

PERNYATAAN

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

Malang, 26 Agustus 2011

Astri Sumiati



LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Penyakit Karat
(*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) dan Rebah Semai
(*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Kedelai
(*Glycine max* (L). Merill)

Nama Mahasiswa : Astri Sumiati
NIM : 0610460009-46
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi : Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Utama,

Pendamping,

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.

Ir. Abdul Cholil.

NIP. 19550522 198103 1 006

NIP. 19510807 197901 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.

NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 19520517 197903 2 001

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun S.
NIP. 19480109 1976031 1 001

Penguji III

Penguji IV

Dr.Ir.Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Ir. Abdul Cholil.
NIP. 19510807 197901 1 002

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Astri Sumiati. 0610460009-46. Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Penyakit Karat (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) dan Rebah Semai (*Sclerotium rolfsii* Sacc) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L). Merrill) Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, MS. dan Ir. Abdul Cholil.

Kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang penting dalam rangka ketahanan pangan di Indonesia. Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri pangan. Pada tahun 2007, kebutuhan kedelai mencapai 2 juta ton dan baru terpenuhi 35–40% dari produksi dalam negeri (Tahlim dan Dewa 2007). Oleh karena itu, produksi kedelai perlu terus ditingkatkan. Salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman kedelai di Indonesia dan dapat menurunkan produksi adalah penyakit karat pada tanaman kedelai, menyebabkan kehilangan ekonomis yang besar berkisar antara 40 sampai 90% (Sudjana et al., 1985). Salah satu pengendalian yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit karat adalah dengan menggunakan jamur endofit. Jamur endofit mampu melindungi tanaman inangnya dari organisme pengganggu tanaman di alam dengan menghasilkan mikotoksin untuk menghalangi hewan herbivora dan antibiotik untuk menekan patogen (Evans, 1998). Informasi mengenai uji antagonisme jamur endofit pada *Phakopsora pachyrhizi* belum banyak diketahui di Indonesia untuk itu perlu dilakukan penelitian. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui daya antagonisme dari masing-masing jamur endofit akar terhadap perkembangan *P. pachyrhizi* penyebab penyakit karat pada tanaman kedelai serta mengetahui efektifitas beberapa jamur endofit akar untuk mengendalikan penyakit karat daun (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang dan di lakukan percobaan lapangan pada Unit Pelaksana Teknis Benih dan Palawija, Desa Bedali, Kab. Malang pada bulan April 2010 – Maret 2011. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan delapan perlakuan, yaitu 1) perlakuan jamur endofit 1, 2) perlakuan jamur endofit 2, 3) perlakuan jamur endofit 3, 4) perlakuan jamur endofit 4, 5) perlakuan jamur endofit 5, 6) perlakuan jamur endofit 1, 2 dan 3, 7) perlakuan jamur endofit 1, 2, 3, 4, dan 5, 8) perlakuan kontrol (tanpa endofit). Metode kultur pot dilakukan dengan merendam benih kedelai yang akan ditanam ke dalam suspensi jamur endofit. Kemudian benih ditanam pada pot kultur dan diletakan pada tempat penelitian. Pengamatan meliputi intensitas serangan penyakit, efektivitas antagonis, pertumbuhan tanaman (tinggi dan jumlah daun), dan produktivitas (berat brangkas, jumlah polong isi, berat polong, serta berat 100 biji). Data yang dieperoleh diuji dengan uji F taraf 5% dan uji Duncan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat jamur endofit akar yang mampu menghambat serangan *S. rolfsii* dalam uji laboratorium. Isolat yang memiliki kemampuan antagonis tertinggi terhadap *S. rolfsii* yaitu isolat jamur endofit W2D, R2A, W2G, R3A serta B1C dan digunakan untuk uji lapang.

Berdasarkan nilai efektifitas pengendalian pemberian jamur endofit antagonis akar pada tanaman kedelai dapat mengendalikan serangan *P. pachyrhiz* yaitu jamur B1C (16,51%), jamur R2A (11,55%), kombinasi jamur W2D, R2A dan W2G (11,32%), jamur R3A (10,97%), jamur W2G (8,43), jamur kombinasi antara W2D, R2A, W2G, R3A, serta B1C (4,50), dan jamur W2D (1,15%).



SUMMARY

Astri Sumiati. 0610460009-46. Antagonistic Test of Endophytic Fungus Against Rust Disease (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) and Dumping Off (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) in Soybean Plants (*Glycine max* (L.) Merrill) Supervised by Dr. Ir. Syamsudin Djauhari, MS. and Ir. Abdul Cholil.

Soybean is one of the more important food crops in the context of food security in Indonesia. Demand on soybean was increasing corresponding with food based industry. In 2007, demand reached 2 million tons of soybeans while domestic supply account only 35-40% (Tahlim and Dewa 2007). Therefore, soybean production needs to be increased. One of the important diseases that attack soybean plants in Indonesia which can lower production is rust disease. It causes a great deal of economic loss ranging from 40% to 90% of total yield (Sudjana et al., 1985). One method of rust disease control is by using endophytic fungus. Endophytic fungus which were able to protect their host plants in nature by producing mycotoxins to deter herbivores and also antibiotics to suppress pathogens (Evans, 1998). Information on antagonistic test of endophytic fungus on *Phakopsora pachyrhizi* has not been known in Indonesia, it is necessary to do research about that problem. The purpose of this study was to determine the antagonism of each endophytic roots fungus on the development of *P. pachyrhizi* causes rust disease on soybean plants and to know the effectiveness of some endophytic roots fungus to control leaf rust diseases (*P. pachyrhizi*) on soybean plants.

The research was conducted in the laboratory of mycology, University of Brawijaya, Malang and The Technical Implementation Unit of Seed and Crop, Bedali village, Malang county from April 2010 - March 2011. This research used completely randomized design which consisted at eight treatments, i.e. 1) treatment of endophytic fungi 1, 2) treatment of endophytic fungi 2, 3) treatment of endophytic fungi 3, 4) treatment of endophytic fungi 4, 5) treatment of endophytic fungi 5, 6) treatment of endophytic fungus 1, 2 and 3, 7) treatment of endophytic fungus 1, 2, 3, 4, and 5, 8) control (without endofit). Pot culture method carried out by dipping the into the suspension of the fungus endofit. Then this soybean seed was planted in pot culture and placed in the arena experiment. The Observations are the intensity of the disease, the effectiveness of antagonists, plant growth (height and leaf number), and productivity (stover weight, number of pods content, pod weight, and weight of 100 seeds). Data were tested by F test level of 5% and 5% level of Duncan's test.

The results showed that there were endophytic roots fungus of soybean plants capable of reducing attacks of *S. rolfsii* in the laboratory tests. Isolates had the highest antagonistic ability against *S. rolfsii* i.e. W2D, R2A, W2G, R3A and B1C and used for field trials. Based on the effectiveness of the control, endophytic fungus capable of controlling the intensity of *P. pachyrhizi* attacks i.e. B1C fungi (16.51%), R2A fungi (11.55%), fungus combination W2D, R2A and W2G (11.32%), R3A fungi (10.97%), W2G fungi (8.43), fungus combination W2D, R2A, W2G, R3A, and B1C (4.50), and fungi W2D (1.15%).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Penyakit Karat (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) dan Rebah Semai (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill)”.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS selaku pembimbing utama skripsi dan Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan pengarahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ir. Abdul Cholil, selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing, mendorong serta memotivasi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada Unit Pelaksana Teknis (UPT) Benih dan Palawija atas segala bantuan yang telah diberikan.
4. Kedua orang tua, Kakak serta adik tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungannya.
5. Teman-teman Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan angkatan 2006, teman-teman seperjuangan di BEM FP-UB, serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan. Akhirnya penulis mengharapkan pada semua pihak untuk memberikan saran dan kritik yang bersifat membangun guna kesempurnaan penyusunan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan. Amin

Malang, Agustus 2011

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Astri Sumiati, dilahirkan di Kota Bekasi, pada tanggal 18 Oktober 1989, putra ketiga dari empat bersaudara dengan seorang ayah bernama Subur Riswandi dan seorang ibu bernama Entin Surtini.

Penulis memulai pendidikan formal dengan menjalani pendidikan di SDN Tampomas 1 Bekasi (1994-2000), kemudian melanjutkan di SLTP Negeri 2 Bekasi (2000-2003), dan melanjutkan di SMU Negeri 2 Bekasi (2003-2006). Penulis menjadi mahasiswa S1 Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan pada tahun 2006 melalui jalur Penjurangan Siswa Berprestasi (PSB).

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis aktif dalam kegiatan organisasi seperti Dirjen Wacana Publik BEM FP-UB, anggota aktif MIPI, HIMAPTA, HMI, dan PRISMA. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Epidemi Penyakit Tumbuhan (2010), asisten praktikum untuk mata kuliah Budidaya Tanaman (2008-2009), asisten praktikum mata kuliah Ekologi Pertanian (2009) dan asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman (2008). Selain itu juga pernah mendapatkan beberapa penghargaan seperti, 4th MDG Summit yang diadakan oleh Youth Advocates for United Nations di Filipina tahun 2010, 1st Global Citizenship Camp yang diadakan oleh ASEAN+3 di Filipina tahun 2010, dan Juara II Pekan Ilmiah Nasional (PIMNAS XII) di Semarang Tingkat Nasional tahun 2008, serta Juara Harapan 1 Lomba Karya Inovatif mahasiswa (LKIM) tingkat Propinsi tahun 2008.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kedelai	4
2.2 Penyakit Karat (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) pada tanaman kedelai	5
2.2.1. Deskripsi Jamur <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Syd	5
2.2.2. Gejala Penyakit Karat	5
2.2.3. Siklus Hidup Jamur <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Syd	6
2.2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan <i>P. pachyrhizi</i>	7
2.2.5. Pengendalian Penyakit Karat pada Kedelai	7
2.3 Mekanisme Pengendalian Hayati	8
2.4 Jamur Endofit	9
2.4.1. Definisi Jamur Endofit	9
2.4.2. Ekologi Jamur Endofit	10
2.4.3. Peranan Jamur Endofit untuk Pengendalian Penyakit Tanaman	10
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Persiapan Penelitian	13
3.4.1. Isolasi Jamur Patogen	13
3.4.2. Identifikasi Jamur Patogen	14
3.4.3. Perbanyakan Jamur <i>S. olfsii</i>	14
3.5 Pelaksanaan Penelitian	15
3.5.1. Uji Antagonis Jamur Endofit Secara <i>In Vitro</i>	15
3.5.2. Uji Antagonisme Jamur Endofit secara <i>In Vivo</i>	16
3.5.3. Pemeliharaan Tanaman	18
3.6 Variabel Pengamatan	18
3.7 Metode Analisis	21

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

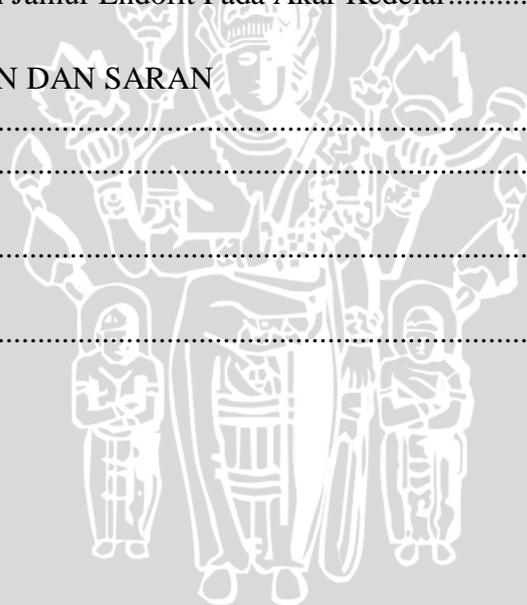
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>Sclerotium rolfsii</i>	22
4.2 Uji Antagonis Jamur Endofit dengan <i>S. rolfsii</i> Secara <i>In Vitro</i>	24
4.3 Uji Jamur Endofit pada Tanaman Kedelai di Lapang	30
4.3.1 Intensitas Serangan Penyakit Karat (<i>P. pachyrhizi</i>).....	30
4.4 Aplikasi Penyakit Endofit Akar terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai	33
4.4.1. Tinggi Tanaman Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar	33
4.4.2. Jumlah Daun Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar.....	34
4.5 Aplikasi Jamur Endofit Akar terhadap terhadap Produksi Tanaman Kedelai.....	35
4.5.1 Berat Kering Brangkas Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar .	35
4.5.2 Jumlah Polong Isi Pertanaman Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar	36
4.5.3 Berat Polong Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar	37
4.5.4 Berat Biji 100 Biji Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar	38
4.6 Pembahasan Umum	39
4.6.1 Intensitas Serangan <i>P. pachyrhizi</i> dan Efektifitas Pengendalian Jamur Endofit Pada Akar Kedelai.....	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA	45
----------------------	----

LAMPIRAN.....	48
---------------	----



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Daun Kedelai yang Terserang Penyakit Karat (a). Tampak pada Daun Trifoliat (b). Tampak Pada Permukaan Daun.....	6
2.	Skema metode uji antagonisme menggunakan metode titik pada medium PDA dalam cawan petri berdiameter 9 cm	16
3.	Metode Pengamatan Intensitas Serangan Penyakit Karat.....	19
4.	Batang tanaman kedelai yang terserang <i>S. rolfii</i>	22
5.	Biakan jamur <i>S. rolfii</i> (A); Pengamatan Mikroskopis terlihat hifa hialin (B).....	23
6.	Persentase penghambatan jamur endofit terhadap <i>S. rolfii</i> hari ke-5.....	26
7.	Biakan jamur <i>S. rolfii</i> (A) Uji Antagonisme Jamur <i>Nigrospora</i> sp terhadap <i>S. rolfii</i> pada Media PDA.....	27
8.	Biakan jamur <i>S. rolfii</i> (A) Uji Antagonisme Jamur Yang Tidak Teridentifikasi terhadap <i>S. rolfii</i> pada Media PDA	27
9.	Biakan jamur <i>S. rolfii</i> (A) Uji Antagonisme Jamur Yang Tidak Teridentifikasi terhadap <i>S. rolfii</i> pada Media PDA.....	28
10.	Biakan jamur <i>S. rolfii</i> (A) Uji Antagonisme Jamur <i>Chepalosporium</i> sp terhadap <i>S. rolfii</i> pada Media PDA.....	29
11.	Biakan jamur <i>S. rolfii</i> (A) Uji Antagonisme Jamur <i>Paelomyces</i> sp terhadap <i>S. rolfii</i> pada Media PDA.....	30
12.	Efektifitas Pengendalian Jamur Endofit terhadap Intensitas serangan <i>P. pachyrhizi</i> pada tanamam kedelai.....	32
13.	A. Pengamatan Mikroskopis Jamur <i>Nigrospora</i> sp B. Pengamatan Mikroskopis Jamur <i>Chepalosporium</i> sp	40
Lampiran		
14.	Gambar Tanaman Kedelai di Lokasi Penelitian Kultur Pot di lokasi UPTBP Bedali, Kec. Singosari, Kab. Malang.....	56
15.	Denah percobaan penelitian di lokasi UPTBP Bedali, Kec. Singosari, Kab. Malang	57

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Kultur Pot.....	17
2.	Skor Penyakit Karat Daun Kedelai Berdasarkan, Jumlah Bercak dan Intensitas penularan.....	19
3.	Rerata Daya Hambat Jamur Endofit Akar Terhadap Jamur <i>S. Rolfsii</i> (%).....	24
4.	Rerata Intensitas Serangan <i>P. pachyrhizi</i> (%) pada Minggu 4- 12.....	31
5.	Rerata Tinggi Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Aplikasi Jamur Endofit akar pada Varietas Anjasmoro	33
6.	Rerata jumlah daun tanaman kedelai dengan Perlakuan Aplikasi Jamur Endofit Akar pada Varietas Anjasmoro.....	34
7.	Berat Kering Brangkasan per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro.....	35
8.	Jumlah Polong Isi per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro.....	36
9.	Berat Polong Isi per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro.....	37
10.	Berat 100 Biji per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-1 (32 HST).....	48
2.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-2 (36 HST).....	48
3.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-3 (41 HST).....	48
4.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-4 (46 HST).....	48
5.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-5 (50 HST).....	48
6.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-6 (55 HST).....	48
7.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-7 (60 HST).....	49
8.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-8 (64 HST).....	49
9.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-9 (69 HST).....	49
10.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-10 (74 HST).....	49
11.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-11 (78 HST).....	49
12.	Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-12 (82 HST).....	49
13.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-1 (32 HST)	50
14.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-2 (36 HST)	50
15.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-3 (41 HST)	50
16.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-4 (46 HST)	50
17.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-5 (50 HST)	50
18.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-6 (55 HST)	50
19.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-7 (60 HST)	51
20.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-8 (64 HST)	51
21.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-9 (69 HST)	51
22.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-10 (74 HST)	51

23. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-11(78 HST)	51
24. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-12(82 HST)	51
25. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-1 (32 HST).....	52
26. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-2 (36 HST).....	52
27. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-3 (41 HST).....	52
28. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-4 (46 HST).....	52
29. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-5 (50 HST).....	52
30. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-6 (55 HST).....	52
31. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-7 (60 HST).....	53
32. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-8 (64 HST).....	53
33. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-9 (69 HST).....	53
34. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-10 (74 HST).....	53
35. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-11 (78 HST).....	53
36. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-12 (82 HST).....	53
37. Analisis Ragam Jumlah Polong Isi	54
38. Analisis Ragam Berat Brangkasan.....	54
39. Analisis Ragam Berat Polong	54
40. Analisis Ragam Berat Biji.....	54
41. Deskripsi Varietas Kedelai Anjasmoro yang Digunakan dalam Penelitian.....	55

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai adalah salah satu komoditi pangan utama dalam rangka ketahanan pangan di Indonesia. Kedelai merupakan bahan pangan sumber protein nabati utama bagi masyarakat. Kedelai sebagai sumber protein nabati, berperan penting dalam meningkatkan gizi masyarakat. Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri pangan. Pada tahun 2007, kebutuhan kedelai mencapai 2 juta ton dan baru terpenuhi 35–40% dari produksi dalam negeri (Tahlim dan Dewa 2007). Oleh karena itu, produksi kedelai perlu terus ditingkatkan.

Salah satu hambatan dalam upaya meningkatkan produksi kedelai di Indonesia disebabkan oleh adanya serangan patogen seperti *Phakopsora pachyrhizi* yang menyebabkan penyakit karat pada tanaman kedelai sehingga populasi tanaman kedelai yang dapat berproduksi menjadi berkurang. Penyakit karat banyak terdapat di sentra produksi kedelai di Indonesia, antara lain di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan, dan Sulawesi (Semangun 1991). Menurut Sudjana *et al.*, (1985) kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit ini berkisar antara 40% sampai 90%. Besarnya kerugian karat bergantung dari banyak faktor, salah satunya ketahanan tanaman. Menurut Soemarno dan Sudjadi (1977) pada kedelai jenis Orba yang tahan penyakit karat kerugian kurang lebih 36%, sedang pada TK5 yang rentan kerugian dapat mencapai 81%. Hal tersebut disebabkan *P. pachyrhizi*. menyerang daun dan menyebabkan penyakit karat (*leaf rust*) sehingga tanaman yang terserang berat daun-daunnya lebih cepat gugur dan mengakibatkan hasil tanaman berkurang (Semangun, 2004).

Selain menurunkan hasil, penyakit karat daun juga berpotensi menurunkan kualitas biji kedelai. Tanaman kedelai yang tertular penyakit ini memiliki biji lebih kecil (Sumarno *et al.*, 1990). Penularan pada tanaman berumur sekitar 40 hari setelah tanam (HST) menyebabkan daun rontok. Penularan berat pada musim hujan menyebabkan polong hampa (Sumarno dan Harnoto, 1983).

Selama ini, pada umumnya petani kedelai hanya menerapkan fungisida kimia untuk mengendalikan patogen penyakit karat. Namun pengendalian dengan menggunakan bahan kimia mempunyai beberapa dampak negatif, seperti resistensi patogen, degradasi lingkungan dan menurunnya keanekaragaman mikroorganisme tanah. Oleh karena itu diperlukan teknik pengendalian lain yang lebih efektif, ramah lingkungan serta mampu meningkatkan hasil panen kedelai. Salah satu cara pengendalian yang akhir-akhir ini dilakukan dan mendapatkan perhatian utama adalah dengan pemanfaatan musuh-musuh alamnya secara biologis (Ferreira dan Boley, 1992).

Ada banyak mikroorganisme baik dari jamur maupun bakteri yang dapat digunakan sebagai agens pengendali hayati patogen tanaman. Beberapa mikroorganisme diketahui berpotensi sebagai antagonis *P. pachyrhizi*, seperti *Verticilium lecanii*, *Verticilium psaliotae*, dan *Bacillus pumulis*. Penggunaan mikroorganisme yang diketahui mempunyai potensi sebagai antagonis diketahui tidak hanya berasal dari luar jaringan tanaman namun di dalam jaringan tanaman yang disebut jamur endofit. Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di dalam jaringan hidup tanaman inang (Petrini, 1992). Mikroorganisme tersebut memiliki peranan penting di dalam jaringan tanaman inang yang memperlihatkan interaksi mutualistik, yaitu interaksi positif dengan tanaman inangnya dan interaksi negatif terhadap hama serangga dan penyakit tanaman (Azevedo *et al.*, 2000).

Kelebihan penggunaan jamur endofit sebagai antagonis untuk mengendalikan *P. pachyrhizi* pada tanaman kedelai adalah lebih bersifat ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak negatif bagi tanaman tersebut baik residu maupun fitotoksis pada tanaman tersebut. Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dari organisme pengganggu tanaman di alam dengan menghasilkan mikotoksin untuk menghalangi hewan herbivora dan antibiotik untuk menekan patogen (Evans, 1998). Penelitian ini akan mengungkapkan tentang bagaimana daya antagonisme jamur endofit akar tanaman kedelai sebagai penghambat perkembangan penyakit karat (*Phakopsora pachyrhizi*) pada tanaman kedelai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana daya antagonisme dari masing-masing jamur endofit akar tanaman kedelai terhadap perkembangan *P. pachyrhizi* penyebab penyakit karat pada tanaman kedelai?
2. Bagaimana efektifitas beberapa jamur endofit akar untuk mengendalikan penyakit karat daun (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan kajian-kajian penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa pengendalian patogen tanaman dengan menggunakan jasad saprobe antagonis memberikan harapan baik untuk dikembangkan. Berdasarkan alasan tersebut, penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui daya antagonisme dari masing-masing jamur endofit akar terhadap perkembangan *P. pachyrhizi* penyebab penyakit karat pada tanaman kedelai.
2. Mengetahui efektifitas beberapa jamur endofit akar untuk mengendalikan penyakit karat daun (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah diduga terdapat jamur endofit akar yang berpotensi sebagai antagonis terhadap penyakit karat (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi tentang adanya jamur endofit akar yang dapat digunakan dalam mengendalikan penyakit karat pada tanaman kedelai yang disebabkan oleh *P. pachyrhizi*. Selain itu untuk mengetahui efektifitas jamur endofit yang bersifat antagonis dalam mengendalikan penyakit karat daun (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai tergolong dalam Kerajaan Animalia, Divisi Spermatophyta, Kelas Dicotyledonae, Ordo Rosales, Famili Leguminosae, Genus *Glycine*, Spesies *Glycine max* (L) Merrill (Adisarwanto, 2008).

Menurut Hidayat (1985), tanaman kedelai merupakan tanaman semusim. Bentuk tanaman kedelai adalah semak, tumbuh tegak, berdaun lebat dengan morfologi beragam, tinggi tanaman antara 10 – 200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung kultivar dan lingkungan hidupnya. Susunan tubuh tanaman kedelai terdiri dari dua macam alat (organ) utama yaitu organ vegetatif meliputi : akar, batang, daun yang berfungsi sebagai alat pengambil, pengangkut, pengolah, pengedar dan penyimpan makanan. Organ generatif meliputi bunga, buah dan biji sebagai alat perkembangbiakan.

Akar kedelai terdiri dari akar tunggang dan serabut yang panjangnya antara 20-50 centimeter tergantung pada kondisi tanah, jenis tanah, pengolahan tanah dan sebagainya. Batang kedelai pada umumnya bercabang dan berbuku-buku antara 15-30 buah. Daun kedelai mempunyai dua bentuk, yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*) yang tergantung dari genetisnya. Tanaman kacang-kacangan, termasuk tanaman kedelai, mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetatif dan stadia reproduktif. Stadia vegetatif mulai dari tanaman berkecambah sampai saat berbunga, sedangkan stadia reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasakan biji. Pembentukan polong terjadi setelah 7-10 hari munculnya bunga. Polong berisi antara 2-3 biji dan warnanya berubah menjadi kecoklatan ketika masak.

Tahapan budidaya kedelai menurut Adisarwanto (1999) meliputi : pemilihan varietas yang sesuai, penyiapan lahan, pengolahan tanah, penanaman, pemupukan, pengairan dan penyiangan gulma.

2.2 Penyakit Karat (*Phakopsora pachyrhizi*) pada Kedelai

Penyakit karat (*leaf rust*) yang disebabkan oleh jamur *P. pachyrhizi*, merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman kedelai. Kondisi lembab yang panjang dan periode dingin dibutuhkan untuk menginfeksi daun-daun dan sporulasi. Penyebaran urediniospora dibantu oleh hembusan angin pada waktu hujan (Budi, 2003).

Kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit ini berkisar antara 40% sampai 90% (Semangun, 1991). Besarnya kerugian penyakit karat bergantung dari banyak faktor salah satunya adalah ketahanan tanaman. Menurut Soemarno dan Sudjadi (1977) pada jenis kedelai Orba yang tahan kerugian kurang lebih 36%, sedang pada TK5 yang rentan kerugian dapat mencapai 81%.

2.2.1 Deskripsi Jamur *Phakopsora pachyrhizi* Syd

Menurut Agrios (1988), berdasarkan taksonominya, jamur *P. pachyrhizi* tergolong dalam Kerajaan Fungi, Divisi Basidiomycota, Kelas Urediniomycetes, Ordo Uredinales, Famili Phakopsoraceae, Genus Phakopsora, Spesies *P. pachyrhizi* Syd.

Penyakit karat disebabkan oleh cendawan *P. pachyrhizi*. Spora cendawan dibentuk dalam uredium dengan diameter 25–50 µm sampai 5–14 µm. Uredospora berbentuk bulat telur, berwarna kuning keemasan sampai coklat muda dengan diameter 18–34 µm sampai 15–24 µm. Permukaan uredospora bergerigi. Uredospora akan berkembang menjadi teliospora yang dibentuk dalam telia. Telia berbentuk bulat panjang dan berisi 2–7 teliospora. Teliospora berwarna coklat tua, berukuran 15–26 µm sampai 6–12 µm. Stadium teliospora jarang ditemukan di lapangan dan tidak berperan sebagai inokulum awal (Sumartini, 2010).

2.2.2 Gejala Penyakit Karat

Penyakit karat menyerang daun dan tangkai tanaman inang. Terkadang dapat juga menyerang beberapa bagian dari tanaman termasuk batang (Semangun, 2004). Gejala kerusakan tanaman akibat serangan penyakit karat kedelai adalah terdapatnya bintik-bintik kecil yang kemudian berubah menjadi bercak-bercak

berwarna coklat pada bagian bawah daun, yaitu uredium penghasil uredospora. Serangan berat menyebabkan daun gugur dan polong hampa.

Menurut Yang (1977), gejala penyakit karat kedelai tampak pada daun, tangkai dan kadang-kadang pada batang. Mula-mula pada tempat tersebut terjadi bercak-bercak kecil berwarna coklat kelabu atau bercak yang sedikit demi sedikit berubah menjadi coklat atau coklat tua. Bercak-bercak karat terlihat sebelum bisul-bisul (*pustule*) pecah. Bercak tampak bersudut-sudut, karena dibatasi oleh tulang-tulang daun di dekat tempat terjadinya infeksi. Pada perkembangan tanaman berikutnya, setelah tanaman mulai berbunga, bercak-bercak menjadi lebih besar, atau kadang-kadang bersatu, dan menjadi coklat tua, bahkan kadang-kadang hitam. Pada umumnya gejala karat mula-mula tampak pada daun-daun bagian bawah, lalu berkembang ke daun-daun yang lebih muda (Gambar 1a).



Gambar 1. Daun Kedelai yang Terserang Penyakit Karat
(a). Tampak pada Daun Trifoliat (Sumartini, 2010),
(b). Tampak pada Permukaan Daun (Anonymous, 2008)

2.2.3 Siklus Hidup Jamur *Phakopsora pachyrhizi*

Proses infeksi dimulai dengan perkecambahan uredospora membentuk tabung kecambah tunggal yang menembus permukaan daun 5-400 μm melalui bagian tengah sel epidermis, sampai terbentuk apresorium (hifa infeksi). Uredium akan berkembang 5-8 hari yang disebut proses infeksi. Uredospora baru terbentuk 9 hari setelah infeksi dan pembentukan dapat berlanjut sampai tiga minggu sedangkan uredium akan berkembang sampai 4 minggu (Monte *et al.*, 2003).

Uredospora berkembang sangat cepat dan dapat dibentuk dalam jumlah yang sangat banyak. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan dan cahaya

sangat mempengaruhi perkembangan penyakit karat. Keberhasilan proses infeksi bergantung pada kelembapan permukaan tanaman. Waktu optimum perkembangan uredospora yaitu 6 jam sedangkan waktu maksimum perkembangan uredospora yaitu 10 – 12 jam. Suhu optimum untuk infeksi serangan karat berkisar antara 15 -28°C sedangkan untuk infeksi paling banyak terjadi pada suhu 20-25°C (Monte *et al.*, 2003).

2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Patogen *P. pachyrhizi*

Faktor yang mempengaruhi perkembangan patogen penyebab penyakit karat pada kedelai antara lain suhu, cahaya, kelembaban tanah, aerasi tanah, pH tanah dan kedalaman urediospora yang terpendam dalam tanah (Punja, 1985).

Suhu optimum untuk pertumbuhan urediospora jamur *P. pachyrhizi* adalah 15-17°C. Pada kedelai infeksi paling banyak terjadi pada suhu 20-25°C dengan embun selama 10-12 jam sedangkan pada suhu 15-17°C diperlukan embun selama 16-18 jam. Masa berembun terpendek untuk terjadinya infeksi pada suhu 20-25°C adalah 6 jam, sedang pada 15-17°C adalah 8-10 jam. Infeksi tidak terjadi bila suhu lebih tinggi dari 27,5°C (Semangun, 2004).

Uredium mulai tampak 5-7 hari setelah inokulasi dan pembentukan spora terjadi 2-4 hari kemudian (Holliday, 1980). Penyakit karat lebih berat terjadi pada pertanaman kedelai musin hujan (Sumarno dan Sudjadi, 1977). Tanaman yang terserang berat daun-daunnya lebih cepat gugur, sehingga hasil tanaman berkurang (Semangun, 2004).

2.2.5 Pengendalian Penyakit Karat Pada Kedelai

Metode pengendalian penyakit karat yang disebabkan oleh *P. pachyrhizi* yang relatif murah dan mudah adalah dengan menanam kedelai secara serempak pada awal musim kemarau atau awal musim hujan dengan curah hujan maksimum 50 mm per 10 hari (Sudjono, 1984; Sudjono *et al.*, 1983). Perlakuan dengan fungisida hanya akan menguntungkan pada tingkat kerusakan tertentu (Semangun, 2004). Pada umumnya pemakaian fungisida hanya dianjurkan bila intensitas penyakit sekitar 33% (Sudjono *et al.*, 1983). Pengendalian *P. pachyrhizi* dapat dilakukan dengan perpaduan antara teknik budidaya, pengendalian hayati dan

pengendalian dengan cara kimiawi. (Ferreira dan Boley, 1992). Untuk pengendalian hayati dapat dilihat adanya aktifitas mikroorganisme yang juga dapat bersifat antagonis dan mempercepat kematian urediopsisora (Punja, 1985).

2.3 Mekanisme Pengendalian Hayati

Pengendalian secara hayati bertujuan untuk meningkatkan ketahanan inang atau menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi mikroorganisme antagonis terhadap patogen (Agrios, 1996). Menurut Garrent (1970 dalam Supriati *et al.*, 2005) pengendalian hayati dalam arti luas adalah setiap kondisi yang menyebabkan daya tahan atau aktivitas patogen menurun karena adanya aktivitas mikroorganisme, sehingga serangan patogen dapat berkurang. Pengendalian hayati dalam arti sempit adalah penggunaan mikroorganisme spesifik untuk mengendalikan organisme spesifik lainnya (Kerr dan Morgan, 1980 dalam Supriati *et al.*, 2005).

Mekanisme antagonis dapat terjadi dengan beberapa cara yaitu: kolonisasi yang cepat, kompetisi, eksploitasi sebagai mikoparasit dan antibiosis (Campbell, 1989). Kolonisasi yang cepat dapat terjadi jika inokulum mikroorganisme antagonis memang berada disekitar tanaman atau terbawa ke daerah perakaran oleh angin, air, hewan, atau manusia. Kompetisi jika dua atau lebih organisme membutuhkan hal yang sama untuk hidupnya misalnya dalam hal nutrisi, ruang, oksigen, sumber karbon, nitrogen dan sebagainya, sehingga jika yang satu memperolehnya yang lain akan kekurangan. Suatu mikroba dapat menghasilkan antibiotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba lain yang bekerja aktif pada konsentrasi sangat rendah (Campbell, 1989).

Antagonis merupakan hubungan asosial, spesies yang satu dapat menghasilkan suatu zat yang dapat meracuni spesies yang lainnya dimana spesies yang teracuni pertumbuhannya terganggu. Zat yang dihasilkan oleh organisme yang pertama dapat berupa keluaran tanaman ataupun berupa sisa makanan, tetapi kenyataannya zat tersebut sangat mengganggu kehidupan organisme yang lain. (Cook and Baker 1974; Dwidjoseputro, 1989).

2.4 Jamur Endofit

2.4.1 Definisi Jamur Endofit

Istilah endofit pertama kali dikemukakan oleh De Bary pada tahun 1966 untuk menyebut jamur yang ada di dalam jaringan tanaman inang dan bersifat epifit, kemudian pada tahun 1980 istilah tersebut hanya digunakan untuk organisme yang tidak menimbulkan gejala pada tanaman yang diinfeksi tidak termasuk jamur patogen dan jamur yang bersimbiosis mutualisme (Carrol, 1986 dalam Shearer, 2001).

Mikroorganisme endofit merupakan asosiasi antara mikroorganisme dengan jaringan tanaman. Tipe asosiasi biologis antara mikroorganisme endofit dengan tanaman inang bervariasi dari netral, komensalisme sampai simbiosis. Pada situasi ini tanaman merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme endofit dalam melengkapi siklus hidupnya (Clay, 1988). Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Tan & Zhou, 2001 dalam Radji, 2005).

Menurut Evans (1998) jamur endofit adalah jamur yang tidak menimbulkan gejala infeksi terhadap tanaman yang sehat dan berada di dalam tanaman tersebut dan hubungannya dengan tanaman bisa dikatakan sebagai simbiosis mutualisme. Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan mikotoksin untuk mencegah serangan hewan-hewan herbivora, sedangkan untuk menekan serangan patogen, jamur endofit menghasilkan antibiotik yang dapat menghambat perkembangan patogen (Evans, 1998). Menurut Carrol 1991 dalam Arnold, 1999, jamur endofit dan jamur patogen saling bersaing di dalam jaringan tanaman untuk mendapatkan nutrisi, sebab nutrisi dalam jaringan tanaman terbatas jumlahnya tetapi infeksi oleh jamur endofit membuat jaringan tanaman lebih terawat.

2.4.2 Ekologi Jamur Endofit

Jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar jika inang sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan, dan meskipun jamur ini berada dalam pembuluh xylem. Jamur endofit mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh korteks sama sekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat. Jamur endofit memanfaatkan nutrisi dan bahan yang keluar di sekitar sel hidup (Deacon, 1997).

Beberapa jamur endofit hidup diantara sel di dalam kortek akar, diluar endodermis dan berkolonisasi pada beberapa sel tunggal atau sekelompok sel untuk membentuk kelompok miselia, tetapi tidak mengakibatkan kerusakan yang berarti bagi tanaman. Jamur endofit memanfaatkan nutrisi dari bahan yang keluar di sekitar sel hidup. Begitu juga jamur endofit yang ada di dalam pembuluh xylem, jamur ini juga memanfaatkan nutrisi yang keluar disekitar sel hidup (Deacon, 1997).

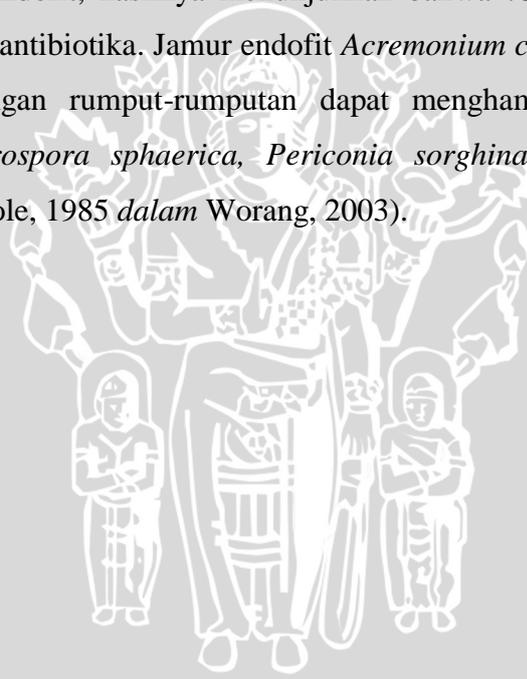
2.4.3 Peranan Jamur Endofit untuk Pengendalian Penyakit Tanaman

Jamur endofit mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik tumbuhan (Worang, 2003). Asosiasi beberapa jamur endofit dengan tumbuhan inang mampu melindungi tumbuhan inangnya dari beberapa patogen virulen, baik bakteri maupun jamur (Bills dan Polyshook, 1992). Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan senyawa mikotoksin untuk mencegah serangan hewan-hewan herbivora, sedangkan untuk menekan serangan patogen, jamur endofit menghasilkan antibiotik yang dapat menghambat perkembangan patogen (Evans, 1998).

Clay (1988) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa tanaman rumput-rumputan yang terinfeksi oleh jamur endofit Ascomycetes : Clavicipitaceae menghasilkan alkaloid dalam jaringan inang, infeksi tersebut membuat tanaman menjadi beracun terhadap mamalia domestik, meningkatkan ketahanan terhadap serangga herbivora serta pertumbuhan tanaman dan produksi benih dapat ditingkatkan.

Banyak kelompok jamur endofit yang mampu memproduksi senyawa antibiotika yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik terhadap manusia, hewan dan tumbuhan, terutama dari genus *Coniothirum* dan *Microsphaeropsis* (Petrini *et al.*, 1992). Penelitian Dreyfuss *et al.*, (1986) dalam (Worang, 2003), menunjukkan aktivitas yang tinggi dari penisilin N, sporiojamurn A, B, serta C yang dihasilkan oleh isolat-isolat endofit *Pleurophomopsis* sp. dan *Cryptosporiopsis* sp. yang diisolasi dari tumbuhan *Cardamin heptaphylla* Schulz. Suatu strain *Xylaria* yang diisolasi dari tumbuhan epifit di Amerika Selatan dan Meksiko dapat menghasilkan suatu senyawa antibiotika baru dari kelompok sitokalasi.

Penelitian Brunner dan Petrini (1992) yang melakukan seleksi pada lebih dari 80 spora jamur endofit, hasilnya menunjukkan bahwa 75 % jamur endofit mampu menghasilkan antibiotika. Jamur endofit *Acremonium coenophialum* yaitu yang berasosiasi dengan rumput-rumputan dapat menghambat pertumbuhan patogen rumput *Nigrospora sphaerica*, *Periconia sorghina* dan *Rhizoctonia cerealis* (White dan Cole, 1985 dalam Worang, 2003).



III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, mulai April 2010 sampai November 2010 dan dikebun percobaan milik Unit Pelaksana Teknis Benih dan Palawija di Bedali mulai Desember 2010 sampai Maret 2011.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: *Laminar Air Flow* (LAF), *autoclaf*, *aluminium foil*, *hand sprayer*, oven, kompor listrik, cawan Petri, jarum ose, penggaris, gunting, bunsen, mikroskop, botol media 250 ml, panci, gelas ukur, *handsprayer*, *object glass*, *cover glass*, neraca digital, pinset, kamera, mikroskop, cangkul dan polybag.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah media *Potato Dextros Agar* (PDA), aquades, spirtus, alcohol 70%, alcohol 96%, isolat *Sclerotium rolfsii*, aluminium foil, tisu, kapas, plastik wrapping, tanah steril, biakan murni jamur endofit akar yaitu isolat W2H, isolat W2E, isolat B1F, isolat R2F, isolat R3B, isolat W1C, isolat W2I, isolat M3E, isolat R3E, isolat R1A, isolat W2B, isolat W2F, isolat W2D, isolat B2C, isolat W2C, isolat W3B, isolat R2D, isolat R2A, isolat B1C, isolat B1G, isolat A1D, isolat W2G, isolat W3D, isolat B1B, isolat W3F, isolat B1A, isolat A2B, isolat, A2C, isolat A2A, isolat A1F, isolat R3C, isolat W3C, isolat B1D, isolat R3D, isolat M2D, isolat W3A, isolat R2E, isolat M3A, isolat R3A.

Media buatan yang digunakan dalam isolasi jamur adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA). Adapun bahan yang diperlukan dalam pembuatan PDA yaitu kentang, dextrosa (gula), agar, chloramphenicol, dan aquades steril. Kentang dan dextrosa merupakan sumber nutrisi utama untuk jamur, agar merupakan pematid dari media dan chloramphenicol berfungsi untuk mencegah kontaminasi dari bakteri (antibakteri).

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Isolasi jamur patogen *S. rolfii* dari dari sklerotia yang terdapat pada batang tanaman kedelai yang sakit dari lahan Unit Pelaksana Teknis Benih dan Palawija.
2. Menguji sifat antagonis jamur endofit akar tanaman kedelai terhadap jamur patogen *S. rolfii* pada media PDA. Jamur endofit didapat dari penelitian sebelumnya yang telah dieksplorasi dari akar lima varietas tanaman kedelai, yaitu Anjasmoro, Burangrang, Malabar, Ratai, dan Wilis dimana menghasilkan berbagai macam isolat, yaitu isolat W2H, isolat W2E, isolat B1F, isolat R2F, isolat R3B, isolat W1C, isolat W2I, isolat M3E, isolat R3E, isolat R1A, isolat W2B, isolat W2F, isolat W2D, isolat B2C, isolat W2C, isolat W3B, isolat R2D, isolat R2A, isolat B1C, isolat B1G, isolat A1D, isolat W2G, isolat W3D, isolat B1B, isolat W3F, isolat B1A, isolat A2B, isolat, A2C, isolat A2A, isolat A1F, isolat R3C, isolat W3C, isolat B1D, isolat R3D, isolat M2D, isolat W3A, isolat R2E, isolat M3A dan isolat R3A.
3. Menguji efektifitas aplikasi antagonis jamur endofit terhadap penyakit karat (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai varietas anjasmoro (deskripsi terdapat pada lampiran 41).

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Isolasi Jamur Patogen

S. rolfii diisolasi dari sklerotia yang ditemukan pada batang tanaman sakit dari lapangan. Ciri-ciri batang kedelai yang terserang *S. rolfii* menurut Semangun (2004) adalah pada pangkal batang dan permukaan tanah di dekatnya terdapat benang-benang jamur berwarna putih seperti bulu. Benang-benang ini kemudian membentuk sklerotium, atau gumpalan benang, yang mula-mula berwarna putih, akhirnya menjadi coklat seperti biji sawi, dengan garis tengah 1-1,5 mm.

Isolasi jamur pada bagian batang tanaman kedelai yang terserang dilakukan dengan cara mengisolasi sklerotia pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan

diinkubasikan selama satu minggu. Sklerotia dari biji terserang didisinfeksi dengan cara mencelupkan ke dalam larutan natrium hipoklorit 1 % selama lima detik, kemudian dicuci dengan air steril dan dikeringkan. Selanjutnya sklerotia ditanam langsung pada medium PDA dan diinkubasikan pada suhu kamar.

Jamur yang tumbuh pada media PDA dimurnikan dengan cara mengambil jamur dalam biakan dan dipindahkan ke dalam cawan Petri lain yang berisi media PDA baru sehingga diperoleh biakan murni jamur patogen. Biakan jamur patogen yang ditemukan disimpan untuk percobaan selanjutnya, untuk jangka pendek dapat disimpan dalam tabung reaksi dengan medium agar miring.

3.4.2 Identifikasi Jamur Patogen

Identifikasi jamur patogen, dapat dilakukan melalui pengamatan sebagai berikut:

a. Bentuk Koloni

Jamur *S. rolfii* membentuk koloni yang dapat dibedakan melalui karakteristik morfologinya pada media buatan. *S. rolfii* pertumbuhannya cepat, koloni berwarna putih pada biakan awalnya, selanjutnya berwarna agak kecoklatan pada biakan yang sudah tua. Miselium *S. rolfii* berwarna putih berserat seperti kapas (Semangun, 2004).

b. Bentuk Mikroskopis

Jamur yang didapat diidentifikasi dengan melihatnya di bawah mikroskop, kemudian dibandingkan dengan literatur yang ada. Jika jamur tersebut belum lengkap maka dibiakkan dalam media yang diletakkan diatas gelas obyek yang kemudian ditutup dengan gelas penutup obyek lalu diinkubasikan dan diamati setiap hari. Ciri-ciri mikroskopis dari jamur *S. rolfii* memiliki hifa yang hialin dan bersekat (Fichtner, 2006).

3.4.3 Perbanyakkan Jamur *S. rolfii*

Sebelum pelaksanaan penelitian, jamur *S. rolfii* terlebih dahulu dimurnikan dengan cara mengambil jamur dalam biakan dan dipindahkan ke dalam cawan Petri lain yang berisi media PDA baru sehingga diperoleh biakan

murni jamur patogen. Jamur yang telah dimurnikan diidentifikasi berdasarkan kunci determinasi menurut Barnett dan Hunter (1972).

Setelah diperoleh biakan murni jamur *S. rolfsii*, dilakukan perbanyakan pada media PDA di cawan Petri. Biakan murni jamur *S. rolfsii* digunakan sebagai sumber inokulum uji antagonis.

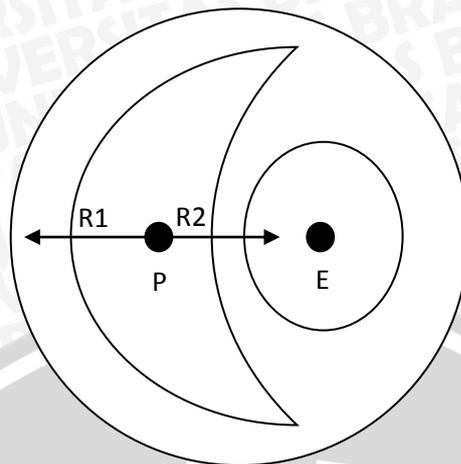
3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Uji Antagonis Jamur Endofit Secara *In Vitro*

Dalam penelitian yang dilakukan, jamur endofit didapatkan dari penelitian sebelumnya yang telah dieksplorasi dari akar lima varietas tanaman kedelai, yaitu Anjasmoro, Burangrang, Malabar, Ratai, dan Wilis. Selanjutnya, pengujian jamur antagonis dilakukan secara *in-vitro* dengan metode oposisi langsung, yaitu dengan cara menumbuhkan isolat jamur pathogen *S. rolfsii* dengan isolat jamur endofit secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan Petri berdiameter 9 cm yang berisi media PDA. Maksud dari percobaan tahap ini adalah untuk melihat adanya penghambatan serta besarnya hambatan isolat jamur endofit terhadap pertumbuhan *S. rolfsii* pada media PDA.

Inokulasi jamur endofit dan jamur patogen *S. rolfsii* dilakukan pada waktu bersamaan, biakan uji antagonisme diinkubasi pada suhu kamar (28-30°C) sampai dengan jamur patogen tumbuh memenuhi cawan Petri. Jumlah perlakuan uji antagonis dilakukan sebanyak jamur endofit yang ditemukan dan diulang dua kali.

Daya hambat jamur antagonis diketahui dengan menghitung selisih dari panjang jari-jari koloni patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur endofit, dikurangi dengan jari-jari koloni patogen yang arahnya menuju pusat koloni jamur endofit, dibagi dengan jari-jari patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur endofit, kemudian dikalikan 100.



Gambar 2. Skema Metode Uji Antagonisme Menggunakan Metode Titik pada Medium PDA dalam Cawan Petri Berdiameter 9 cm (P = Inokulum Jamur *S. rolfsii* dan E = Inokulum Jamur Endofit, R1 = Jari-jari Koloni Jamur yang Tumbuh ke Arah Berlawanan dengan Jamur Endofit, R2 = Jari-jari Koloni Jamur *S. rolfsii* yang Tumbuh ke Arah Jamur Endofit).

Penghambatan pertumbuhan miselium jamur *S. rolfsii* oleh jamur endofit dihitung berdasarkan rumus yang diadaptasikan dari rumus yang dikemukakan oleh Fokkema (1973 dalam Skidmore, 1976) yaitu:

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

Keterangan:

I = Persentase penghambatan

R1 = Jari-jari koloni patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur endofit

R2 = Jari-jari koloni patogen yang arahnya menuju koloni jamur endofit

3.5.2 Uji Antagonis Jamur Endofit Secara *In Vivo*

Penelitian dilakukan pada tanaman kedelai yang ditanam pada kultur pot dilahan percobaan milik Unit Pelaksana Teknis Benih dan Palawija di Bedali yang merupakan lahan endemis penyakit karat seperti terdapat pada Lampiran 42. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan menggunakan 8 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali yang denahnya dicantumkan pada Lampiran 43 .

Tabel 1. Perlakuan Kultur Pot

Perlakuan	Isolat Jamur yang Diinokulasi
Perlakuan 1	Jamur Endofit 1
Perlakuan 2	Jamur Endofit 2
Perlakuan 3	Jamur Endofit 3
Perlakuan 4	Jamur Endofit 4
Perlakuan 5	Jamur Endofit 5
Perlakuan 6	Jamur Endofit 1, 2, dan 3
Perlakuan 7	Jamur Endofit 1, 2, 3, 4, dan 5
Perlakuan 8	Kontrol

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 2:1. Media tanam tersebut disterilkan terlebih dahulu dengan formalin 4% dan tutup dengan plastik selama 7 hari. Selanjutnya plastik dibuka lalu dikeringanginkan sampai tidak berbau formalin lagi sehingga tanah dapat diisikan ke dalam polybag dan benih kedelai siap ditanam.

Biakan jamur endofit yang dipergunakan dalam penelitian ini masing-masing berumur 7 hari dalam media PDA sebanyak 10 ml ditambahkan aquadest steril kemudian diblender sampai halus sehingga didapatkan suspensi jamur. Inokulasi jamur antagonis dilakukan pada awal penanaman dengan cara merendam biji kedelai dalam larutan endofit selama 24 jam. Biji kedelai yang telah direndam larutan endofit ditanam kedalam lubang tanam didalam polybag berukuran 5 kg yang berisi media tanah steril. Setiap polybag diisi dengan 5 biji kedelai. Jarak antara polybag yang digunakan 30 cm. Pemilihan tanaman dilakukan 10 hari setelah tanam dan disisakan 1 tanaman untuk setiap polybag dari masing-masing perlakuan yang pertumbuhannya baik. Pada perlakuan lapang juga tidak dilakukan inokulasi jamur patogen, karena tempat perlakuan merupakan daerah endemik jamur *P. pachyrhizi*.

3.5.3 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilaksanakan dengan standar yang sama pada semua perlakuan, seperti: pemupukan, penyiangan, pengairan dan pengendalian hama. Untuk perlakuan dengan tanpa inokulasi jamur endofit akar tanaman, pemberian pupuk disesuaikan dengan dosis rekomendasi budidaya kedelai (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Rekomendasi pupuk tiap hektar adalah Urea 50 kg, SP36 100 kg, KCl 100 kg. Pemupukan N (Urea) dilakukan dua kali, masing-masing setengah dari dosis perlakuan. Pemupukan pertama dilakukan pada saat tanam dan yang kedua dilakukan empat minggu setelah tanam. Pemupukan P dan K diberikan bersama-sama pada saat pemupukan N (Urea) yang pertama, masing-masing dengan dosis 100 kg/ ha SP36 dan 100 kg/ha KCl.

Penyiangan gulma pertama dilakukan pada tanaman kedelai umur 2-3 minggu. Penyiangan kedua dilakukan pada saat tanaman selesai berbunga, sekitar enam minggu setelah tanam.

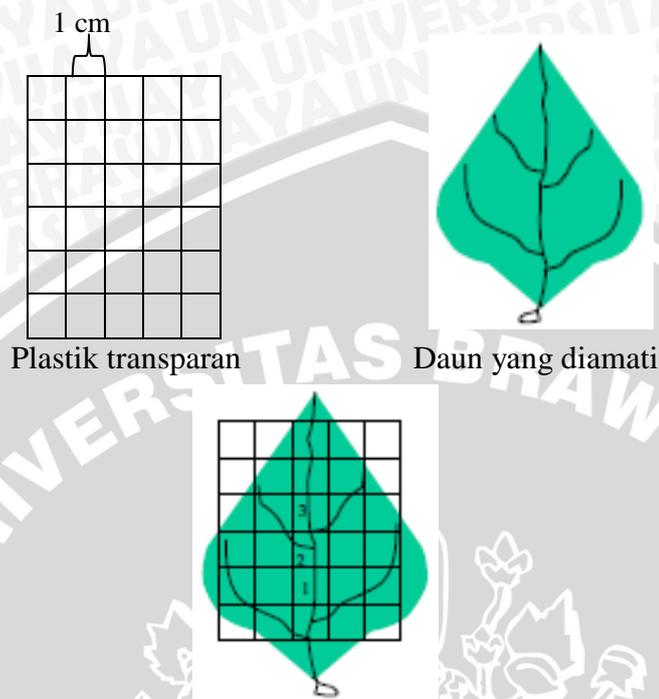
Penyiraman dilakukan dua hari sekali saat tanaman muda tetapi setelah dewasa dilakukan penyiraman tiga hari sekali atau bila kondisi tanah pada polybag sudah kering dan jumlah air disesuaikan dengan kebutuhan tanaman sehingga tidak mengalami kekeringan. Selanjutnya pencegahan terhadap serangan hama dilakukan dengan menggunakan insektisida.

3.6 Variabel Pengamatan

a. Persentase Tingkat Serangan *P. pachyrhizi*

Penghitungan persentase tingkat serangan penyakit karat dilakukan setiap 3 hari dengan menghitung persentase tingkat serangan *P. pachyrhizi* pada daun tanaman kedelai. Pengamatan mulai dilakukan dari tanaman berumur 4 minggu setelah tanam (mst) sampai dengan 12 mst.

Penilaian Intensitas serangan terhadap penyakit karat dilakukan berdasarkan kriteria Mazzani dan Hinojosa (Cook, 1972):



Plastik transparan Daun yang diamati

Bagian daun yang diamati (1,2,3)

Gambar 3. Metode Pengamatan Intensitas Serangan Penyakit Karat

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan plastik transparan yang sudah digaris kotak-kotak seluas 1 cm² ditempelkan di bagian tengah tulang daun yang diamati. Jumlah bercak yang terdapat di dalam garis kotak-kotak plastik transparan tersebut dirata-ratakan (per cm²) untuk diberi skor seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor penyakit karat daun kedelai berdasarkan jumlah bercak dan intensitas serangan

Skor	Jumlah bercak/cm ²	Intensitas Serangan (%)
0	0	0%
1	1-2	0% - 10%
2	3-4	10% - 20%
3	5-6	20% - 30%
4	7-8	30% - 40%
5	9-10	40% - 50%
6	11-12	50% - 60%
7	13-14	60% - 70%
8	15-16	70% - 80%
9	16 < X	90%

Pengamatan intensitas serangan penyakit karat dilakukan pada 4 minggu setelah inokulasi, dan pengamatan hasil dilakukan setelah panen. Intensitas serangan penyakit karat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Mayee dan Datar (1986) :

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

Keterangan:

I = Intensitas serangan

n = Jumlah serangan dalam kategori tiap serangan

v = Nilai skala tiap kategori serangan

Z = Nilai skala dari kategori serangan tertinggi

N = Banyaknya tanaman yang diamati

b. Efektifitas Antagonis

Efektifitas antagonis dalam menghambat perkembangan *P. pachyrhizi* penyebab penyakit karat pada tanaman kedelai diamati setelah munculnya gejala pertama serangan penyakit.

Efektifitas antagonis (%), dihitung menggunakan rumus Mayee dan Datar (1986) sebagai berikut:

$$EP = \frac{IK - IP}{IK} \times 100\%$$

Keterangan:

EP = Efektifitas pengendalian

IK = Intensitas serangan pada tanaman control

IP = Intensitas serangan pada tanaman perlakuan

c. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Variabel pertumbuhan meliputi tinggi tanaman, dan jumlah daun sedangkan produksi tanaman dilakukan dengan pengamatan komponen hasil tanaman pada saat panen, meliputi berat brangkasan, Penghitungan jumlah polong isi per tanaman, berat polong per tanaman serta berat biji per tanaman.

1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai ujung tertinggi tanaman (cm). Pengukuran dilakukan mulai dari 4 mst sampai panen.

2. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan mulai dari 4 mst hingga 12 mst. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah seluruh daun yang terdapat pada tanaman perlakuan.

3. Berat Brangkasan

Berat kering brangkasan merupakan suatu indikator untuk menentukan baik tidaknya suatu tanaman, karena berat kering brangkasan mencerminkan status nutrisi tanaman (Prawiranata *et al.*, 1995). Penghitungan berat brangkasan diperoleh dengan cara melakukan pengeringan terhadap tanaman kedelai yang telah dipanen selama satu hingga dua hari dibawah terik matahari, selanjutnya dilakukan penimbangan.

4. Penghitungan Jumlah Polong

Penghitungan jumlah polong dilakukan pada polong hampa polong isi per tanaman. Jumlah polong per tanaman dihitung untuk mengetahui potensi tanaman dalam membentuk polong.

5. Berat Polong per Tanaman

Data polong per tanaman diperoleh dengan cara mengambil polong yang berbiji yang sudah dijemur dan selanjutnya polong ditimbang

6. Berat Biji per Tanaman

Data berat biji per tanaman diperoleh dengan cara mengambil biji yang sudah dilakukan penjemuran dan selanjutnya bijinya ditimbang

3.7 Metode Analisis

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf kesalahan 5%. Jika terdapat pengaruh pada perlakuan dilakukan uji lanjut untuk melihat adanya perbedaan antar perlakuan dengan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *Sclerotium rolfsii*

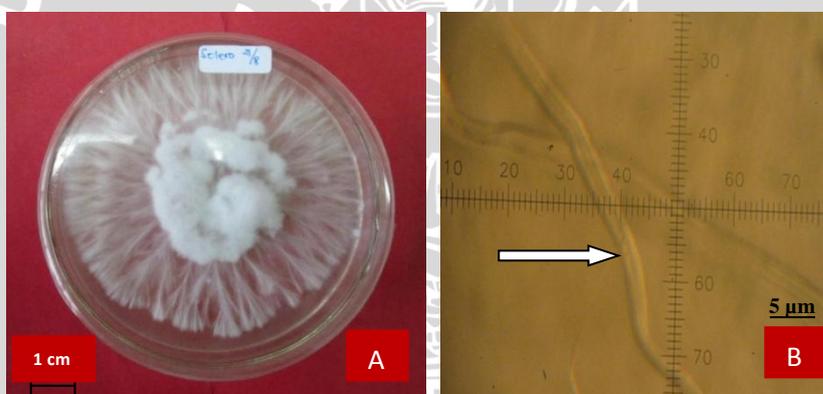
Jamur *Sclerotium rolfsii* yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil isolasi dari sklerotia yang terdapat pada batang tanaman kedelai yang sakit dari daerah Bedali (Gambar 4). Pengamatan di lapang menunjukkan bahwa gejala serangan patogen *S. rolfsii* penyebab penyakit rebah semai adalah pada pangkal biji tanaman terdapat miselium putih dan halus serta ditemukan sklerotia yang mirip biji sawi (Gambar 4). Hal ini sesuai menurut Semangun (2004), bahwa tanaman yang terserang patogen *S. rolfsii* akan layu menguning perlahan-lahan. Pada pangkal batang dan permukaan tanah didekatnya terdapat benang-benang jamur berwarna putih seperti bulu. Benang-benang ini kemudian membentuk sklerotium seperti biji sawi.



Gambar 4. Batang Tanaman Kedelai yang Terserang *S. rolfsii*

Pengamatan mikroskopis dilakukan berdasarkan gejala yang ditemukan di lapang dengan cara mengisolasinya di laboratorium dengan tujuan untuk memastikan patogen penyebab penyakit *S. rolfsii*. Isolasi dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang telah diberi antibiotik streptomycin.

Pertumbuhan biakan murni *S.rolfsii* pada media PDA berwarna putih dan koloninya datar, miselium terlihat seperti bulu-bulu halus dan membentuk pola seperti kelopak bunga (Gambar 5a). Secara mikroskopis terlihat hifa jamur bersekat, miselium jamur berwarna putih seperti kapas, pertumbuhan koloni miselium cepat dimana jamur pada umur 4 hari sudah memenuhi seluruh permukaan petri berdiameter 9 cm dan miselium yang tua membentuk sklerotium seperti biji sawi. Menurut Semangun (1993), jamur *S. rolfsii* mempunyai miselium yang terdiri dari benang-benang berwarna seperti bulu atau kipas. Jamur ini tidak membentuk spora dan membentuk koloni yang dapat tumbuh dengan cepat, diameter koloni mencapai 9 cm setelah 3 hari di media pada suhu 23⁰C. Koloni jamur berwarna putih dengan banyak untaian hifa. Hasil pengamatan mikroskopis memperlihatkan bahwa *S. rolfsii* memiliki hifa yang hialin dan bersekat (Gambar 5b).



Gambar 5. Biakan jamur *S. rolfsii* umur 3 hari (A); Pengamatan mikroskopis terlihat hifa hialin (B).

Menurut Fichtner (2006) pada dasarnya ada dua jenis hifa yang dihasilkan oleh *S. rolfsii* yaitu kasar dan lurus dengan ukuran sel (2 - 9 μm x 150 - 250 μm). Selain itu jamur tersebut juga menghasilkan sclerotia yang mempunyai ukuran (0,5 mm - 2,0 mm) yang mulai berkembang setelah 4-7 hari dari pertumbuhan miselium. Pada umumnya sklerotia tampak berwarna putih, kemudian dengan cepat sklerotia berkembang menjadi coklat gelap. Sclerotia terdiri dari hifa yang aktif dan menjadi inokulum pertama untuk perkembangan penyakit.

4.2 Uji Antagonis Jamur Endofit dengan *S. rolfsii* Secara *In Vitro*

Setelah didapatkan jamur *S. rolfsii*, kemudian dilakukan uji antagonis jamur endofit terhadap *S. rolfsii*. Adapun hasil uji antagonis jamur endofit terhadap *S. rolfsii* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Rerata Daya Hambat Jamur Endofit Akar Terhadap Jamur *S. rolfsii*

No	Isolat*	Penghambatan Hari ke-				
		1	2	3	4	5
1	W2H	36,67	6,67	60,00	60,00	60,00
2	W2E	22,50	41,67	63,33	63,33	63,33
3	B1F	26,67	38,67	43,33	47,25	43,33
4	R2F	32,50	17,65	20,93	25,02	25,02
5	R3B	16,67	27,28	56,67	56,67	56,67
6	W1C	32,50	55,00	63,33	63,33	63,33
7	W2I	25,00	23,33	48,00	40,00	48,33
8	M3E	30,95	57,50	63,33	70,00	70,00
9	R3E	22,50	28,43	40,00	40,00	40,00
10	R1A	45,00	46,64	50,00	50,00	50,00
11	W2B	25,00	16,02	22,39	34,70	53,33
12	W2F	30,00	30,19	43,65	24,55	41,66
13	W2D	33,33	88,09	91,66	91,66	86,66
14	B2C	14,55	18,43	39,00	43,33	43,33
15	W2C	50,00	40,00	7,69	55,56	60,00
16	W3B	37,5	40,28	40,83	51,67	51,67
17	R2D	32,5	17,05	27,19	36,50	48,33
18	R2A	65,00	75,00	48,29	78,33	78,33
19	B1C	30,00	46,15	55,56	66,67	73,33
20	B1G	42,50	45,00	37,50	35,55	45,00
21	A1D	80,00	66,67	63,64	43,48	56,67
22	W2G	80,00	55,56	79,17	70,83	76,67
23	W3D	29,16	36,11	21,74	44,84	53,33
24	B1B	33,33	25,00	12,50	20,00	53,33
25	W3F	50,00	28,57	6,67	42,31	50,00
26	B1A	22,50	5,55	16,92	30,00	30,00
27	A2B	50,00	18,18	36,36	53,33	53,33
28	B1B	41,66	0,00	5,00	33,33	33,33
29	A2C	41,66	25,00	36,59	58,33	58,33
30	A2A	66,67	33,33	39,13	53,33	53,33
31	A1F	53,33	38,75	15,04	21,67	21,67
32	R3C	55,00	25,02	51,50	65,00	65,00
33	W3C	80,00	62,50	56,49	70,00	70,00
34	B1D	60,00	45,45	0,00	36,67	36,67
35	R3D	50,00	12,50	55,00	61,67	61,67
36	M2D	0,00	5,55	25,00	50,00	50,00
37	W3A	0,00	0,00	14,52	23,33	23,33
38	R2E	12,50	10,00	40,00	45,00	58,33
39	M3A	37,50	28,75	47,50	56,66	56,66
40	R3A	30,00	36,11	63,56	73,33	73,33

*Keterangan dapat dilihat pada metode penelitian halaman 13

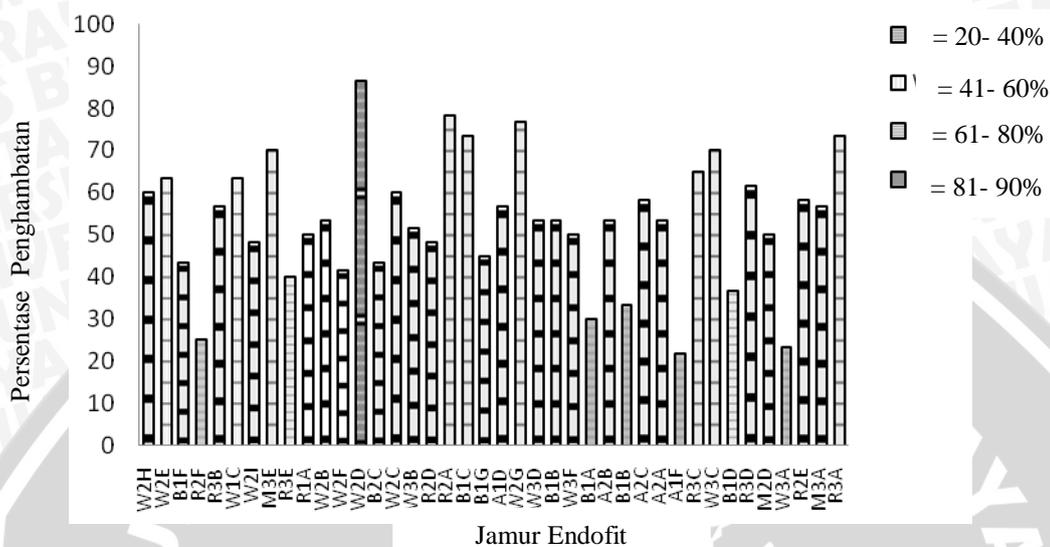
Dari tabel 3 diketahui bahwa pada pengamatan pertama menunjukkan hampir semua jamur endofit telah memiliki daya hambat terhadap *S. rolfsii*. Hal tersebut terlihat dari 40 perlakuan terdapat 38 perlakuan yang telah mengalami penghambatan. Adapun isolat yang belum menunjukkan adanya penghambatan yaitu isolat jamur M2D, W3A. Penghambatan tertinggi oleh jamur W2G dan W3C dan A1D dengan persentase penghambatan sebesar 80 %. Hasil identifikasi jamur A1D diketahui bahwa jamur tersebut merupakan jamur *Trichoderma* sp. yang mempunyai ciri khas koloni berwarna hijau. Pada biakan tunggal, jamur *Trichoderma* sp mempunyai pertumbuhan yang cepat dan mampu memenuhi cawan Petri dalam waktu 4 hari. Penghambatan yang terjadi pada hari pertama dapat disebabkan jamur endofit sudah mengeluarkan senyawa antibiotik yang didistribusikan dalam media buatan sehingga pertumbuhan jamur *S. rolfsii* yang mengarah pada jamur endofit *Trichoderma* sp dapat terhambat. Diketahui bahwa *Trichoderma* sp bersifat mikroparasitisme yaitu kemampuan suatu jamur untuk menyerang langsung pada jamur lainnya. *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk menyerang patogen secara langsung dengan cara memarasiti patogen tersebut. Selain itu, *Trichoderma* sp. juga menghasilkan antibiotik lain, seperti, asam harzianik, alamethicin, tricholin, peptaibols, 6-penthy- α -pyrone, massoilactone, viridin, glicosoprenin, dan asam heptelitic (Bentez, 2004).

Pada pengamatan hari ke-3 semua isolat jamur endofit sudah berhadapan langsung atau bersinggungan dengan *S. rolfsii* dan mempunyai tingkat persentase hambatan bervariasi. Jamur W2D mampu menghambat *S. rolfsii* paling tinggi yaitu 91,66%, dimana terlihat pertumbuhan *S. rolfsii* terhambat akibat adanya mekanisme antagonisme dari jamur W2D. Jamur W2D yang diidentifikasi sebagai *Paecilomyces*, mampu menghambat pertumbuhan koloni *S. rolfsii*.

Pengamatan selanjutnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penghambatan dari waktu ke waktu. Pengamatan dilakukan hingga hari ke-5, namun ada beberapa jamur endofit yang sudah memenuhi cawan petri kurang dari 5 hari. Seperti jamur W2H telah memenuhi cawan Petri pada hari ke-3 dan persentase penghambatannya tetap hingga hari ke-5 yaitu 60%

Pengamatan terakhir yaitu pada hari ke-5, data terakhir menunjukkan bahwa persentase penghambatan $\leq 60\%$ sejumlah 29 jamur, 61-80% sebanyak 10 jamur

dan diatas 80% sebanyak 1 jamur. Persentase penghambatan pada hari ke-5 ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Persentase penghambatan jamur endofit terhadap *S. rolfsii* hari ke-5

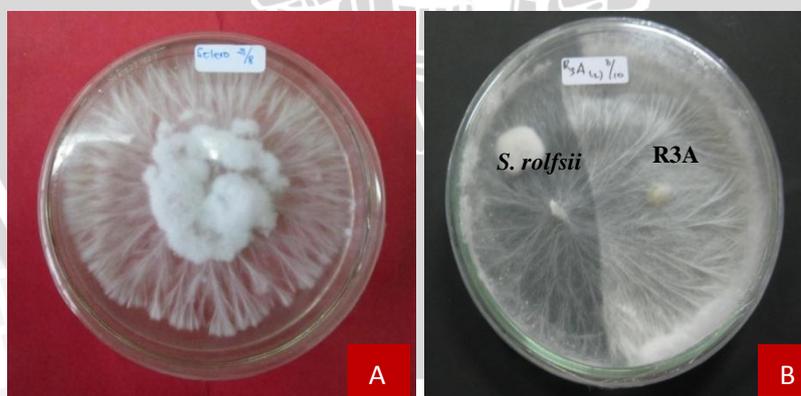
Dari Gambar 6 diketahui bahwa terdapat 5 isolat jamur endofit yang mempunyai penghambatan diatas 70 % yaitu B1C, R3A, W2G, R2A dan W2D. Mekanisme antagonis antara lain antibiosis, kompetisi dan parasitisme. Jamur endofit menghasilkan senyawa aktif biologis secara in vitro antara lain alkaloid, paxillin, loliteris dan tetranone steroid (Danlam *et al.*, 1991 dalam Bruner dan Petrini, 1992).

Jamur endofit B1C diidentifikasi sebagai *Nigrospora* sp. Ciri-ciri jamur ini yaitu koloni dari jamur ini berwarna abu-abu kehitaman, tekstur koloni seperti kapas dan rapat dan bentuk pertumbuhan konsentris. Pengamatan mikroskopis dari jamur ini yaitu hifa hialin, tidak bersekat, dan memiliki banyak percabangan, konidia berbentuk bulat dan berwarna gelap. Jamur endofit B1C mempunyai nilai penghambatan 73,33%. Pada awal pengamatan, pertumbuhan koloni *Nigrospora* sp. lebih cepat daripada *S. rolfsii*. Sehingga mampu memenuhi cawan Petri lebih awal. Terdapat zona hambatan berwarna bening dan pada koloni *S. rolfsii* yang berhadapan dengan *Nigrospora* sp. berwarna abu-abu kehitaman (gambar 7).



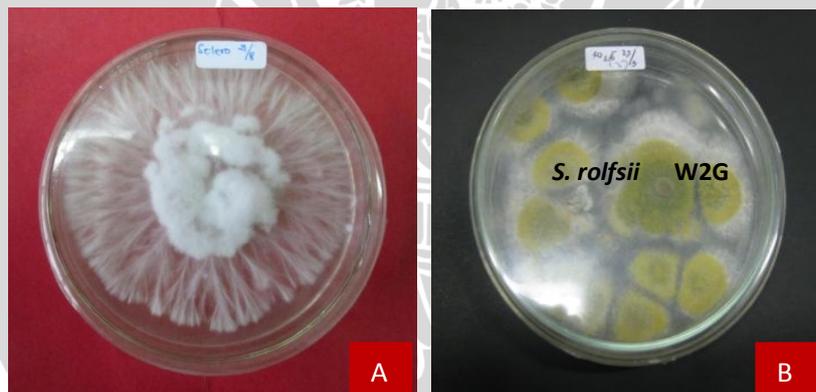
Gambar 7. Biakan jamur *S. rolfsii* (A) Uji Antagonisme Jamur *Nigrospora* sp terhadap *S. rolfsii* pada Media PDA

Jamur endofit R3A tidak dapat diidentifikasi karena pengamatan mikroskopis tidak muncul spora. Ciri-ciri jamur R3A yaitu koloni berwarna putih kecoklatan, tekstur jamur berserabut dan halus. Bentuk pertumbuhan jamur konsentris dan pada umur lima hari diameter koloni jamur 9 cm. Ciri-ciri mikroskopis dari jamur ini adalah hifa hialin bersekat, dan memiliki banyak percabangan. Jamur endofit R3A mempunyai nilai penghambatan 73.33%. Pada pengamatan hari ke-3 sudah menunjukkan adanya mekanisme penghambatan. Pertumbuhan koloni jamur R3A yang berhadapan dengan *S. rolfsii* hanya sedikit, tidak seperti yang kearah sebaliknya (Gambar 8).



Gambar 8. Biakan jamur *S. rolfsii* (A) Uji Antagonisme Jamur Yang Tidak Teridentifikasi terhadap *S. rolfsii* pada Media PDA

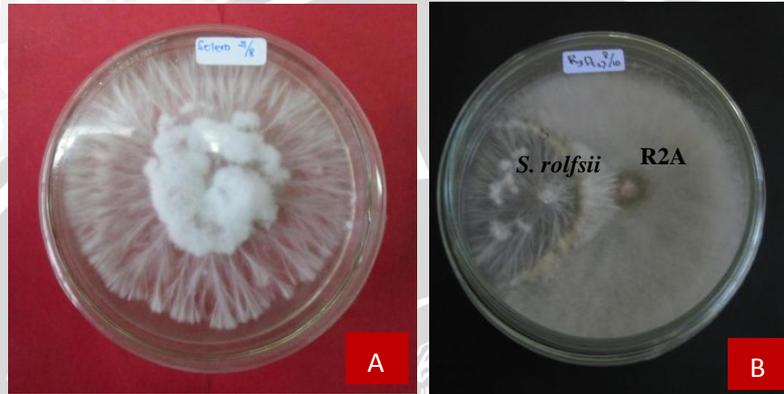
Jamur endofit W2G tidak dapat diidentifikasi. Ciri-ciri jamur W2G dari pengamatan makroskopis adalah koloni jamur berwarna hijau muda dan berwarna putih pada bagian tepi, tekstur kasar dan rapat. Bentuk tidak konsentris dan pada hari ke delapan koloni memenuhi media. Ciri-ciri mikroskopis adalah memiliki konidiofor hialin, memiliki banyak percabangan. Konidia hialin dan *globose*. Jamur W2G mempunyai persentase penghambatan terhadap *S. rolfsii* sebesar 76,67%. Pertumbuhan jamur W2G lebih cepat dan luas, berwarna kuning kehijauan. Pada saat saling berhadapan dihari ketiga jamur W2G. dapat terus tumbuh mendesak *S. rolfsii* dan tumbuh di samping kanan kiri koloni *S. rolfsii*. Sehingga *S. rolfsii* tidak mampu berkembang lebih luas lagi. Disekeliling *S. rolfsii* yang berhadapan dengan jamur W2G. terdapat perubahan warna koloni menjadi berwarna putih kehitaman (Gambar 9). Hal ini diduga adanya antibiotik yang dikeluarkan oleh jamur W2G. Antibiotik adalah bahan kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan atau bahkan mematikan mikroorganisme lain, sedangkan peristiwanya disebut antibiosis (Waksman, 1947 dalam Cook dan Baker, 1983).



Gambar 9. Biakan jamur *S. rolfsii* (A) Uji Antagonisme Jamur Yang Tidak Teridentifikasi terhadap *S. rolfsii* pada Media PDA

Jamur endofit R2A diidentifikasi sebagai *Chepalosporium* sp. Ciri-ciri jamur R2A dari pengamatan makroskopis yaitu koloni berwarna putih, tekstur seperti kapas dan renggang, bentuk pertumbuhan koloni konsentris dan pada hari ke empat diameter koloni jamur mencapai 9 cm. Ciri-ciri mikroskopis yaitu hifa hialin, tidak bersekat, dan memiliki percabangan, konidia hialin, bentuk seperti kapsul. Jamur endofit R2A mempunyai persentase penghambatan terhadap *S.*

rolfsii sebesar 78,33%. Pertumbuhan R2A lebih cepat dan luas, berwarna kuning kehijauan. Pada saat saling berhadapan dihari keempat *Chepalosporium* sp.dapat terus tumbuh mendesak *S. rolfsii*. Nampak adanya zona hambatan pada hari ke-3 meskipun kedua jamur belum saling bersinggungan, pertumbuhan *S. rolfsii* kearah *Chepalosporium* sp. lebih sedikit daripada kearah sebaliknya (Gambar 10).

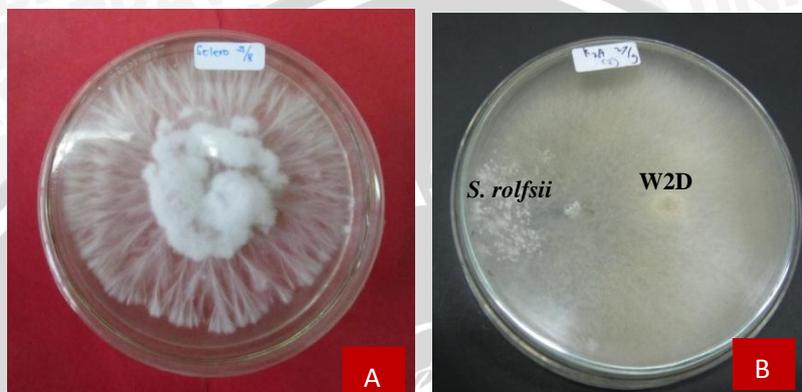


Gambar 10. Biakan jamur *S. rolfsii* (A) Uji Antagonisme Jamur *Chepalosporium* sp terhadap *S. rolfsii* pada Media PDA

Jamur endofit W2D diidentifikasi sebagai *Paecilomyces* sp. Ciri-ciri jamur *Paecilomyces* sp dari pengamatan makroskopis yaitu koloni berwarna putih pucat, tekstur koloni seperti kapas dan tidak rapat. Ciri-ciri mikroskopis yaitu miselium hialin, bersekat, dan memiliki banyak percabangannya. Jamur endofit W2D mempunyai persentase penghambatan tertinggi terhadap *S. rolfsii* yaitu mencapai 86,66%.

Penghambatan jamur W2D terhadap *S. rolfsii* sudah mulai nampak sejak hari ke-1. Walaupun kedua jamur belum bersinggungan, namun sudah nampak adanya zona hambatan. Pertumbuhan koloni *S. rolfsii* kearah W2D terhambat atau hanya sedikit, berbeda dengan yang kearah sebaliknya dapat tumbuh lancar (Gambar 11). Peristiwa ini diduga karena jamur W2D menghasilkan antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan *S. rolfsii*.

Sesuai yang dijeaskan oleh Gottlieb dan Shaw (*dalam* Cook dan Baker, 1983) bahwa ada beberapa mikroorganisme yang mampu menghasilkan senyawa beracun yang didifusikan ke dalam media buatan (PDA) sehingga dapat menghambat aktivitas metabolisme dan pertumbuhan mikroorganisme lain, salah satunya salah senyawa antibiotik.



Gambar 11. Biakan jamur *S. rolfsii* (A) Uji Antagonisme Jamur *Paelomyces* sp terhadap *S. rolfsii* pada Media PDA

4.3 Uji jamur Endofit Pada tanaman Kedelai di Lapang

4.3.1 Intensitas Serangan Penyakit Karat (*P. pachyrhizi*)

Dari hasil analisa ragam terhadap intensitas serangan *P. pachyrhizi* selama 12 kali pengamatan (umur 32-82 HST) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan hasil, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4 dan Lampiran Tabel 1-12.

Tabel 4. Rerata Intensitas Serangan *P. pachyrhizi* (%) pada Minggu 4 – 12

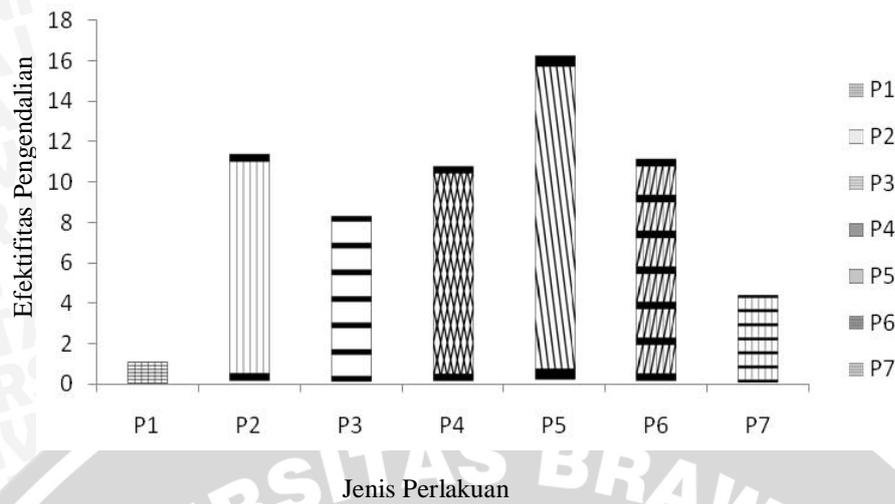
Perlakuan	Rerata Intesitas pada Pengamatan hari ke-												EP (%)
	32	36	41	46	50	55	60	64	69	74	78	82	
W2D	15,1	14,7	19,3	14,6	9,6	15,4	14,8	16,4	29,8	61,8	70,4	85,6	1,15
R2A	15,0	14,1	25,1	18,0	11,2	12,2	11,4	16,9	21,5	56,9	67,9	76,6	11,55
W2G	17,4	19,8	25,2	12,1	7,8	11,6	12,3	15,0	24,2	57,5	64,2	79,3	8,43
R3A	13,1	12,8	15,9	10,2	9,9	8,8	13,9	17,7	28,8	56,9	70,5	77,1	10,97
B1C	18,8	22,4	16,6	16,8	13,8	12,3	15,2	20,2	29,8	58,7	69,0	72,3	16,51
W2D,													
R2A,	18,8	20,5	18,4	11,2	9,4	13,5	16,4	16,8	25,6	51,8	63,0	76,8	11,32
W2G													
W2D,													
R2A,													
W2G,	17,9	17,6	19,6	13,4	11,7	13,5	16,6	18,7	36,5	71,2	75,9	82,7	4,50
R3A,													
B1C													
Kontrol	20,1	19,7	16,6	15,0	12,6	14,8	16,5	16,2	29,4	64,9	72,2	86,6	

Hal ini diduga terjadi karena kondisi lingkungan waktu dilakukan perlakuan sangat mendukung perkembangan jamur *P. pachyrhizi*. Pada waktu dilakukan uji antagonisme di lapang setiap hari turun hujan sehingga kelembapan udara disekitar tanaman contoh naik menjadi 85,7%. Akibat kelembapan yang tinggi menyebabkan spora *P. pachyrhizi* yang berasal dari udara dapat dengan mudah masuk serta menginfeksi tanaman contoh, akibatnya gejala dengan cepat muncul pada petak contoh dan menyebar ke seluruh petak contoh. Menurut Somaatmaja *et al* (1992) jamur *P. pachyrhizi* mampu beristirahat didalam tanah sampai kondisi lingkungan mendukung bagi perkembangannya.

Pada pengamatan 1 (32 HST) penyakit karat telah menyerang semua tanaman kedelai, hal tersebut dikarenakan penyakit karat merupakan penyakit yang menyerang pada masa pertumbuhan generatif dari tanaman. Hal tersebut sesuai dengan Somaatmaja *et al.*, (1992), menyatakan bahwa perkembangan penyakit karat terlihat pada minggu ketiga dan keempat setelah tanam.

Dari hasil pengamatan terakhir (82 HST) diketahui bahwa serangan terendah terdapat pada perlakuan dengan menggunakan jamur endofit B1C yaitu sebesar 72,3%. Hal ini didukung oleh pernyataan Azevedo (2004) dimana jamur endofit bersifat antibiosis yaitu kemampuan menghasilkan zat kimia tertentu yang dapat menghambat perkembangan beberapa patogen tumbuhan baik dari golongan cendawan dan bakteri. Selain itu beberapa jamur endofit mampu menghasilkan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat perkembangan patogen dimana seluruh jenis jamur endofit dapat menghasilkan senyawa volatil yang dapat menghalangi pertumbuhan mikroorganisme lain.

Berdasarkan nilai efektifitas pengendalian (EP) menunjukkan adanya pengaruh penambahan jamur endofit antagonis pada tanaman contoh, terutama pada perlakuan lima dimana efektifitas pengendalian mencapai 16,51%. Hal tersebut diduga karena terjadi proses antagonisme sehingga mampu menghambat perkembangan jamur *P. pachyrhizi* pada tanaman kedelai.



Gambar 12. Efektifitas Pengendalian Jamur Endofit terhadap Intensitas serangan *P. pachyrhizi* pada tanamam kedelai

Dari Tabel 4 diketahui bahwa intensitas serangan *P. pachyrhizi* pada uji lapang mengalami kenaikan mulai pengamatan pertama sampai pengamatan ketiga kemudian mengalami penurunan sampai pengamatan kelima namun kemudian intensitas serangan kembali meningkat hingga pengamatan terakhir. Bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol perlakuan 5 selalu lebih rendah intensitasnya hingga pengamatan terakhir. Perlakuan 3 pada awalnya mempunyai nilai intensitas serangan yang paling rendah namun pada pengamatan terakhir intensitasnya menjadi lebih tinggi.

Dari Tabel 4 sebenarnya bisa diketahui adanya pengaruh pemberian jamur endofit pada tanaman kedelai tetapi karena faktor lingkungan yang lebih mendukung jamur patogen maka intensitas serangan patogen pada tanaman tetap tinggi bahkan pada akhir pengamatan intensitas serangan masing-masing perlakuan lebih besar dari 70 %. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Agrios (1991) dimana diketahui bahwa penyakit karat daun dapat menyebabkan kerusakan total pada seluruh lahan dalam waktu satu atau dua bulan jika kondisi lingkungan mendukung.

4.4 Aplikasi Jamur Endofit Akar terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai

4.4.1 Tinggi Tanaman Kedelai Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar

Berdasarkan hasil analisa ragam pengamatan tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan ketujuh jamur endofit tidak memberikan pengaruh nyata yang dapat dilihat pada Lampiran Tabel 13-24. Hal ini disebabkan karena penyakit karat daun mulai menyerang tanaman kedelai pada fase generatif yaitu pada saat tanaman telah melakukan fase pembungaan (Somaatmaja *et al*, 1992), sehingga pada fase tersebut pertumbuhan vegetatif tanaman mulai menurun (Lamina, 1982: badan penelitian dan pengembangan pertanian, 1985).

Tabel 5. Rerata tinggi tanaman kedelai dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm) pada Pengamatan Hari Ke-											
	32	36	41	46	50	55	60	64	69	74	78	82
W2D	29,9	34,4	39,4	44,9	48,3	48,4	49,5	50,8	52,3	54,5	56,3	58,5
R2A	31,8	36,5	43,3	49,5	52,0	57,2	58,0	58,6	60,3	62,0	63,5	65,5
W2G	31,5	35,3	40,7	46,3	52,5	55,2	57,2	58,3	59,6	61,0	62,0	64,1
R3A	32,4	38,3	43,2	46,4	52,8	55,2	56,7	58,0	60,3	62,3	63,8	66,8
B1C	30,1	33,1	38,0	42,1	47,8	49,1	49,6	51,0	52,5	55,0	56,8	59,0
W2D, R2A, W2G	31,5	36,6	44,3	48,1	57,8	58,8	59,3	60,5	61,4	63,0	64,6	66,9
W2D,R2A, W2G,R3A,B1C	36,0	42,0	49,1	54,3	60,5	60,6	61,7	62,8	63,9	65,5	67,5	70,2
Kontrol	32,3	38,2	43,4	47,5	54,0	56,1	57,4	58,8	60,3	62,3	63,8	66,0

Tabel 5 menunjukkan tidak terdapat perbedaan tinggi tanaman antara perlakuan yang satu dengan yang lain. Tinggi tanaman menunjukkan keseragaman antar perlakuan. Jenis perlakuan jamur endofit akar tidak mempengaruhi tinggi tanaman. Tinggi tanaman semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Namun dari hasil pengamatan yang terlihat tinggi tanaman menunjukkan pertambahan yang rendah.

Tinggi tanaman diduga tidak dipengaruhi oleh perlakuan jamur endofit akar tanaman kedelai sehingga serangan penyakit karat tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai. Tidak adanya pengaruh tinggi tanaman dikemukakan dalam penelitian Zairin (2006), yaitu pada semua galur harapan yang diujikan untuk mendapatkan varietas unggul, tinggi tanaman yang merupakan indikator pertumbuhan vegetatif tidak mencerminkan potensi hasil polong suatu galur.

Talanca dan Soenatiningsih (1997) dalam penelitiannya juga mengemukakan bahwa pada penginokulasian jamur karat pada fase pembungaan dan menjelang pengisian polong tidak berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman namun akan berpengaruh pada pengisian polong, jumlah biji dan berat biji.

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan sampai pada umur 82 HST. Tanaman berasal dari varietas anjasmoro dan berdasarkan deskripsi tanaman varietas tersebut bertipe tumbuh determinan, dimana tipe tumbuh yang determinan pertumbuhan vegetatifnya berhenti setelah berbunga. Dari pengamatan terakhir didapat rata-rata tinggi tanaman yaitu 64,6 cm. Menurut Lamina (1989) tipe tumbuh determinan memiliki batang yang pendek, dan dari deskripsi diketahui bahwa tinggi tanaman berkisar 64 -68 cm.

4.4.2 Jumlah Daun Tanaman Kedelai Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar

Berdasarkan hasil analisa ragam pengamatan jumlah daun menunjukkan bahwa perlakuan ketujuh jamur endofit tidak terdapat beda nyata perlakuan terhadap jumlah daun pada pengamatan 32 HST sampai 82 HST yang tersaji pada Lampiran Tabel 25-36. Rerata jumlah daun dari pengamatan 32 HST sampai 82 HST yaitu 22,5 – 129 daun. Rerata jumlah daun tanaman kedelai disajikan pada Tabel 6 dan.

Tabel 6. Rerata Jumlah Daun tanaman kedelai dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun pada Pengamatan Hari Ke-											
	32	36	41	46	50	55	60	64	69	74	78	82
W2D	24,5	27,2	46,2	69,7	84	95,2	97,5	114	111	107	106	106
R2A	23,3	28,3	40,5	57,7	79,5	90,7	86,2	94,5	98,2	105	101	102
W2G	23,8	27,7	38,2	58,5	81	91,5	93,7	105	107	112	111	108
R3A	25,5	30,2	45,7	75,7	99	109	112	117	118	129	124	122
B1C	24,5	28,2	43,5	63,7	95,2	93	101	102	110	114	114	124
W2D, R2A,												
W2G	22,5	26,7	49,2	69	97,5	99,7	99	107	104	104	107	105
W2D, R2A,												
W2G,R3A,B1C	27	33,2	51,5	77,2	99,7	109	108	101	111	115	114	108
Kontrol	25,5	34,3	48,7	72	97,5	88,5	93,7	96	99	96,7	96,7	84

Dari hasil pengamatan terakhir (82 HST), menunjukkan bahwa perlakuan jamur endofit akar tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Jumlah daun yang terbanyak terdapat pada perlakuan tanaman kedelai + jamur antagonis

Nigrospora sp , hal ini dikarenakan intensitas serangan penyakit *P. pachyrizi* yang terendah (pada pengamatan yang sama) terdapat pada perlakuan tanaman kedelai + *Nigrospora* sp. Jumlah daun yang paling sedikit terdapat pada perlakuan kontrol, dikarenakan intensitas serangan pada perlakuan tersebut cukup tinggi sehingga mengakibatkan daun semakin cepat berguguran. Hal ini sesuai dengan Somaatmaja *et al* (1992) yang menyatakan bahwa bercak karat mengandung 1-4 uredia yang menghasilkan berjuta-juta urediospora. Semakin banyak uredia yang terdapat pada daun kedelai dapat mengakibatkan keguguran daun menjadi lebih cepat. Selain itu menurut Bronfield (1977), tanaman kedelai yang terserang penyakit karat, jaringan daunnya rusak sehingga proses fotosintesis terganggu dan menyebabkan daun menjadi rontok. Pernyataan yang sama juga dikemukakan oleh Sudjadi 1979 dalam Dahlan dan Mansyurdin (1989) yaitu infeksi patogen pada daun kedelai dimulai dari jaringan epidermis kemudian berkembang ke arah jaringan mesofil daun yaitu parenkim polisade dan parenkim spons sehingga proses fotosintesis menjadi terganggu dan akhirnya daun menjadi rontok.

4.5 Aplikasi Jamur Endofit Akar terhadap Produksi Tanaman Kedelai

4.5.1 Berat Brangkasan Kedelai Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar

Berat kering brangkasan adalah berat per tanaman kedelai yang telah dikeringkan. Berat kering brangkasan merupakan suatu indikator untuk menentukan baik tidaknya suatu tanaman, karena berat kering brangkasan mencerminkan status nutrisi tanaman (Prawiranata *et al.*, 1995). Berat kering brangkasan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat Kering Brangkasan per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro

Perlakuan	Berat Brangkasan/tan (g)
Jamur W2D	50,2
Jamur R2A	54,3
Jamur W2G	50,3
Jamur R3A	51,7
Jamur B1C	54,7
Jamur W2D, R2A, dan W2G	53,8
Jamur W2D, R2A, W2G, R3A, dan B1C	51,6
Kontrol	48,9

Berdasarkan hasil analisis ragam yang tercantum pada Lampiran Tabel 37, pengaruh inokulasi jamur endofit akar baik yang dikombinasikan maupun tunggal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat brangkasan kedelai pada saat panen. Tanaman yang diinokulasikan dengan antagonis B1C memiliki berat brangkasan lebih baik dibandingkan kontrol. Hal tersebut dikarenakan inokulasi jamur B1C menghasilkan tingkat serangan yang paling rendah yaitu 72,3% dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan jamur endofit lainnya. Hal tersebut dimungkinkan karena menurut Henson (2005), mengemukakan bahwa *Nigrospora* sp merupakan jamur yang memiliki melanin, jamur bermelanin sangat membantu tanaman untuk meningkatkan toleransi tanaman. Selanjutnya, konsentrasi melanin berkorelasi dengan osmolite trehalose.

4.5.2 Jumlah Polong Isi Tanaman Kedelai Akibat Aplikasi Jamur Endofit

Jumlah polong isi per tanaman dihitung untuk mengetahui potensi tanaman dalam membentuk polong. Jumlah polong isi per tanaman disajikan pada Lampiran tabel 38.

Tabel 8. Jumlah Polong Isi per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro

Perlakuan	Jumlah Polong/tan (biji)
Jamur W2D	71,5
Jamur R2A	89,7
Jamur W2G	83,7
Jamur R3A	85
Jamur B1C	90,7
Jamur W2D, R2A, dan W2G	87,2
Jamur W2D, R2A, W2G, R3A, dan B1C	79,7
Kontrol	69,2

Berdasarkan hasil analisis ragam, pengaruh inokulasi jamur endofit akar baik yang dikombinasikan maupun tunggal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah polong isi pada tanaman kedelai pada saat panen (Tabel 8). Rerata jumlah polong pada perlakuan berkisar antara 69,2-90,7 polong.

Pada tabel 8 dapat diketahui, jumlah polong tertinggi terdapat pada perlakuan antagonis B1C yaitu 90,7 polong, sedang jumlah polong terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu 69,2 polong. Hal ini diduga berkaitan dengan intensitas serangan penyakit karat pada perlakuan kontrol memiliki intensitas serangan penyakit karat yang besar. Sehingga diketahui bahwa semakin tinggi intensitas serangan maka akan semakin rendah pula produksi dari tanaman yang dihasilkan. Intensitas serangan penyakit karat yang tinggi dapat menghambat pembentukan polong. Hal ini didukung pernyataan Franje dan Quebral (1980) yaitu lemahnya fase pembentukan dan pengisian polong karena laju fotosintesis pada tanaman kedelai menurun dengan adanya kenaikan intensitas penyakit karat. Jika daun gugur lebih awal, maka akan banyak hasil fotosintesis yang terbuang dan hasil fotosintesis yang seharusnya disalurkan untuk pembentukan polong menjadi berkurang.

4.5.3 Berat Polong Tanaman Kedelai Akibat Aplikasi Jamur Endofit Akar

Berdasarkan hasil analisis ragam, inokulasi jamur endofit akar pada tanaman kedelai tidak memberikan pengaruh yang nyata meningkatkan berat polong per tanaman seperti yang terlihat pada Lampiran tabel 39.

Tabel 9. Berat Polong Isi per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro

Perlakuan	Berat polong /tan (g)
Jamur W2D	44,7
Jamur R2A	46,8
Jamur W2G	45,7
Jamur R3A	45,8
Jamur B1C	47,4
Jamur W2D, R2A, dan W2G	46,7
Jamur W2D, R2A, W2G, R3A, dan B1C	44,8
Kontrol	42,3

Tabel 9 menunjukkan perlakuan jamur endofit B1C memiliki berat polong tertinggi yaitu 47,4 gram, sedangkan pada perlakuan kontrol menunjukkan berat polong terendah yaitu 42,3 gram. Pada tabel terlihat terdapat perbedaan berat polong pada tiap perlakuan. Berat polong meningkat sejalan dengan berkurangnya

intensitas serangan. Hal ini dimungkinkan karena serangan penyakit karat dapat menghambat pembentukan polong pada tanaman kedelai. Hal ini didukung oleh pernyataan Dahlan dan Mansyurdin (1989) bahwa penurunan jumlah polong, berat polong, dan berat kering biji disebabkan oleh terganggunya proses fotosintesis akibat serangan penyakit karat. Hal yang sama juga dikemukakan Agrios (1996) yaitu pada jenis penyakit yang menyebabkan kerusakan jaringan daun atau defoliiasi (pengguguran daun), maka proses fotosintesis akan menurun karena permukaan yang berfotosintesis pada tumbuhan menjadi berkurang.

4.5.4 Berat Biji 100 Biji Tanaman Kedelai Akibat Aplikasi Jamur Endofit

Berdasarkan analisis ragam, berat 100 biji pada tiap perlakuan didapatkan tidak berbeda nyata antara satu dengan yang lain. Rerata berat biji pada berbagai perlakuan disajikan pada Lampiran tabel 40.

Tabel 10. Berat 100 Biji per Tanaman dengan perlakuan aplikasi Jamur Endofit Akar pada varietas Anjasmoro

Perlakuan	Berat 100 Biji/tan (g)
Jamur W2D	27,7
Jamur R2A	30,7
Jamur W2G	28,5
Jamur R3A	29,2
Jamur B1C	32,2
Jamur W2D, R2A, dan W2G	30,2
Jamur W2D, R2A, W2G, R3A, dan B1C	28
Kontrol	24,7

Pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa berat 100 biji tertinggi terdapat pada perlakuan dengan menggunakan jamur endofit B1C yaitu 32,2 gram, sedangkan berat biji terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu 24,7 gram. Pada perlakuan antagonis B1C menunjukkan nilai rerata berat biji yang lebih tinggi dibandingkan dengan pada perlakuan lainnya. Hal ini diduga perlakuan tersebut dapat menghambat serangan penyakit karat kedelai, sehingga apabila serangan penyakit karat meningkat maka produksi biji akan menurun. Pernyataan ini didukung oleh Talanca dan Soenartiningih (1997) yaitu terdapat hubungan antara produksi biji kering dengan intensitas serangan penyakit karat. Selain itu dalam

penelitiannya, Dahlan dan Mansyurdin (1989) mengemukakan berat kering 100 biji dan varietas Galunggung, Wilis dan Kerinci sangat dipengaruhi serangan penyakit karat. Berat biji kedelai akan berkurang akibat serangan penyakit karat. Hal ini diakibatkan karena laju fotosintesis pada tanaman kedelai menurun dengan adanya kenaikan intensitas penyakit karat, sehingga jika laju fotosintesis berkurang maka hasil fotosintesis yang disediakan untuk biji menjadi berkurang (Franje dan Quebral, 1980).

4.6 Pembahasan Umum

4.6.1 Intensitas Serangan *P. pachyrhizi* dan Efektifitas Pengendalian Jamur

Endofit Akar Kedelai

Pada pengamatan tingkat serangan penyakit karat daun kedelai tidak menunjukkan interaksi nyata antara pemberian jamur endofit akar kedelai terhadap pengendalian serangan *P. pachyrhizi*. Urutan perlakuan dari tingkat serangan terendah ke tingkat serangan tertinggi pada setiap perlakuan yaitu perlakuan dengan inokulasi jamur endofit B1C, perlakuan dengan inokulasi jamur endofit R2A, perlakuan dengan inokulasi kombinasi jamur endofit W2D, R2A dan W2G, perlakuan dengan inokulasi jamur endofit R3A, perlakuan dengan inokulasi jamur endofit W2G, perlakuan dengan inokulasi kombinasi jamur endofit W2D, R2A, W2G, R3A dan B1C, selanjutnya perlakuan dengan inokulasi jamur endofit W2D, dan yang terakhir yaitu perlakuan tanpa inokulasi jamur endofit akar (kontrol).

Jamur endofit B1C yang diketahui merupakan jenis jamur *Nigrospora* sp memberikan kejadian penyakit terendah yakni 72,33% dibandingkan perlakuan kontrol yakni 86,6%. Hal tersebut dimungkinkan karena menurut Henson (2005), mengemukakan bahwa *Nigrospora* sp merupakan jamur yang memiliki melanin, jamur bermelanin sangat membantu tanaman untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap panas dan musim kemarau. Selanjutnya, konsentrasi melanin berkorelasi dengan osmolite trehalose.

Pada tanaman yang diperlakukan dengan cendawan endofit menghasilkan kejadian penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penekanan terhadap penyakit pada tanaman yang diberi perlakuan cendawan

endofit diduga dapat terjadi karena terjadinya kolonisasi jaringan akar tanaman terlebih dahulu oleh cendawan endofit dibanding patogen, adanya mekanisme antibiosis. Cendawan endofit menghasilkan mikotoksin atau metabolit lainnya yang menyebabkan terjadinya perubahan fisiologi dan biokimia tanaman inang (Clay 1988). Salah satu toksin yang dihasilkan oleh cendawan endofit akar adalah alkaloid, yang mana juga dapat melindungi tanaman dari serangan herbivora (Sellose *et al.* 2004).

Melalui re-isolasi akar yang dilakukan pada perlakuan 5 dan perlakuan 2 didapatkan jamur yang sesuai dengan jamur yang diinokulasikan pada benih kedelai melalui proses perendaman yaitu jenis jamur *Nigrospora* sp dan *Chepalosporium* sp gambar 16. Sehingga diduga jamur endofit yang diinokulasikan masuk ke dalam jaringan tanaman. Menurut Carrol (1988) jamur endofit tersebut masuk ke dalam jaringan tanaman melalui mutualisme konstitutif yaitu asosiasi yang terjadi antara fungi dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini fungi endofit menginfeksi ovula (benih) inang, dan penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan inang



Gambar 13. Pengamatan Mikroskopis Jamur *Nigrospora* sp (A)

Ket : 1.Hifa, 2.Konidiofor, 3.Konidia

Pengamatan Mikroskopis Jamur *Chepalosporium* sp (B)

Ket : 1.Hifa, 2.Konidia

Pengamatan mikroskopis dari jamur *Nigrospora* sp memiliki ciri-ciri yaitu hifa jamur hialin, tidak bersekat dan memiliki percabangan, konidiofor hialin dan pendek, konidia *globose* berwarna hitam (Gambar 15A). Hal ini sesuai dengan Barnett (1955), yang menyatakan bahwa jamur ini memiliki ciri-ciri konidiofor berwarna gelap, pendek dan sederhana. Konidia bersel 1, *globose*, dan berwarna

hitam, sedangkan pada pengamatan mikroskopis jamur *Chepalosprium* sp menunjukkan ciri-ciri yaitu hifa hialin, tidak bersekat, tidak bercabang, konidiofor ramping dan panjang. Konidia berbentuk seperti kapsul, hialin, tidak bersekat, dan tumbuh berkelompok pada ujung konidiofor (Gambar 15B). Hal ini sesuai dengan Barnett (1955), yang menyatakan bahwa ciri-ciri dari jamur *Cephalosporium* adalah konidiofor sedikit membengkok, hialin, dan tidak bersepta. Konidia hialin, bersel 1, ramping dan tumbuh berkelompok diujung konidiofor. Menurut Link (1809), hifa hialin, tidak bercabang, dan phialid terbentuk pada ujung hifa. Konidia jamur berukuran 2-3x4-8 μ m, tumbuh berkelompok, lurus pendek dan kadang menyerupai bulan sabit dangkal.

Dengan adanya pengamatan infeksi akar maka diduga bahwa jamur tersebut bersifat endofit karena diduga bahwa jamur tersebut dapat hidup dalam jaringan akar tanaman. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Clay (1988), bahwa cendawan endofit adalah cendawan yang terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting, ataupun akar tumbuhan. Selanjutnya, Sinclair dan Cerkauskas (1996) mendefinisikan bahwa jamur endofit adalah jamur yang berasosiasi dengan tanaman sehat dan tidak memperlihatkan gejala. Ini juga terlihat bahwa tanaman tanaman yang diinokulasi dengan jamur yang diduga endofit tidak memperlihatkan gejala penyakit pada tanaman selama persemaian. Carrol (1988) dan Clay (1988), menyatakan bahwa asosiasi yang terjadi antara jamur endofit dengan tanaman inang bersifat mutualisme. Simbosis mutualistik ini menyebabkan berkurangnya kerusakan pada sel atau jaringan tanaman, meningkatkan kemampuan bertahan hidup dan fotosintesis sel jaringan yang terinfeksi oleh patogen tanah, dan dalam simbiotik ini juga membantu tanaman lebih toleran terhadap faktor biotik dan abiotik (Sinclair dan Cerkauskas, 1996).

Inokulasi jamur endofit akar pada biji tanaman kedelai melalui metode perendaman diketahui tidak berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan penyakit *P. pachyrhizi*. Hal tersebut diduga karena permukaan biji tidak disterilisasi terlebih dahulu sebelum dilakukan perendaman. Sehingga pada biji masih terdapat patogen tular benih (*seedborne*), tular tanah (*soilborne*) atau tular udara (*airborne*) yang terbawa didalam biji. Menurut Copeland dan McDonald (1995) proses sterilisasi permukaan benih dengan natrium hipoklorit sebelum

aplikasi dengan agens biokontrol merupakan upaya preventif dalam menghindari patogen lain yang dapat berkompetisi dengan agens biokontrol. Selain itu diduga kondisi lingkungan dilapangan kurang efektif dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan jamur endofit karena menurut Timmusk (2003), aktivitas agens biokontrol di lapangan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (pH, suhu, kelembaban) dan interaksi dengan mikroorganisme lain. Selain itu dimungkinkan pula cara aplikasi, ketepatan dosis inokulasi, serta kontrol mikroba lain menjadi kendala dalam proses asosiasi antara jamur endofit dengan tanaman inang. Hal tersebut dikarenakan dalam hubungan dengan pengendalian terhadap patogen, efektivitas agens biokontrol sangat dipengaruhi oleh cara aplikasi agens, dosis inokulasi dan kontrol mikroba lain. Hal lain yang dapat meningkatkan efektivitas perlakuan benih dengan agens biokontrol adalah nutrisi bagi mikroba dan kecepatan mikroba menyesuaikan diri.

Tinggi rendahnya tingkat serangan pada setiap perlakuan pada dasarnya menunjukkan adanya efektifitas dari setiap pengendalian yang dilakukan. Efektivitas pengendalian sangat ditentukan oleh tingkat serangan pada perlakuan yang mendapat inokulasi dan tingkat serangan pada kontrol (tanpa inokulasi). Perlakuan inokulasi jamur endofit *Nigrospora* sp pada kedelai varietas Anjasmoro yang digunakan memperlihatkan efektifitas yang tertinggi karena tingkat serangannya terendah dibanding perlakuan inokulasi lainnya. Efektivitas tertinggi terjadi pada inokulasi jamur endofit B1C yaitu 16,51%, kemudian pada inokulasi jamur R2A yaitu 11,55%, selanjutnya diikuti oleh kombinasi jamur endofit W2D, R2A, W2G yaitu 11,32%, inokulasi jamur R3A yaitu 10,97%, inokulasi jamur W2G yaitu 8,43%, inokulasi kombinasi jamur endofit W2D, R2A, W2G, R3A, B1C yaitu 4,50% dan yang terakhir yaitu inokulasi jamur W2D yaitu 1,15%.

Perbedaan efektifitas pengendalian pada setiap perlakuan diketahui juga disebabkan oleh perbedaan intensitas serangan, walaupun perbedaan intensitas serangan *P. pachyrhizi* tersebut sangat kecil pada semua perlakuan. Perbedaan intensitas serangan ditentukan oleh intensitas serangan awal dari setiap perlakuan, karena perbedaan intensitas serangan awal tersebut selanjutnya menyebabkan perbedaan intensitas serangan berikutnya. Oleh karena itu upaya pengendalian terhadap penyakit karat harus difokuskan pada upaya meminimalkan intensitas

serangan awal yaitu dengan menggunakan varietas tahan atau dengan teknik inokulasi jamur endofit yang tepat pada benih kedelai atau pada tanah sebelum dan bersamaan dengan waktu tanam sehingga diharapkan ada perlindungan awal terhadap benih atau bibit terhadap serangan *P. pachyrhizi* sehingga tingkat serangan awal dapat ditekan seminimal mungkin dan akhirnya akan meminimalkan tingkat serangan selanjutnya.

Selain itu penentuan waktu aplikasi juga perlu mendapat perhatian, karena diketahui bahwa tingkat serangan terjadi pada awal pertumbuhan generatif tanaman yang nantinya serangan tersebut sangat mempengaruhi tingkat produktivitas tanaman yang dihasilkan sehingga tingkat serangan awal sangat menentukan atau berperan dalam menyebabkan tingkat serangan selanjutnya, untuk itu pengendalian harus dilakukan lebih awal pada setiap periode tanam.

Adanya serangan penyakit karat pada semua perlakuan jamur endofit akar diduga erat hubungannya dengan faktor lingkungan yang mendukung aktifitas patogen seperti jumlah curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, suhu tanah dan kelembapan tanah. Selama penelitian pada periode tanam diketahui rata-rata suhu udara adalah 22,3°C dan rata-rata kelembapan udaranya yaitu 85,7%.

Menurut Semangun (2004) suhu optimum untuk pertumbuhan uerdiospora jamur *P. pachyrhizi* adalah 15-17 C. Pada kedelai infeksi terjadi pada suhu 20-25 C dengan embun selama 10-12 jam; pada suhu 15-17 C diperlukan embun selama 16-18 jam. Masa berembun terpendek untuk terjadinya infeksi pada suhu 20-25 C adalah 6 jam, sedang pada 15-17 C adalah 8-10 jam. Infeksi tidak terjadi bila suhu lebih tinggi dari 27,5 C.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Uji antagonis yang dilakukan dari 40 jamur endofit menghasilkan 5 isolat yang memiliki kemampuan antagonis tertinggi terhadap *S. rolfsii* dan digunakan untuk uji lapang yaitu isolat jamur endofit W2D, R2A, W2G, R3A serta B1C yang bersifat antibiosis.
2. Berdasarkan nilai efektifitas pengendalian (EP) pemberian jamur endofit antagonis akar pada tanaman kedelai dapat mengendalikan serangan *P. pachyrhiz* yaitu jamur B1C (16,51%), jamur R2A (11,55%), kombinasi jamur W2D, R2A dan W2G (11,32%), jamur R3A (10,97%), jamur W2G (8,43), jamur kombinasi antara W2D, R2A, W2G, R3A, serta B1C (4,50), dan jamur W2D (1,15%).

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini diperlukan penelitian mengenai metode inokulasi jamur endofit yang tepat dalam mengendalikan serangan *P. pachyrhizi*. Selain itu juga perlu dilakukan penelitian mengenai sejauh mana jamur endofit dapat masuk ke dalam jaringan tanaman serta cara untuk meningkatkan kemampuan antagonis jamur endofit akar tanaman kedelai terhadap jamur *P. pachyrhizi*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 2004. *Patogen dalam Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 68 hal.
- Adisarwanto, T., R. Wudianto. 1999. Meningkatkan Hasil Panen Kedelai. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Adisarwanto, T. 2008. *Budidaya Kedelai Tropika*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Agrios, G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Edisi ketiga (Terjemahan Munzir Busnia)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 713 hal.
- Alexopoulos, C.J dan C.W,Mims. 1979. *Introductory Mycology*. John & Wiley Sons. New York. 632 hal.
- Anonimous, 2008. Press Release Mentan Pada Panen Kedela. Departement Pertanian Indonesia. Jakarta. <http://setjen.deptan.go.id/berita/detail.php?id=202> (Diakses Maret 2010).
- Atman., Nasrul Hosen. 2008. Dukungan Teknologi dan Kebijakan dalam Pengembangan Tanaman Kedelai di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmiah Tambua*, 5(3) : 347-359.
- Azevedo J.L., J.O. Pereira., W.L. Araujo. Plant biotechnology enviromental biotechnology, endophytic microorganisms : a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*, Universidad Catolica de Valparaiso, Chile 3(1).
- Baker, K.F., R.J. Cook. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. APS Press.St Paul, Minnesota. 539 hal.
- Baker, K.F., R.J. Cook. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W.A. Freeman & Co., San Fransisco. 433 hal.
- Barnett, H.L. 1955. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 2nd ed. Bugess Publishing Company, Minneapolis. 225 hal.
- Barnett, H.L., Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi fourth edition*. Burgess Publishing Company. Minneopolis. Minnesota. 241 hal.
- Bronfield, K.R. 1977. Soybean Rust and Their Pathogen. Dalam *Rust of Soybean the Probelm and Research Needs*. INSOY. Number Series 12. University of illionis. Urbana.
- Carrol, G.C. 1988. Fungal Endophytes in Stems and Leaves. From Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont. *Journal of Ecology*. 69(1-2) : 7-8.

- Clay, K. 1988. Fungal Endophytes of Grasses : A Defensive Mutualism Between Plants and Fungi. *Ecology*. 69(1) :10-16.
- Cook, R. J., K. F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogen. The American Phytopathological Society. St. Paul. 539 hal.
- Dahlan., Masyurudin. 1989. Pengaruh Serangan Jamur *Phakopsora pachyrhizi* Syd Terhadap Produksi Beberapa Varietas Kedelai. *Penelitian Palawija* 4 (2) : 123-125.
- Domsch, K.H.W. 1980. *Compendium of Soil Fungi* vol.1. Academic Press. London
- Dwidjoseputro. 1978. *Pengantar Mikologi edisi 2*. penerbit Alumni. Bandung. 331 hal.
- Ferreira, S.A., R.A. Boley. 1992. *Sclerotium rolfsii*. Departement of Plant Pathology. University of Hawaii. Manoa. <http://hbs.bishopmuseum.org/botany/taro/key/HawaiianKalo/Media/Html/adobe/dryrot.pdf>. (Diakses Januari 2011).
- Franje, N.S and F.C. Quebral. 1980. The Effect of rust on photosynthetic activity of soybean (*Glycine max* (L.) merr.). *Soybean Rust Newsletter* 3 (1) : 8-11
- Henson, J. 2005. Alga, protozoa, and fungi: microscopic investigations in yellowstone National Park. Bazeman. Departement of Microbiology Montana State University.
- Hooker, A.L. 1983. Breeding to Control Pests. In: D.R. Wood (ed.) *Crop Breeding*. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. Madison. Wisconsin.
- Hidayat, O. 1985. *Morfologi Tanaman Kedelai*. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Petrini O. Endophytic fungi of alpine Ericaceae. Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. Wiley Liss Inc., Swiss, 1992; *Natural toxins* 1 : 185-196
- Punja, Z.K. 1985. The Biology, Ecology and Control of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*. 23:97-127.
- Rukmana, R., Yuniarsih, Y. 1996. *Kedelai, Budidaya dan Pasca Penen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Semangun. 2001. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 754 hal.

Semangun, H. 2004. Penyakit – Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 449 hal.

Sudjono., R.S. Sumarno., Sudjadi. 1985. Ambang Ekonomi Penyakit Karat Kedelai (*Phakopsora pachyrhizi*). Kongres Nasional VII PFI, Cibubur, Jakarta.

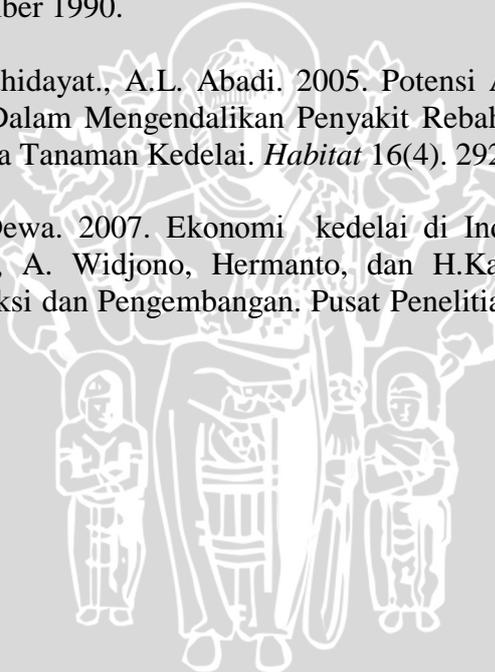
Sumarno, R.S., Sudjadi. 1977. Breeding for resistance to soybean to rust in Indonesia. In R.E. Foerd and J.B. Sinclair (Eds.). Rust of Soybean. The Problem and Research Needs. Univ. of Illinois. INTSOY 1(12). 66-70 hal.

Sumarno., Harnoto. 1983. Kedelai dan cara bercocok tanam. Buletin Teknik 6. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 63 hal.

Sumarno, D.M. Arsyad., I. Manwan. 1990. Teknologi usahatani kedelai. Pengembangan Kedelai: Potensi, kendala, dan peluang. Risalah Lokakarya. Bogor, 12 Desember 1990.

Supriati, L., I.R. Sastrahidayat., A.L. Abadi. 2005. Potensi Antagonis Indigenus Lahan Gambut Dalam Mengendalikan Penyakit Rebah Semai (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Kedelai. *Habitat* 16(4). 292-307 hal.

Tahlim, S., K.S.S. Dewa. 2007. Ekonomi kedelai di Indonesia. hlm: 1–27. Dalam Suyanto, A. Widjono, Hermanto, dan H.Kasim (Ed). Kedelai: Teknologi Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.



LAMPIRAN

Tabel lampiran 1. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-1 (32 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	158,3	22,6	0,64	2,49
Blok	3	19,3	6,4	0,18	3,07
Galat	21	739,1	35,2		
Total	31	916,7			

Tabel lampiran 2. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-2 (36 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	338,1	48,3	1,72	2,49
Blok	3	149,2	49,7	1,77	3,07
Galat	21	588,3	28,0		
Total	31	1075,6			

Tabel lampiran 3. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-3 (41 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	377,6	53,9	1,55	2,49
Blok	3	219,7	73,2	2,10	3,07
Galat	21	731,5	34,8		
Total	31	1328,8			

Tabel lampiran 4. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-4 (46 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	205,1	29,3	1,55	2,49
Blok	3	63,2	21,1	1,12	3,07
Galat	21	396,5	18,9		
Total	31	664,8			

Tabel lampiran 5. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-5 (50 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	105,4	15,1	1,13	2,49
Blok	3	21,2	7,1	0,53	3,07
Galat	21	280,5	13,4		
Total	31	407,1			

Tabel lampiran 6. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-6 (55 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	117,5	16,8	1,57	2,49
Blok	3	37,5	12,5	1,17	3,07
Galat	21	225,0	10,7		
Total	31	380,1			

Tabel lampiran 7. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-7 (60 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	108,3	15,5	1,17	2,49
Blok	3	22,7	7,6	0,57	3,07
Galat	21	276,8	13,2		
Total	31	407,8			

Tabel lampiran 8. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-8 (64 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	71,49	10,21	1,07	2,49
Blok	3	147,21	49,07	2,14	3,07
Galat	21	200,42	9,54		
Total	31	419,12			

Tabel lampiran 9. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-9 (69HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	569,8	81,4	1,41	2,49
Blok	3	73,0	24,3	0,42	3,07
Galat	21	1211,9	57,7		
Total	31	1854,7			

Tabel lampiran 10. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-10(74 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	983	140	0,68	2,49
Blok	3	421	140	0,68	3,07
Galat	21	4353	207		
Total	31	5756			

Tabel lampiran 11. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-11 (78 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	488	70	0,48	2,49
Blok	3	519	173	1,18	3,07
Galat	21	3068	146		
Total	31	4074			

Tabel lampiran 12. Analisis Ragam Intensitas Serangan ke-12 (82 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	792,4	113,2	1,20	2,49
Blok	3	487,5	162,5	1,72	3,07
Galat	21	1982,7	94,4		
Total	31	3262,6			

Tabel lampiran 13. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-1 (32 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	100,8	14,4	0,75	2,49
Blok	3	18,4	6,1	0,32	3,07
Galat	21	403,3	19,2		
Total	31	522,5			

Tabel lampiran 14. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-2 (36 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	212,9	30,4	1,07	2,49
Blok	3	44,7	14,9	0,52	3,07
Galat	21	598,3	28,5		
Total	31	855,8			

Tabel lampiran 15. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-3 (41 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	328,1	46,9	0,95	2,49
Blok	3	66,6	22,2	0,45	3,07
Galat	21	1034,9	49,3		
Total	31	1429,5			

Tabel lampiran 16. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-4 (46 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	353,8	50,5	1,04	2,49
Blok	3	43,1	14,4	0,30	3,07
Galat	21	1020,7			
Total	31	1417,5			

Tabel lampiran 17. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-5 (50 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	523,9	80,7	1,81	2,49
Blok	3	113,1	37,7	0,79	3,07
Galat	21	1001,9	47,7		
Total	31	1638,9			

Tabel lampiran 18. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-6 (55 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	564,9	80,7	1,81	2,49
Blok	3	104,1	34,7	0,78	3,07
Galat	21	9,35			
Total	31	1604,2			

Tabel lampiran 19. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-7 (60 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	536,7	76,7	1,63	2,49
Blok	3	92,6	30,9	0,66	3,07
Galat	21	987,2	47		
Total	31	1616,4			

Tabel lampiran 20. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-8 (64 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	511,1	73	1,53	2,49
Blok	3	112,6	37,5	0,79	3,07
Galat	21	1003,1	47,8		
Total	31	1626,8			

Tabel lampiran 21. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-9 (69HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	488,5	69,8	1,52	2,49
Blok	3	93	31	0,68	3,07
Galat	21	962,1	45,8		
Total	31	1543,6			

Tabel lampiran 22. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-10(74 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	423,4	60,5	1,37	2,49
Blok	3	73,1	24,4	0,55	3,07
Galat	21	926,4	44,1		
Total	31	1422,9			

Tabel lampiran 23. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-11 (78 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	432,2	60,5	1,53	2,49
Blok	3	84,1	28	0,72	3,07
Galat	21	827,7	39,4		
Total	31	1335			

Tabel lampiran 24. Analisis Ragam Tinggi Tanaman ke-12 (82 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	451,4	64,5	1,6	2,49
Blok	3	87,8	29,3	0,72	3,07
Galat	21	847,8	40,4		
Total	31	1387			

Tabel lampiran 25. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-1 (32 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	57,4	8,2	0,28	2,49
Blok	3	253,1	84,4	2,85	3,07
Galat	21	621,4	29,6		
Total	31	931,9			

Tabel lampiran 26. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-2 (36 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	224	32	0,75	2,49
Blok	3	495,8	165,3	3,87	3,07
Galat	21	896,3	42,7		
Total	31	1616,0			

Tabel lampiran 27. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-3 (41 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	571	82	0,51	2,49
Blok	3	477	159	0,99	3,07
Galat	21	3376	161		
Total	31	4424			

Tabel lampiran 28. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-4 (46 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	1516	217	0,84	2,49
Blok	3	1007	336	1,31	3,07
Galat	21	1020,7			
Total	31	1417,5			

Tabel lampiran 29. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-5 (50 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	2082	297	0,88	2,49
Blok	3	1491	497	1,46	3,07
Galat	21	7136	340		
Total	31	10709			

Tabel lampiran 30. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-6 (55 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	1850	264	0,66	2,49
Blok	3	2194	731	1,84	3,07
Galat	21	8353			
Total	31	12398			

Tabel lampiran 31. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-7 (60 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	1953	279	0,97	2,49
Blok	3	1654	551	1,91	3,07
Galat	21	6059	289		
Total	31	9666			

Tabel lampiran 32. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-8 (64 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	1773	253	0,77	2,49
Blok	3	2261	754	2,30	3,07
Galat	21	6887	328		
Total	31	10922			

Tabel lampiran 33. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-9 (69HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	1286	184	0,76	2,49
Blok	3	1464	488	2,01	3,07
Galat	21	5088	242		
Total	31	7838			

Tabel lampiran 34. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-10(74 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	2582	369	1,81	2,49
Blok	3	1542	514	2,53	3,07
Galat	21	4272	203		
Total	31	8396			

Tabel lampiran 35. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-11 (78 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	2069	296	1,44	2,49
Blok	3	1875	625	3,04	3,07
Galat	21	4317	206		
Total	31	8396			

Tabel lampiran 36. Analisis Ragam Jumlah Daun ke-12 (82 HST)

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	3933	562	2,43	2,49
Blok	3	2336	779	3,37	3,07
Galat	21	4848	231		
Total	31	11117			

Tabel lampiran 37. Analisis Ragam Berat Brangkasan

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	126,4	18,1	0,30	2,49
Blok	3	608,1	202,7	1,07	3,07
Galat	21	1250,5	59,5		
Total	31	1984,9			

Tabel lampiran 38. Analisis Ragam Jumlah Polong Isi

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	1816	259	1,09	2,49
Blok	3	1233	411	1,73	3,07
Galat	21	4987	237		
Total	31	8036			

Tabel lampiran 39. Analisis Ragam Berat Polong

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	71,5	10,2	0,24	2,49
Blok	3	429,1	143	3,34	3,07
Galat	21	899,1	42,8		
Total	31	1399,7			

Tabel lampiran 40. Analisis Ragam Berat Biji

SK	db	JK	KT	Fhit	F.tabel
Perlakuan	7	144,4	20,6	0,91	2,49
Blok	3	35,1	11,7	0,52	3,07
Galat	21	474,4	22,6		
Total	31	653,9			

Lampiran 41. Deskripsi Varietas Kedelai Anjasmoro yang Digunakan dalam Penelitian

Dilepas tahun	: 2001
Nomor galur	: MANSURIA 395-49-4
Asal	: Seleksi massa dari populasi galur murni MANSURIA
Daya hasil	: 2,03 - 2,25 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna bulu	: Putih
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Bentuk daun	: Oval
Tipe tumbuh	: Determinite
Umur berbunga	: 35,7 – 39,4 hari
Umur polong matang	: 82,5 – 92,5 hari
Tinggi tanaman	: 64 -68 cm
Percabangan	: 2,9 -5,6 cabang
Bobot 100 biji	: 14,8 – 15,3g
Ukuran biji	: Kecil
Kandungan protein	: 41,78 – 42,05 %
Kandungan minyak	: 17,21 – 18,60 %
Kerebahan	: Tahan
Ketahanan terhadap penyakit	: Toleran karat daun
Keterangan	: Sesuai untuk bahan baku susu kedelai, tempe dan tahu

Lampiran 42. Gambar Tanaman Kedelai di Lokasi Penelitian Kultur Pot di lokasi UPTBP Bedali, Kec. Singosari, Kab. Malang

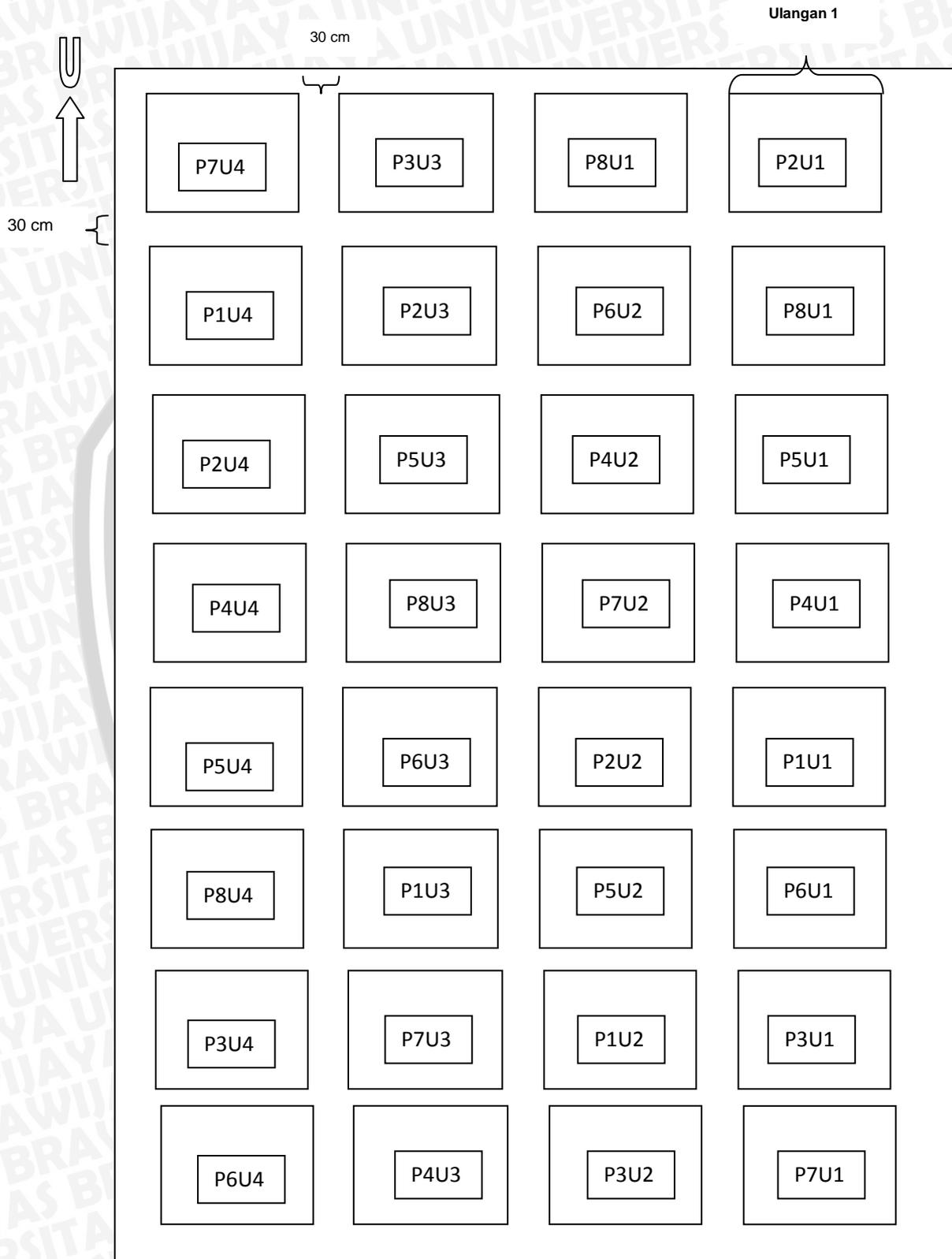


Gambar 1. Tanaman kedelai varietas Anjasmoro dengan aplikasi Jamur Endofit Akar



Gambar 2. Tanaman kedelai varietas Anjasmoro tanpa aplikasi Jamur Endofit (kontrol)

Lampiran 43. Denah percobaan penelitian di lokasi UPTBP Bedali, Kec. Singosari, Kab. Malang



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

