

**EFEKTIVITAS JAMUR ANTAGONIS
Trichoderma sp. *Gliocladium* sp. DAN *Verticillium* sp. TERHADAP
Sclerotium rolfsii Sacc. PENYEBAB PENYAKIT REBAH SEMAI
PADA TANAMAN KEDELAI *Glycine max* L. Merill.**

Oleh

MUHAMAD KINDI

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2015**

**EFEKTIVITAS JAMUR ANTAGONIS
Trichoderma sp. *Gliocladium* sp. DAN *Verticillium* sp. TERHADAP
Sclerotium rolfsii Sacc. PENYEBAB PENYAKIT REBAH SEMAI
PADA TANAMAN KEDELAI *Glycine max* L. Merill.**

Oleh

**MUHAMAD KINDI
105040200111063**

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2015**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Maret 2015

Muhamad Kindi



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : EFEKTIVITAS JAMUR ANTAGONIS *Trichoderma* sp.
Gliocladium sp. DAN *Verticillium* sp. TERHADAP
Sclerotium rolfsii Sacc. PENYEBAB PENYAKIT
REBAH SEMAI PADA TANAMAN KEDELAI *Glycine*
max L. Merill.

Nama Mahasiswa : MUHAMAD KINDI
NIM : 105040200111063
Jurusan : HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
Program Studi : AGROEKOTEKNOLOGI
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat
NIP. 19480109 197603 1 001

Pembimbing Pendamping,

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 19551119 198303 1 002

Penguji II,

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

Penguji III,

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat
NIP. 19480109 197603 1 001

Penguji IV,

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Tanggal Lulus:

RINGKASAN

Muhamad Kindi. 105040200111063. Efektivitas Jamur Antagonis *Trichoderma* sp. *Gliocladium* sp. dan *Verticillium* sp. Terhadap *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Rebah Semai pada Tanaman Kedelai *Glycine max* L. Merill. Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat sebagai Pembimbing Utama, Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. sebagai Pembimbing Pendamping

Kebutuhan akan kedelai di Indonesia setiap tahun selalu meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan perbaikan pendapatan perkapita (Irwan, 2006). Upaya untuk meningkatkan produksi kedelai tidak terlepas dari berbagai kendala. Salah satu diantaranya adalah disebabkan oleh penyakit. Penyakit-penyakit tular tanah merupakan salah satu faktor pembatas dalam peningkatan produksi tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian (Sumartini, 2011). Semangun (2008) tanaman kacang-kacangan sering diserang oleh jamur yang dapat bertahan dalam tanah, yang dikenal dengan sebutan jamur tular tanah yaitu *S. rolfsii*. Penyakit ini, pada tingkat serangan lebih dari 5% di lapang sudah dapat merugikan secara ekonomi, tanaman kedelai yang terserang dapat hasilnya akan rendah atau sama sekali gagal panen (Budiman dan Thamrin, 1994 dalam Sastrahidayat, 2013). Salah satu alternatif pengendalian yaitu dengan menggunakan agens hayati. Agens pengendali hayati yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., dan *Verticillium* sp. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas dari *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., *Verticillium* sp. terhadap jamur *S. rolfsii* Sacc. Penelitian dilaksanakan dari April 2014 – Januari 2015 di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman dan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Braijaya.

Dalam penelitian ini dilakukan 3 percobaan, dimana ketiganya menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan apabila hasil analisis ragam menunjukkan hasil yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 5%. Uji oposisi langsung jamur antagonis dengan jamur patogen terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Uji uap biakan jamur antagonis dengan jamur patogen terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Uji antagonis di rumah kaca terdiri dari 4 perlakuan 6 ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan pada uji oposisi langsung, persentase hambatan *Trichoderma* sp. 61,71%, *Gliocladium* sp. 59,74%, dan *Verticillium* sp., 34% pada 7 hsi. Pada uji uap biakan, diameter koloni patogen yang ditangkupkan di atas *Trichoderma* sp. 3,70 cm, *Gliocladium* sp. 3,24 cm, *Verticillium* sp. 6,82 pada 7 hsi. Pada uji antagonis di rumah kaca didapat persentase serangan dengan perlakuan *Trichoderma* sp., sebesar 51,67%, *Gliocladium* sp., sebesar 52,83%, sedangkan *Verticillium* sp., sebesar 91% dan kontrol (tanpa antagonis) 98% pada 8 hst.

SUMMARY

Muhamad Kindi. 105040200111063. Effectiveness of Antagonist Fungi *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., and *Verticillium* sp., Against *Sclerotium rolfsii* Cause Damping-off Disease on Soybean *Glycine max* L. Merrill. Supervised by Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat and Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.

The needs of soybean in Indonesian is increasing along with population growth and per capita-Gross Domestic Product. Efforts to increasing soybean production is inseparable from the various constraints. One of the constraint is caused by plant disease. Soil borne diseases is one of the factor that reduce leguminous plants production (Sumartini., 2011). The leguminous plants attacked by soil born disease which is known as *S. rolfsii*. This diseases, more than 5% attack level at the field can be economically detrimental. The Soybean were attacked by its diseases can reduce the production. One of the alternative control is the use biological agents. Biological agents that used in this research are *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., and *Verticillium* sp. The purpose of this research were to know the effectiveness of *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., *Verticillium* sp. against *S. rolfsii* Sacc. The research was conducted from April 2014 to January 2015. The research was conducted in Micology Laboratory, Departement of Plant Pests and Diseases and Glass House Agriculture Faculty, Brawijaya University.

The research was conducted 3 tests, all three tests used completely randomized design and if there is significant difference, continued with LSD test. The first test was direct opposition test, consist of 4 treatments and 5 replications. The second test was steam culture test, consist of 4 treatments and 5 replications. The third test was antagonist test in the glass house that consist of 4 treatments and 6 replications.

The result showed in direct opposition test that *Trichoderma* sp., can inhibit the pathogen by 61,71%, *Gliocladium* sp. 59,74% and *Verticillium* sp. 34% on 7 days after inoculation. On the steam culture method test *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., and *Verticillium* sp., can inhibit the pathogen with the pathogen colony diameter by 3,70 cm, 3,24 cm dan 6,82 cm on 7 days after inoculation. The third test was antagonist test in the glass house, and the results showed that attack percentage with treatment *Trichoderma* sp., 51,67%, *Gliocladium* sp. 52,83%, *Verticillium* sp. 91%, Control (without antagonist) 98% on 8 days after planting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Efektivitas Jamur Antagonis *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp. dan *Verticillium* sp. terhadap *S. rolf sii*. Penyebab Penyakit Rebah Semai pada Tanaman Kedelai *Glycine max* L. Merrill”. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat selaku Pembimbing Utama Skripsi yang telah memberikan saran, nasehat, masukan dalam membimbing penulis.
2. Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. selaku Pembimbing Pendamping Skripsi. yang telah memberikan saran, nasehat, masukan, dalam penyusunan skripsi.
3. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Bapak dan Mamah yang telah memberikan dukungan doa, nasihat dan dorongan yang diberikan kepada penulis.
5. Keluarga dan teman-teman yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik isi maupun cara penyajian. Sehubungan dengan itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat bagi banyak pihak, dan dapat menambah wawasan bagi pembaca.

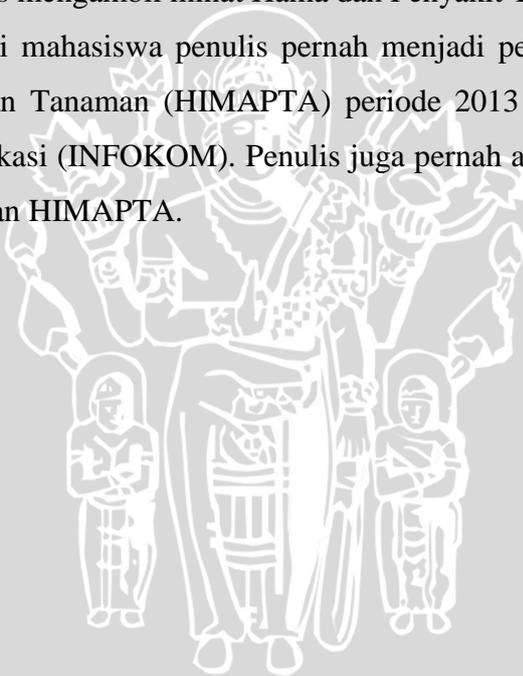
Malang, Maret 2015

Hormat Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Subang pada 28 Oktober 1992. Penulis merupakan putra pertama dari 4 bersaudara dari Bapak Khoerudin dan Ibu Ida Farida Artati. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Pisangsambo II Tirtajaya, Karawang, Jawa Barat pada tahun 1998 sampai 2004. Pada tahun 2004 sampai 2007 penulis menempuh Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Tirtajaya, Karawang, Jawa Barat. Sekolah Menengah Atas penulis tempuh di SMAN 14 Kota Bandung, Jawa Barat pada tahun 2007 sampai 2010. Kemudian melalui tes SNMPTN penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. Pada semester 6 penulis mengambil minat Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) periode 2013 pada Departemen Informasi dan Komunikasi (INFOKOM). Penulis juga pernah aktif pada beberapa kepanitiaan di lingkungan HIMAPTA.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Hipotesis	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kedelai <i>Glycine max</i> (L.) Merrill.	4
2.1.1. Klasifikasi dan deskripsi tanaman kedelai	4
2.1.2. Stadia pertumbuhan	6
2.2. Penyakit Rebah Semai <i>S. rolfsii</i>	7
2.2.1. Klasifikasi jamur <i>S. rolfsii</i>	8
2.2.2. Gejala penyakit rebah semai <i>S. rolfsii</i>	8
2.2.3. Morfologi <i>S. rolfsii</i>	9
2.2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan <i>S. rolfsii</i> Sacc. ...	10
2.2.5. Pengendalian penyakit	12
2.2.6. Pengendalian dengan agens hayati	12
2.3. Jamur Antagonis	13
2.3.1. Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	13
2.3.2. Jamur <i>Gliocladium</i> sp.	16
2.3.3. Jamur <i>Verticillium</i> sp.	17
2.4. Teknik Inokulasi Jamur Antagonis	19
2.4.1. Inokulasi tanah	19
2.4.2. Inokulasi bahan tanam dan biji	20



III. METODOLOGI.....	21
3.1. Tempat dan Waktu	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.2.1. Alat	21
3.2.2. Bahan	21
3.3. Persiapan penelitian.....	21
3.3.1. Penyediaan jamur <i>S. rolfsii</i>	21
3.3.2. Isolasi jamur antagonis	21
3.3.3. Persiapan media tanam dan sterilisasi tanah.....	22
3.3.4. Pembuatan media <i>corn meal</i> tanah.....	22
3.3.5. Perbanyakkan jamur <i>S. rolfsii</i> dan jamur antagonis	22
3.3.6. Penyediaan benih kedelai	23
3.4. Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.1. Penelitian di laboratorium.....	23
3.4.2. Penelitian di rumah kaca.....	25
3.5. Parameter Pengamatan	26
3.5.1. Pengamatan di laboratorium.....	26
3.5.2. Pengamatan di rumah kaca	27
3.6. Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Hasil.....	28
4.1.1. Hasil isolasi dan identifikasi jamur patogen <i>S. rolfsii</i> dan jamur antagonis.....	28
4.1.2. Hasil uji antagonis di laboratorium.....	33
4.1.3. Interaksi hifa jamur antagonis dengan jamur <i>S. rolfsii</i>	36
4.1.4. Hasil uji antagonis di rumah kaca.....	38
4.2. Pembahasan Umum	40
V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran	45
LAMPIRAN	

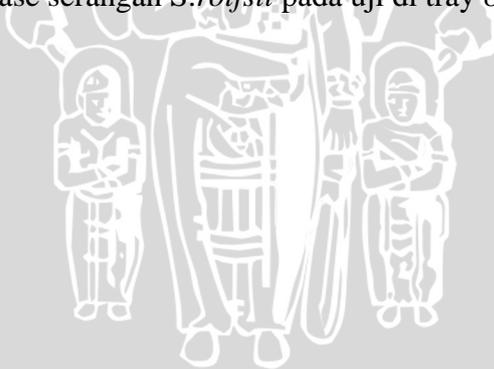
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
4.1.	Persentase hambatan jamur antagonis terhadap <i>S. rolfii</i> . pada uji oposisi langsung	33
4.2.	Rerata diameter koloni jamur patogen yang ditangkupkan diatas jamur antagonis 7 hsi	35
4.3.	Persentase serangan jamur <i>S. rolfii</i> pada 7 hst	40



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
2.1.	Koloni <i>S. rolfsii</i>	9
2.2.	Jamur <i>S. rolfsii</i> pada media PDA.....	10
3.1.	Skema penempatan jamur antagonis dan patogen dalam uji oposisi langsung.....	23
3.2.	Skema penempatan jamur pada pengujian uap biakan.....	24
3.3.	Skema pengukuran daya hambat jamur antagonis terhadap jamur patogen.....	26
4.1.	Kenampakan makroskopis jamur <i>S. rolfsii</i> pada media PDA.....	29
4.2.	Kenampakan mikroskopis jamur <i>S. rolfsii</i>	29
4.3.	Kenampakan jamur <i>Trichoderma</i> sp. pada media PDA.....	30
4.4.	Kenampakan jamur <i>Gliocladium</i> sp. pada media PDA.....	31
4.5.	Kenampakan jamur <i>Verticillium</i> sp. pada media PDA.....	32
4.6.	Hasil uji antagonis metode oposisi langsung pada 7 hsi.....	34
4.7.	Hasil uji uap biakan pada 7 hsi.....	35
4.8.	Diameter pertumbuhan koloni patogen <i>S. rolfsii</i> dengan perlakuan jamur-jamur antagonis.....	36
4.9.	Kenampakan mikroskopis interaksi hifa jamur <i>Trichoderma</i> sp.....	37
4.10.	Kenampakan mikroskopis interaksi hifa jamur <i>Gliocladium</i> sp.....	37
4.11.	Kenampakan mikroskopis interaksi hifa jamur <i>Verticillium</i> sp.....	37
4.12.	Gejala serangan jamur <i>S. rolfsii</i> pada tanaman kedelai di tray.....	39
4.13.	Perbedaan persentase serangan <i>S.rolfsii</i> pada uji di tray 8 hst.....	40



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil sidik ragam	51
2.	Hasil uji viabilitas benih kedelai varietas burangrang	53
3.	Dokumentasi uji viabilitas benih kedelai varietas burangrang	54
4.	Skema pembuatan media corn meal	55
5.	Dokumentasi perbanyak jamur antagonis	56
6.	Denah percobaan tanaman kedelai pada tray di rumah kaca	57
7.	Dokumentasi percobaan di rumah kaca	58



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan komoditas tanaman pangan ketiga setelah padi dan jagung di Indonesia. Biji kedelai dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pembuatan tempe, tahu, oncom dan kecap. Tanaman ini dikenal sebagai sumber protein nabati penting yang relatif murah, sehingga dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebutuhan akan kedelai di Indonesia setiap tahun selalu meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perbaikan pendapatan perkapita (Irwan, 2006).

Upaya untuk meningkatkan produksi kedelai tidak terlepas dari berbagai kendala. Salah satu diantaranya adalah disebabkan oleh penyakit. Penyakit-penyakit tular tanah merupakan salah satu faktor pembatas dalam peningkatan produksi tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian (Sumartini, 2011). Menurut Semangun (2008) tanaman kacang-kacangan sering diserang oleh jamur yang dapat bertahan dalam tanah, yang dikenal dengan sebutan jamur tular tanah yaitu *S. rolfii*. Penyakit ini, pada tingkat serangan lebih dari 5% di lapang sudah dapat merugikan secara ekonomi, tanaman kedelai yang terserang hasilnya akan rendah atau sama sekali gagal panen (Budiman dan Thamrin, 1994 dalam Sastrahidayat, 2013).

Sumartini (2011) mengemukakan bahwa untuk pengendalian penyakit rebah semai perlu ada pengendalian yang disesuaikan dengan cara penyakit tersebut bertahan hidup. Rotasi tanaman sulit dilakukan karena kisaran tanaman inangnya sangat luas. Pengendalian dengan fungisida kimiawi tidak tepat karena penggunaannya harus sering sesuai dengan sifat tanah yang menyerap, selain dapat mencemari lingkungan dan mematikan musuh alami dan mikroorganisme di tanah. Selain itu, fungisida dapat mencemari air tanah dan berdampak buruk bagi kesehatan penduduk sekitar. Penggunaan fungisida nabati aman bagi lingkungan tanah, air dan udara. Namun, bahan nabati mudah terdegradasi dan menguap sehingga aplikasinya harus beberapa kali.

Salah satu alternatif pengendalian yaitu dengan menggunakan agens hayati. Pengendalian dengan agens hayati adalah suatu bentuk pengendalian

dimana organisme selain tanaman inang dan patogen dimanfaatkan untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan patogen pada tanaman inang atau mengurangi daya tahan patogen (Sastrahidayat, 2011). Agens antagonis tersebut bisa didapatkan dari isolasi langsung pada tanah. Karena pada kondisi alami, interaksi mikroba antara mikroorganisme antagonis dengan patogen tanaman tersebar luas di alam (Bosah *et al.*; 2010). Menurut Bollen, 1974 (dalam Sastrahidayat, 2011) tanah di lapang atau di rumah kaca pada setiap gramnya mengandung sekitar 5-10 juta bakteri, 10.000-10 juta actinomycetes, 10.000-1 juta jamur, alga dan mikro fauna lain. Dari sejumlah mikroorganisme tersebut ada yang berperan sebagai antagonis terhadap patogen tanaman (Sastrahidayat, 2011).

Sastrahidayat *et al.* (2013) mengemukakan bahwa patogen tanah *Fusarium batatis* dapat dikendalikan dengan beberapa saproba tanah yang salah satu diantaranya adalah *Trichoderma* sp. Pengendalian penyakit rebah semai *S. rolfsii* dapat juga menggunakan mikroorganisme tanah. Pengendalian patogen tanaman dengan menggunakan jamur antagonis mempunyai efektivitas yang tinggi khususnya dengan adanya potensi hiperparasit yang dimiliki antagonis terhadap jamur patogen (Bosah *et al.*, 2010).

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang umum terdapat di tanah dan telah dilaporkan secara luas sebagai agens hayati yang mampu menghambat pertumbuhan beberapa jenis patogen (Nuraini *et al.*; 2013). Jamur lain yang juga mempunyai potensi sebagai agens antagonis adalah *Gliocladium* sp. Hartal *et al.* (2010) melaporkan bahwa *Gliocladium* sp. efektif mengendalikan perkembangan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman krisan. *Verticillium* sp. merupakan jamur antagonis lain yang telah dilaporkan dapat mengurangi intensitas serangan *Rhizoctonia solani* pada tanaman kentang (Demirci *et al.*, 2009).

Berdasarkan uraian tersebut, dilaksanakan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas jamur antagonis *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., dan *Verticillium* sp., terhadap patogen penyebab penyakit rebah semai (*damping-off*) *S. rolfsii* pada tanaman kedelai, yang dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca.

1.2. Tujuan Penelitian

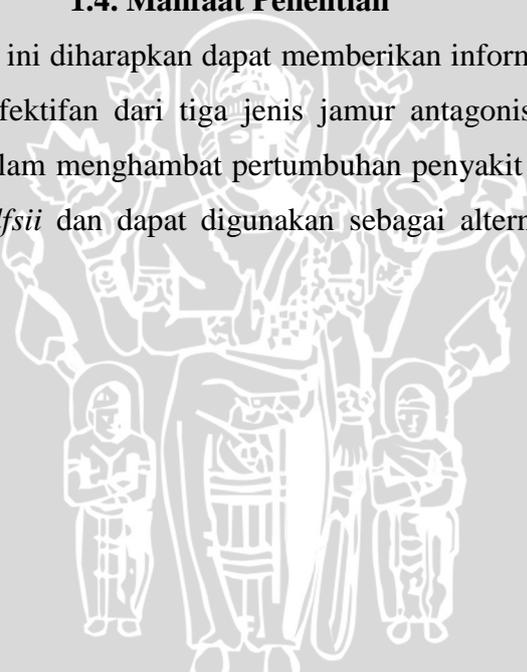
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan efektivitas jamur antagonis *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., dan *Verticillium* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen penyebab penyakit rebah semai *S. rolfsii*.

1.3. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan paling baik dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen penyebab penyakit rebah semai *S. rolfsii*.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pembaca berkenaan dengan keefektifan dari tiga jenis jamur antagonis yang digunakan dalam penelitian ini dalam menghambat pertumbuhan penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *S. rolfsii* dan dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian yang dapat diterapkan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kedelai *Glycine max* (L.) Merill.

Kedelai merupakan tanaman asli daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Sejalan dengan makin berkembang perdagangan antar negara yang terjadi pada awal abad ke-19, menyebabkan tanaman kedelai juga ikut tersebar ke berbagai negara tujuan perdagangan tersebut, yaitu Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia dan Amerika. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara dan pulau-pulau lain (Irwan, 2006).

2.1.1. Klasifikasi dan deskripsi tanaman kedelai

Pada tahun 1984 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max* (L.) Merill. Adapun klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut (Adisarwanto, 2005 dalam Marianah, 2013):

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Rosales
Suku	: Leguminosae
Marga	: Glycine
Jenis	: <i>Glycine max</i> (L.) Merill.

Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul disekitar misofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari hipokotil. Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi. Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah,

jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air di dalam tanah. Pertumbuhan akar tunggang dapat mencapai panjang sekitar 2 m atau lebih pada kondisi yang optimal, namun demikian, umumnya akar tunggang hanya tumbuh pada kedalaman lapisan tanah olah yang tidak terlalu dalam, sekitar 30-50 cm. Sementara akar serabut dapat tumbuh pada kedalaman tanah sekitar 20-30 cm. Akar serabut ini mula-mula tumbuh di dekat ujung akar tunggang, sekitar 3-4 hari setelah berkecambah dan akan semakin bertambah banyak dengan pembentukan akar-akar muda yang lain (Irwan, 2006).

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada tanah dengan pH 5,8-7,0, pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya akan terhambat karena keracunan aluminium (Prihatman, 2000). Tanaman kedelai tumbuh pada tanah yang subur, gembur dan kaya akan humus atau bahan organik dan memiliki nilai pH ideal bagi pertumbuhannya adalah 6,0-6,8, apabila pH diatas 7 tanaman kedelai akan mengalami klorosis sehingga tanaman menjadi kerdil dan daunnya menguning (Fikri, 2012).

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada tanah yang mempunyai drainase dan aerasi tanah yang cukup baik (Prihatman, 2000). Pada tanah yang mengandung liat tinggi, sebaiknya diadakan perbaikan drainase dan aerasi sehingga tanaman tidak kekurangan oksigen dan tergenang waktu hujan besar (Fikri, 2012). Sulit untuk menentukan kebutuhan optimum dan minimum oksigen tanah pada berbagai tanaman, sebagian besar tanaman tumbuh dengan baik pada udara tanah yang mengandung lebih kecil dari 21% oksigen di udara. Pertumbuhan tanaman budidaya akan terhambat jika kandungan oksigen tanah turun hingga di bawah 10%. Kandungan karbondioksida dalam tanah biasanya 0,1-5,0% dan dapat mencapai 20% (Anonymous, 2015).

Tanaman kedelai di Indonesia yang mempunyai panjang hari rata-rata sekitar 12 jam dan suhu udara yang tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$), sebagian besar mulai berbunga pada umur antara 5-7 minggu. Tanaman kedelai termasuk peka terhadap perbedaan panjang hari, khususnya saat pembentukan bunga. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu. Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun yang diberi nama rasim. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-25 bunga, tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan

varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi. Pembentukan bunga juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah, jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak. Hal ini akan merangsang pembentukan bunga (Irwan, 2006).

Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu 3-5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik, seperti di Indonesia. Jumlah bunga pada tipe batang determinate umumnya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe indeterminate. Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50, bahkan ratusan (Irwan, 2006).

2.1.2. Stadia pertumbuhan

Pengetahuan tentang stadia pertumbuhan tanaman kedelai sangat penting, terutama bagi para pengguna aspek produksi kedelai. Hal ini terkait dengan jenis keputusan yang akan diambil untuk memperoleh pertumbuhan yang maksimal dari tanaman kedelai, misalnya waktu pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, serta penentuan waktu panen. Adapun stadia pertumbuhan kedelai menurut Irwan (2006), sebagai berikut:

1. Stadia pertumbuhan vegetatif

Stadia pertumbuhan vegetatif dihitung sejak tanaman mulai muncul ke permukaan tanah sampai saat mulai berbunga. Stadia perkecambahan dicirikan dengan adanya kotiledon, sedangkan penandaan stadia pertumbuhan vegetatif dari jumlah buku yang terbentuk pada batang utama. Stadia vegetatif umumnya dimulai pada buku ketiga.

2. Stadia pertumbuhan reproduktif

Stadia pertumbuhan reproduktif (generatif) dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji.

2.2. Penyakit Rebah Semai *S. rolfii*

Penyakit ini merupakan salah satu kendala dalam upaya meningkatkan produksi kedelai. Menurut Chamzurni *et al.* (2011) penyakit rebah semai yang disebabkan oleh jamur patogen *S. rolfii* merupakan salah satu penyakit yang cukup penting pada tanaman kedelai. Jamur ini menyerang tanaman kedelai muda yang berumur dua sampai tiga minggu dan dapat menyebabkan kematian awal pada tanaman yang terinfeksi dan dapat mengakibatkan kehilangan hasil mencapai 75%. Selain pada tanaman kedelai, jamur patogen *S. rolfii* juga dapat menyerang berbagai tanaman lain, seperti kacang tanah, tomat, kentang dan tembakau.

Jamur *S. rolfii* umumnya hidup di daerah tropis dan subtropis seperti Amerika Serikat, Amerika Tengah, Amerika Selatan, Afrika, India, Jepang, Filipina, dan Hawaii. Jamur patogen *S. rolfii* jarang hidup di daerah dengan suhu di bawah 0°C (Fichter, 2010 dalam Sumartini, 2011). Sebaran penyakit tular tanah di Indonesia sangat luas, meliputi Jawa, Sumatera, Kalimantan, Bali, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Hasil survei di Sumatera menunjukkan kacang hijau di beberapa daerah terinfeksi oleh *S. rolfii* (Sumartini, 2011).

Patogen *S. rolfii* penyebab penyakit rebah semai sulit ditanggulangi antara lain karena mampu bertahan selama bertahun-tahun di dalam tanah dalam bentuk sklerotia dan mempunyai kisaran inang yang luas (Semangun, 2008). Penyakit rebah semai yang diakibatkan oleh jamur patogen *S. rolfii* ini sering ditemukan serangannya pada tanaman kedelai di lahan kering, tadah hujan maupun pasang surut dengan intensitas serangan 5-55%. Tingkat serangan penyakit rebah semai lebih dari 5% di lapang sudah dapat merugikan secara ekonomi dan tanaman kedelai yang terserang akan berakibat pada produksi yang dihasilkan menjadi rendah atau sama sekali gagal panen (Budiman dan Thamrin, 1994 dalam Sastrahidayat, 2013). Di daerah lain di Indonesia kerugian akibat penyakit rebah semai pada tanaman kedelai bervariasi. Pada tahun 1991 di kebun percobaan Muneng (Jawa Timur) serangan patogen rebah semai sangat parah, sehingga menyebabkan hampir seluruh tanaman mati (Hardaningsih, 1993 dalam Nasikhah, 2008).

2.2.1. Klasifikasi jamur *S. rolfsii*

Menurut Sastrahidayat (2011) jamur patogen *S. rolfsii* penyebab penyakit rebah semai pada tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan	: Mycetae
Divisi	: Amastigomycota
Kelas	: Deuteromycetes
Bangsa	: Mycelia sterilia (Agnomycetales)
Marga	: <i>Sclerotium</i>
Jenis	: <i>Sclerotium rolfsii</i>

2.2.2. Gejala penyakit rebah semai *S. rolfsii*

Pada tanaman kedelai yang terkena penyakit rebah semai *S. rolfsii*, terdapat 2 jenis gejala. Menurut Sastrahidayat (2013) terdapat 2 jenis gejala pada tanaman yang terserang penyakit rebah semai *S. rolfsii*, yaitu *Pre-emergence damping-off*, yang menyebabkan biji dan bibit membusuk sebelum muncul dari dalam tanah. *Post emergence damping-off* dimana patogen menyerang wilayah leher bibit pada permukaan tanah. Bagian leher akar membusuk dan akhirnya bibit terkulai dan mati.

Serangan penyakit rebah semai memiliki tanda umum yang dapat dilihat pada permukaan tanah. Gejala awal infeksi dapat terlihat pada tanaman kedelai dengan adanya gejala lesio berwarna coklat gelap pada pangkal batang (Ferreira dan Boley, 1993 dalam Sastrahidayat, 2013). Menurut Semangun (2008) gejala pertama tampak pada tanaman yang berumur 2-5 minggu. Tanaman yang sakit layu dan menguning perlahan-lahan. Pada pangkal batang dan permukaan tanah didekatnya terdapat benang-benang jamur berwarna putih seperti bulu. Benang-benang ini kemudian membentuk sclerotium, atau gumpalan benang, yang mula-mula berwarna putih, akhirnya menjadi coklat seperti biji sawi, dengan garis-garis tengah 1-1,55 mm. Karena mempunyai lapisan dinding yang keras, sklerotium dapat dipakai untuk mempertahankan diri terhadap kekeringan, suhu tinggi dan lain-lain karena keadaan yang merugikan. Masa dorman ini akan berakhir ketika kondisi lingkungan cocok untuk perkembangan jamur tersebut. Bahan-bahan kimia yang bersifat menguap yang dihasilkan oleh akar tanaman

akan menstimulasi sklerotium untuk segera berkecambah (Domsch *et al.*, dalam Sastrahidayat, 2013).

Penyakit ini disebut juga sebagai penyakit busuk pada pangkal batang atau busuk *S. rolfii*. Pada pangkal batang yang terserang, akan timbul gejala membusuk. Patogen ini juga menyerang kecambah atau semai dan menyebabkan penyakit semai *damping-off*. Pada keadaan yang sangat lembab jamur juga dapat menyerang daun, tangkai dan polong (Semangun, 2008).

2.2.3. Morfologi *S. rolfii*

Jamur *S. rolfii* tidak menghasilkan spora tetapi membentuk sklerotium. Untuk identifikasi didasarkan kepada karakteristik hifa, ukuran, bentuk dan warna sklerotium (Sastrahidayat, 2013).

Koloni jamur *S. rolfii* berwarna putih seperti kapas (Gambar 2.1), sel hifa primer yang berkembang di tepi koloni mempunyai lebar antara 4-9 μm dan mempunyai panjang mencapai 350 μm . Hifa sekunder tumbuh dibawah sekat pangkal dan sering tumbuh menempel pada hifa primer (Kurrata, 2007).



Gambar 2.1. Koloni *S. rolfii* (Nasikhah, 2008).

Hifa dapat menggumpal membentuk sklerotium, bentuknya hampir bulat, pangkal agak datar, berukuran kecil dengan diameter antara 1-2 mm (Gambar 2.2). Ketika masih muda sklerotium berwarna putih, kemudian menjadi kekuningan setelah itu berubah menjadi coklat tua setelah masak. Pada media biakan sklerotium terbentuk antara 8-11 hari. Sklerotium terdiri dari 3 lapisan

kulit yaitu: kulit luar (*rind*), kulit dalam (*cortex*), dan teras (*medulla*). *Rind* terdiri dari 4-6 lapisan sel yang bentuknya tipis dengan penebalan dinding sel yang merata dan mengandung pigmen (melanin). Pada *cortex* terdiri dari 6-8 lapis sel yang tipis dan dinding selnya sedikit berpigmen. *Medulla*, terdiri dari benang-benang hifa yang hialin tidak mengalami penebalan dinding sel serta tidak berpigmen (Chet *et al.*, 1969 dalam Sastrahidayat, 2013).

Perkecambahan sklerotium berawal dari bagian *medulla*, hifa yang baru berkecambah mempunyai lebar rata-rata 2,0 μm . Setelah 15 jam kemudian hifa bertambah rata-rata mencapai 4,9 μm (Domsch *et al.*, 1980 dalam Sastrahidayat, 2013).



Gambar 2.2. Jamur *S.rolfsii* pada media PDA. (A) Sclerotia, (B) Sclerotia dilihat dari jarak dekat (Sumartini, 2011).

2.2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan *S. rolfsii* Sacc.

a. Suhu

Suhu optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *S. rolfsii* adalah 25-35°C, dengan suhu minimum 8°C dan suhu maksimum 32°C untuk sclerotium agar dapat tumbuh dengan normal. Ferreira dan Boley, 1992 (dalam Sastrahidayat, 2013) mengemukakan bahwa perumbuhan optimum sclerotium terjadi pada suhu optimum pertumbuhan miselium. Miselium tidak dapat tumbuh pada suhu 0°C tetapi sklerotium dapat bertahan sampai suhu -10°C.

b. Kelambaban tanah

Kelembapan tanah untuk perkecambahan sklerotium yang tinggi berkisar antara 25-35% (Tu dan Kimbrought, 1978 dalam Sastrahidayat, 2013). Menurut

Sumartini (2011) jamur *S. rolfii* banyak ditemukan pada musim hujan, terutama pada tanah yang lembab. Jamur ini dapat membentuk struktur dorman yaitu sklerotia pada permukaan tanah atau pangkal batang. Sklerotia mempunyai kulit tebal dan keras sehingga tahan terhadap keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan, terutama kekeringan dan suhu tinggi. Masa dorman akan berakhir ketika kondisi lingkungan cocok untuk perkembangannya.

c. Cahaya

Pertumbuhan miselium, produksi dan perkecambahan *S. rolfii* dalam media kultur akan bertambah apabila terdapat cahaya daripada dalam keadaan gelap, terutama cahaya biru (Punja, 1985 dalam Kurrata, 2007).

d. Aerasi tanah

Aerasi tanah yang baik diperlukan bagi pertumbuhan *S. rolfii*. Sehingga jamur dapat membentuk sklerotium. Jamur dapat membentuk sklerotium pada tanah yang mempunyai kandungan oksigen 15% dan kandungan karbondioksida kurang dari 4%. Sedangkan untuk perkecambahan sklerotium membutuhkan konsentrasi oksigen diatas 60% dan konsentrasi karbondioksida di bawah 10% (Tu dan Kimbrought dalam Sastrahidayat, 2013).

e. PH tanah

Jamur penyebab rebah semai *S. rolfii* akan mengalami pertumbuhan miselium yang baik pada tanah dengan pH 3-5 dan untuk perkecambahan sklerotium terjadi antara pH 2-5, perkecambahan akan terhambat jika tanah mempunyai pH diatas 7 (Ferreira dan Boley, 1992 dalam Sastrahidayat, 2013).

f. Kedalaman sklerotium terpendam didalam tanah

Menurut Tu dan Kimbrought (dalam Sastrahidayat, 2013), jika sklerotium terpendam di dalam tanah lebih dari 15 cm dari permukaan tanah, biasanya tidak akan berkecambah. Miselium dari patogen ini dapat di isolasi pada kedalaman 10 cm dari permukaan tanah, sedangkan sklerotium dapat ditemukan tidak lebih dari 15 cm dari permukaan tanah.

2.2.5. Pengendalian penyakit

Secara umum pengendalian penyakit ada dua hal pokok yaitu membuat tumbuhan imun, dan dengan melakukan usaha tertentu agar tumbuhan terlindungi infeksi patogen yang dapat dilakukan dengan berbagai teknik dan cara ini disebut profilaksis. Di dalam pengendalian profilaksis ini ada 3 bagian yaitu proteksi, peraturan dan eradikasi. Eradikasi merupakan cara penyembuhan yaitu dengan menghilangkan patogen dari pertanaman. Di dalam eradikasi ada satu teknik yang digunakan yaitu pengendalian biologi dimana pengendalian ini memanfaatkan peran dari agens hayati. Pengendalian biologi di definisikan sebagai suatu bentuk pengendalian dimana organisme selain tanaman inang dan pathogen-pathogen dimanfaatkan untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan patogen pada tanaman inang atau mengurangi daya tahan pathogen. (Sastrahidayat, 2011)

2.2.6. Pengendalian dengan agens hayati

Menurut Soenartiningih (2010) dalam menghadapi kenyataan banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan oleh fungisida kimia maka perlu segera diupayakan pengurangan penggunaan fungisida kimiawi dan mengalihkannya pada jenis fungisida yang aman bagi lingkungan. Dalam hal ini pengendalian yang dimaksud adalah dengan menggunakan pengendalian hayati. Pengendalian dengan menggunakan agens hayati merupakan salah satu teknik pengendalian dalam eradikasi. Menurut Garret, 1970 (*dalam* Sastrahidayat, 2013) pengendalian hayati adalah setiap kondisi yang menyebabkan daya tahan atau aktivitas patogen menurun karena adanya aktivitas dari mikroba, sehingga serangan patogen berkurang. Pengendalian hayati dalam arti sempit adalah penggunaan mikroba spesifik dalam mengendalikan organisme spesifik lainnya.

Salah satu cara pengendalian penyakit yang ramah lingkungan dan mempunyai potensi untuk dikembangkan adalah pengendalian hayati dengan menggunakan mikroorganisme yang hidup disekitar akar tanaman sebagai agens pengendali hayati, untuk mengontrol penyakit terutama penyakit tular tanah. Pengendalian hayati dengan menggunakan mikroorganisme merupakan pendekatan alternatif yang perlu dikaji dan dikembangkan, sebab relatif aman serta bersifat ramah lingkungan. Telah banyak dilaporkan beberapa

mikroorganisme antagonis memiliki daya antagonisme yang tinggi terhadap patogen tanaman dan dapat menekan perkembangan patogen tular tanah (*soil borne pathogen*) (Soenartiningih, 2011). Beberapa dari agens antagonis selain dapat mengurangi kejadian penyakit dapat juga meningkatkan hasil produksi tanaman. Telah dilaporkan oleh Sastrahidayat *et al.* (2011) bahwa penggunaan actinomycetes dan jamur vesikular arbuskular mikoriza dapat mengurangi kejadian penyakit karena *S. rolfsii* pada tanaman kedelai dan dapat juga meningkatkan hasil produksi tanaman kedelai. Pada dasarnya di tanah telah terdapat mikroorganisme yang secara alami mempunyai peran menguntungkan bagi pertanian, yaitu mengabsorpsi nutrisi, menghancurkan sampah organik, serta mengendalikan patogen tanah (Muhibuddin *et al.*, 2011). Berdasarkan keadaan ini maka eksplorasi dan skrining agen hayati harus dilakukan dalam rangka untuk menemukan jamur antagonis yang berpotensi sebagai agens pengendalian hayati penyakit tanaman yang ramah lingkungan.

2.3. Jamur Antagonis

2.3.1. Jamur *Trichoderma* sp.

Hartal *et al.* (2007) melaporkan bahwa Jamur *Trichoderma* sp. merupakan agens antagonis yang cukup efektif untuk menghambat perkembangan patogen tular tanah *Fusarium oxysporum* pada media PDA maupun perkembangan penyakit layu pada tanaman krisan. Jamur *Trichoderma* sp. yang telah di isoalsi dari daerah Tumpang dan Muneng mempunyai kemampuan menghambat pada *Rhizoctonia solani* sebesar 46,15-65,67% dan jamur ini merupakan kompetitor yang kuat yang sering digunakan untuk pengendalian patogen tular tanah (Soenartiningih, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Nur dan Ismiyati, 2007 (dalam Chamzurni *et al.*, 2011) menunjukkan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam efektif untuk menekan penyakit layu pada bawang merah yang disebabkan oleh *F. oxysporum*. Agustina *et al.* (2012) melaporkan bahwa pemberian jamur *Trichoderma* sp. dapat menekan persentase serangan *Phytophthora nicotina* pada tanaman tembakau Deli. Hasil yang sama juga diperoleh oleh Ramadhina *et al.* (2013) dimana aplikasi *Trichoderma* sp. yang

diaplikasikan 1 minggu sebelum tanam dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan *F. oxysporum* pada tanama bawang merah.

2.3.1.1. Klasifikasi

Menurut Sastrahidayat (2011) klasifikasi jamur *Trichoderma* sp. adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Mycetae
Divisi	: Amastigomycota
Kelas	: Deuteromycetes
Bangsa	: Moniliales
Suku	: Moniliaceae
Marga	: <i>Trichoderma</i>
Jenis	: <i>Trichoderma</i> sp.

2.3.1.2. Morfologi

Koloni *Trichoderma* sp. berwarna putih, kuning, hijau muda, dan hijau tua. Pada medium OA (20°C) semula berwarna hialin, kemudian menjadi putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang banyak terdapat konidia. Susunan sel *Trichoderma* sp. bersel banyak berderet membentuk benang halus yang disebut dengan hifa. Miselium *Trichoderma* sp. mempunyai hifa bersepta, bercabang dan mempunyai dinding licin, tidak berwarna, diameter 1,5 µm-12 µm. Percabangan hifa membentuk sudut siku-siku pada cabang utama. Cabang-cabang utama konidiofor berdiameter 4 µm-5 µm dan menghasilkan banyak cabang-cabang sisi yang dapat tumbuh satu-satu tetapi sebagian besar berbentuk dalam kelompok yang agak longgar dan kemudian berkembang menjadi daerah-daerah seperti cincin. Pada ujung konidiofor terbentuk konidiospora yang berjumlah 1-5, berbentuk pendek, dengan kedua ujungnya meruncing dibandingkan dengan bagian tengah, berukuran 5-7 µm x 3-3,5 µm, di ujung konidiospora terdapat konidia berbentuk bulat, ber dinding rata dengan warna hijau suram, hijau keputihan, hijau terang atau agak kehijauan (Rifai, 1964 dalam Tindaon, 2008)

Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Trichoderma* sp. mempunyai konidiofor hialin, mempunyai cabang banyak, tidak verticillate. Pada bagian

ujung konidiofornya tumbuh sel yang bentuknya menyerupai botol (*fialida*), sel ini dapat berbentuk tunggal maupun berkelompok. Jamur ini bersifat saprofit atau ada beberapa jenis yang parasit pada jamur lain.

2.3.1.3. Ekologi

Menurut Gandjar *et al.*, 1999 (dalam Afrizal, 2010) *Trichoderma* sp. adalah salah satu jamur tanah yang tersebar luas (kosmopolitan), yang hampir dapat ditemui di lahan-lahan pertanian dan perkebunan. *Trichoderma* sp. bersifat saprofit pada tanah, kayu, dan beberapa jenis bersifat parasit pada jamur lain. *Trichoderma* sp. bersifat kosmopolit, dan dapat diisolasi dari tanah, biji-bijian, kertas, tekstil, rhizomer kentang, gandum, gula bit, rumput, jerami, serta kayu. Memiliki suhu pertumbuhan optimum 15°– 30°(35°C) dan maksimum 30°– 36°C.

Menurut Marianah (2013) pada umumnya jamur *Trichoderma* sp. hidup ditanah yang lembab, asam dan peka terhadap cahaya secara langsung. Pertumbuhan *Trichoderma* sp. yang optimum membutuhkan media dengan pH 4-5. Kemampuan jamur ini dalam menekan jamur patogen lebih berhasil pada tanah masam daripada tanah alkalis. Kelembaban yang dibutuhkan berkisar antara 80-90%.

Trichoderma sp. tergolong jamur yang banyak terdapat pada lapisan olah yang mengandung banyak lahan organik. Jamur ini dapat berkembang biak dengan baik pada kondisi tanah yang asam, netral maupun alkalin, akan sangat baik pada kondisi asam karena persaingannya dengan bakteri dan actinomycetes sangat terbatas. Selanjutnya jamur *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk dapat menghancurkan selulosa, zat pati, lignin, gum dan senyawa-senyawa organik yang mudah larut seperti protein dan gula (Soepardi, 1983 dalam Afrizal, 2010).

2.3.1.4. Mekanisme antagonis

Menurut Schwarze (2009) jamur *Trichoderma* sp. mempunyai mekanisme antagonis yaitu melalui mikroparasit, antibiosis, kompetisi nutrisi dan ruang, serta inaktivasi enzim patogen. *Trichoderma* sp. adalah cendawan saprofit yang telah diketahui banyak digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman, secara

alami jamur ini merupakan parasit yang menyerang banyak jenis patogen penyebab penyakit tanaman. Pertumbuhan dari *Trichoderma* sp. sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman (Chamzurni *et al.* 2011). Selain itu, menurut Chet dan Baker, 1981 (*dalam* Sudantha dan Abadi, 2007) bahwa *Trichoderma* sp. menghasilkan enzim β (1,3) glukonase dan sellulase yang mampu mendegradasi sel inang.

2.3.2. Jamur *Gliocladium* sp.

Jamur *Gliocladium* sp. merupakan jamur tanah yang telah diketahui dapat dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit tanaman. Dari beberapa hasil penelitian telah diketahui bahwa jamur *Gliocladium* sp. mempunyai potensi sebagai agens pengendali hayati pada patogen penyebab penyakit tanaman. Ramadhina *et al.*, (2013) telah melaporkan bahwa *Gliocladium* sp. dapat menekan perkembangan penyakit *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah. *Gliocladium* sp. juga dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit layu pada tanaman krisan yang disebabkan oleh jamur patogen *F. oxysporum* dengan persentase hambatan sebesar 55,9% pada uji di laboratorium (Hartal *et al.*, 2010). Sumber lain menyebutkan bahwa jamur *Gliocladium* sp. dapat digunakan untuk mengendalikan Penyakit Lanas yang disebabkan oleh *Phytophthora nicotianae* pada tanaman tembakau.

2.3.2.1. Klasifikasi

Menurut Sastrahidayat (2011) *Gliocladium* sp. dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan	: Mycetae
Divisi	: Amastigomycota
Kelas	: Deuteromycetes
Bangsa	: Moniliales
Suku	: Moniliaceae
Marga	: <i>Gliocladium</i>
Jenis	: <i>Gliocladium</i> sp.

2.3.2.2. Morfologi

Pada awalnya pertumbuhan dalam cawan petri, koloni *Gliocladium* sp. berwarna putih sampai krem, dan dapat menjadi merah muda sampai merah, atau hijau gelap. Perkembangan koloni *Gliocladium* sp., sangat cepat, dalam satu minggu pertumbuhan koloninya akan memenuhi cawan petri, penyebaran dan koloni-koloninya seperti kapas atau benang-benang. *Gliocladium* sp. menghasilkan hifa, konidiofor, fialid dan konidia. Hifa berseptata dan hialin. Cabang terakhir memunculkan fialid berbentuk botol. Konidia bersel satu, oval sampai bentuk silinder. Konidiofor tegak, diakhiri dengan brus padat seperti susunan cabang yang memuat fialif runcing. (Brown *et al.*, 1980 dalam Gultom, 2008).

2.3.2.3. Ekologi

Gliocladium sp. merupakan jamur tanah. Jamur ini dapat tumbuh pada suhu optimum 26-28°C dan pada pH optimum 5-6 (Domsch *et al.*, 1980 dalam Gultom, 2008).

2.3.2.4. Mekanisme antagonis

Mekanisme antagonis dari *Gliocladium* sp. adalah jamur ini mengeluarkan gliovirin serta viridian yang merupakan antibiotik yang bersifat fungistatik. Senyawa tersebut mampu untuk menghambat pertumbuhan jamur lain. Jamur ini memarasit inangnya dengan cara menutupi atau membungkus patogen, memproduksi enzim dan menghancurkan dinding sel patogen hingga patogen mati. Dapat juga hidup sebagai saprofit maupun parasit pada jamur lain, berkompetisi makanan dan menghasilkan zat penghambat dan bersifat hiperparasit (Howel, 2003 dalam Ramadhina, 2013).

2.3.3. Jamur *Verticillium* sp.

Menurut Ginting dan Mujim (2007) isolat *Verticillium* sp. secara nyata menurunkan keterjadian penyakit karat pada cakram daun kopi di laboratorium. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa *Vericillium* sp. berpotensi sebagai agens pengendali hayati karat daun kopi (Mujim *et al.*, 2005). *Verticillium* sp. juga

merupakan agens pengendali penyakit embun tepung (Kiss, 2003). *Verticillium* sp telah dilaporkan dapat memparasit jamur karat pada tanaman kacang tanah (Subrahamanyam dan McDonald, 1987 dalam Hardaningsih, 2008). Penyakit yang disebabkan oleh jamur *R. solani* pada tanaman kentang dapat dikurangi dengan menggunakan *Verticillium* sp. (Demirci *et al.*, 2009).

2.3.3.1. Klasifikasi

Menurut Sastrahidayat (2011) klasifikasi jamur *Verticillium* sp. menurut adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Mycetae
Divisi	: Amastigomycota
Kelas	: Deuteromycetes
Bangsa	: Moniliales
Suku	: Moniliaceae
Marga	: <i>Verticillium</i>
Jenis	: <i>Verticillium</i> sp.

2.3.3.2. Morfologi

Ciri dari jamur ini adalah mempunyai konidiofor ramping dan bercabang-cabang secara melingkar. Konidia tunggal atau berkelompok di pucuk. Jika dibiakkan miseliumnya berwarna putih diawal pertumbuhannya kemudian berwarna hijau menggumpal (Arif *et al.*, 2008). Ciri lainnya mempunyai mikro-sclerotina yang hitam dan banyak jumlahnya ciri ini menurut Streets 1980 (dalam Arif *et al.*, 2008) adalah karakteristik khas dari *Verticillium* sp. Menurut Prayogo dan Suharsono (2005), Jamur ini mudah tumbuh pada berbagai media terutama pada media PDA dan beras. Kumpulan konidia di topang oleh tangkai konidiofor yang membentuk fialid seperti huruf V. Pada setiap konidiofor menopang 5-10 konidia yang terbungkus dalam kantong lendir. Konidia berbentuk silinder hingga elips, terdiri atas satu sel, tidak berwarna (hialin) dan berukuran 2,30-10 x 1-2,60 μm .

2.3.3.4. Ekologi

Jamur *Verticillium* sp. tumbuh baik pada suhu 18-30°C dan kelembapan minimal 80%. Sedangkan, pada kelembapan lebih dari 90% jamur akan tumbuh sangat baik (Clody, 2003 dalam Prayogo dan Suharsono, 2005). Jamur ini kan menjadi saprofit bila kondisi tidak menguntungkan, misalnya dengan hidup pada seresah atau sisa-sisa hasil pertanian. Jamur ini mampu hidup pada bahan organik yang mati dalam rentang waktu yang sangat panjang (Tanada dan Kaya, 1993, dalam Umiati dan Ambarwati, 2014)

2.3.3.5. Mekanisme antagonis

Mekanisme antagonis dari *Verticillium* sp. adalah dengan memarasit jamur lain, jamur ini dapat hidup sebagai mikroparasit pada uredospora dan uredium (Hardaningsih, 2008; Ginting dan Mujim, 2007; Mujin *et al.*, 2005). Jamur ini juga padat menghancurkan Sclerotia dan hifa dari patogen (Demirci *et al.*, 2009). Selain itu, Ladja (2009) mengemukakan bahwa jamur *Verticillium* sp. menghasilkan toxin yaitu Cyclosporin A, Diploconic acid dan Hydroxycarboxylic.

2.4. Teknik Inokulasi Jamur Antagonis

2.4.1. Inokulasi tanah

Inokulasi tanah dengan menggunakan antagonis yang dipilih, efektif untuk menghindari terjadinya penyakit apabila diberikan pada tanah steril. Salah satu diantaranya adalah tanah bedengan. Jamur ini telah dilaporkan dapat melindungi tanaman dari *Phyitium* dan *Rhizoctonia*. Adapaun mengenai penggunaan antagonis pada tanah non-steril, pemberian mikroparasit rupanya memberikan harapan yang baik. Mikroparasit ini berguna untuk membasmi struktur dorman seperti sklerotium dan oospora. Kemudian, pada beberapa keadaan cara ini dapat efektif ditambah dengan penggunaan bahan kimia dan dapat bertahan lama bahkan pada generasi kedua (Sastrahidayat, 2011).

Hartal *et al.* (2010) melaporkan bahwa penggunaan suspensi jamur antagonis, dengan cara menyiramkan suspensi jamur antagonis tersebut pada media tanam, efektif untuk menekan penyakit layu *F. oxysporum* pada tanaman krisan. Sastrahidayat (2014) melaporkan penggunaan media semi sintetis sebagai

media untuk perbanyak jamur antagonis, dimana media yang berisi jamur tersebut diinokulasikan pada tanah dan hasilnya efektif untuk mengendalikan penyakit rebah semai.

2.4.2. Inokulasi bahan tanam dan biji

Teknik lain yang dapat digunakan dalam inokulasi antagonis adalah dengan cara inokulasi biji dengan jamur antagonis dan bakteri, yang telah menunjukkan hasil yang menggembirakan pada percobaan lapang dan rumah kaca. Syaratnya antagonis tersebut harus dapat membentuk koloni pada akar-akar muda yang terbentuk. Pengaruhnya tidak banyak mengendalikan patogen, akan tetapi dapat mengeluarkan suatu zat yang dapat merangsang pertumbuhan yang belum diketahui. Namun, hasilnya tidak terlalu konsisten bervariasi dari yang dapat meningkatkan hasil hingga 100% sampai yang tidak berpengaruh sama sekali. Pada penyakit yang merugikan pada hutan pinus di daerah beriklim sedang. Penyakit ini disebabkan oleh jamur Basidiomycetes yang terjadi melalui persinggungan akar yang sakit dengan yang sehat. Dimana spora patogen jatuh diatas luka potongan bekas tebangan dan selanjutnya hidup pada kayu tersebut dan menghuni akar. Jika pada luka potongan tersebut disemprot dengan spora jamur basidiomycetes yang bersifat antagonis maka kayu tersebut akan dihuni oleh jamur ini sedangkan jamur patogen tidak akan menginfeksi. Sebagaimana fungisida spesifik, antagonis juga bersifat spesifik, sesuai dengan patogennya (Sastrahidayat, 2011).

III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan di Rumah Kaca Fakultas pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2014 sampai Januari 2015.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cawan petri (diameter 9cm), tabung reaksi, jarum oose, cork borer (3mm), stik L, erlenmeyer, penggaris, timbangan, plastik wrapping, LAFC, kertas alumunium, pisau, kompor listrik, gelas ukur, mikropipet, sprayer, plastik 3 kg, botol media, alat tulis, kamera.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain media PDA, media *corn meal* tanah, akuades, spirtus, alkohol, benih kedelai, kertas tisu, tray dan tanah untuk media tanam. Biakan jamur *S. rolfsii*, *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., *Verticillium* sp.

3.3. Persiapan penelitian

3.3.1. Penyediaan jamur *S. rolfsii*

Jamur *S. rolfsii* didapat dari koleksi Laboratorium Mikologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kemudian diidentifikasi dengan buku panduan, dan ddukulturkan pada media PDA.

3.3.2. Isolasi jamur antagonis

Isolasi jamur antagonis dilakukan dengan mengisolasi tanah di daerah perakaran tanaman kedelai yang sehat. Metode isolasi yang digunakan adalah *Water Dilution Plate* (pengenceran). Cara isolasi ini dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran, yaitu dengan cara 1 gram tanah contoh

kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquadest steril dan dicampur sampai homogen, selanjutnya diencerkan sampai 10^{-6} . Dari konsentrasi diatas diambil 0,1 ml kemudian diletakan pada cawan petri steril yang selanjutnya dicampur dengan media PDA dan diinkubasikan selama 5-7 hari. Tahap akhir adalah jamur yang tumbuh dimurnikan dengan menumbuhkannya di media PDA yang baru (Sinclair, 1985 dalam Chaelani, 2011).

3.3.3. Persiapan media tanam dan sterilisasi tanah

Tanah yang akan digunakan dalam penelitian di rumah kaca, dimasukan ke dalam plastik 3 kg untuk disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. Tanah yang telah disterilisasi siap digunakan untuk penanaman kedelai pada tray dengan perlakuan jamur antagonis.

3.3.4. Pembuatan media *corn meal* tanah

Aplikasi jamur antagonis dan jamur patogen *S. rolfii* pada media tanam, terlebih dahulu jamur diperbanyak pada media *corn meal* yang dicampur dengan tanah. Tahap untuk membuat media ini adalah, memasukan *corn meal* dan tanah ke dalam botol media dengan perbandingan 1:2. Kemudian bahan yang sudah masuk ke dalam botol media tersebut ditambahkan dengan aquades sampai *corn meal* dan tanah cukup lembab, setelah itu diaduk dengan menggunakan sendok sampai tercampur. Selanjutnya media tersebut disterilisasi.

3.3.5. Perbanyak jamur *S. rolfii* dan jamur antagonis

Aplikasi jamur pada media tanam terlebih dahulu jamur diperbanyak dengan menggunakan media *corn meal* tanah. Jamur antagonis dan patogen ditanam pada media perbanyak *corn meal* tanah sebanyak 5 plong *cork borer*, kemudian diinkubasi 7-14 hari sampai pertumbuhan jamur memenuhi seluruh media yang ada pada botol.

Inokulasi jamur *S. rolfii* pada media tanam sebanyak 10 gram/kg tanah. Sedangkan, untuk aplikasi jamur antagonis pada media tanam masing-masing adalah 30 gram/kg tanah (Chamzurni *et al.*, 2011).

3.3.6. Penyediaan benih kedelai

Benih kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih Varietas Burangrang yang didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Penelitian di laboratorium

3.4.1.1. Pengujian oposisi langsung beberapa jamur antagonis terhadap jamur patogen *S. rolfii*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui daya hambat dan kemampuan kompetisi dari jamur antagonis *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., dan *Verticillium* sp., terhadap jamur patogen *S. rolfii*. Pengujian antagonis dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap 4 perlakuan dengan 5 ulangan. Perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

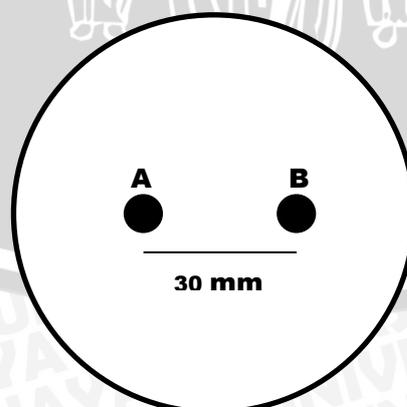
K: *S. rolfii* tanpa jamur antagonis (kontrol).

T: *Trichoderma* sp. dengan jamur *S. rolfii*

G: *Gliocladium* sp. dengan jamur *S. rolfii*

V: *Verticillium* sp. dengan jamur *S. rolfii*

Pengujian ini dilakukan dengan metode oposisi langsung. Isolat patogen dan jamur antagonis yang berumur 7 hari, diambil dengan menggunakan *cork borer* 3 mm dan diinokulasikan pada media PDA dalam cawan petri berdiameter 9 cm yang ditumbuhkan pada jarak 3 cm ditengah medium (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Skema penempatan jamur antagonis dan patogen dalam uji oposisi langsung. (A) Potongan koloni jamur antagonis uji, (P) Potongan koloni jamur patogen.

3.4.1.2. Pengujian uap biakan jamur-jamur antagonis dengan jamur patogen *S. rolf sii*

Pengujian uap biakan bertujuan untuk mengetahui adanya uap biakan jamur-jamur antagonis yang mengandung antibiotik yang dapat menghambat patogen. Pada pengujian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap 4 perlakuan dengan 5 ulangan yang terdiri dari:

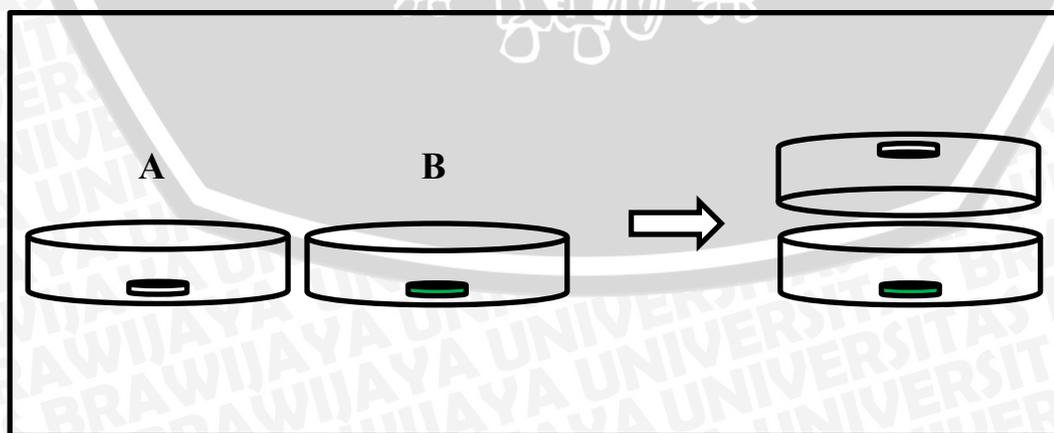
K: *S. rolf sii*. tanpa jamur antagonis (kontrol).

T: *Trichoderma* sp. dengan jamur *S. rolf sii*

G: *Gliocladium* sp. dengan jamur *S. rolf sii* Sacc.

V: *Verticillium* sp. dengan jamur *S. rolf sii* Sacc.

Pada pengujian ini biakan jamur antagonis dan jamur *S. rolf sii* dibiakan dalam cawan petri yang berbeda sesuai dengan perlakuan. Kemudian ditangkupkan satu sama lain antara patogen dan antagonis sesuai perlakuan. Dalam uji uap biakan, dibuat biakan jamur *S. rolf sii* dengan cara mengambil sejumlah populasi dari biakan murni *S. rolf sii* dengan *cork borer* (3mm) kemudian diletakan pada media PDA di dalam cawan petri. Dibuat juga biakan jamur-jamur antagonis pada petridis yang berbeda. Dengan cara menanam biakan berdiameter 3 mm sesuai dengan perlakuan dan diletakan pada cawan petri berisi media PDA. Tahap selanjutnya adalah menangkupkan biakan cawan petri yang berisi jamur *S. rolf sii* di atas cawan petri yang berisi jamur antagonis. Koloni biakan diukur setiap 24 jam sampai berumur 7 hari (Sudantha *et al.*, 2008). Skema pengujian uap biakan disajikan dalam Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Skema penempatan jamur pada pengujian uap biakan. (A) Jamur patogen, (B) Jamur antagonis.

3.4.1.3. Pengamatan interaksi hifa jamur patogen dan jamur antagonis

Interaksi hifa jamur dilihat dengan cara meletakkan 2 plong kultur jamur antagonis dan patogen dari media PDA yang diletakan pada satu slide mikroskop, yang terpisah 5 mm satu sama lain. Di tempat pertama diletakan biakan jamur antagonis, kemudian di satu sisi lainnya diletakan jamur patogen. Setelah itu, 1 *cover glass* diletakan diatas kedua biakan tersebut (Ortiz dan Orduz, 2000)

3.4.2. Penelitian di rumah kaca

3.4.2.1. Pengujian efektivitas jamur antagonis dalam tray di rumah kaca

Pengujian di rumah kaca bertujuan untuk mengklarifikasi hasil pengamatan di laboratorium dan mengetahui efektivitas jamur antagonis tersebut pada percobaan di rumah kaca. Rancangan yang digunakan dalam uji efektivitas jamur antagonis di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah:

K: Inokulasi *S. rolfsii* ke tanah tanpa antagonis (kontrol).

T: Inokulasi *Trichoderma* sp. dengan *S. rolfsii*

G: Inokulasi *Gliocladium* sp. dengan *S. rolfsii*

V: Inokulasi *Verticillium* sp. dengan *S. rolfsii*

Jumlah tray yang digunakan adalah 6 tray setiap perlakuan. Total tray yang digunakan dalam pengujian ini ada 24 tray. Adapun dalam satu satuan perlakuan masing-masing terdapat 100 lubang tanam. Pada perlakuan kontrol biakan jamur patogen dalam media semi sintetis dicampurkan ke dalam tanah, kemudian diaduk hingga merata, kemudian dimasukan ke dalam lubang tray. Sedangkan untuk perlakuan jamur antagonis, jamur patogen dan jamur antagonis yang telah di perbanyak pada media semi sintetis dicampurkan menjadi satu ke dalam tanah, kemudian diaduk hingga merata, dan dimasukan ke dalam lubang tray sesuai perlakuan. Kedua perlakuan di atas diinkubasi selama 2 hari dan dijaga kelembabannya. Pada 2 hari setelah inkubasi, dilakukan penanaman benih kedelai pada masing-masing perlakuan.

3.5. Parameter Pengamatan

3.5.1. Pengamatan di laboratorium

3.5.1.1. Persentase hambatan beberapa jamur antagonis terhadap *S. rolfsii* pada pengujian oposisi langsung

Pengamatan dilakukan setelah inokulasi jamur antagonis dan jamur patogen pada media PDA sampai 7 hari setelah inokulasi. Pengukuran daya hambat dihitung dengan menggunakan rumus (Sudantha dan Abadi, 2007):

$$I = \frac{(r1 + r2)}{r1} \times 100\%$$

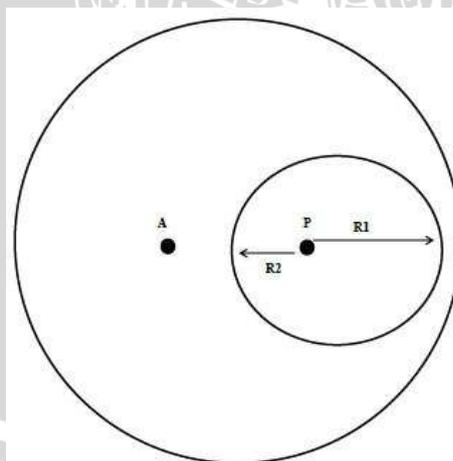
Keterangan:

I : Persentase hambatan

r1 : Jari-jari koloni patogen yang tumbuh berlawanan dengan jamur antagonis

r2 : Jari-jari koloni jamur patogen yang tumbuh ke arah jamur antagonis.

Skema pengukuran daya hambat jamur antagonis di gambarkan seperti pada Gambar 3.3. di bawah ini:



Gambar 3.3. Skema pengukuran daya hambat jamur antagonis terhadap jamur patogen. (A) Inokulum antagonis, (P) Inokulum *S. rolfsii*, (R1) Jari-jari koloni jamur *S. rolfsii* yang tumbuh berlawanan dengan antagonis, (R2) jari-jari *S. rolfsii* yang tumbuh ke arah antagonis.

3.5.1.2. Diameter koloni jamur patogen yang ditangkupkan di atas jamur antagonis pada pengujian uap biakan

Dalam pengujian uap biakan, dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfii* pada setiap perlakuan. Dilakukan dengan cara mengukur diameter koloni kultur jamur patogen setiap 24 jam sampai 7 hari setelah inokulasi.

3.5.1.3. Pengamatan interaksi hifa jamur patogen dan jamur antagonis

Pengamatan interaksi dilakukan setiap hari untuk mengetahui perkembangan dari hifa kedua patogen. Sampai kedua hifa jamur saling bertemu satu sama lain, kemudian didokumentasi.

3.5.2. Pengamatan di rumah kaca

3.5.2.1. Persentase serangan *S. rolfii*

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui persentase serangan *S. rolfii* pada kedelai. Dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman yang terserang oleh jamur *S. rolfii* sampai 8 hari setelah tanam. Untuk menghitung persentase serangan digunakan rumus sebagai berikut (Sastrahidayat *et al.*, 2013):

$$PS = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

- PS : Persentase serangan
 a : Jumlah tanaman yang terserang
 b : Jumlah keseluruhan tanaman

3.6. Analisis Data

Data dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji F. Apabila hasil uji F memiliki perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan uji BNT pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

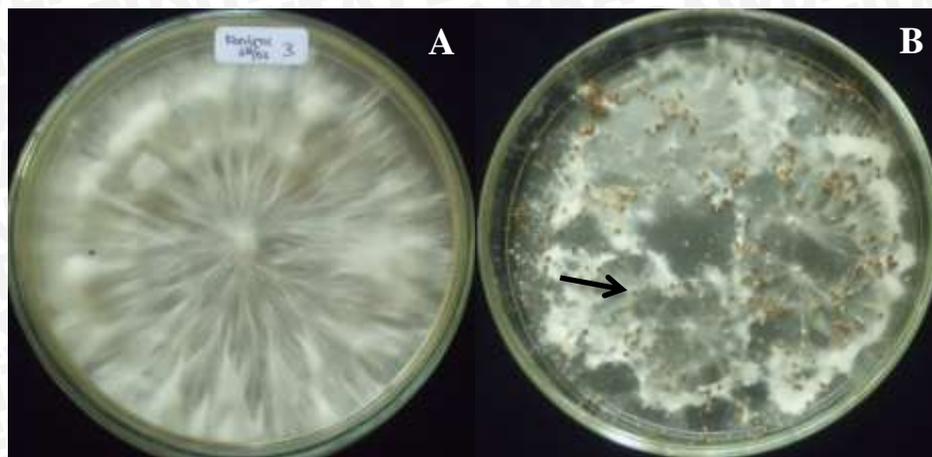
4.1. Hasil

4.1.1. Hasil isolasi dan identifikasi jamur patogen *S. rolfsii* dan jamur antagonis

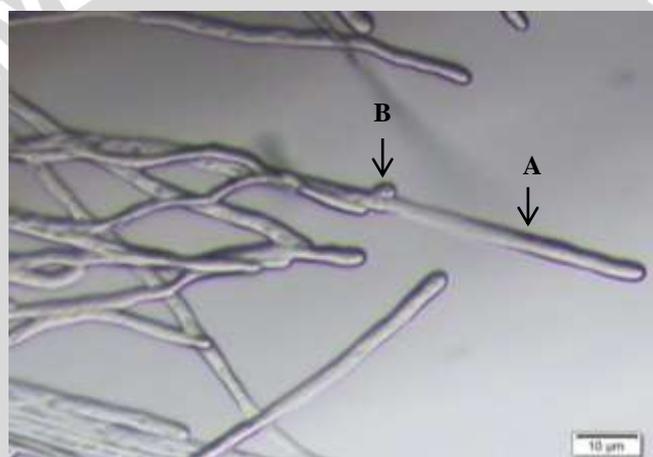
4.1.1.1. Jamur patogen *S. rolfsii*

Dari hasil pengamatan makroskopis jamur ini pada medium PDA berwarna putih seperti kapas, dan tidak memiliki spora (Gambar 4.1). Pada medium PDA jamur ini tumbuh amat cepat dan pada 6 hari setelah inokulasi sudah hampir memenuhi cawan. Semakin lama miselium akan tumbuh semakin banyak, bahkan hingga memenuhi bagian atas tutup cawan petri. Pada pertumbuhan koloni setelah satu minggu muncul bulatan kecil sclerotium yang pada awalnya berwarna putih, kemudian seiring waktu sclerotium tersebut berubah menjadi ke kuningan, dan pada akhirnya berwarna coklat tua (Gambar 4.1). Menurut Sastrahidayat (2013) *S. rolfsii* mempunyai warna koloni putih seperti kapas, hifa sekunder tumbuh menempel pada hifa primer. Menurut Semangun (2008) bahwa *S. rolfsii* terdapat benang-benang putih seperti bulu yang kemudian akan membentuk sclerotium atau gumpalan benang, yang mula-mula berwarna putih, akhirnya menjadi coklat seperti biji sawi, dengan garis tengah 1-1,5 mm. Ketika masih muda sklerotium berwarna putih, kemudian menjadi kekuningan setelah itu berubah menjadi coklat tua setelah masak. Menurut Sastrahidayat (2013) pada media biakan sklerotium akan terbentuk antara 8-11 hari setelah inokulasi.

Hasil identifikasi mikroskopis pada mikroskop menunjukkan bahwa pada hifa jamur ini mempunyai warna hialin. Hifa primer jamur ini mempunyai hubungan apit (*clamp connection*) (Gambar 4.2), selain itu hifa dari sel primer lebih besar daripada hifa yang berada pada hifa sekunder maupun tersier. Menurut Sastrahidayat (2013) dan Sumartini (2011) jamur *S. rolfsii* memiliki hifa sekunder yang tumbuh dibawah sekat pangkal dan sering tumbuh menempel pada hifa primer. Cabang tersier dan seterusnya berukuran lebih sempit dari hifa primer. Berdasarkan uraian di atas, jamur ini diidentifikasi sebagai jamur *S. rolfsii*.



Gambar 4.1. Kenampakan makroskopis jamur *S. rolfsii* pada media Potato Dextrose Agar (PDA). (A) Koloni jamur, (B) Sclerotia jamur.



Gambar 4.2. Kenampakan mikroskopis jamur *S. rolfsii*. (A) hifa jamur, (B) Clamp connection.

4.1.1.2. Jamur *Trichoderma* sp.

Dari hasil pengamatan makroskopis isolat jamur ini pada media PDA di dalam cawan petri, tumbuh cepat. Pada 5-7 hari setelah inokulasi jamur ini sudah memenuhi cawan petri. Pada awal pertumbuhan, jamur ini berwarna hijau muda dan berwarna putih pada ujung-ujung hifanya, dalam masa pertumbuhannya terlihat lingkaran konsentris pada koloni jamur, kemudian semakin lama lingkaran konsentris hilang dan warna miselium jamur berubah menjadi hijau tua secara keseluruhan (Gambar 4.3). Sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Sudantha (1991); Sudantha dan Abadi (2007) bahwa jamur *Trichoderma* sp. mempunyai koloni berwarna putih, setelah terbentuk konidia berubah menjadi hijau tua

sampai hijau kebiruan, adapun pola pertumbuhannya ialah konsentris. Jamur sudah dapat menutupi seluruh cawan petri dalam waktu kurang lebih 6 hari.

Hasil identifikasi secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop dapat dilihat bahwa jamur ini memiliki konidia bulat seperti telur, memiliki fialid yang menopang konidia, memiliki konidiofor hialin dan bercabang serta hifa yang bersekat (Gambar 4.3). Sesuai dengan apa yang dipaparkan oleh Barnet dan Hunter (1972) bahwa ciri mikroskopis dari jamur *Trichoderma* sp. adalah memiliki konidiofor hialin, mempunyai banyak cabang, fialid tunggal atau berkelompok, konidia hialin, bentuk konidia bulat seperti telur. Menurut Sudantha dan Abadi (2007) fialid pada *Trichoderma* sp. terbentuk 2-3 pada ujung percabangan. Berdasarkan uraian diatas, di identifikasikan bahwa jamur ini merupakan *Trichoderma* sp.



Gambar 4.3. Kenampakan jamur *Trichoderma* sp. pada media Potato Dextrose Agar (PDA).

Keterangan: 1. Makroskopis

2. Mikroskopis, (A) Konidia, (B) Fialid, (C) Konidiofor.

4.1.1.3. Jamur *Gliocladium* sp.

Dari hasil pengamatan makroskopis jamur ini ketika masih muda mempunyai warna koloni putih pada bagian ujung nya, sedangkan bagian dalamnya hijau muda. Koloni jamur ini lebih halus daripada koloni jamur *Trichoderma* sp. koloni tumbuh lembut dan tebal (Gambar 4.4). Pada 5-6 hari setelah inokulasi, pertumbuhan jamur telah memenuhi seluruh bagian cawan petri. Warna koloni berbuah menjadi hijau tua pada bagian dalam, akantetapi pada

bagian atas koloni berwarna putih. Hal ini sesuai dengan apa yang telah dipaparkan oleh Mahr, 2005 (*dalam* Gultom, 2008), bahwa perkembangan *Gliocladium* sp. sangat cepat, penyebaran dan koloninya seperti kapas atau benang. Dalam satu minggu pertumbuhannya akan menutupi keseluruhan permukaan cawan petri. Tampak depan koloni, awalnya putih sampai krem dan dapat menjadi merah muda sampai merah atau hijau.

Hasil pengamatan secara mikroskopis dibawah mikroskop diketahui bahwa jamur ini mempunyai konidia berbentuk oval, mempunyai konidiofor, phialid yang hialin. Pada ujung konidiofor mempunyai cabang seperti sikat. Hifa dari jamur bersepta dan hialin (Gambar 4.4). Paparan di atas sesuai dengan ciri mikroskopis dari jamur *Gliocladium* sp. oleh Barnet dan Hunter (1972) dimana jamur ini mempunyai konidiofor hialin, bagian atas membentuk seperti sikat mirip *Penicillium*, konidia berwarna atau hialin. Sumber lain menyebutkan bahwa ciri mikroskopis dari *Gliocladium* sp. menurut Brown *et al.*, 1980 (*dalam* Gultom, 2008) adalah konidia bersel satu, oval sampai silinder, konidiofor tegak, yang membuat fialid runcing. Konidia tidak berwarna, merah muda atau hijau.



Gambar 4.4. Kenampakan jamur *Gliocladium* sp. pada media Potato Dextrose Agar (PDA).

Keterangan: 1. Makroskopis

2. Mikroskopis, (A) Fialid, (B) Konidia, (C) Konidiofor.

4.1.1.4. Jamur *Verticillium* sp.

Hasil pengamatan makroskopis dari jamur didapat bahwa koloni jamur pada media PDA berwarna putih, dan halus (Gambar 4.5). Pada saat masih muda

koloni tumbuh halus, ketika koloni sudah tua muncul mikro-sclerotina hitam pada permukaan koloni dan jumlahnya banyak. Ciri makroskopis di atas sesuai dengan yang dikemukakan oleh Prayogo dan Suharsono (2005) bahwa jamur *Verticillium* sp. mudah tumbuh pada berbagai media, terutama pada PDA dan koloni jamur berwarna putih pucat, pada dua hari setelah inokulasi jamur sudah dapat memproduksi konidia. Menurut Streets 1980 (dalam Arif *et al.*, 2008) jika dibiakan pada medium perbanyakannya berwarna putih. Ciri lainnya yaitu mempunyai mikrosclerotina yang hitam dan banyak jumlahnya.

Pengamatan mikroskopis pada jamur dapat dilihat bahwa jamur ini mempunyai konidia hialin yang berbentuk elips atau seperti telur. Konidiofor jamur ini mempunyai konidiofor yang kecil membentuk huruf V. Konidiofor menopang beberapa konidia di atasnya (Gambar 4.5). Barnett dan Hunter (1972) mengemukakan bahwa jamur ini mempunyai konidiofor ramping, bercabang atau phialid atau membentuk V, konidia bulat seperti telur atau elips, dan hialin. Konidia ditopang oleh konidiofor secara tunggal atau berkelompok. Menurut Prayogo dan Sudarsono (2005) kumpulan konidia yang ditopang oleh tangkai konidiofor *Verticillium* sp. yang membentuk phialid seperti huruf V. Dan setiap konidiofor menopang 5-10 konidia yang terbungkus dalam kantong lendir. Konidia terdiri atas satu sel, berbentuk silinder dan hialin.



Gambar 4.5. Kenampakan jamur *Verticillium* sp. pada media Potato Dextrose Agar (PDA).

Keterangan: 1. Makroskopis
2. Mikroskopis, (A) Konidia, (B) Fialid, (C) Konidiofor.

4.1.2. Hasil uji antagonis di laboratorium

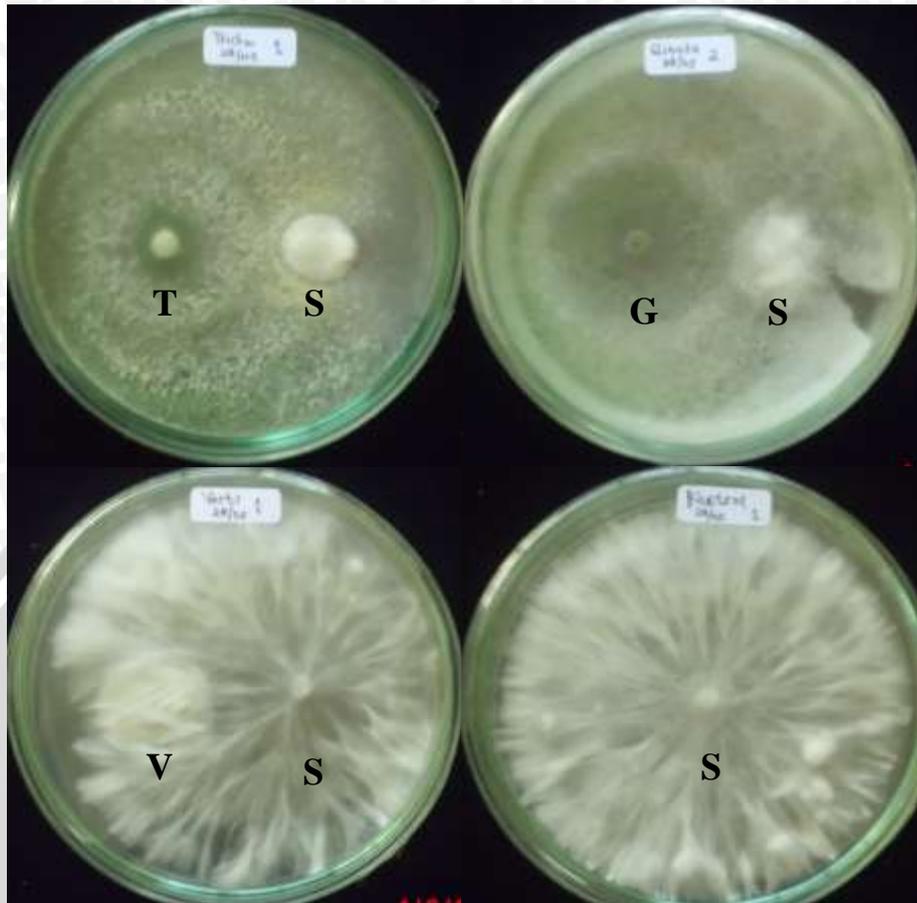
4.1.2.1. Pengujian oposisi langsung

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis jamur berpengaruh nyata terhadap persentase hambatan jamur *S. rolfsii* pada 5-7 hari setelah inokulasi. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 pada 7 hari setelah inokulasi isolat jamur *Trichoderma* sp. mempunyai daya hambat tertinggi yaitu 61,14%, tetapi secara statistik daya hambat dari *Trichoderma* sp. tidak berbeda nyata dengan daya hambat yang dihasilkan oleh *Gliocladium* sp. yaitu sebesar 59,74%. Adapun daya hambat dari jamur *Verticillium* sp., mempunyai daya hambat sebesar 32% yang berbeda dengan daya hambat yang dihasilkan oleh kontrol, *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. Terlihat pada Tabel 4.1, persentase hambatan jamur patogen oleh *Verticillium* sp lebih rendah dan lambat, walaupun pada akhirnya hambatan yang dihasilkan semakin besar dengan semakin bertambahnya umur jamur patogen pada media PDA dalam cawan petri. Sedangkan, jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. persentase hambatannya tidak bertambah pada 6 hari setelah inokulasi menuju 7 hari setelah inokulasi. Berikut disajikan gambar dokumentasi dari hasil pengujian antagonis dengan metode oposisi langsung pada 7 hari setelah inokulasi (Gambar 4.6).

Tabel 4.1. Persentase hambatan jamur antagonis terhadap *S. rolfsii*. pada uji oposisi langsung

Jenis jamur	Persentase hambatan setelah inokulasi (hari)		
	5	6	7
Kontrol	0,00 a	0,00 a	0,00 a
<i>Trichoderma</i> sp.	61,14 c	61,71 c	61,71 c
<i>Gliocladium</i> sp.	58,64 c	59,74 c	59,74 c
<i>Verticillium</i> sp.	26,05 b	30,95 b	32,00 b
BNT	7,86	6,05	5,28

Keterangan: Angka-angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.



Gambar 4.6. Hasil uji antagonis metode oposisi langsung pada 7 hsi. (T) *Trichoderma* sp., (G) *Gliocladium* sp., (V) *Verticillium* sp., (S) *S. rolfsii*.

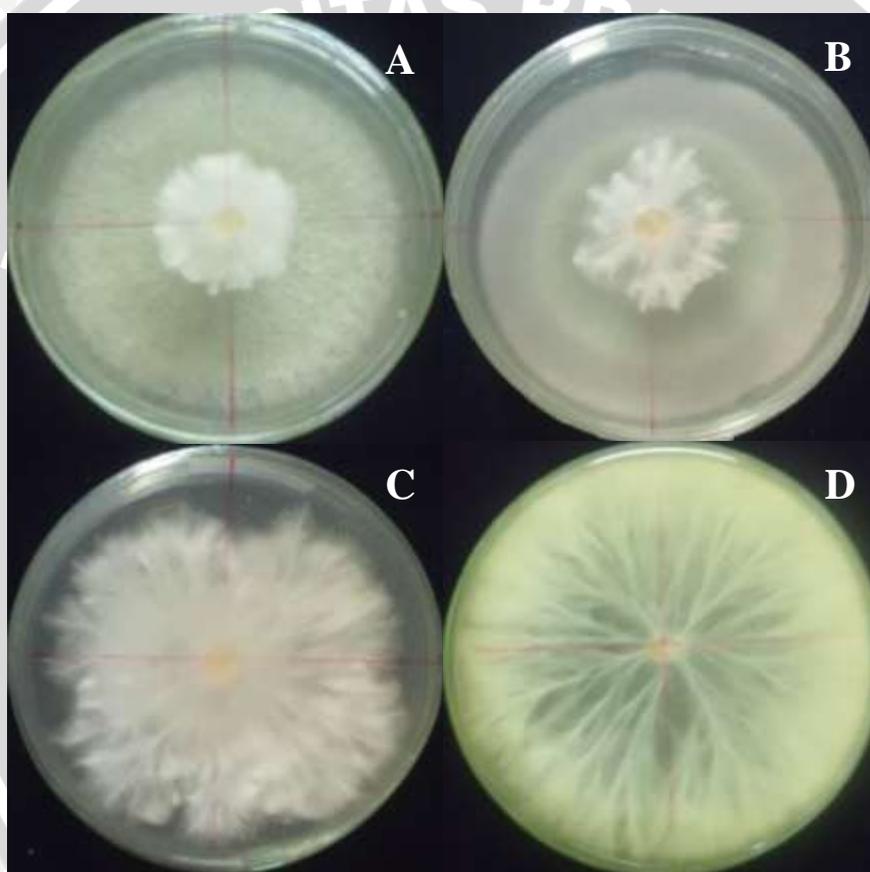
4.1.2.2. Pengujian uap biakan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis jamur antagonis berpengaruh nyata terhadap diameter koloni patogen (Tabel 4.2). Jamur patogen yang ditangkupkan diatas jamur antagonis pertumbuhannya lebih lambat daripada pertumbuhan jamur patogen yang ditangkupkan di atas media PDA tanpa adanya antagonis (kontrol). Dengan melihat besar kecilnya diameter koloni jamur patogen yang ditangkupkan diatas jamur antagonis, maka jamur antagonis yang paling mampu menghambat jamur patogen adalah *Trichoderma* sp., dengan diameter patogen 3,70 cm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan jamur *Gliocladium* sp., sebesar 3,24 cm, kemudian diikuti *Verticillium* sp. sebesar 6,82 cm dan yang terakhir adalah kontrol (tanpa antagonis) sebesar 9 cm. Berikut disajikan dokumentasi uji uap biakan pada 7 hari setelah inokulasi (Gambar 4.7).

Tabel 4.2. Rerata diameter koloni jamur patogen yang ditangkupkan di atas jamur antagonis 7 hsi

Jenis jamur	Diameter koloni patogen (cm)
Kontrol	9,00 c
<i>Trichoderma</i> sp.	3,70 a
<i>Gliocladium</i> sp.	3,24 a
<i>Verticillium</i> sp.	6,82 b
BNT	0,86

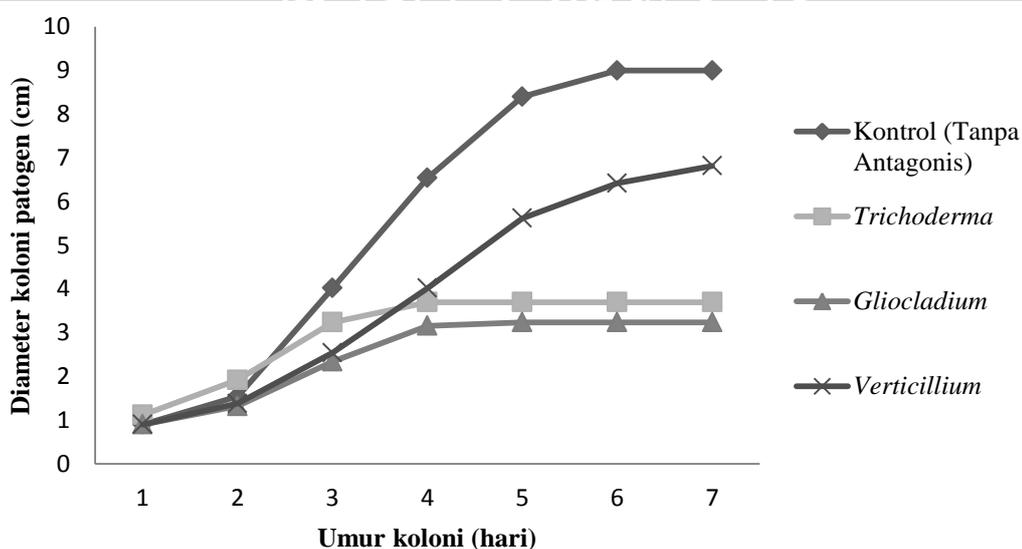
Keterangan: Angka-angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.



Gambar 4.7. Hasil uji uap biakan pada 7 hsi. (A) *Trichoderma* sp., (B) *Gliocladium* sp., (C) *Verticillium* sp., (D) Kontrol (tanpa antagonis).

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa perlakuan dengan menangkapkan cawan petri yang berisi biakan jamur *S. rolf sii* di atas jamur antagonis (metode uap biakan) dapat mempengaruhi diameter pertumbuhan koloni jamur patogen *S. rolf sii* dibandingkan dengan kontrol yang ditangkupkan di atas media PDA (tanpa

antagonis). Pada 4 hari setelah inokulasi jamur patogen dengan perlakuan jamur *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma* sp. sudah tidak mengalami penambahan pertumbuhan diameter koloni patogen. Hal ini dapat dilihat dari diameter koloni patogen pada 7 hari setelah inokulasi tetap, dimana diameter koloni patogen tetap sama dengan pengamatan koloni patogen pada 4 hari setelah inokulasi. Sedangkan diameter koloni patogen dengan perlakuan *Verticillium* sp. mengalami pertumbuhan. Akan tetapi pertumbuhan koloni patogen dengan perlakuan *Verticillium* sp., terjadi lebih lambat daripada perlakuan kontrol (tanpa antagonis). Dapat dilihat pada Gambar 4.8 dimana diameter koloni kontrol sudah mencapai 9 cm pada 6 hsi, yang artinya sudah memenuhi seluruh cawan petri, sedangkan patogen dengan perlakuan *Verticillium* sp., pada 6 hsi masih mengalami pertumbuhan koloni patogen, kemudian pada 7 hsi patogen dengan perlakuan *Verticillium* sp., masih mengalami pertumbuhan koloni, namun tetap lebih lambat dari pertumbuhan diameter koloni patogen pada perlakuan kontrol (tanpa antagonis).

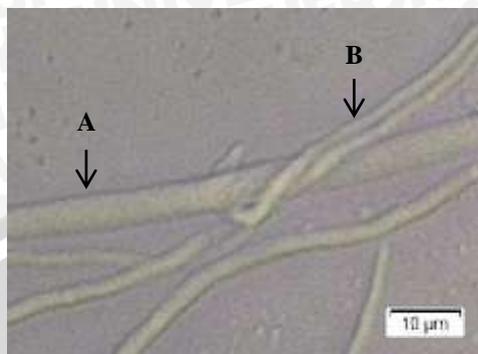


Gambar 4.8. Diameter pertumbuhan koloni patogen *S. rolfsii* dengan perlakuan jamur-jamur antagonis.

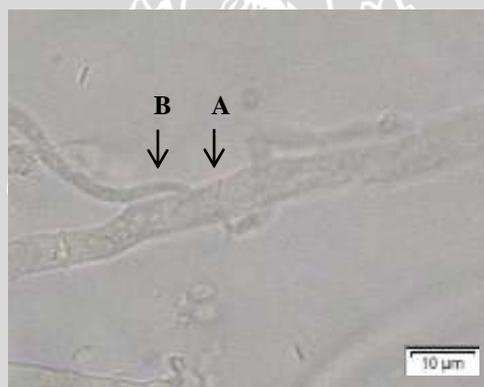
4.1.3. Interaksi hifa jamur antagonis dengan jamur *S. rolfsii*

Dari hasil pengamatan interaksi hifa jamur patogen dengan hifa jamur-jamur antagonis dibawah mikroskop, dapat dilihat masing-masing hifa jamur

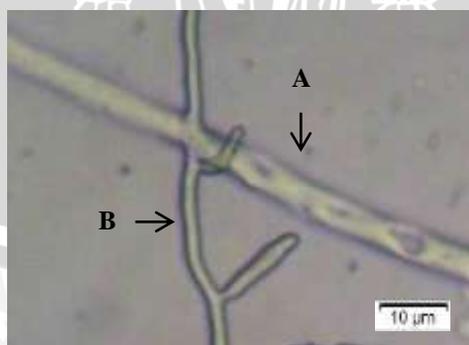
antagonis berinteraksi dengan bersinggungan langsung pada hifa jamur patogen *S. rolfsii*.



Gambar 4.9. Kenampakan mikroskopis interaksi hifa jamur, nampak hifa jamur *Trichoderma* sp. mengkait hifa jamur *S. rolfsii*. (A) Hifa jamur *S. rolfsii*, (B) Hifa jamur *Trichoderma* sp.



Gambar 4.10. Kenampakan mikroskopis interaksi hifa jamur, nampak hifa jamur *Gliocladium* sp. melilit pada hifa jamur *S. rolfsii*. (A) Hifa *S. rolfsii*, (B) Hifa *Gliocladium* sp.



Gambar 4.11. Kenampakan mikroskopis interaksi hifa jamur, nampak hifa jamur *Verticillium* sp. kontak dengan hifa jamur *S. rolfsii*. (A) Hifa *S. rolfsii*, (B) Hifa *Gliocladium* sp.

Pada Gambar 4.9, dapat dilihat bahwa hifa jamur *Trichoderma* sp., melilit atau membelit dari hifa jamur *S. rolfii*. Pada Gambar 4.10 terlihat hifa jamur *Gliocladium* sp. yang berukuran lebih kecil melilit hifa jamur *S. rolfii*. Interaksi yang terlihat antara *Verticillium* sp. dengan *S. rolfii* (Gambar 4.11) dapat dilihat hifa jamur *Verticillium* sp., hanya kontak saja dengan hifa dari jamur *S. rolfii*.

4.1.4. Hasil uji antagonis di rumah kaca

Gejala yang ditimbulkan oleh jamur *S. rolfii* di rumah kaca berupa adanya miselium jamur *S. rolfii* di permukaan tanah pada 1-2 hst, jamur ini juga menyerang benih ketika masih berada di dalam tanah, benih terselimuti oleh miselium dari jamur *S. rolfii* sehingga menyebabkan benih busuk dan tidak dapat berkecambah (Gambar 4.12). Gejala ini dikenal dengan istilah *Pre-emergence damping-off*. Seperti yang telah dikemukakan oleh Sastrahidayat (2013) *Pre-emergence damping-off* menyebabkan biji dan bibit membusuk sebelum muncul dari dalam tanah.

Jamur patogen juga menyerang benih yang sudah berkecambah diatas permukaan tanah, bibit yang sudah sakit akibat dari serangan patoen *Scelrotium rolfii* terlihat menguning dan layu, kemudian tanaman tersebut mati. Pada pangkal batang juga terlihat terdapat miselium dari jamur *S. rolfii*. Hal ini sesuai dengan apa yang telah dilaporkan oleh Sastrahidayat (2013) dimana tanaman kedelai yang terserang jamur *S. rolfii* menunjukkan adanya gejala berupa busuk pada pangkal batang dan terdapat miselium berwarna putih. Pada awal serangan tanaman akan menguning dan diikuti kelayuan, pada serangan yang berat pada permukaan tanah akan tampak miselium *S. rolfii* menyebar disekitar permukaan tanah dan lama kelamaan akan membentuk sclerotia.



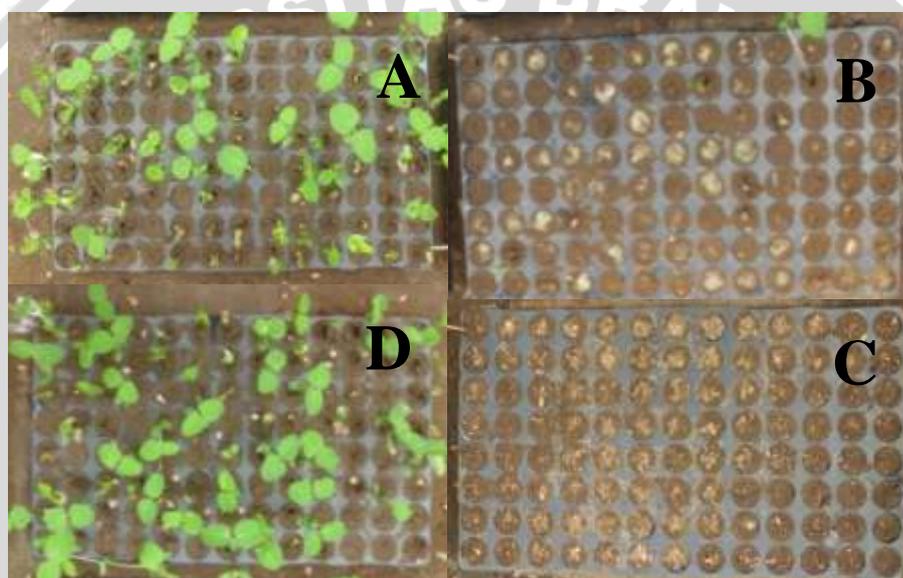
Gambar 4.12. Gejala serangan jamur *S. rolfsii* pada tanaman kedelai di tray. (A) Tanaman kedelai sehat 6 hst, (B) Jamur menyerang benih kedelai di dalam tanah, (C) Jamur menyerang pada awal kecambah, (D) Tanaman kedelai terserang akan menguning kemudian layu dan mati.

Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan jenis jamur antagonis berpengaruh nyata terhadap persentase serangan jamur *S. rolfsii* pada 2-8 hari setelah tanam (Tabel 4.3). Pada tabel tersebut dapat dilihat perlakuan kontrol dan *Verticillium* sp. dari 2 hst sampai 8 hst memiliki persentase serangan tertinggi pada setiap pengamatan. Persentase serangan terendah diperoleh oleh perlakuan *Trichoderma* sp., yang tidak berbeda dengan perlakuan *Gliocladium* sp., pada setiap pengamatan. Perlakuan *Verticillium* sp. dan kontrol menunjukkan hasil secara statistik tidak berbeda nyata. Tetapi perlakuan *Verticillium* sp. dan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. Persentase serangan dari perlakuan *Trichoderma* sp., dan *Gliocladium* sp., sedikit mengalami penurunan, hal ini karena jumlah tanaman yang tumbuh bertambah, sehingga mempengaruhi perhitungan persentase serangan. Sedangkan perlakuan kontrol dan *Verticillium* sp., jumlah tanaman yang tumbuh berkurang karena beberapa tanaman yang telah tumbuh menjadi mati karena sakit. Pada 8 hst perlakuan kontrol memiliki persentase serangan tertinggi yaitu 98%, kemudian di ikuti dengan perlakuan *Verticillium* sp. sebesar 91%. Sedangkan 2 jamur antagonis lain memiliki persentase serangan yang lebih rendah dari perlakuan kontrol dan *Verticillium* sp., yaitu *Gliocladium* sp. sebesar 52,83%, dan terkecil adalah perlakuan *Trichoderma* sp. dengan persentase serangan sebesar 51,67%. Berikut disajikan dokumentasi pengamatan 8 hari setelah tanam (Gambar 4.13).

Tabel 4.3. Persentase serangan jamur *S. rolfsii*

Jenis Jamur	Persentase serangan setelah tanam (hari)			
	2	4	6	8
Kontrol	88,83 b	94,33 b	96,50 b	98,00 b
<i>Trichoderma</i> sp.	68,33 a	54,50 a	52,67 a	51,67 a
<i>Gliocladium</i> sp.	75,67 a	54,33 a	53,50 a	52,83 a
<i>Verticillium</i> sp.	91,67 b	91,00 b	91,00 b	91,00 b
BNT	11,65	12,77	13,33	13,41

Keterangan: Angka-angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.



Gambar 4.13. Perbedaan persentase serangan *S. rolfsii* pada uji di tray 8 hst. (A) *Gliocladium* sp., 52,83% (B) Kontrol 98% (C) *Verticillium* sp., 91% (D) *Trichoderma* sp., 51,67%.

4.2. Pembahasan Umum

Pada percobaan di rumah kaca percobaan penanaman kedelai dengan menggunakan tray sebagai tempat media tanah, didapat persentase serangan tertinggi pada perlakuan kontrol (tanpa antagonis), yang memiliki hasil persentase serangan yang sama tinggi dengan perlakuan *Verticillium* sp. Sedangkan pada perlakuan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* memiliki persentase serangan terendah. Diduga pada perlakuan kontrol (tanpa antagonis) dan *Verticillium* sp. tidak ada hambatan yang dapat menghambat pertumbuhan patogen *S. rolfsii* sehingga didapatkan persentase serangan tertinggi pada tanaman kedelai yang di

tanam, lain halnya pada kedelai yang diperlakukan dengan pemberian antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp., persentase serangan yang di dapat lebih rendah dari perlakuan kontrol dan *Verticillium* sp. Adanya kenyataan bahwa 2 perlakuan tersebut memiliki persentase serangan lebih rendah karena adanya peran dari agens antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang dapat menghambat perkembangan patogen. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Weindling, 1932 (*dalam Chamzurni et al.*, 2011) dan Sudantha (2009) bahwa jamur tersebut merupakan jamur saprofit yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman.

Kemampuan menghambat dari *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang dapat mengurangi persentase serangan pada percobaan di tray dalam rumah kaca, diduga karena jamur-jamur antagonis tersebut mempunyai mekanisme yang dapat menghambat dan juga dapat membunuh patogen. Pada pengujian oposisi langsung yang telah dilakukan, perlakuan dengan menggunakan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. persentase hambatan paling tinggi didapatkan oleh kedua jamur antagonis tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 pertumbuhan koloni patogen hanya dapat tumbuh dengan diameter yang kecil, diduga jamur patogen kalah dalam berkompetisi dalam memperebutkan ruang dan nutrisi dengan jamur antagonis, sehingga jamur patogen tidak dapat tumbuh dengan normal. Hal ini karena jamur *Gliocladium* sp., mempunyai kemampuan tumbuh yang cepat, dalam waktu 3 hari telah memenuhi cawan petri, ini yang menyebabkan jamur ini mampu berkompetisi dengan patogen dalam memperebutkan ruang serta zat makanan dengan patogen (Octriana, 2011; Howel, 2003 *dalam Ramadhina*, 2013). Menurut Chamzurni *et al.* (2011) jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang mempunyai kemampuan kompetisi dalam memperebutkan ruang tumbuh yang sangat baik, pertumbuhannya yang cepat, sehingga dapat berkompetisi dengan patogen dalam memperebutkan ruang, nutrisi, dan dapat mengkolonisasi patogen. Hal istimewa lain adalah *Trichoderma* sp. mampu memenuhi cawan petri dalam waktu 3 hari, sehingga dalam menekan patogen jamur ini merupakan kompetitor yang agresif (Sudantha dan Abadi, 2007; Sudantha, 2009).

Pada percobaan di tray dalam rumah kaca, jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. memiliki persentase serangan terendah, kedua jamur

tersebut selain memiliki mekanisme kompetisi juga memiliki mekanisme lain dalam menghambat patogen. Jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. memiliki senyawa antibiotik yang dapat menguap sehingga menyebabkan pertumbuhan patogen terhambat. Dapat dilihat pada percobaan uap biakan, pada Gambar 4.7 jamur patogen yang ditangkupkan di atas jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. memiliki diameter koloni yang paling kecil, jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol, dimana patogen dapat tumbuh hingga memenuhi cawan petri. Berhentinya pertumbuhan patogen yang ditangkupkan di atas jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. diduga karena adanya senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh kedua jenis jamur antagonis tersebut yang dapat menguap sehingga dapat menghambat dan menghentikan pertumbuhan jamur patogen *S. rolfisii* yang ditangkupkan di atasnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Sudantha (2009) bahwa jamur antagonis mengeluarkan antibiotik atau alkaloid yang mudah menguap yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Adanya perbedaan hambatan yang dihasilkan oleh jamur antagonis dikarenakan jumlah antibiotik atau alkaloid yang dihasilkan oleh antagonis berbeda-beda. Pada uji uap biakan jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. mempunyai daya tumbuh yang cepat sehingga menghasilkan antibiotik atau alkaloid yang lebih banyak dari jamur *Verticillium* sp. dan kontrol (tanpa antagonis). Menurut Harman dan Kubicek (1998) *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. memproduksi beragam metabolisme sekunder, beberapa diantaranya dapat menghambat mikroorganisme lain tanpa perlu ada kontak secara fisik, dimana substansi penghambat seperti ini dinamakan antibiotik dan jenis antibiotik yang paling banyak diketahui dari kedua genus tersebut adalah gliotoxin, viridin dan gliovirin. Papavizas, 1985 (dalam Hartal *et al.*, 2010) melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. memproduksi trichodermin yang dapat menghambat perkembangan patogen. Adapun *Gliocladium* sp. memproduksi gliotoksin dan viridin yang merupakan zat antibiotik yang merupakan toksin bagi patogen (Soenartiningsih *et al.*, 2011; Gultom, 2008; Papavizas, 1985 dalam Hartal *et al.*, 2010).

Selain kedua mekanisme diatas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. juga memiliki kemampuan mikroparasit. Telah dilaporkan oleh Sudantha (2009)

bahwa pada umumnya mekanisme dari jamur antagonis *Trichoderma* sp. dalam menghambat jamur patogen adalah dengan mikroparasit dan kompetitor. Pada mulanya pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. dalam pertumbuhannya memanjang, kemudian membelit dan menembus hifa jamur inang, sehingga hifa inang mengalami lisis dan akhirnya hancur. Selanjutnya, hifa antagonis tumbuh di dalam hifa patogen. Menurut Weindling, 1932 (dalam Chamzurni *et al.* 2011) pada jamur *Trichoderma* sp. yang diujikan terhadap *Rhizoctonia solani* mekanisme yang terjadi adalah hifa *Trichoderma* sp. melilit, mencantol dan selanjutnya masuk serta tumbuh di dalam hifa *R. solani*, kemudian mengeluarkan isi hifa *Rhizoctonia solani* sehingga menjadi kosong. Sementara itu, *Gliocladium* sp. dapat memarasit inangnya dengan cara menutupi atau membungkus patogen serta memproduksi enzim kemudian menghancurkan dinding sel patogen hingga patogen mati (Howel, 2003 dalam Ramdhina, 2013; Coles *et al.*, 2014). Coles *et al.* (2014) juga melaporkan bahwa jamur *Gliocladium* sp. telah terbukti bersifat parasit terhadap *Alternaria radicana*, pada awalnya konidia jamur *Gliocladium* sp. memenuhi permukaan konidia dan hifa jamur patogen, kemudian jamur *Gliocladium* sp. penetrasi ke dalam hifa *A. Radicana*, setelah 10 hari jamur *Gliocladium* sp. tumbuh di dalam hifa *A. Radicana*.

Mekanisme-mekanisme yang telah dipaparkan di atas mungkin saja terjadi juga di dalam tanah, sehingga dapat mengurangi persentase serangan penyakit rebah semai pada tanaman kedelai pada percobaan di rumah kaca. Hal ini yang diduga menyebabkan persentase serangan *S. rolfii* dapat dikurangi oleh *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp., berbeda dengan perlakuan *Vericillium* sp. dan kontrol (tanpa antagonis) persentase serangan yang didapat lebih tinggi. Mekanisme antagonis dari jamur patogen memang digolongkan kepada beberapa mekanisme seperti yang telah dipaparkan diatas, yaitu kompetisi, mikroparasit dan antibiosis. Namun, menurut Griffin (1972) pada kondisi *in vivo* tidak mungkin komponen-komponen mekanisme antagonis tersebut bekerja secara sendiri-sendiri. Hasil ini memberikan indikasi bahwa penggunaan jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dapat mengurangi kejadian penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *S. rolfii* pada tanaman kedelai. Sesuai dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. dan

Gliocladium sp. dapat mengurangi serangan beberapa patogen penyebab penyakit tanaman pada beberapa komoditas (Soenartiningsih, 2010; Agustina *et al.*, 2012; Ramadhina *et al.*, 2013; Chamzurni *et al.*, Hartal *et al.*, dan Pratiwi *et al.*, 2013).

Perlakuan *Verticillium* sp. tidak dapat menghambat patogen *S. rolfsii* dilihat pada nilai persentase serangannya yang sama dengan kontrol. Diduga karena *Verticillium* sp. memiliki daya tumbuh yang lambat, dan kemampuan mengeluarkan antibiosis yang lebih sedikit dibandingkan dengan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. Pada percobaan uji oposisi langsung (Tabel 4.1) di laboratorium persentase hambatan yang dihasilkan oleh *Verticillium* sp. lebih rendah dari *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. bahkan koloni dari *Verticillium* sp. tertutupi oleh koloni dari jamur *S. rolfsii* (Gambar 4.6). Begitu juga pada percobaan uap biakan (Tabel 4.2) dimana diameter koloni patogen yang dihasilkan oleh perlakuan *Verticillium* sp. lebih besar dari perlakuan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa jamur *Verticillium* sp. tidak dapat menghambat serangan patogen *S. rolfsii* pada tanaman kedelai, lain halnya dengan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. yang dapat menghambat serangan *S. rolfsii* pada tanaman kedelai pada percobaan di tray dalam rumah kaca. Menurut Sastrahidayat (2011) mikroorganisme antagonis dikatakan ideal sebagai agens pengendali hayati apabila: menghasilkan inokulum secara terus menerus dan tidak merusak tanaman, tahan terhadap lingkungan yang ekstrim dibandingkan patogen, toleran terhadap parasit, dapat tumbuh dengan cepat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dapat menghambat pertumbuhan penyakit rebah semai pada tanaman kedelai yang disebabkan oleh jamur patogen *S. rolfii*, sedangkan jamur *Verticillium* sp. tidak dapat menghambat serangan patogen *S. rolfii* pada tanaman kedelai.

5.2. Saran

Penelitian selanjutnya pada percobaan di tray bisa menggunakan dosis bertingkat untuk mengetahui pengaruh peningkatan dosis terhadap persentase serangan *S. rolfii*.



DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, Y. 2010. Uji potensi *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. dalam mendegradasi tandan kosong kelapa sawit. Skripsi. Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Agustina, I; M.I. Pinem dan F. Zahara. 2012. Uji efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk mengendalikan penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada tanaman tembakau deli (*Nicotiana tobaccum* L.). Jurnal Online Agroekoteknologi. 1 (4): 1130-1142.
- Anonymous. 2015. Atmosfer tanah. Online. <http://elisa.ugm.ac.id/user/archive/download/49983/0521c6d976cb43159163a9667ce65bf4>. Diakses pada 10 maret 2015.
- Arif, A; M. Muin; T. Kuswinata dan Rahmawati. 2008. Isolasi dan identifikasi jamur kayu dari hutan pendidikan Universitas Hasanudin di Bengo-bengo Kecamatan Cenra Kabupaten Maros. Jurnal Penelitian. 5 (1): 15-22.
- Barnett, H.L dan B. B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Pub. Co. Minnesota. 225 hal.
- Bosah, O; C. A. Igeleke dan V.I. Omorusi. 2010. Invitro microbial control of pathogenic *Sclerotium rolfsii*. International Journal of Agriculture & Biology. 12 (3): 474-476.
- Chaelani, S.R. 2011. Metode penelitian penyakit tumbuhan. UB Press. Malang. 128 hal.
- Chamzurni, T; R. Sriwati dan R.D. Selian. 2011. Efektivitas dosis dan waktu aplikasi *Trichoderma virens* terhadap serangan *Sclerotium rolfsii* pada kedelai. Jurnal Floratek. 6: 62-67.
- Coles, R.B; T.J. Wicks dan B.H. Hall. 2014. *Gliocladium virens*: A fungal parasite of *Alternaria radicina*. www.sardi.sa.gov.au/__data/assets/pdf.../gliocladium.pdf. Di akses pada 28 Desember 2014.
- Demirci, E; C. Eken dan E. Dane. 2009. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potato by *Verticillium biguttatum*. African Journal of Biotechnology. 8 (11): 2503-2507.
- Fikri, M.S. (Ed). 2012. Upaya peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max*) melalui aplikasi mulsa. Dalam Makalah Seminar Umum. Jurusan Budidaya Pertanian, FP UGM. Yogyakarta.

- Ginting, C dan S. Mujim. 2007. Efikasi *Verticillium lecanii* untuk mengendalikan penyakit pada cakram daun kopi di laboratorium. Jurnal HPT Tropika. 7 (2): 125-129.
- Griffin, D. M. 1972. Ecology of soil fungi. Syracuse University Press. USA. 193 hal.
- Gultom, J.M. 2008. Pengaruh pemberian beberapa jamur antagonis dengan berbagai tingkat konsentrasi untuk menekan perkecambahan jamur *Phytium* sp. Penyebab rebah kecambah pada tanaman tembakau *Nicotiana tabaccum* L. Skripsi. FP USU. Medan.
- Hardaningsih, S. 2008. Efektivitas agens hayati *Verticillium* sp., untuk pengendalian penyakit karat pada kedelai. Prosiding. Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX. Sulawesi Selatan. 225-231.
- Harman, G. E. dan C. P. Kubicek. (Ed). 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*, vol. 2: enzymes, biological control and commercial applications. Taylor and Francis, Ltd., London.
- Hartal; Misnawaty dan I. Budi. 2007. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam pengendalian layu *Fusarium* pada tanaman krisan. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia. 12 (1): 7-12.
- Irwan, A.W. 2006. Budidaya tanaman kedelai. Jurusan Budidaya Tanaman, FP, Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Kiss, L. 2003. A review of fungal antagonists of powdery mildews and their potential as biocontrol agents. Society of Chemical Industry. Pest Management Science. 59: 475-483.
- Kurrata, G. 2007. Pengaruh isolat antagonis *Pseudomonas fluorescens* terhadap *Sclerotium roflsii* Sacc. penyebab penyakit rebah semai pada kedelai *Glycine max*. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, FP, Universitas Brawijaya. Malang.
- Ladja, T.F; T. Santoso dan E. Nurhayati. 2011. Potensi cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* dan *Beauveria bassiana* dalam mengendalikan wereng hijau dan menekan intensitas penyakit tungro. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 2 (30); 114-120.
- Marianah, L. 2013. Analisa pemberian *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan kedelai. Karya Tulis Ilmiah. Balai Pelatihan Pertanian. Jambi.
- Muhibuddin, A; L. Addina; A.L. Abadi dan A. Ahmad. 2011. Biodiversity of soil fungi on integrated pest management farming system. Agrivita. 33 (2): 111-118.

- Mujim, S; R. Ruswandi; C. Ginting dan R. Evizal. 2005. Asosiasi keterjadian koloni *Verticillium* dan intensitas naungan serta letak daun kopi. *Jurnal HPT Tropika*. 5 (1): 32-36.
- Nasikhah, K. 2008. Pengaruh isolat alami *Pseudomonas fluorescens* pada beberapa tingkat pengenceran terhadap jamur *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit layu pada kedelai *Glycine max* (L) Merill. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Nuraini, F; S. Sukamto; D. Wahyuni; R.G. Suhesti; dan Q. Ayunin. 2013. Penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Pelita perkebunan*. 29 (1): 44-52.
- Octriana, L. 2011. Potensi agens hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara in vitro. *Buletin Plasma Nutfah*. 17 (2): 138-142.
- Ortiz, A dan S. Orduz. 2000. In vitro evaluation of *Trichoderma* dan *Gliocladium* antagonism against the symbiotic fungus of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Mycopathologia*. 150: 53-60.
- Pratiwi, B.N; L. Sulistyowati dan A. Muhibuddin. 2013. Uji pengendalian penyakit pokahbung (*Fusarium moniliformae*) pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) menggunakan *Trichoderma* sp. indigenous secara in vitro dan in vivo. *Jurnal HPT*. 1 (3): 119-129.
- Prayogo, Y dan Suharsono. 2005. Optimalisasi pengendalian hama penghisap polong kedelai (*Riptortus linearis*) dengan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jural Litbang Pertanian*. 24 (4): 123-130.
- Prihatman, L. 2000. Kedelai. *Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan*, BAPPENAS. Jakarta.
- Ramadhina, A; Lisnawati dan L. Lubis. 2013. Penggunaan jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3 (3): 702-710.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. *Fitopatologi (Ilmu penyakit tanaman)*. UB Press. Malang. 284 hal.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Biocontrol of damping-off disease *Sclerotium rolfsii* using actinomycetes and vam fungi on soybean and impact to crop production and microorganism diversity in rhizosfer zone. *International Journal of Acedemic Research*. 3 (6): 114-119.
- Sastrahidayat, I.R. 2012. *Pengendalian hayati dan penyakit tumbuhan cara uji laboratorium*. UB Press. Malang. 271 hal.

- Sastrahidayat, I.R. 2014. Engineering technology for increasing soybean production and to control damping-off disease using biological fertilization mixture. *Research Journal of Life Science*. 1 (1): 12-19.
- Sastrahidayat, I.R; S. Djauhari dan N. Saleh. 2013. Potensi mikroba sebagai agens hayati bagi pengendalian rebah semai *Sclerotium rolfsii* pada kedelai. UB Press. Malang. 186 hal.
- Schwarze, F.W.M.R. 2009. Evaluation of *Trichoderma* spp. as biocontrol agent against wood decay. ISA Inagural Asia Pacific Confrence. Brisbane, Australia.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 475 hal.
- Simanjuntak, S. 2010. Penggunaan amur antagnis *Gliocladium virens* Miller untuk menghambat pertumbuhan penyakit *Fusrium oxysporum* f.sp. *passiflora* pada pembibitan markisa di rumah kassa. Skripsi. FP USU. Medan.
- Soenartiningih. 2010. Efektivitas beberapa cendawan antagonis dalam mengambat perkembangan cendawan *Rhizoctonia solani* pada jagung secara in vitro. 346-352. *Dalam* Prosiding Pekan Serealia nasional 2010. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Soenartiningih; M.S. Pabbage dan N. Djaenuddin. 2011. Penggunaan inokulum antagonis (*Trichoderma* dan *Gliocladium*) dalam menekan penyakit busuk pelepah pada jagung. *Dalam* Seminar Nasional Seralia 2011. Balai Penelitian Tanaman Seralia. Maros.
- Sudantha, I.M dan A.L. Abadi. 2007. Identifikasi jamur endofit dan mekanisme antagonismenya terhadap jamur *Fusarium Oxysporum* f. sp. *vanillae* pada tanaman vanili. *Agroteksos*. 17 (1): 23-38.
- Sudantha, I.M. 1991. Penggunaan kompos dan jamur antagonis untuk menekan *Fusrium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Tomat. Tesis. FP UGM. Yogyakarta.
- Sudantha, I.M. 2009. Karakterisasi jamur saprofit dan potensinya untuk pengendalian jamur *Fusarium osyxsporom* f. sp. *vanillae* pada tanaman vanili. *Agroteksos*. 19 (3): 89-100.
- Sudantha, I.M; I.G.M. Kusnarta dan I.N. Sudana. 2008. Uji antagonisme beberapa jenis jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai seresah. *Agroteksos*. 21 (2-3): 106-119.

Sumartini. 2011. Penyakit tular tanah *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian serta cara pengendaliannya. Jurnal Litbang Pertanian. 31 (1): 27-34.

Tindaon, H. 2008. Pengaruh jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan pupuk organik untuk mengendalikan patogen tular tanah *Sclerotium rolfsii* Sacc. pada tanaman kedelai di rumah kaca. Skripsi. Departemen Hama Dan Penyakit Tumbuhan, FP Universitas Sumatera Utara. Medan.

Umiati dan D. Ambarwati. 2014. Efektivitas penggunaan jamur *Verticillium lecanii* dalam pengendalian kepek pada kapas. Online. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptsurabaya/>. Diakses pada 27 Desember 2014.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil sidik ragam

Tabel. 1.1. Hasil sidik ragam daya daya hambat uji oposisi langsung 5 hsi

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	12695,65	4231,88	123,00*	3,24
Galat	16,00	550,48	34,41		
Total	19,00	13246,13			

*Nyata

Tabel. 1.2. Hasil sidik ragam daya daya hambat uji oposisi langsung 6 hsi

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	12643,98	4214,66	207,18*	3,24
Galat	16,00	325,50	20,34		
Total	19,00	12969,47			

*Nyata

Tabel. 1.3. Hasil sidik ragam daya daya hambat uji oposisi langsung 7 hsi

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	12572,05	4190,68	270,54*	3,24
Galat	16,00	247,84	15,49		
Total	19,00	12819,89			

*Nyata

Tabel. 1.4. Hasil sidik ragam daya daya hambat uji uap biakan 7 hsi

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	13700,99	4567,00	90,23*	3,24
Galat	16,00	809,88	50,62		
Total	19,00	14510,86			

*Nyata

Tabel 1.5. Hasil sidik ragam persentase serangan 2 hst

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	2183,79	727,93	7,78*	3,10
Galat	20,00	1870,83	93,54		
Total	23,00	4054,63			

*Nyata



Tabel 1.6. Hasil sidik ragam persentase serangan 4 hst

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	8773,83	2924,61	26,02*	3,10
Galat	20,00	2248,00	112,40		
Total	23,00	11021,83			

*Nyata

Tabel 1.7. Hasil sidik ragam persentase serangan 6 hst

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	10015,50	3338,50	27,25*	3,10
Galat	20,00	2450,33	122,52		
Total	23,00	12465,83			

*Nyata

Tabel 1.8. Hasil sidik ragam persentase serangan 8 hst

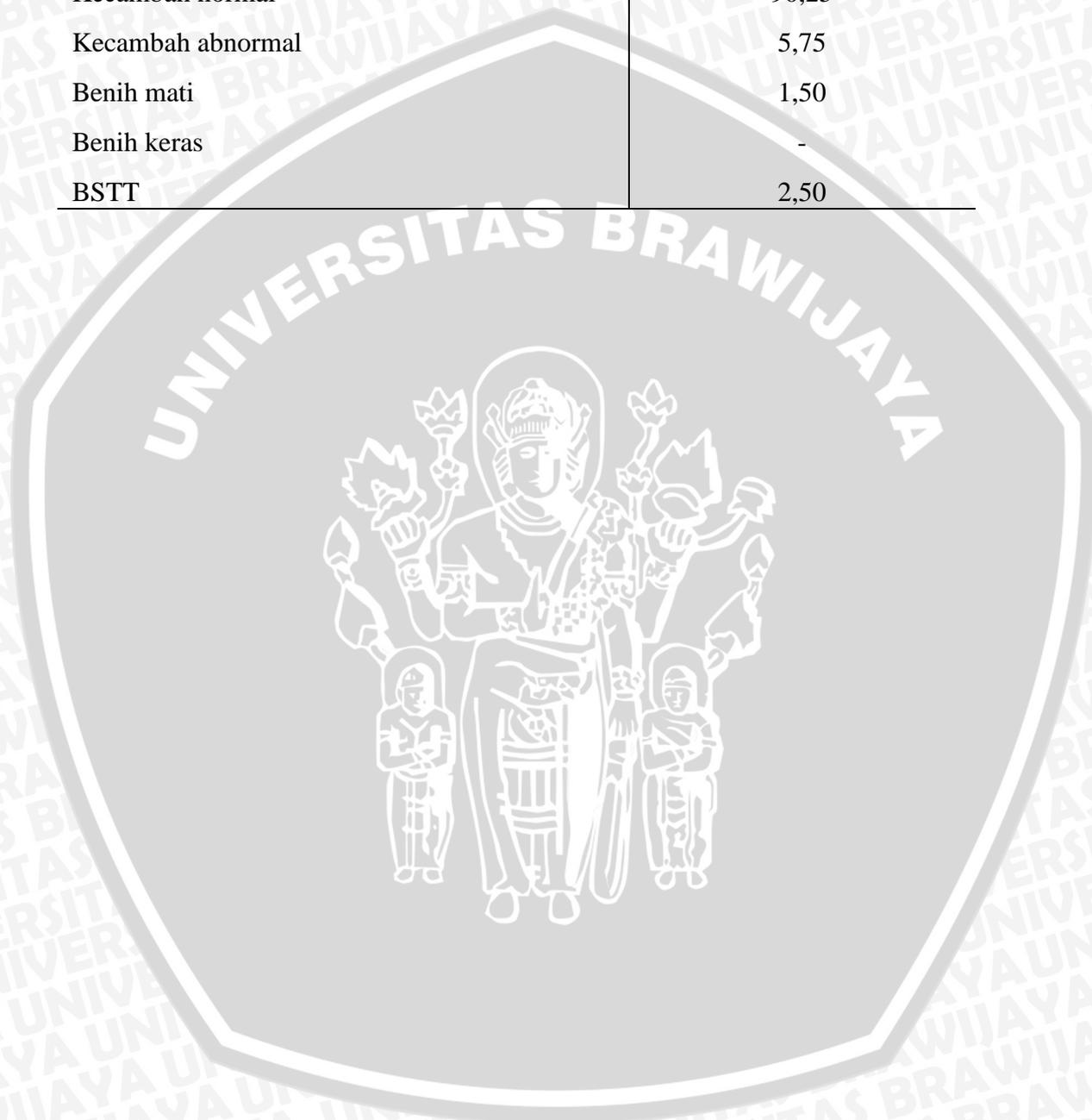
Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tab 5%
Perlakuan	3,00	10861,46	3620,49	29,22*	3,10
Galat	20,00	2478,17	123,91		
Total	23,00	13339,63			

*Nyata

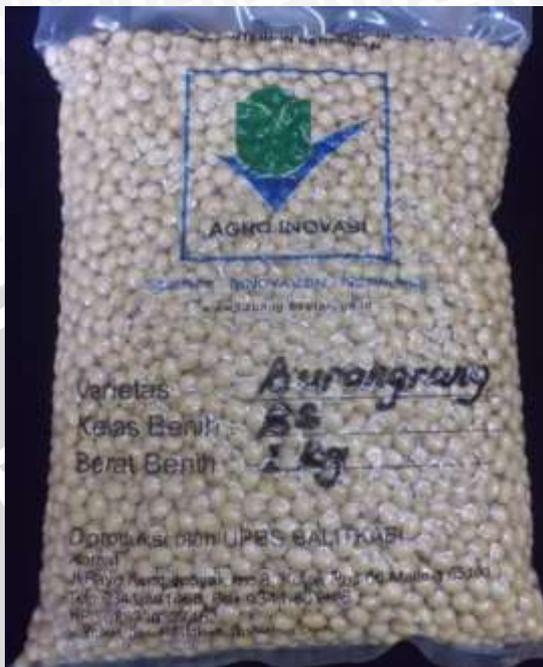
Lampiran 2. Hasil uji viabilitas benih kedelai varietas burangrang

Tabel 2.1. Hasil uji viabilitas benih kedelai varietas burangrang

Kriteria	Jumlah (%)
Kecambah normal	90,25
Kecambah abnormal	5,75
Benih mati	1,50
Benih keras	-
BSTT	2,50



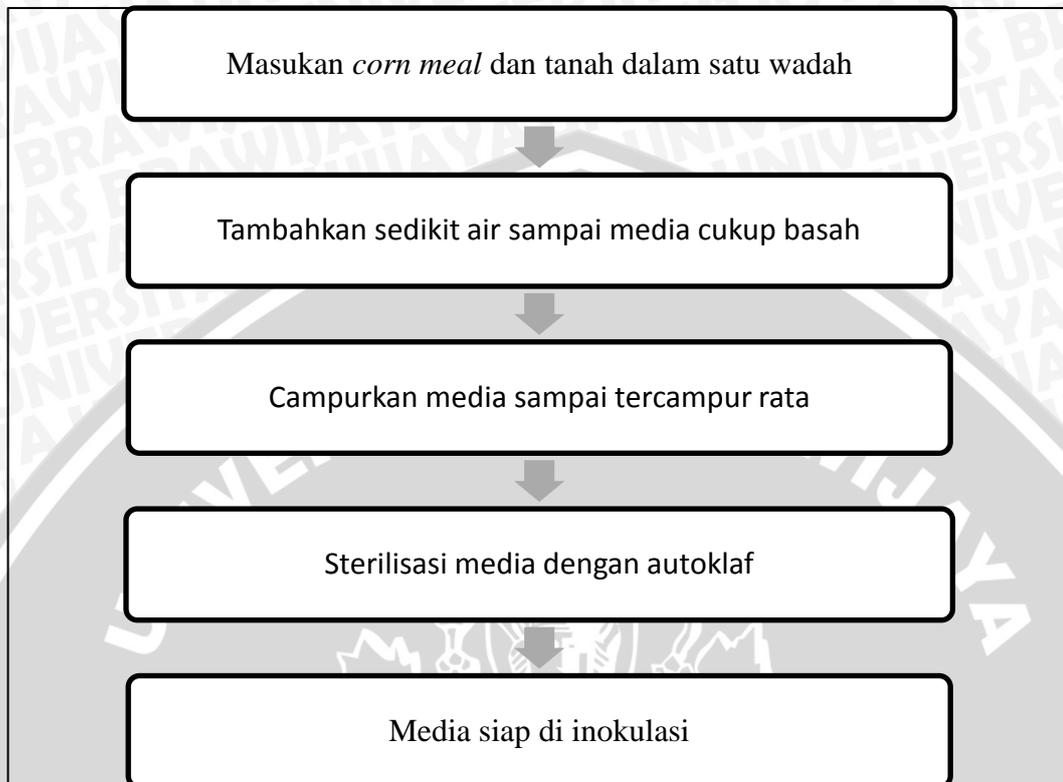
Lampiran 3. Dokumentasi uji viabilitas benih kedelai varietas burangrang

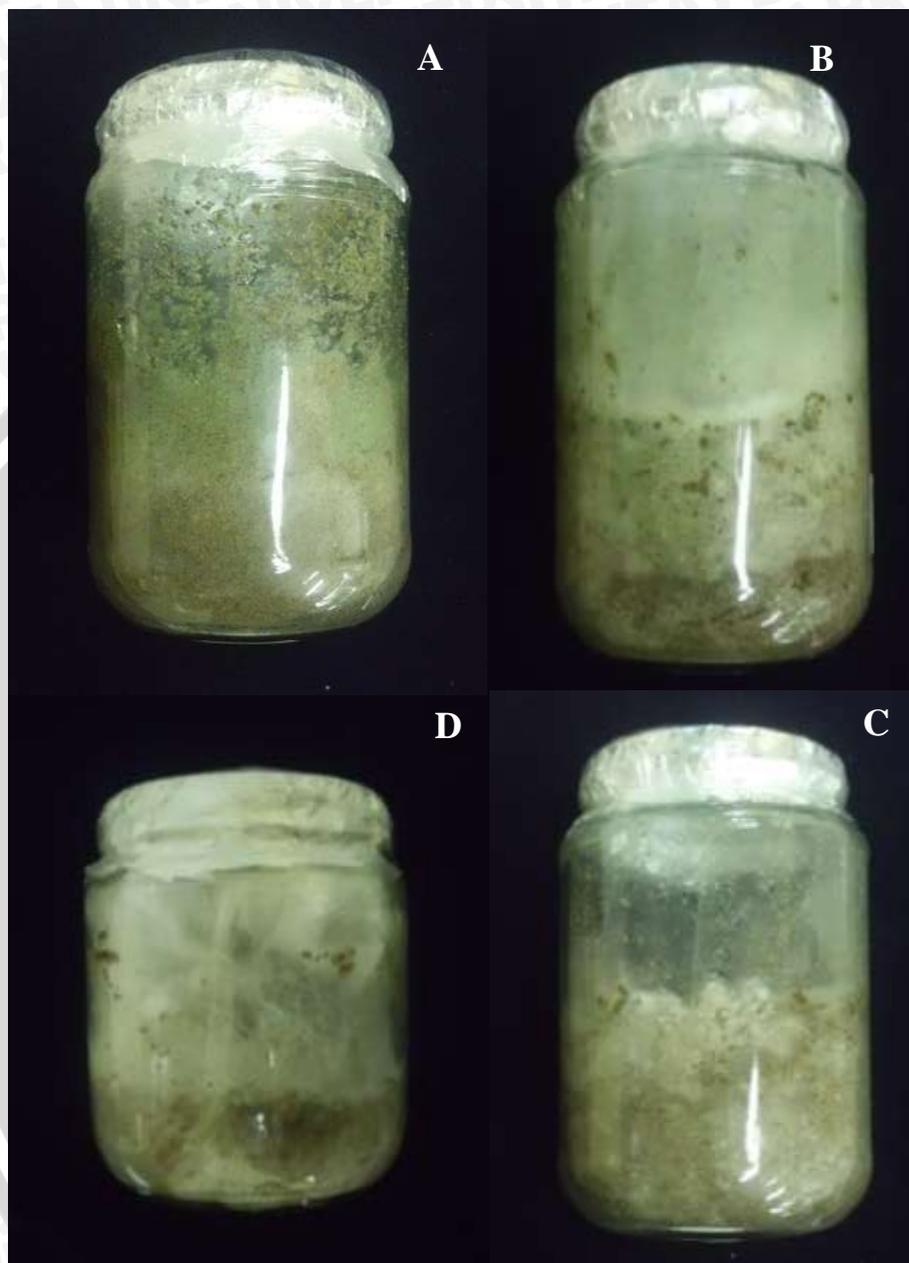


Gambar 3.1. Benih varietas burangrang



Gambar 3.2. Uji viabilitas benih kedelai varietas burangrang dengan metode uji di atas kertas 7 hst

Lampiran 4. Skema pembuatan media *corn meal* tanah**Gambar 4.1.** Skema pembuatan media *corn meal* tanah

Lampiran 5. Dokumentasi perbanyakan jamur patogen dan jamur antagonis

Gambar 5.1. Jamur patogen dan antagonis dalam media perbanyakan *corn meal* umur 7 hari setelah inokulasi. (A) *Trichoderma* sp., (B) *Gliocladium* sp., (C) *Verticillium* sp., (D) *S. rolfsii*.

Lampiran 7. Dokumentasi percobaan di rumah kaca



Gambar 7.1. Dokumentasi peletakan tray di rumah kaca

