

**PEMANFAATAN BAKTERI RIZOSFER TUMBUHAN  
SOLANACEAE DI UB *FOREST* UNTUK MENEKAN  
PATOGEN *Colletotrichum gloeosporioides* PENYEBAB  
ANTRAKNOSA PADA TANAMAN CABAI RAWIT**

Oleh

**AYUNDA MAI INDRIYANI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2019**

**PEMANFAATAN BAKTERI RIZOSFER TUMBUHAN SOLANACEAE  
DI UB FOREST UNTUK MENEKAN PATOGEN *Colletotrichum  
gloeosporioides* PENYEBAB ANTRAKNOSA PADA TANAMAN CABAI  
RAWIT**

Oleh

**AYUNDA MAI INDRIYANI**

**145040201111077**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

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

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

**2019**

## PERNYATAAN

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

Malang, 15 Agustus 2019

Ayunda Mai Indriyani



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pemanfaatan Bakteri Rizosfer Tumbuhan  
Solanaceae di UB Forest untuk Menekan  
Patogen *Colletotrichum gloeosporioides*  
Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai  
Rawit

Nama Mahasiswa : Ayunda Mai Indriyani  
NIM : 145040201111077  
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Program Studi : Agroekoteknologi  
Laboratorium : Bakteriologi

Disetujui  
Pembimbing Utama, Pembimbing Pendamping,



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



Restu Rizkyta Kusuma, SP., MP., M.Sc.  
NIK. 201409 880504 2 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan



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

Tanggal Persetujuan : 30 JUL 2019

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

### MAJELIS PENGUJI

Penguji I



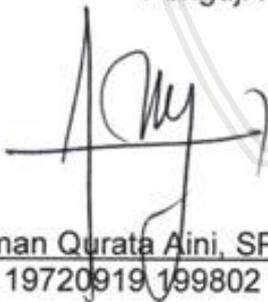
Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.  
NIP. 19550821 198002 1 002

Penguji II



Restu Rizkyta Kusuma, SP., MP., M.Sc.  
NIK. 201409 880504 2 001

Penguji III



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

Penguji IV



Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.  
NIP. 19580208 198212 1 001

Tanggal Lulus : 01 AUG 2019

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### **Yang Utama Dari Segalanya...**

Sembah sujud serta syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu dan menciptakan orang-orang yang istimewa untuk menyempurnakan hidupku. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu tercurahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

### **Kupersembahkan skripsi ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.**

1. Ibunda dan Ayahanda Tercinta, beliau yang selalu memberikan dukungan dan doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lantunan do'a dan tiada do'a yang paling khusuk selain do'a yang terucap dari orang tua. Terima Kasih Ibu... Terima Kasih ayah...
2. Adikku (Shinta Septiara), yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan do'anya untuk keberhasilan ini.
3. Eko Suryat Moko, terimakasih atas semangat, perhatian dan kesabarannya untuk saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Pembimbing, Penguji dan Pengajar yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik.
5. Untuk perempuanku Adin, Dani, Intan, Aisyatin, Erna, Nely, Herni dan Asna. Terimakasih beberapa tahun ini atas kebersamaannya.
6. Untuk teman-temanku Bakteri Squad dan Mbak Nia. Terimakasih atas bantuan tenaga dan fikiran serta kebersamaannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar.

### MOTTO

*“Orang berilmu tentu memiliki kepribadian tangguh, yang bisa membawa diri, keluarga dan orang lain menuju kebahagiaan, serta bernilai manfaat bagi sesama”*

## RINGKASAN

**Ayunda Mai Indriyani. 145040201111077. Pemanfaatan Bakteri Rizosfer Tumbuhan Solanaceae di UB Forest untuk Menekan Patogen *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit. Di bawah bimbingan Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. sebagai Pembimbing Utama dan Restu Rizkyta Kusuma, SP., MP., M.Sc. sebagai Pembimbing Pendamping.**

---

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan produksi. Penyakit busuk kering (Antraknosa) merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman cabai rawit. Penyakit antraknosa ini disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides*. Pengendalian antraknosa secara kimiawi dengan menggunakan fungisida masih kurang efektif. Pemanfaatan agens hayati merupakan solusi alternatif yang tepat. Mikroorganisme bermanfaat banyak ditemukan pada lingkungan yang masih alami seperti UB Forest. Oleh karena itu dilakukan eksplorasi bakteri rizosfer tumbuhan solanaceae di UB Forest untuk menekan patogen *C. gloeosporioides* penyebab antraknosa pada tanaman cabai rawit.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dimulai pada bulan April 2018 hingga bulan Mei 2019. Tahapan penelitian meliputi isolasi dan identifikasi patogen penyebab penyakit antraknosa, pengambilan sampel dan isolasi bakteri rizosfer, seleksi bakteri rizosfer sebagai agens antagonis terhadap jamur *C. gloeosporioides*, uji penghambatan terhadap jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro*, dan identifikasi bakteri hasil seleksi. Pengujian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan.

Hasil eksplorasi bakteri rizosfer tumbuhan solanaceae diperoleh 40 isolat bakteri. Dari hasil seleksi didapatkan 22 isolat bakteri yang bersifat antagonis terhadap patogen *C. gloeosporioides*. Sebanyak 22 isolat bakteri dipilih 5 isolat yang memiliki nilai penghambatan terbesar untuk dilakukan uji antagonis terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides*. Pada pengujian *in vitro*, kelima isolat bakteri menghasilkan zona hambat. Zona hambat terbesar dihasilkan oleh isolat bakteri kode CP13 dari sampel tumbuhan cepokak yaitu sebesar 35,25%. Hasil karakterisasi dan identifikasi dari 5 isolat bakteri diketahui bahwa isolat bakteri kode KC16 dan CP9 termasuk ke dalam genus *Erwinia* sp., isolat bakteri kode CP13, CP11 dan CP16 termasuk ke dalam genus *Pantoea* sp.



## SUMMARY

**Ayunda Mai Indriyani. 145040201111077. Utilization of Solanaceae Plant Rhizosphere Bacteria in UB Forest to Suppress the Pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* Cause Anthracnose in Cayenne Pepper Plants. Under the guidance of Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D. as the Main Supervisor and Restu Rizkyta Kusuma, SP., MP., M.Sc. as a Chaperone Supervisor.**

---

Cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) is one of the high economic value horticultural commodities and still need serious handling, especially in terms of increasing production. Dry rot (Anthracnose) is one of the important diseases that attack cayenne. This anthracnose is caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. Chemical anthracnose control using fungicides is still less effective. Utilization of biological agents is the right alternative solution. Beneficial microorganisms are found in natural environments such as UB Forest. Therefore, an exploration of solanaceae plant rhizosphere bacteria in UB Forest to suppress the pathogenic *C. gloeosporioides* causes anthracnose on cayenne pepper plants.

The research was conducted at Plant Disease Laboratory, Hama dan Penyakit Tumbuhan Departement, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang started at April 2018 until Mei 2019. Stages of research include isolation and identification of pathogens that cause anthracnose disease, sampling and isolation of rhizosphere bacteria, selection of rhizosphere bacteria as antagonistic agents against *C. gloeosporioides* fungi, inhibition tests on *C. gloeosporioides* fungi in vitro, and identification of bacteria from selection. Testing uses a completely randomized design with 7 treatments and 4 replications.

The results of excavating the rhizosphere bacteria of solanaceae plant obtained 40 bacterial isolates. From the selection results, there were 22 bacterial isolates that were antagonistic against the pathogen of *C. gloeosporioides*. As many as 22 bacterial isolates were selected 5 isolates which have the largest inhibitory value to be carried out antagonistic test of the pathogenic fungus *C. gloeosporioides*. In *in vitro* testing, the five bacterial isolates produced inhibitory zones. The largest inhibitory zone was produced by CP13 code bacterial isolates from cepokak plant samples, amounting to 35.25%. The results of the characterization and identification of 5 bacterial isolates known that the KC16 and CP9 coded bacterial isolates belong to the genus *Erwinia* sp., CP13, CP11 and CP16 coded isolates belong to the genus *Pantoea* sp.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sanjungkan kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Judul yang penulis ajukan adalah “Pemanfaatan Bakteri Rizosfer Tumbuhan Solanaceae di UB *Forest* untuk Menekan Patogen *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D dan Restu Rizkyta Kusuma, SP., MP., M.Sc., selaku dosen pembimbing atas segala kesabarannya, nasihat, kritik serta motivasi yang membangun kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. dan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku dosen penguji atas saran dan nasihat. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Penghargaan yang sangat tulus penulis berikan kepada Ayah Sutrisno dan Ibu Lis wahyuni, serta saudaraku Shinta Septiara atas doa, dukungan, semangat dan motivasi yang diberikan kepada penulis. Serta kepada teman-teman laboratorium Penyakit Tumbuhan 1 atas bantuan dan kebersamaan selama penelitian hingga penulisan skripsi ini selesai.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, 15 Agustus 2019

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Kedunggalih, Kecamatan Gondang, Kabupaten Nganjuk pada tanggal 20 Mei 1996 sebagai puteri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Sutrisno dan Ibu Lis Wahyuni. Shinta Septiara sebagai adik.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kedungglugu lulus pada tahun 2008, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 2 Gondang lulus pada tahun 2011. Pada tahun 2014 penulis menyelesaikan studi di SMAN 1 Gondang dan ditahun yang sama melanjutkan studi Strata-1 di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2015, asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2016 dan asisten praktikum Mata Kuliah Manajemen Agroekosistem pada tahun 2017. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan yang diselenggarakan oleh HIMAPTA (Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman) FP UB dalam kegiatan PROTEKSI (Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian) jurusan HPT tahun 2017 sebagai divisi pendamping. Penulis pernah mendapatkan beasiswa PPA (Peningkatan Prestasi Akademik) Universitas Brawijaya periode 2017-2018. Selain itu penulis juga pernah melaksanakan kegiatan magang kerja di Balai Besar Karantina Pertanian Surabaya sebagai Asisten Laboratorium Serologi pada tahun 2017.

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Manfaat .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tanaman Cabai Rawit .....	5
2.2 Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai .....	7
2.3 Gejala Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai .....	9
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Antraknosa .....	10
2.5 Pengendalian Penyakit Antraknosa .....	10
2.6 Rizosfer .....	11
2.7 Tumbuhan Famili Solanaceae .....	12
III. METODE PENELITIAN .....	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	15
3.3 Metode Penelitian .....	15
3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data .....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1 Hasil Isolasi Jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada Cabai Rawit Bergejala Antraknosa di Lapang .....	26
4.2 Hasil Uji Patogenisitas .....	27

4.3 Bakteri Rizosfer pada Tumbuhan Famili Solanaceae di UB <i>Forest</i> .....	28
4.4 Hasil Seleksi Bakteri Rizosfer yang Bersifat Antagonis terhadap Jamur <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>In Vitro</i> .....	29
4.5 Hasil Uji Hipersensitif.....	31
4.6 Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i> dengan Bakteri Antagonis secara <i>In Vitro</i> .....	32
4.7 Identifikasi Bakteri Antagonis .....	34
V. PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	42
LAMPIRAN.....	47



**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1.	Perlakuan uji penghambatan jamur patogen <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>In Vitro</i> .....	21
2.	Kenampakan Makroskopis Jamur <i>C. gloeosporioides</i> .....	26
3.	Persentase penghambatan isolat bakteri rizosfer tumbuhan Solanaceae terhadap jamur <i>C. gloeosporioides</i> .....	30
4.	Rerata Persentase Penghambatan Bakteri Antagonis terhadap Jamur <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>In Vitro</i> .....	33
5.	Karakteristik Morfologi Bakteri Antagonis .....	35
6.	Karakteristik Fisiologi dan Biokimia pada Bakteri .....	36

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Nomor</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 5 HSI .....	48
2.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 6 HSI .....	48
3.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 7 HSI .....	48
4.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 8 HSI .....	48
5.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 9 HSI .....	48
6.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 10 HSI .....	49
7.	Analisis ragam Persentase daya hambat umur 11 HSI .....	49



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Karakteristik Makroskopis jamur <i>Colletotrichum</i> sp. ....	8
2.	Morfologi Jamur.....	8
3.	Gejala serangan penyakit antraaknosa padaa tanaman cabai rawit.....	9
4.	Rancangan penempatan bakteri rizosfer tumbuhan solanaceae dan jamur <i>C. gloeosporioides</i> .....	19
5.	Uji antagonis menggunakan metode oposisi langsung.....	21
6.	Diagram pengujian bakteri hingga tingkat Genus .....	24
7.	Koloni biakan murni jamur <i>C. gloeosporioides</i> .....	26
8.	Kenampakan mikroskopis jamur <i>C. gloeosporioides</i> .....	27
9.	Uji Patogenisitas pada buah cabai rawit.....	28
10.	Hasil isolasi bakteri rizosfer pada 48 HSI pada media NA .....	29
11.	Hasil seleksi bakteri rizosfer 5 terbaik.....	31
12.	Hasil uji hipersensitif .....	32
13.	Uji antagonis bakteri pada 11 HSI.....	32
14.	Bentuk Koloni bakteri.....	35
15.	Hasil uji KOH 3% .....	36
16.	Hasil uji pewarnaan Gram .....	37
17.	Hasil Uji Oksidatif-Fermentatif .....	38
18.	Hasil pertumbuhan koloni kuning pada media YDC.....	38
19.	Hasil uji katalase pada preparat .....	39

## LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Uji Hipersensitif.....	50
2.	Hasil seleksi bakteri antagonis .....	51
3.	Bakteri antagonis lima terbaik.....	52
4.	Hasil Uji in vitro bakteri antagonis dengan jamur patogen <i>C. gloeosporioides</i> .....	52
5.	Hasil pengamatan morfologi bakteri antagonis.....	53

6. Hasil Uji KOH 3% bakteri antagonis .....	53
7. Hasil pewarnaan Gram bakteri antagonis.....	54
8. Hasil Uji Oksidatif-Fermentatif.....	55
9. Hasil uji pertumbuhan koloni kuning pada media YDC .....	56
10. Hasil pengujian pada media YDC negatif (putih).....	56
11. Hasil Uji Katalase .....	56



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan produksi. Produksi tanaman cabai rawit selalu meningkat, akan tetapi pengetahuan tentang penanganan dalam menangani berbagai hambatan budidaya tanaman cabai rawit masih sedikit, sehingga produksi sangat rendah. Salah satu hambatan bagi peningkatan produksi tanaman cabai rawit adalah, gangguan penyakit tanaman yang mengakibatkan produksi menurun baik secara kuantitas maupun kualitas. Cabai mengandung protein yang cukup tinggi berfungsi membentuk sel baru sehingga kita akan mudah sembuh jika terluka. Selain itu protein juga berfungsi mencerdaskan otak. Beberapa antioksidan dalam cabai adalah vitamin C, vitamin E, vitamin K, fitosterol, beta karoten, dan beta crytoxantin. Mengonsumsi cabai akan mengurangi resiko kanker (Setiadi, 2008).

Menurut Badan Pusat Statistik (2016), produksi cabai rawit pada tahun 2017 mencapai 986 ribu ton dan mengalami peningkatan menjadi sebesar 1006,34 ribu ton pada tahun 2018. Pada tahun 2017, konsumsi langsung penggunaan cabai rawit sebesar 390 ribu ton dan diprediksikan meningkat pada tahun 2018 menjadi 501,94 ribu ton. Penggunaan cabai rawit sebagai benih tahun 2017 adalah 2,76 ribu ton dan diprediksikan meningkat pada tahun 2018 menjadi 2,82 ton.

Penyakit busuk kering (antraknosa) merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman cabai. Antraknosa pada cabai merupakan penyakit yang paling sering ditemukan dan hampir selalu terjadi disetiap areal tanaman cabai. Penyakit antraknosa ini disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides*. Penyakit ini selain mengakibatkan penurunan hasil juga dapat merusak nilai estetika dari cabai itu sendiri. Serangan patogen ini dapat terjadi baik sebelum maupun setelah panen. Penurunan hasil akibat antraknosa dapat mencapai 50 persen atau lebih (Amilin *et al.*, 1995 dan Semangun, 2004). Menurut Suhardi (1989) kerusakan akibat penyakit ini mencapai 65 persen. Gejala yang ditimbulkan adalah jamur *C. gloeosporioides* mula-mula membentuk becak coklat

kehitaman, yang lalu meluas menjadi busuk lunak. Pada tengah becak terdapat kumpulan titik-titik hitam yang terdiri dari kelompok seta dan konidium jamur. Serangan yang berat dapat menyebabkan seluruh buah mengering dan mengerut (keriput). Buah yang seharusnya berwarna merah menjadi berwarna seperti jerami.

Pengendalian yang sering digunakan adalah pengendalian secara kimiawi yaitu dengan menggunakan fungisida. Walaupun penggunaan fungisida efektif untuk mengendalikan penyakit antraknosa tetapi dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Syam *et al.*, 1997). Dampak lain yang juga sangat merugikan adalah terbunuhnya mikroorganisme bukan sasaran (Sudarmo, 1992). Mengurangi masalah terkait perlu ditemukan dan dikembangkan cara yang lebih aman untuk mencegah penyakit tanaman. Adanya dampak negatif yang ditimbulkan oleh fungisida maka perlu dicari alternatif lain untuk mengendalikan penyakit antraknosa.

Salah satu upaya pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengendalikan patogen tanaman adalah dengan menerapkan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Salah satu upaya pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengendalikan jamur *C. gloeosporioides* adalah dengan menggunakan mikroba yang bersifat antagonis. Pengendalian hayati dilakukan dengan memanfaatkan musuh alami dan agens hayati (Cook dan Baker, 1996). Pengendalian hayati yang relatif ramah terhadap lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri antagonis (Agrios, 2005). Pengendalian hayati menggunakan mikroba, salah satunya adalah pemanfaatan peran bakteri rizosfer. Sebagian bakteri rizosfer dapat berperan sebagai agens antagonis terhadap patogen tanaman. Bakteri rizosfer juga dapat menghambat perkembangan patogen tanaman serta meningkatkan pertumbuhan dari tanaman tersebut (Haas and Defago, 2005).

Bakteri rizosfer dieksplorasi dari tumbuhan famili Solanaceae yang didapatkan dari kawasan UB *Forest*. UB *Forest* merupakan hutan pendidikan dengan luas 554 hektar di kawasan lereng Gunung Arjuna, tepatnya di Dusun Sumbersari, Desa Tawang Argo, Karangploso, kabupaten Malang (BUA UB, 2017). UB *Forest* menyimpan keanekaragaman hayati yang begitu melimpah, sehingga sangat berpotensi untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bakteri antagonis sebagai pengendali penyakit pada tanaman. Beberapa tumbuhan

dengan famili solanaceae yang dapat ditemukan di UB *Forest* ialah tumbuhan cepokak dan kecubung. Pemilihan tumbuhan solanaceae sebagai sampel karena tumbuhan tersebut berkerabat dengan tanaman cabai yaitu famili solanaceae (terong-terongan). Dengan adanya penelitian ini, diharapkan menjadi solusi yang tepat guna untuk mengendalikan penyakit antraknosa yang merupakan penyakit penting pada cabai rawit sehingga produktivitas cabai rawit meningkat, meningkatkan nilai ekonomi cabai rawit dan meminimalkan biaya produksi.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae ada yang bersifat antagonis terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan jamur *C. gloeosporioides* pada tanaman cabai rawit?
2. Bagaimanakah karakteristik bakteri rizosfer yang didapatkan dari tumbuhan solanaceae dalam menekan perkembangan jamur *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Memperoleh isolat bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae yang bersifat antagonis dan mampu mengendalikan penyakit antraknosa yang disebabkan jamur *C. gloeosporioides* pada tanaman cabai rawit.
2. Mengetahui karakteristik bakteri rizosfer yang didapatkan dari tumbuhan solanaceae dalam menekan perkembangan jamur *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit.

### 1.4 Hipotesis

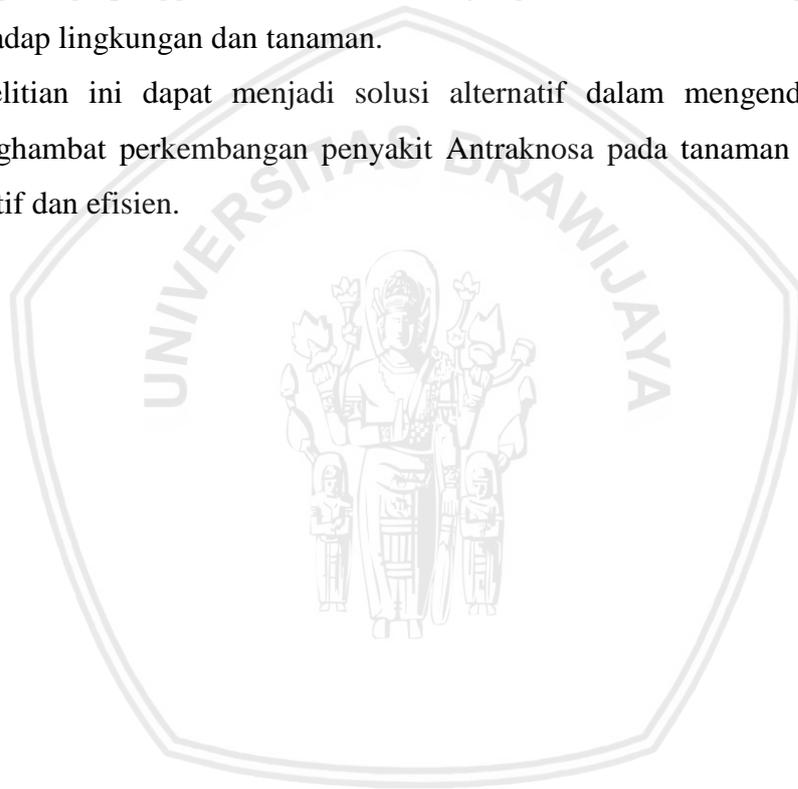
Hipotesis yang diajukan dari penelitian ini adalah

1. Pada rizosfer tumbuhan solanaceae ditemukan bakteri yang bersifat antagonis terhadap penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit.
2. Terdapat karakteristik bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae yang berbeda-beda.

### 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memberikan informasi kepada masyarakat khususnya petani cabai rawit bakteri rizosfer yang berasal dari tumbuhan solanaceae memiliki potensi untuk mengendalikan penyakit antraknosa yang disebabkan jamur *C. gloeosporioides* pada tanaman cabai rawit.
2. Penelitian ini dapat menjadi tambahan taktik PHT dalam mengelola penyakit antraknosa dan secara tidak langsung dapat menjadi stimulan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan tanaman.
3. Penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam mengendalikan dan menghambat perkembangan penyakit Antraknosa pada tanaman cabai yang efektif dan efisien.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Cabai Rawit

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia, karena selain sebagai penghasil gizi, juga sebagai bahan campuran makanan dan obat-obatan. Di Indonesia tanaman cabai mempunyai nilai ekonomi penting dan menduduki tempat kedua setelah kacang-kacangan (Rompas, 2001).

#### 2.1.1 Morfologi Tanaman Cabai

Tanaman cabai termasuk ke dalam famili solanaceae. Tanaman cabai sekerabat dengan kentang (*Solanum tuberosum* L.), terung (*Solanum melongena* L.), leunca (*Solanum nigrum* L.), cepokak (*Solanum torvum*), dan tomat (*Lycopersicon esculentum*) (Tarigan dan Wiryanta, 2003).

Tanaman cabai memiliki batang yang dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu batang utama dan percabangan (batang sekunder). Batang utama berwarna coklat hijau dengan panjang antara 20 – 28 cm. Percabangan berwarna hijau dengan panjang antara 5 – 7 cm. Daun tanaman ini terdiri dari alas tangkai, tulang dan helaian daun. Panjang tangkai daun antara 2 – 5 cm, berwarna hijau tua. Helaian daun bagian bawah berwarna hijau terang, sedangkan permukaan atasnya berwarna hijau tua. Panjang daun mencapai 10 – 15 cm, lebar 4 – 5 cm. Bagian ujung dan pangkal daun meruncing dengan tepi rata (Nawangsih, 2003).

Seperti tanaman yang lainnya, tanaman cabai mempunyai bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji.

#### 1. Akar

Menurut (Harpenas, 2010), cabai adalah tanaman semusim yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya berkisar 25 - 35 cm. Akar ini berfungsi antara lain menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Sedangkan menurut (Tjahjadi, 1991) akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman  $\pm$  200 cm serta berwarna coklat. Dari akar tunggang tumbuh akar-akar

cabang, akar cabang tumbuh horisontal didalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil-kecil dan membentuk masa yang rapat.

## 2. Batang

Batang utama cabai menurut (Hewindati, 2006) tegak dan pangkalnya berkayu dengan panjang 20 - 28 cm dengan diameter 1,5 - 2,5 cm. Batang percabangan berwarna hijau dengan panjang mencapai 5-7 cm, diameter batang percabangan mencapai 0,5-1 cm. Percabangan bersifat dikotomi atau menggarpu, tumbuhnya cabang beraturan secara berkesinambungan. Menurut (Tjahjadi, 1991) tanaman cabai berbatang tegak yang bentuknya bulat. Tanaman cabai dapat tumbuh setinggi 50 - 150 cm, merupakan tanaman perdu yang warna batangnya hijau dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buku yang panjang tiap ruas 5 - 10 cm dengan diameter 5 - 2 cm.

## 3. Daun

Daun cabai menurut (Dermawan, 2010) berbentuk hati, lonjong, atau agak bulat telur dengan posisi berselang-seling. Sedangkan menurut (Hewindati, 2006), daun cabai berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing atau diistilahkan dengan oblongus acutus, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar 9 - 15 cm dengan lebar 3,5 - 5 cm. Selain itu daun cabai merupakan daun tunggal, bertangkai (panjangnya 0,5 - 2,5 cm), letak tersebar. Helaian daun bentuknya bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, petulangan menyirip, panjang 1,5 - 12 cm, lebar 1 - 5 cm, berwarna hijau.

## 4. Bunga

Menurut (Hendiwati, 2006), bunga tanaman cabai berbentuk terompet kecil, umumnya bunga cabai berwarna putih, tetapi ada juga yang berwarna ungu. Cabai berbunga sempurna dengan benang sari yang lepas tidak berlekatan. Disebut berbunga sempurna karena terdiri atas tangkai bunga, dasar bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, alat kelamin jantan dan alat kelamin betina. Bunga cabai disebut juga berkelamin dua atau hermaphrodite karena alat kelamin jantan dan betina dalam satu bunga. (Tjahjadi, 2010) menyebutkan bahwa posisi bunga cabai

menggantung. Warna mahkota putih, memiliki kuping sebanyak 5 - 6 helai, panjangnya 1 - 1,5 cm, lebar 0,5 cm, warna kepala putik kuning.

#### 5. Buah dan Biji

Buah cabai berbentuk kerucut memanjang, lurus atau bengkok, meruncing pada bagian ujungnya, menggantung, permukaan licin mengkilap, diameter 1 - 2 cm, panjang 4 - 17 cm, bertangkai pendek, rasanya pedas. Buah muda berwarna hijau tua, setelah masak menjadi merah cerah. Sedangkan untuk bijinya biji yang masih muda berwarna kuning, setelah tua menjadi cokelat, berbentuk pipih, berdiameter sekitar 4 mm. Rasa buahnya yang pedas dapat mengeluarkan air mata orang yang menciumnya, tetapi orang tetap membutuhkannya untuk menambah nafsu makan.

### 2.2 Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai

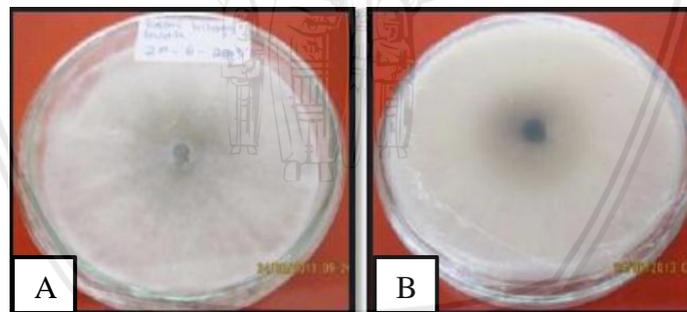
*C. gloeosporioides* diklasifikasikan dalam Divisio Mycota, Sub-divisio Eumycotyna, Kelas Deuteromyces, Ordo Melanconiales, Family Melanconiaceae, Genus *Colletotrichum*, Spesies *C. gloeosporioides*. *C. gloeosporioides* umumnya mempunyai konidium hialin, berbentuk silinder dengan ujung-ujung tumpul, kadang-kadang berbentuk agak jorong dengan ujung yang membulat dan pangkal yang sempit terpancung, berukuran  $9 - 24 \times 3 - 6 \mu\text{m}$ , terbentuk pada konidiofor seperti fialid, berbentuk silinder, hialin atau agak kecokelatan. Spora hanya dapat berkecambah bila kelembaban nisbi udara tidak kurang dari 95 %. Infeksi tidak akan terjadi bila kelembaban udara kurang dari 96 %, spora tumbuh paling baik pada suhu 25 - 28 °C (Semangun, 2000). Selain *C. gloeosporioides* terdapat pula *C. capsici* yang juga merupakan penyebab penyakit antraknosa pada cabai, namun morfologi konidium dari jamur ini berbeda dengan *C. gloeosporioides*. *C. gloeosporioides* dengan ke khasan bentuk konidiumnya yang berbentuk jorong dengan bagian ujung membulat atau tumpul seperti kapsul sangat berbeda dengan *C. capsici* yang konidiumnya berwarna hialin, berbentuk tabung (silindris), dan ujung-ujungnya tumpul atau bengkok seperti sabit (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2012).

Antraknosa pada cabai disebabkan oleh tiga spesies cendawan *Colletotrichum* yaitu *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, dan *C. capsici*. Siklus penyakit antraknosa diawali dari patogen jamur pada buah masuk ke dalam ruang biji dan menginfeksi

biji. Patogen tersebut dapat menginfeksi semai yang tumbuh dari biji sakit. Patogen jamur menyerang daun, batang dan akhirnya menginfeksi buah (Semangun, 2006). Jamur *Colletotrichum* spp. merupakan jamur parasit fakultatif dari Ordo Melanconiales dengan ciri-ciri konidia (spora) tersusun dalam aservulus (struktur aseksual pada jamur parasit). Jamur dari Genus *Colletotrichum* termasuk dalam class Deuteromycetes yang merupakan bentuk anamorfik (bentuk aseksual), dan pada saat jamur tersebut dalam teleomorfik (bentuk seksual) masuk dalam class Ascomycetes yang dikenal dengan jamur dalam Genus *Glomerella* (Alexopoulos *et al.*, 1996).

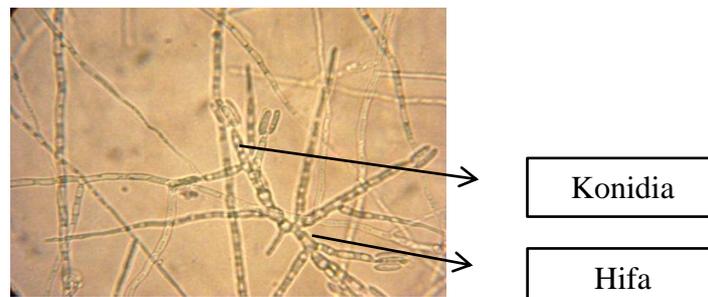
Ciri-ciri umum jamur dari Genus *Colletotrichum* yaitu memiliki hifa bersekat dan menghasilkan konidia yang transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing panjangnya antara 10-16  $\mu\text{m}$  dan lebarnya 5-7  $\mu\text{m}$ . Massa dari konidia berwarna hitam dan hifanya berwarna abu-abu (Dickman, 1993).

Gambar 1 dapat dilihat bahwa miselium jamur yang tumbuh pada medium PDA berwarna putih keabu-abuan sampai dengan hitam pada 10 hsi, arah pertumbuhan miselium kesamping, struktur miselium kasar.



Gambar 1. Karakteristik Makroskopis jamur *Colletotrichum* sp.

Keterangan: (A) Karakteristik Makroskopis Tampak Depan, (B) Tampak Belakang (10 hsi) (AVRDC, 2010).



Gambar 2. Morfologi Jamur. Karakteristik Mikroskopis jamur *C. gloeosporioides* (Hamdiyati, Y *et al.*, 2011).

### 2.3 Gejala Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai

Gejala penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* pada buah cabai adalah berupa bercak coklat kehitaman, kemudian meluas menjadi busuk lunak dan di tengah-tengah bercak terdapat titik-titik hitam. Pada serangan berat, buah akan menjadi kering dan keriput, dan buah yang seharusnya berwarna merah akan berwarna coklat kehitaman (Endah dan Novizan, 2002). Menurut Affandi (2005), jamur *C. gloeosporioides* menimbulkan gejala warna coklat pada kulit buah. Warna coklat ini timbul karena cendawan tersebut menghasilkan enzim *selulose* yang dapat menghidrolisis selulosa kulit buah, sehingga kulit buah menjadi terdisintegrasi dan lunak serta berubah warna menjadi coklat. Noda coklat lama-kelamaan meluas dan warnanya makin gelap dan akhirnya busuk.

Kehilangan hasil buah cabai karena serangan antraknosa dapat mencapai 100% bila pengendaliannya kurang tepat. Biasanya serangan tinggi oleh penyakit antraknosa ini terjadi pada musim hujan, karena jamur dapat berkembang pada kondisi curah hujan yang tinggi atau iklim basah (Suhardi, 1992). Menurut Santika (2002) di Demak, Jawa Tengah, penyakit antraknosa hampir selalu ditemukan pada pertanaman cabai. Serangan tersebut mengakibatkan kehilangan hasil sampai 65%. Di India penyakit tersebut mengakibatkan penurunan hasil antara 20 – 60% dan di seluruh dunia penyakit ini menjadi sangat penting karena dapat mengakibatkan kegagalan total pertanaman cabai sampai 100%. Berdasarkan laporan BBPPTP dan BPPP (2008), kehilangan hasil pada pertanaman cabai akibat penyakit antraknosa dapat mencapai 50 – 100% pada saat musim hujan.



Gambar 3. Gejala serangan penyakit antraknosa pada tanaman cabai rawit (Suhardi, 1984)

#### 2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Antraknosa

Cendawan penyebab penyakit antraknosa berkembang dengan sangat pesat bila kelembaban udara cukup tinggi yaitu bila lebih dari 80 % dengan suhu 32°C. Temperatur dan kelembaban udara merupakan faktor lingkungan yang penting untuk pertumbuhan, reproduksi dan patogenesis cendawan patogen. Perkecambahan konidia *Colletotrichum* dan keparahan penyakit didukung oleh kelembaban udara yang tinggi (Hong & Hwang, 1998). Kelembaban udara yang rendah di sekitar kanopi dapat mengurangi keparahan penyakit. Kelembaban relatif udara 95 persen yaitu pada saat cuaca berkabut dan berembun dengan temperatur udara rata-rata 32°C akan sangat membantu infeksi dan perkembangan penyakit antraknosa selanjutnya (Bergstrom & Nicholson 1999). Pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan, salah satunya pH. Derajat keasaman (pH) optimal untuk pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* yang baik adalah pH 5. Periode inkubasi *C. gloeosporioides* antara 4-6 hari setelah inokulasi. Suhu optimum untuk pertumbuhan jamur antara 24-30°C dengan kelembaban relatif 80-92 % (Wiriyanta, 2002).

Serangan jamur *C. gloeosporioides* pada biji cabai dapat menimbulkan kegagalan berkecambah atau bila telah menjadi kecambah dapat menimbulkan rebah kecambah, sedangkan pada tanaman dewasa dapat menimbulkan mati pucuk, infeksi lanjut ke bagian lebih bawah yaitu daun dan batang yang menimbulkan busuk kering warna cokelat kehitam-hitaman (Yusuf 2010). Penyakit antraknosa telah menyebar luas di daerah-daerah pertanaman cabai yang kondisinya sangat lembab atau daerah dengan curah hujan tinggi (Direktorat Perlindungan Hortikultura 2012).

#### 2.5 Pengendalian Penyakit Antaknosa

Dalam rangka konsep pengendalian penyakit terpadu, penggunaan bahan kimia merupakan alternatif terakhir dan sebagai pelengkap saja. Pengendalian secara biologi lebih diutamakan yaitu melalui pemanfaatan musuh alami atau agen pengendali hayati sebagai komponen utama. Ada banyak cara pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerugian akibat serangan jamur patogen tersebut, diantaranya perbaikan sistem budidaya tanaman, penggunaan bahan

tanam yang bebas penyakit, pengendalian dengan fungisida, dan pengendalian secara hayati (Rompas 1997).

## 2.6 Rizosfer

Rizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman dan berperan sebagai pertahanan luar bagi tanaman terhadap serangan patogen akar. Populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfer (Lynch, 1990 *dalam* Carlile *et al*, 2001). Menurut Jeger (2001), kehadiran sejumlah populasi organisme baik yang bersifat antagonis, patogen, maupun saprofit dapat menambah keragaman spesies di dalam komunitas alami tanaman.

Rizosfer dicirikan dengan aktivitas biologinya yang paling tinggi pada tanah (Patkowska, 2002). Lingkungan rizosfer total ditentukan oleh interaksi dari tanah, tanaman, dan organisme yang berasosiasi dengan akar (Lynch, 1990). Hubungan antara organisme dan akar dapat menguntungkan, merusak, atau netral tetapi seiring pengaruhnya tergantung pada kondisi tanah. Secara alami tanah memiliki potensi mikroorganisme yang mampu menekan perkembangan patogen dalam tanah. Sebagian besar mikroorganisme antagonis tersebut hidup sebagai saprofit. Kemampuan organisme dalam beradaptasi terhadap berbagai keadaan lingkungan merupakan potensi besar untuk digunakan sebagai agen pengendali hayati (Baker dan Cook, 1974).

Mikroorganisme yang hidup pada daerah rizosfer biasanya digunakan sebagai agen pengendalian hayati. Keberadaan mikroorganisme antagonis pada daerah rizosfer dapat menghambat persebaran dan infeksi akar oleh patogen, keadaan ini disebut hambatan alamiah mikroba. Mikroba antagonis sangat potensial dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati. Selain sebagai agen antagonis, mikroorganisme tanah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan memproduksi senyawa-senyawa stimulat pertumbuhan seperti auksin dan fitohormon (Waksman, 1952).

Interaksi mikroba tanaman di daerah perakaran tanaman menjadi penentu atas kesehatan tanaman dan kesuburan tanah. Interaksi ini memainkan peranan penting dalam transformasi, mobilisasi sumber hara di tanah dan penyerapan nutrisi tanaman esensial untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Menurut

Glick (1995), rizobakteri yang menguntungkan seperti *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dapat mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan dengan 2 cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pengaruh secara langsung pada tumbuhan yaitu menyediakan mineral-mineral yang sudah disintesis dalam bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman seperti mengikat nitrogen, mensintesis hormon tanaman, dan membantu tanaman dalam pengambilan nutrisi di alam. Pengaruh PGPR secara tidak langsung yaitu mencegah perkembangan organisme yang bersifat patogen pada tanaman dengan mekanisme antagonisme, predasi, dan parasitisme. Antagonisme adalah salah satu mekanisme biokontrol PGPR, di mana bakteri dapat menghasilkan antibiotik, misalnya *Bacillus cereus*. Antibiotik yang dihasilkan dan telah digunakan secara luas dalam pengendalian penyakit tanaman yaitu streptomisin, tetrasiklin, sikloheksamid, dan blastisidin. Mekanisme biokontrol predasi dan parasitisme biasanya ditemukan pada cendawan, seperti *Trichoderma* yang dapat merusak dinding sel cendawan lain (Lugtenberg dan Kamilova, 2009). Bakteri yang sudah sering dipakai sebagai pengendalian adalah *Pseudomonas fluorescens*. *Pseudomonas fluorescens* sering dipakai sebagai perlakuan benih, tanah, dan foliar untuk pengendalian blas. *Pseudomonas fluorescens* mengendalikan patogen tanaman dengan kompetisi nutrisi, antibiosis, produksi sideropor, dan enzim litik (Shymala dan Sivakumaar, 2012).

## **2.7 Tumbuhan Famili Solanaceae**

### **2.7.1 Tumbuhan Kecubung (*Datura metel* Linn.)**

Kecubung merupakan tumbuhan tropis yang dapat ditemukan Asia Selatan dan Tenggara termasuk India dan Sri Lanka. *Datura metel* adalah tanaman tahunan, berduri dengan tinggi 0,40 -1 m. Daunnya berukuran  $\pm$  15 cm dan bunganya berwarna ungu atau putih. Bagian – bagian tanaman (daun, biji atau bunga) sering digunakan dalam bidang kedokteran (Nadkarni 1976 dalam Kuganathan dan Ganeshalingam 2011). Kecubung termasuk tumbuhan perdu yang tersebar luas di daerah yang beriklim kering. Umumnya tumbuh liar di tempat terbuka pada tanah berpasir yang tidak begitu lembab, seperti semak, padang rumput, tepi sungai, atau ditanam di pekarangan sebagai tumbuhan obat.

Kecubung hidup di daerah dataran rendah sampai ketinggian 800 meter dari permukaan laut (mdpl) (Dalimartha, 2000).

Pada kecubung terdapat fraksi heksana, kloroform, aseton dan metanol dalam Datura metel diselidiki mampu mengatasi sifat patogen dari spesies *Aspergillus*. Fraksi kloroform mampu menghentikan aktivitas jamur sehingga digunakan sebagai anti jamur. Konsentrasi hambat minimum dari fraksi kloroform tanaman ini adalah 625,0 mg/ ml terhadap tiga spesies *Aspergillus* yaitu *A. fumigatus*, *A. flavus* dan *A. niger* dengan pengenceran *microbroth* dan menghambat persentase perkecambahan spora (Sharma, 2002).

### 2.7.2 Tumbuhan Cepokak (*Solanum torvum* Sw.)

Cepokak memiliki nama ilmiah *Solanum torvum* Sw. atau *Solarium ferrugium* Jc, yang termasuk kedalam famili Solanaceae dan genus Solanum. Tanaman ini, dikenal dengan nama daerah cepoka, cokowana, pokak atau terong pipit, rimbang. Cepokak merupakan tanaman perdu yang keseluruhan bagian tanamannya dilapisi oleh bulu. Tumbuhan ini, tumbuh di tempat-tempat yang cukup mendapatkan sinar matahari, tidak terlalu lembab, dan tumbuh secara tersebar. Tumbuhan ini memiliki tinggi 2 m - 5 m, berduri tajam, tegak, dengan bunga berwarna putih, majemuk, berbentuk bintang, bertaju 5, dan kelopak berbulu. Daun meruncing, pangkal daun memncing, panjang 27-30 cm, pertulangan menyirip.

Tumbuhan ini banyak tumbuh di hutan-hutan, di tepi sungai, di ladang, di kebun, kadang-kadang dibudidayakan di halaman. Tumbuh dengan baik diberbagai jenis tanah dengan karakteristik lahan yang tidak terlalu berair, ternaungi sedang atau tersinar matahari, dan pada ketinggian tempat 1 – 1800 mdpl. Tumbuhan ini tumbuh secara tersebar (Heyne, 1987). Tumbuhan ini berakar tunggang (Stevanie *et al.*, 2007, Zuhud *et al.*, 2003). Buah cepokak (*Solanum torvum* Sw.) umumnya digunakan sebagai sayur, tetapi tumbuhan ini juga memiliki khasiat obat, yakni sebagai obat untuk melancarkan sirkulasi darah, mencairkan darah beku, menghilangkan sakit (analgetik) dan menghilangkan batuk (antitusif). Di wilayah Cina, cepokak merupakan suatu obat herbal rakyat, yang digunakan sebagai obat penenang, pencernaan, *haemostatic* dan diuretik. Penelitian terhadap kandungan kimia buah cepokak telah banyak dilakukan, dan

dilaporkan bahwa buah cepokak ini bersifat hepatotoksik dan antivirus (Yuan *et al.*, 2011).

Berdasarkan penelitian terdahulu, telah dilakukan telaah terhadap kandungan kimia dari ekstrak n-heksan buah takokak (*Solanum torvum* Sw.). Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa buah cepokak mengandung senyawa flavonoid, saponin, steroid/triterpenoid yang mempunyai gugus O-H, C=O, C=C alifatik, C-H alifatik dan tidak mempunyai ikatan rangkap terkonjugasi (Stevanie *et al.*, 2007).



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan (Sub. Laboratorium Bakteriologi dan Sub. Laboratorium Mikologi) Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan UB Forest. Penelitian ini dilaksanakan selama 14 bulan dari bulan April 2018 – Mei 2019.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian pemanfaatan bakteri rizosfer tumbuhan kecubung dan cepokak meliputi: cawan petri, *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), bunsen, timbangan analitik, jarum Ose, pinset, kamera, *micropipette*, *beaker glass*, tabung reaksi, pipet tetes, jarum suntik, panci, wadah steril tertutup, *microtube*, botol media, erlenmeyer, gelas ukur, stik L, *object glass*, *cover glass*, mikroskop, *autoclave*, kompor listrik, cetok, *cork borer*, jangka sorong digital dan alat semprot.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu cabai rawit sehat, tanah dari sistem perakaran tumbuhan kecubung dan cepokak dari kawasan UB Forest, isolat jamur *C. gloeosporioides*, aquades steril, *Nutrient Agar* (NA), *Potato Dextrose Agar* (PDA) instan, kertas saring, plastik *wrap*, *aluminium foil*, kapas, spiritus, tisu steril, alkohol 70%, chlorox 2%, KOH 3%, kristal violet, iodine, safranin, NaCl, larutan glukosa, parafin cair, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, gliserol, dan klorampenikol.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu: 1) Isolasi dan identifikasi penyebab antraknosa, 2) Uji patogenesitas, 3) Pengambilan sampel tanah dari tumbuhan solanaceae, 4) Isolasi bakteri rizosfer, 5) Seleksi bakteri antagonis untuk mendapatkan 5 isolat terbaik, 6) Uji hipersensitif isolat bakteri rizosfer, 7) Uji penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* (*in vitro*) menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan, 8), (9) Identifikasi bakteri rizosfer.

##### 3.3.1 Isolasi dan Identifikasi Penyebab Antraknosa

Isolasi penyebab antraknosa dilakukan dari buah cabai rawit yang bergejala dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Setiap potongan terdiri atas bagian yang

sakit dan sehat. Kemudian dilakukan sterilisasi permukaan menggunakan chlorox 2%, alkohol 70%, dan aquades masing-masing selama 1 menit, ditiriskan di atas tisu steril. Hasil potongan yang telah disterilkan ditanam di media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang telah ditambahkan *streptomycin sulfat* sebanyak 50 mg/liter media, agar pertumbuhan bakteri kontaminan terhambat. Kemudian diinkubasikan pada suhu kamar 2-4 hari. Setelah koloni jamur tumbuh dan terdapat beberapa koloni yang berbeda, segera dilakukan pemindahan ke media PDA yang baru, sehingga diperoleh biakan murni. Pemurnian dilakukan dengan terlebih dahulu mengidentifikasi jamur-jamur yang tumbuh dengan mikroskop dan menumbuhkan kembali jamur yang diketahui sebagai *C. gloeosporioides* dalam media PDA yang baru untuk keperluan perlakuan.

### 3.3.2 Purifikasi Jamur *C. gloeosporioides*

Pemurnian biakan jamur dilakukan dengan cara memotong sebagian miselium jamur dan dipindahkan menggunakan jarum ose ke dalam media PDA baru. Biakan jamur yang telah murni diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk proses identifikasi. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan cara meletakkan koloni jamur hasil biakan murni di atas gelas objek steril yang ditetesi aquades steril dan ditutup dengan gelas penutup (Kurniasih *et al.*, 2014), diinkubasi selama 7-14 hari. Kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x untuk memastikan bahwa isolat jamur tersebut adalah *C. gloeosporioides*. Identifikasi morfologi jamur berdasarkan Barnett (1969), Alexopoulos (1979), dan Semangun (2000).

### 3.3.3 Uji Patogenesitas Jamur *C. gloeosporioides*

Uji patogenesitas jamur *C. gloeosporioides* bertujuan untuk membuktikan kebenaran patogen yang diperoleh dari lapang merupakan patogen yang mampu menimbulkan gejala yang sama dengan gejala yang muncul di lapang. Tahapan uji patogenesitas pertama adalah dengan memasukkan 10 ml aquades steril ke dalam satu cawan petri biakan murni *C. gloeosporioides*. Kemudian miselium jamur digores secara hati-hati menggunakan jarum ose (Kurniasih, 2014). Suspensi yang telah diperoleh diinokulasi pada buah cabai rawit dengan cara disemprotkan pada bagian buah hingga menimbulkan penyakit yang sesuai. Selanjutnya patogen

gejala penyakit yang muncul dari hasil inokulasi harus dapat diisolasi kembali pada biakan murni (Kurniasih *et al.*, 2014).

#### **3.3.4 Pengambilan sampel tanah dari tumbuhan solanaceae**

Bakteri rizosfer dieksplorasi dari rizosfer tumbuhan cepokak dan kecubung. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah metode *Composite Sampling* (Hyde, *et al.*, 2009). Setiap lokasi diambil 3 titik pengambilan sampel secara acak. Setiap titik diambil sebanyak 100 gram tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada jarak 8 cm dari pangkal akar dengan kedalaman 15 cm di sekitar perakaran tumbuhan cepokak dan kecubung. Pengambilan sampel dilakukan secara bersama dalam satu hari. Tanah kemudian dikompositkan dan dimasukkan ke kantong plastik lalu dibawa ke laboratorium.

#### **3.3.5 Isolasi Bakteri Rizosfer**

Isolasi bakteri menggunakan metode pengenceran bertingkat atau *dilution plate*. Sampel tanah yang telah dikompositkan dan dihaluskan selanjutnya diambil sebanyak 0,5 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 4 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  $10^{-5}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-9}$ , 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.

#### **3.3.6 Seleksi Bakteri Antagonis**

Seleksi awal dilakukan dengan menyeleksi bakteri yang ditemukan dan diujikan terhadap jamur *C. gloeosporioides* pada media PDA. Seleksi dilakukan dengan cara metode biakan ganda yang dimodifikasi dalam satu cawan konfrontasi atau *modification co-culture method* (Widyaastuti, 2007 dalam Herliyana *et al.*, 2013). Sebanyak 40 isolat bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae di UB *Forest* diseleksi untuk mengetahui bakteri yang bersifat

antagonis terhadap pertumbuhan jamur patogen *C. gloeosporioides*. Metode pelaksanaan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Persiapan Jamur *C. gloeosporioides*

Isolat *C. gloeosporioides* yang digunakan diperoleh dari hasil isolasi pribadi. Isolat jamur kemudian di murnikan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari untuk mendapatkan biakan murni.

b. Persiapan Bakteri Rizosfer dari Tumbuhan Solanaceae di UB Forest

Isolat bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae di UB Forest berjumlah 40 isolat diremajakan kembali pada media *Nutrient Agar* (NA) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam untuk mendapatkan biakan murni.

c. Seleksi Bakteri Rizosfer yang Bersifat Antagonis dari Tumbuhan Solanaceae di UB Forest

Tahapan seleksi bakteri Rizosfer dari tumbuhan solanaceae di UB Forest terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* dilakukan pada media PDA. Kertas saring berdiameter 0,5 cm yang telah disterilkan dengan autoklaf dimasukkan ke dalam suspensi bakteri pada masing-masing perlakuan selama 1 menit dan dikering anginkan selama  $\pm$  4 jam. Seleksi bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae di UB Forest yang bersifat antagonis dengan menempelkan kertas saring pada 4 titik dan jamur patogen *C. gloeosporioides* berada di tengah dengan jarak masing-masing 3 cm pada media PDA (Gambar 4).

d. Pengamatan Pertumbuhan Jamur Patogen *C. gloeosporioides*

Pengamatan pertumbuhan jamur patogen dengan cara menghitung selisih jari-jari pertumbuhan jamur patogen *C. gloeosporioides* antara perlakuan kontrol dibandingkan perlakuan menggunakan bakteri rizosfer dari tumbuhan solanaceae di UB Forest.

Cawan petri tersebut diinkubasi pada suhu ruang. Pengamatan pada hari ke-13 setelah inokulasi. Seluruh bakteri yang ditemukan diseleksi dan diambil 5 bakteri yang memiliki penghambatan terbesar. Persentase penghambatan dihitung berdasarkan rumus oleh Aini *et al.*, (2009).

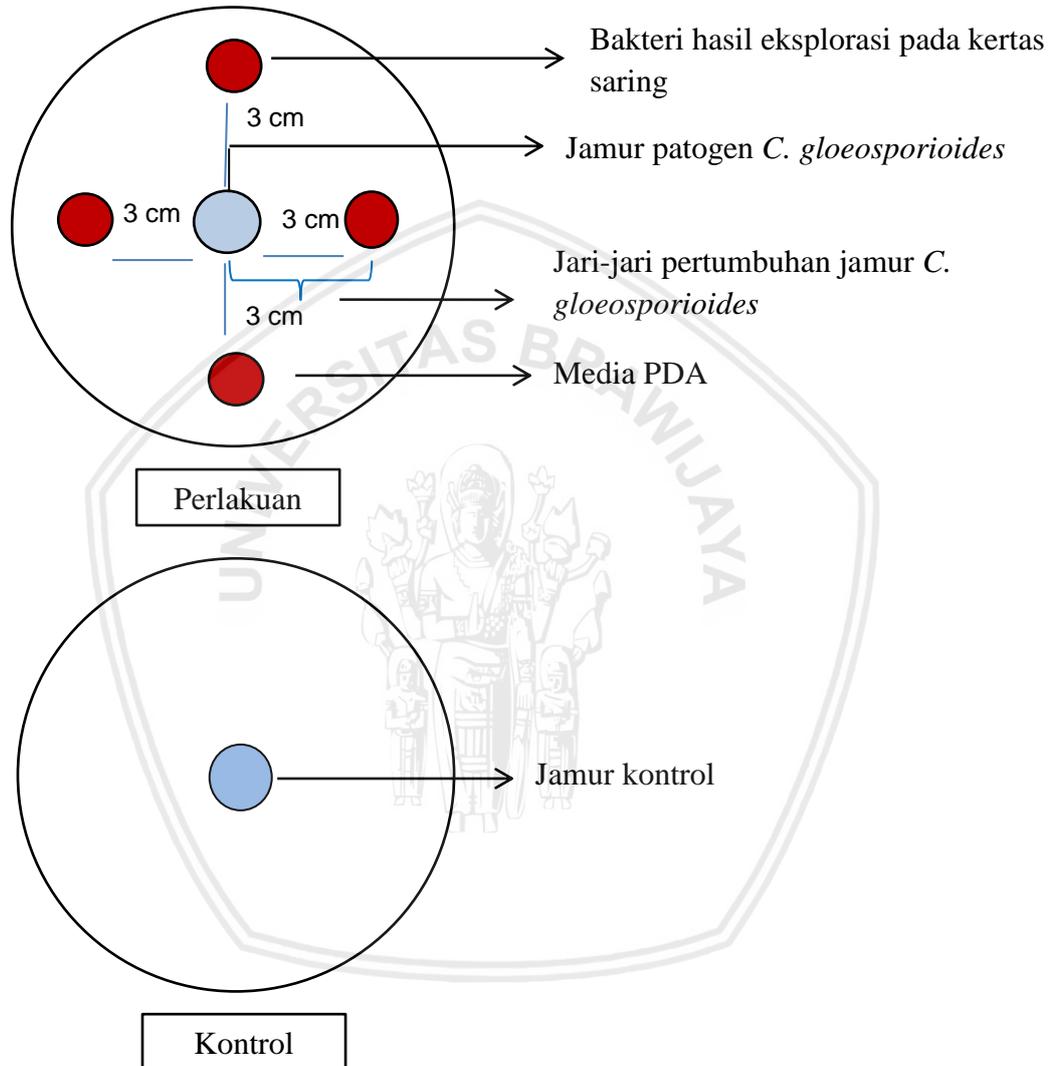
$$I = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

R = Persentase penghambatan pertumbuhan (%)

R1 = Jari-jari *C. gloeosporioides* menjauhi isolat bakteri (kontrol) (cm)

R2 = Jari-jari *C. gloeosporioides* mendekati isolat bakteri (perlakuan) (cm)



Gambar 1. Rancangan penempatan bakteri rizosfer tumbuhan solanaceae dan jamur *C. gloeosporioides*.

### 3.3.7 Uji Hipersensitif Isolat Bakteri Rizosfer

Reaksi hipersensitif merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui sifat patogenik bakteri uji. Reaksi ini dilakukan dengan mencampurkan 1 hingga 2 loop koloni bakteri, lalu dikocok selama 24 jam dengan kecepatan 100 rpm. Pengujian hipersensitif dilakukan pada daun tembakau muda dengan menginokulasi suspensi masing-masing bakteri pada jaringan daun tembakau. Reaksi hipersensitif positif

ditunjukkan dengan terbentuknya gejala nekrosis pada bagian daun yang diinokulasi setelah 24 sampai 48 jam. Reaksi positif bahwa bakteri sebagai patogen terlihat jika pada bagian yang diinfiltrasi suspensi bakteri terjadi nekrosis setelah diinkubasi selama 24 jam (Klement, 1990 dalam Masnilah *et al.*, 2013).

### 3.3.8 Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* Secara *In Vitro*

Isolat bakteri Rizosfer tumbuhan Solanaceae terpilih diuji penghambatannya terhadap *C. gloeosporioides*. Antagonistik ditandai dengan terbentuknya jarak antara isolat bakteri dengan jamur patogen. Uji penghambatan bakteri antagonis terhadap *C. gloeosporioides* menggunakan metode oposisi langsung, yaitu dengan menumbuhkan isolat jamur *C. gloeosporioides* dengan isolat bakteri antagonis secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan petri berdiameter 9 cm dan dilakukan pada waktu yang sama. Dilakukan penanaman isolat patogen pada cawan petri terpisah sebagai kontrol. Biakan selanjutnya diinkubasi selama 11 hari dalam suhu ruangan. Pengamatan dilakukan setiap hari dari saat inokulum ditanam dengan mengukur pertumbuhan koloni untuk mengetahui persentase daya hambat bakteri antagonis. Uji antagonis dilakukan dengan merendam potongan kertas saring berdiameter 0,5 cm selama  $\pm$  1 menit kedalam larutan bakteri antagonis dan ditiriskan hingga kering diatas tissue steril. Kertas saring kemudian ditanam pada media PDA. Biakan uji antagonis diinkubasikan pada suhu kamar sampai *C. gloeosporioides* tumbuh menyentuh tepi cawan petri. Pengujian pada media PDA ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 7 perlakuan dan 4 kali ulangan. Persentase penghambatan dihitung berdasarkan rumus yang diadaptasi dari rumus yang dikemukakan oleh Alfizar *et al.*, (2013), yaitu :

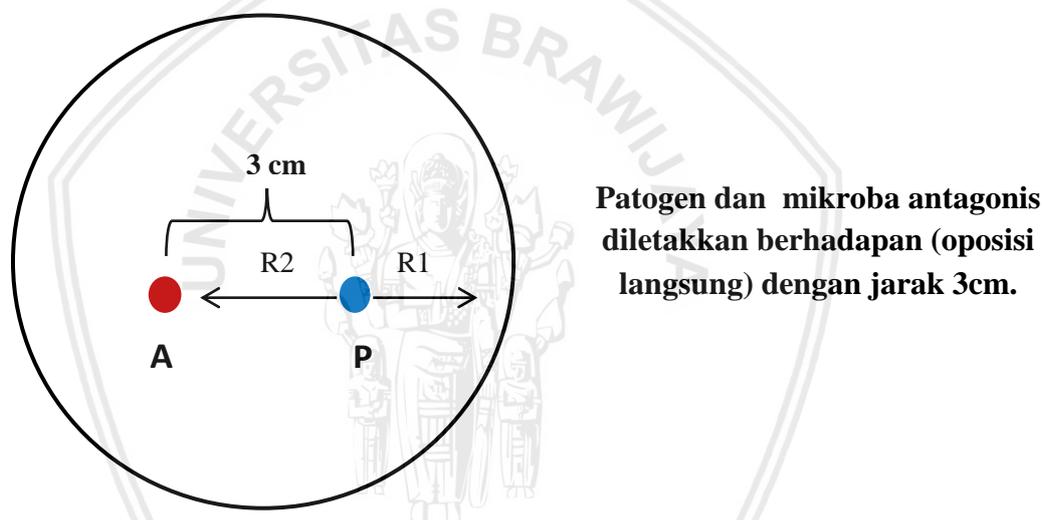
$$I = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

- I = Persentase penghambatan
- R1 = Jari-jari koloni patogen yang arahnya berlawanan dengan bakteri antagonis
- R2 = Jari-jari koloni patogen yang arahnya menuju pusat koloni bakteri antagonis

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan 4 ulangan.

Tabel 1. Perlakuan uji penghambatan jamur patogen *C. gloeosporioides* secara *In Vitro*

Perlakuan	Keterangan
P1	Isolat kode CP9 dan <i>C. gloeosporioides</i>
P2	Isolat kode CP11 dan <i>C. gloeosporioides</i>
P3	Isolat kode CP13 dan <i>C. gloeosporioides</i>
P4	Isolat kode CP16 dan <i>C. gloeosporioides</i>
P5	Isolat kode KC16 dan <i>C. gloeosporioides</i>
P6	Fungisida Antracol dan <i>C. gloeosporioides</i>
P7	Aquades steril dan <i>C. gloeosporioides</i>



Gambar 2. Uji antagonis menggunakan metode oposisi langsung pada media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA). Keterangan: A: mikroba antagonis. P: patogen.

### 3.3.9 Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri Rizosfer Tumbuhan Solanaceae yang Bersifat Antagonis terhadap *C. gloeosporioides*

Proses identifikasi secara fisiologis dilakukan dengan karakterisasi bakteri, dengan cara membandingkan sifat-sifat fisiologi bakteri berdasarkan kunci identifikasi yang telah ada. Karakterisasi bakteri pada rizosfer tumbuhan Solanaceae antagonis dilakukan berdasarkan *Bergey's Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) dan Schaad *et al.*, (2001) meliputi uji Gram yang terdiri dari pewarnaan gram dan uji KOH, uji oksidatif fermentatif, pertumbuhan pada media YDC serta uji katalase. Pengujian bakteri tingkat genus dilakukan berdasarkan

Schaad *et al.* (2001) disajikan pada (Gambar 6). Adapun pengujian untuk mengetahui karakteristik morfologi dan fisiologi bakteri, meliputi:

a. Uji Gram

1) Uji KOH

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat Gram negatif atau Gram positif. Uji KOH dilakukan dengan mencampurkan satu lup bakteri uji pada preparat steril yang telah ditetesi KOH 3% menggunakan jarum Ose. Bakteri Gram negatif ditandai dengan adanya lendir seperti benang yang tertarik ketika jarum Ose diangkat. Bakteri Gram positif ditandai dengan tidak adanya lendir seperti benang yang tertarik ketika jarum Ose diangkat

2) Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan dengan menggoreskan satu lup bakteri diatas preparat steril lalu ditambah aquades steril dan diratakan. Fiksasi bakteri dilakukan dengan melewati bagian bawah preparat di atas bunsen hingga semua permukaan preparat kering. Preparat ditetesi larutan kristal violet dan diratakan di atas permukaan preparat selama 1 menit. Preparat dicuci dengan air mengalir selama beberapa detik, lalu dikering anginkan. Kemudian, preparat ditetesi dengan larutan iodine dan diratakan diatas preparat selama 1 menit. Preparat kemudian dicuci dengan air mengalir selama beberapa detik, lalu dikering anginkan. Pewarnaan kembali dengan etil alkohol kurang lebih selama 30 detik. Preparat lalu dicuci dengan air mengalir kurang lebih 2 detik kemudian dikering anginkan. Selanjutnya preparat ditetesi larutan safranin dan diratakan diatas preparat selama 10 detik. Terakhir, cuci preparat dengan cepat dengan air mengalir kemudian dikering anginkan. Bakteri Gram negatif mempunyai sel warna merah, sedangkan bakteri Gram positif mempunyai sel warna ungu.

b. 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 parafin dan diinkubasi selama 7 – 14 hari. Jika terjadi perubahan warna menjadi kuning pada media yang tidak ditutupi parafin, maka reaksi bersifat oksidatif. Sedangkan perubahan warna terjadi pada kedua tabung, maka reaksi bersifat fermentatif.

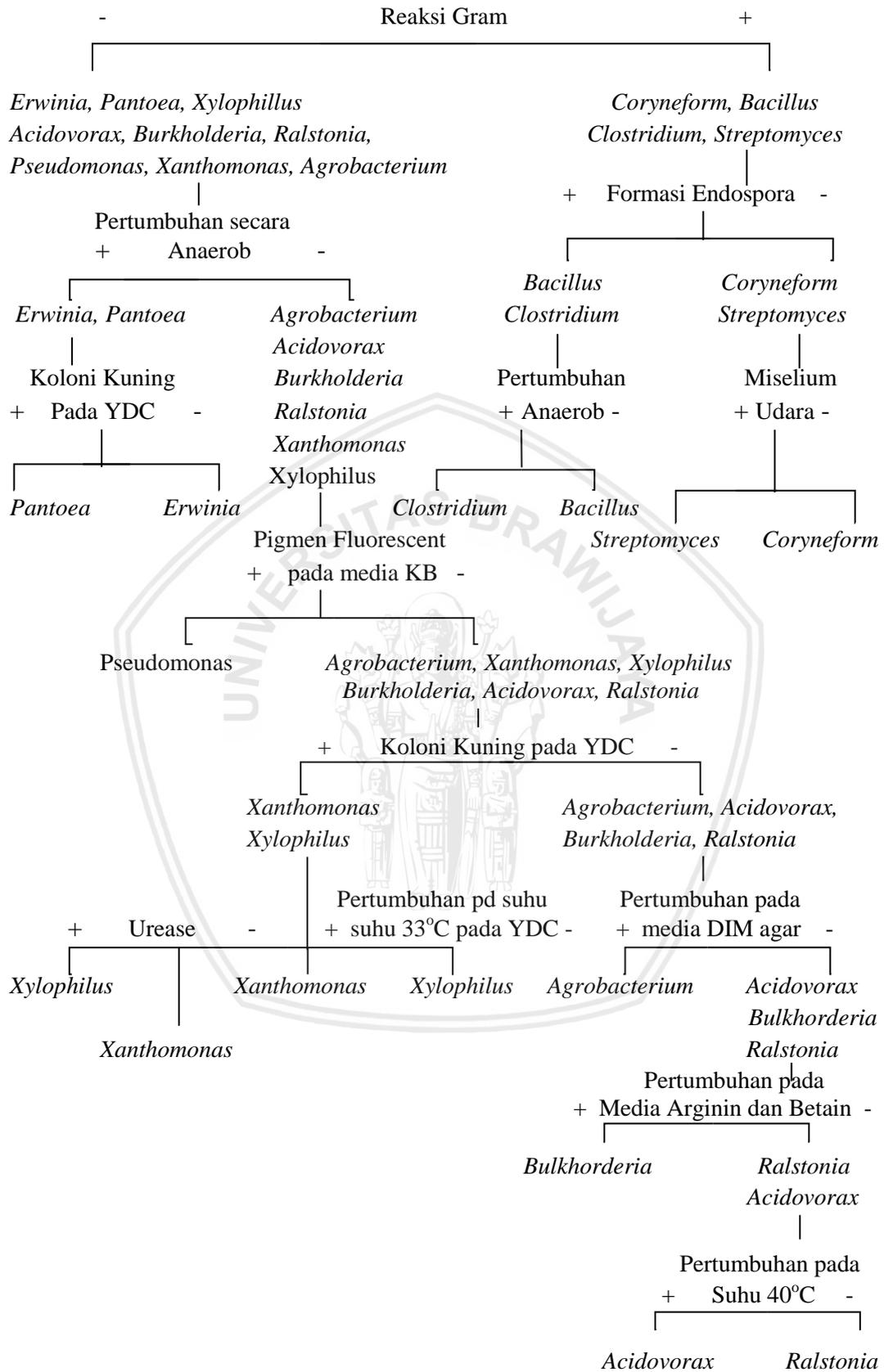
c. Pertumbuhan pada Media *Yeast Dextrose Carbonate* (YDC)

Media YDC terdiri dari yeast ekstrak 10 gr; glukosa 20 gr; CaCO<sub>3</sub> 20 gr; dan agar 15 gr. Selanjutnya semua bahan dicampur dan dilarutkan dengan aquades 1 liter lalu dididihkan. Media tersebut disterilkan pada 121°C selama 30 menit. Goreskan bakteri pada media agar YDC dan diinkubasikan pada suhu 30°C. Setelah 48 jam lakukan pengamatan apakah berwarna kuning atau putih. Reaksi positif apabila terbentuk koloni berwarna kuning yang merupakan bakteri dari genus *Pantoea* dan koloni berwarna putih yang merupakan bakteri dari genus *Erwinia*.

d. Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan meneteskan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 3% pada gelas obyek yang steril. Biakan dioleskan pada gelas obyek yang sudah ditetesi hidrogen peroksida dengan ose. Suspensi dicampur secara perlahan menggunakan ose, hasil yang positif ditandai oleh terbentuknya gelembung-gelembung udara (Hadioetomo, 1990).

Berikut merupakan gambar diagram dari beberapa metode yang dilakukan untuk identifikasi bakteri antagonis berdasarkan Schaad *et al.*, (2001).



Gambar 3. Diagram pengujian bakteri hingga tingkat Genus (Schaad *et al.*, 2001)

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Data yang diperoleh pada pengujian *in vitro* diuji dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan apabila dalam diperoleh pengaruh perlakuan beda nyata, maka dilanjutkan dengan Uji BNt (Beda Nyata terkecil) pada taraf 5%.



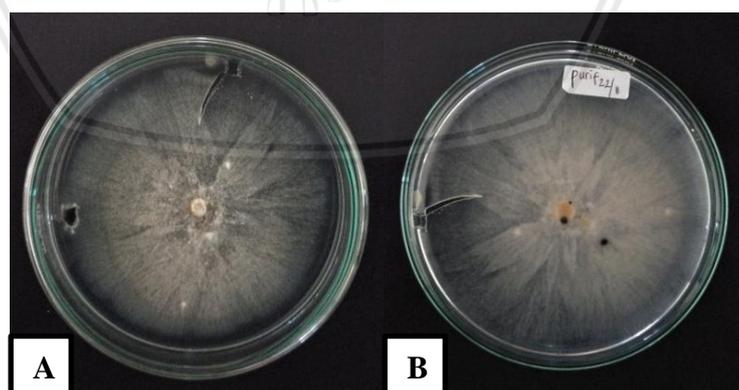
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Isolasi Jamur *C. gloeosporioides* Pada Cabai Rawit Bergejala Antraknosa di Lapang

Berdasarkan isolasi dan purifikasi pada cabai rawit yang bergejala di lapang diperoleh isolat jamur *C. gloeosporioides*. Hasil identifikasi secara makroskopis menunjukkan bahwa jamur *C. gloeosporioides* dalam media PDA memiliki bentuk koloni melingkar dan menyebar ke segala arah, menghasilkan miselium, koloni berwarna putih, tampak bawah koloni berwarna coklat kehitaman, pertumbuhannya lambat (1-2 cm dalam 24 jam), dan pada kultur yang sudah tua (lebih dari 15 hari) muncul noda-noda hitam pada permukaan koloni. Isolat murni jamur *C. gloeosporioides* disajikan pada Gambar 7. Ciri-ciri makroskopis dari jamur *C. gloeosporioides* pada cawan Petri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kenampakan Makroskopis Jamur *C. gloeosporioides*

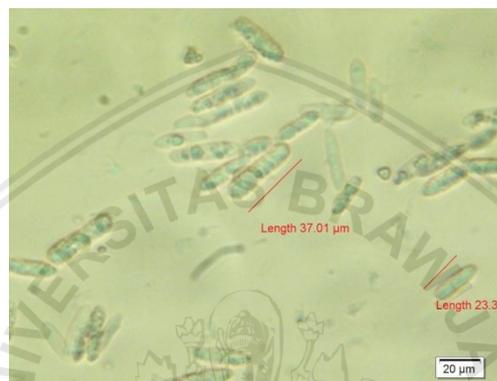
Ciri-ciri makroskopis	Keterangan
Bentuk	Lingkar
Elevasi	Datar
Margin	Rata
Permukaan	Halus
Opacity	Tidak transparan
Warna	Putih



Gambar 1. Koloni biakan murni jamur *C. gloeosporioides* umur 13 hari setelah inokulasi pada media PDA (A) : Karakteristik makroskopis tampak depan, (B) : karakteristik makroskopis tampak belakang

Pengamatan ciri mikroskopis jamur seperti ukuran, bentuk, septa dan warna dari spora pada media PDA diamati di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 400x terlihat bahwa jamur ini memiliki hifa bersekat, konidia

berbentuk silindris dengan ujung yang membulat atau tumpul, bening (Gambar 8). Sesuai dengan penelitian Gangadevi & Muthumary (2008) yang menyebutkan bahwa miselium koloni jamur *C. gloeosporioides* Penz. berwarna kelabu dan hifa bersekat. Menurut Dickman (1993), ciri-ciri umum jamur dari Genus *Colletotrichum* yaitu memiliki hifa bersekat dan bercabang serta menghasilkan konidia yang transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing panjangnya antara 10-16  $\mu\text{m}$  dan lebarnya 5-7  $\mu\text{m}$  dengan massa konidia berwarna hitam.



Gambar 2. Kenampakan mikroskopis jamur *C. gloeosporioides* pada perbesaran 400x

*C. gloeosporioides* umumnya mempunyai konidium hialin, berbentuk silinder dengan ujung-ujung tumpul, kadang-kadang berbentuk agak jorong dengan ujung yang membulat dan pangkal yang sempit terpancung, tidak bersekat, berinti satu, 9 – 24 x 3 – 6  $\mu\text{m}$ , terbentuk pada konidiofor seperti fialid, berbentuk silinder, hialin atau agak kecokelatan (Semangun, 2000). Jamur *C. gloeosporioides* memiliki konidium yang berbentuk bulat telur, bersel satu, berukuran 10-15 x 5-7  $\mu\text{m}$ . Konidiofor berukuran 18 x 3  $\mu\text{m}$ . Aservulus hanya ada pada jaringan yang terinfeksi. Septa berwarna coklat tua, panjang 60-160  $\mu\text{m}$ , sering bersekat 1 atau 2 dan teratur di tepi aservulus (Semangun, 2006). *C. gloeosporioides* mempunyai hifa bersepta, berwarna hialin yang kemudian berubah menjadi gelap. Konidium berbentuk jorong atau bulat telur pada bagian ujungnya membulat, tidak bersepta dengan warna hialin.

#### 4.2 Hasil Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas digunakan untuk membuktikan kebenaran patogen yang diperoleh dari lapang merupakan patogen yang mampu menimbulkan gejala yang

sama dengan gejala yang muncul dilapang. Setelah dilakukan uji patogenesis pada buah cabai rawit di laboratorium diperoleh hasil bahwa gejala antraknosa muncul pada hari ke-7 setelah inokulasi ditandai dengan timbulnya bintik-bintik kecil yang berwarna kehitam-hitaman (Gambar 9).

Syamsudin (2007) menyatakan infeksi jamur ini pada buah cabai ditandai dengan gejala awal berupa bintik-bintik kecil yang berwarna kehitam-hitaman dan sedikit melekok. Serangan lebih lanjut mengakibatkan buah mengkerut, kering dan membusuk.



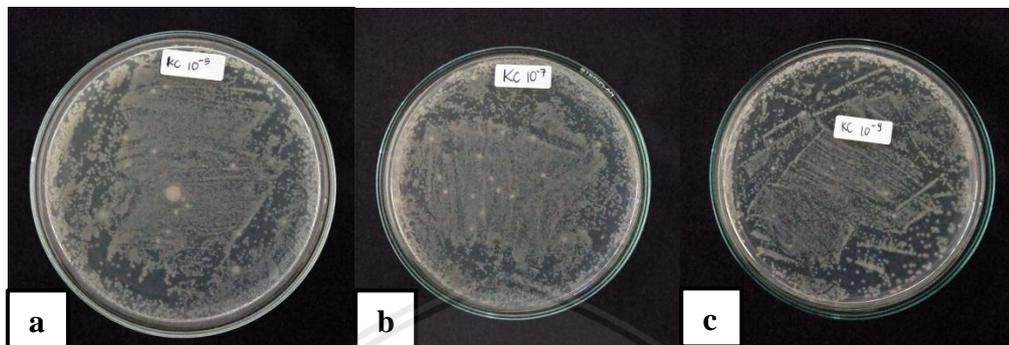
Gambar 3. Uji Patogenesis pada buah cabai rawit 7 hsi

#### 4.3 Bakteri Rizosfer pada Tumbuhan Famili Solanaceae di UB Forest

Eksplorasi bakteri rizosfer dilakukan di kawasan UB Forest yang terletak di Dusun Summersari, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Sampel tanah diambil dari dua tumbuhan Solanaceae yaitu Tumbuhan Kecubung (*Datura metel* L.) dan Tumbuhan Cepokak (*Solanum torvum* S.) dengan 3 titik secara acak setiap sampelnya. Isolasi dilakukan dengan menggunakan metode *dillution plate* dengan kerapatan bakteri  $10^{-5}$ ,  $10^{-7}$  dan  $10^{-9}$  (Gambar 10). Hasil eksplorasi bakteri rizosfer tumbuhan Solanaceae diperoleh 40 isolat bakteri dengan rincian isolat bakteri pada tumbuhan Kecubung didapatkan 22 isolat dan 18 isolat dari tumbuhan Cepokak. Isolat yang didapatkan dibedakan berdasarkan perbedaan karakteristik morfologi koloni dan warna bakteri.

Berdasarkan hasil eksplorasi yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa keberadaan mikroorganisme di daerah rizosfer tumbuhan solanaceae di UB Forest cukup tinggi. Menurut Simatupang (2008), rizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman. Populasi mikroorganisme di rizosfer umumnya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah nonrizosfer.

Aktivitas mikroorganisme rizosfer dipengaruhi oleh eksudat yang dihasilkan oleh perakaran tanaman. Beberapa mikroorganisme rizosfer berperan dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, memengaruhi aktivitas mikroorganisme, serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar.



Gambar 4. Hasil isolasi bakteri rizosfer pada 48 HSI pada media NA. (a) Pengenceran  $10^{-5}$ ; (b) Pengenceran  $10^{-7}$ ; (c) Pengenceran  $10^{-9}$

Area akar tanaman merupakan tempat berkembangbiak yang baik bagi pertumbuhan mikroba terutama bagi rhizobakteri. Hubungan antara bakteri dan akar tanaman akan meningkatkan ketersediaan kebutuhan nutrisi bagi keduanya. Permukaan akar tanaman dapat disebut rhizoplane. Sedangkan rizosfer adalah lapisan tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar. Tebal dan tipisnya lapisan rizosfer setiap tanaman berbeda-beda. Rizosfer merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan bakteri oleh karena itu, akar tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya menjadi tempat pertumbuhan mikroba (Sumarsih, 2003). Bakteri tersebut hidup secara berkoloni dan mengelilingi akar tanaman. Manfaat bagi tanaman, keberadaan mikroorganisme akan sangat baik. Bakteri ini memberi keuntungan dalam proses fisiologi tanaman dan pertumbuhannya serta biologis bagi tanah.

#### 4.4 Hasil Seleksi Bakteri Rizosfer yang Bersifat Antagonis terhadap Jamur *C. gloeosporioides* secara *In Vitro*

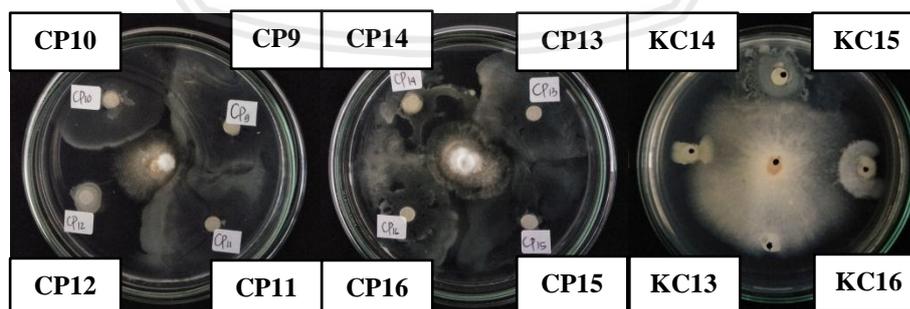
Hasil eksplorasi bakteri rizosfer tumbuhan solanaceae di UB *Forest* yang telah dilakukan didapatkan sebanyak 40 isolat bakteri. Kemudian dilakukan seleksi potensi antagonis. Seleksi dilakukan untuk mendapatkan bakteri yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* (Gambar 11). Bakteri yang memiliki sifat antagonis ditandai dengan zona hambat yang dihasilkan antara jamur *C. gloeosporioides* dengan bakteri antagonis hasil eksplorasi. Berdasarkan

hasil seleksi antagonis tidak semua jenis bakteri bersifat antagonis terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides*. Dari hasil seleksi didapatkan 22 isolat yang bersifat antagonis. Selanjutnya dipilih 5 isolat bakteri yang menghasilkan zona hambat tertinggi untuk dilakukan uji *in vitro*. Hasil seleksi bakteri rizosfer dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase penghambatan isolat bakteri rizosfer tumbuhan Solanaceae terhadap jamur *C. gloeosporioides*

No	Kode Isolat	Persentase penghambatan (%)	No	Kode Isolat	Persentase penghambatan (%)
1.	KC1	0	21.	KC21	0
2.	KC2	0	22.	KC22	0
3.	KC3	0	23.	CP1	45,0
4.	KC4	55,0	24.	CP2	50,0
5.	KC5	0	25.	CP3	62,5
6.	KC6	0	26.	CP4	60,0
7.	KC7	0	27.	CP5	0
8.	KC8	0	28.	CP6	0
9.	KC9	50,0	29.	CP7	0
10.	KC10	62,5	30.	CP8	0
11.	KC11	62,5	31.	CP9*	70,0
12.	KC12	50,0	32.	CP10	62,5
13.	KC13	0	33.	CP11*	75,0
14.	KC14	0	34.	CP12	55,0
15.	KC15	50,0	35.	CP13*	70,0
16.	KC16*	70,0	36.	CP14	52,5
17.	KC17	0	37.	CP15	55,0
18.	KC18	0	38.	CP16*	67,5
19.	KC19	40,0	39.	CP17	50,0
20.	KC20	0	40.	CP18	55,0

Keterangan : (\*) dilakukan uji lanjut dengan Uji BNt pada taraf 5%



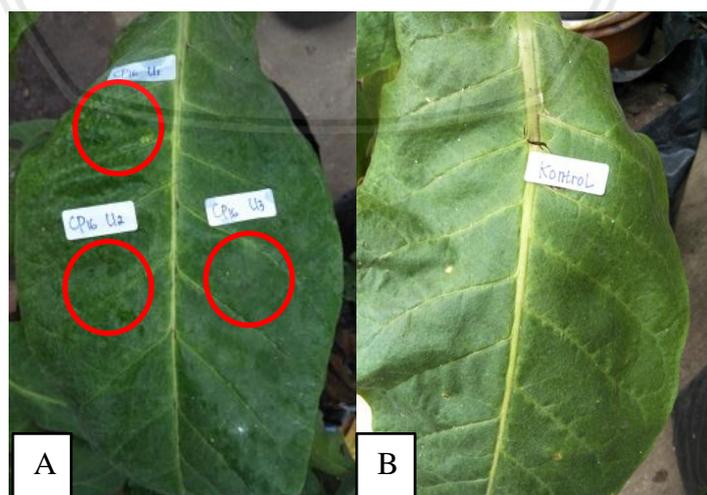
Gambar 5. Hasil seleksi bakteri rizosfer 5 terbaik

Persentase penghambatan lima isolat yang lebih tinggi yaitu pada bakteri isolat KC16, CP9, CP11, CP13, dan CP16. Persentase penghambatan pada masing-masing isolat mulai dari yang tertinggi sampai dengan terendah yaitu kode

CP11 dengan persentase penghambatan sebesar 75%, kode KC16, CP9, CP13 dengan persentase penghambatan sebesar 70%, dan kode CP16 dengan persentase penghambatan sebesar 67,5%. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa 5 isolat bakteri yang memiliki daya hambat lebih tinggi berpotensi untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *C. gloeosporioides* dengan baik. Lima isolat tersebut dipilih untuk dilakukan uji antagonis dengan jamur patogen *C. gloeosporioides*. Perbedaan penghambatan suatu bakteri terjadi karena adanya senyawa antibiotik yang dihasilkan berbeda (Raharini *et al.*, 2012). Isolat yang dipilih selanjutnya dilakukan uji antagonis dengan patogen *C. gloeosporioides*.

#### 4.5 Hasil Uji Hipersensitif

Berdasarkan hasil uji hipersensitif kelima isolat bakteri antagonis tidak menunjukkan reaksi nekrotik pada daun tembakau yang telah diinfiltrasi suspensi bakteri, maka kelima isolat bakteri tersebut bukan merupakan patogen tanaman (Gambar 12). Hipersensitif merupakan suatu bentuk pertahanan tanaman dalam merespon serangan patogen, jika daun tembakau yang telah diinokulasi dengan suspensi bakteri tidak menunjukkan gejala nekrotik, maka isolat bakteri bersifat non patogenik (Agrios, 2005). Menurut Schaad *et al.*, 2001) Reaksi hipersensitif merupakan respon ketahanan tanaman untuk melokalisasi bakteri sehingga tanaman dapat mengatasi serangan berbagai jenis bakteri yang berpotensi menyebabkan penyakit.

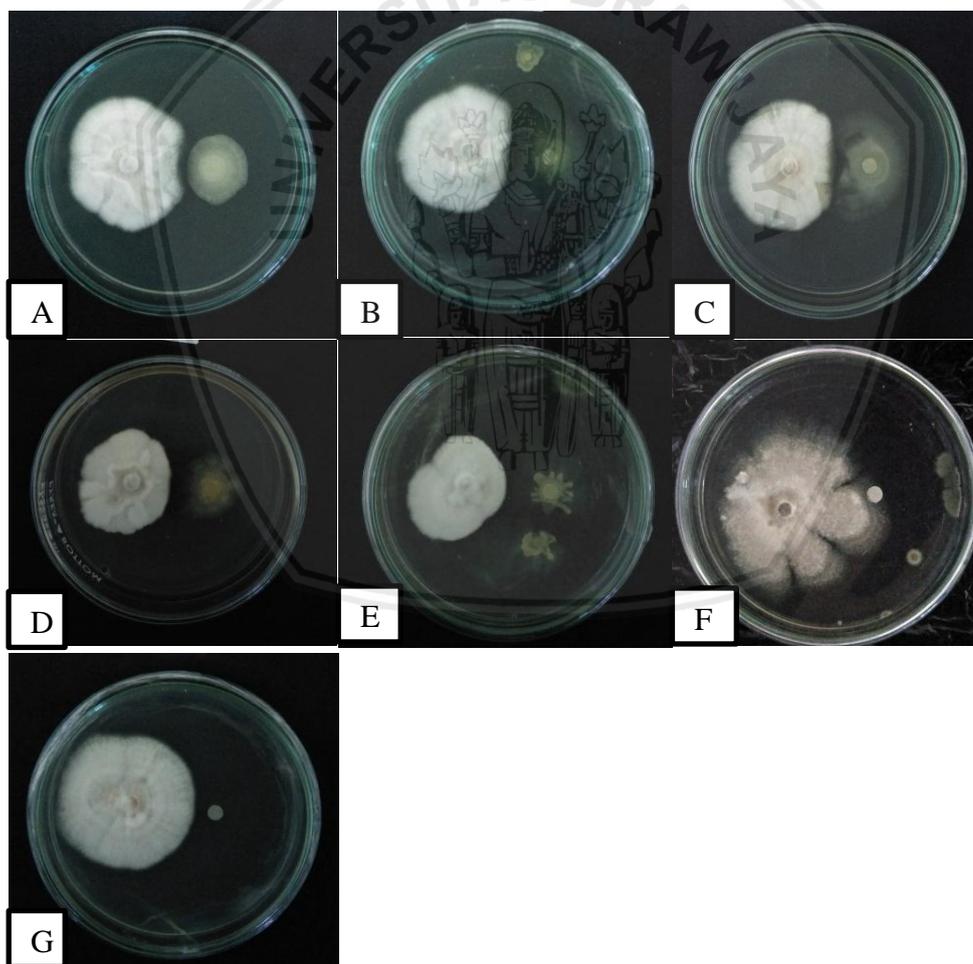


Gambar 6. Hasil uji hipersensitif. (A) kode CP13 menunjukkan negatif tidak menimbulkan nekrotik pada daun yang terinfiltrasi, (B) kontrol aquades

#### 4.6 Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* dengan Bakteri Antagonis secara *In Vitro*

Bakteri antagonis yang telah diseleksi dan memiliki persentase daya hambat tinggi terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* selanjutnya diuji sifat antagonisnya menggunakan metode oposisi langsung. Hasil pengujian daya hambat (antagonis) bakteri hasil eksplorasi terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* dapat dilihat pada (Tabel 4). Hasil analisis statistik menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel Lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari perlakuan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *C. gloeosporioides*.

Berikut merupakan hasil uji penghambatan jamur *C. gloeosporioides* dengan bakteri antagonis secara *in vitro*.



Gambar 7. Uji antagonis bakteri pada 11 HSI. (A) : isolat KC16, (B) : isolat CP13, (C) isolat CP9, (D) : isolat CP16, (E) : isolat CP11, (F) kontrol negatif, (G) kontrol fungisida

Tabel 4. Rerata Persentase Penghambatan Bakteri Antagonis terhadap Jamur *C. gloeosporioides* secara *In Vitro*

Perlakuan	Rerata Persentase Zona Hambat (%)						
	5 HSI±SD	6 HSI±SD	7 HSI±SD	8 HSI±SD	9 HSI±SD	10 HSI±SD	11 HSI±SD
Isolat CP9	9,25±3,20 <sup>ab</sup>	6,50±0,67 <sup>ab</sup>	7,50±2,38 <sup>abc</sup>	7,50±2,38 <sup>ab</sup>	13,50±8,34 <sup>abc</sup>	15,00±10,51 <sup>bc</sup>	19,50±7,50 <sup>bc</sup>
Isolat CP11	18,75±5,73 <sup>bc</sup>	15,25±7,13 <sup>bc</sup>	18,50±8,58 <sup>cd</sup>	23,50±11,95 <sup>c</sup>	27,50±14,75 <sup>cd</sup>	28,00±15,47 <sup>cd</sup>	34,25±11,14 <sup>e</sup>
Isolat CP13	10,75±6,18 <sup>b</sup>	11,75±10,17 <sup>bc</sup>	16,25±11,64 <sup>bcd</sup>	21,75±7,63 <sup>c</sup>	29,25±9,21 <sup>d</sup>	34,50±10,50 <sup>d</sup>	35,25±10,5 <sup>e</sup>
Isolat CP16	14,80±5,56 <sup>b</sup>	12,30±7,80 <sup>bc</sup>	13,50±8,34 <sup>bcd</sup>	19,30±11,14 <sup>bc</sup>	25,50±11,12 <sup>cd</sup>	28,50±8,38 <sup>cd</sup>	33,50±7,54 <sup>de</sup>
Isolat KC16	9,30±3,20 <sup>ab</sup>	7,00±0 <sup>ab</sup>	6,00±0 <sup>ab</sup>	6,00±0 <sup>a</sup>	5,30±0,5 <sup>ab</sup>	5,30±0,5 <sup>ab</sup>	11,00±4,54 <sup>ab</sup>
Fungisida	25,25±14,93 <sup>c</sup>	22,75±13,64 <sup>c</sup>	21,00±10,67 <sup>d</sup>	20,25±11,95 <sup>c</sup>	15,75±12,81 <sup>bcd</sup>	19,50±13,52 <sup>bc</sup>	22,75±5,56 <sup>cd</sup>

Keterangan : Bilangan yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%. HSI: Hari Setelah Inokulasi



Dari hasil analisis ragam (Tabel lampiran 1) menunjukkan bahwa isolat bakteri antagonis hasil eksplorasi memiliki pengaruh nyata terhadap penghambatan jamur patogen *C. gloeosporioides* pada 11 HSI secara *in vitro*. Dari kelima isolat bakteri yang diuji, semua isolat mampu menghambat patogen *C. gloeosporioides*. Perlakuan isolat CP13 pada hari kelima memiliki penghambatan sebesar 10,75% dan 35,25% pada hari kesebelas. Perlakuan isolat CP11 pada hari kelima memiliki penghambatan sebesar 18,75% dan 34,25% pada hari kesebelas. Kedua perlakuan tersebut merupakan pengujian dengan penghambatan terbesar dibanding perlakuan kontrol positif. Isolat bakteri yang mempunyai kemampuan terbaik dalam menghambat jamur patogen yaitu pada perlakuan isolat CP13, CP11 dan CP16 yang berpengaruh nyata terhadap perlakuan fungisida. Bakteri antagonis mampu menekan pertumbuhan patogen dikarenakan memiliki senyawa antibiotik. Senyawa yang dihasilkan bakteri antagonis mampu menghasilkan zona bening terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* yang mengakibatkan miselia jamur patogen tumbuh menghindari bakteri antagonis.

Antibiosis merupakan sifat antagonisme yang disebabkan oleh kemampuan mikroba untuk menghasilkan metabolit primer berupa enzim yaitu selulose, kitinase dan glukonase serta metabolit sekunder yaitu antibiotika yang bersifat racun bagi patogen tanaman (Gambar 13). Menurut Strobel dan Daisy (2003) terbentuknya zona hambat menandakan bahwa bakteri antagonis tersebut menghasilkan antibiotik. Antibiotik digolongkan sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri endofitik dan antagonis dalam jalur metabolisme dan oleh enzim yang tidak diperlukan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan sel tumbuhan.

## 4.7 Identifikasi Bakteri Antagonis

### 4.7.1 Karakterisasi Morfologi

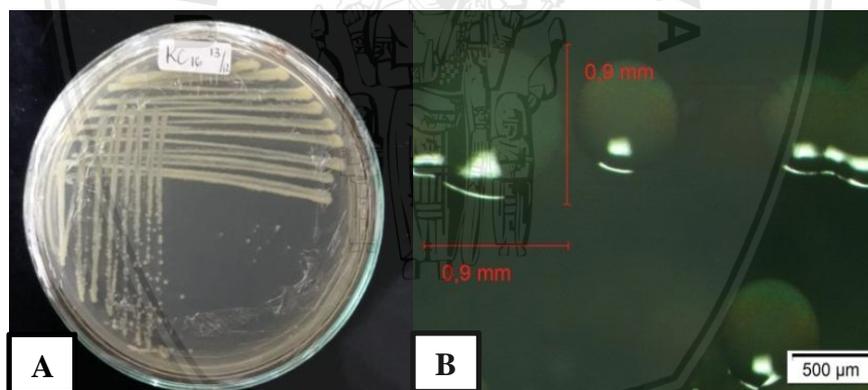
Pengamatan morfologi bakteri dilakukan dengan mengamati koloni tunggal. biakan bakteri diinkubasi selama 24 jam dan dilakukan *streak* agar didapatkan koloni tunggal yang diinginkan. Terdapat 5 isolat yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* yaitu bakteri dengan kode CP9, CP11, CP13, CP16 dan KC16.

Berikut hasil karakterisasi bakteri yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides* secara morfologi pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Morfologi Bakteri Antagonis

Isolat	Karakterisasi Morfologi			
	Bentuk	Permukaan	Warna	Tepi
Isolat KC16	Bulat	Cembung	Putih kekuningan	Rata
Isolat CP9	Bulat	Cembung	Putih	Rata
Isolat CP11	Bulat	Cembung	Putih	Rata
Isolat CP13	Bulat	Cembung	Putih	Rata
Isolat CP16	Bulat	Datar	Putih	Rata

Dari hasil pengamatan morfologi diketahui bahwa bakteri yang didapatkan dari rizosfer tumbuhan solanaceae yang memiliki potensi antagonis umumnya memiliki bentuk morfologi bulat dengan permukaan cembung dan datar berwarna putih, putih keruh hingga putih kekuningan. Koloni bakteri memiliki tepi rata. Menurut Kaur dan Sethi (2012), bentuk-bentuk koloni yang berbeda dapat dijadikan dasar untuk identifikasi bakteri. Berikut merupakan bentuk koloni pada isolat KC16.



Gambar 8. Bentuk Koloni bakteri (A) kenampakan isolat KC16 pada cawan petri, (B) bentuk koloni tunggal bakteri KC16 pada mikroskop

#### 4.7.2 Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia

Karakterisasi fisiologi bertujuan untuk menentukan genus isolat bakteri. Metode yang digunakan berdasarkan pada buku *Bergey's Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) dan Schaad *et al.* (2001) karakterisasi ini meliputi uji Gram dengan kelarutan KOH 3% dan pewarnaan Gram, uji Oksidatif Fermentatif, uji pertumbuhan pada media *Yeast Extract-Dextrose Carbonate* (YDC) dan Uji Katalase. Berikut hasil karakterisasi fisiologi dan biokimia dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia pada Bakteri

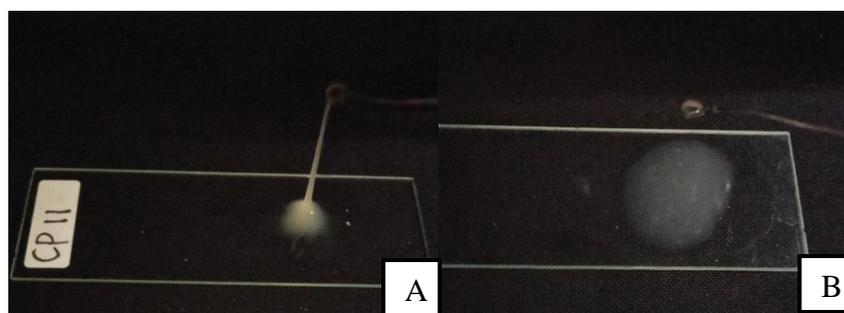
Karakterisasi	Isolat Bakteri				
	CP9	KC16	CP11	CP13	CP16
Uji Gram					
-Uji KOH 3%	-	-	-	-	-
-Uji Pewarnaan Gram	-	-	-	-	-
Uji Oksidatif-Fermentatif	F	F	F	F	F
Pertumbuhan koloni kuning pada media YDC	putih	Putih	Kuning	Kuning	Kuning
Uji Katalase	+	+	+	+	+
Hasil Identifikasi	Erwinia	Erwinia	Pantoea	Pantoea	Pantoea

Keterangan : Karakterisasi fisiologi dan biokimia bakteri. (-) reaksi negatif, (+) reaksi positif, (F) Fermentatif

## 1. Uji Gram

### a. Uji KOH

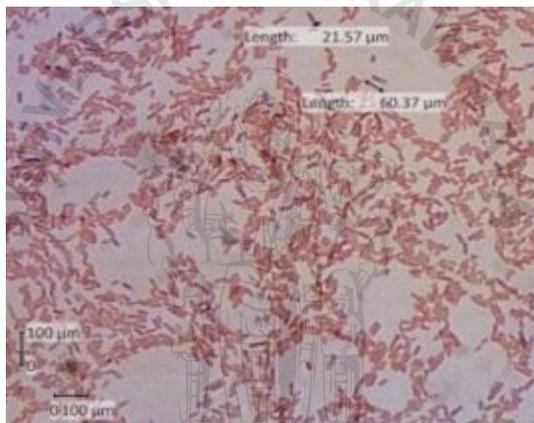
Hasil uji KOH 3% terhadap lima isolat bakteri antagonis tumbuhan solanaceae (tumbuhan Kecubung dan Cepokak) adalah Gram negatif. Lima isolat bakteri antagonis yang telah ditetesi dengan KOH 3% menunjukkan adanya lendir seperti benang ketika ditarik menggunakan jarum Ose. Hasil tersebut sesuai dengan Schaad *et al.*, (2001) dalam uji bakteri terhadap KOH pada bakteri Gram negatif tampak berlendir, lengket dan terangkat seperti benang ketika ditarik menggunakan jarum Ose (Gambar 15), sedangkan bakteri Gram positif tidak tampak berlendir, encer dan ketika ditarik dengan jarum Ose tidak terangkat. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan lemak yang tipis sedangkan Gram negatif memiliki lemak tebal dan ber dinding sel tipis yang berada di ruang periplasma. KOH akan menyerang lemak (bilayer lipid) dan membuat sel bakteri Gram negatif pecah sedangkan Gram positif tidak terpengaruh (Chandra dan Mani, 2011).



Gambar 9. Hasil uji KOH, (A) isolat bakteri CP11 berlendir saat diangkat jarum Ose, (B) kontrol negatif aquades

## b. Uji Pewarnaan Gram

Hasil uji pewarnaan Gram yang telah diamati pada mikroskop dengan perbesaran 100x menunjukkan bahwa kelima isolat bakteri antagonis (CP9, CP11, CP13, CP16 dan KC16) merupakan Gram negatif berbentuk basil (batang) dan berwarna merah. Berdasarkan Schaad *et al.*, (2001) hasil uji pewarnaan Gram untuk bakteri Gram positif berwarna ungu sampai biru kehitaman, sedangkan bakteri 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.

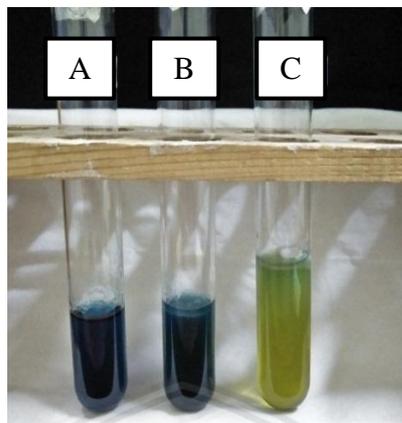


Gambar 10. Hasil uji pewarnaan Gram, Gram negatif isolat CP11 berwarna merah dan berbentuk basil saat diamati pada mikroskop perbesaran 100x

## 2. Uji Oksidatif-Fermentatif

Hasil uji Oksidatif dan fermentatif menunjukkan bahwa kelima isolat bakteri antagonis CP9, CP11, CP13, CP16 dan KC16 menghasilkan reaksi fermentatif, hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna dari warna biru menjadi warna kuning pada media yang dilapisi dengan *water agar* (Gambar 17). Hal ini berarti lima bakteri rizosfer dapat melakukan fermentasi terhadap glukosa. Uji fermentasi glukosa bertujuan untuk mengetahui sifat fermentasi bakteri terhadap glukosa. Menurut Schaad *et al.*, (2001) pengamatan dilakukan dengan melihat perubahan warna media dari warna biru menjadi kuning pada tabung yang

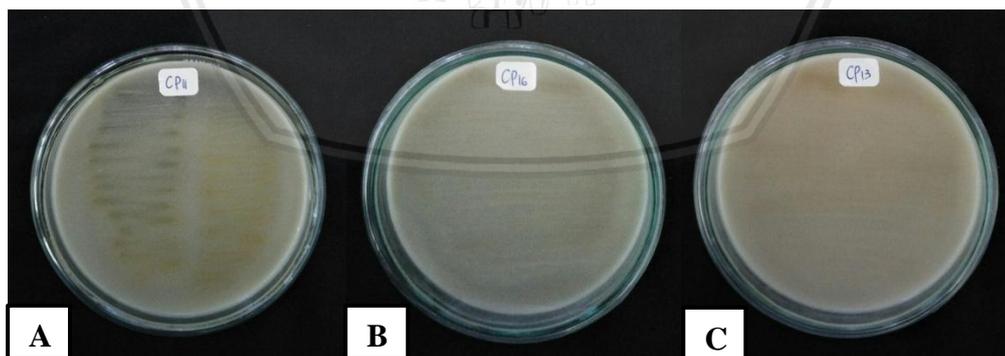
tidak dilapisi *water agar* tetapi tidak terjadi perubahan warna pada tabung yang dilapisi *water agar*.



Gambar 11. Hasil Uji Oksidatif-Fermentatif, (A) kontrol tanpa *water agar*, (B) isolat CP16 tanpa *water agar*, (C) isolat CP16 dengan *water agar*

### 3. Pertumbuhan pada Media YDC

Berdasarkan hasil pengujian isolat bakteri CP16, CP11 dan CP13 pada media YDC menghasilkan koloni berwarna kuning, sehingga bakteri tersebut termasuk dalam genus *Pantoea* (Gambar 18). Sesuai dengan Schaad et al.,(2001), bakteri yang bersifat anaerob ketika ditumbuhkan pada media YDC berwarna kuning merupakan bakteri dari genus *Pantoea*. Sedangkan bakteri yang bersifat anaerob apabila ditumbuhkan pada media YDC berwarna putih merupakan bakteri dari genus *Erwinia*.



Gambar 12. Hasil pertumbuhan koloni kuning pada media YDC (A) isolat bakteri CP11, (B) isolat bakteri CP16, (C) isolat bakteri CP13

### 4. Uji Katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya enzim katalase pada bakteri yang diuji. Berdasarkan hasil uji katalase, isolat KC16, CP9, CP11, CP13 dan CP16 menghasilkan reaksi positif. Reaksi positif ditunjukkan

dengan munculnya gelembung gas pada suspensi preparat sedangkan reaksi negatif tidak menghasilkan gelembung gas pada suspensi preparat. 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). Hidrogen peroksida merupakan zat toksik yang berbahaya untuk tanaman karena mampu menghancurkan sel dengan cepat. Beberapa bakteri memiliki enzim katalase atau peroksidase yang mampu mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen (Hidayat dan Alhadi, 2012)



Gambar 13. Hasil uji katalase pada preparat, (A) isolat CP13 bereaksi positif

### 3.7.3 Identifikasi Bakteri Rizosfer Tumbuhan Solanaceae

Berdasarkan hasil identifikasi morfologi, fisiologi dan biokimia sesuai prosedur Schaad *et al.*, (2001) lima isolat bakteri antagonis, diperoleh dua genus bakteri yaitu genus *Pantoea* dan genus *Erwinia*. Bakteri dengan genus *Pantoea* adalah isolat bakteri CP11, CP13 dan CP16. Sedangkan bakteri dengan genus *Erwinia* adalah isolat bakteri CP9 dan KC16. Berikut merupakan karakteristik dari kedua genus tersebut.

#### 1. *Pantoea*

Bakteri dengan kode isolat CP11, CP13 dan CP16 secara morfologi memiliki koloni berbentuk bulat dengan tepi rata, permukaan cembung dan berwarna putih. Hasil pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bahwa isolat CP11, CP13 dan CP16 tergolong ke dalam bakteri Gram negatif, hal ini ditandai dengan adanya lendir pada saat pengujian KOH 3%. Pada uji pewarnaan gram bakteri menunjukkan warna merah dan berbentuk batang (basil). Selanjutnya pada pengujian Oksidatif-fermentatif isolat CP11, CP13 dan CP16 bersifat fermentatif,

katalase bereaksi positif dan pada pertumbuhan media YDC isolat bakteri CP11, CP13 dan CP16 menghasilkan koloni berwarna kuning. Menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*,1994) dan *Laboratory Guide for Identification of Bacteria* (Schaad *et al.*,2001) bakteri dengan karakteristik tersebut termasuk dalam genus *Pantoea*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bakteri dari genus *Pantoea* yaitu *Agglomerans pantoea* dapat berfungsi sebagai pesaing patogen tanaman untuk pengelolaan penyakit tanaman. Penyakit busuk api, penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri *Erwinia amylovora*, umumnya ditemukan pada tanaman pir dan apel. Setelah bersentuhan dengan *E. amylovora*, *A. Pantoea* menghasilkan sifat antibiotik yang beracun bagi bakteri pemicu penyakit busuk api (Johnson *et al.*, 2000). Soesanto (2008), mengemukakan bahwa genus *Pantoea* hanya beberapa yang memiliki sifat antagonistik seperti *Pantoea (Enterobacter)*, *Agglomerans* (Beijerinck) yang digunakan dalam pengendalian hayati *Rhizoctonia solani* Kuhn. Selain itu genus *pantoea* memiliki kekerabatan dengan *Erwinia* yang sebagian besar patogen tanaman, seperti *Erwinia carotovora* merupakan patogen penyebab penyakit busuk berlendir pada tanaman kubis.

## 2. Erwinia

Bakteri dengan kode isolat CP9 dan KC16 secara morfologi memiliki koloni berbentuk bulat dengan tepi rata, permukaan cembung dan berwarna putih kekuningan. Hasil pengujian fisiologi dan biokimia menunjukkan bahwa isolat CP9 dan KC16 tergolong ke dalam bakteri Gram negatif, hal ini ditandai dengan adanya lendir pada saat pengujian KOH 3%. Pada uji pewarnaan Gram bakteri menunjukkan warna merah dan berbentuk batang (basil). Selanjutnya pada pengujian Oksidatif-fermentatif isolat CP9 dan KC16 bersifat fermentatif, katalase bereaksi positif dan pada pertumbuhan media YDC isolat bakteri CP9 dan KC16 menghasilkan koloni berwarna putih. Menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*,1994) dan *Laboratory Guide for Identification of Bacteria* (Schaad *et al.*,2001) bakteri dengan karakteristik tersebut termasuk dalam genus *Erwinia*.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Eksplorasi bakteri rizosfer tumbuhan solanaceae di UB *Forest* berhasil memperoleh 40 isolat bakteri, 22 isolat dari sampel tumbuhan Kecubung dan 18 isolat dari tumbuhan Cepokak.
2. Sebanyak 40 isolat terdapat 22 isolat bakteri memiliki sifat antagonis terhadap jamur patogen *C. gloeosporioides*. 5 isolat bakteri antagonis dengan zona hambat tinggi yaitu isolat bakteri KC16 dan CP9 berasal dari genus *Erwinia* sedangkan isolat CP11, CP13 dan CP16 dari genus *Pantoea*.
3. Genus *Pantoea* memiliki kemampuan terbaik dalam menekan pertumbuhan patogen *C. gloeosporioides* secara in vitro.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya pengembangan uji lanjut dalam kapasitas lapang dan pengembangan dalam metode aplikasi agar bakteri antagonis tumbuhan solanaceae dapat digunakan sebagai agens hayati yang ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 1987. Biologi *Ganoderma boninense*; Patogen Pada Kelapa Sawit dan Pengaruh Beberapa Mikroba Tanah Antagonistik Terhadap Pertumbuhannya. Fakultas Pasca Sarjana – Institut Pertanian Bogor. Disertasi. 147 hal.
- . 2000. Epidemiologi dan Strategi Pengelolaan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 116 hal.
- Agrios G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Ed. Academic Press. New York. 332 – 334.
- Alexopoulos, C.J; Mims, C.W. and Blackwell, M. 1979. Introductory Micology. John Wiley and Sons Inc. New York. London. Sydney.
- Alfizar; Marlina dan Susanti, F. 2013. Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro. J. Floratek. 8: 45-51.
- Amilin, A., Setiamihardja, R., Baihaki, A., Karmana, M.H. 1995. Pewarisan, heritabilitas dan kemajuan genetik ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada persilangan cabai rawit dan cabai merah. Zuriat 6 (2) : 74-79.
- Astutik, S., dan Darsan. 1985. Pengaruh Suhu Terhadap Diameter Bercak dan Saat Sporulasi Antraknosa Pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Risalah Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Pusat Karantina Pertanian Jakarta.
- AVRDC. 1998. Effect of Fruit Maturity on Antraknose Development. Di dalam AVRDC, EDITOR. Progress Report in Tomato and Pepper Production in the Tropics : Shanhua, Taiwan. Hal 69-71.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Produktivitas Cabai rawit Indonesia. Jakarta: Biro PusatStatistik.[http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/buletin/konsumsi/2018/BuletinKonsumsi\\_Pangan\\_Semester\\_1\\_2018/files/assets/basic-html/page55.html](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/buletin/konsumsi/2018/BuletinKonsumsi_Pangan_Semester_1_2018/files/assets/basic-html/page55.html).
- Baker SK. Cook JR. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. San Fransisco: WH Freeman and Company.
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian & Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (BBPPTP & BPPP). 2008. Teknologi Budidaya Cabai. BBPPTP & BPPP. Bogor. 25 hlm.
- Barnet, H.L. and Hunter, B. 1969. Illustrated Genera og Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company, Minneapolis. Minnesota. 241 hal.
- BUA UB. 2017. UB Forest. Badan Usaha Akademik UB. Available at <http://bua.ub.ac.id/ubforest/>.
- Chandra, T.J., and Mani, S. 2011. A study of 2 rapid tests to differentiate Gram positive and Gram negative aerobic bacteria. Journal Medicine Allied Science, 1(2), 84-85.

- Cook, RJ, Baker KF. 1996. The Nature and Practice Of Biological Control Of Plant Patogens. Minnesota: APS Press.
- Dalimartha, Setiawan. 2000. Atlas Tumbuhan Obat Jilid 2. Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Dickman, M.W. 1993. The Fungi. Academic Press. New York.
- Djide, N dan Sartini. 2006. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Endah, J., dan Novizan., 2002. Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Gangadevi, V., and Muthumary, J. 2008. Isolation of *Colletotrichum gloeosporioides*, a novel endophytic taxol-producing fungus from the leaves of a medicinal plant, *Justicia gendarussa*. Mycologia Balcanica. 5, 1-4.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol. 4: 109-117.
- Haas D, Defago G. 2005. Biological Control of Soil-borne Pathogens by *Pseudomonads fluorescent*. Nature Rev Microbiol. 3: 307-319.
- Hadioetomo, R.S. 1990. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. Penerbit PT Gramedia, Jakarta. Hal 103-104.
- Hamdiyati, Y., Syulasmi, A., dan Solihat, R. 2011. Pengaruh Lama dan Suhu Penyimpanan Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap Penghambatan Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* Penzz. Secara In-Vitro. [Skripsi]. Fakultas MIPA. UPI.
- Harpenas, A dan Dermawan, R. 2010. Budidaya Cabai Unggul (Cabai Besar, Cabai Keriting, Cabai Rawit, dan Paprika). Penebar Swadaya, Jakarta, 108 hlm.
- Herliyana, E.N., Jamilah, R., Taniwiryo, D and Firmansyah, A. 2013. Uji In-Vitro Pengendalian Hayati oleh *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* yang Menyerang Sengon. Silvicultura Trop. 4(3): 190 – 195.
- Hermanto, Abadi A.L., Aini L.Q. 2004. Pengujian Isolat *B. megaterium* dan *B. subtilis* sebagai Agens Hayati Penyakit Antraknosa (*Gleosporium piperantum* Syd.) Ell. et Ev. Pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.). Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Malang. 21 Februari 2004.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Hidayat, R., dan Alhadi, F. 2012. Identifikasi *Streptococcus equi* dari Kuda yang Diduga Menderita Strangles. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 17(3), 199-203.
- Holt J.G, Krieg N.R, Sneath P.H.A, Staley J.T and Williams S.T. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Ninth Edition. Williams and Wilkins. United States of American.

- Hwang, J.K., Hong S.P., and Kim C.T. 1997. Effect of molecular weight and NaCl concentration on dilute solution properties of chitosan. *J. Food Sci.Nutr.* 2:1-5.
- Hyde, D.K., Aung, S., Jeewon, R., Pointing, B.S., 2009, Diversity and Abundance of Nematode-Trapping Fungi from Decaying Litter in Terrestrial Freshwater and Mangrove Habitats, *Journal Biodivers Conserv*, 18: 1695-1714.
- Jeger, M.J. dan Spence, N.J. 2001. Biotic Interactions in Plant-pathogen Associations.
- Johnson, K.B, Stockwell, V.O, Gula, D, Sawyer, T.L. 2002. Penilaian Faktor-faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Penyebaran *Agglomerans pantoea* pada Bunga Pir dan Apel. *Fitopatologi*. 90(11). 94-1285.
- Kaur, G., Sethi, P. 2012. A Novel Methodology for Automatic Bacterial Colony Counter. *International Journal of Computer Applications*. 49(15): 0975-8887.
- Krieg, N.R. and Hold J.G., (Editors). 1984. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 1st Ed. Vol. 1. The Williams & Wilkins Co., Baltimore.
- Kuganathan N, Ganeshalingam S. 2011. Chemical Analysis of Datura Metel Leaves and Investigation of the Acute Toxicity on Grasshoppers and Red Ants. *E-Journal of Chemistry* 8(1): 107-112.
- Kurniasih R., Djauhari S., Muhibuddin A., Utomo E.P. 2014. Pengaruh Sitronelal Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus* Linn.) terhadap Penekanan Serangan *Colletotrichum* sp. pada Tanaman Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.). *J. HPT* 2(4): 11 – 21.
- Lay, W.B. 1994. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. Edisi I. Jakarta : Salemba Medika.
- Lynch JM. 1990. Introduction: Some consequences of microbial rhizosphere competence for plant and soil. In : Lynch JM, editors. *The Rhizosphere* New York: John Willey and Sons. P 1-10.
- Masnilah, R., Abadi A.L., Astono T.H., and Aini L.Q. 2013. Characterization of Bacterial Blight Pathogen on Edamame Soybean in Jember. 1: 10-14.
- Murniati. 2016. Uji Ekstrak Tumbuhan Ketepeng Cina (*Cassia alata* Linn: Fabaceae) terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai Secara In Vitro. Padang: Universitas Andalas.
- Nawangsih, A. 2003. *Cabai Hot Beauty (Edisi Revisi)*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Patkowska E. 2002. The Role of Rhizosphere Antagonistic Microorganism in Limiting the Infection of Underground Part of Spring Wheat. [http://www.Ejpa.u. Media. PI/series/ volume/ 5/ issue 2/ horticultura/ art-04. Html.](http://www.Ejpa.u. Media. PI/series/ volume/ 5/ issue 2/ horticultura/ art-04. Html.(16 Februari 2018).)(16 Februari 2018).

- Raharini, A.O., Kawuri, Retno dan Khalimi, K. 2012. Penggunaan *Streptomyces* sp. Sebagai Biokontrol Penyakit Layu pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) yang Disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana.2 (2):155.
- Rompas, J.P.,. 2001. Efek Isolasi Bertingkat *Colletotrichum capsici* Terhadap Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah. Bogor, 22-24 Agustus 2001. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. 163.
- Santika, A. 2002. Agribisnis Cabai. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sastrahidayat, I.R., Kusumaningtyas, D., Sulistyowati, L. 1997. Uji Antagonis Beberapa Jamur Epifit Terhadap *Colletotrichum capsici*, *Gleosporium* sp. Dan *Fusarium oxysporum* Patogen Pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.). Jurnal Fitopatologi Indonesia. Vol. IV No.1, 55-60.
- Schaad, N., Jones J.B., and W. (ed. . Chun. 2001a. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3rd Edition. APS Press., St. Paul Minnesota.
- Schaad, N., Jones J.B., and W. (ed. . Chun. 2001b. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria
- Semangun, H., 2000. Penyakit – Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- . 2006. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan Penyakit-Penyakit. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Setiadi. 2008. Konsep dan Proses Keperawatan Keluarga. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sharma, O.P. 2002. Plant Taxonomy. Mc Graw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Sibarani, F.M. 2008. Uji efektifitas beberapa pestisida nabati untuk mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) di lapangan (Tesis S1, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara Medan, Medan).
- Sidik, N. I dan Pusposendjojo, N. 1987. Reaksi Beberapa Kultivar Buah Lombok Besar (*Capsicum annum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa. Risalah Seminar Perhimpunan Fitopatologi Indonesia VIII. Jakarta.
- Simatupang, D.S. 2008. Berbagai Mikroorganisme Rizosfer Pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) di Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Skripsi.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Jakarta: PT Raja Grafindo Perkasa.
- Stevanie, Fidrianny I, Elfahmi. 2007. Telaah Kandungan Kimia Ekstrak n-Heksan Buah Takokak. Sekolah Farmasi. Bandung.

- Strobel, G. And Daisy, B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products: Microbiology and Molecular Biology Reviews. J. Microbiol, 67: 491-502.
- Sudarmo, S. 1992. Pengendalian Serangga Hama dan Penyakit Tanaman Kapas. Yogyakarta: Kanisius.
- Suhardi. 1984. Serangan penyakit antraknose pada tanaman lombok di kabupaten Demak. Warta penelitian pengembangan pertanian, vol. 6, no. 6, hlm. 4-5.
- . 1992. Serangan Penyakit Antraknose pada Tanaman Lombok di Kabupaten Demak. Warta Penelitian Pengembangan Pertanian. 6 (6):4-5.
- Sumarsih, S. 2003. Mikrobiologi Dasar. Yogyakarta: UPN Veteran.
- Syamsudin. 2007. Pengendalian penyakit terbawa benih (seed born diseases) pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) menggunakan agen biokontrol dan ekstrak botani. Agrobio 2 (2).
- Tarigan, S dan Wiryanta, W. 2003 Bertanam Cabai Hibrida Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta. Hal : 16 – 17, 33, 90 – 92.
- Tasnim, S, Retno, K., dan Astiti N.P.A. 2011. Efektifitas daya hambat bakteri *Streptomyces* sp. terhadap *Erwinia* sp. penyebab penyakit busuk rebah pada tanaman lidah buaya (*Aloe barbadensis* Mill). J. Simbiosis, I: 21-27.
- Tjahjadi, Nur. 1991. Bertanam Cabai. Yogyakarta: Kanisius.
- Waksman, S.A., 1952. Soil Microbiology. Wiley, J. New York.
- Wiryanta, Bernardinus, Wahyu, T. 2002. Bertanam Cabai Pada Musim Hujan. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Yuan LUY, Guang LUOJ, Yi KONGL. 2011. Chemical Constituent from *Solanum torvum*. Chinese journal of natural medicine 9 (1): 30-32.
- Yusuf, T. 2010. Antraknosa atau Patek Pada Tanaman Cabai. <http://tohariyusuf.wordpress.com/2010/01/11/antraknosa-atau-patek-pada-tanaman-cabai/>. Diakses pada 13 September 2017.
- Zuhud EAM, Siswoyo, Sandra E, Hikmat A, Adhiyanto E. 2003. Buku Acuan Umum Tumbuhan Obat Indonesia. Jakarta: Yayasan Sarana Wanajaya.