

**POTENSI BAKTERI DARI SERASAH TANAMAN KOPI DI  
UB FOREST UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK  
PANGKAL BATANG (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*)  
PADA TANAMAN BAWANG MERAH**

Oleh

**GALLYNDRA FATKHU DINATA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**POTENSI BAKTERI DARI SERASAH TANAMAN KOPI DI UB  
FOREST UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK  
PANGKAL BATANG (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*)  
PADA TANAMAN BAWANG MERAH**

**OLEH  
GALLYNDRA FATKHU DINATA**

**145040201111228**

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

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

**Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2018**



## PERNYATAAN

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

Malang, Mei 2018

Gallyndra Fatkhu Dinata



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Potensi Bakteri dari Serasah Tanaman Kopi di UB Forest untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) pada Tanaman Bawang Merah

Nama Mahasiswa : Gallyndra Fatkhu Dinata

NIM : 145040201111228

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui  
Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,

Luqman Qurata Aini, S.P., M.Si., Ph.D. Restu Rizkyta Kusuma, S.P., M.Sc.  
NIP. 19720919 199802 1 001 NIK. 201409 880504 2 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan

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

Tanggal Persetujuan :



## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

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

Restu Rizkyta Kusuma, S.P., M.Sc.  
NIK. 201409 880504 2 001

Penguji III

Penguji IV

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

Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, S.P., M.P.  
NIP. 19770810 200212 1 003

**Tanggal Lulus :**

## RINGKASAN

**Gallyndra Fatkhu Dinata. 145040201111228. Potensi Bakteri dari Serasah Tanaman Kopi di UB Forest untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) pada Tanaman Bawang Merah. Dibawah bimbingan Luqman Qurata Aini, S.P., M.Si., Ph.D. sebagai Pembimbing Utama dan Restu Rizkyta Kusuma, S.P., M.Sc. sebagai Pembimbing Pendamping.**

---

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas pertanian yang banyak dibutuhkan di Indonesia sebagai bumbu penyedap makanan dan bahan obat tradisional. Produktivitas bawang merah di Indonesia pada tahun 2013-2016 cenderung menurun. Salah satu penyebab hal tersebut adalah penyakit busuk pangkal batang disebabkan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC) yang dapat menimbulkan kerusakan hingga 50%. Pengendalian banyak berkembang menuju pengendalian ramah lingkungan dengan pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Serasah kopi di UB Forest sangat melimpah dan belum banyak dimanfaatkan sehingga mendorong untuk melakukan penelitian potensinya terhadap penyakit busuk pangkal batang. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri dan potensi bakteri dari serasah kopi untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah yang disebabkan patogen FOC.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan di Dusun Sonosari Desa Kebonagung Kabupaten Malang selama 5 bulan dari bulan Desember 2017 – April 2018. Tahapan penelitian yaitu pengambilan sampel serasah tanaman kopi, isolasi bakteri pada serasah tanaman kopi, seleksi bakteri antagonis, uji penghambatan pertumbuhan patogen FOC secara *in vitro*, uji hipersensitif, uji penghambatan penyakit busuk pangkal batang secara *in vivo* dan identifikasi bakteri antagonis.

Hasil eksplorasi bakteri dari serasah tanaman kopi didapatkan 30 isolat bakteri dan terdapat 21 isolat bakteri yang bersifat antagonis terhadap patogen FOC. Dari 21 isolat, terpilih 5 isolat bakteri yang memiliki penghambatan terbesar untuk diuji antagonis ulang. Kelima isolat bakteri tersebut adalah isolat K1 yaitu *Bacillus mycooides*, isolat K2 yaitu *Clostridium* sp., isolat k11 yaitu *Pseudomonas* sp., isolat K13 yaitu *Erwinia* sp., dan isolat K29 yaitu *Pseudomonas* sp. Pengujian terbaik secara *in vitro* terjadi pada isolat K11 dan K29 yang diidentifikasi genus *Pseudomonas* sp, isolat tersebut mampu menghambat pertumbuhan patogen FOC sebesar 61,01 dan 73,05% sedangkan pengujian terbaik secara *in vivo* terjadi pada isolat K1 yaitu *Bacillus mycooides* yang mampu memunculkan gejala penyakit busuk pangkal batang paling lama dari pada kontrol

## SUMMARY

**Gallyndra Fatkhu Dinata. 145040201111228. Potential of Bacteria from Coffee Plant Litter in UB Forest to Control Basal Rot Disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) on Shallot. Supervised by Luqman Qurata Aini, S.P., M.Si., Ph.D. and Restu Rizkyta Kusuma, S.P., M.Sc.**

---

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is one of the most widely needed agricultural commodities in Indonesia as seasoning cooks and traditional medicines. The productivity of shallot in Indonesia from 2013 to 2016 tends to decrease. One of the causes of it is the basal rot disease in shallot caused by fungal pathogens *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC), which can damage up to 50%. The control of it now by applying an Integrated Pest Management (IPM) concept. The litters of coffee plants in UB Forest is abundant and has not been widely used. This study aimed to determine the genus of bacteria and their potential to control the basal rot disease in shallot.

The research was conducted at Laboratory of Plant Disease, Pest and Plant Disease Department, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and in Sonosari Kebonagung Village, Malang for 5 months from December 2017 to April 2018. The research stages were took the sample of litters coffee plants, isolation of bacteria on coffee plant litters, selection of antagonistic bacteria, antagonistic test *in vitro*, hypersensitivity test, antagonistic test *in vivo* and identification of antagonism bacteria.

The result of bacteria exploration from litters of coffee plants found 30 bacterial isolates and there are 21 bacterial isolates that are antagonistic to FOC pathogens. There are five potential isolates with the biggest inhibition to be tested antagonists, which has been identified isolate K1 is *Bacillus mycoides*, isolate K2 is *Clostridium* sp., isolate K11 is *Pseudomonas* sp., isolate K13 is *Erwinia* sp., and isolate K29 is *Pseudomonas* sp. The best tests *in vitro* occurred in isolates K11 and K29 identified *Pseudomonas* sp. were able to inhibit the growth of FOC pathogens up to 61.01 and 73.05%. The best of *in vivo* test occurred in isolate K1 identified *Bacillus mycoides*, which is able to bring out the symptoms of basal rot disease for longer than control.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahnya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Bakteri dari Serasah Tanaman Kopi di UB *Forest* untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) pada Tanaman Bawang Merah”.

Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, M.S. selaku ketua jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, serta Bapak Luqman Qurata Aini, S.P., M.P., Ph.D. dan Ibu Restu Rizkyta Kusuma, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan bagi penulis. Terimakasih kepada Bapak Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, S.P., M.P. dan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, M.S. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, perbaikan penulisan skripsi dan motivasi yang membangun bagi penulis. Penghargaan yang tulus penulis ucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada kedua orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberikan bimbingan, bantuan, kasih sayang dan doa yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari materi, sistematika, maupun susunan bahasa. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, Mei 2018

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 30 April 1996 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Sutomo dan Ibu Suhartiningsih. Penulis menempuh pendidikan di SDN Bulak Banteng 1/263 Surabaya pada tahun 2002 dan lulus tahun 2008. Penulis selanjutnya menempuh pendidikan di SMPN 5 Surabaya dan lulus pada tahun 2011, ditahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 19 Surabaya dan lulus pada tahun 2014. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Brawijaya dengan mengambil program studi Agroekoteknologi melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten Penulisan Ilmiah (2015), Hama dan Penyakit Penting Tanaman (2016) dan Manajemen Hama Penyakit Terpadu (2017). Penulis memiliki pengalaman mengikuti Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian sebagai Menteri Sosial Masyarakat (2016) dan Dewan Perwakilan Mahasiswa Himpunan Perlindungan Tanaman Universitas Brawijaya (2017). Penulis juga pernah mengikuti kepanitiaan diantaranya adalah Pasca Rantai V (2014), PKK Maba Universitas Brawijaya Raja Brawijaya (2015) dan Bina Desa Nasional (2016).

Penulis pernah meraih juara 3 Presentator Terbaik Penulisan Ilmiah (2015), Finalis International Paper Competition Agriculture Vaganza (2015) dan Finalis LKTI Vein FKH Universitas Brawijaya (2016). Penulis pernah berada di kelas Internasional pada tahun 2016/2017 dan berkesempatan mendapat pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa oleh Pendidikan Tinggi (Dikti) pendanaan tahun 2018.

## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Produksi Bawang Merah di Indonesia.....	4
2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bawang Merah.....	4
2.3 Bakteri Serasah .....	8
2.4 <i>UB Forest</i> .....	9
2.5 Bakteri Antagonis .....	10
2.6 <i>Plant Growth Promoting Rhizobia</i> (PGPR) .....	11
2.6.1 Mekanisme <i>Plant Growth Promoting Rhizobia</i> (PGPR).....	11
2.6.2 Manfaat <i>Plant Growth Promoting Rhizobia</i> (PGPR).....	12
2.6.3 Macam <i>Plant Growth Promoting Rhizobia</i> (PGPR) .....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>14</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan .....	14
3.3 Persiapan Penelitian.....	14
3.4 Tahapan Penelitian.....	15
3.5 Analisis Data .....	24
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>25</b>

4.1 Isolasi Bakteri dari Seresah Tanaman Kopi .....	25
4.2 Seleksi Isolat Bakteri yang Bersifat Antagonis terhadap Patogen <i>FOC</i> .....	25
4.3 Uji Penghambatan Pertumbuhan Patogen <i>FOC</i> secara <i>in vitro</i> .....	26
4.4 Karakterisasi Bakteri Seresah Kopi .....	29
4.4.1 Karakterisasi Morfologi Koloni.....	29
4.4.2 Karakterisasi Bakteri Secara Fisiologi dan Biokimia.....	30
4.4.3 Identifikasi Bakteri Seresah Kopi.....	35
4.5 Uji Penghambatan Penyakit Busuk Pangkal Batang secara <i>in vivo</i> .....	37
4.5.1 Masa Inkubasi Penyakit Busuk Pangkal Batang .....	37
4.5.2 Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bawang Merah .....	38
4.5.3 Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah .....	40
BAB 5. PENUTUP.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44
LAMPIRAN.....	49



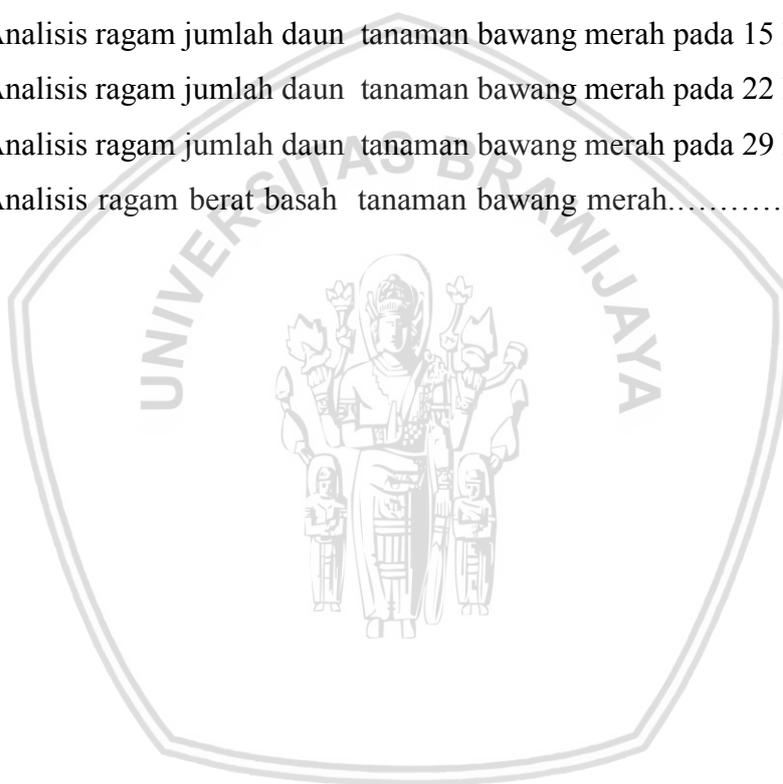
**DAFTAR GAMBAR**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gejala penyakit moler pada bawang merah kultivar Pilip berumur 35 hari .....	5
2.	Morfologi <i>Fusarium oxysporum</i> secara mikroskopis.....	7
3.	Pola penempatan seleksi bakteri antagonis dan jamur patogen pada cawan ....	16
4.	Uji penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara <i>in vitro</i> .....	17
5.	Diagram pengujian bakteri hingga tingkat Genus.....	21
6.	Isolasi bakteri pada media NA hari kedua .....	25
7.	Uji antagonis bakteri terhadap <i>FOC</i> hari ke-8 pada media PDA.....	28
8.	Bentuk koloni bakteri antagonis.....	30
9.	Hasil uji hipersensitif pada daun tembakau .....	31
10.	Hasil uji KOH .....	31
11.	Hasil sel bakteri pada perbesaran 100x.....	32
12.	Hasil pewarnaan spora pada perbesaran 100x .....	33
13.	Hasil uji OF.....	33
14.	Hasil uji pigmen fluorescent .....	34
15.	Hasil uji koloni pada media YDC .....	35
16.	Hasil uji katalase pada preparat.....	35
Lampiran		
1.	Hasil uji hipersensitif.....	53
2.	Hasil uji Gram dengan KOH.....	54
3.	Hasil uji Gram dengan pewarnaan.....	54
4.	Hasil uji oksidatif fermentatif.....	55
5.	Hasil uji pigmen fluorescent.....	55
6.	Hasil uji koloni kuning pada media YDC.....	55
7.	Hasil uji pewarnaan spora.....	56
8.	Hasil uji katalase.....	56
9.	Hasil uji penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara <i>in vitro</i> .....	57
10.	Hasil uji penghambatan penyakit busuk pangkal lunak secara <i>in vivo</i> .....	58

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rata-rata luas lahan, produksi dan produktivitas bawang merah di Indonesia tahun 2012-016.....	4
2.	Persentase penghambatan bakteri terhadap patogen <i>FOC</i> .....	26
3.	Rerata lebar garis miselium patogen <i>FOC</i> terhadap bakteri.....	26
4.	Karakteristik morfologi bakteri antagonis.....	29
5.	Karakterisasi uji fisiologi dan biokimia pada bakteri.....	30
6.	Jumlah tanaman yang terserang dan hari muncul gejala penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah.....	37
7.	Rerata persentase kejadian penyakit busuk pangkal batang.....	39
8.	Rerata tinggi tanaman bawang merah.....	41
9.	Rerata jumlah daun tanaman bawang merah.....	41
10.	Rerata berat basah pada tanaman bawang merah.....	41
Lampiran		
1.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 2.....	50
2.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 3.....	50
3.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 4.....	50
4.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 5.....	50
5.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 6.....	50
6.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 7.....	50
7.	Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen <i>FOC</i> secara in vitro hari ke 8.....	51

8.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada 8 hst .....	52
9.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada 15 hst.....	52
10.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada 22 hst .....	52
11.	Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada 29 hst .....	52
12.	Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada 8 hst.....	52
13.	Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada 15 hst.....	52
14.	Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada 22 hst.....	52
15.	Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada 29 hst.....	52
16.	Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah pada 8 hst.....	52
17.	Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah pada 15 hst.....	53
18.	Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah pada 22 hst.....	53
19.	Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah pada 29 hst.....	53
20.	Analisis ragam berat basah tanaman bawang merah.....	53



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dibutuhkan di Indonesia. Bawang merah digunakan sebagai rempah bumbu penyedap makanan dan bahan obat tradisional. Kegunaan yang beragam menyebabkan tanaman bawang merah mempunyai peluang usaha yang baik dalam pemasarannya. Kebutuhan masyarakat pada bawang merah terus meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk dan daya beli. Berdasarkan Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS), perkembangan konsumsi bawang merah pada periode tahun 1981-2014 cenderung meningkat dengan rata-rata pertumbuhan 8,69% kg/kap/tahun (Nuryati and Noviati, 2015). Konsumsi rata-rata bawang merah tiap tahun meningkat, namun tingkat produktivitas bawang merah cenderung menurun. Sebagai tanaman semusim, puncak produksi bawang merah terjadi pada bulan-bulan tertentu, sementara konsumsi bawang merah hampir digunakan setiap hari dan bahkan pada hari-hari besar keagamaan permintaannya cenderung melonjak, adanya perbedaan pola produksi dan permintaan menyebabkan terjadinya gejolak harga pada waktu tertentu (Nuryati and Noviati, 2015).

Produksi bawang merah terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan permintaan yang semakin meningkat. Terdapat beberapa kendala yang menghambat produksi bawang merah, salah satunya adalah faktor serangan hama dan penyakit. Penyakit pada bawang merah yang sering dijumpai adalah busuk pangkal batang atau yang sering disebut penyakit moler atau layu fusarium, penyakit ini disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanz) Snyder & Hans (Hadiwiyono, 2004). Penyakit tersebut telah menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil umbi bawang merah hingga 50% (Wiyatiningsih *et al.*, 2009). Gejala yang ditimbulkan adalah daun mengering dan meliuk dari atas daun dan umbi menjadi membusuk. Selain bawang merah, jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC) juga menyerang bawang bombai, bawang putih, dan bawang daun, bahkan lebih dari 92% lahan penanaman bawang putih di sentra produksi bawang putih di Tawangmangu telah terjangkit busuk pangkal (Hadiwiyono *et al.*, 2009). Penyakit busuk pangkal batang dinilai sebagai penyakit penting dan parah

karena tidak hanya menyerang di lahan, namun juga dapat menginfeksi hasil panen pada proses penyimpanan (Isniah and Widodo, 2015).

Pengendalian penyakit busuk pangkal batang kini menuju pengendalian yang ramah lingkungan dengan menerapkan pendekatan konsep pengelolaan hama terpadu (PHT). Penerapan PHT dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme antagonis atau bermanfaat sebagai salah satu solusi alternatif yang ramah lingkungan. Penyakit busuk pangkal batang merupakan penyakit penting pada tanaman bawang merah sehingga membutuhkan penelitian yang lebih mendalam. Atas permasalahan ini, diperlukan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi berbasis lingkungan untuk menuju manajemen perlindungan tanaman yang berlanjut.

UB *Forest* merupakan hutan pendidikan Universitas Brawijaya yang memiliki luas 554 hektar, lokasinya berada di kawasan lereng Gunung Arjuno, Dusun Summersari, Desa Tawang Argo, Karangploso, Kabupaten Malang (BUA UB, 2017). Tanaman utama di UB *Forest* meliputi pohon kopi dan pohon pinus. Terdapat komoditas hortikultura yang ditanami seperti kubis, wortel, cabai, sawi, talas dan ubi kayu. Sistem tanam yang digunakan pada lahan UB *Forest* menggunakan sistem tumpangsari dan agroforestri. Serasah tanaman kopi yang ada di UB *Forest* sangat melimpah dan belum banyak dimanfaatkan dengan baik sehingga memberi peluang untuk melakukan eksplorasi bakteri antagonis pada serasah tanaman kopi untuk pengendalian busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan menjadi solusi yang tepat guna untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang merupakan penyakit penting pada bawang merah sehingga produktivitas bawang merah meningkat, meminimalkan biaya produksi dan meningkatkan nilai ekonomi bawang merah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah ada jenis bakteri dari serasah tanaman kopi yang berpotensi mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah yang disebabkan *FOC*?

2. Bagaimana potensi dan kemampuan bakteri dari serasah tanaman kopi di UB *Forest* dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan patogen *FOC*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuandari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis bakteri dari serasah tanaman kopi yang berpotensi mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah yang disebabkan patogen *FOC*.
2. Mengetahui potensi bakteri dari serasah tanaman kopi untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah yang disebabkan patogen *FOC*.

### 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dari penelitian ini adalah pada serasah tanaman kopi terdapat jenis bakteri yang berpotensi dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah yang disebabkan patogen *FOC*.

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah mengetahui informasi tentang potensi bakteri dari serasah tanaman kopi dalam mengendalikan busuk pangkal batang yang disebabkan oleh patogen *FOC* dan memberikan informasi kepada masyarakat khususnya petani bawang merah mengenai solusi alternatif pengendalian penyakit busuk pangkal batang dengan menggunakan agens hayati dari bakteri serasah kopi.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Produksi Bawang Merah di Indonesia

Bawang merah merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki sumber pendapatan dan kontribusi kerja cukup tinggi terhadap perkembangan ekonomi wilayah (Nana and Salamah, 2014). Selama periode 2012-2016, luas lahan bawang merah di Indonesia semakin bertambah namun tidak sebanding dengan pertumbuhan produktivitas bawang merah (Tabel 1). Jawa Timur merupakan salah satu daerah yang banyak mengalami penurunan produksi. Rata-rata produktivitas di Jawa Timur cenderung menurun, terhitung pada periode 2012 hingga 2016 produksi bawang merah di Jawa Timur secara berturut-turut adalah sebagai berikut 9.98, 9.34, 9.57, 9.00 dan 8.42 ton/ha (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017).

Setiap tahun hampir terjadi peningkatan produksi bawang merah, tetapi hal tersebut belum mampu mengimbangi peningkatan permintaan bawang merah secara nasional seiring bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri olahan. Pemerintah terus melakukan impor bawang merah untuk menjaga ketersediaan bawang merah dalam negeri dan menjaga kestabilan harga pasar.

Tabel 1. Rata-rata luas lahan, produksi dan produktivitas bawang merah di Indonesia tahun 2012-2016 (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017; Badan Pusat Statistik, 2017).

Tahun	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ton/ Ha)
2012	99.519	964.195	9,69
2013	98.937	1.010.773	10,22
2014	120.704	1.233.984	10,22
2015	122.126	1.229.184	10,06
2016	149.635	1.446.860	9,67

### 2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bawang Merah

#### 2.2.1 Gejala Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Bawang Merah

Rendahnya produktivitas bawang merah banyak disebabkan oleh gangguan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) dan penggunaan benih yang kurang bermutu. Gangguan OPT dinilai menjadi kendala utama, baik yang terjadi di pertanaman maupun saat penyimpanan di gudang. Salah satu penyakit penting

pada bawang merah yang sering menyerang adalah busuk pangkal, petani sering menyebutnya penyakit layu atau moler. Penyakit busuk pangkal disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* (FOC) yang banyak menyerang saat budidaya di lahan.

Gejala penyakit busuk pangkal batang adalah warna daun menjadi kuning dan bentuknya melengkung atau meliuk seperti moler. akar tanaman membusuk, tanaman terkulai seperti akan roboh, di dasar umbi lapis terlihat koloni jamur berwarna putih sehingga tanaman menjadi cepat layu. Gejala penyakit biasanya mulai tampak pada tanaman berumur 20 hari. Pada umumnya tanaman yang menunjukkan gejala moler sejak awal pertumbuhan dan tidak dapat menghasilkan umbi lapis (Wiyatiningsih *et al.*, 2009).



Gambar 1. Gejala penyakit moler pada bawang merah kultivar Pilip berumur 35 hari (Wiyatiningsih *et al.*, 2009).

Perkembangan penyakit busuk pangkal batang salah satunya dipengaruhi oleh suhu. Jamur *FOC* merupakan patogen tular tanah yang dapat bertahan hidup didalam tanah dengan membentuk klamidisopora yang dapat terbentuk pada suhu lingkungan yang rendah. Temperatur optimum yang dapat mendukung perkembangan patogen adalah 27°C dan infeksi terendah jika terjadi pada suhu dibawah 15 °C . Penyebaran patogen dapat terjadi melalui air dan kontaminasi alat pertanian yang tidak steri, selain itu patogen dapat masuk ke akar melalui luka atau titik tumbuh akar lateral tanaman. Jamur *FOC* dapat menginfeksi pada berbagai fase pertumbuhan. Peningkatan kejadian busuk pangkal batang juga bila terjadi luka pada akar, umbi dan gigitan serangga(Black *et al.*, 2012).

Penyakit moler dapat menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil umbi lapis hingga 50% (Wiyatiningsih, 2003). Pada penelitian Wiyatiningsih *et al.* (2009), penyakit busuk pangkal batang memiliki masa inkubasi tercepat dan rerata

intensitas tertinggi yang terjadi di lahan sawah dengan tidak pernah dilakukan pergiliran tanaman pada musim hujan. Jamur *FOC* menjadi salah satu penyebab penyakit tanaman yang memiliki inang terbanyak di dunia. Jamur *FOC* menjadi penyebab utama dan meningkat dalam prevalensi di Inggris (Taylor *et al.*, 2013) dan menyebabkan kerusakan ekonomi yang cukup besar pada produksi bawang merah dan bawang bombai di Jepang (Sasaki *et al.*, 2015).

### 2.2.2 *Fusarium oxysporum*

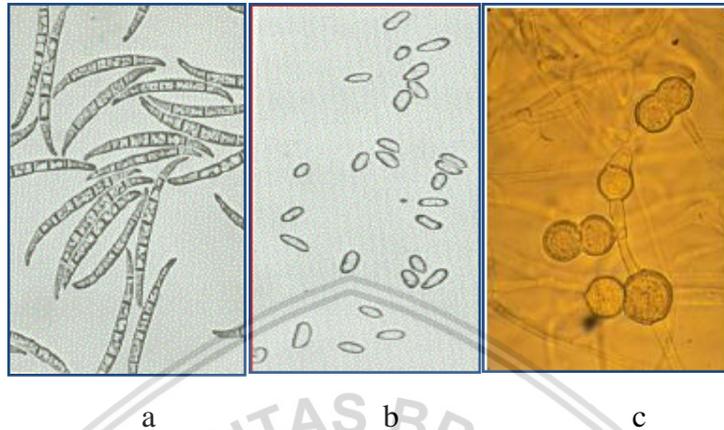
#### 1. Taksonomi

*Fusarium oxysporum* merupakan jamur dengan filum Ascomycota, Kelas Sordariomycetes, Ordo Hypocreales, Famili Nectriaceae dan Genus *Fusarium*. Jamur *F. oxysporum* adalah patogen penting yang menginfeksi banyak tanaman yang menyebabkan daun, akar dan bagian batang menjadi busuk (Leslie and Summerell, 2006). Isolat patogen *F. oxysporum* dibedakan sebagai senyawa khusus (f. sp.) berdasarkan spesifisitas inangnya dan memiliki lebih dari 120 forma spesialis (Agrios, 2005). Forma spesialis merupakan strain-strain fisiologi yang tidak dapat dibedakan dari strain saprofit pada spesies yang sama tetapi menunjukkan ciri-ciri fisiologi yang berbeda dari segi kemampuannya untuk memparasit inang yang khusus (Nugraheni, 2010).

#### 2. Morfologi

Jamur *Fusarium* sp memiliki miselium yang dihasilkan oleh cendawan patogen penyebab penyakit layu ini mulanya berwarna putih keruh, kemudian menjadi kuning pucat, merah muda pucat sampai keunguan (Susetyo 2010 dalam Nugraheni, 2010). Jamur ini mempunyai 3 alat reproduksi, aseksual yaitu mikrokonidia (terdiri dari 1-2 sel), makrokonidia (3-5 septa), dan klamidospora (pembengkakan pada hifa). Makrokonidia berbentuk melengkung, panjang dengan ujung yang mengecil dan mempunyai satu atau tiga buah sekat. Makrokonidia merupakan organ aseksual dalam siklus hidup *Fusarium* yang digunakan sebagai alat infeksi sebagai patogen tumbuhan (Hasanuddin and Rosmayanti, 2013). Makrokonidia mempunyai bentuk melengkung seperti bulan sabit, terdiri dari 3-5 septa, dan biasanya dihasilkan pada permukaan tanaman yang terserang lanjut. Mikrokonidia merupakan konidia bersel 1 atau 2, dan paling banyak dihasilkan di setiap lingkungan bahkan pada saat patogen berada dalam pembuluh inangnya.

Klamidiospora memiliki dinding tebal, dihasilkan pada ujung miselium yang sudah tua atau didalam makrokonidia yang terdiri dari 1-2 septa dan klamidiospora dihasilkan apabila patogen berada pada lingkungan yang kurang baik untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.



Gambar 2. Morfologi *Fusarium oxysporum* secara mikroskopis a. makrokonidia, b. mikrokonidia, c. klamidiospora (Agustining, 2012).

### 3. Ekologi

Patogen *FOC* menginfeksi akar dan pangkal batang bawang merah yang menyebabkan gejala pada semua tahap pengembangan tanaman bawang merah, fase penyerangan *damping off* hingga tidak munculnya anakan umbi pada bawang merah (Meredyth and Tyler, 1993). Mekanisme infeksi jamur *FOC* yaitu menghasilkan tiga macam toksin yang menyerang pembuluh xylem yaitu asam *fusaric*, asam *dehydrofusaric*, dan *lycomarasmin*. Toksin-toksin tersebut akan mengubah permeabilitas membrane plasma dari sel tanaman inang sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air daripada tanaman yang sehat (Nugraheni, 2010).

Patogen *FOC* dapat berkecambah pada suhu 25-30°C dan virulen dapat semakin meningkat pada suhu 25 – 28 °C (Sastrahidayat, 2011). Jamur *FOC* dapat bertahan dalam tanah sebagai miselium atau spora tanpa adanya inang. Jika terdapat inang maka akan menginfeksi akar, masuk ke jaringan vaskular menyebar dan memperbanyak diri dan menyebabkan inang mengalami kelayuan (Agrios, 2005). Jamur tersebut juga memproduksi klamidiospora yang dapat bertahan selama bertahun-tahun di dalam tanah, hal tersebut membuat pengendalian penyakit tersebut perlu pendalaman yang lebih lanjut (Cramer, 2000).

### 2.2.3 Pengendalian Busuk Pangkal Batang pada Bawang Merah

Pengendalian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah dapat dilakukan secara beberapa teknik. Pada proses budidaya, melakukan rotasi tanam dan pemilihan bibit yang sehat serta varietas tahan merupakan salah satu langkah untuk menghindari penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah (Black *et al.*, 2012). Pengendalian secara kimia dapat dilakukan dengan aplikasi fungisida berbahan aktif azosistrobilin, difenakonazol, benomil, mankozeb atau kombinasi bahan aktif tersebut dengan metode perendaman benih sebelum tanam (Naik *et al.*, 1981). Pengendalian yang saat ini banyak digunakan dan diupayakan dalam penggunaannya adalah pengendalian hayati yaitu dapat dilakukan dengan pemberian aplikasi jamur antagonis *Gliocladium* sp., bakteri *Pseudomonas fluorescens* (Agrios, 2005) dan aplikasi *Trichoderma viridae* (Sastrahidayat, 2013).

## 2.3 Bakteri Serasah

Serasah adalah bagian dari tanaman yang telah mati dan jatuh diatas permukaan tanah yang telah mengalami dekomposisi dan mineralisasi (Aprianis, 2011). Dekomposisi serasah memiliki peran penting dalam siklus karbon dan nutrisi lain (Susanti and Halwany, 2007). Ketersediaan bahan organik didalam tanah akan berpengaruh terhadap keberadaan organisme tanah. Semakin tersedia bahan organik, maka keberadaan organisme tanah juga semakin tinggi.

Dekomposisi yang terjadi pada serasah salah satunya disebabkan oleh aktivitas bakteri. Aktivitas bakteri pada bahan organik adalah memineralisasi dan juga memisahkan karbon organik menjadi bentuk biomassa bakteri (Wahyuni, 2010). Proses dekomposisi dimulai dari kolonisasi bahan organik mati seperti serasah oleh bakteri yang mampu mendekomposisi jaringan yang mati melalui mekanisme enzimatik. Bakteri mengeluarkan enzim untuk menghancurkan molekul-molekul organik kompleks seperti protein dan karbohidrat dari tumbuhan yang telah mati (Wijiyono, 2009).

Salah satu bakteri yang terdapat pada serasah adalah Bakteri *Bacillus* sp. Bakteri genus *Bacillus* sp. merupakan salah satu bakteri endofit yang berada pada jaringan tanaman pada serasah (Yulma *et al.*, 2017). Secara alami bakteri endofit terdapat pada organ tanaman yang sehat dan sedimen tanah seperti *Pseudomonas*

sp. dan *Bacillus* sp. Isolasi bakteri dari sedimen yang terdapat di mangrove Andaman Selatan, terdapat 38 bakteri dan mendapatkan isolat bakteri yang paling dominan adalah *Bacillus* sp. hingga 50%. Pada perairan mangrove Pesisir Kraton Pasuruan dilakukan eksplorasi dan mendapatkan bakteri *Bacillus* sp. yang paling dominan dalam proses dekomposisi serasah mangrove (Yahya *et al.*, 2014).

Pada penelitian bakteri yang berperan dalam proses dekomposisi serasah daun mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bekantan diperoleh 7 genus bakteri dari vegetasi *Bruguiera parviflora* antara lain *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., *Nocardia* sp., *Corynebacterium* sp., *Listeria* sp., *Bacteroides* sp. dan *Pseudomonas* sp. Terdapat 6 genus bakteri dari vegetasi *Rhizophora apiculata* antara lain *Bacillus* sp., *Listeria* sp., *Enterobacteria* sp., *Aeromonas* sp., *Actinobacillus* sp. dan *Bacteroides* sp. Isolasi bakteri dari vegetasi *Sonneratia alba* mendapatkan 5 genus bakteri antara lain *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., *Listeria* sp., *Enterobacteria* sp., *Staphylococcus* sp., dan 8 genus bakteri dari vegetasi *Avicennia alba* antara lain *Bacillus* sp., *Clostridium* sp., *Enterobacteria* sp., *Bacteroides* sp., *Plesiomonas* sp., *Bordella* sp., *Streptococcus* sp., dan *Neisseria* sp. (Yulma *et al.*, 2017).

#### 2.4 UB Forest

UB Forest merupakan hutan pendidikan dan pelatihan civitas Universitas Brawijaya yang berada di kawasan lereng Gunung Arjuno tepatnya di Dusun Summersari, Desa Tawang Argo, Karangploso, Kabupaten Malang. UB Forest memiliki luas 554 hektare (BUA UB, 2017). Penggunaan lahan di UB Forest digunakan untuk ditanami diantaranya tanaman kopi, tanaman pinus dan tanaman hortikultura seperti kubis, wortel, cabai, sawi, talas dan ubi kayu. Sistem tanam yang digunakan pada lahan UB Forest menggunakan sistem tumpangsari dan agroforestri. Penanaman dengan sistem tersebut dilakukan karena dapat memperoleh hasil tanam dari dua atau lebih jenis tanaman yang di tanam. Selain itu penanaman tanaman hortikultura atau jenis tanaman pangan seperti umbi-umbian yang terletak di bawah tanaman tahunan diharapkan dapat mengkonservasi tanah dan air, juga dapat meningkatkan kualitas biologi tanah sehingga akan menjamin kelestarian hutan (Prayudyarningsih *et al.*, 2015).

UB *Forest* sering digunakan sebagai lahan praktikum lapang, sehingga banyak peluang untuk melakukan penelitian di UB *Forest*. Selain itu, dengan dibangunnya kawasan UB *Forest* ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan penghasilan masyarakat setempat. UB *Forest* memiliki banyak tanaman kopi yang digunakan sebagai hutan produksi karena kopi tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tanaman kopi memerlukan tanaman pelindung sebagai naungan untuk mengurangi intensitas matahari yang sampai di kanopi daun, karena tanaman tersebut tidak dapat tumbuh dengan baik apabila diusahakan pada areal yang terbuka (Herwindo, 2013). Serasah tanaman kopi yang ada di UB *Forest* cukup banyak, namun hingga saat ini belum dimanfaatkan dengan baik. Saat ini serasah tersebut dianggap sebagai sampah organik yang hanya dibenamkan di tanah dan belum banyak digunakan, sehingga peluang untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk eksplorasi bakteri bermanfaat sangat besar.

## 2.5 Bakteri Antagonis

Bakteri antagonis merupakan bakteri yang berperan sebagai agens hayati dan mampu mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) sehingga dapat digunakan sebagai pendukung pertumbuhan dari tanaman (Soesanto, 2006). Bakteri antagonis dapat melawan patogen melalui beberapa mekanisme, diantaranya antibiosis, kompetisi, dan hiperparasit.

1. Antibiosis merupakan salah satu mekanisme penghambatan pertumbuhan patogen oleh agens antagonis yang berhubungan dengan adanya produksi metabolit sekunder dari satu mikroorganisme yang bersifat racun terhadap mikroorganisme lain. Beberapa bakteri yang memiliki antibiosis adalah *Pseudomonas fluorescens* F113 menghasilkan racun 2,4-diacetylphloroglucinol, *Agrobacterium radiobacter* menghasilkan Agrocin 84 (Alabouvette and Steinberg, 2006).
2. Kompetisi merupakan mekanisme penekanan aktivitas patogen yang disebabkan oleh agens antagonis terhadap sumber-sumber yang terbatas seperti zat organik, zat anorganik, nutrisi, ruang hidup dan faktor pertumbuhan lain (Nurhayati, 2011).

3. Hiperparasit merupakan mekanisme dari agens antagonisdengan merusak dinding sel patogen melalui senyawa atau zat yang dihasilkan seperti selulase, kitinase, glukosa, dan enzim pelisis (Nurhayati, 2011).

Beberapa genus bakteri antagonis yang dimanfaatkan sebagai agens hayati antara lain *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Corynebacterium* sp. Bakteri *Bacillus* spp. mampu mengenalkan penyakit tanaman melalui beberapa mekanisme seperti kompetisi, menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman dan memproduksi antibiotik (Monteiro *et al.*, 2005). Bakteri antagonis *P.fluorescens* juga memiliki kemampuan ketahanan dalam mengendalikan patogen *P.fluorescens* memiliki tiga mekanisme seperti ketahanan terimbas, antibiosis, dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) (Soesanto *et al.*, 2010).

## 2.6 *Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR)

*Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR) adalah bakteri yang dapat mengkoloni akar sehingga memberikan efek yang menguntungkan terhadap tanaman. Bakteri tersebut mampu mengkoloni perakaran dengan baik, sehingga akar dapat menyerap sekresi mikroba yang bermanfaat bagi pertumbuhan akar dan mempengaruhi invasi patogen (Soesanto, 2008).

### 2.6.1 Mekanisme *Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR)

*Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR) memiliki mekanisme dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sebagai biostimulan, bioprotektan dan biofertilizer yang dijelaskan menurut (Fernando *et al.*, 2005):

1. Biostimulan, PGPR mampu menghasilkan atau mengubah konsentrasi hormon tanaman seperti indoasetat, asam giberelin, sitokinin, dan etilen di dalam tanaman, tidak bersimbiotik dalam fiksasi N<sub>2</sub>, melarutkan fosfat mineral dan dapat mempengaruhi pembutilan atau menguasai bintil akar pada tanaman.
2. Bioprotektan, PGPR memberikan efek antagonis terhadap patogen tanaman melalui beberapa cara yaitu dengan memproduksi antibiotik, siderofor, enzim kitinase, sianida, parasitisme, kompetisi sumber nutrisi dan menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik.
3. Biofertilizer, PGPR mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Beberapa bakteri yang memiliki kemampuan sebagai biofertilizer

adalah *Azospirillum* sp. yang memiliki kemampuan dalam penyerapan nitrogen dari nitrogen yang berasosiasi dengan akar. Bakteri *Pseudomonas* sp. mampu melakukan penyerapan zat besi dengan memproduksi siderofor. Bakteri *Thiobacillus* sp. yang mampu menyerap sulfur dan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang juga memiliki kemampuan dalam penyerapan fosfor dari mineral fosfat.

### 2.6.2 Manfaat *Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR)

*Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR) memiliki manfaat untuk meningkatkan ketahanan sistemik tanaman dengan mengkoloni permukaan akar dan dapat masuk ke dalam jaringan akar. Aplikasi PGPR dilakukan melalui perendaman benih (*seed treatment*) dan penyiraman (pengkocoran) suspensi PGPR ke dalam tanah. PGPR memberikan pengaruh tertentu pada benih yang diberi perlakuan. Pada beberapa penelitian terdapat perbedaan nyata antara benih kedelai yang diberi perlakuan PGPR dengan benih yang tidak diberi perlakuan PGPR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PGPR menghasilkan pertumbuhan tanaman kedelai yang lebih cepat dan lebih besar. PGPR juga memberikan hasil pertumbuhan yang signifikan terhadap tinggi tanaman maksimum, jumlah cabang maksimum, jumlah daun maksimum, bobot basah, dan bobot kering polong (Khalimi and Wirya, 2009).

### 2.6.3 Macam *Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR)

*Plant Growth Promoting Rhizobia* (PGPR) merupakan bakteri menguntungkan yang memiliki kemampuan untuk masuk dalam akar dengan baik dan memacu pertumbuhan tanaman melalui tindakan langsung atau melalui pengendalian biologis terhadap suatu patogen yang menyerang tanaman (Kloepper, 1978). Beberapa bakteri yang banyak digunakan adalah *Azospirillum* sp., *Azoarcus* sp., *Arthrobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Clostridium* sp., *Enterobacter* sp., *Gluconaceobacter* sp., dan *Serratia* sp. (Hurek and Reinhold-Hurek, 2003).

Salah satu bakteri yang banyak digunakan untuk PGPR adalah bakteri *Azotobacter* sp, bakteri tersebut mampu memproduksi HCN (Asam sianida) sebesar 77% yang dapat melindungi tanaman dari serangan patogen. Selain itu, *Azotobacter* sp. juga mampu memproduksi senyawa antibiotik yang mirip dengan

anisomycin dan telah diidentifikasi sebagai senyawa yang dapat berfungsi sebagai *fungicidal antibiotik*. Beberapa fungi yang dapat terpengaruh dengan adanya *Azotobacter* sp. antara lain *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Collectotrichum* sp., *Rhizoctonia* sp., *Microfomina* sp., *Diplodia* sp., *Botryiodiplodia* sp., *Cephalosporium* sp., *Curvularia* sp., *Helminthosporium* sp. dan *Aspergillus* sp. (Jnawali *et al.*, 2015).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan di Dusun Sonosari Desa Kebonagung Kabupaten Malang selama 5 bulan dari bulan Desember 2017 – April 2018.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah cawan Petri, *Laminar Air Flow Cabinet*, autoclave, spektrofotometer, *micropipette*, kompor listrik, jarum ose, Bunsen, *beaker glass*, tabung reaksi, *Erlenmeyer*, *cork borer*, pinset, pipet, botol media, gelas ukur, stik L, preparat, mortar dan pistil, panci, *object glass*, *cutter*, cetok, jangka sorong digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seresah kopi dari kawasan UB Forest, isolat jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC), bibit bawang merah sehat varietas Phillip, akuades steril, *Nutrient Agar* (NA) instan, *Potato Dextrose Agar* (PDA) instan, *Nutrient Broth* instan (NB), kentang, *dextrose*, kertas saring, *plastik wrap*, aluminium foil, kapas, spiritus, tisu steril, formalin 4%, *polybag*, plastic tahan panas, tanah, kompos, alkohol 70%, KOH 3%, kristal violet, iodine, safranin, NaCl, larutan glukosa, *water agar*, gliserol, *skim milk*, dan klorampenikol.

### 3.3 Persiapan Penelitian

#### 1. Perbanyak Patogen FOC

Jamur FOC diperoleh dari koleksi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya yang baru dilakukan peremajaan dan masih virulen. Pemurnian dilakukan dengan cara memotong sebagian miselium jamur dari hasil isolasi dan dipindahkan secara aseptis dengan *cork borer* steril dan diinokulasikan pada media PDA yang telah ditambahkan klorampenikol. Biakan jamur yang telah murni diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk proses identifikasi. Identifikasi makroskopis dengan melihat bentuk, warna, elevasi, tepi dan permukaan. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan cara meletakkan miselium jamur hasil biakan murni diatas gelas objek steril dan ditutup dengan penutup dan

diinkubasi selama 3 hari. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mikroskop dengan perbesaran 400x untuk memastikan bahwa isolat jamur tersebut adalah *FOC* dengan membandingkan menurut *The Fusarium Laboratory Manual Blackwell* (Leslie and Summerell, 2006).

### 3.4 Tahapan Penelitian

#### 1. Pengambilan serasah tanaman kopi

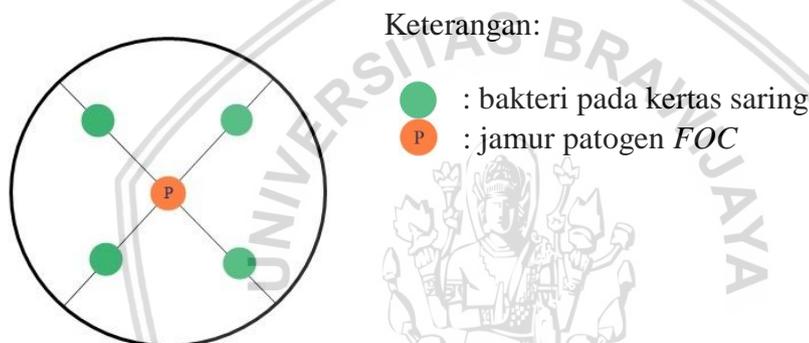
Serasah tanaman kopi diambil dengan menentukan lokasi lahan kopi di UB *Forest*. Penentuan lokasi ditandai dengan titik koordinasi lokasi dan waktu pengambilan. Metode pengambilan serasah dilakukan secara komposit yaitu dengan menentukan sampel titik yang akan diambil pada satuan petak lahan. Pengambilan sampel serasah mengacu pada Akpor *et al.* (2006), dengan mengambil serasah dan sebagian tanah pada plot dengan seluas 50 x 50 m, sampel diambil secara acak pada plot tanah kemudian dicampur menjadi satu. Pengambilan sampel dilakukan secara bersama dalam satu hari. Pemilihan serasah yang diambil adalah bagian daun, ranting dan bagian tanaman yang telah jatuh ke tanah beserta tanah yang ada dibawahnya.

#### 2. Isolasi bakteri pada serasah tanaman kopi

Isolasi bakteri menggunakan metode pengenceran bertingkat atau *dilution plate*. Sampel tanah yang telah dikompositkan dan dihaluskan selanjutnya diambil sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi 5 ml. Kemudian suspensi bakteri sebanyak 1 ml diambil dengan menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades steril 9 ml. Proses pengenceran dilakukan sampai tingkat  $10^{-9}$ . Suspensi tersebut diambil 0,1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media NA dengan metode cawan sebar. Sebanyak 100  $\mu$ L larutan diambil dari masing-masing pengenceran  $10^{-2}$  -  $10^{-9}$ , kemudian diinokulasikan ke dalam cawan Petri yang telah berisi media NA dan diratakan dengan stik *glass* L steril. Biakkan bakteri tersebut diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu ruang. Setiap koloni yang tumbuh dilakukan purifikasi hingga didapatkan bakteri koloni tunggal.

### 3. Seleksi Bakteri Antagonis

Seleksi awal dilakukan dengan menyeleksi bakteri yang ditemukan dan diujikan terhadap jamur *FOC* pada media PDA. Seleksi dilakukan dengan cara metode biakan ganda yang dimodifikasi dalam satu cawan konfrontasi atau *co-culture method* (Herliyana *et al.*, 2013). Isolat jamur *FOC* diinokulasikan pada media PDA dan diletakkan pada titik potong garis cawan Petri, kemudian perlakuan bakteri yang ditemukan diinokulasikan dengan kertas saring seluas 0,5 cm yang dicelupkan ke suspensi perlakuan. Kertas saring diletakkan pada 4 posisi mengapit jamur patogen *FOC* dengan masing-masing jarak 3 cm dari jamur patogen (Gambar 3).



Gambar 3. Pola penempatan seleksi bakteri antagonis dan jamur patogen pada cawan (Herliyana *et al.*, 2013).

Cawan petri tersebut diinkubasi pada suhu ruang. Pengamatan pada hari ke 7 setelah inokulasi. Seluruh bakteri yang ditemukan diseleksi dan diambil 5 bakteri yang memiliki penghambatan terbesar. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

R : Persentase penghambatan pertumbuhan (%)

r1 : Jari-jari *FOC* pada kontrol (cm)

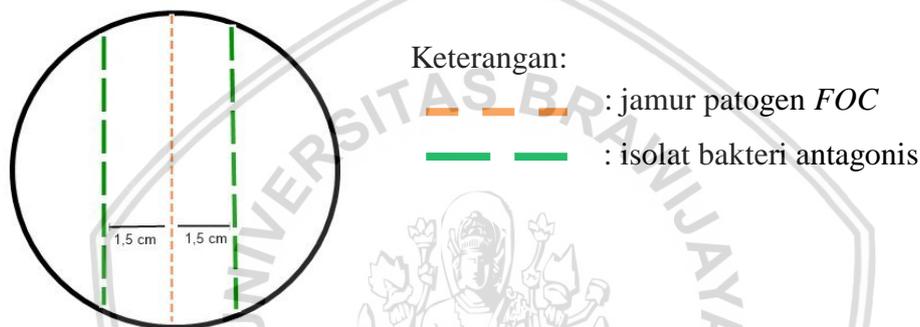
r2 : Jari-jari *FOC* mendekati isolat bakteri antagonis (cm)

### 4. Uji Penghambatan Pertumbuhan Patogen *FOC* secara *in vitro*

Pengujian dilakukan dengan cara metode *tipculture method* berdasarkan Yan *et al.* (2004). Isolat patogen *FOC* diinokulasikan dalam garis tengah cawan Petri, dan isolat bakteri antagonis diinokulasikan di kiri dan kanan sejauh 1.5 cm dari garis pusat cawan Petri yang berisi media PDA (Gambar 4). Uji penghambatan

pertumbuhan jamur dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali. Perlakuan tersebut antara lain:

1. P1 : Pengujian antagonis Bakteri a terhadap patogen *FOC*
2. P2 : Pengujian antagonis Bakteri b terhadap patogen *FOC*
3. P3 : Pengujian antagonis Bakteri c terhadap patogen *FOC*
4. P4 : Pengujian antagonis Bakteri d terhadap patogen *FOC*
5. P5 : Pengujian antagonis Bakteri e terhadap patogen *FOC*
6. P6 : Jamur patogen *FOC* sebagai kontrol
7. P7: Kontrol dengan fungisida berbahan aktif azoksistrobin 200g/l dan difenokonazol 125 g/l terhadap patogen *FOC*



Gambar 4. Uji penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* (Yan *et al.*, 2004).

Kemampuan antagonis bakteri ditentukan berdasarkan lebar garis miselium jamur patogen *FOC* yang diukur setiap hari. Pada akhir pengamatan juga dilihat tingkat presentase efektivitas penghambatan sebagai bahan pertimbangan criteria efikasi bakteri antagonis yang dihitung berdasarkan rumus Hanudin *et al.* (2012):

$$E = \frac{\text{Kontrol} - \text{perlakuan}}{\text{perlakuan}} \times 100\%$$

Keterangan:

Kontrol : rerata lebar miselia kontrol pada hari ke-8 (cm)

Perlakuan : rerata lebar miselia perlakuan n pada hari ke-8 (cm)

## 5. Uji Hipersensitif

Pengujian hipersensitif adalah uji yang dilakukan untuk membuktikan apakah bakteri tersebut termasuk patogen tanaman atau bukan. Uji dilakukan dengan membuat suspensi bakteri dari biakan yang telah diinkubasikan 48 jam. Pengujian hipersensitif dilakukan pada daun tembakau muda dengan

menginfiltrasi suspensi masing-masing bakteri pada jaringan daun tembakau. Perlakuan kontrol dilakukan dengan air dan kontrol tanpa inokulasi suspensi bakteri. Reaksi positif bahwa bakteri sebagai patogen terlihat jika pada bagian yang diinfiltrasi suspensi bakteri terjadi nekrosis setelah diinkubasi selama 24 jam (Masnilahs *et al.*, 2013).

## 6. Uji Penghambatan Penyakit Busuk Pangkal Batang *secarain vivo*

Pengujian secara *in vivo* dilakukan dengan metode penelitian Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Masing-masing satuan ulangan terdiri dari 10 tanaman bawang merah yang diamati. Perlakuan tersebut antara lain:

- P1: Aplikasi dengan bakteri a
- P2: Aplikasi dengan bakteri b
- P3: Aplikasi dengan bakteri c
- P4: Aplikasi dengan bakteri d
- P5: Aplikasi dengan bakteri e
- P6: Kontrol dengan aplikasi air
- P7: Aplikasi fungisida berbahan aktif azoksistrobin 200 g/l dan difenokonazol 125 g/l.

### a. Persiapan Media Tanam.

Media tanam yang digunakan yaitu tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Tanah yang digunakan sebelumnya telah disterilkan dengan menyiramkan formalin 4% untuk mencegah patogen yang tidak diinginkan menginfeksi tanaman bawang merah. Media tanam tersebut ditutup plastik dan diinkubasi selama 7 hari, kemudian tanah tersebut dikering anginkan selama 4 hari.

### b. Inokulasi Patogen *FOC*.

Inokulasi patogen *FOC* mengacu pada Jayesti (2018). Tanah yang telah steril diinokulasi *FOC* dengan menyiram 15 ml suspensi jamur dengan kerapatan  $10^6$  konidia/ ml ke dalam tanah pada 3 hari sebelum tanam. Suspensi *FOC* dibuat dengan memindahkan miselium dari cawan Petri ke media EKG pada *Erlenmeyer* dan diletakkan di orbital shaker selama 4 hari dengan kecepatan 120 rpm.

### c. Aplikasi Bakteri Antagonis.

Aplikasi mengacu pada metode *seed treatment* oleh Isniah and Widodo (2015). Bibit bawang merah diletakkan pada wadah yang berisi suspensi bakteri antagonis. Bagian bawah umbi mengenai suspensi bakteri dengan kerapatan  $10^8$  cfu/ ml dan dibiarkan selama 12 jam. Suspensi bakteri antagonis sebelumnya dilakukan pengukuran *Optical Density* dengan spektrofotometer yaitu  $OD_{600} = 1$ . Pemberian aplikasi bakteri pada tanaman bawang merah juga dilakukan pada minggu ke 2, 3 dan 4. Perlakuan kontrol yaitu dengan pemberian air dan perlakuan fungisida menggunakan fungisida berbahan aktif azoksistrobin 200g/l dan difenokonazol 125 g/l.

### d. Penanaman Bawang Merah.

Bibit bawang merah menggunakan varietas Philip berasal dari malang yang banyak digunakan petani. Bibit yang digunakan adalah bibit bawang merah dengan kondisi umbi yang bagus, kokoh, tidak terjadi luka atau terinfeksi penyakit. Bibit bawang merah yang telah diberi perlakuan *seed treatment* ditanam di *polybag* dengan ukuran 35 x 20 cm sejumlah 5 umbi per *polybag*. Tanaman bawang merah diberi pupuk NPK 3 gram per *polybag* pada 14 hari setelah tanam (hst).

### e. Variabel

#### 1. Masa inkubasi.

Pengamatan masa inkubasi dilakukan dengan setiap hari pada umbi bawang merah setelah tanam hingga hari muncul gejala penyakit busuk pangkal batang. Pengamatan dilakukan pada semua tanaman perlakuan dan ulangan.

#### 2. Kejadian Penyakit.

Pengamatan Kejadian penyakit dilakukan selama 4 kali pengamatan yaitu pada 8 hst, 15 hst, 22 hst dan 29 hst. Pengamatan dilakukan dengan mengamati tanaman yang bergejala penyakit busuk pangkal batang, kemudian dihitung persentase kejadian penyakit pada tiap perlakuan dan ulangan. Persentase kejadian penyakit busuk pangkal batang dihitung dengan rumus oleh (Riska *et al.*, 2012):

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

Keterangan:

n : jumlah tanaman terserang busuk pangkal batang pada satuan percobaan

N: jumlah seluruh tanaman yang diamati pada satuan percobaan

Hasil data persentase kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah kemudian dihitung nilai AUDPC (*Area Under Disease Progress Curve*) untuk melihat perkembangan kejadian penyakit pada masing-masing perlakuan. Perhitungan nilai (AUDPC) untuk melihat perkembangan kejadian penyakit selamapengujian. Rumus AUDPC dihitung berdasarkan rumus Van der Plank (1963):

$$\text{AUDPC} = \sum_i^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Keterangan:

$y_{i+1}$  : Data pengamatan ke-i +1

$y_i$  : Data pengamatan ke-i

$t_{i+1}$  : Waktu pengamatan ke-i +1

$t_i$  : Waktu pengamatan ke-i

### 3. 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 selama 7 hari sekali yang dimulai pada 8 hst hingga 29 hst. Perhitungan berat basah tanaman dilakukan pada 30 hst.

## 7. Identifikasi Bakteri Antagonis

Identifikasi bakteri dilakukan karakterisasi secara morfologi, fisiologi dan biokimia. Proses identifikasi morfologi koloni meliputi bentuk, tepi, warna, dan permukaan koloni bakteri. Karakterisasi bakteri secara fisiologi dan biokimia dilakukan dengan membandingkan sifat bakteri berdasarkan kunci identifikasi berdasarkan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Voume 1* (Krieg and Holt, 1984) dan Schaad *et al.*, (2001). Beberapa metode yang digunakan adalah sebagai berikut:



### a. Uji Gram

**Uji Kelarutan KOH 3%.** Bakteri yang telah dibiakkan berumur 24 jam disuspensikan diatas gelas objek yang sebelumnya telah ditetesi dengan KOH 3%. Suspensi tersebut ditarik-tarik ke arah atas atau diangkat dengan menggunakan jarum ose. Reaksi positif terjadi apabila bakteri tidak membentuk benang lendir dan reaksi negatif terjadi bila suspensi bakteri membentuk benang atau berlendir (Schaad *et al.*, 2001).

**Pewarnaan Gram.** Bakteri murni yang telah dibiakkan berumur 24 jam dibuat suspensi dengan aquades steril. Bakteri tersebut diambil satu ose diletakkan diatas gelas objek yang telah disterilkan diatas api Bunsen hingga kering, kemudian dilakukan pengecatan dengan kristal violet sebanyak 1 tetes dan diamkan 1 menit, lalu dicuci dengan air mengalir dan kering anginkan diatas api Bunsen. Langkah selanjutnya menetesi gelas objek tersebut dengan larutan iodine dan diamkan 1 menit kemudian dicuci dengan air mengalir dan kering-anginkan. Selanjutnya, menetesi gelas objek tersebut dengan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir dan kering-anginkan. Pengecatan selanjutnya menggunakan safranin selama 1 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir dan dikering-anginkan. Melakukan pengamatan dibawah mikroskop dan ditetesi minyak immerse. Bakteri Gram positif akan menunjukkan warna ungu dan bakteri Gram negatif akan berwarna merah (Schaad *et al.*, 2001).

### b. Pewarnaan Spora

Pewarnaan spora bertujuan untuk mengetahui bakteri membentuk spora atau tidak. Pengujian pewarnaan spora menggunakan Metode *Bartolomew-Mittwer*. Biakan bakteri berumur 24 jam dibuat suspensi diatas gelas objek yang dilakukan diatas Bunsen. Kemudian tetesi dengan 2 tetes *malachite green* dan biarkan selama 10 menit lalu cuci dengan air mengalir dan kering anginkan. Kemudian tetesi dengan safranin dan biarkan selama 1 menit, lalu cuci dengan air mengalir dan kering anginkan. Amati preparat tersebut dibawah mikroskop. Bakteri membentuk spora berwarna kehijauan sedangkan sel bakterinya berwarna merah (Schaad *et al.*, 2001).

### c. Uji Oksidatif Fermentatif

Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan bakteri uji pada media fermentasi glukosa dengan pH 7 pada tabung reaksi. Media terdiri dari pepton 2 gram, NaCl 5 gram,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,3 gram, agar 3 gram, Bromothymoblue (1%) 3 ml. Bahan tersebut dicampur dan dilarutkan dalam aquades 1 liter kemudian disterilkan. Setiap tabung ditambahkan dengan 0,5 ml larutan glukosa 10% secara aseptis. Biakan murni bakteri berumur 24 jam ditusukkan pada 2 tabung reaksi yang telah berisi media padat oksidatif fermentatif. Salah satu tabung ditutup dengan *water agar* dan diinkubasi selama 7-14 hari. Jika tidak terjadi perubahan warna pada media yang ditutupi *water agar*, maka reaksi bersifat oksidatif. Sedangkan jika terjadi perubahan warna pada kedua tabung, maka reaksi bersifat fermentative (Schaad *et al.*, 2001).

### d. Uji Produksi Pigmen Fluorescent

Pengujian pigmen fluorescent bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri menghasilkan pigmen fluorescent. Bakteri ditumbuhkan pada media selektif King's B dengan metode streak plate dan diinkubasikan selama 24 - 48 jam, kemudian biakan bakteri yang tumbuh diamati pada sinar ultra violet (UV). Reaksi produksi pigmen fluorescent bersifat positif jika bakteri memproduksi pigmen hijau yang berpendar (Schaad *et al.*, 2001).

### e. Uji Pertumbuhan Koloni Kuning pada Media YDC

Pengujian pertumbuhan koloni kuning pada media YDC bertujuan untuk melihat koloni bakteri tumbuh pada media YDC, sehingga dapat dibedakan termasuk ke dalam genus *Pantoea* atau *Erwinia*. Media YDC terdiri dari yeast ekstrak 10 gr, glukosa 20 gr,  $\text{CaCO}_3$  20 gr, dan agar 15 gr yang dilarutkan dalam aquades 1 liter. Media disterilkan dengan autoclave pada  $121^\circ\text{C}$ . Goreskan bakteri pada media agar YDC dan inkubasi pada suhu  $30^\circ\text{C}$ . Reaksi positif apabila terbentuk koloni berwarna kuning yang merupakan bakteri dari genus *Pantoea* dan koloni berwarna putih yang merupakan bakteri dari genus *Erwinia* (Schaad *et al.*, 2001).

### 3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam menggunakan aplikasi SPSS Statistics 21. Data yang menunjukkan hasil sidik ragam berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.



## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Isolasi Bakteri dari Seresah Tanaman Kopi

Seresah tanaman kopi diambil diUB *Forest* yang terletak di Dusun Sumbersari, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang pada 14 Desember 2017. Lahan tanaman kopi terletak pada titik koordinat 7°49'29.2"S, 112°34'37.4"E. Isolasi bakteri menggunakan metode *dilution plate* dan dilakukan purifikasi bakteri dengan memilih morfologi koloni bakteri yang berbeda pada media NA.



Gambar 6. Hasil isolasi bakteri, (A): pengenceran  $10^{-7}$  dan (B): pengenceran  $10^{-8}$  pada media NA hari kedua

Jumlah bakteri yang ditemukan pada serasah kopi adalah 30 isolat bakteri dengan morfologi berbeda. Bakteri tersebut berada di serasah kopi sebagai mikroorganisme pengurai dari bagian tanaman kopi yang telah gugur. Proses dekomposisi dimulai dari kolonisasi bahan organik seperti serasah yang didekomposisi menjadi jaringan mati melalui mekanisme enzimatik. Bakteri tersebut mengeluarkan enzim untuk menghancurkan molekul organik kompleks seperti protein dan karbohidrat dari tumbuhan yang telah mati (Wijiyono, 2009). Hasil isolasi bakteri yang ditemukan selanjutnya dilakukan uji antagonis untuk menyeleksi bakteri yang bersifat antagonis terhadap patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC).

### 4.2 Seleksi Isolat Bakteri yang Bersifat Antagonis terhadap Patogen FOC

Bakteri bersifat antagonis dan kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan patogen FOC diketahui melalui jarak pertumbuhan miselia jamur yang diinokulasi bakteri pada media PDA. Hasil seleksi dari 30 isolat bakteri

menunjukkan tidak semua isolat bakteri bersifat antagonis terhadap patogen *FOC*, yaitu terdapat 21 isolat bakteri yang memiliki sifat antagonis (Tabel 2). Dari 21 isolat bakteri yang memiliki sifat antagonis tersebut, dipilih 5 bakteri yang memiliki presentase penghambatan terbesar untuk diuji penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro*. Persentase 5 penghambatan terbesar terjadi pada bakteri isolat K1, K2, K11, K13 dan K29 dengan kisaran penghambatan 60 – 66%.

Tabel 2. Persentase penghambatan bakteri terhadap patogen *FOC* pada cawan Petri

Kode Isolat	Persentase penghambatan (%)	Kode Isolat	Persentase penghambatan (%)
K1	66,00	K16	46,67
K2	60,00	K17	48,88
K3	33,33	K18	55,55
K4	33,33	K19	51,11
K5	0,00	K20	55,55
K6	0,00	K21	0,00
K7	0,00	K22	0,00
K8	48,88	K23	0,00
K9	48,88	K24	0,00
K10	0,00	K25	46,66
K11	60,00	K26	51,11
K12	0,00	K27	31,11
K13	62,22	K28	44,44
K14	55,55	K29	60,00
K15	33,33	K30	46,88

#### 4.3 Uji Penghambatan Pertumbuhan Patogen *FOC* secara *in vitro*

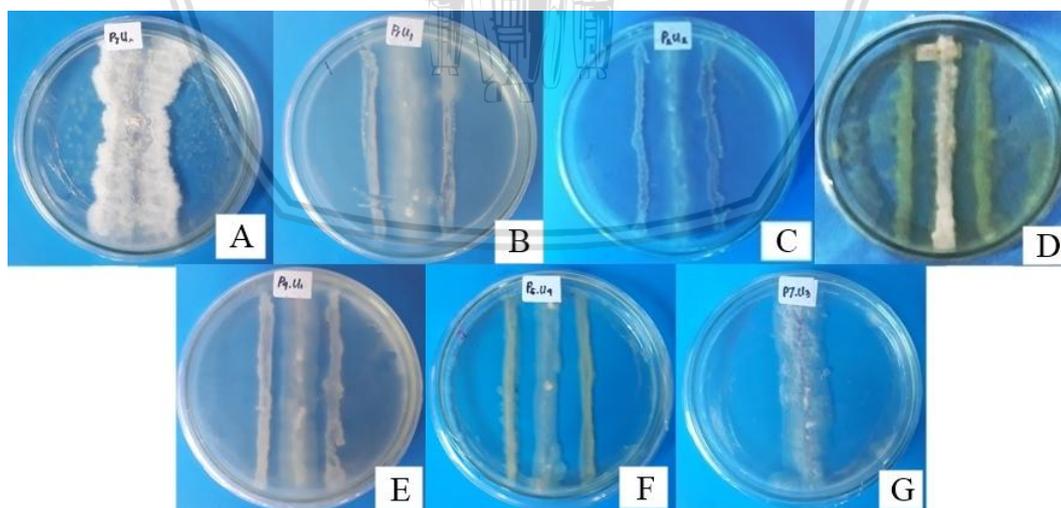
Pengujian ulang bakteri antagonis terhadap *FOC* dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode *tipculture method* menurut Yan *et al.*, (2004) dengan sedikit modifikasi. Lima isolat bakteri yang memiliki penghambatan terbesar dari hasil seleksi, kemudian dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Pengamatan uji penghambatan pertumbuhan jamur patogen dengan bakteri antagonis dilakukan selama delapan hari. Penghambatan pertumbuhan jamur patogen diketahui melalui pengukuran pertumbuhan miselia jamur pada media PDA. Rerata lebar miselia jamur *FOC* yang diantagoniskan dengan bakteri yang terseleksi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Rerata lebar garis miselia patogen *FOC* terhadap bakteri

Perlakuan	Rerata lebar garis miselia (cm)							Efektivitas penghambatan (%)
	2 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	3 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	4 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	5 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	6 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	7 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	8 hsi ( $\bar{x} \pm SD$ )	
Kontrol	2,17±0,68a	2,59±0,58a	2,86±0,53a	3,02±0,58a	3,14±0,60a	3,57±0,64a	3,65±0,63a	-
Isolat K1	1,36±0,15bc	1,77±0,29b	1,99±0,43b	2,33±0,33ab	2,82±0,79a	2,91±0,86ab	3,15±1,11ab	13,75
Isolat K2	1,26±0,13 bcd	1,75±0,46b	1,88±0,62bc	2,10±0,57b	2,42±0,87ab	2,78±1,06ab	3,15±1,37ab	13,75
Isolat K11	0,58±0,18e	0,69±0,27c	0,70±0,28e	0,72±0,29d	0,80±0,29c	0,91±0,29c	0,98±0,29c	73,05
Isolat K13	1,41±0,23 b	1,53±0,17b	1,78±0,47bcd	1,82±0,48bc	2,01±0,54ab	2,06±0,57bc	2,15±0,61abc	41,04
Isolat K29	0,79±0,09de	0,82±0,09c	1,13±0,16cde	1,19±0,22cd	1,30±0,39bc	1,35±0,45c	1,42±0,51c	61,01
Fungisida	0,87±0,18cde	0,93±0,09c	1,00±0,09de	1,08±0,09cd	1,44±0,16bc	1,53±0,19bc	1,78±0,25bc	55,88

Keterangan : Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%, hsi: hari setelah inokulasi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa isolat bakteri antagonis memiliki pengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur *FOC* secara *in vitro*. Hasil uji antagonis dapat diketahui bahwa perlakuan isolat bakteri yang diuji mampu menghalangi lebar pertumbuhan miselia jamur *FOC* pada cawan Petri (Gambar 7). Hal ini mengindikasikan bahwa kelima isolat bakteri mampu menghambat pertumbuhan jamur *FOC* dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Efektivitas penghambatan juga diukur untuk melihat tingkat efektivitas dari isolat bakteri menghambat pertumbuhan jamur yang dihitung pada hari ke-8. Efektivitas penghambatan pada kelima isolat berkisar antara 13,75 – 73,05%. Terdapat dua isolat bakteri yang memiliki efektivitas melebihi perlakuan fungisida yaitu isolat K11 sebesar 73,05% dan isolat K29 sebesar 61,01%. Pada perlakuan fungisida, miselia jamur *FOC* tumbuh pada hari kedua namun pertumbuhan miselia jamur *FOC* menjadi acak dan tidak setebal perlakuan lainnya. Hal tersebut disebabkan perlakuan fungisida mengandung bahan aktif azoksistrobin dan difenokonazol yang dapat menekan perkembangan patogen *FOC*. Menurut Nuryani *et al.* (2012), hasil penelitian aplikasi fungisida berbahan aktif azoksistrobin dan difenokonazol yang dilakukan kombinasi dengan herbisida gliocompost efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman krisan potong.



Gambar 7. Uji antagonis bakteri terhadap *FOC* hari ke-8 pada media PDA, (A): Kontrol, (B): Isolat K1, (C): Isolat K2, (D): Isolat K11, (E): Isolat K13, (F): Isolat K29, (G): Fungisida.

Pada pengujian secara *in vitro*, umumnya patogen *FOC* yang berada di antara bakteri tidak dapat meluas. Penghambatan pertumbuhan miselia terlihat dari

adanya zona bening pada sekitar bakteri yang diinokulasikan. Zona bening merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri (Hermawan *et al.*, 2007). Pada zona bening terdapat senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan miselia patogen *FOC*. Pembentukan zona bening terjadi karena adanya senyawa antifungal yang dihasilkan oleh bakteri. Bakteri dapat mengeluarkan senyawa antifungal yang dapat mengakibatkan jamur patogen mengalami pertumbuhan abnormal pada hifa yang ditunjukkan dengan pemendekan hifa sehingga miselium tidak berkembang sempurna (Lee *et al.*, 2003). Pertumbuhan yang abnormal seperti pembengkakan hifa fusarium terjadi karena senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri dapat masuk ke dalam sel patogen dan menyebabkan *protoplasmic dissolution* (Chen *et al.* 2004).

#### 4.4 Karakterisasi Bakteri Serasah Kopi

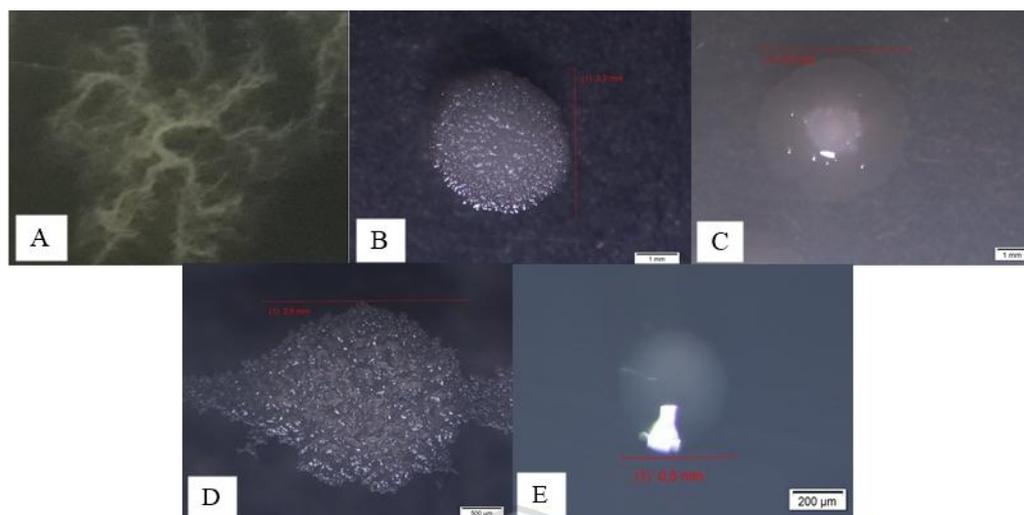
##### 4.4.1 Karakterisasi Morfologi Koloni

Karakterisasi morfologi koloni bakteri dilakukan dengan mengamati bentuk koloni dari biakan bakteri. Hasil karakterisasi kelima isolat bakteri yang bersifat antagonis terhadap *FOC* secara morfologi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik morfologi koloni bakteri antagonis

Isolat	Karakteristik morfologi			
	Bentuk	Permukaan	Warna	Tepi
K1	Serabut	Datar	Krem	Tidak Rata
K2	Bulat	Cembung	Putih keruh	Rata
K11	Bulat	Cembung	Kuning	Rata
K13	Bulat	Cembung	Putih keruh	Bergelombang
K29	Bulat	Cembung	Kuning bening	Rata

Dari hasil pengamatan morfologi diketahui bahwa bakteri antagonis memiliki morfologi koloni yang berbeda. Bakteri umumnya memiliki bentuk koloni bulat dengan permukaan datar dan cembung, berwarna putih keruh, putih kekuningan dan kuning bening dan memiliki tepi rata, tidak rata dan bergelombang.



Gambar 8. Bentuk koloni bakteri antagonis, (A): Isolat K1, (B): Isolat K2, (C): Isolat K12, (D): Isolat K13, (E): Isolat K29

#### 4.4.2 Karakterisasi Bakteri Secara Fisiologi dan Biokimia

Karakterisasi bakteri selanjutnya yaitu dengan melakukan beberapa tahap pengujian identifikasi yang berpedoman pada buku Bergey's Determinative Bacteriology (Holt *et al.*, 1994) dan (Schaad *et al.*, 2001b) diantara yaitu uji hipersensitif, uji KOH, uji pewarnaan gram, uji pengecatan spora, uji oksidatif-fermentatif, uji pigmen fluorescen pada media King's B, pertumbuhan pada media YD dan Uji Katalase. Hasil uji fisiologi dan biokimia bakteri dapat dilihat pada Tabel 5.

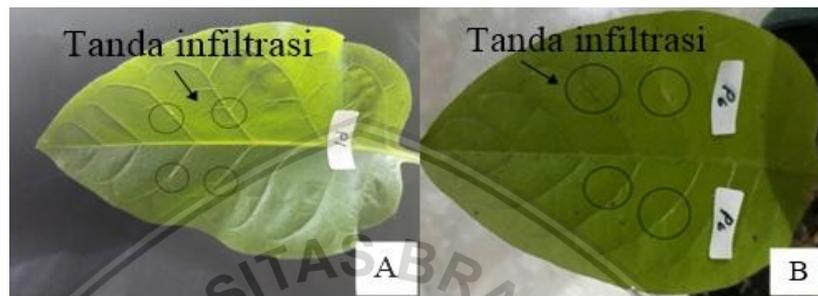
Tabel 5. Karakterisasi uji fisiologi dan biokimia pada bakteri

Karakterisasi	Isolat				
	K1	K2	K11	K13	K29
Uji Hipersensitif	-	-	-	-	-
Uji KOH	+	+	-	-	-
Uji Pewarnaan Gram	+	+	-	-	-
Uji Pengecatan Endospora	+	+	TU	TU	TU
Uji Oksidatif Fermentatif	F	F	O	F	O
Pigmen Flourescen pada Media King's B	TU	TU	+	-	+
Pertumbuhan Koloni Kuning pada YDC	TU	TU	-	-	-
Uji Katalase	+	-	+	+	+

Keterangan : Karakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri. (-): reaksi negatif, (+): reaksi positif, (F): fermentatif, (O): oksidatif, (TU): tidak dilakukan.

## 1. Uji Hipersensitif

Uji Hipersensitif adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah isolat bakteri yang ditemukan merupakan bakteri patogen tanaman atau bukan (Fanani *et al.*, 2015). Hasil uji hipersensitif pada lima isolat bakteri yang diuji menunjukkan tidak adanya reaksi nekrotik pada daun tanaman tembakau yang diinfiltrasi suspensi bakteri hingga tujuh hari setelah infiltrasi (hsi). (Gambar 9).

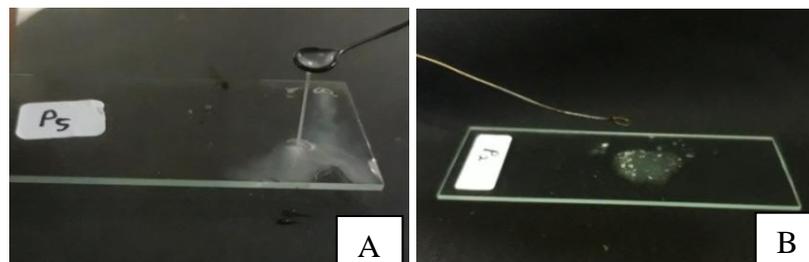


Gambar 9. Hasil uji hipersensitif pada daun tembakau hari ketujuh (A): isolat K1, (B): kontrol air

Hasil ini membuktikan bahwa bakteri yang diinfiltrasikan bukan merupakan bakteri patogen pada tanaman, hal ini sesuai penelitian Masnilahs *et al.* (2013), bahwa bakteri sebagai patogen terlihat jika pada bagian yang diinfiltrasi suspensi bakteri terjadi nekrosis setelah diinkubasi selama 24 jam.

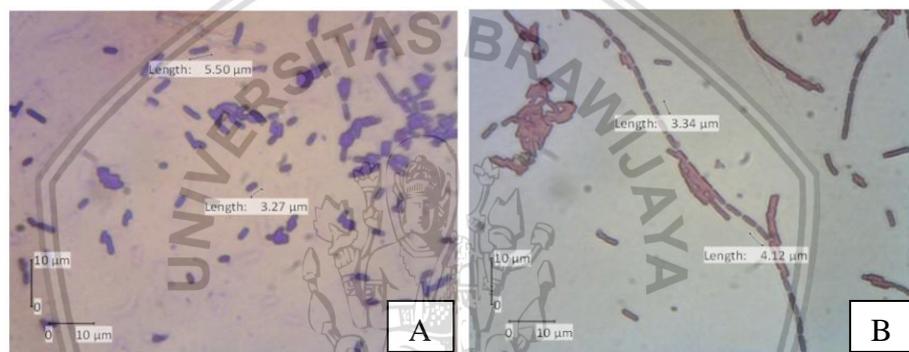
## 2. Uji Gram

Hasil uji KOH terdapat empat isolat bakteri yang termasuk Gram negatif (K11, K13 dan K29) yang ditandai dengan adanya lendir dari suspensi bakteri yang diuji dan satu isolat bakteri termasuk Gram positif (K1 dan K2) yang ditandai dengan tidak adanya lendir (Gambar 10). Schaad *et al.* (2001) menyatakan bahwa Gram negatif jika pada pengujian KOH isolat bakteri terdapat lendir jika ose diangkat, sedangkan pada Gram positif tidak berlendir.



Gambar 10. Hasil uji KOH (A): isolat K5 menghasilkan lendir, (B): isolat K2 tidak menghasilkan lendir

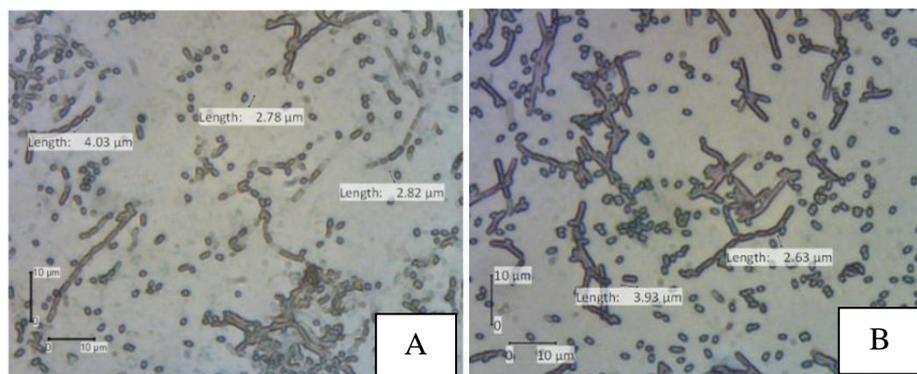
Hasil uji pewarnaan Gram, setelah diamati dengan mikroskop dengan perbesaran 100x tiga isolat (K11, K13 dan K29) bakteri berbentuk batang dan berwarna merah yang bersifat Gram negatif dan dua isolat (K1 dan K2) berbentuk batang dan berwarna biru keunguan (Gambar 11). Berdasarkan Schaad *et al.* (2001), hasil uji Gram dengan pewarnaan bakteri untuk bakteri Gram positif terlihat sel bakteri berwarna biru kehitaman sedangkan Gram negatif berwarna merah. Lay (1994) mengungkapkan bahwa perbedaan hasil pewarnaan disebabkan adanya perbedaan struktur kedua kelompok bakteri sehingga menyebabkan reaksi dalam permeabilitas zat warna dan penambahan larutan memucat, sebagian dinding sel bakteri gram positif tersusun atas peptidoglikan, sedangkan sel bakteri Gram negatif terdiri dari lipid yang tinggi.



Gambar 11. Hasil sel bakteri pada perbesaran 100x, (A): Gram positif isolat K2, (B): Gram negatif isolat K13

### 3. Pewarnaan Spora

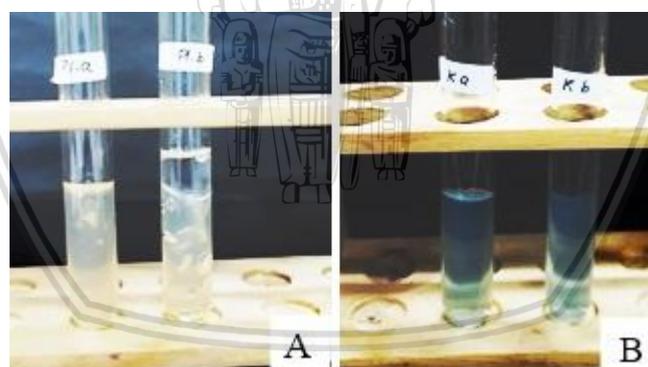
Pengecatan spora dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri tersebut memiliki endospora atau tidak. Hasil pengujian pewarnaan spora dilakukan pada bakteri Gram positif yaitu isolat K1 dan K2. Pada kedua isolat bakteri tersebut terlihat spora berwarna hijau kebiruan dan sel bakteri yang berwarna merah pada mikroskop perbesaran 100x (Gambar 12). Spora yang terlihat berbentuk bulat dan lonjong seperti telur. Spora tersebut terletak memisah diantara sel-sel bakteri dan ada yang masih terdapat pada ujung sel bakteri.



Gambar 12. Hasil pewarnaan spora, (A): isolat K1 dan (B): isolat K2 pada perbesaran 100x

#### 4. Uji Oksidatif - Fermentatif

Pada uji pertumbuhan oksidatif – fermentatif, menghasilkan tiga isolat bakteri memiliki sifat fermentatif dan dua isolat bakteri bersifat oksidatif. Isolat K1, K2 dan K13 menghasilkan reaksi fermentatif sedangkan pada isolat K11 dan K29 menghasilkan reaksi oksidatif (Gambar 13). Bakteri bersifat fermentatif ditandai dengan media yang ditutup *water agar* terjadi perubahan warna menjadi kuning pada media yang ditutup *water agar* sedangkan bakteri oksidatif ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna pada tabung yang ditutup *water agar*.



Gambar 13. Hasil uji OF, (A): isolat K1, (B): kontrol

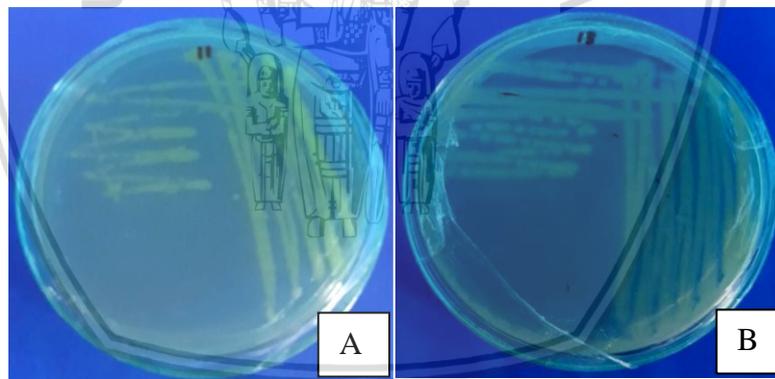
Isolat K1, K2 dan K13 merupakan bakteri yang bersifat fermentatif karena bakteri tersebut mampu melakukan fermentasi glukosa pada kedua tabung baik yang ditutup maupun tidak ditutup *water agar*, bakteri mampu melakukan fermentasi glukosa bertujuan untuk melakukan metabolisme sehingga bakteri tumbuh secara anaerob. Fermentasi merupakan salah satu aktivitas biokimia yang dilakukan oleh mikroba. Fermentasi adalah proses aktivitas mikroba dengan merubah senyawa makromolekul organik menjadi senyawa yang lebih sederhana

pada kondisi anaerob. Fermentasi dapat menghasilkan berbagai senyawa akhir seperti fermentasi karbohidrat yang dapat menghasilkan asam laktat dan propionet, ester-ester, keton dan gas (Pelczar and Michael, 2005).

Isolat K11 dan K29 merupakan bakteri bersifat oksidatif karena hanya mampu melakukan fermentasi glukosa pada tabung yang tidak tertutupi *water agar* sehingga bakteri tersebut dapat tumbuh pada kondisi aerob saja. Menurut Schaad *et al.* (2001), sifat oksidatif menunjukkan bahwa bakteri hidup dalam suasana aerob yang ditandai pada tabung yang ditutup *water agar* tetap berwarna biru.

### 5. Uji Pigmen Fluorescent pada Media King's B

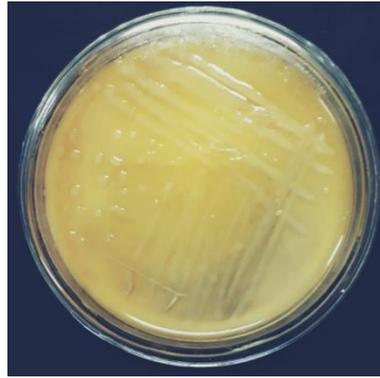
Pengujian pigmen fluorescent bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri uji dalam menghasilkan pigmen fluorescent. Bakteri yang mampu menghasilkan pigmen fluorescent menampilkan warna hijau muda menyala disekitar koloni bakteri yang dilihat dibawah sinar ultra violet (Schaad *et al.*, 2001). Hasil pengujian didapatkan bahwa isolat K11 dan K29 menghasilkan pigmen fluorescent sedangkan isolat lainnya tidak.



Gambar 14. Uji pigmen fluorescent. (A): isolat K11 menghasilkan pigmen fluorescent, (B): isolat K13 tidak menghasilkan pigmen fluorescent

### 6. Pertumbuhan pada Media YDC

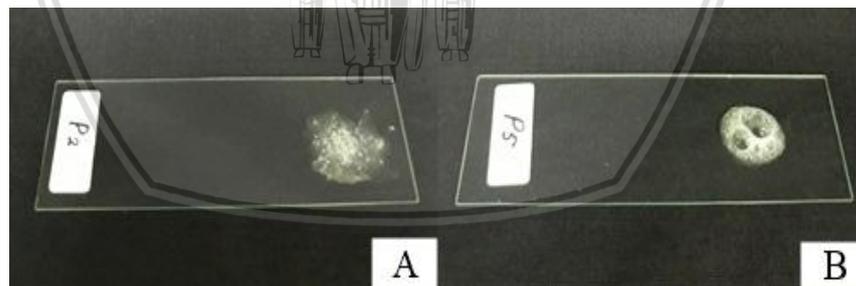
Berdasarkan hasil pertumbuhan media YDC, isolat K13 mampu tumbuh dan menghasilkan koloni bakteri berwarna putih. Menurut Schaad *et al.* (2001), bakteri yang bersifat anaerob dan ditumbuhkan pada media YDC menghasilkan koloni berwarna putih diidentifikasi merupakan bakteri dari Genus *Erwinia*.



Gambar 15. Bakteri Isolat K13 menghasilkan koloni berwarna putih pada media YDC

### 7. Uji Katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya enzim katalase pada bakteri yang diuji. Berdasarkan hasil uji katalase, isolat K1, K11, K13 dan K29 menghasilkan reaksi positif dan isolat K2 menghasilkan reaksi negatif. Reaksi positif ditunjukkan dengan munculnya gelembung gas pada suspensi preparat sedangkan reaksi negatif tidak menghasilkan gelembung gas pada suspensi preparat (Gambar 16). Pada bakteri yang bereaksi positif menghasilkan enzim katalase yang mampu menghidrolisis hidrogen peroksida. Enzim tersebut digunakan untuk memecah hydrogen peroksida yang terbentuk dari proses respirasi aerob menjadi dihidrogen oksida dan oksigen (Djide dan Sartini, 2006).



Gambar 16. Hasil uji katalase pada preparat, (A): Isolat K2, (B): Isolat K29

#### 4.4.3 Identifikasi Bakteri Serasah Kopi

Hasil identifikasi kelima isolat terpilih (K1, K2, K11, K13 dan K29) hingga tingkat Genus berdasarkan *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (Krieg and Holt, 1984) dan Schaad *et al.* (2001) adalah sebagai berikut:

##### a. Isolat K1

Isolat bakteri K1 diamati secara morfologi memiliki koloni berbentuk serabut (*filamentous*) melengkung searah jarum jam, berwarna krem, memiliki tepi

yang tidak rata dan elevasi rata. Pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bakteri tersebut merupakan bakteri Gram positif yang berbentuk batang, sel sering berpasangan dan membentuk rantai, bersifat fermentatif, menghasilkan spora, uji katalase bereaksi positif dan negatif menimbulkan nekrosis pada daun tembakau. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* dan Schaad *et al.* (2001), bakteri dengan ciri-ciri tersebut merupakan *Bacillus mycoides*.

b. Isolat K2

Isolat bakteri 2 diamati secara morfologi memiliki bentuk koloni bulat, berwarna putih keruh, memiliki tepi yang rata dengan elevasi cembung. Pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bakteri tersebut merupakan bakteri Gram positif yang berbentuk batang, memiliki spora yang berbentuk seperti oval, tidak tipis dan membengkak yang terletak terpisah dengan sel bakteri. Bakteri bersifat fermentatif, uji katalase bereaksi negatif dan negatif menimbulkan nekrosis pada daun tembakau. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* dan Schaad *et al.* (2001), bakteri dengan ciri-ciri tersebut termasuk genus *Clostridium* sp.

c. Isolat K11

Isolat bakteri K11 diamati secara morfologi memiliki bentuk koloni bulat, berwarna putih kekuningan, memiliki tepi yang rata dengan elevasi cembung. Pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bakteri tersebut merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk batang, bersifat oksidatif, katalase bereaksi positif, mampu berpendar memiliki pigmen fluorescent dan negatif menimbulkan nekrosis pada daun tembakau. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* dan Schaad *et al.* (2001), bakteri dengan ciri-ciri tersebut termasuk genus *Pseudomonas* sp.

d. Isolat K13

Isolat bakteri K13 diamati secara morfologi memiliki bentuk koloni bulat, berwarna putih keruh, memiliki tepi yang bergelombang dengan elevasi cembung. Pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bakteri tersebut merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk batang, bersifat fermentative, katalase bereaksi positif, tidak mampu berpendar, memiliki koloni putih pada

media YDC dan negatif menimbulkan nekrosis pada daun tembakau. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* dan *Schaad et al.* (2001), bakteri dengan ciri-ciri tersebut termasuk genus *Erwinia* sp.

e. Isolat K29

Isolat bakteri K29 diamati secara morfologi memiliki bentuk koloni bulat, berwarna kuning bening, memiliki tepi yang rata dengan elevasi cembung. Pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bakteri tersebut merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk batang, bersifat oksidatif, katalase bereaksi positif, mampu berpendar, memiliki pigmen fluorescent dan negatif menimbulkan nekrosis pada daun tembakau. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* dan *Schaad et al.* (2001), bakteri dengan ciri-ciri tersebut termasuk genus *Pseudomonas* sp.

#### 4.5 Uji Penghambatan Penyakit Busuk Pangkal Batang secara *in vivo*

##### 4.5.1 Masa Inkubasi Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah

Hasil pengamatan masa inkubasi penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah menunjukkan jumlah tanaman yang terserang busuk pangkal batang paling banyak adalah perlakuan kontrol dan jumlah tanaman yang terserang busuk pangkal batang paling sedikit adalah perlakuan isolat K1, K2 dan K11 (Tabel 6).

Tabel 6. Jumlah tanaman yang terserang dan hari muncul gejala penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Jumlah tanaman		Hari pertama muncul gejala (hst)
	Terserang	Tidak terserang	
Kontrol	40	0	5
Isolat K1	37	3	10
Isolat K2	37	3	7
Isolat K11	37	3	9
Isolat K13	39	1	7
Isolat K29	39	1	8
Fungisida	38	2	7

Keterangan: hst: hari setelah tanam

Perlakuan kontrol merupakan perlakuan yang memunculkan gejala paling singkat yaitu 5 hst dan perlakuan isolat K1 merupakan perlakuan yang

memunculkan gejala paling lama yaitu 10 hst. Perbedaan waktu munculnya gejala penyakit busuk pangkal batang tersebut disebabkan oleh tingkat ketahanan yang dimiliki bakteri berbeda, pada tanaman yang tahan patogen perkembangan patogen menjadi terhambat sehingga gejala penyakit dapat diperlambat. Pada tanaman yang rentan patogen dapat berkembang dengan cepat karena kecocokan patogen dengan inangnya (Rosi, 2011).

Pada pengujian secara *invivo* perlakuan yang memunculkan gejala penyakit busuk pangkal batang paling singkat adalah pada perlakuan kontrol, hal tersebut disebabkan tidak adanya suatu penghambatan pada pertumbuhan patogen serta kesesuaian patogen dengan tanaman bawang merah yang menyebabkan gejala muncul lebih awal (Santoso and Soesanto, 2012). Perlakuan isolat K1 merupakan perlakuan dengan memunculkan gejala penyakit busuk pangkal batang paling lama. Hasil identifikasi menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, isolat K1 merupakan *Bacillus mycoides*. Menurut Franco *et al.* (2002), *Bacillus mycoides* merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang, berukuran 3-4  $\mu\text{m}$ , mempunyai ujung persegi dan tersusun dalam rantai yang panjang, mempunyai spora dan sering bergerak dengan flagella, mampu memfermentasi glukosa, laktosa dan maltose serta bakteri *B. mycoides* resisten terhadap penicillin, positif mengkatalis hidrogen oksidase, mereduksi nitrat dan mereduksi methylene. Bakteri *Bacillus* sp. memiliki kemampuan tinggi dalam mengkolonisasi tanaman, sehingga mampu berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen (Benny *et al.*, 2013). Handini and Nawangsih, (2014) juga menyatakan bahwa bakteri *B. subtilis* dapat mengkolonisasi akar tanaman dengan baik dan dapat memacu pertumbuhan tanaman.

#### **4.5.2 Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah**

Hasil analisis ragam data kejadian penyakit busuk pangkal batang pada hari terakhir pengamatan menunjukkan tidak berbeda nyata. Rerata kejadian penyakit busuk pangkal batang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata persentase kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Rerata persentase kejadian penyakit				AUDPC
	8 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	15 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	22 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	29 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	
Kontrol	27,5±17,1 <i>a</i>	60,0±27,1	100,0± 0,0 <i>a</i>	100,0± 9,6	1.676
Isolat K1	12,5± 9,6 <i>ab</i>	27,5±35,9	80,0±11,5 <i>b</i>	92,5±14,1	1.170
Isolat K2	7,5± 9,6 <i>b</i>	22,5±17,1	82,5±15,0 <i>ab</i>	90,0± 9,6	1.102
Isolat K11	7,5±15,0 <i>b</i>	37,5±29,9	92,5± 9,6 <i>ab</i>	92,5± 5,0	1.286
Isolat K13	17,5± 5,0 <i>ab</i>	42,5±25,0	85,0±10,0 <i>ab</i>	97,5± 5,0	1.363
Isolat K29	7,5± 5,0 <i>b</i>	32,5± 9,6	95,0±10,0 <i>ab</i>	97,5± 0,0	1.286
Fungisida	7,5± 9,6 <i>b</i>	25,0±10,0	90,0±14,1 <i>ab</i>	95,0±10,0	1.190

Keterangan : Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%.

Pada pengamatan 8 hst, hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata antara perlakuan bakteri antagonis terhadap kejadian penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah. Perlakuan tersebut adalah bakteri isolat K2, K11 dan K29 yang dapat mengurangi kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah. Hal ini diduga pada 8 hst bakteri tersebut mampu meningkatkan ketahanan tanaman bawang merah pada awal fase vegetatif. Hasil berbeda nyata juga terjadi pada 22 hst yaitu bakteri isolat K1 memberikan persentase kejadian penyakit yang lebih rendah dari perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata pada saat pengamatan terakhir.

Persentase kejadian busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah semakin meningkat hingga pada 29 hst. Hal tersebut diduga perkembangan populasi patogen yang terjadi secara cepat sehingga mengakibatkan bakteri antagonis lemah dalam mengendalikan patogen. Sastrahidayat (2011) menyatakan bahwa jamur *FOC* dapat berkecambah pada suhu 25 - 30°C dan menjadi virulen pada suhu 25 - 28°C. Kelembapan optimum pertumbuhan jamur *FOC* adalah berkisar 60 - 70% (Abawi and Lorbeer, 1972). Kondisi suhu rata-rata pada lahan penelitian adalah 22 - 30°C dan kelembapan berkisar antara 64 - 98%. Kondisi tersebut merupakan salah satu faktor meningkatnya virulensi dari patogen *FOC* dalam menginfeksi tanaman bawang merah sehingga meningkatkan persentase dari kejadian penyakit busuk pangkal batang.

Pada isolat K11 hasil uji penghambatan secara *in vitro* memiliki daya penghambatan terbesar terhadap pertumbuhan patogen *FOC*, namun pada uji secara *in vivo* besar penghambatan tidak berbeda nyata. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, isolat K11 merupakan bakteri *Pseudomonas* sp. Bakteri isolat K11 diasumsikan memiliki daya penghambatan yang baik saat diuji secara *in vitro* namun tidak sebanding saat dilakukan pengujian lapang. Pernyataan tersebut didukung oleh (Ran *et al.*, 2005), yang menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* terkadang mampu menghambat pertumbuhan patogen secara *in vitro* namun kurang mampu dalam mengendalikan patogen saat di lapang. Rustam *et al.*(2011) juga menyatakan bahwa tidak semua isolat bakteri antagonis memiliki daya hambat yang sama terhadap pertumbuhan bakteri patogen secara *in vitro* dan *in vivo*. Hal ini dapat terjadi karena kelima isolat tersebut menghasilkan senyawa antifungal pada saat pengujian secara *in vitro*, namun kurang dihasilkan pada saat pengujian secara *in vivo*.

AUDPC (*Area under the disease progress curve*) merupakan suatu metode untuk menganalisis perkembangan penyakit menggunakan gabungan antara kejadian atau keparahan penyakit dengan waktu tertentu. Nilai AUDPC pada pengamatan merupakan nilai keefektifan suatu perlakuan bakteri antagonis dalam menekan patogen *FOC*. Hasil pengamatan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah menghasilkan nilai AUDPC yang berbeda antara 1.102 – 1.676. Isolat K2 diidentifikasi *Clostridium* sp. memberikan nilai AUDPC sebesar 1.102 yang merupakan nilai AUDPC terbaik dibanding semua perlakuan. Nilai AUDC yang paling rendah mengindikasikan sebagai perlakuan terbaik dalam menekan patogen (Saputra *et al.*, 2015).

#### 4.5.3 Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

##### 1. Tinggi tanaman

Hasil analisis ragam data tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 8 dan 15 hst menunjukkan data yang berbeda nyata, namun pada akhir pengamatan menghasilkan data yang tidak berbeda nyata. Rerata tinggitanaman pada pengamatan pertama sebesar 15,23 – 18,71 cm dan pada akhir pengamatan sebesar 13,7 – 22,08 cm (Tabel 8).

Tabel 8. Rerata tinggi tanaman bawang merah

Perlakuan	Rerata tinggi tanaman (cm)			
	8 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	15 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	22 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	29 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrol	17,59±0,74 <i>b</i>	20,13±2,07 <i>a</i>	19,79±12,50	13,70±10,69
Isolat K1	18,71±1,08 <i>b</i>	23,08±2,38 <i>ab</i>	29,28± 2,81	22,08± 8,88
Isolat K2	17,94±0,49 <i>b</i>	24,21±0,61 <i>bc</i>	25,98± 3,65	19,33± 8,58
Isolat K11	18,18±1,09 <i>b</i>	23,51±2,78 <i>bc</i>	23,63±11,06	16,19±11,35
Isolat K13	18,09±0,63 <i>b</i>	23,16±0,56 <i>ab</i>	24,84± 9,11	16,30± 9,23
Isolat K29	15,23±1,10 <i>a</i>	21,61±1,62 <i>ab</i>	25,16± 3,46	12,63± 8,10
Fungisida	18,64±1,41 <i>b</i>	26,34±1,16 <i>c</i>	24,90±10,74	21,18±14,20

Keterangan : Bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidakberbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%, hst: hari setelah tanam.

## 2. Jumlah daun

Hasil analisis ragam data jumlah daun pada bawang merah menunjukkan tidak berbeda nyata. Rerata jumlah daun pada pengamatan pertama sebesar 9,78 – 11,78 daun dan pada pengamatan akhir sebesar 6 – 11,08 daun (Tabel 9).

Tabel 9. Rerata jumlah daun tanaman bawang merah

Perlakuan	Rerata jumlah daun tanaman			
	8 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	15 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	22 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )	29 hst ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrol	10,75±1,44	9,78±2,49	8,80±6,10	6,00±6,41
Isolat K1	11,53±1,89	12,38±1,56	11,80±3,54	11,08±6,21
Isolat K2	10,13±0,25	10,00±1,63	10,08±1,73	9,20±5,77
Isolat K11	10,08±0,91	9,58±2,28	9,18±4,93	10,15±1,77
Isolat K13	11,78±0,89	11,93±0,80	8,55±2,28	6,98±3,66
Isolat K29	9,78±2,60	9,75±1,89	8,43±3,94	6,85±3,72
Fungisida	11,45±1,89	12,85±3,66	8,65±4,31	9,35±6,44

Keterangan: hst: hari setelah tanam.

## 3. Berat basah

Hasil analisis ragam data berat basah menunjukkan tidak berbeda nyata. Rerata berat basah bawang merah adalah sebesar 37, 25 – 64,75 gram (Tabel 10).

Tabel 10. Rerata berat basah pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Rerata Berat Basah (gram) ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrol	37,25±30,93
Isolat K1	64,75±29,68
Isolat K2	59,25±31,79
Isolat K11	44,25±20,57
Isolat K13	48,50±26,11
Isolat K29	49,50±30,66
Fungisida	64,50±45,14

Hasil analisis ragam data pertumbuhan tanaman bawang merah menunjukkan tidak berbeda nyata. Pada pengamatan tinggi tanaman bawang merah mengalami penurunan pada pengamatan 29 hst dan jumlah daun bawang merah mengalami penurunan mulai 22 hst. Salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah faktor virulensi patogen *FOC* yang meningkat dan patogen tumbuh secara optimal di dalam tanah. Serangan patogen dapat mengakibatkan perubahan fisiologi tanaman yang mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman menjadi terhambat (Agrios, 2005). Semakin tinggi tingkat virulensi patogen menyebabkan jumlah tanaman bawang merah yang terserang penyakit busuk pangkal batang meningkat, hal tersebut menyebabkan kematian jaringan tanaman sehingga menurunkan nilai jumlah daun, tinggi tanaman dan berat basah tanaman.

Pada pengamatan pertumbuhan tanaman bawang merah meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah memberikan nilai tertinggi yaitu perlakuan isolat bakteri *Bacillus mycoides* dan nilai terendah yaitu perlakuan kontrol. Semua perlakuan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata sehingga bakteri diasumsikan tidak dapat berkolonisasi dengan baik pada akar sehingga kurang mampu dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Bakteri yang memiliki kemampuan untuk berkoloni pada akar disebut Rhizobacteria yang kini banyak digunakan untuk PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang dapat berperan secara langsung dengan meningkatkan ketersediaan hara serta menghasilkan hormon pertumbuhan dan dapat berperan secara tidak langsung dengan memproduksi senyawa metabolit seperti antibiotik dan siderofor untuk menekan patogen penyebab penyakit tanaman (McMillan, 2007).

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Eksplorasi bakteri dari serasah tanaman kopi menghasilkan lima bakteri yang berpotensi menghambat patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (FOC) yaitu isolat K1 diidentifikasi sebagai *Bacillus mycoides*, isolat K2 yaitu *Clostridium* sp, isolat K11 yaitu *Pseudomonas* sp., isolat K13 yaitu *Erwinia* sp., dan isolat K29 yaitu *Pseudomonas* sp.
2. *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri yang paling baik menekan pertumbuhan patogen FOC di laboratorium. *Bacillus mycoides*, merupakan bakteri yang mampu memunculkan gejala penyakit busuk pangkal batang paling lama dibanding perlakuan kontrol.
3. Kelima isolat bakteri antagonis berpotensi untuk mengendalikan patogen FOC di laboratorium namun tidak berbeda nyata terhadap kejadian penyakit busuk pangkal batang dan pertumbuhan tanaman bawang merah di lapang.

### 5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian penghambatan busuk pangkal batang secara konsorsium dengan bakteri yang telah ditemukan dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode yang tepat dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abawi, G.S., and J.W. Lorbeer. 1972. Several Aspects of the Ecology and Pathology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Phytopathology* 62(8): 870–876.
- Agrios, G. 2005. *Plant Pathology*. Fifth edit. Department of Plant Pathology. University of Florida. Florida.
- Agustining, D. 2012. Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*. Skripsi. Pendidikan MIPA. Universitas Jember. Jember.
- Akpor, O.B., A.I. Okoh, and G.O. Babalola. 2006. Culturable Mikrobial Population Dynamics During Decomposition of *Theobroma cacao* Leaf Litters in a Tropical Soil Setting. *J. of Biological Sciences* 6 (4): 768-774.
- Alabouvette, C., and C. Steinberg. 2006. *Biological Control of Plant Diseases : The European Situation*. (March).
- Aprianis, Y. 2011. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah *Acacia crassicaarpa* dan *A. Cunn.* di PT. Arara Abadi. *Tekno Hutan Tanam*. 4(1): 41–47.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Sayuran di Indonesia*. (1): 52–55.
- Benny, L. Lubis, S. Oemry, and Z. Fairuzah. 2013. Uji Dosis dan Cara Aplikasi Biofungisida *Bacillus* sp. terhadap Penyakit Jamur Akar Putih (*Rigidoporus lignosus*) pada Tanaman Karet di Pembibitan. *J. Online Agroekoteknologi* 1(2): 58–66.
- Black, L., K. Conn, B. Gabr, J. Kao, and J. Lutton. 2012. *Onion Disease Guide*. p. 72. In Conn, K.E., Lutton, Jeffrey S, Rosenberger, S.A. (eds.), *Seminis Vegetable Seed*, Inc.
- BUA UB. 2017. *UB Forest | Badan Usaha Akademik UB*. Available at <http://bua.ub.ac.id/ubforest/>.
- Chen, C.-Y., Y.-H. Wang, and C.-J. Huang. 2004. Enhancement of the antifungal activity of *Bacillus subtilis* F29-3 by the chitinase encoded by *Bacillus circulans* chiA gene. *Can. J. Microbiol.* 50(6): 451–454. Available at <http://article.pubs.nrc-cnrc.gc.ca/ppv/RPViewDoc?issn=1480-3275&volume=50&issue=6&startPage=451&ab=y>.
- Cramer, C.S. 2000. Breeding and genetics of *Fusarium* basal rot resistance in onion. *Euphytica* 115(3): 159–166.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. *Statistik Produksi Hortikultura*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Djide, N dan Sartini. 2006. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Fanani, A.K., A.L. Abadi, and L.Q. Aini. 2015. *Eksplorasi Bakteri Patogen pada*

- Beberapa Spesies Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes* sp. ). J.Hpt. 3(3): 104–110.
- Fernando, W.G.D., S. Nakkeeran, and Y. Zhang. 2005. Biosynthesis of antibiotics by PGPR And Its Relation in Biocontrol of Plant Diseases. PGPR Biocontrol Biofertilization: 67–109.
- Franco, C. Di, E. Beccari, T. Santini, G. Pisaneschi, and G. Tecce. 2002. Colony Shape As a Genetic Trait in The Pattern-Forming *Bacillus mycoides*. BMC Microbiol. 2(33): 1–15. Available at <http://www.biomedcentral.com/1471-2180/2/33>.
- Hadiwiyono, R.D. Wuspada, S. Widono, S.H. Poromarto, Z.D.F. 2009. Kesuspresifan Tanah Terhadap Busuk Pangkal (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) Bawang Putih di Tawangmangu Karanganyar. J. Ilm. Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 6(1): 1–6.
- Handini, Z.V.T., and A.A. Nawangsih. 2014. Keefektifan Bakteri Endofit dan Bakteri Perakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman dalam Menekan Penyakit Layu Bakteri pada Tomat. J. Fitopatol. Indones. 10(April): 61–67.
- Hasanuddin, and Rosmayanti. 2013. Karakteristik Morfologi Isolat *Fusarium* Penyebab Penyakit Busuk Umbi Bawang Merah. p. 26–31. In Prosiding Seminar Nasional. Pekanbaru.
- Herliyana, E.N., R. Jamilah, D. Taniwiryo, and A. Firmansyah. 2013. Uji In-vitro Pengendalian Hayati oleh *Trichoderma* spp . terhadap *Ganoderma* yang Menyerang Sengon. Silvikultur Trop. 4(3): 190–195.
- Herwindo. 2013. Perlunya Tanaman Pelindung pada Budidaya Kopi – Puslitbang Perkebunan.
- Holt, J., G. N. R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, and S.T. Williams. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Ninth Edition. Williams and Wilkins Maryland. United Stated of America.
- Hurek, T., and B. Reinhold-Hurek. 2003. *Azoarcus* sp. strain BH72 as a model for nitrogen-fixing grass endophytes. J. Biotechnol. 106(2–3): 167–178.
- Isniah, U.S., and Widodo. 2015. Eksplorasi *Fusarium* Nonpatogen untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal pada Bawang Merah. J. Fitopatol. Indones. 11(1): 14.
- Jayesti, B.D., L.Q Aini, and R.Rachmawati. 2018. Pengendalian penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Bakteri Antagonis secara Tunggal dan Konsorsium. Skripsi. Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Jnawali, A.D., R.B. Ojha, and S. Marahatta. 2015. Evaluation of Maize Nutrient Contents in a Maize/Cowpea Intercropping Systems in South Africa. Adv. Plants Agric. Res. 2(6). Available at <http://medcraveonline.com/APAR/APAR-02-00069.php>.
- Khalimi, K., and G.N.A.S. Wirya. 2009. Pemanfaatan Plant Growth Promoting

- Rhizobacteria untuk Biostimulants dan Bioprotectants. *Ecotrophic* 4(2): 131–135.
- Lee, J.Y., S.S. Moon, and B.K. Hwang. 2003. Isolation and antifungal and antioomycete activities of aerugine produced by *Pseudomonas fluorescens* strain MM-B16. *Appl. Environ. Microbiol.* 69(4): 2023–2031.
- Leslie, J.F., and B.A. Summerell. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual* Blackwell. *Fusarium Lab. Man.* 1–388: 388.
- Masnilah, R., A.L. Abadi, T.H. Astono, and L.Q. Aini. 2013. Characterization of Bacterial Blight Pathogen on Edamame Soybean in Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian.* 1: 10–14.
- Mcmillan, S. 2007. Promoting Growth With PGPR. *Can. Org. Grow.:* 32–34.
- Meredyth, D., and D. Tyler. 1993. *Allium* spp. In Diekmann, M. (ed.), *FAO Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm.*
- Monteiro, L., R. De Lima, R. Mariano, and A.M. Souto-Maior. 2005. Brazilian Archives of Biology and Technology Antagonism of *Bacillus* spp. Against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 48(1): 23–29.
- Nana, S.A.B.P., and Z. Salamah. 2014. Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dengan Penyiraman Air Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas XII. *Jupemasi-Bio* 1(1): 82–86.
- Nugraheni, E.S. 2010. Karakteristik Biologi Isolat-Isolat *Fusarium* sp pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Asal Boyolali. Skripsi. Jurusan Agronomi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nurhayati. 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. *Pros. Semirata:* 978-979-8389-18-4. Available at [http://eprints.unsri.ac.id/1068/2/penggunaan\\_jamur\\_dan\\_bakteri\\_pdf.pdf](http://eprints.unsri.ac.id/1068/2/penggunaan_jamur_dan_bakteri_pdf.pdf).
- Nuryani, W., E.S. Yusuf, I.B. Rahardjo, and I. Djatnika. 2012. Penggunaan gliocompost untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* dan meningkatkan produktivitas bunga krisan potong. *J. Hortik.* 22(3): 285–291.
- Nuryati, L., and Noviati. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura (Bawang Merah). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Pelczar, A., and J. Michael. 2005. *Dasar - Dasar Mikrobiologi.* UI Press. Jakarta.
- Prayudyaningsih, R., Nurstamsi, and R. Sari. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. p. 954–959. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia.*
- Ran, L.X., C.Y. Liu, G.J. Wu, L.C. Van Loon, and P.A.H.M. Bakker. 2005. Suppression of bacterial wilt in *Eucalyptus urophylla* by fluorescent

- Pseudomonas* spp. in China. Biol. Control 32(1): 111–120.
- Riska, Jumjunidang, and C. Hermanto. 2012. Hubungan antara Tingkat Konsentrasi Inokulum dengan Perkembangan Penyakit Layu pada Kultivar Pisang Rentan. J. Hort 22(2): 156–163.
- Rosi, E. 2011. Induksi Ketahanan Tanaman Tomat Menggunakan Isolat Bakteri Endofit Indigenus untuk Pengendalian Penyakit Bercak Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*).
- Rustam, Giyanto, S. Wiyono, D.A. Santosa, and S. Susanto. 2011. Seleksi dan Identifikasi Bakteri Antagonis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Hawar Pelepah Padi. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 30(3): 164–171.
- Santoso, S., and L. Soesanto. 2012. Penekanan hayati penyakit moler pada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. J. Hama dan Penyakit 7(1): 53–61. Available at <http://journal.unila.ac.id/index.php/jhtrop/article/view/275>.
- Saputra, R., T. Ariwiyanto, and A. Wibowo. 2015. Uji Aktivitas Antagonistik Beberapa Isolat Bacillus spp. terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada Beberapa Varietas Tomat dan Identifikasinya. 1(118996): 1116–1122. Available at <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/M/M0105/M010525.pdf>.
- Sasaki, K., K. Nakahara, S. Tanaka, M. Shigyo, and S. Ito. 2015. Genetic and Pathogenic Variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* Isolated from Onion and Welsh Onion in Japan. Phytopathology 105(4): 525–532. Available at <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25412011>.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Fitopatologi Ilmu Penyakit Tumbuhan. UB Press. Malang.
- Schaad, N., J.B. Jones, and W. Chun. (ed.) 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3rd Edition. APS Press. St. Paul Minnesota.
- Soesanto, L., E. Mugiastuti, and R.F. Rahayuniati. 2010. Kajian Mekanisme Antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 Terhadap *Fusarium oxysporum* sp. *lycopersici* Pada Tanaman Tomat in Vivo. 10(2): 1411–7525.
- Susanti, P.D., and W. Halwany. 2007. Dekomposisi Serasah dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Hutan Tanaman Industri Nyawai (*Ficus variegata*. Blume). Ilmu Kehutanan. I(2).
- Taylor, A., V. Vagany, D.J. Barbara, B. Thomas, D.A.C. Pink, J.E. Jones, and J.P. Clarkson. 2013. Identification of differential resistance to six *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* isolates in commercial onion cultivars through the development of a rapid seedling assay. Plant Pathol. 62(1): 103–111.
- Van der Plank J.E. 1963. Plant Diseases: Epidemics and Control. New York, USA: Academic Press.
- Wahyuni, I. 2010. Jenis-Jenis Bakteri yang Berasosiasi pada Proses Dekomposisi

Serasah Daun *Avicennia marina* (Forsk) vierh Setelah Aplikasi Fungi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Penicilium* sp. pada Beberapa Tingkat Salinitas di Desa Sicanang Belawan. Medan.

Wijiyono. 2009. Keanekaragaman Bakteri Serasah Daun *Avicennia marina* Yang Mengalami Dekomposisi Pada Berbagai Tingkat Salinitas Di Teluk Tapian Nauli. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Wiyatiningsih, S., A. Wibowo, and E. P. Triwahyu. 2009. Keperahan Penyakit Moler pada Enam Kultivar Bawang Merah Karena Infeksi *Fusariumoxysporum* f.sp. *cepae* di Tiga Daerah Sentra Produksi. In Seminar Nasional Akselerasi Pengembangan Teknologi Pertanian dalam Mendukung Revitalisasi Pertanian. Fakultas Pertanian dan LPPM UPN Veteran Jawa Timur.

Yahya, Y., H. Nursyam, R. Yenny, and S. Soemarno. 2014. Karakteristik Bakteri di Perairan Mangrove Pesisir Kraton Pasuruan. *Ilmukelautan* 19(1): 35–42.

Yan, P., Y. Song, E. Sakuno, and H. Nakajima. 2004. Cyclo (1-Leucyl-1-Prolyl) Produced by *Achromobacter xylosoxidans* Inhibits Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus*. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 70(12): 7466–7473.

Yulma, Y., B. Ihsan, S. Sunarti, E. Malasari, N. Wahyuni, and M. Mursyban. 2017. Identifikasi Bakteri Pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *J. Trop. Biodivers. Biotechnol.* 2(1): 28. Available at <https://journal.ugm.ac.id/jtbb/article/view/27173>.



Tabel Lampiran 1. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 2

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel 5%
Perlakuan	6,663	6	1,110	10,784	2,57**
Galat	2,162	21	0,103		
Total	8,825	27			

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 3

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel 5%
Perlakuan	10,939	6	1,823	11,751	2,57**
Galat	3,258	21	0,155		
Total	14,197	27			

Tabel Lampiran 3. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 4

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel 5%
Perlakuan	12,975	6	2,162	7,842	2,57**
Galat	5,790	21	0,276		
Total	18,765	27			

Tabel Lampiran 4. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 5

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel5%
Perlakuan	15,676	6	2,613	8,960	2,57**
Galat	6,123	21	0,292		
Total	21,799	27			

Tabel Lampiran 5. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 6

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel5%
Perlakuan	17,528	6	2,921	5,599	2,57**
Galat	10,957	21	0,522		
Total	28,485	27			

Tabel Lampiran 6. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 7

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel5%
Perlakuan	22,245	6	3,708	4,840	2,57**
Galat	16,086	21	0,766		
Total	38,331	27			

Tabel Lampiran 7. Analisis ragam penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro* hari ke- 8.

SK	JK	db	KT	F hitung	Ftabel5%
Perlakuan	25,111	6	4,185	4,115	2,57**
Galat	21,361	21	1,017		
Total	46,472	27			

Tabel Lampiran 8. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada pengamatan 8 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	1400,000	6	233,333	1,793	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	182,143	3	60,714	0,47	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	2342,857	18	130,159		
Total	3925,000	27			

Tabel Lampiran 9. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada pengamatan 15 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	4021,429	6	670,238	1,093	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	1039,286	3	346,429	0,57	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	11035,714	18	613,095		
Total	16096,429	27			

Tabel Lampiran 10. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada pengamatan 22 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	1235,714	6	205,952	1,648	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	300,000	3	100,000	0,80	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	2250,000	18	125,000		
Total	3785,714	27			

Tabel Lampiran 11. Analisis ragam kejadian penyakit busuk pangkal batang pada pengamatan 29 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	321,429	6	50,000	0,79	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	153,571	3	51,190	0,75	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	1221,429	18	81,746		
Total	1696,429	27			

Tabel Lampiran 12. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 8 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	33,776	6	5,629	5,10	2,66**
Ulangan	0,312	3	0,104	0,09	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	20,194	18	0,962		
Total	53,970	27			

Tabel Lampiran 13. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 15 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	91,827	6	15,04	4,25	2,66**
Ulangan	2,004	3	0,668	0,19	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	64,838	18	3,602		
Total	158,670	27			

Tabel Lampiran 14. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 22 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	192,219	6	32,036	0,42	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	144,270	3	48,090	0,62	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	1385,929	18	76,996		
Total	1722,417	27			

Tabel Lampiran 15. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah pada pengamatan 29 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	315,833	6	52,639	0,43	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	41,000	3	13,667	0,11	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	2243,572	18	106,837		
Total	2559,405	27			

Tabel Lampiran 16. Analisis ragam jumlah daun bawang merah pada 8 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	15,724	6	2,621	1,08	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	9,315	3	3,105	1,28	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	43,622	18	2,423		
Total	68,661	27			

Tabel Lampiran 17. Analisis ragam jumlah daun bawang merah pada 15 hst

SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	48,729	6	8,121	1,82	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	21,739	3	7,246	1,62	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	80,411	18	4,467		
Total	150,879	27			

Tabel Lampiran 18. Analisis ragam jumlah daun bawang merah pada 22 hst

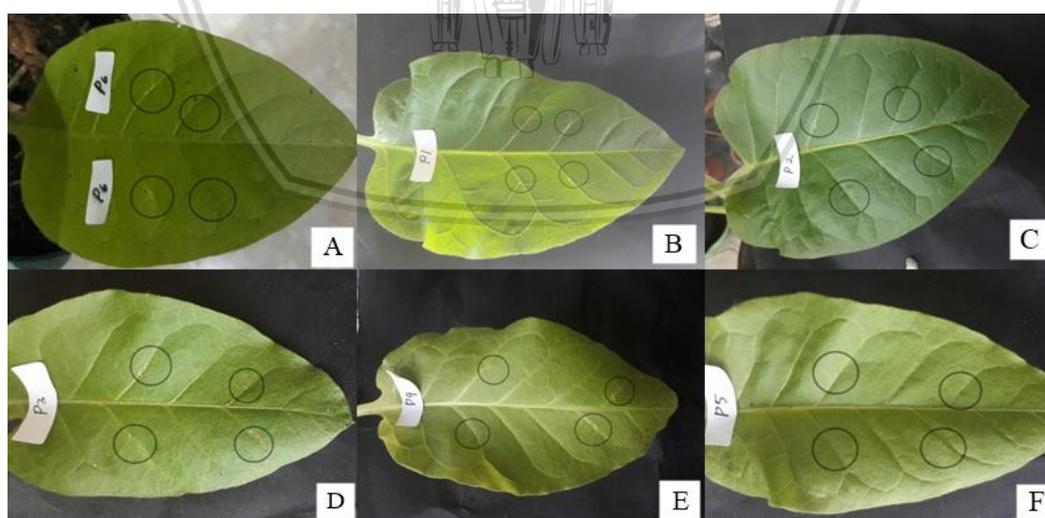
SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	35,387	6	5,898	0,31	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	8,093	3	2,698	0,14	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	341,370	18	18,965		
Total	384,850	27			

Tabel Lampiran 19. Analisis ragam jumlah daun bawang merah pada 29 hst

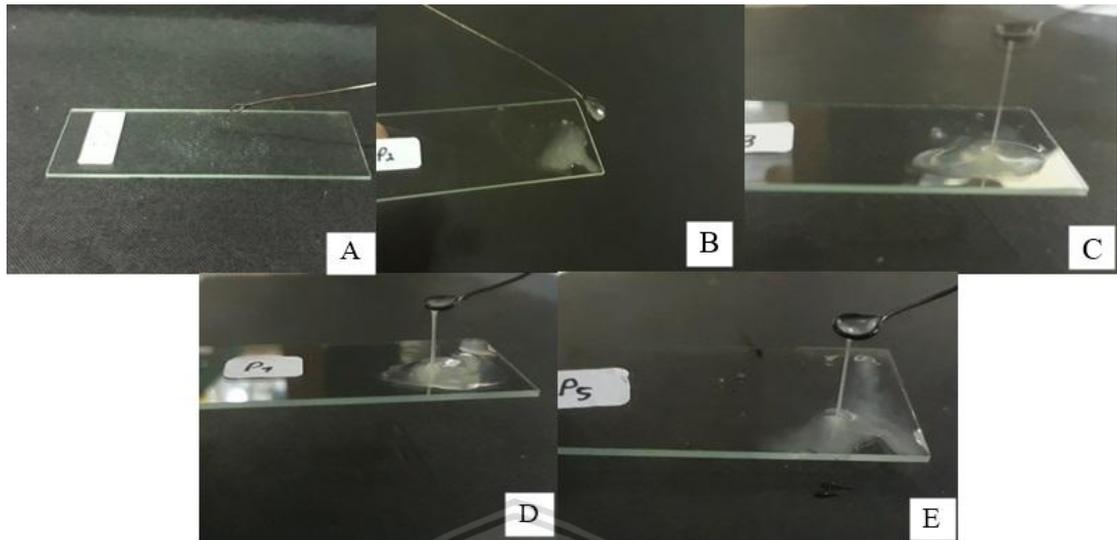
SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	87,449	6	14,575	0,48	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	5,234	3	1,745	0,06	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	548,731	18	30,485		
Total	641,414	27			

Tabel Lampiran 20. Analisis ragam berat basah tanaman bawang merah

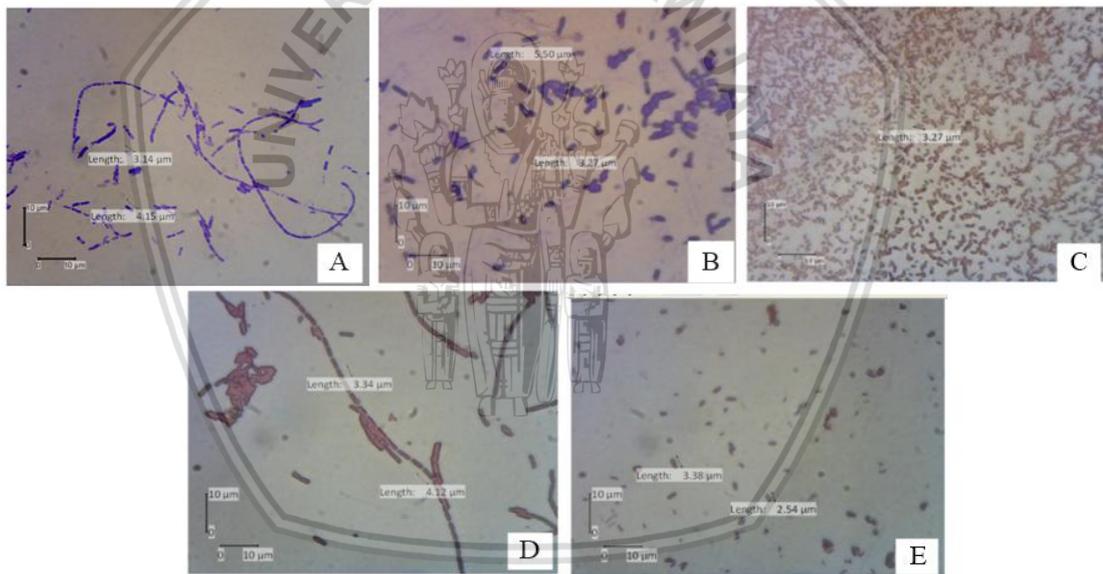
SK	JK	db	KT	Fhitung	Ftabel 5%
Perlakuan	2660,857	6	443,476	0,39	2,66 <sup>tn</sup>
Ulangan	75,714	3	25,238	0,02	3,16 <sup>tn</sup>
Galat	20718,286	18	1151,016		
Total	100840,000	27			



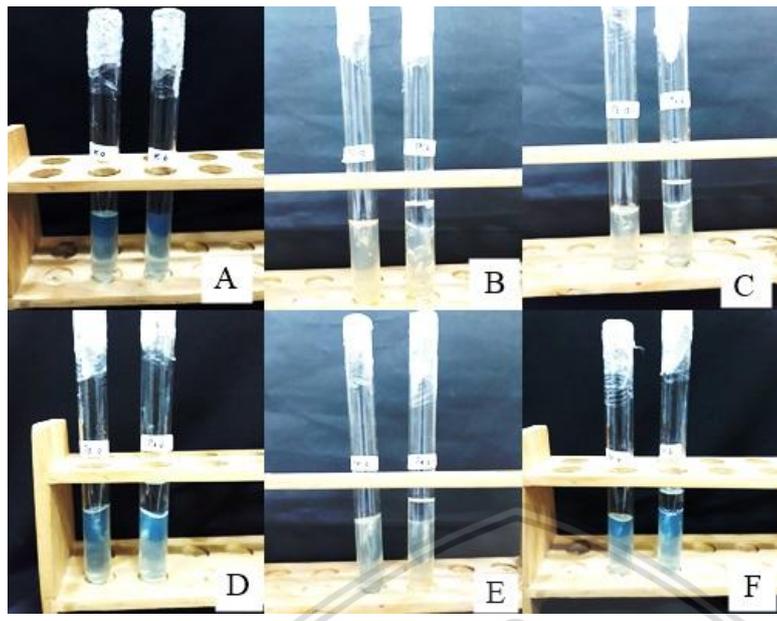
Gambar Lampiran 1. Hasil uji hipersensitif. A. Kontrol, B. Isolat K1, C. Isolat K2, D. Isolat K11, E. Isolat K13 dan F. Isolat K29. Lingkaran pada daun tembakau merupakan tanda infiltrasi suspensi bakteri



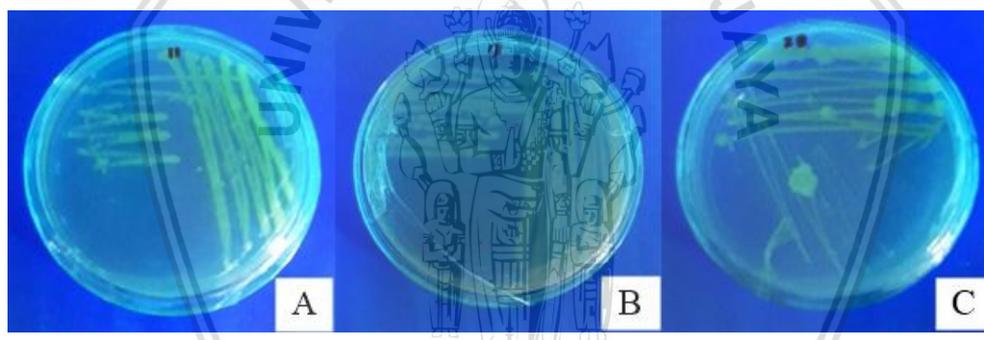
Gambar Lampiran 2. Hasil uji Gram dengan KOH. A. Isolat K1, B. Isolat K2, C. Isolat K11, D. Isolat K13 dan E. Isolat K29.



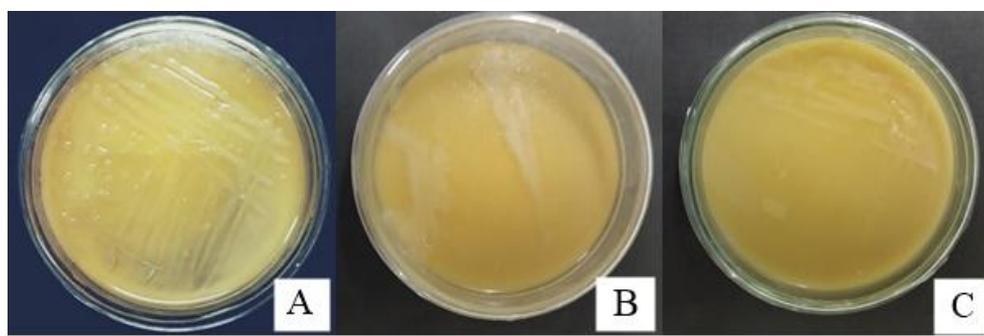
Gambar Lampiran 3. Hasil uji Gram dengan pewarnaan. A. Isolat K1, B. Isolat K2, C. Isolat K11, D. Isolat K13 dan E. Isolat K29.



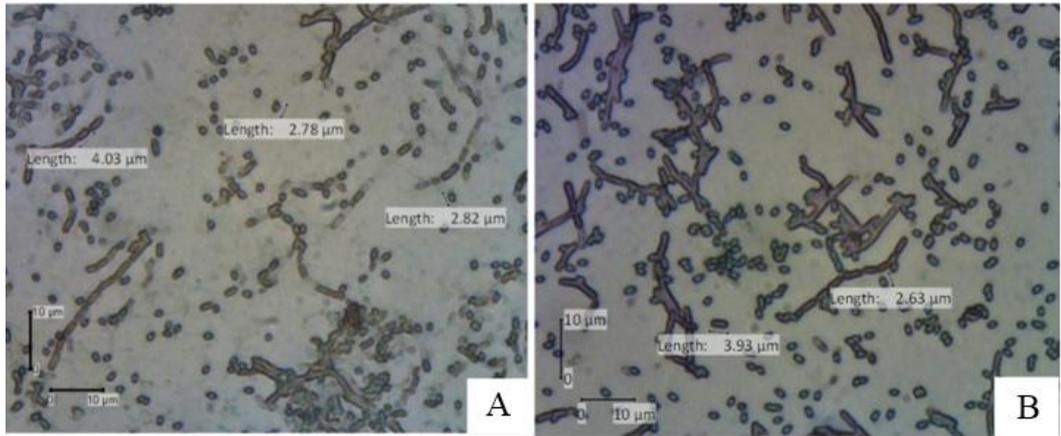
Gambar Lampiran 4. Hasil uji oksidatif fermentatif A. Kontrol. B. Isolat K1, C. Isolat K2, D. Isolat K11, E. Isolat K13 dan F. Isolat K29.



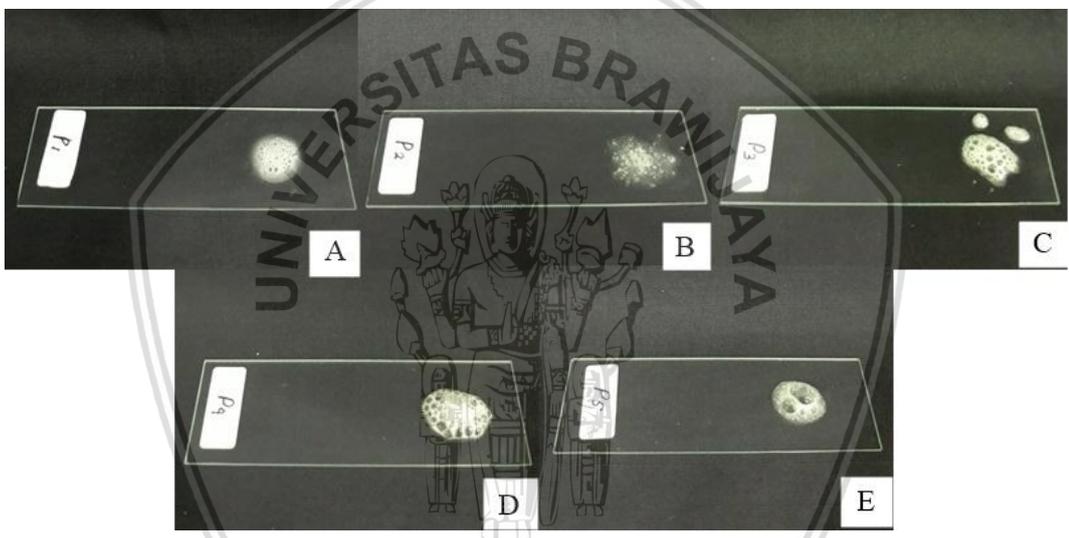
Gambar Lampiran 5. Hasil uji pigmen fluorescent pada media KB. A. Isolat K11 berpendar, B. Isolat K13 tidak berpendar C. Isolat K29 berpendar.



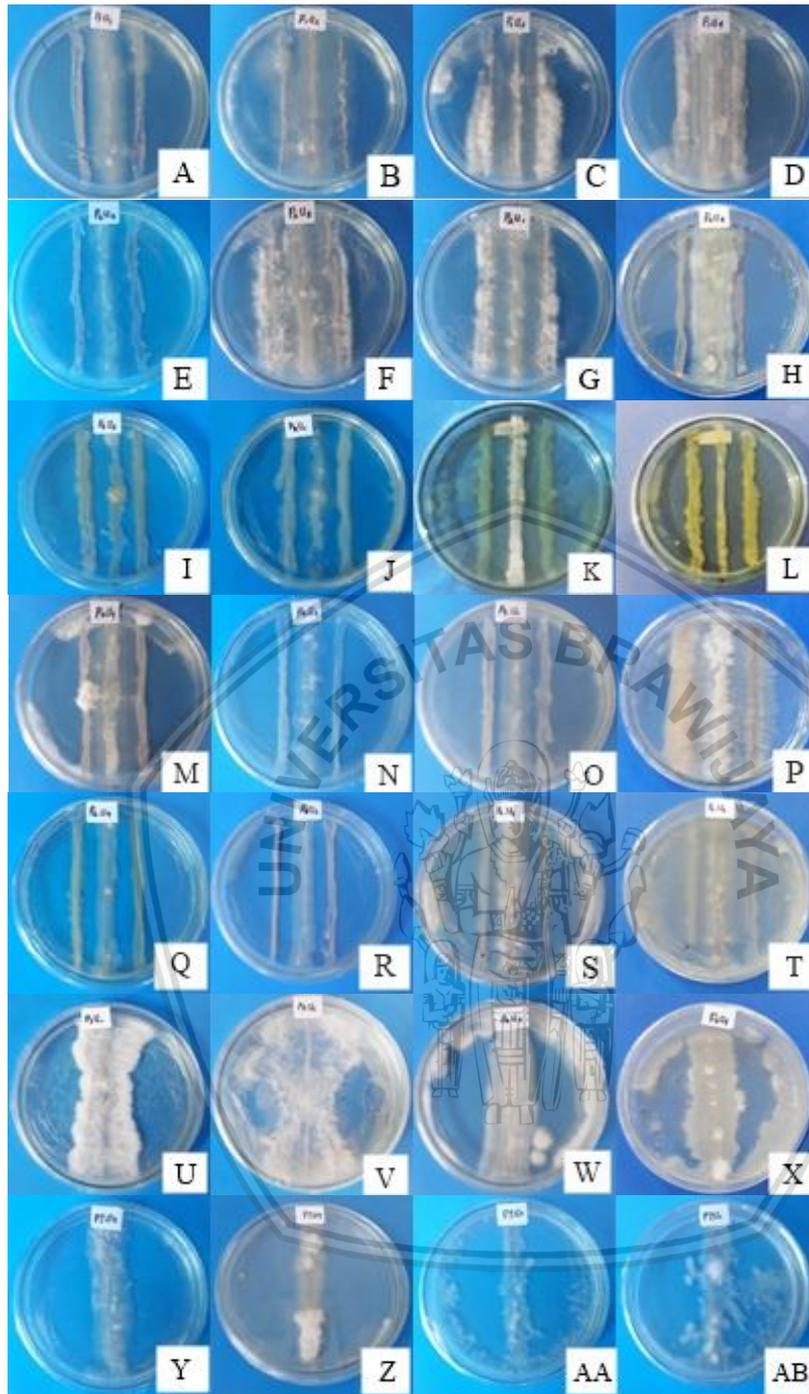
Gambar Lampiran6. Hasil uji koloni kuning pada media YDC. A. Isolat K13 B. Isolat K29 dan C. Isolat K11 menghasilkan koloni berwarna putih.



Gambar Lampiran 7. Hasil uji pewarnaan spora, A. Isolat K1 dan B. K2 menghasilkan spora



Gambar Lampiran 8. Hasil uji katalase, A. Isolat K1, B. Isolat K2, C. Isolat K11, D. Isolat K13 dan E. Isolat K29.



Gambar Lampiran 9. Hasil uji penghambatan pertumbuhan patogen *FOC* secara *in vitro*. A.B.C.D. (Isolat K1), E.F.G.H. (Isolat K2), I.J.K.L. (Isolat K11), M.N.O.P. (Isolat K13), Q.R.S.T. (Isolat K29), U.V.W.X. (Kontrol) dan Y.Z.AA.AB. (Fungisida).



Gambar Lampiran 10. Hasil uji penghambatan penyakit busuk pangkal batang secara *in vivo*. A.B.C.D (Isolat K1), E.F.G.H (Isolat K2), I.J.K.L (Isolat K11), M.N.O.P. (Isolat K13), Q.R.S.T. (Isolat K29), U.V.W.X (Kontrol) dan Y.Z.AA.AB. (Fungisida).

Tabel Lampiran21. Deskripsi tanaman bawang merah varietas Philip

Variabel	Deskripsi
Asal	Introduksi dari Filipina
Umur	Mulai berbunga 50 hari (60% batang melemas) 60 hari
Tinggi tanaman	36 – 45 cm
Kemampuan berbunga	Agak mudah
Banyak anakan	9 – 18 umbi/ rumpun
Warna daun	hijau
Bentuk daun	Silindris, berlubang
Banyak daun	45 – 50 helai/ rumpun
Warna bunga	Putih
Bentuk bunga	Seperti payung
Banyak buah/ tangkai	60 – 90
Banyak tangkai bunga/ rumpun	110 – 120
Warna biji	Hitam
Bentuk biji	Bulat
Warna umbi	Merah keunguan
Bentuk umbi	Bulat
Ukuran umbi	Sedang (6 – 10 gram)
Produksi umbi	17,60 ton/ ha umbi kering
Susut bobot umbi	22% (Basah – kering)
Aroma	Kuat
Ketahanan terhadap penyakit	Kurang tahan terhadap <i>Alternaria porii</i>
Ketahanan terhadap hama	Kurang tahan terhadap <i>Spodoptera exigua</i>
Cita rasa	Sangat digemari
Kerenyahan bawang goreng	Sedang
Keterangan	Baik untuk di dataran rendah maupun di dataran medium pada musim kemarau
Pengusul	Baswarsiati, Luki Rosmahani, Eli Korlina, F. Kasijadi, Anggoro Hadi Permadi

Sumber: Keputusan Menteri Pertanian Nomor 66/Kpts/TP.240/2/2000