

**EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* UNTUK MENGENDALIKAN
PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA CABAI MERAH
(*Gloeosporium piperatum* Ell. Et Ev.)**

**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Dijadikan Cuna Memenuhi Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu
di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember



Oleh :

Fathur Rohman

NIM. 9615104135

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN - UNIVERSITAS JEMBER
Agustus, 2001**

Asal	: Hadiah	Klas
Tempa Tel:	: 24 AUG 2001	637-3
uk	: 10236562	ROH e ci

ROHANI

Pembimbing :

- 1. Ir. Abdul Majid, MP. (DPU)**
- 2. Ir. Victoria Supartini, MS. (DPA)**

Diterima oleh :

Fakultas Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

Hari : Senen

Tanggal : 30 Juli 2001

Tempat : Fakultas Pertanian

Universitas Jember

Tim Penguji

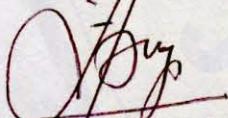
Ketua,



Ir. Abdul Majid, MP.

NIP. 132 003 094

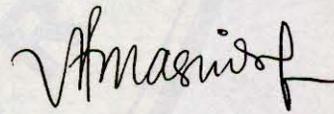
Anggota I,



Ir. V. Supartini, MS.

NIP. 130 516 236

Anggota II,



Ir. Rachmi Masnilah, MSi.

NIP. 130 759 539

Mengesahkan

Dekan,



Ir. Arie Mudjiharjati, MS. 

NIP. 130 609 808

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. atas limpahan rahmad, taufiq, dan hidayahNya, sehingga Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) yang berjudul : “Efektivitas *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah (*Gloeosporium piperatum* Ell. Et Ev.)” dapat diselesaikan dengan baik.

Karya Ilmiah Tertulis ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu pada Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Dengan selesainya Karya Ilmiah Tertulis ini penulis menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Arie Mudjiharjati, MS. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberi ijin serta menyetujui penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
2. Ir. Sutjipto, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberi ijin dan menyetujui judul Karya Tertulis Ilmiah ini sehingga penelitian dapat dilaksanakan.
3. Ir. Abdul Majid, MP. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan selama penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Ir. V. Supartini, MS. selaku dosen pembimbing anggota atas bimbingan, dan saran selama penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Ir. Rachmi Masnilah, Msi. selaku dosen penguji atas petunjuk dan dan saran selama penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Ir. Ali Wasyah selaku Kepala Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Tanggul – Jember beserta staf yang telah memberi segala fasilitas dan bantuannya.
7. Kepala perpustakaan Universitas Jember beserta staf yang telah memberi segala fasilitas dan bantuannya.

8. Ayah dan Ibu serta Saudaraku yang telah memberi bantuan dan dukungan baik materiel maupun spirituil selama penulis menjalankan pendidikan.
9. Sahabat – sahabatku : Hery, Hartoyo, Sandi, Antik, binarto, Erma, Imas, Faisol, Erwin, Budi, Dian, Eko, Wahyudi, P. Jaswadi, P. Hafidz, P. Solekhan yang telah membantu penulisan secara moral penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini.
10. Rekan – rekan HPT'96 dan '97 atas kerjasama dan bantuannya.
11. Semua pihak yang telah membantu penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Karya Tertulis Ilmiah ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan. Penulis berharap semoga Karya Tertulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dimasa mendatang ada pembaca yang bersedia menyempurnakan karya ini dengan melaksanakan kajian-kajian yang lebih mendalam dan luas dalam rangka mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya ilmu pertanian dalam bidang pengendalian hayati.

Jember, Juni, 2001

Penulis.

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ü
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
RINGKASAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Arti Penting Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah	4
2.2 Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah	4
2.2.1 Gejala penyakit antraknosa	4
2.2.2 Penyebab penyakit antraknosa	5
2.2.3 Daur hidup penyakit antraknosa.....	6
2.2.4 Faktor – faktor yang mempengaruhi penyakit antraknosa	6
2.3 <i>Pseudomonas fluorescens</i>	7
2.3.1 Sifat fisiologi <i>P. fluorescens</i>	7
2.3.2 Faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan <i>P. fluorescens</i>	8
2.3.3 Potensi <i>P. fluorescens</i> sebagai agensia hayati	8
2.4 Hipotesis	11
III. METODOLOGI	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Bahan dan Alat	12

3.3 Metode Percobaan	12
3.3.1 Pengadaan isolat <i>G. piperatum</i>	12
3.3.2 Pengadaan isolat <i>P. fluorescens</i>	13
3.3.3 Uji Potensi antagonisme secara <i>in vitro</i>	14
3.3.4 Uji potensi antagonis secara <i>in vivo</i>	14
A. Rancangan Penelitian	14
B. Persiapan bahan tanam.....	15
C. Pelaksanaan pengujian.....	15
D. Parameter pengamatan	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Pengujian Antagonisme <i>In vitro</i>	17
4.2 Hasil Pengujian <i>In vivo</i>	19
4.2.1 Pengamatan Gejala Penyakit Antraknosa.....	19
4.2.2 Pengaruh teknik aplikasi bakteri antagonis terhadap penyakit antraknosa cabai merah	20
4.2.3 Pengaruh waktu aplikasi bakteri antagonis terhadap penyakit antraknosa cabai merah	23
4.2.4 Pengaruh kombinasi perlakuan aplikasi bakteri antagonis terhadap penyakit antraknosa cabai merah	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

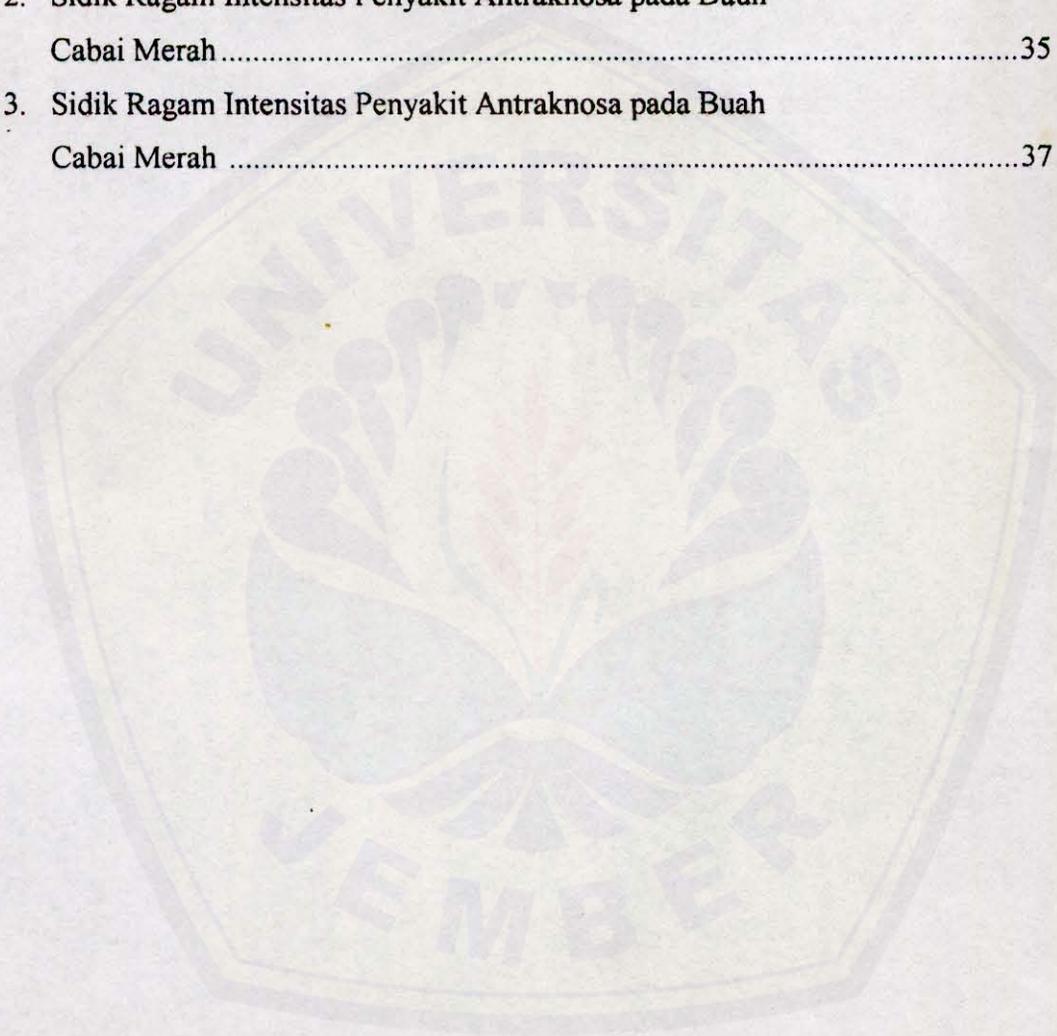
No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Diameter koloni <i>G. piperatum</i> pada Pengujian Antagonisme <i>In vitro</i>	17
2.	Persentase Penghambatan <i>P. fluorescens</i> terhadap <i>G. piperatum</i>	17
3.	Pengaruh Teknik Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah	20
4.	Pengaruh Teknik Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah	21
5.	Pengaruh Waktu Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah	23
6.	Pengaruh Waktu Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah	24
7.	Intensitas Penyakit Antraknosa yang Terjadi pada Daun Cabai Merah, pada Pengamatan ke- 9, 18, 27, 36, dan 45 hari setelah inokulasi (hsi)	26
8.	Intensitas Penyakit Antraknosa yang Terjadi pada Buah Cabai Merah, pada Pengamatan ke- 9, 18, 27, 36, dan 45 hari setelah inokulasi (hsi)	27

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Morfologi <i>G. piperatum</i> pada Perbesaran 400 kali. A : Konidiofor, B : Konidia	13
2.	Penampang Pengujian <i>In vitro</i> pada Pengukuran Diameter Koloni Jamur. A : Koloni <i>G. piperatum</i> , B : Koloni <i>P. fluorescens</i>	14
3.	Penghambatan <i>P. fluorescens</i> Terhadap <i>G. piperatum</i> pada Media PDA... 18	
4.	Gejala Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah. A : Sehat, B : Sakit (Katagori 1 : Ringan, 2 : Sedang, 3 : Berat)	19
5.	Gejala Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah. A : Sehat, B : Sakit (Katagori 1 : Ringan, 2 : Sedang, 3 : Berat).....	20
6.	Grafik Pengaruh Teknik Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah	21
7.	Grafik Pengaruh Teknik Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah	22
8.	Grafik Pengaruh Waktu Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah	23
9.	Grafik Pengaruh Waktu Aplikasi Bakteri Antagonis Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah	24

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Komposisi Medium Tumbuh yang Digunakan	34
2.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah	35
3.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah	37



**EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* UNTUK MENGENDALIKAN
PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA CABAI MERAH
(*Gloeosporium piperatum* Ell. Et Ev.)**

Fathur Rohman
9615104135

ABSTRAK

Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *G. piperatum* merupakan penyakit penting pada cabai merah. Akibat serangan patogen ini dapat menimbulkan kerugian sebesar 45 – 50 persen, sehingga diperlukan upaya pengendalian sewaktu dilapang. *P. fluorescens* merupakan salah satu bakteri antagonis yang mempunyai potensi untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh bakteri maupun jamur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *P. fluorescens* dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan aplikasi *P. fluorescens* lewat daun, 10 hari sesudah inokulasi *G. piperatum*, memberikan hasil yang paling efektif mengendalikan penyakit antraknosa, dengan intensitas penyakit pada daun sebesar 22,47 persen dan pada buah sebesar 25,10 persen.

Kata Kunci : *G. piperatum*, *P. fluorescens*, cabai, antraknosa.

RINGKASAN

Fathur Rohman. 961510401135. "Efektivitas *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah (*Gloeosporium piperatum* Ell. Et Ev.)" dengan pembimbing Ir. Abdul Majid, MP dan Ir. V. Supartini, MS.

Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *G. piperatum* merupakan penyakit penting pada cabai merah dan telah tersebar diberbagai daerah sentra produksi cabai merah, yaitu : Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatra Utara, dan Sulawesi Selatan. Akibat serangan penyebab penyakit antraknosa tersebut, dapat mengakibatkan kerugian yang besar, yaitu mencapai 45 – 50 persen, sehingga diperlukan upaya pengendalian penyakit sewaktu dilapang.

Beberapa teknik pengendalian telah dilakukan, diantaranya dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida secara luas dalam budidaya tanaman hortikultura di Indonesia menimbulkan dampak yang kurang menguntungkan terhadap lingkungan, yaitu terjadi pencemaran lingkungan fisik di air dan tanah, serta mempengaruhi sifat-sifat genetik organisme sasaran sehingga menjadi tahan, karena itu perlu upaya pengendalian yang efektif dan aman lingkungan, diantaranya adalah memanfaatkan antagonisme bakteri *P. fluorescens*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *P. fluorescens* dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah. Adapun rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu: waktu aplikasi bakteri antagonis (A) yang terdiri dari bersamaan inokulasi, 6 hari sebelum inokulasi, 10 hari sebelum inokulasi, 6 hari sesudah inokulasi, dan 10 hari sesudah inokulasi patogen, dan faktor teknik aplikasi bakteri antagonis (B) yang terdiri dari tanpa aplikasi, aplikasi penyemprotan lewat daun, dan aplikasi penyiraman lewat akar.

Hasil uji efektivitas *P. fluorescens* secara *in vitro* menunjukkan bahwa *P. fluorescens* dapat menghambat pertumbuhan *G. piperatum* penyebab penyakit antraknosa cabai merah, karena produk metabolit sekunder (siderofor dan

antibiotik) yang dihasilkan bersifat antifungal. Penghambatan tertinggi terjadi pada pengamatan hari ke- 6 sebesar 65,89 persen.

Hasil uji efektivitas *P. fluorescens* secara *in vivo* menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan aplikasi *P. fluorescens* lewat daun, 10 hari sesudah inokulasi *G. piperatum* paling efektif menurunkan tingkat serangan patogen pada daun dan buah. Pengamatan ke- 45 hsi intensitas penyakit pada daun sebesar 22,47 persen dan pada buah sebesar 25, 10 persen, sedangkan pada kontrol intensitas penyakit pada daun sebesar 62,73 persen dan pada buah sebesar 75,63 persen. Diduga efektivitas *P. fluorescens* mengendalikan penyebab penyakit antraknosa, karena *P. fluorescens* menghasilkan antibiotik dan memiliki kemampuan berkompetisi dengan patogen memanfaatkan nutrisi pada permukaan tanaman.

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember, Tahun 2001.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Cabai merah (*Capsicum annuum L.*) merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi (Sutarya dan Sutarmo, 1995). Permintaan akan cabai merah terus meningkat dari tahun ke tahun, sementara produksi cabai merah di Indonesia masih tergolong rendah, yaitu 8,59 ton/ ha (Santika, 1999). Rendahnya produksi cabai merah tersebut, diantaranya adalah disebabkan gangguan hama dan penyebab penyakit (Tjahjadi, 1991).

Salah satu penyakit penting yang terdapat pada cabai merah adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh dua patogen, yaitu : *Gloeosporium piperatum Ell. et Ev.* dan *Colletotrichum capsici (Syd.) Butl. et Bisby.* *C. capsici* sering disebut dengan penyebab penyakit busuk matang atau *ripe rot* (Walker, 1956 dalam Semangun, 1994), sedangkan penyakit antraknosa itu sendiri disebabkan oleh *G. piperatum* (Pawana, 1996).

Penyakit antraknosa telah tersebar di berbagai sentra produksi cabai merah, yaitu : Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatra Utara, dan Sulawesi Selatan (Anonim, 2000). Tersebarnya penyakit ini, terutama dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: tingkat kerentanan inang, fase kemasakan buah, patogen, dan lingkungan (Pawana, 1996).

Menurut Semangun (1994) dan Prajnanta (1995) penyakit antraknosa terutama muncul pada periode pasca panen, tetapi serangan patogen sudah dimulai pada periode prapanen (sewaktu masih dilapang). *G. piperatum* dapat menyerang buah yang masih hijau dan menyebabkan mati ujung (*die back*) (Suhardi 1988 dalam Semangun, 1994). Luasnya serangan penyebab penyakit antraknosa, dapat mengakibatkan kerugian yang besar, yaitu mencapai 45 – 50 persen (Prajnanta, 1997), sehingga diperlukan upaya pengendalian penyakit sewaktu dilapang (Semangun, 1994).

Beberapa teknik pengendalian telah dilakukan, diantaranya dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida secara luas dalam budidaya

tanaman hortikultura di Indonesia menimbulkan dampak yang kurang menguntungkan terhadap lingkungan, yaitu terjadi pencemaran lingkungan fisik di air dan tanah, serta mempengaruhi sifat-sifat genetik organisme sasaran sehingga menjadi tahan (Lakitan, 1995). Salah satu alternatif pengendalian yang diharapkan mampu mengurangi serangan penyebab penyakit antraknosa dan ramah terhadap lingkungan adalah pengendalian biologi yang memanfaatkan mikroorganisme antagonis, diantaranya *Pseudomonas fluorescens* (Sinaga, 1997).

Potensi antagonisme *P. fluorescens* terhadap patogen disebabkan oleh beberapa senyawa yang dihasilkan, diantaranya : antibiotik, siderofor, substansi folatil (Oedjijono, 1994), dan tropolen (Wakimoto, 1991).

Beberapa penelitian tentang potensi antagonisme *P. fluorescens* terhadap beberapa penyakit telah dilakukan, diantaranya adalah patogen tular tanah (Weller, 1988; Maurhoffer, *et al.*, 1994). Beberapa penyebab penyakit tanaman dari golongan jamur yang telah dikendalikan dengan bakteri *P. fluorescens* diantaranya : *Rhizoctonia solani*, *Pytium* spp., *Gaeumannomyces graminis*, *Sarocladium oryzae*, *Penicillium* sp., *Phytophthora* spp., *Sclerotium* sp., *Sclerotinia* spp. (Weller, 1988 dalam Oedjijono, 1994), sedangkan pemanfaatan *Pseudomonas* kelompok fluoresen untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh golongan bakteri, diantaranya adalah : *Erwinia* sp., *P. solanacearum*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp., *Escherichia coli*, *Clostridium* spp., *Salmonella* spp., *Streptococcus* spp. Gurusiddaiah *et al.* (1986 dalam Oedjijono *et al.*, 1993).

Efektivitas *P. fluorescens* terhadap penyakit antraknosa juga telah dilakukan oleh Sinaga (1997), yaitu dengan cara menyemprotkan suspensi bakteri antagonis pada daun. Penelitian ini menunjukkan bahwa *P. fluorescens* efektif mengendalikan penyebab penyakit antraknosa.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang potensi *P. fluorescens* untuk mengendalikan penyebab penyakit antraknosa, dengan mengembangkan teknik aplikasi bakteri lewat daun dan akar pada waktu aplikasi yang berbeda, sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal.

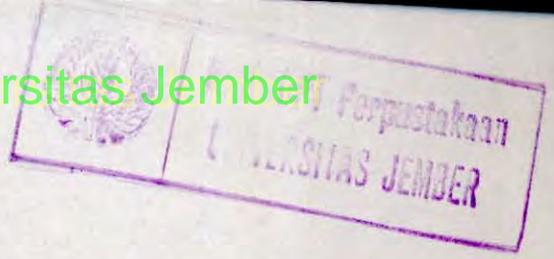
1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

- a. Potensi *P. fluorescens* secara *in vitro* dan *in vivo* dalam mengendalikan penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah (*G. piperatum*).
- b. Teknik aplikasi *P. fluorescens* yang efektif dalam mengendalikan penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah.
- c. Waktu aplikasi yang tepat *P. fluorescens* agar maksimal mengendalikan penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah.
- d. Teknik dan Waktu aplikasi *P. fluorescens* yang efektif dalam mengendalikan penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah.

1.3 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pemanfaatan *P. fluorescens* untuk mengendalikan penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah secara efektif.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arti Penting Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Merah

G. piperatum dapat tersebar secara luas melalui beberapa cara, diantaranya adalah : terbawa angin, air, maupun buah cabai merah yang diperdagangkan. Menurut Semangun (1994) penyakit antraknosa merupakan penyakit penting di beberapa negara, diantaranya adalah: Singapura, Malaysia, Thailand, dan Filipina. Di Indonesia penyakit antraknosa telah ada hampir diseluruh sentra produksi cabai merah, sehingga menyebabkan kerugian yang cukup tinggi. Prajnanta (1997) melaporkan bahwa kerugian yang disebabkan oleh penyakit antraknosa mencapai 45 – 50 persen.

Tingginya kerusakan akibat serangan penyebab penyakit antraknosa disebabkan pola perkembangan patogen yang mengikuti bunga majemuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Pawana (1996) yang menyatakan bahwa penyebab penyakit antraknosa memiliki pola perkembangan bunga majemuk, sehingga infeksi berlangsung cepat, dalam waktu yang singkat.

2.2 Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah

2.2.1 Gejala penyakit antraknosa

Gejala penyakit antraknosa dapat terjadi pada daun dan buah, yaitu berupa nekrosis (Pawana, 1996). Bagian daun dan buah yang mengalami nekrosis akibat serangan *G. piperatum*, akan menampakkan pula adanya lingkaran-lingkaran konsentris yang berlekuk kedalam. Mula-mula berbentuk bintik-bintik kecil berwarna hitam dan berlekuk. Bintik-bintik tersebut pada buah yang masih hijau ataupun yang sudah masak berwarna kuning, membesar dan memanjang, bagian tengahnya menjadi semakin gelap, dalam keadaan lembab jamur membentuk badan buah (aservulus) dalam lingkaran-lingkaran yang sepusat, yang membentuk masa spora (konidia) berwarna merah jambu (Semangun, 1994 dan Prajnanta, 1995 dalam Rahayu, 1999). Nekrosis akibat serangan *C. capsici*, akan berubah menjadi bercak kehitaman, kemudian meluas menjadi busuk lunak. Dibagian tengah bercak terdapat kumpulan titik hitam yang terdiri dari seta dan konidia

jamur (Semangun, 1994). Gejala lebih lanjut mengakibatkan buah masak yang seharusnya berwarna merah, berubah menjadi berwarna coklat kekuningan dan akhirnya mengering dan keriput.

2.2.2 Penyebab penyakit antraknosa

Menurut Semangun (1994) penyakit antraknosa disebabkan oleh dua patogen, yaitu : *C. capsici* dan *G. piperatum*. *C. capsici* sering disebut dengan penyebab penyakit busuk matang atau *ripe rot*, dan penyakit antraknosa itu sendiri disebabkan oleh *G. piperatum* (Pawana, 1996).

Alexopoulos dan Mims (1979) menyatakan bahwa jamur *G. piperatum* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Mycota
Subdivisi	: Deuteromycotina
Klas	: Deuteromycetes
Ordo	: Melanconiales
Famili	: Melanconiaceae
Genus	: <i>Gloeosporium</i>
Spesies	: <i>Gloeosporium piperatum</i> Ell. et Ev.

G. piperatum membentuk aservulus yang sangat menyerupai genus *Colletotrichum*, tetapi memiliki duri (Streets, 1972). Mehrota (1980 dalam Semangun, 1994) menyatakan bahwa *C. capsici* memiliki aservulus yang banyak diliputi oleh seta. Seta tersebut berwarna coklat tua, bersekat, kaku, dan runcing pada bagian ujungnya.

G. piperatum maupun *C. capsici* akan membentuk konidia pada ujung konidofor yang sederhana, lurus kadang bercabang dan panjangnya bervariasi. Konidia pada jaringan tanaman dibentuk dalam aservulus berbentuk cawan yang terbentuk dibawah lapisan epidermis (Funders, 1968 dalam Rahayu, 1999; Sastrahidayat, 1992; Streets, 1972).

2.2.3 Daur hidup penyakit antraknosa

Pawana (1996) mengatakan bahwa infeksi *G. piperatum* dimulai dari konidia yang jatuh dan menempel pada daun atau buah cabai merah, jika kondisi cuaca cocok maka akan terjadi infeksi, yaitu konidia tersebut mulai tumbuh dengan membentuk tabung kecambah, apresorium, dan hifa untuk menembus jaringan epidermis. Konidia yang telah tumbuh, kemudian menimbulkan gejala penyakit disekitar terjadinya infeksi yang tampak seperti bintik-bintik atau bercak.

Konidia *G. piperatum* sebagai alat penyebaran selanjutnya, akan dihasilkan pada konidiofor. Konidia yang sudah matang akan lepas dan menyebar ke tempat lain, apabila telah menemukan inang baru maka infeksi akan terus berlanjut.

Penyebaran konidia selain dilakukan oleh angin, juga dapat disebarkan oleh biji. Hal ini terjadi karena dalam menginfeksi buah, patogen dapat mencapai ruang biji, sehingga konidia patogen dapat menempel pada biji dan kelak akan menginfeksi semai yang tumbuh dari biji buah sakit (Semangun, 1994).

2.2.4 Faktor - faktor yang mempengaruhi penyakit antraknosa

Penyakit tanaman dapat muncul akibat interaksi antara patogen, inang, dan lingkungan tempat patogen dan inang berada (Geigy, 1981 dalam Pawana, 1996).

Penyakit antraknosa pada cabai merah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah: tingkat kerentanan inang, fase kemasakan buah, patogen, dan lingkungan (Pawana, 1996).

Tingkat kerentanan cabai merah terhadap infeksi penyakit antraknosa dipengaruhi oleh sifat kimia dan fisiologi yang dimilikinya. Tingkat kerentanan ini juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Menurut Rukmana dan Seputro (1997) inang yang rentan menyebabkan perkembangan penyakit antraknosa semakin tinggi. Beberapa varietas cabai merah yang rentan terhadap serangan penyebab penyakit antraknosa diantaranya adalah: *red vigor*, *wonder hot*, *nenggala*, *srikandi* dan *amando* (Prajnanta, 1997), sedangkan varietas cabai merah yang tahan terhadap serangan penyebab penyakit antraknosa diantaranya adalah: *hot beauty*, *arimbi*, *hot chili*, *prabu* dan *maraton* (Prajnanta, 1995).

Perkembangan infeksi oleh *G. piperatum* semakin meningkat, bila buah cabai merah semakin matang. Pawana (1996) menyatakan bahwa terbentuknya vitamin, protein, atau senyawa lain pada buah yang telah masak, sangat membantu pertumbuhan dan perkembangan *G. piperatum*. Perkembangan infeksi pada buah yang masih muda, umumnya berlangsung lambat. Buah yang masih muda mengandung zat penyamak dan dehidroksibenzaldehida yang bersifat menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Perkembangan infeksi *G. piperatum* dapat berlangsung pada kondisi yang mendukung, sedangkan pada kondisi yang kurang mendukung jamur ini akan menjadi dorman. Menurut Pancastico (1986 dalam Rahayu 1999) *G. piperatum* yang dorman akan membentuk simpul hifa kecil dibawah kutikula atau dalam lapisan luar dinding epidermis. Sewaktu buah mulai matang hifa yang dorman itu menjadi aktif dan melakukan infeksi kembali.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan penyebab penyakit antraknosa adalah suhu dan kelembapan. Penyebab penyakit antraknosa berkembang pesat pada kadar lengas tinggi, yaitu lebih dari 95 persen (Prajnanta, 1995). Menurut Semangun (1994) suhu optimal untuk perkembangan bercak adalah 30° C, sedangkan sporulasi *G. piperatum* dapat terjadi pada suhu 23° C.

2.3 *Pseudomonas fluorescens*

2.3.1 Sifat fisiologi *P. fluorescens*

Menurut Palleroni (1984 dalam Widiyastuti dan Arwiyanto, 2001), genus *Pseudomonas* memiliki ciri-ciri gram negatif, bentuk batang, sel berukuran : lebar 0,5 – 1,0 μm dan panjang 1,5 – 4,0 μm , bergerak dengan flagella polar, obligat aerob, katalase positif dan tidak fermentatif. *Pseudomonas* kelompok fluoresen mempunyai ciri : tidak mampu mengakumulasi poly - β - hidroksibutirat secara intraseluler, tidak mampu menghidrolisa poly - β - hidroksibutirat secara ekstraseluler, kebanyakan strain menghasilkan pigmen fluoresen, arginin dihidrolase positif (termasuk dalam kelompok ini adalah: *Pseudomonas aeruginosa*, *P. putida*, *P. fluorescens*, *P. Chlororaphis*, dan *P. aureofaciens*) (Palleroni, 1981 dalam Oedjijono, 1994), sedangkan yang arginin dihidrolase

positif adalah *P. syringae* dan *P. cichorii*; kelompok ini biasanya bersifat fitopatogen. Menurut Oedjiono (1994) *Pseudomonas* kelompok fluoresen ditandai oleh kemampuannya dalam mengekskresi pigmen hijau-kuning yang larut dan fluoresens dibawah sinar ultraviolet (panjang gelombang dibawah 260 nm), pigmen tersebut terutama dihasilkan dalam media yang defisiensi besi atau media khusus (contoh, media B dari King's *et al*, 1954).

2.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *P. fluorescens*

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bakteri adalah : suhu, derajat keasaman, media tumbuh, lengas nisbi udara, nutrisi, kandungan garam, dan intensitas cahaya matahari (Arwiyanto, 1997).

Koloni bakteri secara *in vitro*, mampu tumbuh pada NaCl dengan konsentrasi 0 – 20%. Kisaran suhu bagi pertumbuhan bakteri yaitu 4^o – 41^oC, suhu optimal untuk pertumbuhan bakteri *P. fluorescens* antara 25 – 30 °C (Palleroni, 1984 dalam Widiyastuti dan Arwiyanto, 2001). Bakteri ini juga dapat tumbuh dengan cepat pada keadaan asam atau pH rendah, pH optimal untuk pertumbuhan bakteri antara 5 – 10 (Widiyastuti dan Arwiyanto, 2001).

P. fluorescens pada kondisi miskin ion besi, mampu memproduksi pyoverdin, yaitu siderofor (pengkelat besi) (Meyer dan Abdallah, 1978 dalam Mulya, 1997). Berbeda dengan pyoverdin, produksi antibiotik oleh *P. fluorescens* tidak dihambat dengan adanya kelebihan ion besi. Gurusidaiah (1986 dalam Mulya 1997) melaporkan bahwa produksi antibiotik *phenazine – 1 – carboxylic acid* oleh *P. fluorescens* dirangsang dengan adanya penambahan FeCl₃ kedalam media tanam *in vitro*, seperti : PDA, NA, dan King's B.

2.3.3 Potensi *P. fluorescens* sebagai agensia hayati

Pengendalian patogen pada tanaman dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan cara kimiawi, biologi, maupun dengan pengendalian secara terpadu. Salah satu aspek pengendalian terpadu yang belum dikembangkan secara optimal adalah pengendalian biologi dengan memanfaatkan

mikroorganisme yang bersifat antagonis, diantaranya adalah *Pseudomonas* kelompok fluoresen (Anonim, 2001).

Pseudomonas kelompok fluoresen merupakan kelompok bakteri yang paling banyak digunakan dalam pengendalian biologi. Beberapa bakteri *Pseudomonas* kelompok fluoresen tersebut adalah : *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. fluorescens*, *P. chlororaphis*, dan *P. aureofaciens*. Kelompok bakteri ini, mampu menghasilkan pigmen warna hijau terang atau hijau kebiruan pada media King's B (Anas, 1989 dalam Kurniawan, 1996). Pigmen tersebut umumnya dikeluarkan oleh bakteri penghasil antibiotik (Schroth dan Hancock, 1982 dalam Djatmika, 1998).

P. fluorescens diketahui dapat menghasilkan antibiotik, seperti: *Phenazine - 1 - carboxylic acid*, *Pyrrrolnitrin*, dan *Pseudomonic acid*, dilaporkan telah terbukti efektif mengendalikan mikrobia yang bersifat patogen, baik yang menyerang manusia maupun tanaman (Oedjijono, 1994).

P. fluorescens cepat berkembang biak dan mudah ditemukan dalam berbagai lingkungan alam, seperti : tanah, air, serta permukaan daun dan buah tanaman/ filosfer. *P. fluorescens* hanya membutuhkan nutrisi sederhana dan memiliki kemampuan mekanis terhadap bahan organik pada kisaran yang luas (Kurniawan, 1996).

Habitat *P. fluorescens* dalam sebagian besar dapat dijumpai pada sekitar perakaran tanaman. Kondisi ini sangat menguntungkan bagi tanaman, karena dapat mencegah infeksi oleh patogen. Hal ini disebabkan *P. fluorescens* mampu menghasilkan beberapa senyawa yang bersifat racun bagi patogen.

Menurut Raaljmakers *et al.* (1995) *P. fluorescens* dapat mengimbas ketahanan sistemik tanaman dengan menghasilkan senyawa fenol. *P. fluorescens* pada sekitar perakaran tanaman juga dapat membantu pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Kloepper dan Schroth (1986 dalam Liu, 1995) yang menyatakan bahwa *P. fluorescens* mampu mengkoloni akar dan umumnya menguntungkan pertumbuhan tanaman, sehingga disebut PGPR (*Plant Growth Promoting Rizhobacteria*).

Permukaan daun yang miskin nutrisi bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme, umumnya dikolonisasi oleh mikroorganisme saprofit (bakteri, yeast, dan beberapa jamur) yang tidak berbahaya bagi tanaman dan bersifat antagonis bagi tanaman (Kurniawan, 1996). *P. fluorescens* sebagai salah satu mikroorganisme antagonis mampu bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung, seperti permukaan daun dan buah tanaman. Menurut Tjahjono (2000) *P. fluorescens* mampu bertahan hidup pada permukaan daun/filosfer dengan memanfaatkan nutrisi dan sumber daya lain yang juga diperlukan untuk perkembangan patogen, sehingga *P. fluorescens* yang diaplikasi lewat daun lebih memungkinkan untuk mengendalikan patogen yang menyerang daun dan buah tanaman.

Fachri (1994) dan Rudi (1996 dalam Sinaga, 1997) melaporkan bahwa *P. fluorescens* yang disemprotkan pada permukaan daun cabai merah, dimulai pada fase pembungaan hingga 2 minggu setelah pembungaan (selang waktu 1 minggu), mampu mengendalikan penyakit antraknosa. Hal serupa juga dilaporkan oleh Fikri (1994) yang menyatakan bahwa *P. fluorescens* bersifat antagonis dan dapat mengendalikan patogen karat pada kedelai.

2.4 Hipotesis

1. *P. flourescens* secara *in vitro* dan *in vivo* efektif untuk mengendalikan penyebab penyakit antraknosa (*G. piperatum*).
2. *P. fluorecens* yang diaplikasikan dengan cara penyemprotan lewat daun lebih efektif mengendalikan penyebab penyakit antraknosa dibandingkan aplikasi lewat akar.
3. Aplikasi *P. fluorecens* sebelum inokulasi *G. piperatum* lebih efektif dibandingkan setelah inokulasi patogen.
4. Aplikasi *P. fluorecens* lewat daun sebelum inokulasi *G. piperatum* lebih efektif mengendalikan penyebab penyakit antraknosa.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan Area Percobaan Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Tanggul- Jember, mulai bulan September tahun 2000 sampai Januari tahun 2001.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: isolat murni *P. fluorescens* (Pf. 02), isolat murni *G. piperatum* (dari buah yang terinfeksi patogen), air steril, alkohol 70%, cabai merah, media (PDA, NA, dan King's B), kertas filter, cawan petri, jarum ose, jarum ent, bunsen, penangas, *laminar air flow*, mikroskop, *haemocytometer*, *hand sprayer*, kain saring, polibag, dan pupuk.

3.3 Metode Percobaan

3.3.1 Pengadaan isolat *G. piperatum*

Isolat *G. piperatum* diisolasi dari buah cabai merah dilapang yang menunjukkan gejala antraknosa. Isolasi dilakukan dengan mengambil jaringan cabai merah pada batas antara bagian sakit dan sehat, jaringan tersebut kemudian dibersihkan dengan alkohol 70 persen, untuk menghilangkan bekas alkohol, jaringan kemudian dibilas dengan air steril dan selanjutnya di kering anginkan menggunakan kertas filter. Potongan jaringan tanaman selanjutnya ditanam pada media PDA dalam cawan petri dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 48 jam. Koloni jamur yang tumbuh diamati secara mikroskopis (Gambar 1) dan diidentifikasi (Sastrahidayat, 1992; Semangun, 1994).



Gambar 1. Morfologi *G. piperatum* pada Perbesaran 400 kali. A. Konidiofor; B. Konidia.

Perbanyakan isolat murni *G. piperatum* dilakukan dengan cara: mengambil 1 jarum ent kemudian digoreskan pada media PDA yang telah dipadatkan dalam cawan petri. Setelah diinkubasi selama 6 hari, dapat digunakan untuk keperluan pengujian.

3.3.2 Pengadaan isolat *P. fluorescens*

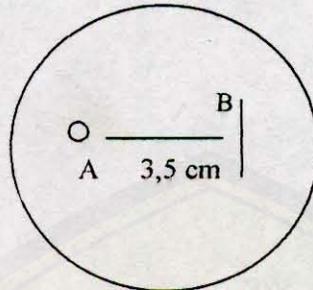
Isolat murni *P. fluorescens* (Pf. 02) dibiakkan dengan cara: mengambil 2-3 tetes kemudian ditumbuhkan pada media King's B yang telah dicairkan dalam cawan petri, dan diratakan sebelum media menjadi padat, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 2 hari. Koloni yang tumbuh diamati dan dilakukan perbanyakan.

Perbanyakan isolat murni *P. fluorescens* (Pf. 02) dilakukan dengan cara: mengambil 1 jarum ose kemudian digoreskan pada media NA yang telah dipadatkan dalam cawan petri. Setelah diinkubasi selama 3 hari, dapat digunakan untuk keperluan pengujian.

3.3.3 Uji potensi antagonisme secara *in vitro*

Pengujian potensi antagonis secara *in vitro* dilakukan dengan cara sebagai berikut : biakan murni *P. fluorencens* ditanam pada media PDA dalam cawan petri menggunakan metode gores, panjang goresan 2 cm. Sehari kemudian, patogen

ditanam pada media yang sama, dengan jarak 3,5 cm dari koloni bakteri dan diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari (Gambar 2).



Gambar 2. Penampang Pengujian *In vitro* pada Pengukuran Diameter Koloni Jamur. A. Koloni *G. piperatum*; B. Koloni *P. fluorescens*.

Pengamatan pertumbuhan dan diameter koloni jamur dilakukan setiap hari hingga pada hari yang ke tujuh. Persentase penghambatan diameter koloni jamur dihitung menggunakan rumus :

$$I = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan : I = persentase penghambatan

r1 = diameter koloni jamur pada kontrol

r2 = diameter koloni jamur pada perlakuan (Fokhema, 1980 dalam Abadi, 1987).

3.3.4 Uji potensi antagonisme secara *in vivo*

A. Rancangan Penelitian

Penelitian disusun secara faktorial dengan dua faktor, yaitu : faktor teknik aplikasi bakteri antagonis (A), dan faktor waktu aplikasi bakteri antagonis (B).

Faktor pertama adalah teknik aplikasi bakteri antagonis (A) yang terdiri dari :

A₀ : Tanpa aplikasi bakteri antagonis

A₁ : Aplikasi penyemprotan lewat daun

A₂ : Aplikasi penyiraman lewat akar

Faktor ke dua adalah waktu aplikasi bakteri antagonis (B) yang terdiri dari:

B₀ : Bersamaan dengan inokulasi patogen

B₁ : Enam hari sebelum inokulasi patogen

B₂ : Sepuluh hari sebelum inokulasi patogen

B₃ : Enam hari sesudah inokulasi patogen

B₄ : Sepuluh hari sesudah inokulasi patogen

Kombinasi perlakuan (AB) adalah sebagai berikut :

A₀B₀, A₀B₁, A₀B₂, A₀B₃, A₀B₄

A₁B₀, A₁B₁, A₁B₂, A₁B₃, A₁B₄

A₂B₀, A₂B₁, A₂B₂, A₂B₃, A₂B₄

Kombinasi perlakuan (AB) diulang sebanyak 3 kali, dan masing – masing ulangan terdiri dari 1 tanaman.

B. Persiapan bahan tanam

Tanaman cabai merah yang digunakan adalah kultivar Prabu. Mula-mula benih direndam dalam 600 ppm larutan Benomil (Benlate) selama 15 menit, kemudian dikering anginkan menggunakan kertas filter. Penyemaian dilakukan dengan menanam benih pada media campuran tanah lapang dan pupuk kandang (3:1) dalam plastik berukuran 5x6 cm. Pindahkan pada polybag berukuran 35x35 cm dilakukan setelah tanaman berumur 25 hari. Pupuk buatan N:P:K (2:1:1) diberikan 10 gr/polybag, dimulai 3 minggu setelah tanam. Pemupukan selanjutnya dilakukan setiap 10 hari sekali.

C. Pelaksanaan pengujian

Pengujian *in vivo* dilakukan dengan cara sebagai berikut: inokulasi *G. piperatum* dilakukan saat tanaman berumur 45 hari setelah tanam (hst), yaitu dengan cara menyemprotkan konidia jamur pada daun dengan konsentrasi 10⁷konidia/ ml sebanyak 50 cc/ tanaman. Aplikasi bakteri antagonis dilakukan lewat daun dan akar sesuai dengan jadwal perlakuan, yaitu (bersamaan inokulasi, 6 dan 10 hari sebelum

inokulasi, serta 6 dan 10 hari setelah inokulasi *G. piperatum*) dengan konsentrasi 10^8 cfu/ ml sebanyak 50 cc/ tanaman.

D. Parameter pengamatan

Pengamatan gejala penyakit pada daun dan buah dimulai sejak inokulasi hingga tanaman berumur 84 hst, dengan interval waktu tiga hari sekali.

Parameter pengamatan yang digunakan adalah :

- a. Masa inkubasi penyakit antraknosa
- b. Gejala penyakit antraknosa pada daun dan buah
- c. Intensitas penyakit

Intensitas penyakit dihitung berdasarkan rumus :

$$IP = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

IP = Intensitas penyakit

n = Jumlah buah setiap katagori gejala

V = Katagoti buah yang diamati

Z = Katagori gejala yang tertinggi

N = Jumlah buah yang diamati

Nilai numerik untuk katagori serangan penyebab penyakit antraknosa pada daun dan buah adalah :

- 0 = Tidak ditemukan gejala (sehat)
- 1 = Kerusakan 25 persen (ringan)
- 2 = Kerusakan 26-50 persen (sedang)
- 3 = Kerusakan 56-75 persen (berat)
- 4 = Kerusakan diatas 75 persen (sangat berat) (Mc Kinney, 1923 dalam Horsfall dan Cowling, 1978).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan memperhatikan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. *P. fluorescens* secara *in vitro* dan *in vivo* mampu mengendalikan penyebab penyakit antraknosa (*G. piperatum*), dengan persentase penghambatan secara *in vitro* sebesar 65,89 persen.
2. Aplikasi *P. fluorescens* lewat daun, memberikan hasil yang paling efektif mengendalikan penyebab penyakit antraknosa, dengan intensitas penyakit pada daun sebesar 38,24 persen dan pada buah sebesar 23,13 persen.
3. Aplikasi *P. fluorescens* setelah inokulasi *G. piperatum*, memberikan hasil yang paling efektif mengendalikan penyebab penyakit antraknosa, dengan intensitas penyakit pada daun sebesar 25,44 persen dan pada buah sebesar 15,94 persen.
4. Aplikasi *P. fluorescens* lewat daun setelah inokulasi *G. piperatum*, memberikan hasil yang paling efektif mengendalikan penyebab penyakit antraknosa, dengan intensitas penyakit pada daun sebesar 22,47 persen dan pada buah sebesar 25,10 persen.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dilapang untuk mengetahui tingkat efektivitas *P. fluorescens* dalam mengendalikan penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios G. N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Terjemah M. Busnia dari Plant Pathology (1988), Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 103p.
- Alexopoulos, C. J. and C. W. Mims. 1979. *Introductory Mycology Third Edition*. John Wiley and Sons, Inc. New York – Chichester – Brishare – Toronto – Singapore. 632p.
- Anonim. 2000. *Volume Ekspor Sayur dan Buah-buahan*. Dinas Karantina Tumbuhan Soekarno-Hatta dalam Trubus no.350 Edisi Januari 2000 Tahun XXX: 10-11pp.
- _____. 2001. *Peran Fitopatologi dalam Pengelolaan Kesehatan Tanaman untuk Mendukung Otonomi Daerah di Sektor Agribisnis*. dalam Makalah Regional V; Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Komda Jawa tengah dan D. I. Yogyakarta. Yogyakarta. 01 – 03pp.
- Arwiyanto, T. 1997. *Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau: 1. Isolat Bakteri Antagonis*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia; (Vol. 3). 54 – 60 pp.
- Abadi, A.L. 1987. *Biologi Ganoderma Bininense Pat. Pada Kelapa Sawit (Elais Guinensis Jacq) dan Pengaruh Beberapa Mikroba Tanah Antagonistik terhadap Pertumbuhannya*. Desertasi Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 147p.
- Djarmika. 1998. *Pengaruh Pseudomonas fluorescens Migula terhadap Patogenesis Fusarium Oxysporum Schlecht pada Tanaman Krisan*. dalam Jurnal Hortikultura; (Vol. 8). 1014 – 1020pp.
- Fikri, E. N. 1994. *Kemampuan Mikroorganisme Antagonis dan Varietas Moderat Resisten untuk Pengendalian Patogen Karat (Phakopsora pachyrhizi Syd.) pada Kedelai*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 71p.

- Horsfall, J. G. dan E.B. Cowling. 1978. *Plant Disease an Anvanced Treatise*. Academic Press. New York. 337p.
- King's, E. O., Ward, M. K. and Raney, D. E. 1954. *Two Simple Media for the Demonstration of Pyocyanin and Fluoresein*. *Juornal Laboratorium and Clinical Medical*; (Vol. 44). 301 – 307 pp.
- Kurniawan, R. H. 1996. *Uji Potensi Antagonisme Mikroba Fiosfer Cabai (Capsicum annum L.) terhadap Colletotrichum capsici (Syd.) Bull. Et. Bisby Penyebab Penyakit Antraknosa*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 06 – 23pp.
- Lakitan, B. 1995. *Hortikultura (Teori, Budidaya dan Pascapanen)*. Raja Grafindo. Persada. Jakarta. 219pp.
- Liu, L. 1995. *Induction of Systemic Resistance in Cucumber by Plant Growth Promoting Rhizobacteria; Duration of Protection and Effect of Host Resistance on Protection and Root Colonization*. *Phytopath*; (Vol. 85). 1: 1064 pp.
- Maurhofer, M., C. Hase, P. Meuwly, J. P. Metraux, and G. Defago. 1994. *Induction of Systemic Resistance of Tobacco Necrosis Virus by the Root-Colonizing Pseudomonas fluorescens Strain CHAO: Influence of the gacA Gene and of Pyoverdine Production*. *Phytopathology*; 84: 139-146pp.
- Mulya, K. 1997. *Penekanan Perkembangan Penyakit Layu Bakteri Tomat oleh Pseudomonas fluorescens Pfg 32*. *Jurnal Hortikultura* (Vol. 2). 685 – 691pp.
- Oedjijono, Line, M. A. and Dragar, C. 1993. *Isolation and Characterization of some Bacteria Antagonistic to Plant Pathogenic Fungi*. *Soil Biology and Biochemistry*; (Vol. 25). 247 – 250 pp.
- _____. 1994. *Isolasi dan Deteksi Metabolit Sekunder Pseudomonad 'fluoresen' yang Menghambat Pertumbuhan Mikrobia Patogen*. Laporan Hasil Penelitian Dosen Fakultas Biologi. Universitas Jendral Sudirman. Purwokerto. 04 – 10pp
- Oka, I. N. 1993. *Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 63p.

- Paulitz, T. C. and J. E. Loper. 1991. *Lact of Role for fluoesent Siderofor Production in the Biological Control of Pyitium Damping – off of Cucumber by a Strain of Pseudomonas putida*. *Phytopathology* (Vol. 81). 930 – 935pp.
- Pawana, G. 1996. *Hubungan Stadia Tanaman Cabai Merah terhadap Tingkat Infeksi Antraknosa*. Laporan penelitian Dosen Budidaya Tanaman Pangan dan Hortikultura. Politeknik Negeri Jember. Jember. 11- 21pp.
- Prajnanta, F. 1997. *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta. 70 – 88pp.
- _____. 1995. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Penebar Swadaya. Jakarta. 162p.
- Raaljmakers, M., M. Leeman, M. M. P. Oorschat, I. V. Sluis, B. Schipper and P. A. H. M. Backer. 1995. *Dose Relationship in Biological Control of Fusarium wilt of Radish dy Pseudomonas sp*. *Phytopath*; (Vol. 85). 10 : 1075 pp.
- Rahayu, S. 1999. *Efektivitas Ekstrak Daun Mimba dan Daun Sirih terhadap perkembangan Antraknosa (Gloeosporium piperatum Ell. Et. Ev.) pada Cabai Merah Pasca Panen*. Universitas Jember. Jember. 03 – 09pp.
- Rukmana, R. dan S. Seputro. 1997. *Penyakit Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Kanisius Yogyakarta. 96p.
- Santika, A. 1999. *Agribisnis Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta. 183p.
- Sastrahidayat, I. R. 1992. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Usaha Nasional. Surabaya. 365p.
- Semangun, H. 1994. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Pess. Yogyakarta. 50p.
- Sinaga, M. S. 1997. *Agens Antagonis dari Penyebab Penyakit pada Tanaman Cabai Merah*. Departemen Pertanian Direktorat Bina Perlindungan Pedoman Tanaman Pangan dan Hortikultura. Bogor. 28p.

- _____. 1997. *Pengembangan dan Pemanfaatan Agens pengendalian Hayati : Bakteri dan Cendawan*. Departemen Pertanian Direktorat Bina Perlindungan Pedoman Tanaman Pangan dan Hortikultura. Bogor. 15p.
- Sitepu, D. 1995. *Konsep Pengendalian Hayati pada Penyakit*. Risalah Kongres Nasional XII PFI. Yogyakarta. 65 – 75p.
- Streets, R. B. 1972. *Diagnosis Penyakit Tanaman*. Terjemahan Imam Santoso. 1980. Gede Jaya. Bogor. 8.15 – 8.16pp.
- Sutarya, R., G. Grubben , dan H. Sutarmo. 1995. *Pedoman Bertanam Sayuran di Dataran Rendah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 81p.
- Suwanto, A. 1994. *Mikroorganisme untuk Biokontrol: Strategi Penelitian dan Penerapan dalam Bioteknologi Pertanian*. Agrotek; 2: 40-46pp.
- Tjahjadi, N. 1991. *Bertanam Cabai*. Kanisius. Yogyakarta. 47p.
- Tjahjono, B. 2000. “Bakteri untuk Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman”. *Makalah Seminar Sehari Fitopatologi Indonesia*. Malang. 03p.
- Weller, D.M. 1988. *Biological Control of Soilborne Plant Pathogen in the Rhizosphere with Bacteria*. Ann. Rev. Phytopathology; 26: 379-407pp.
- Widiyastuti, D. R. dan T. Arwiyanto. 2001. “Pencirian *Pseudomonad fluoresen*, *Agensia Pengendalian Hayati Layu bakteri*”. dalam Makalah Seminar Regional V; Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Komda Jawa tengah dan D. I. Yogyakarta. Yogyakarta. 02 – 06pp.
- Yusriadi.1999. *Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Antagonis terhadap Perkembangan Penyakit Layu Bakteri (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith) pada Tanaman Kacang Tanah*. Proseding Kongres Nasional XV dan Seminar PFI. Yogyakarta. 208 - 215p.

Lampiran 1. Komposisi Medium Tumbuh yang Digunakan**A. Potato Dektrosa Agar (PDA)**

Nomor	Jenis/Bahan	Jumlah
1	Kentang (Tanpa Kulit)	200 gr
2	Agar	15 gr
3	Dekstrosa	20 gr
4	Aguadesh	1000 ml

B. Nutrien Agar (NA)

Nomor	Jenis/Bahan	Jumlah
1	Ekstrak Daging	3 gr
2	Pepton	5 gr
3	Agar	18 gr
4	Aguadesh	1000 ml

C. King's B

Nomor	Jenis/Bahan	Jumlah
1	Protease Pepton (Difco)	20 gr
2	K_2HPO_4	1,5 gr
3	$MgSO_4 \cdot 7PH_2O$	1,5 gr
4	Gliserol	10 ml

Lampiran 2 : Sidik Ragam Intensitas Penyakit Antraknosa pada Daun Cabai Merah.

A. Pengamatan ke-9 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	30,53644	15,26822	1,923842	ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	5730,31111	409,30794	51,574038	**	2,06	2,80
Faktor B	4	1412,34889	353,08722	44,490058	**	2,71	4,07
Faktor A	2	2824,90178	#####	177,973083	**	3,34	5,45
Interaksi	8	1493,06044	186,63256	23,516266	**	2,29	3,23
Galat	28	222,21689	7,93632				
Total	44	5983,06444					

cv : 8,560%

B. Pengamatan ke- 18 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	20,12933	10,06467	0,797704	ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	2183,07333	155,93381	12,358978	**	2,06	2,80
Faktor B	4	126,26222	31,56556	2,501818	ns	2,71	4,07
Faktor A	2	1854,88933	927,44467	73,507265	**	3,34	5,45
Interaksi	8	201,92178	25,24022	2,000486	ns	2,29	3,23
Galat	28	353,27733	12,61705				
Total	44	2556,48000					

cv : 13,172%

C. Pengamatan ke- 27 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	39,62978	19,81489	1,275313	ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	2585,64311	184,68879	11,886824	**	2,06	2,80
Faktor B	4	471,82756	117,95689	7,591867	**	2,71	4,07
Faktor A	2	1709,27244	854,63622	55,005560	**	3,34	5,45
Interaksi	8	404,54311	50,56789	3,254619	**	2,29	3,23
Galat	28	435,04356	15,53727				
Total	44	3060,31644					

cv : 14,286%

D. Pengamatan ke-36 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	21,70311	10,85156	0,532389	ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	6460,76578	461,48327	22,640878	**	2,06	2,80
Faktor B	4	720,83689	180,20922	8,841263	**	2,71	4,07
Faktor A	2	5232,86978	2616,43489	128,365181	**	3,34	5,45
Interaksi	8	507,05911	63,38239	3,109610	*	2,29	3,23
Galat	28	570,71689	20,38275				
Total	44	7053,18578					

cv : 15,963%

E. Pengamatan ke-45 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	79,90978	39,95489	1,442297	ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	6305,03911	450,35994	16,257149	**	2,06	2,80
Faktor B	4	440,75244	110,18811	3,977584	*	2,71	4,07
Faktor A	2	4858,10711	2429,05356	87,684279	**	3,34	5,45
Interaksi	8	1006,17956	125,77244	4,540149	**	2,29	3,23
Galat	28	775,66356	27,70227				
Total	44	7160,61244					

cv : 10,931%

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Lampiran 3 : Sidik Ragam Intensitas Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah.

A. Pengamatan ke- 9 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	2	12,77733	6,38867	0,504450	ns	3,34 5,45
Perlakuan	14	647,78533	46,27038	3,653515	**	2,06 2,80
Faktor B	4	444,06978	111,01744	8,765952	**	2,71 4,07
Faktor A	2	63,10000	31,55000	2,491192	ns	3,34 5,45
Interaksi	8	140,61556	17,57694	1,387878	ns	2,29 3,23
Galat	28	354,60933	12,66462			
Total	44	1015,17200				

cv : 21,208%

B. Pengamatan ke-18 hari setelah inokulasi (hsi).

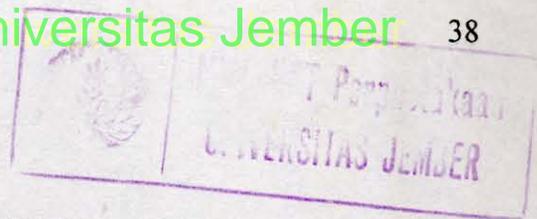
Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	2	4,20311	2,10156	1,090701	ns	3,34 5,45
Perlakuan	14	184,40311	13,17165	6,836046	**	2,06 2,80
Faktor B	4	39,29200	9,82300	5,098107	**	2,71 4,07
Faktor A	2	68,47244	34,23622	17,768494	**	3,34 5,45
Interaksi	8	76,63867	9,57983	4,971904	**	2,29 3,23
Galat	28	53,95022	1,92679			
Total	44	242,55644				

cv : 10,289%

C. Pengamatan ke- 27 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	2	24,02311	12,01156	4,081090	*	3,34 5,45
Perlakuan	14	82,53911	5,89565	2,003128	ns	2,06 2,80
Faktor B	4	20,65022	5,16256	1,754049	ns	2,71 4,07
Faktor A	2	4,44311	2,22156	0,754804	ns	3,34 5,45
Interaksi	8	57,44578	7,18072	2,439749	*	2,29 3,23
Galat	28	82,41022	2,94322			
Total	44	188,97244				

cv : 12,871%

**D. Pengamatan ke-36 hari setelah inoRulasi (hsi).**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	2	88,28978	44,14489	6,169276	**	3,34 5,45
Perlakuan	14	884,72978	63,19498	8,831538	**	2,06 2,80
Faktor B	4	47,80089	11,95022	1,670051	ns	2,71 4,07
Faktor A	2	603,25511	301,62756	42,152639	**	3,34 5,45
Interaksi	8	233,67378	29,20922	4,082007	**	2,29 3,23
Galat	28	200,35689	7,15560			
Total	44	1173,37644				

cv : 17,048%

E. Pengamatan ke-45 hari setelah inokulasi (hsi).

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	2	126,38800	63,19400	1,013537	ns	3,34 5,45
Perlakuan	14	#####	#####	19,752135	**	2,06 2,80
Faktor B	4	190,43867	47,60967	0,763588	ns	2,71 4,07
Faktor A	2	#####	#####	127,204727	**	3,34 5,45
Interaksi	8	1188,76933	148,59617	2,383260	*	2,29 3,23
Galat	28	1745,79867	62,34995			
Total	44	#####				

cv : 15,642%

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata