

**PENGARUH ISOLAT ALAMI *Pseudomonas fluorescens*
PADA BEBERAPA TINGKAT PENGENCERAN
TERHADAP JAMUR *Sclerotium rolfsii* PENYEBAB
PENYAKIT LAYU PADA KEDELAI (*Glycine max* (L) Merrill).**

SKRIPSI

Oleh:

KHUSNUN NASIKHAH

NIM : 03520017



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2008**

**PENGARUH ISOLAT ALAMI *Pseudomonas fluorescens*
PADA BEBERAPA TINGKAT PENGENCERAN
TERHADAP JAMUR *Sclerotium rolfsii* PENYEBAB
PENYAKIT LAYU PADA KEDELAI (*Glycine max* (L) Merrill).**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

Universitas Islam Negeri Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)

Oleh:

Khusnun Nasikhah

Nim : 03520017

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2008**

**PENGARUH ISOLAT ALAMI *Pseudomonas fluorescens*
PADA BEBERAPA TINGKAT PENGENCERAN
TERHADAP JAMUR *Sclerotium rolfsii* PENYEBAB
PENYAKIT LAYU PADA KEDELAI (*Glycine max* (L) Merrill).**

SKRIPSI

Oleh:
KHUSNUN NASIKHAH
NIM : 03520017

Telah disetujui oleh :

Dosen pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing Agama

Evika Sandi Savitri,MP
NIP : 150 324 253

Ir. Mudji Rahaju, MS
NIP : 080 067 923

Munirul Abidin,M.Ag
NIP : 150 321 634

Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si
NIP: 150 229 505

**PENGARUH ISOLAT ALAMI *Pseudomonas fluorescens*
PADA BEBERAPA TINGKAT PENGENCERAN
TERHADAP JAMUR *Sclerotium rolfsii* PENYEBAB
PENYAKIT LAYU PADA KEDELAI (*Glycine max* (L) Merrill).**

SKRIPSI

**Oleh:
KHUSNUN NASIKHAH
NIM : 03520017**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)

Tanggal :

Susunan Dewan Penguji :

Tanda Tangan

- | | | |
|------------------|--|-----|
| 1. Penguji Utama | : Ir. Mudji Rahaju, MS
NIP : 080 067 923 | () |
| 2. Ketua | : Dra. Ulfah Utami, M. Si
NIP : 150 291 272 | () |
| 3. Sekretaris | : Evika Sandi Savitri, MP
NIP : 150 324 253 | () |
| 4. Anggota | : Munirul Abidin, M. Ag.
NIP : 150 321 634 | () |

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi**

**Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si
NIP: 150 229 505**

MOTTO

أَطْلُبُوا لَعَلَّكُمْ مِنْ أَلَمِهِ إِلَى أَلَمِهِ

Artinya :

“ Tuntutlah ilmu sejak dari ayunan sampai liang lahat “

“Ilmu adalah mutiara kebahagiaan

Berjuang adalah singgasana menuju cita-cita dan harapan

Belajar adalah jembatan untuk menambah pengetahuan

Tiada kebahagiaan tanpa adanya perjuangan”

LEMBAR PERSEMBAHAN

*Skripsi Ini Ku Persembahkan Untuk Abahku (KH Syafi'i Cholil)
yg selalu aku hormati, dan Ibuku (Hj Zubaidah) yg selalu aku rindukan
dimanapun aku berada. Terima kasih untuk curahan kasih, sayang dan do'a
yang tiada hentinya. Ridha kalian yang aku harap.*

*Saudara-Saudaraku (Neng Iril, Neng Zaim, Mas Toha, Neng Evi,
Neng Ica, dan adik semata wayangku tersayang -Ikho-)
kalian semua selalu ada di hati adikmu yg manja ini.*

*Keponakanku (Didin, Pang dan ndundung),
Khola berdo'a semoga kalian menjadi putra yang sholeh dan bisa dibanggakan.*

*Saudara2ku d kos KeRe 30, Novi -my roommate yg selalu beresin kamar-,
Ye2n -jgn bersemedi terus dunk!- Fatma, -mencapai cita2 tidak harus
mengorbankan yang sudah ada-. Ratna -tetap semangat sayang-, Nana -
jangan tunda kerjaan, cepetan mandi!-, Shofa -berpuas diri menambah
syukur-, Dian -kutunggu kabar baik darimu dan Sas-, Farid -kapan menyusul
jejak Dian-, dan adik2 semua,
-perjalanan masih panjang, yg sabar dg kondisi kos kita ya!- 4 tahun sudah kita
membangun kenangan bersama tanpa adanya TV. Hiks...*

*Rekan-rekan di HPT. Mas Zuhri, Mas Udin, Mb Gilang, Mb Ari, Mb
Mamik dan Mb Alif, tanpa bantuan kalian, aku tidak tahu kemana arah
skripsiku, thanx untuk buku, jurnal, diktat dan semua sarannya serta
penguatan. Jangan bosan-bosan memotivasi aku.*

*Temen2 biologi 2003, menuntut ilmu dan menjalani kuliah dg kalian membuat
hari2 cepat berlalu dengan indah. Spesial to Sari -cepatan nikah-,
Haryo&Husen -berjuang itu butuh pengorbanan-, Ayu -yg sabar dengan
anak didiknya ya!-, Rahma -hidup itu memang penuh dg warna jadi badai
pasti berlalu-, Nanang -jgn cuek gitu dunk!-
G-BAB semangat! Chayo...*

*Untuk seseorang yg dari tulang rusuknya aku tercipta. Untukmu kujaga diri
dan kehormatanku. Semoga kita bersatu dalam cinta-Nya.*

*Semoga Rahmat Allah Senantiasa Tercurah Kepada Kita Semua
Amienn.....*

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). penulis menyadari banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, utamanya kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, S.U., DSc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Malang.
4. Evika Sandi Savitri, MP, Ir. Mudji Rahaju, MS. dan Munirul Abidin, M. Ag. Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membimbing dan memberi masukan dalam penyelesaian laporan ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk kita semua.

Malang, Januari 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN MOTTO	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Hipotesis Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Batasan Masalah	7
 BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Deskripsi Botani Tanaman Kedelai	8
2.2 Penyakit Layu	9
2.2.1 Klasifikasi <i>Sclerotium rolfsii</i>	9
2.2.2 Gejala Penyakit <i>Sclerotium rolfsii</i> Pada Kedelai	10
2.2.3 Morfologi <i>Sclerotium rolfsii</i>	10
2.2.4 Kerugian yang disebabkan <i>Sclerotium rolfsii</i>	11
2.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Daya Hidup <i>Sclerotium rolfsii</i>	11
2.2.6 Macam-Macam Pengendalian Penyakit Layu <i>Sclerotium rolfsii</i>	11
2.2.7 Dampak Negatif Penggunaan Fungisida.....	12
2.3 Pengendalian Hayati dengan Menggunakan <i>P.fluorescens</i>	13
2.3.1 Klasifikasi <i>P.fluorescens</i>	14
2.3.2 Morfologi dan Sifat <i>P.fluorescens</i>	14
2.3.3 Ekologi <i>P.fluorescens</i>	15
2.3.4 Mekanisme Penghambatan <i>P.fluorescens</i>	15
2.4 Kajian KeIslaman.....	17

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3 Variabel Analisis	20
3.4 Obyek Penelitian	21
3.5 Alat dan Bahan	21
3.6 Prosedur Kerja	22
3.6.1 Sterilisasi Alat	22
3.6.2 Pembuatan Media	22
3.6.3 Penelitian Di Laboratorium	23
3.6.4 Penelitian Di Rumah Kaca	25

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	30
4.1.1 Uji Daya Hambat <i>P.fluorescens</i> Terhadap Jamur <i>S. rolfsii</i> secara <i>in vitro</i>	30
4.1.2 Pengaruh Tingkat Pengenceran <i>P.fluorescens</i> Terhadap Jamur <i>S. rolfsii</i> secara <i>in vivo</i> di Rumah Kaca	32
4.2 Pembahasan	35
4.2.1 Uji Daya Hambat <i>P.fluorescens</i> Terhadap Jamur <i>S. rolfsii</i> secara <i>in vitro</i>	35
4.2.2 Pengaruh Tingkat Pengenceran <i>P.fluorescens</i> Terhadap Jamur <i>S. rolfsii</i> secara <i>in vivo</i>	37
4.3 Pembahasan Penelitian Prespektif Islam	43

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA	49
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	53
-----------------------	-----------

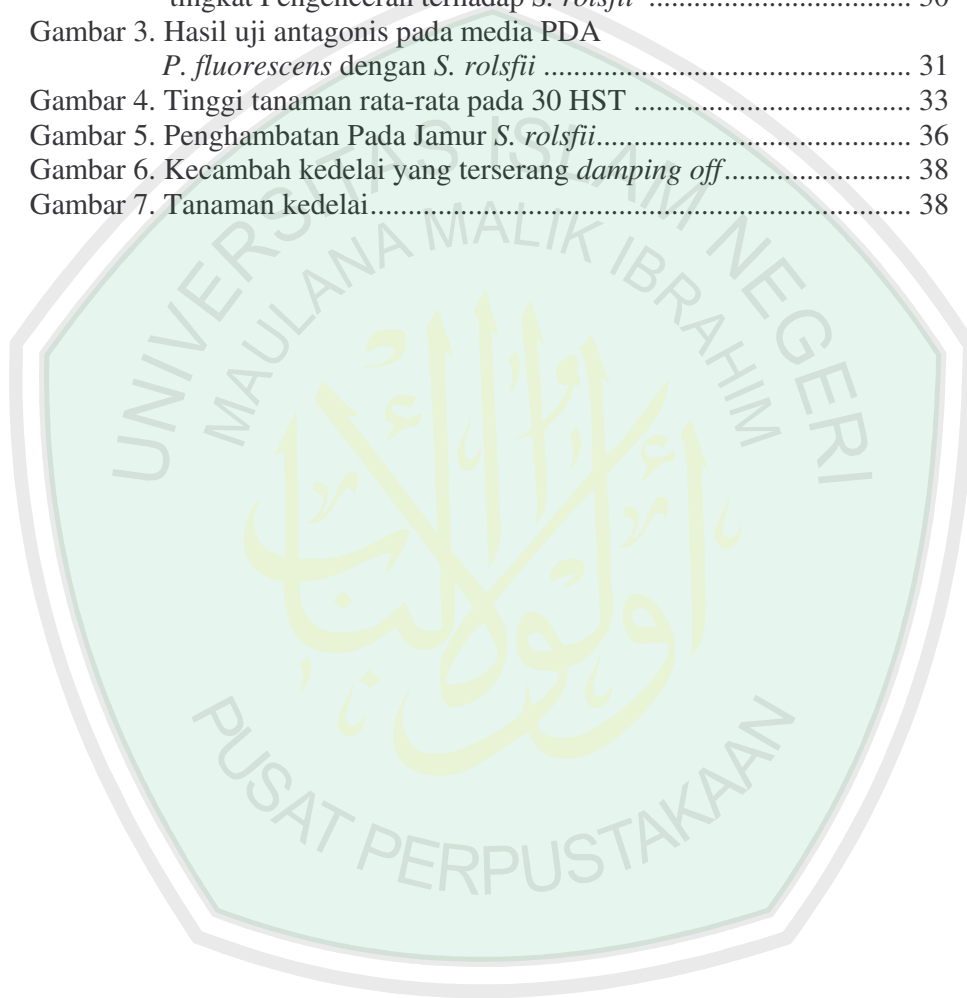
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Rerata persentase penyakit layu pada Kedelai di rumah kaca	32
Tabel 2. Rerata berat kering brangkasan pada 30 HST.....	34



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Cara pengukuran koloni <i>S. rolsfii</i>	25
Gambar 2. Rata-rata daya hambat <i>P.fluorescens</i> pada beberapa tingkat Pengenceran terhadap <i>S. rolsfii</i>	30
Gambar 3. Hasil uji antagonis pada media PDA <i>P. fluorescens</i> dengan <i>S. rolsfii</i>	31
Gambar 4. Tinggi tanaman rata-rata pada 30 HST	33
Gambar 5. Penghambatan Pada Jamur <i>S. rolsfii</i>	36
Gambar 6. Kecambah kedelai yang terserang <i>damping off</i>	38
Gambar 7. Tanaman kedelai.....	38



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Deskripsi Kedelai Varietas Sinabung	53
Lampiran 2. Perhitungan Analisis Varian ANOVA.....	54
Lampiran 3. Denah Tanam Di Rumah Kaca	64
Lampiran 4. Jadwal Kerja	65
Lampiran 5. Gambar Alat dan Bahan Penelitian.....	66



ABSTRAK

Nasikhah, Khusnun. 2008. **Pengaruh Isolat Alami *Pseudomonas fluorescens* Pada Beberapa Tingkat Pengenceran Terhadap Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Layu Pada Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill).**

Pembimbing : Evika Sandi Savitri, MP., Ir. Mudji Rahaju, MS, dan Munirul Abidin, M.Ag.

Kata Kunci : Tingkat pengenceran, *P. fluorescens*, *S. rolfsii*, Kedelai

Kedelai memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak yang mengandung protein nabati tinggi. Pada tahun 1990 konsumsi kedelai dalam negeri tercatat 1,9 ton sedangkan produksi hanya mencapai 1,1 ton. Salah satu penyebab rendahnya produksi adalah adanya serangan penyakit layu oleh *S. rolfsii*. Penyakit ini sering ditemukan pada tanaman kedelai baik lahan kering, tadah hujan maupun pasang surut dengan intensitas serangan sebesar 5-55%. Tingkat serangan lebih dari 5% di lapang sudah dapat merugikan secara ekonomi. Hal ini menunjukkan bahwa produksi kedelai nasional tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen yang semakin meningkat, sehingga masih perlu ditutup dengan impor.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) pada tingkat pengenceran berapa bakteri *P. fluorescens* paling menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* secara *in vitro* (2) pada tingkat pengenceran berapa bakteri *P. fluorescens* paling mempengaruhi pertumbuhan *S. rolfsii* pada kedelai secara *in vivo*. Penelitian dilakukan mulai bulan September 2007 sampai Nopember 2007. Percobaan terdiri dari 2 kegiatan yaitu *in vitro* dan *in vivo*. Pertama, penelitian *in vitro* yaitu uji daya antagonisme bakteri *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolfsii* secara *in vitro* pada media PDA, percobaan dilakukan di laboratorium bakteriologi BALITKABI Malang, menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan dan 5 perlakuan yang terdiri dari 4 tingkat pengenceran (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dan 10^{-7}) dan kontrol tanpa *P. fluorescens*. Kedua, penelitian *in vivo* dilakukan di rumah kaca dengan parameter pengamatan persentase penyakit, tinggi tanaman dan berat kering brangkas tanaman. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 ulangan dan 6 perlakuan yang terdiri dari 4 tingkat pengenceran (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dan 10^{-7}), kontrol tanpa *P. fluorescens* dan kontrol tanaman sehat tanpa jamur *S. rolfsii* dan bakteri *P. fluorescens*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pengenceran isolat bakteri *P. fluorescens* berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *S. rolfsii* secara *in vitro*, hasil uji daya antagonis didapatkan *P. fluorescens* dengan tingkat pengenceran 10^{-5} mampu menekan pertumbuhan *S. rolfsii* sampai 62,66%. Pada percobaan secara *in vivo*, persentase serangan terendah pada pengamatan terakhir (28 HST) adalah 37,02% pada tingkat pengenceran 10^{-6} , tinggi tanaman tidak mengalami perbedaan nyata secara statistik dan berat kering brangkas terbesar adalah 1,23 gram pada tingkat pengenceran 10^{-4} .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sesungguhnya Allah menciptakan kekayaan alam ini diperuntukkan manusia. Semua yang diciptakan Allah mempunyai fungsi dan tujuan. Bukan sia-sia Allah menjadikan lautan yang terhampar luas yang memudahkan untuk dilayari dan dipenuhi berbagai jenis ikan yang indah dan segar untuk dinikmati dagingnya. Penuh juga dengan berbagai kekayaan alam lainnya. Semua itu diperuntukkan bagi manusia, bukan tak bermakna, tetapi penuh makna, yaitu agar manusia menikmati dan memanfaatkan kekayaan bumi ini yang demikian banyak itu dengan sebaik-baiknya. Bukan untuk dikuras habis tanpa rasa tanggung jawab dalam memelihara dan melestarikan kekayaan alam tersebut.

Allah SWT berfirman dalam Al Qur'an surat Ali Imron: 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka.”

Dari firman Allah ini, terdapat perintah Allah kepada manusia yang telah diberi akal untuk meneliti dan mengkaji segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi, karena tidak ada hasil ciptaan Allah yang sia-sia. Semua ciptaan Allah memiliki manfaat dan harus dimanfaatkan. Salah satu ciptaan Allah yang bermanfaat bagi manusia adalah tanaman. Allah berfirman dalam surat An-Nahl ayat 11.

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”.

Kedelai merupakan salah satu ciptaan Allah yang banyak dimanfaatkan manusia sebagai bahan makanan. Kedelai mengandung sumber protein yang penting untuk mencukupi kebutuhan gizi masyarakat. Tanaman kedelai sebagai sumber bahan pangan nabati mempunyai kandungan protein 35-34% (Somaatmadja, 1993).

Produksi kedelai saat ini belum dapat mencukupi permintaan kedelai di Indonesia sehingga tanaman palawija ini perlu ditingkatkan produksinya karena memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak yang mengandung protein nabati tinggi.

Danarti dan Najianti (1997) menambahkan, kebutuhan kedelai terus meningkat tiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kenaikan konsumsi ini tidak dapat dikejar oleh produksi kedelai dalam negeri sehingga masih harus ditutup dengan impor. Pada tahun 1990 konsumsi kedelai dalam negeri tercatat 1,9 ton sedangkan produksi hanya mencapai 1,1 ton.

Salah satu penghambat dalam peningkatan produksi kedelai adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen. Jamur merupakan patogen terpenting karena jumlahnya yang sangat banyak dan beberapa jenis jamur menjadi patogen pada beberapa komoditas pertanian (Martoredjo, 1984). *S. rolfsii* merupakan salah satu jamur patogen, jamur tersebut merupakan penyebab penyakit layu.

Menurut Widodo (1986), penyakit layu dapat menyebabkan tanaman kedelai menjadi layu karena jaringan pembuluh sebagai tempat penyaluran unsur hara dirusak oleh jamur patogen.

Menurut Semangun (1991), penyakit yang disebabkan oleh *S. rolfsii* merupakan penyakit potensial pada tanaman kedelai karena tanaman yang terserang akan mati dan patogen dapat bertahan lama di dalam tanah dalam bentuk sklerotia. Penyakit ini sering ditemukan pada tanaman kedelai baik lahan kering, tadah hujan maupun pasang surut dengan intensitas serangan sebesar 5-55%. Tingkat serangan lebih dari 5% di lapang sudah dapat merugikan secara ekonomi, tanaman kedelai yang terserang hasilnya akan rendah atau sama sekali gagal panen (Budiman dan Tamrin, 1997).

Pengendalian jamur patogen yang banyak digunakan adalah dengan cara kimia yaitu fungisida. Tetapi terhadap penyakit *S. rolfsii* pada tanaman kedelai, pengendalian secara kimia belum dilakukan karena pertimbangan harga fungisida. Pengendalian hayati mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai alternatif pengendalian penyakit tular tanah (Semangun, 1995 **dalam** Rahaju, 2006).

Pengendalian penyakit tanaman telah banyak dilakukan dengan berbagai cara. Cara pengendalian yang saat ini sedang dikembangkan dan merupakan alternatif yang aman dibandingkan dengan menggunakan cara kimia adalah mengendalikan secara hayati dengan menggunakan mikroorganisme antagonis. Menurut Hasanuddin (2003), mikroorganisme yang bersifat antagonis mempunyai pengaruh berlawanan terhadap mikroorganisme patogenik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai suatu komponen dalam upaya pengendalian.

Menurut Martoredjo (1992), pengendalian hayati untuk penyakit tanaman biasanya lebih ditekankan pada penggunaan antagonis yang dapat berupa persaingan atau peracunan. Salah satu mikroorganisme antagonis yang diteliti secara intensif dan berpotensi besar untuk pengendalian beberapa penyakit adalah bakteri *P. fluorescens* (Hasanuddin, 2003).

Cara pengendalian biologi perlu dipertimbangkan untuk menekan perkembangan penyakit layu. Pengendalian penyakit layu dengan menggunakan mikroorganisme belum banyak dilakukan di Indonesia, karena masih terbatasnya mikroorganisme yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati bagi penyakit-penyakit yang bersifat *soil-borne* (Yusriadi, 2004).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, *P. fluorescens* mempunyai sifat antagonis yang luas terhadap berbagai jenis mikroorganisme patogen baik dari jamur maupun dari bakteri. Dyah (2005), melaporkan bahwa *P. fluorescens* mampu menekan penyakit layu yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* pada tanaman tomat.

Masalah yang sering kali dihadapi dalam pengendalian hayati adalah menentukan jumlah populasi bakteri antagonis untuk dapat secara efektif menekan penyakit. Charingkapakorn dan Sivasitthamparan (1986) dalam Rahardjo dan Djatnika (1997) melaporkan bahwa *P. fluorescens* dalam menekan perkembangan penyakit sangat ditentukan oleh jumlah populasinya dalam tanah. Populasi bakteri dalam tanah bisa dipengaruhi oleh kepekatan tingkat pengencerannya. Semakin pekat tingkat pengencerannya akan menyebabkan populasi bakteri antagonis semakin banyak sehingga aktivitas antagonisnya terhadap jamur patogen akan meningkat. Tingkat pengenceran yang biasanya digunakan dalam penelitian adalah 10^{-3} sampai 10^{-7} (Cappucino, 1983 dalam Dyah, 2005). Tingkat pengenceran yang optimal belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan tingkat pengenceran yang optimal dalam menekan perkembangan penyakit. Menurut Howel dan Stipanovic (1980) bahwa aplikasi bakteri melalui benih kapas yang dicelupkan pada suspensi bakteri *P. fluorescens* pada konsentrasi $1,25 \times 10^5$ hingga 10^9 cfu/ml sebelum tanam, dapat mencegah penyakit *dumping off* yang disebabkan jamur *Pythium ultimum*.

Banyak hal yang perlu dikaji dalam pemberdayaan isolat *P. fluorescens* sebagai agensia hayati di lapangan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian

tentang pengaruh tingkat pengenceran *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan jamur *S. rolfsii* pada tanaman kedelai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Pada tingkat pengenceran terhadap bakteri *P. fluorescens* paling menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* secara *in vitro*.
2. Pada tingkat pengenceran terhadap bakteri *P. fluorescens* paling menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* pada kedelai secara *in vivo*.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan tingkat pengenceran bakteri *P. fluorescens* yang paling menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* secara *in vitro*
2. Mendapatkan tingkat pengenceran bakteri *P. fluorescens* yang paling menghambat penyakit layu *S. rolfsii* pada kedelai secara *in vivo*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang melandasi penelitian ini adalah :

1. Pada tingkat pengenceran rendah *P. fluorescens* mampu menunjukkan daya hambat tinggi terhadap *S. rolfsii* secara *in vitro*
2. Pada tingkat pengenceran rendah *P. fluorescens* mampu menekan penyakit layu *S. rolfsii* pada kedelai

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk :

1. Memperkaya ilmu pengetahuan, khususnya yang berkaitan dengan adanya perbedaan tingkat pengenceran pada bakteri antagonis *P. fluorescens* terhadap *S. rolfsii*.
2. Memberikan informasi tentang alternatif pengendalian hayati terhadap *S. rolfsii* penyebab penyakit layu pada kedelai dengan menggunakan bakteri *P. fluorescens*.
3. Sebagai informasi untuk penelitian lebih lanjut, khususnya tentang aplikasi *in vivo* dari bakteri *P. fluorescens*

1.6 Batasan Masalah

1. Pengamatan daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolfsii* yang ditunjukkan dengan adanya zona hambatan pada penelitian *in vitro*.
2. Perlakuan yang diteliti adalah beberapa tingkat pengenceran *P. fluorescens* yaitu : 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , kontrol sakit (tanpa bakteri *P. fluorescens*) dan kontrol sehat (tanpa bakteri *P. fluorescens* dan *S. rolfsii*)
3. Pengamatan daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolfsii* secara *in vivo* di rumah kaca ditunjukkan dengan rendahnya intensitas penyakit.
4. Kedelai yang digunakan adalah kedelai varietas Sinabung

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Botani Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, dan berdaun lebat. Kedelai mempunyai akar tunggang. Bakteri yang bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai dapat mengikat nitrogen dari udara (Lisdiana, 2000).

Tanaman kedelai mempunyai bunga sempurna dan berbunga mulai umur 30-50 hari. Polong tersusun dalam rangkaian bunga, tiap polong berisi antar 1-4 biji. Biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih sampai lonjong dengan warna bervariasi antara lain kuning, hijau, coklat atau hitam (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Menurut Danarti (1997), akar tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang, akar lateral dan akar serabut, perakaran dapat menembus tanah pada kedalaman $\pm 1,5$ m. Pada akar lateral terdapat bintil akar yang merupakan kumpulan bakteri *Rhizobium* pengikat N dari udara. Bintil akar ini terbentuk 15-20 hari setelah tanam.

Rukmana dan Yuniarsih (1996) menambahkan, susunan tubuh tanaman kedelai terdiri atas dua macam organ yaitu organ vegetatif dan organ generatif. Organ vegetatif meliputi akar, batang dan daun. Sedangkan organ generatif meliputi buah, bunga dan biji.

2.2 Penyakit Layu

Penyakit layu merupakan penyakit layu pada tanaman yang disebabkan oleh jamur *S. rolsfii*. Penyakit ini sering menyerang tanaman kacang-kacangan. Pada pangkal batang tanaman yang terserang layu akan terdapat benang-benang berwarna putih seperti bulu, yang kemudian membentuk butir-butir bulat atau jorong, mula-mula berwarna putih kemudian akhirnya berwarna coklat (Semangun, 1996). Menurut Rahaju (2007), *Fusarium sp* dan *S. rolsfii* menginfeksi tanaman kedelai di lapangan dengan gejala penyakit rebah dan layu, beberapa pada uji patogenitasnya beberapa jamur patogen pada tanaman kedelai.

2.2.1 Klasifikasi *Sclerotium rolsfii*

Menurut Alexopoulos dan Mims (1979), klasifikasi jamur *Sclerotium rolsfii* penyebab penyakit rebah semai pada tanaman kedelai adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Mycetae
Divisi	: Amastigomycota
Sub divisi	: Deuteromycotina
Klas	: Deuteromycetes
Sub Klas	: Deuteromycetidae
Ordo	: Agronomycetales
Bangsa	: Agronomycetaceae
Marga	: Sclerotium
Jenis	: <i>Sclerotium rolsfii</i> Sacc.

2.2.2 Gejala Penyakit *Sclerotium rolfsii* Pada Kedelai

Tanaman yang terserang penyakit akan menjadi layu dan menguning secara perlahan. Pada pangkal batang dan permukaan tanah di dekatnya terdapat miselium jamur berwarna putih dan tumbuh sangat agresif pada jaringan tanaman yang diserang (Semangun, 1996).

Pangkal batang pada tanaman yang terserang penyakit akan membusuk, sehingga penyakit ini sering juga disebut penyakit busuk pangkal batang atau busuk sklerotium. *S. rolfsii* dapat menyerang kecambah atau semai. Dalam keadaan yang sangat lembab jamur juga dapat menyerang daun, tangkai dan polong (Semangun, 2004).

2.2.3 Morfologi *Sclerotium rolfsii*

S. rolfsii mempunyai miselium yang terdiri dari benang-benang berwarna putih, tersusun seperti bulu atau kapas. Di sini jamur tidak membentuk spora. Untuk pemencaran dan untuk mempertahankan diri jamur membentuk sejumlah sklerotium yang semula berwarna putih, kemudian menjadi coklat dengan garis tengah kurang lebih 1 mm. Butir-butir ini mudah sekali lepas dan tersangkut air (Semangun, 2004).

Sklerotium mempunyai kulit yang kuat sehingga tahan terhadap suhu tinggi dan kekeringan. Di dalam tanah sklerotium dapat bertahan sampai 6-7 tahun. Dalam cuaca yang kering sklerotium dapat mengeriput, tetapi ini justru akan berkecambah dengan cepat jika kembali berada di lingkungan yang lembab (Semangun, 1996).

2.2.4 Kerugian yang Disebabkan Oleh *Sclerotium rolfsii*

Kerugian hasil pada tanaman kedelai yang ditimbulkan oleh patogen mencapai 50% di Amerika Serikat (Diamond dan Beute, 1975 dalam Supriati, 2005). Di Indonesia, kerugian akibat penyakit rebah semai pada tanaman kedelai bervariasi. Pada tahun 1991 di kebun percobaan Muneng (Jatim) serangan patogen rebah semai sangat parah, menyebabkan hampir seluruh tanaman mati (Hardaningsih, 1993). Di Nusa Tenggara Barat intensitas penyakit rebah semai khusus pada komoditas kedelai mencapai 35%, patogen penyebabnya adalah *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium solani* dan *Phythium* sp. (Sudantha, 1997).

2.2.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Daya Hidup *Sclerotium rolfsii*

Faktor yang mempengaruhi daya hidup *S. rolfsii* antara lain suhu, cahaya, kelembaban tanah, aerasi tanah, kandungan oksigen dan karbondioksida, pH tanah dan struktur propagul. Suhu optimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *S. rolfsii* adalah 25-35°C, dengan suhu minimum 8°C dan suhu maksimum 32°C (Domsch *et al.*, 1980). Semangun (2004) menambahkan bahwa penyakit dapat berkembang lebih cepat pada cuaca yang lembab, jamur dapat menginfeksi baik melalui luka maupun tanpa melalui luka.

2.2.6 Macam-Macam Pengendalian Penyakit Layu

Menurut Fahrudin (2000), pengendalian layu dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

- a) Pemilihan dan penggunaan benih yang tahan terhadap penyakit ini.
- b) Pemusnahan tanaman yang terserang.
- c) Penyiraman dengan fungisida.

d) Pengendalian dengan menggunakan agen hayati.

Tetapi pada umumnya mengendalikan penyakit dilakukan dengan penggunaan fungisida (bahan kimia) dan pengendalian dengan menggunakan agen hayati (pengendalian hayati).

Pengendalian hayati dengan menggunakan mikroba yang bersifat antagonis merupakan salah satu alternatif pengendalian patogen tular tanah selain menggunakan fungisida (Rahaju, 2007).

2.2.7 Dampak Negatif Penggunaan Fungisida

Petani sebagai pelaku utama kegiatan pertanian sering menggunakan fungisida sintetis secara berlebihan terutama untuk penyakit-penyakit yang sulit dikendalikan, sehingga menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan. Penggunaan fungisida yang kurang bijaksana seringkali menimbulkan masalah kesehatan, pencemaran lingkungan dan gangguan keseimbangan ekologis (Suparyono, 1995; Reintjes *et al*, 1999) dalam Istikorini (2002).

Djafaruddin (2000), menambahkan tentang dampak negatif yang disebabkan oleh penggunaan fungisida sintesis yaitu :

- Penyakit yang berkembang menjadi semakin resisten
- Resurgensi
- Timbulnya ledakan penyakit sekunder
- Terbunuhnya makhluk bukan sasaran
- *Residual effect*
- Kecelakaan pada manusia

2.3 Pengendalian Hayati dengan Menggunakan Bakteri *P. fluorescens*

Pengendalian hayati terhadap patogen tanaman adalah pemanfaatan satu atau lebih organisme untuk mengurangi kepadatan inokulum, aktifitas patogen atau parasit dalam keadaan aktif atau dorman dengan cara mengintroduksi satu atau lebih antagonis pada lingkungan atau inang baik secara langsung maupun tidak langsung. Aspek dari pengendalian hayati adalah manipulasi mikroorganisme yang kompetitif atau yang bersifat antagonis terhadap patogen tanaman yang interaksinya di alam dapat menurunkan atau mencegah terjadinya penyakit tanaman (Cook dan Baker, 1996).

Menurut Yusriadi (2004), cara pengendalian biologi perlu dipertimbangkan untuk menekan perkembangan penyakit layu. Pengendalian penyakit layu dengan menggunakan mikroorganisme belum banyak dilakukan di Indonesia, karena masih terbatasnya mikroorganisme yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati bagi penyakit-penyakit yang bersifat *soil-borne*.

Menurut Hasanuddin (2003), beberapa bakteri dilaporkan bisa menekan pertumbuhan patogen dalam tanah secara alamiah, genus yang banyak mendapat perhatian yaitu *Agrobacterium*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas*.

Keberhasilan pengendalian hayati sangat ditentukan oleh jenis dan jumlah inokulum antagonis yang diberikan, jenis patogen yang akan dikendalikan, dan faktor lingkungan yang mempengaruhi, serta cara aplikasi ke dalam tanah (Cook dan Baker, 1996). Beberapa cara aplikasi tersebut antara lain dengan diberikan langsung ke tanah, dengan cara penyelaputan pada benih sebelum ditanam atau dengan pencelupan akar (Sulistyowati *et al.*, 1997).

Mahmud *et al* (2000), menambahkan, *P. fluorescens* telah dimanfaatkan sebagai agens hayati untuk beberapa jamur dan bakteri patogen tanaman. Kemampuan *P. fluorescens* menekan populasi patogen diasosiasikan dengan kemampuan untuk melindungi akar dari infeksi patogen tanah dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti anti jamur dan antibiotik, serta kompetisi dalam penyerapan kation Fe.

2.3.1 Klasifikasi *Pseudomonas fluorescens*

Klasifikasi Marga *Pseudomonas* berdasarkan Muray dalam Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (1984) adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Prokariota
Divisi	: Gracilicutes
Klas	: Proteobacteria
Bangsa	: Pseudomobadaceae
Marga	: <i>Pseudomonas</i>
Jenis	: <i>Pseudomonas fluorescens</i>

2.3.2 Morfologi dan Sifat *P. fluorescens*

Bakteri *P. fluorescens* berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri 0,5-0,1 μm x 1,5-4,0 μm , tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan Gram. *Pseudomonas* terbagi atas beberapa kelompok, diantaranya adalah sub-kelompok berpendarfluor (*fluorescent*) yang dapat mengeluarkan pigmen phenazine (Brock dan Madigan, 1988, **dalam** Hasanuddin 2003).

2.3.3 Ekologi *P. fluorescens*

P. fluorescens termasuk ke dalam bakteri yang dapat ditemukan di mana saja, sering kali ditemukan pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar) dan sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air sisa-sisa makanan yang membusuk, serta kotoran hewan (Supriadi, 2006).

Pseudomonas spp biasanya merupakan jasad penghuni tanah, sisa-sisa tanaman dan rizosfer.

Sebagian besar *P. Fluorescens* adalah penghuni rizosfer, secara agresif mengkoloni akar dan biasa disebut dengan rizobacteria. Kemampuan *P. fluorescens* dalam menkoloni akar terdapat pada pada tajuk tanaman yaitu filosfer (Agrios, 1987).

Pseudomonas spp memiliki kemampuan tumbuh pada kisaran suhu 35⁰-37⁰ C (Cook dan Baker, 1996). Kisaran suhu pertumbuhan optimal 25-30°C dengan suhu pertumbuhan minimum 4°C dan maksimum 41⁰ C. (Krieg dan Holt, 1984, dalam Mahmud *et,al* 2002).

2.3.4 Mekanisme Penghambatan *Pseudomonas fluorescens*

Dalam bidang mikrobiologi ataupun pengendalian hayati pengertian antagonisme adalah gangguan atau hambatan terhadap proses kehidupan (pertumbuhan, perbanyakan, infeksi, penyebaran, dan lain-lain) dari suatu organisme (petogen) oleh organisme lain (antagonis). Proses ini dapat terjadi antara organisme dalam satu spesies maupun antar genus dan spesies yang berbeda (Pracaya, 1991).

Menurut Cook and Baker (1974), antagonisme merupakan hubungan asosial. Spesies yang satu dapat menghasilkan suatu zat yang dapat menghambat pertumbuhan spesies lain, karena zat yang dihasilkan itu mengandung racun.

Schipper (1987) menambahkan, mekanisme penghambatan *P. fluorescens* terhadap organisme lain meliputi produksi senyawa antifungi, kompetisi senyawa Fe, kompetisi tempat dan nutrisi.

Kemampuan *P. fluorescens* sebagai agensia pengendalian hayati berkaitan dengan kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan atau karena menghasilkan senyawa-senyawa metabolit seperti siderofor, antibiotik atau enzim ekstraselluler. Senyawa tersebut bersifat antagonis yaitu menghambat atau berkompetisi dengan patogen tular tanah di sekitarnya (Lam dan Gaffney, 1993). Senyawa siderofor yang dihasilkan di antaranya adalah pyochelin, pyoverdine dan pseudobactin.

Menurut Charingkapakkorn dan Sivasitthampan (1986, dalam Rahardjo dan Djatnika 1997), bahwa *P. fluorescens* dalam menekan perkembangan penyakit sangat ditentukan oleh jumlah populasinya dalam tanah. Semakin pekat tingkat pengencerannya akan menyebabkan populasi bakteri antagonis, semakin tinggi aktivitas antagonisnya terhadap jamur patogen.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Dyah (2005), bahwa *P. fluorescens* efektif pada konsentrasi 10^6 cfu/ml menghambat perkembangan *F. oxysporum* f.sp *lycopersici*. Pada penelitian ini jamur yang diamati adalah jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici*.

2.4 Kajian Keislaman

Allah SWT telah menciptakan alam ini dalam keadaan yang sempurna, sehingga tidak ada keadaan yang tidak bermanfaat dan tidak seimbang. Firman Allah Ta'ala dalam surat al-A'la ayat 3:

وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَىٰ ﴿٣﴾

“dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk”

Menurut Haeri (2001), Segala sesuatu ada sesuai dengan ukuran dan keseimbangannya. Pengetahuan tentang ukuran itu merupakan awal dari hidayah (petunjuk). Ketika kita mengamati penciptaan fisik di sekitar kita, kita melihat bahwa ia berada dalam suatu keadaan seimbang dan segala sesuatu saling berhubungan.

Sudah menjadi sifat manusia yang tidak mau mensyukuri nikmat yang telah diberikan Tuhannya, sehingga mereka selalu mencari sesuatu yang lebih dari yang ada. Pencarian mereka tersebut dengan mengabaikan nilai-nilai estetika dan menyebabkan manusia menghadapi berbagai bentuk fenomena alam sekitar. Akibatnya, seluruh pancaindera manusia menjadi tercemar oleh segala macam pencemaran (Bakri, 2006). Allah telah memberi peringatan kepada manusia melalui firman-Nya dalam surat Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا

لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."

Pencemaran lingkungan hidup dapat menyebabkan kerusakan di muka bumi. Salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan adalah kecerobohan pemanfaatan senyawa kimia oleh manusia. Kasus-kasus seperti ini terjadi dalam penggunaan fungisida dalam bidang pertanian (Bakri, 2006).

Menurut Nakiah (2005), agama mengatur hubungan manusia dengan sesama manusia dan alam sekitarnya. Agama juga berbicara bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungan. Manusia diharuskan berbuat baik kepada lingkungan sekitarnya dengan cara menjaga lingkungan dan melestarikannya. Mereka dilarang merusak lingkungan apalagi membuat kehancuran ekosistem. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam surat Al Baqarah ayat 205:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا تُحِبُّ
الْفُسَادَ

“Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan”

Dewasa ini mulai tampak munculnya gerakan kesadaran baru tentang perlunya manusia lebih bijaksana dalam memanfaatkan alam. Kesadaran ini merupakan sesuatu yang sangat bernilai, karena tanpa munculnya kesadaran ini maka usia bumi kita tinggal "beberapa saat lagi."

Bakri (2006) menambahkan, kesadaran baru itu juga mendorong manusia untuk menggunakan teknologi yang aman dalam memanfaatkan alam. Pilihan untuk itu adalah penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang. Termasuk untuk mencegah kerusakan alam lebih jauh.

Belakangan ini, selaras dengan kemajuan bioteknologi, berbagai mikroorganisme, baik jamur ataupun bakteri makin diupayakan, karena hasilnya diperkirakan lebih aman daripada penggunaan fungisida yang tidak alamiah. Aplikasi tersebut membuktikan bahwa sistem kehidupan kita sebenarnya bersifat harmoni, dan begitu seimbang. Alam diciptakan Allah SWT untuk berperilaku seimbang sedemikian rupa sehingga jika suatu organisme telah menjadi berbahaya, maka organisme lain bersiap sebagai lawannya.

Antagonistik dalam mikrobiologi merupakan suatu hubungan antara bakteri dengan jamur. Bakteri berukuran sangat kecil dan umumnya sangat dibenci orang karena merugikan manusia, tetapi sekali lagi segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT di bumi ini tidak sia-sia. Bakteri ada yang merugikan, tetapi juga ada yang menguntungkan yaitu salah satunya bakteri *P. fluorescens* yang digunakan sebagai pengendali penyakit layu pada tanaman. Allah SWT berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 26.

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا.....

“Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu.....”

Ayat di atas juga menerangkan bahwa tidak ada satupun ciptaan Allah yang tidak bermanfaat, bahkan nyamuk juga mempunyai manfaat, begitu juga bakteri. Menurut Faqih (2006), nyamuk disebutkan dalam ayat ini untuk memperlihatkan bahwa Allah membuat perumpamaan antara benda-benda kecil atau lebih kecil dari itu tidaklah memadai guna menampakkan keagungan Allah SWT.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu menguji isolat bakteri *P. fluorescens* dengan berbagai tingkat pengenceran terhadap pertumbuhan jamur *S. rolfsii*. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan di rumah kaca dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK).

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Bakteriologi dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (BALITKABI) Kendal Payak Pakisaji Malang, pada September-November 2007.

3.3. Variabel Analisis

Variabel-variabel yang diamati meliputi :

1. Variabel bebas

Sebagai variabel bebas adalah beberapa tingkat pengenceran *P. fluorescens* dalam medium king's B, masing-masing : 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} dan tanpa *P. fluorescens* digunakan sebagai kontrol.

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang diukur. Pada pengamatan secara *in vitro* diukur jari-jari dari koloni jamur *S. rolfii*, sedangkan variabel pada pengamatan secara *in vivo* adalah persentase penyakit, tinggi tanaman dan berat kering brangkasan tanaman.

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol meliputi variabel yang diusahakan sama untuk tiap perlakuan, meliputi suhu dan media.

3.4. Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah bakteri antagonis *P. fluorescens* dan jamur patogen *S. rolfii* yang diperoleh dari koleksi BALITKABI. Koleksi didapat dari hasil penelitian Rahaju (2007).

3.5. Alat dan Bahan

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, pembakar bunsen, pipet, jarum ose, erlemeyer, penggaris, pinset, cork borer berdiameter 0,5 cm, gunting, sprayer (botol semprot), plastik pembungkus, mikroskop, *colony counter*, timbangan, kompor listrik, panci, *Laminar Air Flow* (LAF), autoclave, oven, spektrometer, drum sterilisasi, dan rumah kaca.

Bahan yang digunakan adalah isolat bakteri *P. fluorescens* dan isolat jamur *S. rolfii* dari koleksi BALITKABI, media king's B, media PDA, alkohol 70%, spirtus, tissue, aquades steril, kertas label, kertas saring, plastik, tanah, kompos, polibag berdiameter 20 cm, kapas, dan benih kedelai varietas Sinabung.

3.6. Prosedur Kerja

3.6.1. Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat yang akan digunakan sebelum semua peralatan digunakan yaitu dengan membungkus semua peralatan dengan menggunakan kertas kemudian dimasukkan dalam autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 15 pcs (per square inci) selama 15 menit.

3.6.2. Pembuatan Media

1. Media Kings' B

Media Kings' B digunakan untuk perbanyakan bakteri *P. fluorescens*, adapun prosedur pembuatannya sebagai berikut :

- Pepton 20 gr, KH_2PO_4 1,5 gr, $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1,5 gr dan agar 15 gr dilarutkan dalam air dan dipanaskan sampai mendidih, setelah agar menjadi larut dan homogen larutan diangkat.
- Glycerol sebanyak 1 ml dimasukkan.
- NaOH 40% sebanyak 2 tetes dimasukkan dalam larutan untuk mengatur pH.
- Disterilkan dengan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 15 pcs selama 15 menit

2. Media PDA (Potato Dekstrose Agar)

Media PDA digunakan untuk perbanyakan bakteri *S. rolfsii* dan uji antagonisme antara *P. fluorescens* dan *S. rolfsii*, adapun prosedur pembuatannya sebagai berikut :

- Kentang 200 gr dipotong dadu kecil kemudian direbus dalam 1 liter air
- Setelah air mendidih dan kentang matang disaring dan diambil air saringannya
- Dekstrosa 20 gr dan agar 20 gr dimasukkan dalam air hasil saringan
- Dipanaskan lagi sampai agar larut dan homogen
- Setelah mendidih disaring dan ditambah air sampai volume akhir 1 liter
- Dimasukkan dalam erlemeyer kemudian disumbat kapas dan ditutup dengan alumunium foil
- Disterilkan dengan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 15 pcs selama 15 menit

3.6.3. Penelitian Di Laboratorium

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh beberapa tingkat pengenceran *P. fluorescens* dalam menekan *S. rolsfii* secara *in vitro*. Kegiatan ini terdiri dari dua kegiatan penelitian yaitu, a) Penentuan kepadatan sel *P. fluorescens*, dan b) Uji daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolsfii* pada media PDA.

a. Penentuan kepadatan sel *P. fluorescens*

Biakan bakteri *P. fluorescens* yang berumur 48 jam dibuat suspensi dengan cara menambahkan air steril pada biakan bakteri, kemudian suspensi tersebut diukur kepadatan koloni bakterinya sampai *Optical Density* menunjukkan nilai 1 dengan menggunakan spektrometer. Suspensi yang telah dispektrometer tersebut diencerkan secara seri dari 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , dan 10^{-7} . Dari hasil pengenceran tersebut digunakan untuk menghitung kepadatan sel *P. fluorescens*:

1. Tingkat pengenceran 10^{-4} , didapatkan kepadatan koloni $2,85 \times 10^3$ cfu/ml
2. Tingkat pengenceran 10^{-5} , didapatkan kepadatan koloni $2,33 \times 10^3$ cfu/ml
3. Tingkat pengenceran 10^{-6} , didapatkan kepadatan koloni $1,92 \times 10^3$ cfu/ml
4. Tingkat pengenceran 10^{-7} , didapatkan kepadatan koloni $1,38 \times 10^3$ cfu/ml
5. Tanpa biakan bakteri *P. fluorescens* sebagai kontrol

Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 ml suspensi kemudian ditambah 9 ml air steril dan divorteks selama 15 menit. Hasil pengenceran disimpan selama 1x24 jam sebelum diujikan.

b. Uji Daya Hambat *P. fluorescens* Terhadap *S. rolsii* Secara *In Vitro*

Pengujian *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolsii* dilakukan secara *in vitro* pada media PDA. Kertas saring berdiameter 0,5 cm yang telah disterilkan dengan autoclave dimasukkan ke dalam suspensi bakteri pada masing-masing perlakuan. Sebagai kontrol adalah kertas saring yang dimasukkan ke dalam air steril.

Cara mengambil *S. rolsii* dengan menggunakan *cork borer* yang berdiameter 0,5 cm, sedangkan cara mengambil *P. fluorescens* dengan menggunakan kertas saring berdiameter 0,5 cm yang telah direndam dengan hasil pengenceran *P. fluorescens* selama 15 menit kemudian ditanam pada cawan petri yang berisi media PDA. Kedua isolat diletakkan secara berhadapan dengan jarak 3 cm di tengah-tengah cawan petri (Gambar 1).

c. Pengambilan data

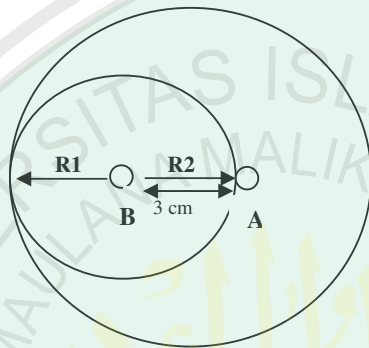
Pengamatan dilakukan terhadap jari-jari koloni jamur *S. rolsii*. Persentase daya hambat bakteri terhadap *S. rolsii* dihitung dengan rumus Fokkema (1976) dalam Rahaju (2007) sebagai berikut :

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

I = Persentase daya hambat (%).

R1 = Jari-jari koloni *S. rolfsii* yang arahnya berlawanan dengan *P. Fluorescens*.

R2 = Jari-jari koloni *S. rolfsii* yang arahnya menuju pusat *P. Fluorescens*.



Gambar 1. Cara pengukuran koloni *S. rolfsii* untuk menghitung persentase hambatan oleh mikroorganisme antagonis. A. inokulum antagonis; B. inokulum *S. rolfsii*; R1. jari-jari koloni jamur *S. rolfsii* yang tumbuh berlawanan dengan tempat ke arah antagonis; R2. jari-jari koloni *S. rolfsii* yang tumbuh ke arah antagonis.

d. Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan uji F pada taraf 5%. Bila terdapat pengaruh perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.6.4 Penelitian Di Rumah Kaca

Penelitian di rumah kaca merupakan lanjutan dari penelitian di laboratorium. Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat pengenceran *P. fluorescens* terhadap serangan penyakit layu *S. rolfsii* pada tanaman kedelai. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok

(RAK) dengan 6 perlakuan dan tiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Enam perlakuan tersebut adalah:

1. Kedelai ditanam pada tanah steril
2. Kedelai ditanam pada tanah diinokulasi *S. rolfsii*, tanpa dikendalikan
3. Kedelai ditanam pada tanah diinokulasi *S. rolfsii*, dikendalikan dengan *P. fluorescens* pengenceran 10^{-4}
4. Kedelai ditanam pada tanah diinokulasi *S. rolfsii*, dikendalikan dengan *P. fluorescens* pengenceran 10^{-5}
5. Kedelai ditanam pada tanah diinokulasi *S. rolfsii*, dikendalikan dengan *P. fluorescens* pengenceran 10^{-6}
6. Kedelai ditanam pada tanah diinokulasi *S. rolfsii*, dikendalikan dengan *P. fluorescens* pengenceran 10^{-7}

a. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan terdiri dari tanah kebun dicampur dengan kompos kemudian disterilkan. Tanah dikeringanginkan, kemudian dihaluskan dan diayak. Selanjutnya tanah dicampur dengan 30 gram pupuk kompos/kg tanah. Setelah itu tanah dimasukkan ke dalam drum untuk disterilkan dengan uap (dipanaskan). Selesai disterilisasi, tanah dikeluarkan dari drum kemudian dimasukkan ke dalam polybag berdiameter 30 cm sebanyak ± 5 kg.

b. Perbanyakan Patogen *S. rolfsii* dan Bakteri Antagonis *P. fluorescens*

S. rolfsii diperbanyak pada media organik yaitu campuran gabah dan sekam. Bahan media dengan perbandingan gabah 70% dan sekam 30%, dicuci sampai bersih kemudian direbus (Kurrata, 2007). Diambil kurang lebih 150 gram

dan dimasukkan dalam erlenmeyer 250 cc, ditambah dengan pepton 5% sebanyak 5 ml, selanjutnya disterilkan dalam autoclave. Setelah dingin, media tersebut diinokulasi dengan jamur *S. rolfsii*. Biakan sekam tersebut selanjutnya diinkubasikan selama 7 hari pada suhu kamar. Setelah pada media organik tersebut dipenuhi jamur, biakan siap diaplikasikan pada media tanam.

P. fluorescens disiapkan dengan cara serupa dengan penelitian di laboratorium. Sebelum digunakan untuk uji antagonis secara *in vivo* di rumah kaca *P. fluorescens* ditumbuhkan pada air steril selama 2x24 jam.

c. Inokulasi *S. rolfsii* Pada Media Tanam

S. rolfsii pada media sekam diinokulasikan ke tanah steril dalam polybag, dilakukan pada 7 hari sebelum tanam, kecuali pada kontrol tidak diinokulasi. Setiap polybag diberi 15 g inokulan hasil pembiakan pada media sekam kemudian dicampur dengan tanah.

d. Penanaman Benih Kedelai

Pada setiap polybag disiapkan 10 lubang tanam. Benih kedelai ditanam sebanyak 2 biji/lubang. Setiap perlakuan diulang 4 kali.

e. Aplikasi *P. fluorescens* ke tanah

Empat tingkat pengenceran yaitu 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dan 10^{-7} diaplikasikan pada setiap polybag. Volume aplikasi masing-masing tingkat pengenceran adalah 50 ml/polybag. Aplikasi *P. fluorescens* dilakukan pada 7 hari setelah tanam dengan cara memberikan suspensi bakteri sesuai dengan perlakuan yang diteliti.

f. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman setiap hari sekali dengan air bersih sesuai dengan kebutuhan. Penyiangan gulma dan pengendalian hama dilakukan bila perlu, dengan cara mekanis. Gulma dicabut dan hama disemprot insektisida.

g. Pengambilan Data

Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Persentase Penyakit

Pengamatan jumlah tanaman tumbuh dan tanaman layu dilakukan seminggu sekali mulai umur 7 hari sampai tanaman berumur 30 hari sesudah tanam. Persentase penyakit dihitung dengan menggunakan rumus yang diadaptasi dari Abadi (2003)

$$P = \frac{\text{Jumlah tanaman sakit}}{\text{Jumlah seluruh tanaman}} \times 100\%$$

Penghitungan persentase penyakit ini dilakukan pada tiap perlakuan.

2. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diamati saat tanaman berumur 30 hari sesudah tanam, dengan cara mengukur pangkal batang sampai pucuk tanaman dengan menggunakan penggaris, kemudian tanaman dicabut.

3. Berat Basah dan Berat Kering Brangkanan

Tanaman kedelai masing-masing ditimbang berat basahya setelah itu tanaman dioven selama 2x24 jam pada suhu 80°C, kemudian ditimbang berat keringnya.

h. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan uji analisis varian tunggal (one way anova) F pada taraf 5%. Bila terdapat pengaruh perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.



BAB IV

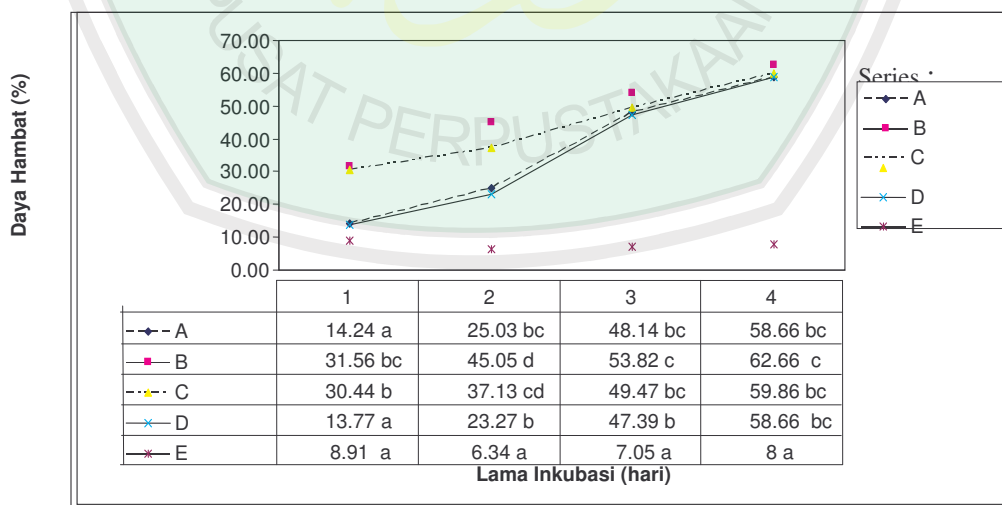
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian uji daya hambat tingkat pengenceran isolat bakteri *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan jamur *S. rolsfii* adalah sebagai berikut :

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Uji Daya Hambat *P. fluorescens* Terhadap *S. rolsfii* Secara *In Vitro*

Daya hambat *P. fluorescens* pada beberapa tingkat pengenceran yaitu 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , dan 10^{-7} terhadap *S. rolsfii* ditampilkan pada Gambar 2. Dari hasil perhitungan ANOVA (Lampiran 2) diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf signifikansi 5% dan 1%, hal ini menunjukkan hipotesis dalam penelitian ini diterima. Sehingga perlakuan tingkat pengenceran bakteri *P. fluorescens* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur *S. rolsfii*.

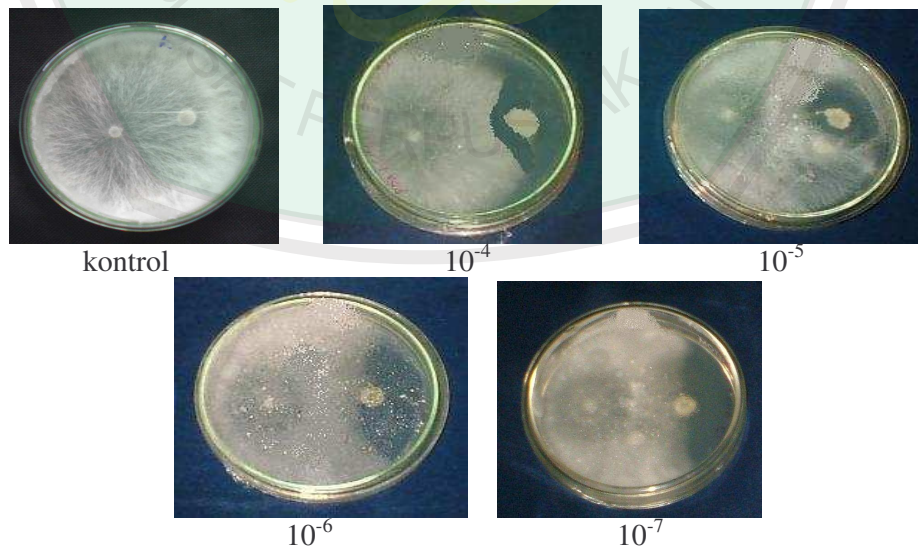


Gambar 2. Rata-rata daya hambat *P. fluorescens* pada beberapa tingkat pengenceran terhadap *S. rolsfii*

Keterangan series :

- A. Tingkat pengenceran 10^{-4} , didapatkan kepadatan koloni $2,85 \times 10^3$ cfu/ml
- B. Tingkat pengenceran 10^{-5} , didapatkan kepadatan koloni $2,33 \times 10^3$ cfu/ml
- C. Tingkat pengenceran 10^{-6} , didapatkan kepadatan koloni $1,92 \times 10^3$ cfu/ml
- D. Tingkat pengenceran 10^{-7} , didapatkan kepadatan koloni $1,38 \times 10^3$ cfu/ml
- E. Tanpa biakan bakteri *P. fluorescens* sebagai kontrol

Gambar 2, menunjukkan bahwa pada awal inkubasi (pengamatan 1 HSI), daya hambat *P. fluorescens* tertinggi diperoleh pada tingkat pengenceran 10^{-5} yaitu sebesar 31,56% kemudian diikuti oleh tingkat pengenceran 10^{-6} , 10^{-4} dan 10^{-7} dengan daya hambat masing-masing 30,44%, 14,24%, dan 13,77%. Pengamatan pada 2 HSI, perlakuan 10^{-5} menunjukkan daya hambat lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 45,05%. Pada pengamatan terakhir (4 HSI), tingkat pengenceran 10^{-5} tetap menunjukkan daya hambat tertinggi yaitu 62,66%. Dari hasil pengamatan pertama hingga terakhir, terjadi peningkatan daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolfsii* rata-rata daya hambat *P. fluorescens* mencapai 50% pada seluruh perlakuan pengenceran.



Gambar 3. Hasil uji antagonis pada media PDA antara *P. fluorescens* dengan *S. rolfsii* (masing-masing perlakuan mencapai pertumbuhan maksimal)

4.1.2 Pengaruh *P. fluorescens* Terhadap Jamur *S. rolfsii* Secara *In Vivo* Di Rumah Kaca

Hasil analisis variabel persentase penyakit, tinggi tanaman, dan berat kering brangkasian ditampilkan dalam tabel berikut ini.

a. Persentase Penyakit

Pengaruh interaksi bakteri *P. fluorescens* dengan jamur *S. rolfsii* ditampilkan pada tabel 1. Dari hasil perhitungan ANOVA (lampiran 3) diketahui bahwa ada perbedaan yang nyata di antara perlakuan tingkat pengenceran *P. flurescens* terhadap persentase penyakit layu *S. rolfsi*.

Tabel 1. Rerata persentase penyakit layu *S. rolfsii* pada kedelai di rumah kaca

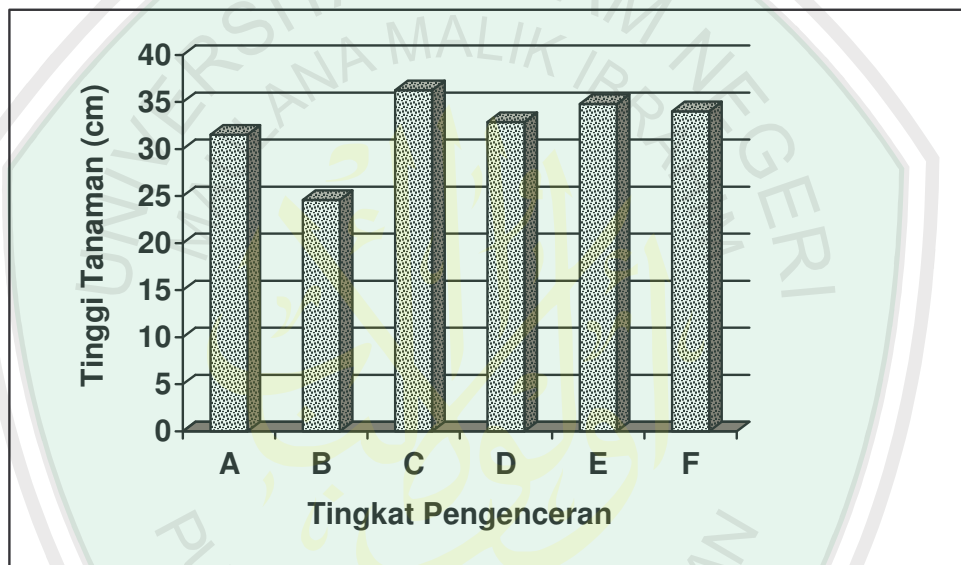
Tingkat pengenceran <i>P. fluorescens</i>	Penyakit layu <i>S. rolfsii</i> (%)			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
10^{-4}	13,86 c	29,53 bc	40,06 bc	51,42 bc
10^{-5}	3,35 ab	16,54 ab	31,92 b	46,21 bc
10^{-6}	10,2 bc	22,97 abc	31,23 b	37,02 b
10^{-7}	1,47 ab	20,25 ab	44,21 bc	59,1 c
Kontrol Sakit	6,95 abc	45,87 d	57,97 c	53,61 c
Kontrol sehat	0 a	0 a	0 a	0 a

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasar uji lanjut BNT 5%

Pada pengamatan 7 hari setelah tanam (HST) persentase penyakit layu berkisar 1,47 sampai 13,86%. Pada pengamatan 14 HST persentase penyakit naik menjadi antara 16,54% sampai 29,53%. Persentase tertinggi terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-4} dan persentase terendah terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-7} . Pada pengamatan terakhir (28 HST) persentase penyakit tertinggi terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-7} yaitu 59,1% dan persentase penyakit terendah terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-6} sebesar 37,02%.

b. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman kedelai dilakukan satu kali, yaitu pada umur 30 hari setelah tanam. Data pengukuran tinggi tanaman kedelai pada 30 hari setelah tanam dapat dilihat pada gambar 4. Dari hasil perhitungan ANOVA (lampiran 4) diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada perlakuan tingkat pengenceran *P. fluorescens* terhadap *S. rolfsii*.



Gambar 4. Tinggi tanaman rata-rata pada 30 hari setelah tanam.

Keterangan series :

- A. Tingkat pengenceran 10^{-4} , didapatkan kepadatan koloni $2,85 \times 10^3$ cfu/ml
- B. Tingkat pengenceran 10^{-5} , didapatkan kepadatan koloni $2,33 \times 10^3$ cfu/ml
- C. Tingkat pengenceran 10^{-6} , didapatkan kepadatan koloni $1,92 \times 10^3$ cfu/ml
- D. Tingkat pengenceran 10^{-7} , didapatkan kepadatan koloni $1,38 \times 10^3$ cfu/ml
- E. Tanpa biakan bakteri *P. fluorescens* sebagai kontrol sakit
- F. Tanpa biakan bakteri *P. fluorescens* dan *S. rolfsii* sebagai kontrol sehat

c. Berat Kering Brangkas Tanaman

Berat kering brangkas tanaman adalah total berat kering bagian tanaman meliputi daun, batang, dan akar. Analisis varian brangkas tanaman ditampilkan pada tabel 2. Dari hasil perhitungan ANOVA (lampiran 5) diketahui bahwa ada perbedaan yang nyata di antara perlakuan tingkat pengenceran *P. flurescens* terhadap persentase penyakit layu *S. rolfsii*.

Tabel 2. Rerata berat kering brangkas pada 30 HST

Isolat <i>P. flurescens</i>	Rerata berat kering brangkas (gram/tanaman)
10^{-4}	1,23 b
10^{-5}	0,92 a
10^{-6}	1,01 ab
10^{-7}	0,92 a
Kontrol Sakit	0,62 a
Kontrol sehat	1,23 b

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasar uji lanjut BNT 5%

Tabel 2, perhitungan berat kering brangkas pada tanaman berumur 30 hari. Hasil besar terjadi pada perlakuan tingkat pengenceran 10^{-4} yaitu sebesar 1,23 gram tetapi tidak berbeda nyata dengan tingkat pengenceran 10^{-6} , sedangkan berat kering brangkas yang terkecil terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-7} dan 10^{-5} yaitu sebesar 0,92. Perlakuan dengan hasil terkecil terdapat pada tingkat pengenceran 10^{-5} dan 10^{-7} berbeda dengan perlakuan tingkat pengenceran 10^{-4} , tetapi perlakuan 10^{-4} tidak berbeda dibandingkan dengan perlakuan 10^{-6} . Pada pengamatan terakhir (28 HST) persentase penyakit tertinggi terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-7} yaitu 59,1% dan persentase penyakit terendah terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-6} sebesar 37,02%.

4.2 Pembahasan

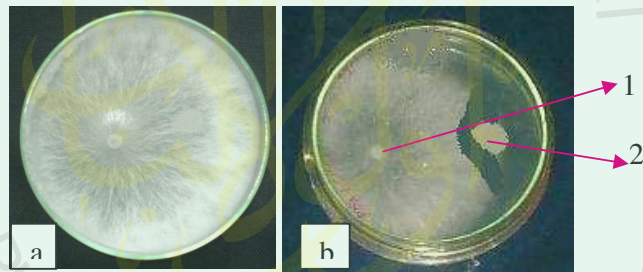
4.2.1 Uji Daya Hambat *P. fluorescens* Pada Beberapa Tingkat Pengenceran Terhadap *S. rolsfii* Secara *In Vitro*

Kemampuan bakteri untuk menghambat pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh tingkat pengenceran bakteri tersebut. Tingkat pengenceran 10^{-5} mempunyai kemampuan menghambat terbesar dari tingkat pengenceran lainnya yang digunakan untuk penelitian secara *in vitro* di laboratorium. Menurut Fardiaz (1982), bahwa kemampuan suatu senyawa antimikroba dipengaruhi oleh tingkat pengenceran antimikroba tersebut, semakin pekat pengenceran bakteri maka zat antimikroba yang dikandungnya semakin tinggi, tetapi pada penelitian ini *P. fluorescens* yang mempunyai daya hambat tinggi hanya pada tingkat pengenceran 10^{-5} sedangkan yang lainnya memiliki daya hambat yang hampir sama. Diduga dalam pengenceran 10^{-5} terdapat lebih banyak bakteri yang aktif daripada dalam pengenceran 10^{-4} , hal ini mungkin terjadi saat penyimpanan dalam air steril selama 1x24 jam sebelum inokulasi bakteri dalam pengenceran 10^{-4} banyak yang mati, karena populasinya terlalu banyak sehingga kekurangan nutrisi. Kekurangan nutrisi ini bisa disebabkan karena penyimpanan bakteri dilakukan pada air steril bukan pada media bernutrisi.

Menurut Dwidjoseputro (1994), nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri adalah garam-garam yang mengandung Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, S dan P. Bakteri juga memerlukan sumber makanan yang mengandung C, H, O, N untuk bahan penyusun tubuhnya. Sedangkan dalam air steril tidak mengandung zat-zat tersebut, menurut Rudyansyah (2006), aquades merupakan air yang tidak mengandung mineral melainkan hanya mengandung senyawa kimia H_2O . Air

steril merupakan aquades yang disterilkan. Penyimpanan bakteri dengan tingkat pengenceran yang terlalu pekat dalam air steril bisa menyebabkan kematian bakteri tersebut, hal ini dikarenakan kebutuhan sebagian besar nutrisinya tidak terpenuhi.

Berdasarkan hasil pengamatan secara *in vitro*, mekanisme penghambatan ditunjukkan dengan adanya zona hambat yang jelas antara *P. fluorescens* dan *S. rolsfii*. Mekanisme seperti itu merupakan mekanisme penghambatan secara antibiosis. Menurut Pracaya (1991), Mikroorganisme antagonis yang bersifat antibiosis menghasilkan metabolit sekunder dan dalam konsentrasi yang sangat rendah dapat mempengaruhi metabolisme mikroorganisme lain.



Gambar 5. Penghambatan Pada Jamur *S. rolsfii* .

1. *S. rolsfii*

2. *P. fluorescens*

a. *S. rolsfii* tanpa *P. fluorescens*,

b. *S. rolsfii* dengan *P. fluorescens*

Penghambatan secara antibiosis disebabkan oleh adanya senyawa siderofor yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* yang dapat menghambat pertumbuhan *S. rolsfii*. Menurut Pracaya (1991), persaingan dalam mendapatkan nutrisi dengan cara penghambatan proses kehidupan (pertumbuhan, perbanyakan, infeksi, penyebaran dan lain-lain) dari suatu organisme (patogen) oleh organisme lain (antagonis) disebut sebagai proses antagonisme.

4.2.2 Pengaruh Tingkat Pengenceran Isolat Bakteri *P. fluorescens* Terhadap Jamur *S. rolsfii* Secara *In Vivo*

Berdasarkan hasil penelitian *in vitro* ternyata *P. fluorescens* pada pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-7} daya antagonisnya melebihi 50% dalam menekan patogen. Semua perlakuan dapat digunakan pada percobaan rumah kaca karena kemampuannya dalam menekan pertumbuhan patogen.

a. Gejala Penyakit Layu Pada Kedelai

Gejala penyakit muncul sejak 7 hari setelah tanam, dan terus berkembang sejalan dengan bertambahnya umur tanaman kedelai. Pada akhir pengamatan tingkat serangan penyakit mencapai 59,1% (pada perlakuan pengenceran 10^{-7}). Menurut Semangun (1993), tanaman kedelai yang berumur 2-3 minggu sangat rentan terhadap *S. rolsfii*.

Kedelai yang terserang penyakit layu sklerotium pada stadium perkecambahan akan menunjukkan gejala *damping off* atau rebah semai. Gejala *damping off* adalah busuknya tanaman pada pangkal batang dan rebah semai. Pada pangkal batang dan permukaan tanah di dekat tanaman sakit terdapat benang-benang miselium jamur yang berwarna putih.



Gambar 6. Kecambah kedelai yang terserang *damping off*

Pada tanaman sakit, daun menjadi layu selanjutnya mengering dan berwarna coklat, pada pangkal batang dan perakaran terdapat miselium yang akhirnya membentuk sklerotia. Menurut Porter (1984), tanda mencolok akibat infeksi *S. rolsfii* adalah adanya miselium eksternal yang mengelilingi pangkal batang.



Gambar 7. Tanaman kedelai. a. Tanaman layu karena serangan *S. rolsfii* (pada kontrol sakit, tanpa *P. fluorescens*)
b. Tanaman sehat (pada perlakuan tingkat pengenceran 10^{-4})

Layunya tanaman tersebut disebabkan adanya penyumbatan jaringan xylem, sehingga pengangkutan unsur hara dan air ke bagian tanaman terhambat, dan terjadilah kelayuan atau kematian tanaman (Widodo, 1986).

b. Persentase Penyakit

Persentase penyakit terendah terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-7} dan 10^{-5} yaitu sebesar 1,47% dan 3,35%, sedangkan persentase tertinggi terjadi pada perlakuan tingkat pengenceran 10^{-4} dan 10^{-6} yaitu sebesar 13,86% dan 10,2%. Hal ini disebabkan pada pengamatan pertama (7 HSI) tanaman baru diinokulasi bakteri *P. fluorescens*.

Serangan *S. rolfsii* pada tanaman sebelum tanaman diinokulasi *P. fluorescens* hanya dipengaruhi oleh lingkungan dan peluang kontak langsung antara *S. rolfsii* dengan tanaman tanpa adanya pengendalian dari *P. fluorescens*. Lingkungan berperan penting dalam pertumbuhan *S. rolfsii* karena faktor pendukung tumbuhnya *S. rolfsii* terdapat pada lingkungan. Menurut Domsch *et al.*, (1980), faktor yang mempengaruhi daya hidup *S. rolfsii* antara lain suhu, cahaya, kelembaban tanah, aerasi tanah, kandungan oksigen dan karbondioksida, pH tanah dan struktur propagul. Suhu optimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *S. rolfsii* adalah 25-35°C, dengan suhu minimum 8°C dan suhu maksimum 32°C.

Pada pengamatan kedua (14 HST) persentase penyakit terendah terjadi pada tingkat pengenceran 10^{-5} yaitu sebesar 16,54%, sedangkan persentase tertinggi terjadi pada kontrol sakit yaitu sebesar 45,87%. Perbedaan itu karena adanya perbedaan jumlah bakteri yang terdapat pada setiap pengenceran. Pengenceran mempengaruhi jumlah bakteri yang ada dalam larutan. Tetapi pada pengamatan selanjutnya (21 HST dan 28 HST) tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan, diduga hal ini disebabkan karena menurunnya daya antagonisme *P. fluorescens* dalam menekan pertumbuhan patogen, kurangnya nutrisi yang tersedia di alam dan cara pengaplikasian bakteri *P. fluorescens* secara langsung ke tanah menyebabkan bakteri *P. fluorescens* tersebut tidak mengenai sasaran jamur *S. rolsfii*, sehingga persentase penyakit tetap tinggi meskipun sudah dikendalikan dengan bakteri *P. fluorescens*.

Beberapa cara aplikasi bakteri antagonis pada tanaman antara lain dengan diberikan langsung ke tanah, dengan cara penyelaputan pada benih sebelum ditanam atau dengan pencelupan akar (Sulistyowati *et al.*, 1997). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kurrata (2007), cara aplikasi *P. fluorescens* melalui tanah dengan konsentrasi 10^9 cfu/ml merupakan cara aplikasi dan konsentrasi terbaik dalam menekan penyakit rebah semai *S. rolsfii*. Tetapi pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *P. fluorescens* dengan cara langsung ke tanah dapat menyebabkan tidak efektifnya bakteri karena bakteri tersebut tidak keseluruhan mengenai sasaran jamur *S. rolsfii*.

Dari hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa tingkat pengenceran *P. fluorescens* yang diaplikasikan berpengaruh terhadap persentase serangan *S. rolsfii*. Menurut Charingkapakorn dan Sivasitthamparan (1986) dalam Rahardjo dan Djatnika (1997) melaporkan bahwa *P. fluorescens* dalam menekan perkembangan penyakit sangat ditentukan oleh jumlahnya dalam tanah. Semakin besar jumlah bakteri dalam tanah maka aktivitas antagonis terhadap jamur semakin tinggi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dyah (2003), yaitu konsentrasi yang mempengaruhi *P. fluorescens* dalam menghambat perkembangan *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* pada uji efektivitas bakteri pada konsentrasi 10^6 cfu/ml.

c. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diaplikasikan. Menurut Harjadi (1993), pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh pertambahan ukuran dan berat kering yang tidak dapat kembali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur 30 hari sesudah tanam, tingkat pengenceran bakteri *P. fluorescens* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini diduga karena pengamatan dilakukan pada stadium awal pertumbuhan. Pada stadium ini tanaman masih kecil sehingga kebutuhan terhadap faktor-faktor pertumbuhan tidak banyak dan masing-masing individu dapat terpenuhi kebutuhannya, sehingga tinggi tanaman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

Faktor pendukung pertumbuhan adalah faktor internal dan lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang menyebabkannya adalah ketersediaan cahaya matahari. Saat penelitian dilakukan di rumah kaca, setiap tanaman mendapatkan sinar matahari yang sama sehingga tinggi tanaman tidak berbeda nyata.

d. Berat Kering Brangkasan

Berat kering brangkasan tanaman merupakan petunjuk besarnya fotosintat yang dihasilkan tanaman tersebut. Hal ini sesuai dengan yang telah dikemukakan oleh Sitompul dan Guritno (1995), bahwa produksi berat kering menggambarkan laju fotosintesis.

Laju fotosintesis melibatkan berbagai unsur hara dan air, menurut Salisbury dan Ross (1995), berbagai unsur hara yang mempengaruhi proses fotosintesis adalah H_2O , CO_2 , cahaya, hara dan suhu.

Pengamatan berat kering brangkasan menunjukkan bahwa perlakuan tingkat pengenceran 10^{-4} mendapatkan hasil besar yaitu 1,23 gram tetapi tidak berbeda nyata dengan tingkat pengenceran 10^{-6} , sedangkan berat kering tanaman terkecil adalah pada tingkat pengenceran 10^{-7} dan 10^{-5} yaitu 0,92 gram.

Diduga terjadinya perbedaan itu karena adanya pengaruh perlakuan tingkat pengenceran dengan parameter berat kering brangkasan. Menurut Charingkapakorn dan Sivasitthamparan (1986) dalam Rahardjo dan Djatnika (1997), bahwa *P. fluorescens* dalam menekan perkembangan penyakit sangat ditentukan oleh jumlahnya dalam tanah. Pada tingkat pengenceran 10^{-4} terdapat jumlah bakteri lebih banyak daripada tingkat pengenceran lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fardiaz (1982), bahwa kemampuan suatu senyawa antimikroba

dipengaruhi oleh tingkat pengenceran antimikroba tersebut, semakin pekat pengenceran bakteri maka zat antimikroba yang dikandungnya semakin tinggi. Tingkat pengenceran 10^{-4} merupakan tingkat pengenceran yang paling pekat di antara tingkat pengenceran lainnya.

Serangan *S. rolsfii* pada tanaman dapat mempengaruhi penyaluran unsur hara dan air. Menurut Widodo (1986), penyakit layu menyebabkan tanaman kedelai menjadi layu karena jaringan pembuluh sebagai tempat penyaluran unsur hara dirusak oleh jamur patogen. Layunya tanaman yang terserang *S. rolsfii* karena adanya penyumbatan jaringan xylem, sehingga pengangkutan unsur hara dan air ke bagian tanaman terhambat (Anonymous, 1985). Tidak adanya unsur hara dan air yang tersalur pada bagian tanaman menyebabkan produktifitas tanaman menurun.

4.3 Pembahasan Penelitian Prespektif Islam

Penelitian ini menyimpulkan bahwa bakteri *P. fluorescens* berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *S. rolsfii*. Pada tingkat pengenceran 10^{-5} bakteri *P. fluorescens* mampu menekan pertumbuhan jamur *S. rolsfii* sampai 62,66% pada uji *in vitro*, sedangkan pada penelitian *in vivo* persentase penyakit terendah adalah pada tingkat pengenceran bakteri *P. fluorescens* 10^{-6} , tinggi tanaman tidak mengalami perbedaan nyata dan berat kering brangkasan tanaman yang paling tinggi adalah pada tingkat pengenceran 10^{-4} . Sebagai orang yang beriman, selayaknya jika segala sesuatu yang kita lakukan harus mempunyai nilai keimanan. Penelitian tentang Pengaruh tingkat pengenceran isolat bakteri *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan jamur *S. rolsfii* penyebab penyakit layu pada

tanaman kedelai ini, seharusnya bisa membuka mata kita tentang kebesaran Allah SWT dan menyadarkan kita bahwa segala ciptaan Allah SWT, baik berupa makhluk hidup atau benda mati, tumbuhan atau hewan, yang berukuran mikroskopik seperti bakteri misalnya, pasti mempunyai manfaat, jika kita memang sudah mengetahui ilmu untuk memanfaatkannya. Allah berfirman dalam al- Qur'an:

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۖ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۖ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۚ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾

"Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang- orang yang beriman, maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?" Dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi (Nya) petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah, kecuali orang- orang yang fasik". (Al- Baqoroh:26).

Ba'udhah dalam tafsir *al-jalalain* diartikan sebagai bentuk tunggal dari *ba'udh*, yaitu kutu yang kecil, binatang yang sangat kecil, menggigit dengan menyakitkan, dan berbau sangat busuk. Kata dalam al-Qur'an itu juga dapat diartikan sebagai nyamuk (Shihab, 2002). Allah tidak segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu, yang lebih rendah dari itu bisa berupa mikroba, jamur mikroskopis dan bakteri.

Allah memerintahkan manusia untuk berbuat kebaikan dan melarang manusia membuat kerusakan di bumi. Kerusakan yang terjadi di alam sebagian besar merupakan ulah manusia, Allah telah memperingatkan manusia dalam Al Qur'an surat Al Qashash ayat 77:

وَابْتَغِ فِيمَا ءَاتٰكَ اللّٰهُ الدّٰرَ الْآخِرَةَ ۖ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۚ
وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللّٰهُ إِلَيْكَ ۚ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ ۚ إِنَّ اللّٰهَ لَا يُحِبُّ
الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

“Dan carilah pada apa yang Telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah Telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.”

Salah satu tindakan manusia yang dapat merusak alam adalah penggunaan fungisida dalam pengendalian penyakit. Penggunaan fungisida sintesis secara berlebihan dapat berdampak negatif bagi alam, pencemaran lingkungan dan keseimbangan ekologis (Istikorini, 2002).

Manusia sebagai makhluk yang paling tinggi derajatnya dibandingkan makhluk lain, diharapkan mampu menggunakan akalnya untuk kemashalatan umat termasuk dalam bidang pertanian dengan menemukan alternatif pengendalian penyakit pada tanaman. Hal ini berkaitan dengan tugas manusia sebagai khalifah di bumi sebagaimana dalam Qur'an surat Al Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّیْ جَاعِلٌ فِی الْاَرْضِ خَلِیْفَةً ۖ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِیْهَا مَنْ یُّفْسِدُ
فِیْهَا وَیَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَخَنُّ نُّسَبِحُ نَحْمَدُكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّیْۤ اَعْلَمُ مَا لَا
تَعْلَمُوْنَ ﴿ۛ﴾

"Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui"

Kata *khalifah* pada mulanya berarti yang menggantikan. Ayat ini menunjukkan bahwa kekhalifahan terdiri dari wewenang yang dianugerahkan Allah. Kekhalifahan mengharuskan makhluk yang disertai tugas itu melaksanakan tugasnya sesuai dengan petunjuk Allah yang memberinya tugas dan wewenang (Shihab, 2002). Kemajuan ilmu pengetahuan merupakan salah satu bentuk pemikiran manusia. Kemajuan pesat di bidang mikrobiologi telah menciptakan alternatif baru dalam usaha pengendalian layu pada tanaman.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa isolat bakteri *P. fluorescens* dapat menghambat pertumbuhan jamur *S. rolsfii* dengan adanya eksudat berupa siderofor. Firman Allah dalam Al Qur'an surat Ar-Rumm ayat 8 yang artinya.

اَوَلَمْ يَتَفَكَّرُوْۤا فِیْۤ اَنْفُسِهِمْ ۗ مَا خَلَقَ اللّٰهُ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ وَمَا بَیْنَهُمَاۤ اِلَّا بِالْحَقِّ
وَاَجَلٍ مُّسَمًّی ۚ وَاِنَّ کَثِیْرًا مِّنَ النَّاسِ بِلِقَآیِ رَبِّهِمْ لَکٰفِرُوْنَ ﴿ۛ﴾

“Dan mengapa mereka tidak memikirkan tentang (kejadian) diri mereka? Allah tidak menjadikan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya melainkan dengan (tujuan) yang benar dan waktu yang ditentukan. Dan sesungguhnya kebanyakan di antara manusia benar-benar ingkar akan pertemuan dengan Tuhannya.”

Kita sebagai manusia harus selalu memikirkan semua yang ada di bumi, karena sesungguhnya Allah tidak menciptakan sesuatu dengan sia-sia tanpa manfaat. Tugas kita adalah selalu mengkaji apa yang telah diciptakan Allah. Allah SWT berfirman dalam Al Qur'an surat Ali Imron: 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka.”

Ayat tersebut menjelaskan tentang ulul albab. Menurut Muhaimin (2003), bahwa seseorang yang memiliki sifat ulul albab adalah seorang yang pemikir, intelektual yang memiliki ketajaman analisis terhadap gejala dan proses alamiah serta intelektual yang membangun kepribadiannya dengan dzikir dalam keadaan dan situasi apapun, sehingga mampu memanfaatkan gejala, proses dan sarana ilmiah ini untuk kemaslahatan dan kebahagiaan seluruh umat manusia. Untuk mendapatkan bukti nyata tentang keesaan dan kekuasaan Allah SWT maka seseorang harus selalu berdzikir dan berfikir atau merenungkan fenomena alam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tingkat pengenceran isolat bakteri *P. fluorescens* yang paling menghambat pertumbuhan jamur *S. rolfsii* secara *in vitro* adalah 10^{-5} .
2. Pengaruh tingkat pengenceran isolat bakteri *P. fluorescens* secara *in vivo* menunjukkan persentase penyakit layu terkecil disebabkan jamur *S. rolfsii* pada tingkat pengenceran 10^{-6} . Tingkat pengenceran isolat bakteri *P. fluorescens* tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman

5.2. Saran

1. Perhitungan tinggi tanaman sebaiknya dilakukan secara berkala seminggu satu kali sampai fase generatif untuk memantau seberapa besar perubahan tinggi tanaman pada fase vegetatif.
2. Penelitian dilakukan sampai akhir fase generatif yaitu saat panen untuk mengetahui tingkat pengenceran bakteri *P. fluorescens* yang paling berpengaruh terhadap hasil panen tanaman kedelai.
3. Perlu dilakukan penelitian tentang cara aplikasi *P. fluorescens* yang baik agar tepat sasaran dan efektif dalam mengendalikan penyakit layu.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. 1978. *Plant Pathology*. Fourth ed. Academic press.
- Alexopaulus. and Mims. 1979. *Laboratory Manual For Introductory Mycology*. USA: Burgess Publishing Company.
- Anonymous. 1985. *Plant Pathology*. London: Academic Press inc.
- Bakri, N., Amrusi, F., Ausykari, A. 1996. *Bioteknologi dan Al-Quran, Referensi Dakwah Dai Modern*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Budiman, A. dan Thamrin, M. 1997. *Keefektifan 11 Fungisida Terhadap Penyakit Sclerotium rolfsii Sacc. Pada Tanaman Kedelai di Lahan Kering*. Banjarbaru: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Balai Penelitian Tanaman Pangan. Banjarbaru
- Cook, R.J and Baker, K. F. 1996. *The Nature And Practice Of Biological Control Of Plant Patogens*. Minnesota: APS Press.
- Danarti, dan Najiyanti. 1997. *Palawija Budidaya Dan Analisis Usaha Tani*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Djafaruddin. 2000. *Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Padang: Bumi Aksara.
- Domsch, K. H., W. Gams dan T. H. Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Vol 1, New York: Academic Press.
- Dwidjoseputro. 1994. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Dyah, R. 2005. *Efektifitas Beberapa Tingkat Konsentrasi Pseudomonas Kelompok Fluorescens dalam Menekan Pertumbuhan dan Perkembangan Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*. Skripsi 39 hlm. Malang : Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya.
- Fahrudin, L. 2000. *Budidaya Kacang-Kacangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Faqih, K. 2006. *Tafsir Nurul Qur'an*. Jakarta: Penerbit Al-Huda.
- Hasanuddin, 2003. *Peningkatan Peranan Mikroorganisme Dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu*. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, <http://library.usu.ac.id/download/fp/fp-hasanuddin.pdf>. Diakses tanggal 23 Maret 2007.

- Howell, C., R. and Stipanovic, R., D. 1980. *Supression of Pytium ultimum Induced Dumping-off of Cotton Seedling by Pseudomonas fluorescens and Its Antibiotic*. Pyoluterin. Phytopathol.
- Haeri, F. 2001. *Cahaya Al Qur'an*. Jakarta: Serambi Ilmu Semesta.
- Hardaningsih, S. 1993. *Penyakit-Penyakit yang Disebabkan oleh Jamur pada Kacang Tanah dan Pengendaliannya*. Malang: BPTP.
- Harjadi, S. 1993. *Pengantar Agronomi*. Jakarta: Gramedia pustaka umum.
- Istikorini, Y. 2002. *Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Hayati yang Ekologis dan Berkelanjutan*. http://tumoutou.net/702_05123/yunik_istikorini.htm. Diakses tanggal 23 Maret 2007.
- Kurrata, G. 2007. *Pengaruh Isolat Bakteri Antagonis Pseudomonas Fluorescens Terhadap Sclerotium rolfsii sacc.* Skripsi. Malang: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya.
- Lisdiana. 2000. *Kedelai Dan Pengembangannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Machmud, M., Sudjadi, M., Suryadi, Y. 2002. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Antagonis*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. http://www.indobiogen.or.id/terbitan/prosiding/fulltext_pdf/prosiding2003_118-127_machmud_antagonis.pdf. Diakses tanggal 23 Maret 2007.
- Martoredjo, T. 1992. *Pengendalian Penyakit Tanaman*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Muhaimin, M. 2003. *Penyiapan Ulul Albab Alternatif Pendidikan Islam Masa Depan*. Jurnal Pendidikan Fakultas Tarbiyah. Vol 1 no 1.
- Nakiah, E. 2005. *Agama, Filsafat dan Alam*. <http://www.mail-archive.com/kmnu2000@yahooogroup.com/msg04617.html>. Diakses tgl 10 Oktober 2007.
- Pracaya. 1991. *Hama Dan Penyakit Tumbuhan*. Salatiga: Penebar Swadaya.
- Rahaju, M. 2007. *Ragam Patogen Tular Tanah Dan Mikroba Antagonisnya Pada Rizosfer Kacang-Kacangan di Jawa Timur*. Prosiding Peningkatan Produksi Kacang-Kacangan dan Umbu-Umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Bogor : Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Rahardjo, I., B. Dan I. Djatnika. 1997. *Pengaruh Beberapa Isolat Pseudomonas fluorescens Terhadap Intensitas Penyakit Layu pada Tanaman Gladiol*. Palembang: Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia.

- Rudyansyah, A. 2006. *Re (FISIKA) Air Murni*. http://mail-archive.com/fisika_indonesia.msg02524 . Diakses tgl 27 Desember 2007.
- Rukmana, R., dan Yuniarsih. 2003. *Kedelai Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius
- Salisbury, F., Ross, C. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Bandung: ITB
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Semangun, H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman Holtikultura*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Semangun, H. 2004. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Schipper, B., A. W. Baker, D. A. H. M and Scher. 1987. *Interactions of Deleterious and Beneficial Rhizosphere Microorganism and the Effect of Cropping Practices*. Ann. Rev. Phytopathol
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sitompul, SM., dan Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Somaatmadja, S. 1993. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara I Kacang-Kacangan*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sudantha, I. M. 1997. *Pengendalian Patogen Tular Tanah pada Tanaman Kedelai Secara Hayati Menggunakan Bahan Organik dan Trichoderma harzianum dalam Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Nasional*. Palembang: Perhimpunan Fitopatologi Indonesia.
- Sulistyowati, L., Estiejarini, M. dan Cholil, Abdul. 1997. *Teknik Aplikasi Isolat Trichoderma spp. sebagai Agen Pengendalian Hayati Sclerotium rolfsii Sacc. pada Tanaman Kacang Tanah*. Ilmu-Ilmu Hayati.
- Supriati, L. 2005. *Potensi Antagonis pada Lahan Gambut untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Semai (Sclerotium rolfsii Sacc.) pada Tanaman Kedelai*. Seminar Hasil Penelitian. Malang: Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya.

Widodo, D. 1986. *Hama dan Penyakit Tanaman Kedelai*. Bandung: Pustaka Buana.

Yusriadi. 2004. *Pengendalian biologi (biocontrol) penyakit tular tanah Kacang tanah dengan Pseudomonas (Ralstonia) flourescens BSK8*. <http://www.hpt-unlam.com/Makalahupaya-yusriadi.pdf>. Diakses tanggal 23 Maret 2007.



Lampiran 1

Deskripsi Kedelai Varietas Sinabung



Hasil rata-rata	: 2,16 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna batang	: Hijau
Warna bulu	: Coklat
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna polong tua	: Coklat
Warna hylum	: Coklat
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: 35 hari
Umur matang	: 88 hari
Tinggi tanaman	: 66 cm
Bentuk biji	: Oval, agak pipih
Bobot 100 biji	: 10,68 gr
Kandungan protein	: 46,0%
Kandungan lemak	: 13,0%
Kerebahan	: Tahan rebah
Ketahanan terhadap penyakit	: Agak tahan terhadap karat daun.
Sifat-sifat lain	: Polong tidak mudah pecah
Wilayah adaptasi	: Lahan sawah.

Suhartina (2005)

Lampiran 2.

Perhitungan Analisis Varian Uji daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolsfii* secara *in vitro*, masa inkubasi 1 HSI

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{494.65^2}{25} = 9787.145$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total percobaan} &= 12,5^2 + 11,11^2 + 16,16^2 + 14,28^2 + 16,16^2 + 35,7^2 + 37,5^2 + \\ &33,33^2 + 22,22^2 + 27,27^2 + 33,33^2 + 25^2 + 41,66^2 + 30^2 + \\ &22,22^2 + 12,5^2 + 10^2 + 27,27^2 + 10^2 + 9,09^2 + 8,33^2 + 8,33^2 \\ &+ 7,69^2 + 9,09^2 + 11,11^2 - FK \\ &= 12651,1599 - 9787.145 \\ &= 2864 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \frac{71,21^2 + 157,82^2 + 152,21^2 + 68,86^2 + 44,55^2}{5} - FK \\ &= 2187,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total percobaan} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 2864 - 2187,3 \\ &= 676,6 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2187,3	543,8	16,16*	2,86	4,43
Galat	20	676,7	33,8			
Total	24	2864,0				

Keterangan : * berbeda sangat nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(20)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT_{galat}}{ulangan}}$$

$$BNT_{0,05} = 2,086 \times \sqrt{\frac{2 \times 33,8}{5}}$$

$$= 7,67$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol	8.91	a
10 ⁻⁷	13.77	a
10 ⁻⁴	14.24	a
10 ⁻⁶	30.44	b
10 ⁻⁵	31.56	bc

Perhitungan Analisis Varian Uji daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolsfii* secara *in vitro*, masa inkubasi 2 HSI

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{684,11^2}{25} = 18720,26$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 18,18^2 + 10^2 + 27,27^2 + 33,33^2 + 36,36^2 + 53,84^2 + 42,85^2 + \\ &42,85^2 + 35,71^2 + 46,66^2 + 50^2 + 42,85^2 + 30,76^2 + 15,38^2 + 20^2 \\ &+ 18,18^2 + 38,46^2 + 16,16^2 + 23,07^2 + 6,66^2 + 6,25^2 + 6,25^2 \\ &+ 5,88^2 + 6,6 - FK \\ &= 6149,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{125,14^2 + 225,25^2 + 185,65^2 + 116,37^2 + 31,7^2}{5} - FK \\ &= 4361,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK total percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 6149,9 - 4361,8 \\ &= 1788,1 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	4361,8	1090,5	12,20*	2,86	4,43
Galat	20	1788,1	89,4			
Total	24	6149,9				

Keterangan : * berbeda sangat nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(20)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT_{galat}}{ulangan}}$$

$$BNT_{0,05} = 2,086 \times \sqrt{\frac{2 \times 89,4}{5}}$$

$$= 12,47$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol	6.34	a
10 ⁻⁷	23.27	b
10 ⁻⁴	25.03	bc
10 ⁻⁶	37.13	cd
10 ⁻⁵	45.05	d

Perhitungan Analisis Varian Uji daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolsfii* secara *in vitro*, masa inkubasi 3 HSI

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{1027,17^2}{25} = 42203,13$$

$$\begin{aligned} JK \text{ total Percobaan} &= 45^2 + 57,14^2 + 45^2 + 52,38^2 + 57,14^2 + 57,89^2 + 54,54^2 + \\ &42,85^2 + 52,38^2 + 47,36^2 + 54,54^2 + 47,61^2 + 50^2 + 52,96^2 + \\ &50^2 + 36,36^2 + 7,4^2 + 4,16^2 + 7,69^2 + 8^2 + - FK \\ &= 7898,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{240,69^2 + 266,96^2 + 247,34^2 + 236,93^2 + 35,25^2}{5} - FK \\ &= 7343,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Galat} &= JK \text{ total percobaan} - JK \text{ perlakuan} \\ &= 7898,4 - 7343,8 \\ &= 1788,1 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	7343,8	1837,0	66,72*	2,86	4,43
Galat	20	550,6	27,5			
Total	24	7898,4				

Keterangan : * berbeda sangat nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(20)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT_{galat}}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,086 \times \sqrt{\frac{2 \times 27,5}{5}} \\ &= 6,92 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol	7.05	a
10 ⁻⁷	47.30	b
10 ⁻⁴	48.14	bc
10 ⁻⁶	49.47	bc
10 ⁻⁵	53.82	c

Perhitungan Analisis Varian Uji daya hambat *P. fluorescens* terhadap jamur *S. rolsfii* secara *in vitro*, masa inkubasi 4 HSI

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{1239,25^2}{25} = 61439,62$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 60^2 + 56,56^2 + 56,56^2 + 60^2 + 60^2 + 66,66^2 + 63,33^2 + \\ &63,33^2 + 60^2 + 60^2 + 56,66^2 + 60^2 + 60^2 + 60^2 + 62,66^2 + \\ &56,66^2 + 60^2 + 66,66^2 + 56,66^2 + 53,33^2 + 13,33^2 + 3,33^2 + \\ &6,66^2 + 10 \cdot 6,66^2 - FK \\ &= 11078,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \frac{293,12^2 + 313,32^2 + 299,31^2 + 293,31^2 + 39,98^2}{5} - FK \\ &= 10855,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total percobaan} - \text{JK perlakuan} \\ &= 11078,5 - 10855,9 \\ &= 222,6 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	10855,9	2714,0	243,86*	2,86	4,43
Galat	20	222,6	11,0			
Total	24	11078,5				

Keterangan : * berbeda sangat nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(20)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT_{galat}}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,086 \times \sqrt{\frac{2 \times 11}{5}} \\ &= 4,4 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol	8	a
10^{-7}	58.66	b
10^{-4}	58.66	bc
10^{-6}	59.86	bc
10^{-5}	62.66	c

Lampiran 3

Perhitungan Analisis Varian Pengamatan Persentase Penyakit 7 HST

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{143,27^2}{24} = 855,2622$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 9,09^2 + 5,26^2 + 28,57^2 + 12,5^2 + 0^2 + 0^2 + 7,14^2 + 6,25^2 + \\ &17,64^2 + 7,69^2 + 8,33^2 + 7,14^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 5,88^2 + \\ &0^2 + 11,11^2 + 0^2 + 16,67^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 - FK \\ &= 1244,3 \end{aligned}$$

$$\text{JK ulangan} = \frac{26,73^2 + 24,06^2 + 44,04^2 + 48,44^2}{6} - FK = 74,63$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \frac{55,42^2 + 13,39^2 + 40,8^2 + 5,88^2 + 27,78^2 + 0^2}{4} \\ &= 575,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total percobaan} - (\text{JK ulangan} + \text{JK perlakuan}) \\ &= 1244,3 - (74,63 + 575,3) \\ &= 594,37 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%
Ulangan	3	74,63	24,9	0,67	3,16
Perlakuan	5	575,3	115,1	2,91*	2,77
Galat	15	594,37	39,62		
Total	23	1244,3			

Keterangan : * berbeda nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(15)} \times \sqrt{\frac{2xKTgalat}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2x39,62}{4}} \\ &= 9,48 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol sehat	0	a
10^{-7}	1,47	ab
10^{-5}	3,35	ab
Kontrol sakit	6,95	abc
10^{-6}	10,2	bc
10^{-4}	13,86	c

Perhitungan Analisis Varian Pengamatan Persentase Penyakit 14 HST

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{540,61^2}{24} = 12177,47$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 36,36^2 + 21,05^2 + 35,71^2 + 25^2 + 14,28^2 + 6^2 + 35,71^2 + 25^2 + \\ &29,41^2 + 7,69^2 + 33,33^2 + 21,43^2 + 17,64^2 + 12,5^2 + 12,5^2 + \\ &23,52^2 + 35,71^2 + 53,33^2 + 20^2 + 44,44^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 - FK \\ &= 7886 \end{aligned}$$

$$\text{JK ulangan} = \frac{133,4^2 + 130,57^2 + 137,25^2 + 139,39^2}{6} - FK = 7,73$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{118,12^2 + 80,99^2 + 91,86^2 + 66,16^2 + 183,48^2 + 0^2}{4} - FK \\ &= 4570 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total percobaan} - (\text{JK ulangan} + \text{JK perlakuan}) \\ &= 7889 - (7,73 + 4570) \\ &= 3311,27 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%
Ulangan	3	494,83	164,94	0,89	3,16
Perlakuan	5	4570	914	4,14*	2,77
Galat	15	3311,27	220,75		
Total	23	7886			

Keterangan : * berbeda nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(15)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT_{galat}}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2 \times 220,75}{4}} \\ &= 22,39 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol sehat	0	a
10 ⁻⁵	16,54	ab
10 ⁻⁷	20,25	ab
10 ⁻⁶	22,97	abc
10 ⁻⁴	29,53	bc
Kontrol sakit	45,87	d

Perhitungan Analisis Varian Pengamatan Persentase Penyakit 21 HST

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{821,54^2}{24} = 28122$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 54,54^2 + 31,58^2 + 42,86^2 + 31,25^2 + 35,71^2 + 18,75^2 + \\ &35,71^2 + 37,5^2 + 47,06^2 + 23,08^2 + 33,33^2 + 21,43^2 + 29,42^2 + \\ &37,5^2 + 68,75^2 + 41,18^2 + 28,57^2 + 83,33^2 + 53,33^2 + \\ &66,66^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 - FK \\ &= 11032 \end{aligned}$$

$$\text{JK ulangan} = \frac{195,3^2 + 194,24^2 + 233,98^2 + 198,02^2}{6} - FK = 182,98$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \frac{160,23^2 + 127,67^2 + 124,9^2 + 176,85^2 + 231,85^2 + 0^2}{4} - FK \\ &= 7534 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total percobaan} - (\text{JK ulangan} + \text{JK perlakuan}) \\ &= 11032 - (182,98 + 7534) \\ &= 3315 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%
Ulangan	3	1307,85	435,95	2,25	3,16
Perlakuan	5	7534	1507	6,82*	2,77
Galat	15	3315,02	221		
Total	23	11032			

Keterangan : * berbeda nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(15)} \times \sqrt{\frac{2 \times KT_{galat}}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2 \times 221}{4}} \\ &= 22,4 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol sehat	0	a
10 ⁻⁶	31,23	b
10 ⁻⁵	31,92	b
10 ⁻⁴	40,06	bc
10 ⁻⁷	44,21	bc
Kontrol sakit	57,97	c

Perhitungan Analisis Varian Pengamatan persentase penyakit 28 HST

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{989,39^2}{24} = 40787,19$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 63,33^2 + 47,37^2 + 57,17^2 + 37,5^2 + 71,43^2 + 18,75^2 + \\ &57,14^2 + 37,5^2 + 47,06^2 + 30,77^2 + 41,67^2 + 28,57^2 + 70,59^2 + \\ &50^2 + 68,75^2 + 47,06^2 + 50^2 + 44,44^2 + 53,33^2 + 66,66^2 + 0^2 + \\ &0^2 + 0^2 + 0^2 - FK \\ &= 12206 \end{aligned}$$

$$\text{JK ulangan} = \frac{302,71^2 + 191,33^2 + 278,06^2 + 217,29^2}{6} - FK = 1341,6$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{205,67^2 + 184,82^2 + 148,07^2 + 236^2 + 214,43^2 + 0^2}{4} - FK \\ &= 9275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total percobaan} - (\text{JK ulangan} + \text{JK perlakuan}) \\ &= 12206 - (1341,6 + 9275) \\ &= 1589,4 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%
Ulangan	3	1341,6	991	6,07	3,16
Perlakuan	5	9275	1855	17,51*	2,77
Galat	15	1589,4	105,96		
Total	23	12206			

Keterangan : * berbeda nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(15)} \times \sqrt{\frac{2xKT_{galat}}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2x105,96}{4}} \\ &= 15,51 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol Sehat	0	a
10 ⁻⁶	37,02	b
10 ⁻⁵	46,21	bc
10 ⁻⁴	51,42	bc
Kontrol sakit	53,61	c
10 ⁻⁷	59,1	c

Lampiran 4.

Perhitungan Analisis Varian Pengamatan Tinggi Tanaman 30 HST

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{776,39^2}{24} = 25115,893$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 36,75^2 + 28,36^2 + 27,5^2 + 33,5^2 + 35^2 + 2,83^2 + 29,17^2 + \\ &\quad 36^2 + 1,4^2 + 36,6^2 + 30,78^2 + 39,86^2 + 37,83^2 + 32,6^2 + \\ &\quad 35,14^2 + 28^2 + 35,8^2 + 33,8^2 + 35^2 + 35,86^2 + 34,5^2 + \\ &\quad 31,9^2 + 34,36^2 + 35,89^2 + 33,96^2 - FK \\ &= 1140,65 \end{aligned}$$

$$\text{JK ulangan} = \frac{206,65^2 + 166,47^2 + 196,28^2 + 206,99^2}{6} - FK = 181,97$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{31,53^2 + 24,6^2 + 36,27^2 + 32,88^2 + 34,79^2 + 34,03^2}{4} - FK \\ &= 340,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK total percobaan} - (\text{JK ulangan} + \text{JK perlakuan}) \\ &= 1140,65 - (181,97 + 340,6) \\ &= 618 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%
Ulangan	3	181,97	60,65	1,48	3,16
Perlakuan	5	340,6	68,1	1,65*	2,77
Galat	15	618	41,2		
Total	23	1140,7			

Keterangan : * tidak berbeda nyata

Lampiran 5.

Pengamatan Berat Kering Brangkas Tanaman 30 HST

Menghitung JK :

$$FK = \frac{\sigma^2}{rxn} = \frac{23,74^2}{24} = 23,48$$

$$\begin{aligned} JK \text{ total percobaan} &= 1,45^2 + 1,22^2 + 1,23^2 + 1,03^2 + 0,91^2 + 0,68^2 + 0,9^2 + 1,2^2 + \\ &1,02^2 + 0,78^2 + 0,83^2 + 1,42^2 + 0,92^2 + 1,03^2 + 0,9^2 + 0,85^2 + \\ &0,76^2 + 0,56^2 + 0,53^2 + 0,62^2 + 1^2 + 1,1^2 + 1,6^2 + 1,2^2 - FK \\ &= 14,88 \end{aligned}$$

$$JK \text{ ulangan} = \frac{6,06^2 + 5,37^2 + 5,99^2 + 6,32^2}{6} - FK = 0,084$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \frac{1,23^2 + 0,92^2 + 1,01^2 + 0,93^2 + 0,62^2 + 1,23^2}{4} - FK \\ &= 7,082 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ galat} &= JK \text{ total percobaan} - (JK \text{ ulangan} + JK \text{ perlakuan}) \\ &= 14,88 - (0,084 + 7,082) \\ &= 7,714 \end{aligned}$$

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F 5%
Ulangan	3	0,084	0,028	0,07	3,16
Perlakuan	5	7,082	1,416	3,27*	2,77
Galat	15	7,714	0,433		
Total	23	14,884			

Keterangan : * berbeda nyata

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(15)} \times \sqrt{\frac{2xKTgalat}{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2x0,433}{4}} \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

Tingkat Pengenceran	Rata-Rata	Notasi BNT 5%
Kontrol sakit	0,62	a
10 ⁻⁵	0,92	a
10 ⁻⁷	0,92	a
10 ⁻⁶	1,01	ab
10 ⁻⁴	1,23	b
Kontrol sehat	1,23	b

Lampiran 6.

Jadwal Kerja

Judul : “Pengaruh Isolat Alami *Pseudomonas fluorescens* Pada Beberapa Tingkat Pengenceran Terhadap Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Layu Pada Kedelai (*Glicine max* (L) Merrill)”.

Tujuan : Mendapatkan Informasi Tentang Tingkat Pengenceran Isolat Alami Bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang Paling Menghambat Jamur *Sclerotium rolfsii* secara *in vitro* dan *in vivo*.

No	Tanggal	Uraian Kegiatan
1	8-10-2007	Uji antagonisme secara <i>in vitro</i> di laboratorium
2	9-10-2007	Pengamatan <i>in vitro</i> pertama (1 HSI)
3	10-10-2007	Pengamatan <i>in vitro</i> kedua (2 HSI)
4	11-10-2007	Pengamatan <i>in vitro</i> ketiga (3 HSI)
5	12-10-2007	Pengamatan <i>in vitro</i> keempat (4 HSI)
6	16-10-2007	Inokulasi jamur <i>Sclerotium rolfsii</i>
7	23-10-2007	Tanam kedelai di rumah kaca
8	30-11-2007	Pengamatan pertama (persentase penyakit) 7 HST Pengaplikasian bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>
9	6-11-2007	Pengamatan kedua (persentase penyakit) 14 HST
10	13-11-2007	Pengamatan ketiga (persentase penyakit) 21 HST
11	20-11-2007	Pengamatan keempat (persentase penyakit) 28 HST
12	22-11-2007	Pengamatan tinggi tanaman (30 HST) Pemanenan brangkasan tanaman
13	24-11-2007	Pengamatan berat kering brangkasan tanaman

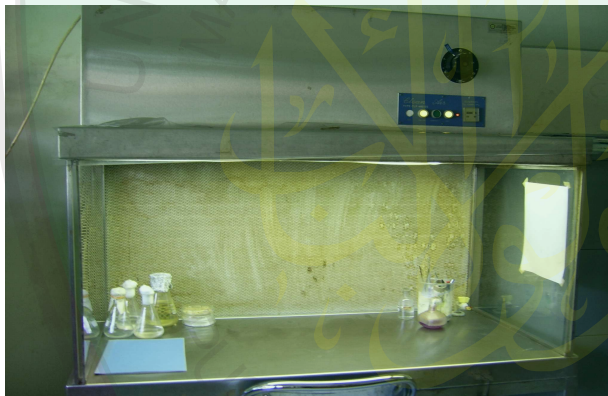
Lampiran 7. Gambar Alat dan Bahan Penelitian



Isolat Bakteri *P. fluorescens* dalam Pengenceran



Biakan jamur *S. rolsfii*



Laminar Air Flow (LAF)



Autoclave



Vortex



Timbangan digital