



**PENGARUH APLIKASI LAPANG *Pseudomonas fluorescens*
DAN *Bacillus subtilis* TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT
RHIZOCTONIA PADA KEDELAI**

**(KARYA TULIS ILMIAH)
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Sarjana Strata Satu Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

DADANG SETIAWAN

Nim. 97 - 1090

Asal:	Hasil	Kelas
Terima Tgl:	04 MAR 2002	579.232
No. Induk:	0475	SET
KLASIR / PENYALIN:	1/1	1
		0-1

**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER**

2002

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. ABDUL MAJID, MP (DPU)

Ir. V. SUPARTINI, MS (DPA)

HALAMAN PENGESAHAN

Diterima Oleh :

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 27 Februari 2002

Jam : 11.00 WIB

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

TIM PENGUJI

Ketua,



Ir. Abdul Majid, MP

NIP. 132 003 094

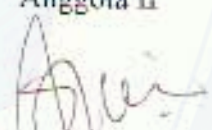
Anggota I



Ir. V. Supartini, MS

NIP. 130 516 236

Anggota II



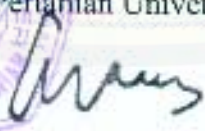
Yunik Istikorini, SP, MP

NIP. 132 125 678

Mengesahkan

Dekan

Fakultas Pertanian Universitas Jember



Ir. Arie Muditharjati, MS.

NIP. 130 609 808

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, taufik dan hidayah yang dilimpahkan sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "**Pengaruh Aplikasi Lapang *P. fluorescens* dan *B. subtilis* Terhadap Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pada Kedelai**", untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu pada Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian dan penulisan karya ilmiah tertulis ini, yaitu kepada yang terhormat :

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Abdul Majid, MP selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. V. Supartini, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota I dan Yunik Istikorini, SP. MP selaku Dosen Pembimbing Anggota II, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan petunjuk selama penelitian maupun penulisan karya ilmiah tertulis ini.
4. Ayahanda dan Ibunda tercinta, Mbak Lilik dan Mas Bagio, Mbak Rini dan Mas Arief, Adikku Essa, Fatih dan Inas atas do'a, dukungan, dan dorongannya.
5. Fitriatus Sholikhah, yang selalu memberikan semangat dan dorongan dengan penuh kasih sayang.
6. Temanku di kost, terimakasih atas kebersamaan dan semangatnya, tempat penulis bermain, berkhayal, dan berkarya, dari kalian aku mengerti arti persahabatan.
7. Iftitah, Reni, Warga HPT angk '97, Gondo Tanah angk '97, yang senantiasa memberi bantuan, dorongan, semangat, tempat curahan hati penulis selama ini.

Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini bermanfaat bagi semua pihak

Jember, Februari 2002

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
RINGKASAN	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kegunaan Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Arti Penting Penyakit Rhizoctonia pada Ketelaai	5
2.1.1 Biologi <i>Rhizoctonia solani</i>	5
2.1.2 Gejala Penyakit	6
2.1.3 Penyebaran dan Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Patogen	7
2.2 Pengendalian Hayati Penyakit Rhizoctonia	8
2.3 Peranan <i>P. fluorescens</i> dan <i>B. subtilis</i>	10
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Percobaan	12
3.4 Pelaksanaan Percobaan	13
3.4.1 Pengadaan isolat <i>R. solani</i>	13

3.4.2	Perbanyak isolat bakteri antagonis	13
3.4.3	Pengujian sifat bakteri antagonis di lapang	13
3.4.4	Pengamatan	14
IV. PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Isolat Jamur <i>R. solani</i> dan Perbanyak Bakteri Antagonis <i>P. fluorescens</i> dan <i>B. subtilis</i>	16
4.2	Pengujian Antagonis di Lapang	18
4.2.1	Pengamatan gejala penyakit Rhizoctonia pada kedelai	18
4.2.2	Penyakit Rhizoctonia pra tumbuh (busuk benih)	19
4.2.3	Penyakit Rhizoctonia pasca tumbuh (<i>damping off</i>)	20
4.2.4	Penyakit hawar daun	21
V. KESIMPULAN		
5.1	Kesimpulan	25
5.2	Saran	25
DAFTAR PUSTAKA		26
LAMPIRAN		30

DAFTAR TABEL

<u>Nomor</u>	<u>Teks</u>	<u>Halaman</u>
1.	Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pra tumbuh (busuk benih) Pada Kedelai Pengamatan ke-4 Hari Setelah Tanam (%)	19
2.	Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pasca tumbuh (<i>damping off</i>) Pada Kedelai Pengamatan ke-7, 14, 21 dan 28 Hari Setelah Tanam (%)	20
3.	Intensitas Penyakit Hawar Daun Pada Kedelai Pengamatan ke-43, 50 dan 57 Hari Setelah Tanam (%).....	21



DAFTAR GAMBAR

<u>Nomor</u>	<u>Teks</u>	<u>Halaman</u>
1.	Morfologi Koloni Isolat <i>R. solani</i> Dari Tanaman Kedelai	16
2.	Morfologi Miselia <i>R. solani</i> dengan Ciri Percabangan Tegak Lurus	17
3.	Koloni Bakteri Antagonis.....	17
4.	Gejala Penyakit Rhizoctonia Busuk Benih, <i>damping off</i> dan Hawar Daun	18



DAFTAR LAMPIRAN

<u>Nomor</u>	<u>Teks</u>	<u>Halaman</u>
1.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pra Tumbuh Pengamatan ke-4 Hari Setelah Tanam.....	30
2.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pasca Tumbuh Pengamatan ke-7 Hari Setelah Tanam.....	30
3.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pasca Tumbuh Pengamatan ke-14 Hari Setelah Tanam	31
4.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pasca Tumbuh Pengamatan ke-21 Hari Setelah Tanam	31
5.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Rhizoctonia Pasca Tumbuh Pengamatan ke-28 Hari Setelah Tanam	32
6.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Hawar Daun Pengamatan ke-43 Hari Setelah Tanam	32
7.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Hawar Daun Pengamatan ke-50 Hari Setelah Tanam	33
8.	Sidik Ragam Intensitas Penyakit Hawar Daun Pengamatan ke-57 Hari Setelah Tanam	33

**PENGARUH APLIKASI LAPANG *Pseudomonas fluorescens*
DAN *Bacillus subtilis* TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT
RHIZOCTONIA PADA KEDELAI**

ABSTRAK

Penyakit Rhizoctonia disebabkan oleh jamur *R. solani* merupakan salah satu penyakit penting pada kedelai dan dapat menyebabkan kematian dan menurunkan produksi kedelai, sehingga diperlukan upaya pengendalian yang efektif dan aman lingkungan. Salah satu upaya tersebut adalah pengendalian hayati dengan memanfaatkan bakteri antagonis *P. fluorescens* dan *B. subtilis*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dari antagonis *P. fluorescens* dan *B. subtilis* baik yang diaplikasikan secara tunggal maupun bersamaan dengan frekuensi aplikasi bakteri antagonis yang berbeda terhadap intensitas penyakit Rhizoctonia pada kedelai di lapang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bakteri antagonis secara bersamaan (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) yang diberikan sebanyak tiga kali memberikan hasil yang paling efektif menurunkan intensitas penyakit Rhizoctonia yaitu busuk benih sebesar 9,44 %, *damping off* sebesar 2,2 %, dan intensitas hawar daun mencapai 2,25 %.

Kata kunci : *P. fluorescens*, *B. subtilis*, Rhizoctonia, kedelai

RINGKASAN

Dadang Setiawan (971510401090) Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember. **Pengaruh Aplikasi Lapang *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* Terhadap Intensitas Penyakit *Rhizoctonia* Pada Kedelai.** (Dosen Pembimbing Utama Ir. Abdul Majid, MP dan Dosen Pembimbing Anggota Ir. V. Supartini, MS).

Penyakit *Rhizoctonia* yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*, merupakan penyakit penting pada tanaman kedelai karena bersifat tular tanah (*soil borne*) dan dapat bertahan dalam tanah dengan membentuk struktur dorman yaitu sklerotium. Penyakit *Rhizoctonia* tersebar di seluruh pertanaman kedelai di Indonesia. Akibat penyakit tersebut menyebabkan kerugian pada kedelai berkisar antara 60 – 90 %, sehingga diperlukan upaya pengendalian penyakit yang efektif.

Salah satu upaya pengendalian yang aman lingkungan adalah memanfaatkan agensia hayati, di antaranya adalah bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*. Mekanisme antagonis *P. fluorescens* dan *B. subtilis* diduga akibat produksi antibiotik yang dihasilkan. *P. fluorescens* dapat memproduksi *pyrrolutrin* dan *pyoluteoren* sedangkan *B. subtilis* menghasilkan *bacilysin* dan *fegymycin*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri antagonis (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) terhadap intensitas penyakit *Rhizoctonia* pada kedelai baik yang diaplikasikan secara tersendiri maupun kombinasi keduanya, dan frekuensi aplikasi bakteri yang paling tepat. Adapun rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, dengan dua faktor, yaitu faktor macam antagonis (A) dan faktor frekuensi aplikasi bakteri antagonis (B). Faktor A terdiri dari empat aras, yaitu tanpa bakteri (A0), bakteri *P. fluorescens* (A1), bakteri *B. subtilis* (A2), dan kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* (A3). Faktor B terdiri dari tiga aras, yaitu aplikasi bakteri antagonis satu kali (B1), aplikasi bakteri antagonis dua kali (B2), dan aplikasi bakteri antagonis tiga kali (B3). Kombinasi perlakuan (AB) diulang sebanyak tiga kali.

Pengamatan gejala penyakit Rhizoctonia meliputi penyakit busuk benih, *damping off* dan hawar daun. Pengamatan penyakit busuk benih dilakukan pada hari ke empat setelah tanam, *damping off* hari ke tujuh sampai ke- 28 setelah tanam sedangkan hawar daun hari ke- 43 sampai ke- 57 setelah tanam.

Berdasarkan data intensitas penyakit Rhizoctonia yang meliputi penyakit pra tumbuh (busuk benih), pasca tumbuh (*damping off*), dan hawar daun, didapatkan bahwa bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* ternyata mampu menekan penyebab penyakit namun hasil yang paling efektif menurunkan tingkat intensitas penyakit Rhizoctonia adalah perlakuan aplikasi bakteri antagonis (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) secara bersamaan dengan frekuensi aplikasi sebanyak tiga kali. Aplikasi bakteri antagonis *P. fluorescens* atau *B. subtilis* secara tunggal dengan frekuensi aplikasi sebanyak satu kali dan dua kali juga dapat menurunkan tingkat intensitas penyakit Rhizoctonia. Frekuensi aplikasi bakteri antagonis tiga kali paling efektif menekan perkembangan penyakit Rhizoctonia, diduga karena semakin banyak aplikasi bakteri maka menambah populasi bakteri sehingga efektif menekan intensitas penyakit Rhizoctonia. Intensitas penyakit pra tumbuh sebesar 9,44 % sedangkan pada kontrol sebesar 26,11% pengamatan 4 hari setelah tanam (hst), intensitas penyakit pasca tumbuh sebesar 2,2 % sedangkan pada kontrol sebesar 23,45 % pengamatan sampai ke-28 hst, dan intensitas penyakit hawar daun sebesar 2,25 % sedangkan pada kontrol sebesar 5,4 % pengamatan sampai ke-57 hst.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Kebutuhan kedelai dari tahun ke tahun terus meningkat. Menurut Semangun (1990) salah satu kendala dalam peningkatan produksi adalah gangguan hama dan penyakit tanaman. Penyakit Rhizoctonia terutama menyebabkan kerusakan kedelai pada fase awal pertumbuhan yaitu penyakit semai pra dan pasca tumbuh yang disebabkan oleh *R. solani*.

Penyakit Rhizoctonia pada kedelai merupakan penyakit yang penting karena bersifat tular tanah (*soil borne*) dan dapat bertahan dalam tanah. Mekanisme bertahan yang digunakan terutama dengan membentuk struktur dorman yaitu sklerotium. Masa dorman akan berakhir apabila kondisi lingkungan cocok untuk perkecambahan (Dwidjoseputro, 1978). Menurut Domsch *et al.* (1980) sklerotium dapat bertahan hidup terus untuk beberapa bulan bahkan apabila masak dapat mencapai beberapa tahun, hal tersebut menyebabkan penyakit Rhizoctonia sukar dikendalikan baik dengan pestisida, rotasi tanam ataupun dengan kultur teknis.

Usaha pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi infeksi *R. solani* antara lain dengan mengurangi kelembaban di sekitar tanaman, penggunaan benih bebas patogen, dan aplikasi fungisida (Anonim, 1992) kenyataannya cara pengendalian tersebut masih belum efektif. Pengendalian dengan aplikasi fungisida tanah mungkin dapat menekan infeksi *R. solani*, namun residu yang ditinggalkan banyak menimbulkan masalah pencemaran, sehingga perlu dicari alternatif pengendalian yang lain, misalnya pengendalian secara biologi dengan memanfaatkan pengaruh jasad renik yang bersifat antagonis

Menurut Baker dan Cook (1974) mekanisme antagonis dengan patogen dapat terjadi melalui proses antibiosis, kompetisi, parasitisme dan predasi. Interaksi antara antagonis dengan patogen dikatakan bersifat antibiosis apabila dapat menghasilkan sejenis antibiotik yang mudah menguap dan menyebabkan lisis pada hifa patogen.

Salah satu alternatif pengendalian yang efektif, murah, dan aman lingkungan adalah memanfaatkan agensia hayati bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*.

Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa bakteri *P. fluorescens* diketahui dapat menekan beberapa macam penyakit di antaranya yang disebabkan oleh *Gaeumannomyces tritici* dan *R. solani* (Cook, 1994 ; Weller, 1988). *P. fluorescens* juga diketahui sebagai agen hayati yang berspektrum luas, sebab di samping efektif menekan patogen tular tanah (*soil borne*) (*Rhizoctonia*, *Pythium*, *P. fluorescens*) juga efektif untuk menghambat bakteri *P. syringae* yang juga menyerang kedelai.

Menurut Janisiewicz dan Roitman (1988) strain-strain *Pseudomonas* dapat memproduksi zat antibiotik misalnya *pyrrolnitrin*. Wakimoto *et al.* (1986) menyatakan bahwa isolat *P. fluorescens* pada rhizosfer tanaman kapas yang sehat dapat memproduksi antibiotik *pyrrolnitrin* dan *pyoluteoren*. Strain *Pseudomonas* juga dapat menghasilkan *tropolone* yang bersifat bioaktif pada tanaman, jamur, dan bakteri.

Efektifitas dari bakteri *P. fluorescens* dalam menekan beberapa patogen karena dapat membentuk senyawa yang menghambat pertumbuhan jasad patogen, memproduksi senyawa pemacu pertumbuhan tanaman seperti auksin, gibberelin dan vitamin (Arshad dan Frankenberger, 1993) juga menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti pigmen kuning hijau pendar fluor yang larut dalam air (*Siderofor*) dan berfungsi sebagai agensia transfer besi (Hu dan Boyer, 1996).

Menurut Kloepper dan Schroth dalam Liu *et al.* (1995) *P. fluorescens* mampu mengkoloni akar (bakteri berada pada lokasi spesifik, yaitu pada bagian luar permukaan akar dan bagian dalam dari akar), sehingga disebut PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan umumnya menguntungkan pertumbuhan tanaman.

Bakteri *B. subtilis* juga diketahui efektif untuk menekan beberapa patogen diantaranya adalah mengurangi penyakit rebah kecambah pada beet gula (Dunleavy, 1955) hawar pada bunga pear yang disebabkan oleh *E. amylovora*

(Rigle dan Klos, 1972) busuk bawang yang disebabkan oleh *S. cepivorian* (Uthkede dan Rahe, 1980).

Benih jagung yang diinokulasikan dengan *B. subtilis* dapat mengendalikan layu bibit jagung sebaik penggunaan Captan dan Thiram yang disebabkan oleh *Fusarium roseum* var. *graminis*. Broadbent *et al.* (1971) menggunakan *B. subtilis* pada tanah yang telah diperlakukan dengan uap panas guna mereduksi penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *R. solani* dan *P. ultimum*. Uthkede dan Rahe (1980) menyatakan bahwa *B. subtilis* mampu melindungi tanaman apel dari serangan *P. cactorum* penyebab penyakit busuk coklat.

B. subtilis efektif menekan beberapa patogen karena menghasilkan zat antibiotika seperti *bacilysin* dan *fegymycin* yang bersifat antifungal dan lebih dapat bertahan pada kondisi tumbuh yang sangat minimum.

Menurut Tjahjono (2000) efektifitas antagonis sering dapat meningkat apabila pada tanah tersebut terdapat lebih dari satu agensia hayati, oleh karena itu penelitian tentang pengaruh aplikasi dua agensia hayati (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) secara bersamaan atau tunggal dengan frekuensi aplikasi antagonis berbeda pada kondisi lapang terhadap penurunan intensitas penyakit Rhizoctonia perlu dilakukan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pemanfaatan agensia hayati yang lebih efektif dan aman lingkungan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Pengaruh aplikasi bakteri antagonis (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) terhadap intensitas penyakit Rhizoctonia pada kedelai, baik yang aplikasikan secara tersendiri maupun kombinasi keduanya di lapang.
2. Frekuensi aplikasi bakteri antagonis (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) yang paling tepat.

1.3 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar alternatif pemanfaatan agensia hayati untuk mengendalikan penyakit tanaman secara efektif dan tidak merusak lingkungan. Dengan menggunakan bakteri antagonis maka akan dapat mengurangi ketergantungan penggunaan pestisida yang mahal dan efek samping yang ditimbulkannya, serta mendukung pelaksanaan PHT pada tanaman kedelai.





II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arti Penting Penyakit Rhizoctonia pada Kedelai

Penyakit Rhizoctonia pada kedelai pertama kali dilaporkan terjadi di Filipina pada tahun 1918, kemudian di RRC pada tahun 1919, dan kerugian yang terjadi diperkirakan mencapai 80 % Anonim (1990).

Penyakit Rhizoctonia merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman kedelai. Menurut Semangun (1990) penyakit Rhizoctonia telah tersebar di seluruh pertanaman kedelai di Indonesia. Penyakit berkembang terutama pada musim penghujan. Drainase yang kurang baik dapat juga meningkatkan perkembangan penyakit. Hal tersebut disebabkan tanah selalu basah sehingga pembusukan akar dan batang meningkat.

Penyebab penyakit Rhizoctonia (*R. solani*) merupakan patogen tular tanah dan mampu bertahan hidup lama dalam tanah dengan membentuk sklerotium serta mempunyai kisaran inang yang cukup luas. Kondisi yang demikian menyebabkan penyakit sulit dikendalikan baik secara kultur teknis maupun dengan fungisida.

R. solani dapat menyebabkan terjadinya busuk benih, rebah kecambah (*damping off*) dan hawar daun, sehingga kerugian akibat penyakit tersebut diperkirakan dapat mencapai 90 % (Sudjono *et al.* 2000).

2.1.1 Biologi *R. solani*

Penyakit Rhizoctonia disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* (Semangun, 1990). Menurut Alexopoulos dan Mims (1979) *R. solani* diklasifikasikan dengan sistematika sebagai berikut :

Divisi	: Amastigomycota
Sub divisi	: Deuteromycotina
Kelas	: Deuteromycetes
Sub kelas	: Hyphomycetidae
Ordo	: Agonomycetales

Famili : Agonomycetaceae
Genus : *Rhizoctonia*
Spesies : *Rhizoctonia solani* Kuhn

Burpee dan Bruce (1992) mengemukakan bahwa *R. solani* tidak menghasilkan spora, oleh karena itu identifikasi di dasarkan atas karakteristik hifanya. Atas dasar tersebut Penyakit Rhizoctonia dibedakan menjadi (a) multinukleat yaitu spesies-spesies yang mengandung lebih dari dua inti di dalam selnya, seperti *R. solani*, *R. oryzae*, dan *R. zaeae* serta (b) binukleat yaitu spesies-spesies yang mengandung dua inti di dalam selnya, dalam hal ini mencakup banyak spesies.

Menurut Semangun (1990) diameter hifa dari *R. solani* umumnya berukuran lebih dari 5 μm . *R. solani* tidak membentuk spora tetapi menghasilkan sklerotium. Percabangan hifa membentuk sudut agak siku atau siku, hifa tersebut tidak berwarna ketika masih muda dan apabila sudah tua akan berwarna coklat. Sklerotiumnya berdiameter kurang dari 1-3 mm. Butler dan Bracker (1970) mengemukakan bahwa sklerotium pada prinsipnya terdiri atas sel-sel monoloid (sel-sel pendek) yang memadat. Sel-sel tersebut berbentuk seperti tong (bulat). Rantai sel-sel monoloid terbentuk terutama di atas permukaan substrat, tetapi dapat juga di dalam jaringan tanaman.

2.1.2 Gejala Penyakit

R. solani dapat menginfeksi beberapa bagian dari tanaman kedelai yaitu akar, batang, daun, dan polong. *R. solani* jika menginfeksi tanaman kedelai yang masih dalam pembibitan (tanaman yang masih muda) dapat menyebabkan terjadinya *damping-off* pre atau post emerging.

Gejala penyakit Rhizoctonia pada tanaman kedelai dalam pembibitan dicirikan dengan matinya tanaman sebelum atau sesudah tanaman muncul di permukaan tanah. Menurut Domsch *et al.* (1980) infeksi patogen pada akar dan batang dapat menjadi sumber inokulum untuk penyakit hawar daun dan busuk polong Rhizoctonia. Infeksi patogen pada akar dan batang menyebabkan penyumbatan jaringan xilem, sehingga pengangkutan unsur hara dan air

kebagian daun terlambat menyebabkan tanaman menjadi layu. Sastrahidayat (1998) juga mengemukakan bahwa penyumbatan pada jaringan xilem oleh patogen pada awalnya menyebabkan tanaman layu seperti kekurangan air namun akhirnya mati, karena batang tanaman yang terinfeksi telah menjadi busuk. *R. solani* menyerang batang dan menyebabkan terjadinya pembusukan pada batang dekat akar serta tanaman tidak dapat menunjang untuk tetap berdiri sehingga tanaman roboh (rebah kecambah) dan akhirnya mati (Anonim, 1975; Rukmana dan Yuniarsih 1995).

Gejala pada daun yang terinfeksi *R. solani* yang berat adalah seperti tersiram air panas. Semangun (1990) menyatakan bahwa pada daun yang terinfeksi *R. solani* akan menunjukkan gejala pada mulanya bercak tampak seperti kebasah-basahan berwarna hijau kelabu dan akhirnya berubah menjadi coklat kemerah-merahan. Biasanya infeksi *R. solani* dimulai dari pangkal tangkai daun. Bercak tersebut dapat berkembang dengan cepat pada kondisi lembab. Pada daun yang terinfeksi akan muncul benang-benang seperti sarang laba-laba sehingga daun terikat satu sama lain. Gejala pada polong adalah terdapat bercak-bercak berwarna gelap (coklat tua) kebasah-basahan dan polong tampak kempis.

2.1.3 Penyebaran dan Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Patogen

R. solani merupakan patogen yang bersifat parasit fakultatif dan dapat bertahan di dalam tanah pada sisa-sisa tanaman secara saprofit apabila tidak dijumpai tanaman inang. Eksudat-eksudat akar dari lobak, kedelai, khususnya tomat, dan wortel diketahui dapat menaikkan pertumbuhan saprofitik *R. solani*. Suhu untuk pertumbuhan saprofitik *R. solani* berkisar antara 20-30°C, sedangkan suhu optimum untuk menimbulkan kerugian maksimal pada tanaman terjadi antara 16-25°C (Domsch *et al.* 1980).

Menurut Dwidjoseputro (1978) mekanisme bertahan *R. solani* adalah dengan struktur dorman yaitu sklerotium. Masa dorman akan berakhir apabila kondisi lingkungan cocok untuk perkecambahannya. Domsch *et al.* (1980) mengatakan bahwa sklerotium dapat bertahan hidup terus untuk beberapa bulan bahkan apabila masak dapat mencapai beberapa tahun.

Mekanisme bertahan hidup *R. solani* yang lain adalah bertahan hidup pada tanaman inang lain (*alternatif host*). *Rhizoctonia* mempunyai kisaran inang yang sangat luas meliputi *graminae*, *leguminosae*, dan *solanaceae* sehingga pengendalian dengan sistem rotasi tanaman kurang efektif. Faktor yang paling penting untuk perkembangan dan penyebaran penyakit *Rhizoctonia* yaitu kelembaban yang tinggi dan air hujan. Tanah yang mengandung miselium dan sklerotium *Rhizoctonia* dapat terbawa oleh percikan air hujan dan mencapai daun bagian bawah sehingga tanaman menjadi terinfeksi (Semangun, 1990).

Penyakit *Rhizoctonia* pada kedelai akan meningkat apabila tanaman tumbuh dalam tanah yang kekurangan kalsium, besi, magnesium, nitrogen, fosfor, belerang, atau kombinasi dari unsur-unsur hara tersebut (Anonim 1993). Domsch *et al.* (1980) menyatakan bahwa gulma dapat juga membantu penyebaran patogen dari daerah satu ke daerah lainnya.

2.2 Pengendalian Hayati Penyakit *Rhizoctonia*

Usaha pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi infeksi dari *R. solani* antara lain dengan mengurangi kelembaban di sekitar tanaman, penggunaan benih bebas patogen, dan aplikasi fungisida (Anonim, 1992), namun pada kenyataannya pelaksanaan cara pengendalian tersebut masih mengalami hambatan sehingga hasilnya belum memuaskan, oleh karena itu perlu dicari alternatif cara pengendalian lain misalnya dengan pemanfaatan agensia hayati yang ada.

R. solani sebagai patogen tular tanah, kelangsungan hidupnya sangat dipengaruhi oleh keberadaan mikroorganisme lain dalam tanah. Mikroorganisme tersebut dapat berinteraksi positif atau negatif dengan *R. solani* (Domsch *et al.* 1980). Mikroorganisme yang berinteraksi negatif dengan patogen *R. solani* disebut sebagai anatagonis. Antagonis sebagai salah satu komponen dalam pengendalian hayati merupakan mikroorganisme yang mengganggu bertahannya atau kegiatan patogen. Baker dan Cook (1974) mengemukakan bahwa mekanisme antagonis meliputi beberapa bentuk kegiatan yaitu antibiosis, kompetisi, parasitisme, dan predasi. Proses tersebut secara tunggal atau bersama dapat

mengurangi daya bertahan hidup *R. solani*, menghambat pertumbuhan miselium dan penyebarannya, serta mengurangi infeksi pada tanaman inang dan keparahan serangan yang ditimbulkannya.

Mekanisme kompetisi akan terjadi apabila dua atau lebih mikroorganisme memerlukan suatu substrat yang sama yaitu dalam hal nutrien, ruangan, atau oksigen. Pada antibiosis fungi mengeluarkan antibiotik yang mudah menguap, antibiotik itu dapat menyebabkan lisis pada hifa *R. solani*. Adanya antibiotik mungkin terjadi bila cukup tersedia nutrisi untuk fungi antagonis. Penambahan bahan organik sebagai nutrisi fungi di rhizosfer meningkatkan aktifitas antagonis dan menurunkan perkembangan *R. solani*. Peristiwa predasi dan parasitisme adalah proses kontak langsung antara mikroorganisme dengan fungi (Domsch *et al.* 1980).

Menurut Baker dan Cook (1994) organisme antagonis yang digunakan sebagai agensia pengendalian hayati harus memiliki sifat-sifat antara lain : (1) mampu hidup dan berkembang biak di rhizosfer atau di dekat struktur istirahat patogen, (2) mampu membentuk antibiotik yang berspektrum luas, namun tidak menghambat antagonis lain yang tidak menyebabkan kerusakan tanaman, (3) agensia antagonis mampu beradaptasi terhadap kondisi untuk dapat diproduksi secara besar-besaran, (4) agensia antagonis lebih adaptif daripada patogen terhadap faktor lingkungan.

Tahap-tahap yang dilalui dalam pemilihan organisme antagonis menurut Modjo (1991) adalah sebagai berikut : (1) organisme antagonis sebaiknya diisolasi dari tanah supresif, (2) organisme antagonis diuji di atas media kultur berdasarkan zone penghambatan, (3) organisme antagonis menunjukkan penghambatan diuji pada tanah steril, (4) organisme antagonis yang terpilih dari tahap tiga diuji pada tanah non steril, (5) organisme antagonis yang terpilih dari tahap empat diuji di lapang pada kondisi lingkungan yang lebih kompleks lagi.

2.3 Peranan *P. fluorescens* dan *B. subtilis*

Bakteri merupakan mikroorganisme yang mempunyai sifat ada yang merugikan, yaitu patogen tumbuhan, hewan dan manusia, akan tetapi banyak juga bakteri yang menguntungkan yaitu mempunyai sifat antagonis. Antagonis dimanfaatkan sebagai suatu komponen dalam upaya pengendalian biologi karena adanya antagonistik yang dapat mempengaruhi atau mengganggu kegiatan patogen.

Beberapa bakteri yang dapat digunakan sebagai pengendali hayati diantaranya adalah *P. fluorescens* dan *B. subtilis*. *Pseudomonas* kelompok fluoresen merupakan bakteri pengkoloni akar dan memiliki kemampuan di dalam mengendalikan beberapa patogen akar, diantaranya *P. aeruginosa*, *P. putida* dan *P. fluorescens*. Mekanisme antagonis dari genus *Pseudomonas* adalah dapat melalui produksi antibiotik, siderofor dan substansi-substansi volatil, yang paling umum adalah dengan cara menghasilkan antibiotik dan siderofor. Antibiotik adalah substansi kimia sebagai produk metabolisme sekunder mikroorganisme yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Pada dasarnya bakteri *Pseudomonad* kelompok fluoresen merupakan kelompok terbesar penghasil antibiotik (Schroth dan Hancock, 1992 dalam Djatnika, 1998).

P. fluorescens diketahui dapat menghasilkan antibiotik seperti *phenazine*, *pyrolnitrin*, dan *asam pseudomonik* (Oedjijono, 1993). *P. fluorescens* juga menghasilkan siderofor yaitu *pseudobactin*, *pyroverdine*, dan *pyoceline*. Senyawa ini mengikat senyawa Fe menjadi bentuk senyawa kompleks sehingga patogen tidak dapat memanfaatkan Fe untuk perkembangannya terutama dalam lingkungan dengan Fe terbatas (Cook, 1991 dalam Djatnika, 1998). Bakteri ini dapat tumbuh dengan cepat pada keadaan asam atau pH optimal untuk pertumbuhan bakteri antara 5-10 (Widiyastuti dan Arwiyanto, 2001).

Efektifitas dari bakteri *P. fluorescens* dalam menekan beberapa patogen karena dapat membentuk senyawa yang menghambat pertumbuhan jasad patogen, dan memproduksi senyawa pemacu pertumbuhan tanaman seperti auksin, giberelin dan vitamin (Arshad dan Frankenberger, 1993).

Menurut Kloepper dan Schroth dalam Liu *et al.* (1995) *P. fluorescens* mampu mengkoloni akar (bakteri berada pada lokasi spesifik, yaitu pada bagian luar permukaan akar dan bagian dalam dari akar), sehingga disebut PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan umumnya menguntungkan pertumbuhan tanaman.

Bakteri *B. subtilis* juga dapat digunakan sebagai agensia hayati untuk mengendalikan penyakit tular tanah, dan dapat mengurangi penyakit rebah kecambah pada beet gula (Dunleavy, 1955). Komersialisasi *Bacillus* selain di China dan Rusia, juga dilakukan di USA oleh Gustafson, Inc. mulai tahun 1985. Pada musim tanam 1996, hampir 5 juta ha pertanaman diaplikasikan dengan *B. subtilis* strain A-13 untuk mengatasi penyakit yang disebabkan oleh *Rhizoctonia*, *Pythium* dan *Fusarium*, dan dapat meningkatkan massa akar dan ketegaran tanaman (Backman *et al.* 1997).

Benih jagung yang diinokulasi dengan *B. subtilis* dapat mengendalikan layu bibit jagung sebaik penggunaan Captan dan Thiram yang disebabkan oleh *Fusarium roseum* var *graminis*. Broadbent *et al.* (1971) menggunakan *B. subtilis* pada tanah yang telah diperlakukan dengan uap panas guna mereduksi penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *R. solani* dan *Phytium ultimatum*. Uthkede dan Rahe (1980) menyatakan bahwa *B. subtilis* mampu melindungi tanaman apel dari serangan *Phytophthora cactorum* penyebab penyakit busuk coklat.

Keunggulan *Bacillus* dibanding dengan bakteri lain adalah kemampuannya menghasilkan endospora yang tahan terhadap panas atau dingin, juga terhadap pH yang ekstrim, pestisida, pupuk dan waktu penyimpanan. *Bacillus* merupakan salah satu genus yang sangat penting untuk pengendalian hayati pada permukaan daun, di samping untuk penyakit pada perakaran maupun penyakit pasca panen. Bakteri ini sangat berpotensi, karena mudah diformulasikan dan relatif dapat mengkolonisasi berbagai spesies tanaman (Backman *et al.* 1997).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Percobaan dilaksanakan di lahan pertanian Politeknik Jember yaitu tanah bekas tanaman kedelai. Percobaan dimulai bulan April 2001 sampai Oktober 2001.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan : timbangan analitis, timbangan kasar, cawan petri, tabung reaksi, pipet ukur, water bath, laminary flow, jarum ose, jarum preparat, mikroskop, autoklaf, kompor.

Bahan yang digunakan : benih kedelai varietas Wilis, air suling, air suling steril, pupuk UREA dan TSP, biakan murni *R. solani*, biakan murni bakteri *P. fluorescens* (koleksi Ir. Abdul Majid,MP) dan *B. subtilis* (koleksi Ir. Paniman Ashna Mihadjo), media biakan bakteri dan jamur, alkohol, kapas, spirtus, label.

3.3 Metode Percobaan

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, dengan dua faktor, yaitu faktor macam antagonis (A) dan faktor frekuensi aplikasi bakteri antagonis (B). Faktor A terdiri dari empat aras, yaitu tanpa bakteri (A0), bakteri *P. fluorescens* (A1), bakteri *B. subtilis* (A2), dan kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* (A3). Faktor B terdiri dari tiga aras, yaitu aplikasi bakteri antagonis satu kali (B1), aplikasi bakteri antagonis dua kali (B2), dan aplikasi bakteri antagonis tiga kali (B3). Kombinasi perlakuan (AB) diulang sebanyak tiga kali.

Kombinasi perlakuannya sebagai berikut :

- | | | | |
|---------|---------|---------|----------|
| 1. A0B1 | 4. A1B1 | 7. A2B1 | 10. A3B1 |
| 2. A0B2 | 5. A1B2 | 8. A2B2 | 11. A3B2 |
| 3. A0B3 | 6. A1B3 | 9. A2B3 | 12. A3B3 |

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Pengadaan isolat *R. solani*

Isolasi menggunakan cara (Sandra dan Pura, 1985) dan Tuite (1969). Isolasi dilakukan pada bagian pangkal batang yang menunjukkan gejala sakit. Bagian permukaan pangkal batang yang terinfeksi dibersihkan dengan alkohol 70%. Bagian tanaman yang terletak di antara bagian yang sakit dan yang sehat dipotong dengan ukuran 2-3 mm². Potongan-potongan jaringan tanaman tersebut dicuci dengan Aquades steril. Potongan-potongan tersebut kemudian diambil dan di letakkan pada kertas blotting steril atau tisu steril. Jaringan tanaman tersebut kemudian ditanam pada media PDA dalam cawan petri masing-masing empat potong dengan jarak yang sama. Cawan petri diinkubasikan pada suhu kamar. Setelah misellium jamur tumbuh pada potongan-potongan bahan tersebut segera dilakukan identifikasi *R. solani* menurut Semangun (1990). Setelah mendapatkan jamur yang dimaksud kemudian memperbanyak dan membuat stok.

3.4.2 Perbanyak isolat bakteri antagonis

Perbanyak isolat murni *P. fluorescens* dilakukan dengan cara ; mengambil satu ose kemudian menggosokkan pada media king's B dan *B. subtilis* menggosokkan pada media NA yang telah dipadatkan dalam cawan petri, setelah diinkubasikan selama kurang lebih 24 jam, bakteri dapat digunakan.

3.4.3 Pengujian Sifat Bakteri Antagonis di Lapang

a. Persiapan petak penanaman kedelai di lapangan

Tanah untuk penanaman adalah tanah bekas tanaman kedelai yang secara alami diperkirakan telah mengandung *R. solani*. Petak penanaman kedelai setiap perlakuan berukuran 1 x 2 meter, untuk 20 lubang tanaman (3 biji/lubang).

Sebelum di tanam, tanah terlebih dahulu di bersihkan dari gulma dan diolah hingga gembur.

b. Pelaksanaan aplikasi

Setelah siap untuk tanam, tanah dilembabkan dengan menyiram air secukupnya, kemudian tanah diinokulasi dengan bakteri 3×10^7 cfu/ml sebanyak 500 ml pada setiap petak penanaman. Aplikasi bakteri dilakukan sebelum tanam kedelai dengan frekuensi sesuai dengan perlakuan, yaitu sebanyak satu kali, dua kali, dan tiga kali dengan interval waktu lima hari sekali. Inokulasi sklerotia *R. solani* diberikan bersamaan dengan aplikasi bakteri yang terakhir, yaitu lima hari sebelum penanaman benih kedelai. Inokulasi dilakukan dengan menyebarkan satu kg tanah yang telah diinfestasikan dengan 1000 sklerotia pada setiap petak penanaman.

c. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman untuk mencukupi kebutuhan air dengan menggunakan air bersih, penyiangan gulma dan penggemburan tanah apabila perlu dilakukan, pemupukan dengan pupuk UREA 1,6 gram per petak (200 kg/ha) diberikan 2 kali, 0,8 gram satu minggu setelah tanam dan 0,8 gram tiga minggu setelah tanam; TSP 2,4 gram per petak (300 kg/ha) dengan cara membenamkan pupuk tersebut dalam tanah.

3.4.4 Pengamatan

a. Waktu inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dimulai sejak inokulasi sampai timbul gejala penyakit dari masing-masing gejala pada tanaman kedelai.

b. Penyakit busuk benih

Pengamatan dilakukan satu minggu setelah tanam, yaitu dengan menghitung benih yang busuk atau tidak tumbuh. Intensitas penyakit dihitung berdasarkan rumus :

$$Ti = \frac{a}{b} \times 100 \% \text{ (Sastrahidayat, 1998)}$$

Ti = persentase serangan

a = jumlah benih yang terserang

b = jumlah semua benih yang diamati

c. Penyakit damping off

Pengamatan dilakukan mulai tanaman berumur tujuh hari setelah tanam (hst) sampai 28 hst dengan interval waktu tujuh hari sekali. Intensitas penyakit dihitung berdasarkan rumus :

$$Ti = \frac{a}{b} \times 100 \% \text{ (Sastrahidayat, 1998)}$$

- Ti = persentase serangan
- a = jumlah bibit yang terserang
- b = jumlah bibit yang diamati

d. Penyakit hawar daun

Pengamatan dilakukan sejak timbulnya gejala penyakit hingga tanaman berumur 60 hst. Intensitas penyakit dihitung berdasarkan rumus:

$$I = \frac{(n \times v)}{Z \times N} \times 100 \% \text{ (Sastrahidayat, 1998)}$$

- I = intensitas serangan
- n = jumlah daun dari setiap kategori serangan
- v = nilai skala dari setiap kategori serangan
- Z = nilai serangan dari kategori tertinggi
- N = jumlah seluruh daun yang diamati

Kategori :

<u>Skala / numerik</u>	<u>Kriterium</u>
0	tidak ada gejala
1	terdapat bercak < 10 % menutup luas permukaan daun
2	bercak 10 – 25 % menutup luas permukaan daun
3	bercak 25 – 50 % menutup luas permukaan daun
4	bercak 50 – 75 % menutup luas permukaan daun
5	bercak > 75 % menutup luas permukaan daun.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. *P. fluorescens* dan *B. subtilis* serta kombinasi dari kedua bakteri tersebut dapat menekan pertumbuhan *R. solani* secara *in vivo*.
2. Bakteri antagonis yang diaplikasikan secara bersamaan dengan aplikasi sebanyak tiga kali memberikan hasil yang paling efektif dalam menekan penyakit Rhizoctonia pra tumbuh atau busuk benih, pasca tumbuh (*damping off*) dan hawar daun.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan konsentrasi dan aplikasi bakteri antagonis (*P. fluorescens* dan *B. subtilis*) lebih banyak lagi sehingga didapatkan konsentrasi yang paling baik dan efektif menekan perkembangan jamur *R. solani* pada tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J., and C.M. Mims, 1979. *Introductory of Mycology*. John Wiley and Sons. New York. 632 p
- Anonim, 1975, Compedium of soybean diseases, *The American Phytopathological Society*, Minnesota. 69 p
- _____, 1990, *Petunjuk Bergambar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Kedelai di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor, Bogor. 115 p
- _____, 1992, *Penyakit Utama Kedelai*, Media Pesticida, Jakarta. 62 (2) : 25-29 p
- _____, 1993, *Kedelai*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor, Bogor. 509 p
- Arshad, M dan W.T. Frankenberger Jr., 1993, Microbial production of plant growth regulation in soil. *Microbial Ecology*, Metting Jr. E. E. (ed). Marcel Dekker Inc. New York. 307 - 308 p
- Backman, P.A., Wilson M. dan Murphy, J.F., 1997, Effect of *Bacillus* spp. on increased growth of seedlings in steamed and nontreated soil. *Phytopathology*. 67, 1027 p
- Baker K. dan Cook R. J., 1974, The nature and practice of biological control of plant pathogens, *American Phytopathology*, Soc, St. Paul, Minnnesota. 25-30 p
- Burpee, L., dan Bruce, M., 1992, Biology of *Rhizoctonia* spesies associated with turf grasses, *Plant Diseases*. 76 (2): 112-117 p
- Butler, E.E., dan Bracker, C.E., 1970, Morphology and cytology of *Rhizoctonia solani*. In J.R. Parneter Jr. (ed). *Rhizoctonia: Biologi and Pathology*, University of California Press. 32-65 p
- Broadbent, P., K.F. Baker, Y. Waterworth. 1971. Bacteria actinomycetes antagonist to fungal root pathogen in Australia. *Soil Austral. Jour. Biol. Sci.* 24 : 925-944 p
- Cook, R.J., 1994, Problems and progress in the biological control of wheat take-all. *Plant Pathology*. 43, 429 p

- Djatnika, I., 1998, Pengaruh *Pseudomonas fluorescens* migula terhadap patogenisitas *Fusarium oxysporum* schlecht pada tanaman krisan. *Jour. Hort.* 8 (1): 1014-1020 p
- Domsch, K.H., W. Gams dan Anderson, 1980, *Compendium of Soil Fungi*, Academic Press, London. 859 p
- Dunleavy, J., 1955, control of *Damping-off* of sugar bit by *Bacillus subtilis*. *Phytopathology*. 45, 252 p
- Dwijoseputro, D., 1978, *Pengantar Mikologi Tumbuhan*, Gramedia. Jakarta. 312 p
- Gells, F.P. dan S. Schippers, 1983, Selection of antagonistic fluorescent *Pseudomonas* spp. and their root colonization an persistence following treatment seeds potatoes. *Phytopath. Z.* 108 : 193-206 p
- Hu, X. dan G. L. Boyer, 1996, Siderophore-mediated aluminium uptake by *Bacillus megaterium* ATCC 19213. *Appl. Environ. Microbial.* 62: 4044-4048 p
- Janisiewicz, W.J. and J. Roitman. 1988. Biological control of blue mold and gray mold on apple and pear with *Pseudomonas capacia*. *Phytopathology*. 78 : (12) 1697 – 1700 p
- Liu, L., J.W. Kleopfer dan S. Tuzun, 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. No. 1: 1064 p
- Modjo, H.s., 1991, Penanggulangan patogen yang ditularkan lewat tanah, Makalah yang disampaikan dalam *Diskusi Tembakau Cerutu V*, Balittas, Malang. 1-17 p
- Mulya, K. 2000. Potensi bakteri antagonis dalam menekan perkembangan penyakit layu bakteri jahe. *Jurnal Hortikultura* (vol. 6) 37 – 43 p
- Oedjtjono, 1993, Isolasi dan deteksi metabolit sekunder *Pseudomonas fluorescens* yang menghambat pertumbuhan mikroba patogen. *Laporan Hasil Penelitian Fakultas Biologi Universitas Jenderal Sudirman*. Purwokerto. 4-10 p
- Ogosi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn and their perfect stages. *Rev. Plant Protec. Res.* 8: 93-103 p

- Phae, C.G., M. Shoda, dan K. Usiyama. 1992. Biological control of crown and root and bacterial wilt of tomato by *Bacillus subtilis* and B.22. *Ann Phytopatology*. Japan. 58: 329-339 p
- Rina, Z., 1993, Penerapan salah satu konsep pengendalian hama terpadu (PHT) dalam menekan penyakit rebah kecambah. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. *FKSMPPI VII*. Malang. 20 p
- Rigle, J.H. and J. Klos, 1972, Relationship *Erwinia herbicola* to *Erwinia amylovora*. *Can. Jour. Bot.* 50: 1077-1083 p
- Rohman, F., 2001, Efektifitas *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah (*Gloeosporium piperatum* Ell. Et Ev), *Skripsi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember*. 19-21 p
- Rukmana, R., dan Yuniarsih, Y., 1995, *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen*, Kanisius, Jakarta. 68-69 p
- Sandra, S. L. Liao and Pura J. Lastimosa, 1985, *Research Techniques In Crops*. PCARRD, Los Banos Laguna, Philipines. 512 p
- Sastrahidayat, I.R., 1998, *Pemuntun Praktikum Pengendalian Hama Terpadu*. Universitas Brawijaya. Program Pasca Sarjana. 1-24 p
- Semangun, H., 1990, *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 848p
- Sinaga, M. S. 1997. Agens antagonis dari penyebab penyakit pada tanaman cabai merah, *Departemen Pertanian Direktorat Bina Perlindungan Pedoman Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Bogor. 28 p
- Schroth and J.G. Hancock, 1982. Diseases suppressive soil and root colonizing bacteria, *Science*. 376-381 p
- Sudjono, S. M., A. Amir dan R. Martoatmodjo, 1993, *Penyakit Kedelai dan Penanggulangannya*. Bp3 Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. 509 p
- Tuite, J. 1969, *Plant Pathological Methods Fungi and Bacteria*, Burgess Publishing Company Mineapolis. 239 p
- Tjahjono, B., 2000. Bacteri untuk pengendalian hayati penyakit tanaman dalam *Makalah Seminar Sehari PFI*. Malang. 4-6 p
- Uthkede, R.S and J.E.Rahe, 1980, Biological control of union white rot. *Soil Biochemistry*. 12: 101-104 p

- Wakimoto, S;Kazuyuki, H;Kenichi, T; Yoshiyuki, K;Narito, F and Nobuaki, M, 1986, Production of antibiotics by plant pathogenic *Pseudomonads*. *Annals of the Phytopatological Society of Japan*. 52: (5) 835-842 p
- Weller, D.M., 1988, Biological control of soil-borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26, 379 p
- Widiyastuti, D.R., dan T. Arwiyanto, 2001, Pencirian *Pseudomonas fluorescens* agensia pengendalian hayati layu bakteri, *Seminar Regional V Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komda Jateng dan DIY*, 3 Februari 2001, Universitas Wangsa Manggala, Yogyakarta. 7-9 p



LAMPIRAN

Lampiran 1. Sidik Ragam Pra Tumbuh Pengamatan ke-4 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	12,16884	6,08442	3,085987	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	1360,07536	123,64321	62,711212	**	2,26	3,18
Faktor A	3	1097,65803	365,88601	185,575530	**	3,05	4,82
Faktor B	2	234,47717	117,23859	59,462817	**	3,44	5,72
Interaksi AB	6	27,94016	4,65669	2,361851	ns	2,55	3,76
Galat	22	43,37583	1,97163				
Total	35	1415,62003					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 7,582%

Lampiran 2. Sidik Ragam Pasca Tumbuh Pengamatan ke-7 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Kelompok	2	0,36244	0,18122	0,181310	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	1260,13612	114,55783	114,615340	**	2,26	3,18
Faktor A	3	944,82432	314,97477	315,132898	**	3,05	4,82
Faktor B	2	288,83884	144,41942	144,491921	**	3,44	5,72
Interaksi AB	6	26,37296	4,39549	4,397700	**	2,55	3,76
Galat	22	21,98896	0,99950				
Total	35	1282,48752					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 6,550%

Lampiran 3. Sidik Ragam Pasca Tumbuh Pengamatan ke-14 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	2,05672	1,02836	4,131700 *	3,44	5,72
Perlakuan	11	943,99830	85,81803	344,796528 **	2,26	3,18
Faktor A	3	734,96110	244,98703	984,299932 **	3,05	4,82
Faktor B	2	175,11095	87,55547	351,777182 **	3,44	5,72
Interaksi AB	6	33,92625	5,65438	22,717941 **	2,55	3,76
Galat	22	5,47568	0,24889			
Total	35	951,53070				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 3,752%

Lampiran 4. Sidik Ragam Pasca Tumbuh Pengamatan ke-21 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0,27905	0,13953	0,405720 ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	1253,72867	113,97533	331,425097 **	2,26	3,18
Faktor A	3	1106,96393	368,98798	1072,967920 **	3,05	4,82
Faktor B	2	86,55447	43,27723	125,844434 **	3,44	5,72
Interaksi AB	6	60,21027	10,03504	29,180573 **	2,55	3,76
Galat	22	7,56568	0,34389			
Total	35	1261,57340				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 4,888%

Lampiran 5. Sidik Ragam Pasca Tumbuh Pengamatan ke-28 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0,47712	0,23856	0,310556 ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	1756,03777	159,63980	207,819834 **	2,26	3,18
Faktor A	3	1606,14854	535,38285	696,963895 **	3,05	4,82
Faktor B	2	76,30412	38,15206	49,666528 **	3,44	5,72
Interaksi AB	6	73,58511	12,26418	15,965572 **	2,55	3,76
Galat	22	16,89962	0,76816			
Total	35	1773,41450				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 8,241%

Lampiran 6. Sidik Ragam Hawar Daun Pengamatan ke-43 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0,00402	0,00201	0,293053 ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	13,49150	1,22650	178,721629 **	2,26	3,18
Faktor A	3	12,60848	4,20282	612,422248 **	3,05	4,82
Faktor B	2	0,82507	0,41254	60,113446 **	3,44	5,72
Interaksi AB	6	0,05795	0,00966	1,407382 ns	2,55	3,76
Galat	22	0,15098	0,00686			
Total	35	13,64650				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 5,413%



Lampiran 7. Sidik Ragam Hawar Daun Pengamatan ke-50 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0,05562	0,02781	0,440860 ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	26,92326	2,44757	38,798665 **	2,26	3,18
Faktor A	3	24,99966	8,33322	132,097519 **	3,05	4,82
Faktor B	2	1,59149	0,79574	12,614078 **	3,44	5,72
Interaksi AB	6	0,33211	0,05535	0,877433 ns	2,55	3,76
Galat	22	1,38784	0,06308			
Total	35	28,36672				

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 10,655%

Lampiran 8. Sidik Ragam Hawar Daun Pengamatan ke-57 Hari Setelah Tanam

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0,01709	0,00854	0,122890 ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	45,29156	4,11741	59,218420 **	2,26	3,18
Faktor A	3	39,42528	13,14176	189,010384 **	3,05	4,82
Faktor B	2	4,11721	2,05860	29,607705 **	3,44	5,72
Interaksi AB	6	1,74908	0,29151	4,192677 **	2,55	3,76
Galat	22	1,52964	0,06953			
Total	35	46,83830				

Keterangan :
 ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata
 cv 7,284%