tanaman bawang merah sehat.

Pengamatan gejala *F. oxysporum* di lapang ditandai dengan perubahan warna daun menjadi kuning atau coklat. Kerusakan daun dimulai dari bagian ujung daun dan meluas hingga ke bagian pangkal daun. Batang semu dan daun terlihat meliuk. Umbi lapis tampak kecil dan terjadi diskolorasi hingga nekrosis. Bagian akar tanaman yang terserang patogen terlihat busuk dan berubah warna menjadi coklat kehitaman (Sintayehu *et al.*, 2011; Wiyatiningsih dan Sukaryirini., 2010). Patogen tular tanah menginfeksi akar dan bagian tanaman yang berbatasan dengan permukaan tanah, kemudian berkembang dalam pembuluh xilem dan terjadi penyumbatan transportasi hara dan air. Penyumbatan pembuluh xilem mengakibatkan tanaman layu, selanjutnya patogen akan menyebar ke seluruh bagian tanaman dan serangan berat menyebabkan tanaman mati (Sumartini, 2011).

4.4 Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur *F. oxysporum* secara *In vitro*

Pengamatan uji penghambatan pertumbuhan *F. oxysporum* dengan bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium dilakukan selama 6 hari. Penghambatan pertumbuhan jamur diketahui melalui pengukuran pertumbuhan miselium jamur pada media PDA. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa bakteri antagonis tunggal dan konsorsium memiliki pengaruh nyata terhadap daya hambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* secara *in vitro* pada pengamatan hari pertama sampai hari keenam.



Pengamatan hari pertama sampai hari ketiga, perlakuan tunggal bakteri *B. subtilis* memiliki persentase penghambatan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan bakteri antagonis lainnya yaitu berturut-turut sebesar 63,19%, 61,75%, dan 59,43%, namun memiliki kemampuan menghambat yang sama dengan perlakuan fungisida, konsorsium bakteri *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp., dan konsorsium bakteri *B. subtilis* + *P. fluorescens* + *Corynebacterium* sp. Pengamatan hari keempat perlakuan tunggal bakteri *B. subtilis*, perlakuan tunggal *P. fluorescens*, konsorsium *B. subtilis* + *P. fluorescens*, konsorsium *B. subtilis* + *P. fluorescens* + *Corynebacterium* sp., konsorsium *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp., dan fungisida menunjukkan kemampuan yang sama dalam menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum*. Pengamatan hari kelima sampai hari keenam, perlakuan konsorsium *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. Menunjukkan persentase penghambatan lebih tinggi yaitu berturut-turut sebesar 51,52% dan 55,52%, namun memiliki kemampuan menghambat yang sama dengan perlakuan tunggal *B. subtilis*, konsorsium *B. subtilis* + *P. fluorescens*, konsorsium *B. subtilis* + *P. fluorescens* + *Corynebacterium* sp., dan fungisida (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum*

Perlakuan	% Rerata Daya Hambat pada Pengamatan ke-					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
<i>B. subtilis</i>	63,19 ^e	61,75 ^e	59,43 ^d	50,33 ^c	48,50 ^c	51,68 ^c
<i>P. fluorescens</i>	21,53 ^{bc}	24,21 ^{bc}	24,98 ^b	23,22 ^{bc}	26,11 ^b	24,91 ^b
<i>Corynebacterium</i> sp.	17,92 ^b	27,54 ^{bc}	22,61 ^b	18,58 ^b	21,14 ^b	23,99 ^b
<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i>	11,53 ^b	20,88 ^b	31,22 ^{bc}	29,20 ^{bc}	33,21 ^{bc}	35,12 ^{bc}
<i>B. subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	58,06 ^{de}	55,44 ^{de}	51,81 ^{cd}	50,24 ^c	51,52 ^c	55,52 ^c
<i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	38,61 ^{cd}	25,18 ^{bc}	24,21 ^b	22,77 ^b	24,17 ^b	25,77 ^b
<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	46,67 ^{de}	40,53 ^{cd}	35,10 ^{bcd}	30,66 ^{bc}	37,64 ^{bc}	44,18 ^{bc}
Fungisida	70,70 ^e	61,75 ^e	52,71 ^{cd}	48,43 ^c	41,56 ^{bc}	38,45 ^{bc}

Keterangan :Data pada tabel merupakan data asli dan ditransformasi menggunakan arc sin. Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%.

Bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. sebagai agens antagonis mampu menekan miselium jamur *F. oxysporum* yang diaplikasikan secara tunggal dan konsorsium dalam kondisi *in vitro*. Bakteri *B. subtilis* sebagai penghasil produk bioaktif memiliki kemampuan memproduksi



metabolit yang berkontribusi terhadap aktivitas antifungi. Ekstrak senyawa organik dari bakteri *B. subtilis* dapat menekan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* sebesar 37 – 90% (Abdallah *et al.*, 2015). Bakteri *B. subtilis* menghasilkan siderofor sehingga mampu menghambat pertumbuhan miselium jamur *F. oxysporum* pada tanaman lada sebesar 19,26 – 94,07% serta mampu mengurangi perkecambahannya spora jamur *F. oxysporum* sebesar 8 – 64% (Yu *et al.*, 2011). *B. subtilis* juga dilaporkan dapat menghasilkan gen kitinase yang berperan dalam menghidrolisis dinding sel jamur patogen. Gen kitinase memiliki peran penting dalam aktivitas antagonis bakteri untuk mengendalikan jamur patogen tanaman (Abdallah *et al.*, 2017). Bakteri *P. fluorescens* dapat menghasilkan antibiotik pyoleuterin yang berfungsi sebagai antifungi dan dilaporkan dapat menghambat jamur patogen *Pythium ultimum* pada pembibitan tanaman kapas (Thompson *et al.*, 1999). Bakteri *P. fluorescens* menghasilkan metabolit sekunder seperti HCN yang bisa menghambat patogen dengan menguraikan dinding sel jamur. HCN yang dihasilkan bakteri *P. fluorescens* dilaporkan dapat mengendalikan perkembangan jamur patogen tular tanah *Thielaviopsis basicola* pada tanaman tembakau (Tewari dan Arora, 2013). Siderofor juga dihasilkan oleh bakteri *P. fluorescens* yang berfungsi untuk mengikat Fe dalam tanah sehingga tidak tersedia bagi patogen. *P. fluorescens* dalam bentuk formulasi cair dapat menekan pertumbuhan miselium jamur *Alternaria solani* dan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* secara *in vitro* (Manikandan *et al.*, 2010). Bakteri *Corynebacterium* sp. diketahui dapat dimanfaatkan sebagai agens antagonis dan memiliki kisaran yang luas dalam mengendalikan patogen dari golongan jamur dengan menghasilkan siderofor, antibiosis, serta kompetisi nutrisi (Dhinakaran *et al.*, 2012).

Miselium jamur *F. oxysporum* membutuhkan waktu 12 hari untuk tumbuh dan berkembang hingga memenuhi cawan petri (Supriyadi *et al.*, 2013). Berdasarkan pengamatan, pertumbuhan jamur *F. oxysporum* mulai lambat pada pengamatan ke-5 dan ke-6, hal ini ditunjukkan dengan pertumbuhan miselium jamur yang tidak jauh berbeda dengan pengamatan sebelumnya. Diduga pada pengamatan ke-5 dan ke-6 merupakan waktu penghambatan optimum bakteri antagonis terhadap jamur *F. oxysporum*. Penelitian Abdallah *et al.* (2013) melaporkan bahwa aktivitas antijamur dari *B. subtilis* ditunjukkan antara fase pertumbuhan eksponensial dan stasioner. Aktivitas antijamur semakin meningkat



dan mencapai tingkat tertinggi setelah hari ke-4 sampai hari ke-5 inkubasi. Nilai daya hambat bakteri *P. fluorescens* terhadap jamur *Colletotrichum acutatum* pada 6 hsi lebih besar dibandingkan pada pengamatan 2 hsi (Sriyanti *et al.*, 2015), dan diduga terjadi aktivitas yang sama dengan bakteri *Corynebacterium* sp.

Penghambatan tertinggi pada pengamatan ke-5 dan ke-6 adalah perlakuan konsorsium bakteri *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. Diasumsikan bakteri *B. subtilis* + *Corynebacterium* dapat bekerjasama dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen ketika diaplikasikan bersama dibandingkan dengan aplikasi tunggal. Senyawa metabolit yang dihasilkan oleh masing-masing bakteri pada perlakuan konsorsium diduga dapat berasosiasi sehingga mampu mengendalikan jamur patogen. Pengaruh gabungan lebih dari satu jenis biokontrol yang berbeda juga dapat memberikan hasil yang baik dalam menekan perkembangan patogen (Singh *et al.*, 1998). Hasil perlakuan bakteri konsorsium lainnya tidak sesuai dengan pendapat Singh *et al.* (1998), hal ini ditunjukkan oleh nilai penghambatan yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan konsorsium bakteri *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. Hasil tersebut diduga terdapat isolat bakteri yang memiliki viabilitas rendah sehingga menghasilkan nilai penghambatan lebih kecil ketika diaplikasikan secara tunggal maupun aplikasi gabungan dengan bakteri antagonis lainnya, selain itu diduga terdapat bakteri yang tidak sinergis dengan bakteri antagonis lain sehingga mengakibatkan nilai penghambatan yang rendah. Tidak sinergisme antar mikroba memungkinkan terjadi penghambatan diantara bakteri antagonis yang diaplikasikan. Ketidakefektifan konsorsium disebabkan oleh ketidakcocokan antar mikroba sehingga tidak menguntungkan bagi aktivitas biokontrol (Raupach *et al.*, 1998).

4.5 Masa Inkubasi Penyakit *F. oxysporum* pada Tanaman Bawang Merah

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium tidak berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi jamur *F. oxysporum*. Hal tersebut dapat diartikan bahwa bakteri antagonis yang diaplikasikan tidak memiliki pengaruh dalam menghambat perkembangan patogen *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah. Aktivitas antagonis yang lemah diduga akibat bakteri antagonis tidak berkembang dengan baik pada media tanam sehingga memiliki kemampuan yang lemah dalam menekan perkembangan patogen.



Masa inkubasi merupakan interval waktu yang dibutuhkan patogen menimbulkan gejala pada tanaman inang setelah melakukan infeksi (Semangun, 2006). Pengaruh bakteri antagonis dalam menghambat perkembangan patogen dapat dilihat dari masa inkubasi yang terjadi. Rerata masa inkubasi yang lebih lama memiliki kemampuan menekan perkembangan penyakit lebih tinggi dibandingkan rerata masa inkubasi yang lebih cepat (Wiyatiningsih dan Sukaryini, 2010).

Tabel 3. Rerata masa inkubasi *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Rerata Masa Inkubasi (hsi)
Kontrol	17,50
<i>B. subtilis</i>	20,00
<i>P. fluorescens</i>	18,25
<i>Corynebacterium</i> sp.	19,50
<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i>	22,50
<i>B. subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	17,25
<i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	17,50
<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	21,75
Fungisida	16,75

Keterangan :Data pada tabel merupakan data asli dan ditransformasi menggunakan logaritma.

Lama masa inkubasi berbagai penyakit bervariasi dan dipengaruhi oleh kombinasi hubungan antara inang dengan patogen, tingkat perkembangan inang, dan suhu lingkungan inang yang terinfeksi. Patogen menginfeksi tanaman dan mendapatkan makanan dari sel-sel hidup tanaman, patogen mengeluarkan zat-zat aktif seperti enzim, toksin, dan zat pengatur tumbuh untuk mempengaruhi struktur sel inang selama proses infeksi, disisi lain tanaman merespon dengan berbagai mekanisme pertahanan yang menghasilkan beragam tingkat perlindungan terhadap patogen. Keberhasilan infeksi dipengaruhi oleh kondisi tanaman yang rentan dan patogen harus dalam tingkat patogenik. Suhu dan kelembaban lingkungan tanaman harus dalam kondisi yang menguntungkan bagi perkembangan patogen (Agrios, 1996). Jamur *F. oxysporum* dapat berkecambah pada suhu 25 – 30°C dan menjadi virulen pada suhu 25 – 28°C, namun pada suhu 38°C patogen akan mati (Sastrahidayat, 2011). Kelembaban optimum pertumbuhan patogen *F. oxysporum* berkisar 60 – 70% (Abawi dan Lorbeer, 1972). Suhu rata-rata harian dan kelembaban lingkungan pada saat penelitian secara berurutan berkisar 26,6 – 29,1°C dan 63% - 83% merupakan kondisi yang menguntungkan bagi perkembangan patogen *F. oxysporum*. Diduga kondisi



tanaman bawang merah yang rentan juga mempengaruhi keberhasilan infeksi patogen.

4.6 Pengaruh Aplikasi Bakteri Antagonis terhadap Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah

Pengamatan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah selama 6 kali pengamatan menunjukkan persentase kejadian penyakit yang bervariasi pada tiap perlakuan (tabel 4).

Tabel 4. Rerata persentase kejadian penyakit pada tanaman bawang merah yang disebabkan oleh *F. oxysporum*

Perlakuan	% Rerata Kejadian Penyakit pada Pengamatan ke-					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	5	5	10	30	40	55
<i>B. subtilis</i>	0	0	0	10	35	60
<i>P. fluorescens</i>	0	0	5	20	40	60
<i>Corynebacterium</i> sp.	0	0	0	20	30	35
<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i>	0	0	0	5	20	45
<i>B. subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	5	5	10	35	50	50
<i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	0	10	10	20	30	70
<i>B. subtilis</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	0	0	5	10	20	45
Fungisida	0	0	5	10	25	30

Keterangan : Data pada tabel merupakan data asli dan data pengamatan 1 – 3 ditransformasi menggunakan akar kuadrat, data pengamatan 4 – 6 ditransformasi menggunakan arc sin.

Kejadian penyakit pada perlakuan kontrol dan konsorsium *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. mulai terlihat pada pengamatan hari pertama dan mengalami peningkatan hingga hari keenam secara berurutan sebesar 5 – 55% dan 5 – 50%. Kejadian penyakit pada perlakuan tunggal *P. fluorescens*, perlakuan konsorsium *B. subtilis* + *P. fluorescens* + *Corynebacterium* sp., dan perlakuan fungisida mulai terlihat pada pengamatan hari ketiga masing-masing sebesar 5 – 60%, 5 – 45%, dan 5 – 30%. Perlakuan tunggal *B. subtilis* dan *Corynebacterium* sp. mulai muncul kejadian penyakit pada pengamatan hari keempat secara berurutan sebesar 10 – 60% dan 20 – 35%, sedangkan perlakuan konsorsium *P. fluorescens* + *Corynebacterium* sp. menunjukkan kejadian penyakit pada pengamatan kedua sebesar 10 – 70%.

Hasil aplikasi bakteri antagonis tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kejadian penyakit busuk pangkal batang, dapat diartikan bahwa bakteri antagonis yang diaplikasikan secara tunggal dan konsorsium tidak dapat



mengendalikan patogen *F. oxysporum* secara *in vivo*. Hal ini diduga patogen *F. oxysporum* berkembang lebih cepat pada media tanam sehingga lebih virulen terhadap tanaman bawang merah. Suhu rata-rata harian selama penelitian berkisar 26,6 – 29,1°C merupakan kondisi yang menguntungkan bagi perkembangan patogen *F. oxysporum*. Populasi *F. oxysporum* pada tanah organik lebih besar dibandingkan pada tanah mineral. Konidia *F. oxysporum* dapat berkecambah pada tanah organik dengan membentuk tabung kecambah, kemudian melakukan penetrasi partikel organik, mengalami lisis dan menghasilkan klamidospora. Temperatur optimal untuk perkembangan patogen *F. oxysporum* adalah 25 – 30°C (Sastrahidayat, 2011). Jumlah patogen yang banyak di dekat pertanaman inang menyebabkan semakin banyak inokulum yang mencapai inang sehingga dapat meningkatkan peluang terjadinya penyakit (Sastrasuwignyo, 1991). Serangan patogen yang terjadi dengan cepat juga dapat disebabkan oleh keagresifan patogen dan tingkat kesesuaian patogen terhadap inangnya (Maryani *et al.*, 2005).

Perkembangan populasi patogen yang terjadi secara cepat dan virulensi patogen yang tinggi mengakibatkan mikroba antagonis kurang mampu mengendalikan patogen. Diduga bakteri antagonis tidak dapat berkembang dan berkolonisasi dengan baik pada media tanam akibat dosis yang diaplikasikan terlalu rendah. Patogen akan terhambat ketika populasi antagonis di dalam tanah tinggi. Penambahan dosis bakteri antagonis yang diaplikasikan dapat meningkatkan populasi antagonis sehingga rata-rata populasi patogen pada media tanam menurun (Agrios, 1997). Faktor penentu keberhasilan pengendalian secara biologi yaitu kolonisasi rhizosfer oleh mikroorganisme antagonis. Mikroorganisme yang mampu berkompetisi terhadap nutrisi dan menghasilkan antibiotik pada rhizosfer dapat menghambat patogen untuk berpoliferasi (Cook dan Baker, 1983).

4.7 Pengaruh Aplikasi Bakteri Antagonis terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

Tinggi tanaman. Perlakuan bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah. Rerata tinggi tanaman bawang merah dari semua perlakuan pada pengamatan 8 hst sebesar 5,43 – 7,90 cm. Rerata tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 11 hst sebesar 11,32 - 13,85 cm. Rerata tinggi tanaman



bawang merah pada pengamatan 15 hst sebesar 16,35 – 18,20 cm. Rerata tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 18 hst sebesar 17,83 – 19,90 cm. Rerata tinggi tanaman pada pengamatan 22 dan 25 hst secara berurutan sebesar 12,55 – 18,13 cm dan 7,33 – 17,73 cm (tabel 5).

Tabel 5. Rerata tinggi tanaman bawang merah setelah aplikasi bakteri antagonis

Perlakuan	Rerata tinggi tanaman (cm)					
	8 hst	11 hst	15 hst	18 hst	22 hst	25 hst
Kontrol	5,43	11,32	16,35	17,88	13,85	10,90
<i>B.subtilis</i>	6,96	12,85	17,20	17,83	14,48	9,10
<i>P.fluorescens</i>	7,50	13,00	18,20	17,85	13,50	9,60
<i>Corynebacterium</i> sp.	6,65	13,25	18,33	19,73	16,63	16,20
<i>B.subtilis</i> + <i>P.fluorescens</i>	7,57	13,68	18,10	19,90	18,13	11,90
<i>B.subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	6,86	12,13	16,95	18,55	12,55	12,68
<i>P.fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	6,68	12,65	15,93	15,60	15,53	7,33
<i>B.subtilis</i> + <i>P.fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	7,68	13,85	18,09	19,33	16,93	12,86
Fungisida	7,90	13,45	16,35	19,58	17,80	17,73

Keterangan :Data pada tabel merupakan data asli dan ditransformasi menggunakan logaritma.

Jumlah daun. Aplikasi bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium tidak berpengaruh nyata terhadap rerata jumlah daun tanaman bawang merah.

Tabel 6. Rerata jumlah daun tanaman bawang merah setelah aplikasi bakteri antagonis

Perlakuan	Rerata jumlah daun					
	8 hst	11 hst	15 hst	18 hst	22 hst	25 hst
Kontrol	3,30	6,05	8,85	10,15	7,75	5,30
<i>B.subtilis</i>	3,20	5,00	7,75	8,20	6,30	4,05
<i>P.fluorescens</i>	4,30	6,15	8,50	8,65	7,25	5,40
<i>Corynebacterium</i> sp.	3,75	5,35	7,85	8,50	7,35	6,70
<i>B.subtilis</i> + <i>P.fluorescens</i>	3,25	6,10	8,80	9,75	8,65	5,55
<i>B.subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	3,50	5,00	7,35	7,10	4,60	4,85
<i>P.fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	3,80	5,65	8,05	7,85	7,60	3,90
<i>B.subtilis</i> + <i>P.fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	4,55	6,55	9,95	10,30	9,75	7,20
Fungisida	4,00	6,35	8,50	9,60	8,80	8,60

Keterangan :Data pada tabel merupakan data asli dan ditransformasi menggunakan logaritma.

Rerata jumlah daun bawang merah dari semua perlakuan pada pengamatan 8 hst sebesar 3,20 - 4,55 daun. Rerata jumlah daun bawang merah pada pengamatan 11 hst sebesar 5,00 – 6,55 daun. Rerata jumlah daun



bawang merah pada pengamatan 15 hst sebesar 7,35 – 9,95 daun. Rerata jumlah daun pada pengamatan 18 hst adalah 7,10 – 10,30 daun, sedangkan rerata jumlah daun pada pengamatan 22 dan 25 hst secara berurutan berkisar antara 4,60 – 9,75 daun dan 3,90 – 8,60 daun (tabel 6).

Berat basah. Berat basah tanaman bawang merah diukur pada 30 hst. Hasil analisis ragam menunjukkan berat basah tanaman bawang merah pada perlakuan bakteri antagonis baik tunggal maupun konsorsium tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan kontrol dan fungisida. Hal tersebut dapat diartikan bahwa aplikasi bakteri antagonis dan fungisida tidak mempengaruhi penambahan berat basah tanaman. Rerata berat basah tanaman bawang merah dari semua perlakuan setelah aplikasi bakteri antagonis sebesar 2,16 – 6,26 gram (tabel 7).

Tabel 7. Rerata berat basah tanaman bawang merah setelah aplikasi bakteri antagonis

Perlakuan	Berat Basah (gram)
Kontrol	2,88
<i>B.subtilis</i>	2,16
<i>P.fluorescens</i>	4,51
<i>Corynebacterium</i> sp.	3,56
<i>B.subtilis</i> + <i>P.fluorescens</i>	6,18
<i>B.subtilis</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	2,34
<i>P.fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	4,00
<i>B.subtilis</i> + <i>P.fluorescens</i> + <i>Corynebacterium</i> sp.	6,26
Fungisida	3,11

Keterangan :Data pada tabel merupakan data asli dan ditransformasi menggunakan akar kuadrat.

Berdasarkan pengamatan, tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah mengalami penurunan pada pengamatan 18 – 25 hst, hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah tanaman yang terserang *F. oxysporum* hingga menyebabkan kematian tanaman sehingga tidak dapat dilakukan penghitungan tinggi tanaman dan jumlah daun. Aplikasi mikroba antagonis secara tunggal dan konsorsium tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah. Diasumsikan karena mikroba tidak dapat berkolonisasi dengan baik di dalam tanah dan di perakaran tanaman sehingga tidak dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, selain itu keberadaan atau infeksi patogen mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Serangan patogen dapat mengakibatkan perubahan fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman terhambat (Agrios, 2005). Kolonisasi mikroba antagonis pada



30 permukaan akar dan di sekitar rhizosfer dipengaruhi oleh faktor abiotik. Suhu lingkungan dapat mempengaruhi perkembangan sel, mengubah proses metabolik tertentu dan morfologi sel mikroba. Keragaman suhu juga dapat mempengaruhi efektivitas senyawa antifungi yang dihasilkan oleh bakteri dan pertumbuhan jamur patogen, hal ini berkaitan dengan interaksi antara patogen tanaman dan antagonis di dalam tanah (Pierson *et al.*, 1994; Pelczar *et al.*, 1986). Suhu lingkungan pada saat penelitian berkisar 26,6 – 29,1°C merupakan kondisi optimum untuk pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dan bakteri antagonis, namun hasil penelitian tidak sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. berurutan adalah 11 - 52°C, 20 - 40°C, dan 37°C (Budde *et al.*, 2006; Suyono dan Salahudin, 2011).

Metode aplikasi yang digunakan dapat berpengaruh terhadap kemampuan antagonis membentuk koloni pada media tanam. Diduga aplikasi suspensi antagonis dengan metode penyiraman tidak dapat memberikan pengaruh terhadap bakteri antagonis untuk berkolonisasi pada daerah perakaran tanaman sehingga diperlukan metode lain untuk mengetahui aplikasi bakteri antagonis yang lebih efektif. Penelitian Hastopo *et al.* (2008) melaporkan bahwa metode perendaman bibit tomat dengan bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* selama 10 menit dapat menurunkan populasi patogen *F. oxysporum* sebesar 31,59%. Perendaman bibit bawang merah dengan bakteri *P. fluorescens* P60, jamur *Trichoderma harzianum*, dan *T. koninggi* selama 30 menit dapat menurunkan intensitas penyakit *F. oxysporum* (Santoso, *et al.*, 2007). Keefektifan pengendalian hayati tidak hanya bergantung pada agens biokontrol tetapi juga bergantung pada metode dan strategi dalam menginduksi serta mengaktifkan mikroorganisme dalam berasosiasi dengan tanaman (Cool dan Baker, 1983).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bakteri antagonis secara tunggal dan konsorsium dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* pada pengujian *in vitro*. Penghambatan tertinggi pada pengamatan ke-5 dan ke-6 adalah perlakuan konsorsium *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp. secara berurutan sebesar 51,52% dan 55,52%. Pengujian bakteri antagonis dalam bentuk tunggal maupun konsorsium tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kejadian penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman bawang merah yang diuji secara *in vivo*.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme penghambatan yang terjadi antara agens antagonis dan patogen, pengujian kompatibilitas antar bakteri dalam formulasi konsorsium, serta metode yang tepat untuk aplikasi bakteri antagonis. Penelitian lebih lanjut juga terhadap efektivitas bakteri antagonis pada populasi tanaman yang lebih tinggi, jarak antar tanaman yang tepat, dan sebaiknya dilakukan pengamatan hingga panen sehingga dapat memberikan informasi pendugaan kehilangan hasil produksi akibat serangan patogen *F. oxysporum*.



DAFTAR PUSTAKA

- Abawi, G.S., Lorbeer, J.W. 1972. Several Aspects of The Ecology and Pathology of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. J. Phytopathology 62: 870-876.
- Abdallah, R.A.B., Khiareddine, H.J., Tlili, S.M., Nefzi, A., Siadana, S.M., Remadi, M.D. 2015. Endophytic *Bacillus* spp. from Wild Solanaceae and Their Antifungal Potential against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* Elucidated Using Whole Cell, Filtrate Culture and Organic Extracts. J. Plant Pathology and Microbiology 6 (11): 1-7.
- Abdallah, R.A.Y., Stedel, C., Garagounis, C., Nefzi, A., Khairredine, H.J., Papadopoulou, K.K., Remadi, M.D. 2017. Involvement of Lipopeptide Antibiotics and Chitinase and Genes Induction of Host Defense in Suppression of *Fusarium* Wilt by Endophytic *Bacillus* spp. in Tomato. J. Crop Protection 99: 45-58.
- Abdel-Aziz, S., Aeron, A. 2014. Bacterial Biofilm: Dispersal and Inhibition Strategies. SAJ Biotechnology 1: 105.
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology Fifth Edition. Departemen of Plant Pathology. Elsevier Academic Press. USA.
- Aryal, S. 2016. Biochemical Test and Identification of *Bacillus subtilis* (online) diunduh dari <http://www.microbiologyinfo.com/biochemical-test-and-identification-of-bacillus-subtilis/> tanggal 9 Desember 2017.
- Barnett, H.L., Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. Burgess Publishing Company. USA.
- Baysal, Ö., Çalışkan, M., Yeşilova, Ö. 2008. An Inhibitory Effect a New *Bacillus subtilis* strain (EU07) against *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Physiological and Molecular Plant Pathology 72: 25-32.
- Black, L., Conn, K., Gabor, B., Kao, J., Kutton, J. 2012. Onion Disease Guide. Conn, K.E., Lutton, J.S., Rosenberge, S.A. (Ed). Seminis Vegetable Seeds. USA.
- Budde, I., Steil, L., Scharf, C., Völker, U., Bremer, E. 2006. Adaptation of *Bacillus subtilis* to Growth at Low Temperature: a Combined Transcriptomic and Proteomic Appraisal. J. Microbiology 152: 831-852.
- Choure, K., Dubey, R.C. 2012. Development of Plant Growth Promoting Microbial Consortium Based on Interaction Studies to Reduce Wilt Incidence in *Cajanus cajan* L. Var. Manak. World Journal Agricultural Sciences 8 (1): 118-128.



- Chrotopher, D.J., Raj, T.S., Rani, S.U., Uyadhakumar, R. 2010. Role of Defense Enzymes Activity in Tomato as Induced by *Trichoderma virens* against *Fusarium Wilt* caused by *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*. J. Biopesticides 3 (1): 158-162.
- Cook, R.J., Baker, K.F. 1983. The Nature and Praticce of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society. St. Paul Minesota.
- Dhinakaran, A., Rajasekaran, R., Jayalakshmi, S. 2012. Antiphytopathogenic Activity of Bacterial Protein of a Marine *Corynebacterium* sp. Isolates From Mandapam, Gulf of Mannar. J. Biopest 5: 17-22.
- Dowling, D.N., O'gara, F. 1994. Metabolites of *Pseudomonas* Involved in the Biocontrol of Plant Diseases. Elsivier Science Tibtech. 12: 133-141.
- Fadhilah, S., Wiyono, S., Surahman, M. 2014. Pengembangan Teknik Deteksi *Fusarium* Patogen pada Umbi Benih Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Laboratorium. J. Hortikultura 24(2): 171-178.
- Firmansyah, M.A. 2013. Teknologi Budidaya Bawang Merah Lahan Marjinal Diluar Musim. Kantor Perwakilan Bank Indonesia. Palangkaraya.
- Gabriel, B.P., Riyanto. 1989. Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ismail, N., Luice, A.T., Bachtiar. 2011. Potensi *Corynebacterium* sebagai Pengendali Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. BPTP Manado.
- Hastopo, K., Soesanto L., Mugiastuti, E. 2008. Penyehatan secara Hayati di Tanah Tanaman Tomat Terkontaminasi *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. J. Akta Agrosia 11 (2): 180-187.
- Haas, D., Devago, G. 2005. Biological Control of Soil Borne Pathogens by *Pseudomonas fluorescens*. Nature Reviews Microbiology 3: 307-319.
- Hanudin, Marwoto, B. 2012. Prospek Penggunaan Mikroba Antagonis sebagai Pengendali Penyakit Utama pada Tanaman Hias dan Sayuran. J. Litbang Pertanian 31 (1): 8-13.
- Hasanuddin, Rosmayati. 2013. Karakteristik Morfologi Isolat *Fusarium* Penyebab Penyakit Busuk Umbi Bawang Merah. Prosiding Seminar Nasional hal. 26-31.
- Udiarto, B.K., Setiawati, W., Suryaningsih, E. 2005. Pengenalan Hama dan Penyakit pada Bawang Merah dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandung.



Kurniasih, R., Djauhari, S., Muhibuddin, A., Utomo, E.P. 2014. Pengaruh Sitronelal Serai Wangi (*Cymbopogon Winterianus* Linn) terhadap Penekanan Serangan *Colletotrichum* sp. pada Tanaman Bawang Daun (*Allium Fistulosum* L.). J. HPT 2 (4): 11-21.

Maitlo, S.A., Syed, R.N., Rustamani, M.A., Khuhro, R.D., Lodhi, A.M. 2014. Comparative Efficacy of Different Fungicides Against *Fusarium* Wilt of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Botany 44 (6): 2305-2312.

Manikandan, R., Saravanakumar, D., Rajendran, L., Raguchander, T., Samiyappan, R. 2010. Standardization of Liquid Formulation of *Pseudomonas fluorescens* Pf1 for its efficacy against *Fusarium* Wilt of Tomato. Biological Control 54: 83-89.

Maryani, A.D., Soesanto, L., Agung, D.H. 2005. Kajian Ketahanan terhadap Penyakit Trotol dan Struktur Anatomi Daun dari Lima Kultivar Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). J. Tropika 13 (2):113-121.

Muhibuddin, A., Addina, L., Abadi, A. L., Ahmad, A.. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. Agrivita 33 (22): 111-118.

Mulyana, N., Sudrajat, D. 2012. Formulasi Inokulan Konsorsia Mikroba Rhizosfer Berbasis Kompos Teriradiasi. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah-Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir Tahun 2012.

Mycobank. 2016. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (online). Diunduh dari <http://www.mycobank.org/BioLOMICS.aspx?TableKey=14682616000000067&Rec=10800&Fields=All> pada 19 Mei 2017.

Naik, D.M., Burden, O.J. 1981. Chemical Control of Basal Rot of Onion in Zambia. Tropical Pest Management 27(4): 455-460.

Nawangsih, A.A. 2006. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Biokontrol untuk Mengendalikan Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada Tomat. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

Nugroho, C., Hidayah. 2010. Penyisihan Logam Chrom Menggunakan Konsorsium Mikroorganisme. Ilmiah Teknik Lingkungan. 1: 16-19.

Nurhayati. 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri dalam Pengendalian Penyakit Tanaman secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat tahun 2011.

Pathong, R. 2012. Uji Efektivitas Bakteri Antagonis *Corynebacterium* untuk Mengendalikan Penyakit Kresak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) pada Tanaman Padi MT.2012. Instalasi Pengamatan Peramalan dan Pegendalian OPT (IP3OPT) Wilayah V Pinrang. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura, Sulawesi Selatan.

Pelczar, M. J., Reid, R. D., Chan, E. C. S. 1986. Microbiology. McGraw-Hill. Philippine.



Pierson, E.A., Weller D.M. 1994. Use of Mixture of Fluorescent Pseudomonads to Suppress take-all and Improve the Growth of Wheat. *J. Pythopathology* 84: 940-947.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Bawang Merah (online). <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2015/Hortikultura/Outlook%20Bawang%20Merah%202015/files/assets/common/downloads/Outlook%20Bawang%20Merah%202015.pdf>. Diunduh pada 22 Desember 2016.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2015. Produksi Bawang Merah menurut Provinsi, 2011-2015 (Online). Diunduh dari <http://www.pertanian.go.id/Data5tahun/HortiASEM2015/Produksi%20B.%20Merah.pdf> pada tanggal 1 Maret 2017.

Putro, N.S., Aini, L.Q., Abadi, A. L. 2014. Pengujian Konsorsium Mikroba Antagonis untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.). *J. HPT* 2 (4): 44-53.

Raupach, G. S., Kloepper, J. W. 1998. Mixture of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Enhance Biological Control of Multiple Cucumber Pathogens. *J. Phytopathology* 88: 1158-1164.

Saikia, R., Singh, T., Kumar, R., Srivastava, J., Srivastava, A.K., Singh, K., Arora, D.K. 2003. Role of Salicylic Acid in Systemic Resistance Induced by *Pseudomonas fluorescens* against *Fusarium osysporum* f.sp. *ciceri* in Chickpea. *J. Microbiological Research* 153 (3): 203-213.

Santoso, E., Soesanto, L., Haryanto, T. A. D. 2007. Penekanan Hayati Penyakit Moler Pada Bawang Merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *J. HPT Tropika* 7(1): 53-61.

Sastrahidayat, I.R. 2009. Ilmu Jamur (Mikologi). Karya Anda. Surabaya.

Sastrahidayat, I.R. 2011. Fitopatologi Ilmu Penyakit Tumbuhan. UB Press. Malang.

Sastrahidayat, I.R. 2013. Penyakit Tanaman Sayur-sayuran. UB Press. Malang.

Semangun, H. 2006. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Semangun, H. 2007. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia Edisi Kedua. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Sharma, A. 2014. Nutritional Benefits of Onion (Online). Diunduh dari http://www.efymag.com/admin/issuepdf/27-30_Onion_FFYApril-14.pdf pada tanggal 28 Januari 2017.

Singh, P. P., Shin, Y. C., Park, C. S., Chung, Y. R. 1998. Biological Control of *Fusarium* Wilt of Cucumber by Chitinolytic Bacteria. *Phytopathology* 89(1): 91-99.



- Sintayehu, A., Sakhujia, P. K., Fininsa, C., Ahmed, S. 2011. Management of Fusarium Basal Rot (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) on Shallot through Fungicidal Bulb Treatment. *Crop Protection* 30: 560-565.
- Songer, J.G. 2016. The Genus *Corynebacterium* (online). Diunduh dari <https://veteriankey.com/the-genus-corynebacterium/> pada tanggal 11 Desember 2017.
- Sopyan, A.S. 2009. Karakterisasi Fisiologi dan Identifikasi Molekuler Isolat-isolat *Bacillus* spp. Penghasil Bakteriosin Asal Hutan Wana Wisata Cangukang. Skripsi. Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Sriyanti, N. L. G., Suprpta, D. N., Suada, I. K. 2015. Uji Keefektifan Rhizobakteri dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum* spp. Penyebab Antraknosa pada Cabai Merah. *J. Agroekoteknologi Tropika* 4(1): 53-65.
- Stević, M., Vukša, P., Elezović I. 2010. Resistance of *Venturia Inaequalis* to demethylation inhibiting (DMI) fungicides. *Žemdirbystė=Agriculture* 97 (4): 65-72.
- Sumarni, N, Hidayat, A. 2005. Budidaya Bawang Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.
- Sumartini, 2011. Penyakit Tular Tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*) pada Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian serta Cara Pengendaliannya. *J. Litbang Pertanian* 31(1): 27-31.
- Sumi, C. D., Yang, B. W., Yeo, I., Hahm, Y. T. 2015. Antimicrobial Peptides of The Genus *Bacillus*: a New Era for Antibiotics. *J. Microbiology* 61: 93 – 103.
- Supriadi. 2006. Analisis Resiko Agen Hayati untuk Pengendalian Patogen Tanaman. *J. Litbang Pertanian* 25 (3):75-80.
- Supriadi, A., Sastrahidayat, I. R., Djauhari, S. 2013. Kejadian Penyakit pada Tanaman Bawang Merah yang Dibudidayakan secara Vertikultur di Sidoarjo. *J. HPT* 1(3): 27-40.
- Suriani, Muis, A. 2016. Prospek *Bacillus subtilis* sebagai Pengendali Hayati Patogen Tular Tanah pada Tanaman Jagung. *J. Litbang Pertanian* 35 (1): 37-45.
- Sutoyo. 2011. Fotoperiode dan Pembungaan Tanaman. *Buana Sains* 11(2): 137-144.
- Suyono, Y., Salahudin, F. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *J. Biopropal Industri* 2(1): 8-13.
- Syachroni, F.A. 2011. Efektivitas Formulasi Konsorsium Bakteri sebagai Pengendali Penyakit Hawar Pelepeh Daun Tanaman Padi. Skripsi.



Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
Institut Pertanian Bogor.

Tewari, S., Arora, N. K.: 2013. Transaction Among Microorganism and Plant in the Composite Rhizosphere Habitat. Dalam Arora, N. K. (Ed). Plant Microbe Symbiosis: Fundamentals and Advances. School of Environmental Science. Babasaheb Bhimrao Ambedkar University. India.

Thompson, B. N., Chaney, N., Wing, J. S., Gould, S. J., Louper, J. E. 1999. Characterization of Pyoleuterin Biosynthetic Gene Cluster of *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. J. Bacteriology 181 (7): 2166-2174.

Udiarto, B.K., Setiawati, W., Suryaningsih, E. 2005. Pengenalan Hama dan Penyakit pada Bawang Merah dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandung.

Watanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Second Edition. CRC Press. USA.

Widiastuti, A., Agustna W., Wibowo A., Sumardiyono C. 2011. Uji Efektivitas Pestisida terhadap Beberapa Patogen Penyakit Penting pada Buah Naga. J. Perlindungan Tanaman Indonesia 17(2): 73-76.

Wiyatiningsih, S. 2009. Etiologi Penyakit Moler pada Bawang Merah. UPN Press. Surabaya.

Wiyatiningsih, S., Sukaryirini, P. 2010. Peningkatan Hasil dan Ketahanan Kultivar Bawang Merah terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* Penyebab Penyakit Moler Menggunakan Suspensi Mikroorganisme. Prosiding Seminar Nasional HPTI 14 april 2010. Surabaya.

Yu, X., Ai, C., Xin, L., Zhou, G. 2011. The Siderofor-Producing Bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a Biocontrol Effect on Fusarium Wilt and Promotes the Growth of Pepper. J. Soil Biology 47: 138-145.

Zulkarnain. 2013. Budidaya Sayuran Tropis. Bumi Aksara. Jakarta.



Tabel Lampiran 1. Deskripsi tanaman bawang merah varietas Super Philip

Variabel	Deskripsi
Asal	introduksi dari Philipine
Umur	mulai berbunga 50 hari, panen (60% batang melemas)
Tinggi tanaman	60 hari
Kemampuan berbunga	36-45 cm
Banyaknya anakan	Agak mudah
Bentuk daun	9-18 umbi/rumpun
Banyak daun	Silindris, berlubang
Warna daun	45-50 hela/rumpun
Bentuk bunga	Hijau
Warna bunga	Seperti payung
Banyak buah/tangkai	Putih
Banyak bunga/tangkai	60-90
Banyak tangkai bunga/rumpun	110-120
Bentuk biji	2-3
Ukuran umbi	Bulat, gepeng, berkeriput
Warna umbi	Sedang (6-10 g)
Produksi umbi	Merah keunguan
Susut bobot umbi	17,60 ton/ha umbi kering
Aroma	22% (basah-kering)
Kesukaan/cita rasa	Kuat
Kerenyahan bawang goreng	Sangat digemari
Ketahanan terhadap penyakit	Sedang
Ketahanan terhadap hama	Kurang tahan terhadap <i>Alternaria porri</i>
Keterangan	Kurang tahan terhadap ulat grayak (<i>Spodoptera exigua</i>)
Pengusul	Baik untuk dataran rendah maupun dataran medium

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (pengamatan ke-1)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	10690,11	8,00	1336,26	17,37	sn	2,31
Galat	2077,18	27,00	76,93			
Total	12767,29	35,00	364,78			

Tabel Lampiran 3. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (pengamatan ke-2)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	7850,30	8,00	981,29	18,49	sn	2,31
Galat	1433,24	27,00	53,08			
Total	9283,53	35,00	265,24			

Tabel Lampiran 4. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (pengamatan ke-3)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	6654,46	8,00	831,81	11,01	sn	2,31
Galat	2039,00	27,00	75,52			
Total	8693,46	35,00	248,38			

Tabel Lampiran 5. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (pengamatan ke-4)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	5777,70	8,00	722,21	6,78	sn	2,31
Galat	2875,35	27,00	106,49			
Total	8653,05	35,00	247,23			

Tabel Lampiran 6. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (pengamatan ke-5)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	5330,48	8,00	666,31	10,23	sn	2,31
Galat	1757,74	27,00	65,10			
Total	7088,21	35,00	202,52			

Tabel Lampiran 7. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *F. oxysporum* (pengamatan ke-6)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	5842,20	8,00	730,28	8,96	sn	2,31
Galat	2199,48	27,00	81,46			
Total	8041,69	35,00	229,76			

Tabel Lampiran 8. Analisis ragam masa inkubasi *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	3,06	8,00	0,38	0,62	tn	2,31
Galat	16,66	27,00	0,62			
Total	19,73	35,00	0,56			

Tabel Lampiran 9. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-1)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	5,68	8,00	0,71	0,88	tn	2,31
Galat	21,90	27,00	0,81			
Total	27,57	35,00	0,79			

Tabel Lampiran 10. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-2)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	22,71	8,00	2,84	1,91	tn	2,31
Galat	40,14	27,00	1,49			
Total	62,85	35,00	1,80			

Tabel Lampiran 11. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-3)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	21,90	8,00	2,74	0,96	tn	2,31
Galat	76,63	27,00	2,84			
Total	98,53	35,00	2,82			

Tabel Lampiran 12. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-4)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	2605,51	8,00	325,69	1,43	tn	2,31
Galat	6162,49	27,00	228,24			
Total	8768,01	35,00	250,51			



Tabel Lampiran 13. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-5)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	1904,77	8,00	238,10	1,07	tn	2,31
Galat	5993,68	27,00	221,99			
Total	7898,45	35,00	225,67			

Tabel Lampiran 14. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang (pengamatan ke-6)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	2526,64	8,00	315,83	0,99	tn	2,31
Galat	8636,16	27,00	319,86			
Total	11162,79	35,00	318,94			

Tabel Lampiran 15. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah (pengamatan 8 hst)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,08	8,00	0,01	1,16	tn	2,31
Galat	0,22	27,00	0,01			
Total	0,30	35,00	0,01			

Tabel Lampiran 16. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah (pengamatan 11 hst)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,02	8,00	0,00	0,73	tn	2,31
Galat	0,11	27,00	0,00			
Total	0,13	35,00	0,00			

Tabel Lampiran 17. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah (pengamatan 15 hst)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,02	8,00	0,00	0,77	tn	2,31
Galat	0,07	27,00	0,00			
Total	0,09	35,00	0,00			



Tabel Lampiran 18. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah (pengamatan 8 hst)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,09	8,00	0,01	0,84	tn	2,31
Galat	0,35	27,00	0,01			
Total	0,43	35,00	0,01			

Tabel Lampiran 19. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah (pengamatan 11 hst)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,06	8,00	0,01	0,85	tn	2,31
Galat	0,23	27,00	0,01			
Total	0,28	35,00	0,01			

Tabel Lampiran 20. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah (pengamatan 15 hst)

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,05	8,00	0,01	1,24	tn	2,31
Galat	0,14	27,00	0,01			
Total	0,19	35,00	0,01			

Tabel Lampiran 21. Analisis ragam berat basah tanaman bawang merah

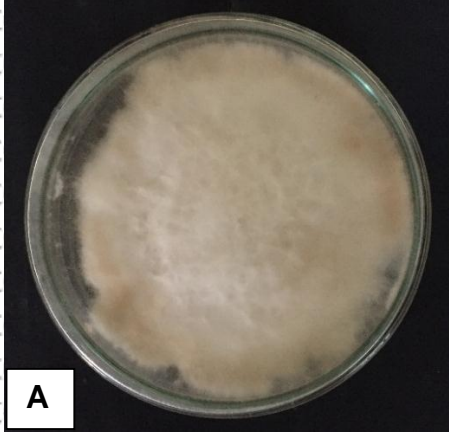
Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Notasi	Ftabel 5%
Perlakuan	0,85	9,00	0,09	0,31	tn	2,31
Galat	7,90	26,00	0,30			
Total	8,75	35,00	0,25			



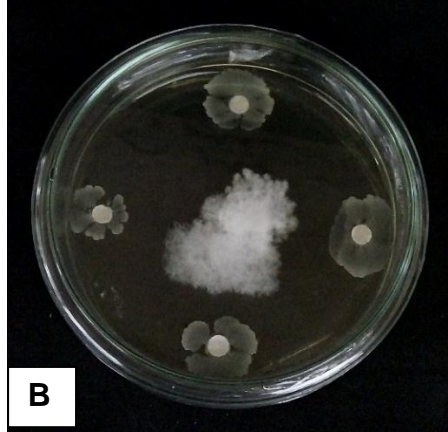
Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository

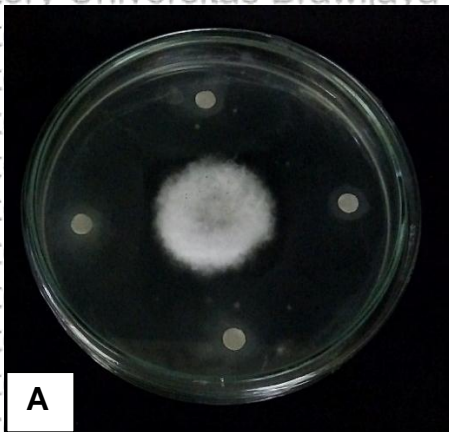


A

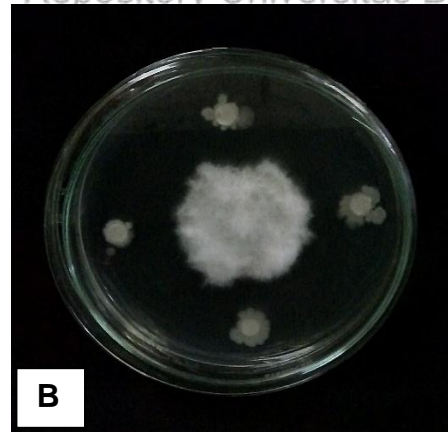


B

Gambar lampiran 1. Hasil uji penghambatan jamur *F. oxysporum*. A. perlakuan kontrol. B. perlakuan *B. subtilis*

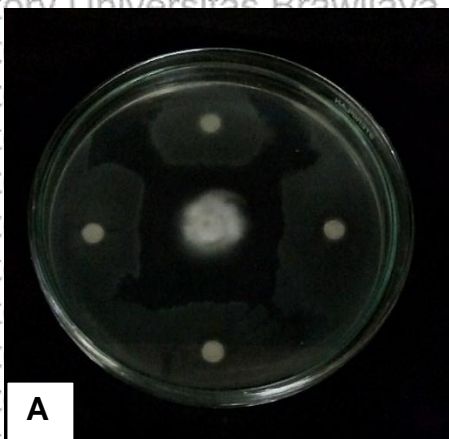


A

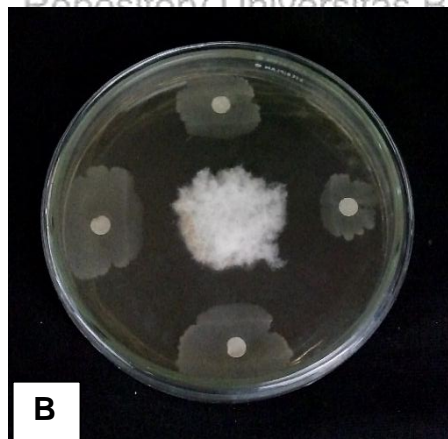


B

Gambar lampiran 2. Hasil uji penghambatan jamur *F. oxysporum*. A. perlakuan *P. fluorescens*. B. *Corynebacterium* sp.



A



B

Gambar lampiran 3. Hasil uji penghambatan jamur *F. oxysporum*. A. *B. subtilis* + *P. fluorescens*. B. perlakuan bakteri *B. subtilis* + *Corynebacterium* sp.

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository
 Repository

