

**EFEKTIVITAS PESTISIDA NABATI UNTUK PENGENDALIAN JAMUR
Sclerotium rolfsii Sacc PENYEBAB PENYAKIT REBAH SEMAI PADA
TANAMAN KEDELAI**

Oleh

MUHAMMAD ARSYS TAWA

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



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

**EFEKTIVITAS PESTISIDA NABATI UNTUK PENGENDALIAN JAMUR
Sclerotium rolfsii Sacc PENYEBAB PENYAKIT REBAH SEMAI PADA
TANAMAN KEDELAI**

Oleh

MUHAMMAD ARSYS TAWA
105040213111024

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

SKRIPSI

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

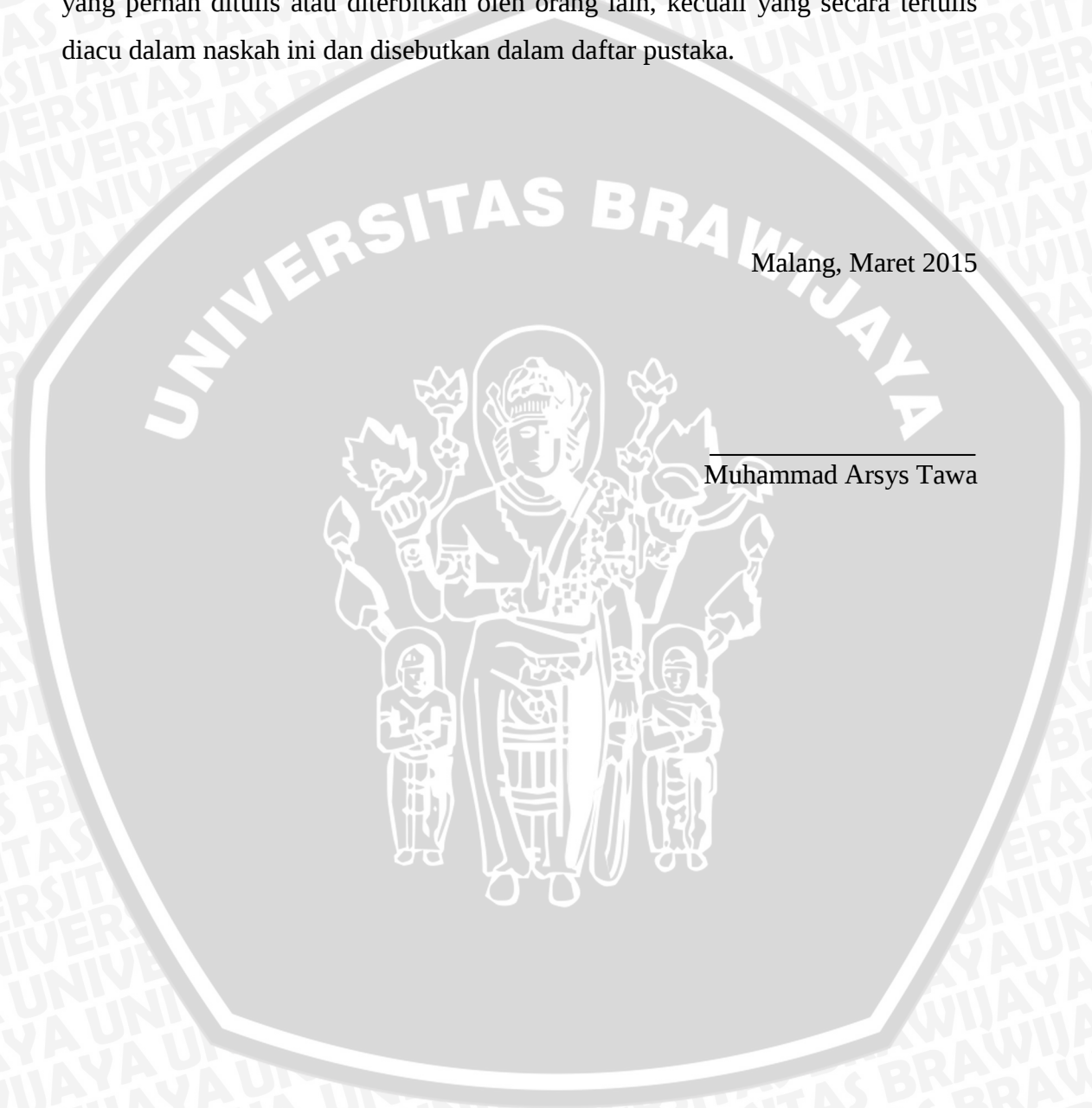
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2015**

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 oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Maret 2015

Muhammad Arsys Tawa



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Efektivitas Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc Penyebab Penyakit Rebah Semai Pada Tanaman Kedelai

Nama : Muhammad Arsyes Tawa

NIM : 105040213111024

Jurusan : Hama Dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan

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

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji Pertama

Penguji Kedua

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

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

Penguji Ketiga

Penguji Keempat

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

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

Tanggal Lulus:



RINGKASAN

Muhammad Arsys Tawa. 105040213111024. Efektivitas Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc Penyebab Penyakit Rebah Semai Pada Tanaman Kedelai. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat sebagai Pembimbing Utama, Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.

Salah satu penyakit tanaman kedelai yang dapat menurunkan produksi adalah penyakit rebah semai oleh jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc. Serangan penyakit meningkat terutama pada saat lingkungan memiliki kelembaban tinggi. Pengendalian penyakit ini biasanya menggunakan pestisida kimia ataupun teknik pengendalian lain seperti pemanasan tanah dan praktek budidaya. Penggunaan pestisida kimia memang efektif dan ampuh mengendalikan sebagian besar penyakit, tetapi memiliki dampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang pengendalian penyakit rebah semai menggunakan pestisida nabati berasal dari bagian tanaman yang diduga mengandung senyawa antijamur atau senyawa metabolit sekunder untuk mengendalikan jamur penyebab penyakit rebah semai ini. Beberapa tanaman tersebut antara lain daun cengkeh, daun tembakau, bawang putih dan kayu manis. Tanaman diproses menjadi ekstrak tanaman dan diuji pengaruhnya terhadap pertumbuhan koloni jamur secara *in vitro* di media Potato Dextrose Agar. Ekstrak tanaman paling efektif adalah yang memiliki nilai penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* Sacc. Ekstrak yang paling efektif selanjutnya digunakan untuk pengujian *in vivo* di rumah kaca untuk mendapatkan teknik aplikasi dan konsentrasi yang tepat sebagai pestisida nabati pengendali penyakit rebah semai. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang dan Rumah Kaca STPP II Ijen Nirwana, Malang pada April 2014 sampai Februari 2015.

Penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu secara *in vitro* di laboratorium untuk menguji ekstrak tanaman dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* dan secara *in vivo* untuk menguji ekstrak tanaman yang paling efektif hasil dari pengujian di laboratorium sebagai formula pestisida nabati dalam mengendalikan penyakit rebah semai kedelai di rumah kaca. Teknik penelitian *in vitro* yaitu media PDA dicampur ekstrak tanaman dengan jumlah yang sama banyak, sehingga menjadi media beracun (metode *food poison technique*). Pada media beracun, ditanami potongan jamur *S. rolfsii* umur tujuh hari tepat di tengah media. Parameter yang diamati adalah persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap jamur patogen dengan mengukur diameter pertumbuhan koloni jamur. Ekstrak tanaman yang paling efektif adalah yang memiliki persentase penghambatan tertinggi. Setelah diperoleh ekstrak paling efektif, kemudian dijadikan ekstrak tunggal untuk pengujian di rumah kaca dengan tujuan mencari konsentrasi dan teknik aplikasi yang tepat. Parameter pengamatannya adalah persentase serangan penyakit rebah semai. Semakin rendah tingkat serangan penyakit berarti konsentrasi yang digunakan paling efektif. Hasil penelitian kemudian dianalisis dengan analisis ragam. Apabila terdapat beda nyata pada hasil analisis tersebut maka dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda sesuai dengan nilai koefisien keragaman.

Hasil pengujian in vitro, dari keempat ekstrak tanaman yang diuji, diperoleh ekstrak paling efektif menghambat pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* yaitu ekstrak daun cengkeh, dengan persentase penghambatan terhadap diameter koloni jamur sebesar 93,29%. Ekstrak tanaman lainnya juga dapat menghambat pertumbuhan koloni jamur patogen, akan tetapi lebih rendah daripada ekstrak daun cengkeh. Hasil pengujian in vivo yaitu ekstrak daun cengkeh dalam bentuk minyak atsiri yang digunakan untuk mengendalikan penyakit rebah semai pada konsentrasi 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25% dan 1,5% mampu menghambat serangan penyakit rebah semai kedelai lebih kecil daripada perlakuan kontrol. Konsentrasi ekstrak daun cengkeh 1,5% paling efektif mengendalikan penyakit rebah semai dengan tingkat serangan hanya sebesar 3,25%.



SUMMARY

Muhammad Arsys Tawa. 105040213111024. Effectiveness Of Botanical Pesticides To Control Fungus *Sclerotium rolfsii* Sacc Cause Damping-Off Disease On Soybean Plants. Under The Guidance Of Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat, and Dr. Ir Syamsuddin Djauhari, MS.

One of the soybean plant diseases which can reduce production is damping-off disease by *Sclerotium rolfsii* Sacc fungus. Disease increased especially during high humidity environments. Control of this disease is usually using chemical pesticides or other control techniques such as heating the soil and cultivation practices. The use of chemical pesticides is effective and powerful way to control the disease, but has adverse effects on health and the environment. Therefore, research on the control of damping-off disease using botanical pesticides derived from the plant suspected contain antifungal compound or secondary metabolites compounds for controlling the fungi that cause damping-off disease. Some of these plants include clove leaf, tobacco leaf, garlic and cinnamon. Plant processed into plant extracts and tested their effects on fungal colony growth in vitro on Potato Dextrose Agar. The most effective plant extracts are the ones with the highest value on the growth inhibition of *S. rolfsii* Sacc fungal colonies. The most effective extract was subsequently used for in vivo testing in the greenhouse to get the application technique and the proper concentration as a botanical pesticide to control damping-off disease. Research conducted at the Laboratory of Mycology, Department of Plant Pests, Brawijaya University, Malang and Greenhouse STPP II Ijen Nirwana, Malang in April 2014 until February 2015.

The study is divided into two stages: *in vitro* in the laboratory to test the plant extract for inhibiting the growth of fungal colonies of *S. rolfsii* and *in vivo* to test the most effective plant extracts results of testing in the laboratory as a formula of botanical pesticides in controlling soybean damping-off in greenhouse. Techniques *in vitro* studies that plant extracts mixed media PDA with the same lot number, so that it becomes toxic media (method of food poison technique). At toxic media, cultivated mushroom pieces *S. rolfsii* age of seven days right in the middle of the media. Parameters measured were the percentage inhibition of plant extracts against fungal pathogens by measuring the diameter of fungal colony growth. The most effective plant extracts are the ones with the highest percentage of inhibition. Having obtained the most effective extract, then used as a single extract for testing in the greenhouse in order to find the concentration and proper application techniques. Observations parameter is the percentage of damping-off attack. The lower rate of disease means that the concentrations used most effectively. The results were analyzed by analysis of variance. If there is a significant difference in the results of the analysis, it was followed by multiple comparison test in accordance with the value of the coefficient of variability.

The results of *in vitro* testing, from the four plant extracts tested, obtained the most effective extract inhibits the growth of fungal colonies of *S. rolfsii* is clove leaf extract, the percentage inhibition of fungal colony diameter is 93.29%. Other plant extracts can also inhibit the growth of pathogenic fungi colonies, but lower than the clove leaf extract. Results of *in vivo* testing that clove leaf extract in the form of essential oils that are used to control damping-off disease at a

concentration of 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25% and 1,5% were able to inhibit attack of soybean damping-off disease smaller than the control treatment. Clove leaf extract concentration of 1,5% is the most effective control of damping-off disease with an attack rate only 3,25%.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat melaksanakan penelitian serta menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan umatnya.

Tujuan dari penulisan skripsi yang berjudul efektivitas pestisida nabati untuk pengendalian jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc penyebab penyakit rebah semai pada tanaman kedelai, adalah untuk menyelesaikan tugas akhir dan untuk mendapatkan gelar sarjana dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun Sastrahidayat dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Kepada pihak pengelola bidik misi dan pemerintah yang telah memberikan bantuan berupa beasiswa pendidikan kepada penulis selama melaksanakan studi di kampus tercinta ini. Untuk kedua orangtua penulis yang telah memberikan dukungan sepenuhnya pada masa-masa studi penulis baik doa, nasehat maupun materil. Kepada teman-teman seperjuangan di semua jurusan dan khususnya jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, kebersamaan dengan kalian akan menjadi kenangan indah yang tak terlupakan dan kepada sahabat sekaligus pelipur hati penulis yang selalu setia menemani dan memberikan dukungan ketika menghadapi masa ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap semoga ilmu yang telah dirangkai ini dapat dikembangkan oleh semua pihak. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pembaca yang membutuhkannya.

Malang, Maret 2015

Hormat,

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 7 Agustus 1991 di Desa Pandanarum Kecamatan Sutojayan Kabupaten Blitar sebagai putra pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Mudjianto dan Ibu Siti Masrifah. Pendidikan pertama penulis dimulai di TK Al-Qur'an Mamba'ul Hisan, Pakunden, Blitar pada tahun 1997-1998, melanjutkan pendidikan dasar di Madrasah Ibtidaiyah Pakunden Blitar tahun 1998-2004, pada tingkat menengah melanjutkan di Madrasah Tsanawiyah Negeri Jabung Talun Blitar dan Madrasah Tsanawiyah Negeri Model Samarinda pada tahun 2004-2007, sedangkan pada tingkat atas di Sekolah Pertanian Pembangunan (SPP-SPMA) Negeri Samarinda pada tahun 2007 hingga 2010. Setelah lulus pada tahun 2010, penulis diberikan kesempatan untuk melanjutkan studi ke perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui program bantuan pemerintah yaitu Bidik Misi.

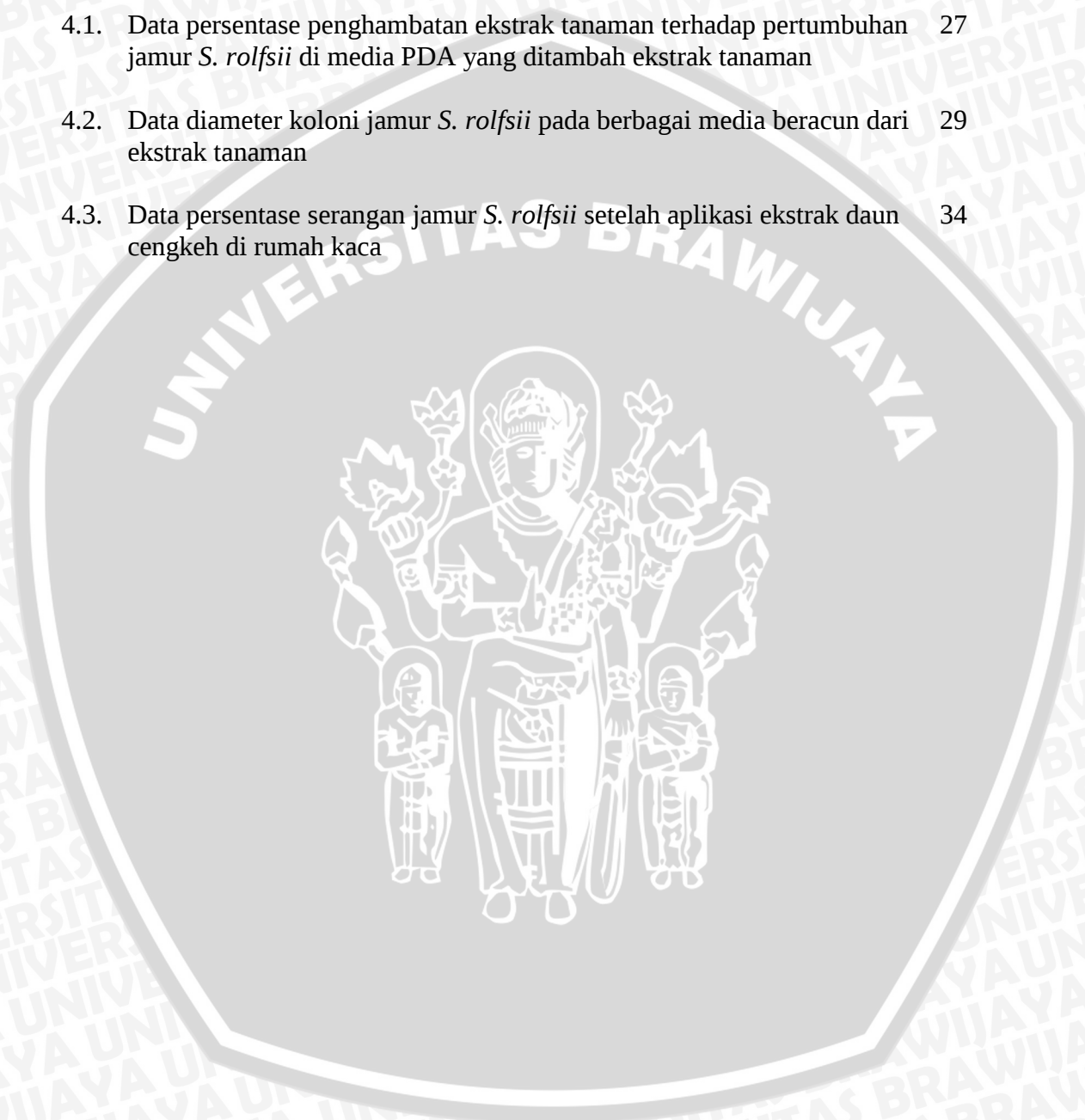
Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Produksi Tanaman aspek HPT tahun 2013, mengikuti kegiatan UKM Merpati Putih Universitas Brawijaya tahun 2010-2011, kepanitiaan Rantai II (Rangakain Orientasi Program Studi Agroekoteknologi) pada tahun 2011, kepanitiaan PROTEKSI (Pendidikan Dasar Orientasi Terpadu Keprofesian) dan kepanitiaan Ekspedisi (Eksplorasi Potensi dan Kreatifitas) pada tahun 2013.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	iv
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan penelitian	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Manfaat	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Klasifikasi kedelai	4
2.2 Syarat tumbuh	4
2.3 Manfaat kedelai	5
2.4 <i>Sclerotium rolfsii</i>	6
2.5 Biopestisida	10
2.6 Pestisida nabati, kelebihan dan kekurangannya	11
2.7 Senyawa metabolit sekunder	13
2.8 Klasifikasi dan kandungan metabolit sekunder beberapa tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati	17
2.9 Ekstrak daun cengkeh sebagai pestisida nabati	18
 III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan waktu	21
3.2 Alat dan bahan	21
3.3 Metode penelitian	21
3.4 Analisis data	26
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian efektifitas ekstrak tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati secara <i>in vitro</i>	27
4.2 Pengujian ekstrak tanaman paling efektif di rumah kaca (<i>in vivo</i>)	34
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
 DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.1.	Nilai LD 50 oral beberapa jenis pestisida sintetis dan nabati	12
4.1.	Data persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA yang ditambah ekstrak tanaman	27
4.2.	Data diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun dari ekstrak tanaman	29
4.3.	Data persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi ekstrak daun cengkeh di rumah kaca	34



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
2.1.	Kultur dari jamur <i>S. rolfsii</i> pada media nutrisi	7
2.2.	Gejala serangan patogen <i>Sclerotium rolfsii</i> (a) Lesi pada batang dengan adanya kapas. (b) Jamur menghasilkan Sclerotium (Agrios, 2005)	10
4.1.	Grafik persentase daya hambat ekstrak tanaman terhadap koloni jamur <i>S. rolfsii</i>	28
4.2.	Grafik pertumbuhan diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media yang ditambah ekstrak tanaman	29
4.3.	Koloni <i>S. rolfsii</i> pada medium PDA yang diberi ekstrak tanaman. A. ekstrak daun cengkeh, B. ekstrak daun tembakau, C. ekstrak bawang putih, D. ekstrak kayu manis dan E. kontrol.	30
4.4.	Perkecambahan dari sklerotia jamur <i>S. rolfsii</i> setelah direndam ekstrak tanaman selama 20, 40 dan 60 menit.	31
4.5.	Grafik perkembangan intensitas serangan penyakit rebah semai (%) pada berbagai konsentrasi ekstrak daun cengkeh	35
4.6.	Grafik pengaruh konsentrasi ekstrak daun cengkeh terhadap tingkat serangan penyakit rebah semai pada umur 7 hari setelah tanam	36
4.7.	Pertumbuhan benih kedelai umur 7 hari setelah tanam pada tanah yang telah diinfestasikan jamur <i>S. rolfsii</i> kemudian aplikasi ekstrak daun cengkeh	37
4.8.	Gejala dan tanda serangan penyakit rebah semai oleh <i>S. rolfsii</i>	38
4.9.	Benih kedelai pertumbuhannya terganggu dengan adanya kulit ari yang mengering dan dikategorikan bukan benih yang terserang	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel kelompok utama metabolit sekunder	48
2.	<i>Vacuum rotary evaporator</i> untuk destilasi ekstrak tanaman	49
3.	Ekstrak tanaman hasil destilasi	49
4.	Isolat Jamur <i>Sclerotium rolfsii</i> umur 7 hari hasil perbanyakan	49
5.	Isolat <i>S. rolfsii</i> di media dedak dextrose umur 10 hari	50
6.	Benih kedelai var. burangrang untuk penelitian di rumah kaca	50
7.	Uji pendahuluan <i>in vitro</i> untuk menetapkan konsentrasi ekstrak yang tepat di media PDA beracun (<i>food poison technique</i>).	50
8.	Kondisi benih setelah perlakuan penyiraman ekstrak daun cengkeh dan perlakuan perendaman benih 10 menit pada berbagai konsentrasi.	51
9.	Perendaman benih kedelai ke dalam ekstrak daun cengkeh pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman.	53
10.	Data perkecambahan benih kedelai setelah perendaman ekstrak daun cengkeh pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman.	53
11.	Perlakuan aplikasi ekstrak daun cengkeh dengan penyiraman tanah kemudian dibiarkan selama 24 jam dan sebelum tanam benih direndam selama 10 menit pada berbagai konsentrasi.	55
12.	Hasil uji pendahuluan serangan <i>S. rolfsii</i> ke tanaman setelah diinokulasi <i>S. rolfsii</i> di media dedak dextrose sebanyak 1 gram tiap 100 gram tanah dengan lama inkubasi 24 jam sebelum tanam	55
13.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (1 hsi)	56
14.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (2 hsi)	56
15.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (3 hsi).	56
16.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap	

	pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (4 hsi).	57
17.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (5 hsi).	57
18.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (6 hsi)	58
19.	Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur <i>S. rolfsii</i> di media PDA (7 hsi).	58
20.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (1 hsi).	59
21.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (2 hsi).	59
22.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (3 hsi).	59
23.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (4 hsi).	60
24.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (5 hsi).	60
25.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (6 hsi).	61
26.	Analisis ragam diameter koloni jamur <i>S. rolfsii</i> pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (7 hsi).	61
27.	Analisis ragam persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (2 hst)	62
28.	Analisis ragam persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (3 hst).	62
29.	Analisis ragam persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (4 hst).	62
30.	Analisis ragam persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (5 hst).	62
31.	Analisis ragam persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (6 hst).	63
32.	Analisis ragam persentase serangan jamur <i>S. rolfsii</i> setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (7 hst).	63

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kedelai merupakan tanaman kacang-kacangan sumber pangan protein nabati yang keberadaanya sudah tidak asing lagi di kalangan masyarakat. Berbagai produk olahan kedelai yang telah banyak dikenal antara lain tahu, tempe, kecap, touco, susu kedelai, *soyghurt*, keju dari kedelai, minyak kedelai, maupun produk lain yang dijadikan industri skala besar berbahan kedelai seperti minuman, biskuit dan masih banyak lagi (Purwaningsih, 2010). Kandungan protein nabati kedelai memenuhi kebutuhan gizi dan sumber asam amino yang lengkap. Selain itu, kedelai juga berkhasiat untuk menjaga kesehatan tubuh dari berbagai penyakit yang sekarang ini dikatakan sebagai penyakit tidak menular, seperti jantung koroner, kanker, diabetes dan masih banyak khasiat lain dari kedelai. Menurut Rukmana (1996), kadar letichin dalam kedelai dapat menghancurkan timbunan lemak dalam tubuh, sehingga secara tidak langsung dapat menekan penyakit darah tinggi.

Di Indonesia, kedelai dapat tumbuh dengan baik yang didukung dengan iklim yang cocok untuk pertumbuhan kedelai. Produksi kedelai Indonesia akhir-akhir ini tidak mencukupi kebutuhan dalam negeri, penyebabnya adalah jumlah penduduk yang bertambah dan tingginya kebutuhan pangan yang bersumber dari kedelai sehingga menyebabkan permintaan kedelai tinggi. Namun, permintaan kedelai tersebut tidak diimbangi dengan produktivitas kedelai yang tinggi dan menyebabkan terjadinya defisit. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2012), permasalahan utama pada komoditas kedelai di Indonesia adalah produksi kedelai domestik yang semakin menurun, dapat dicermati dari produksi tahun 2011 sebesar 870 ribu ton sementara konsumsi domestik pada 2011 mencapai 2 juta ton, yang berarti defisit sekitar 1,3 juta ton. Dengan kecenderungan luas panen dan produksi kedelai lokal yang semakin menurun maupun stagnasi, sehingga untuk mencukupi ketimpangan produksi dan konsumsi harus mengimpor kedelai.

Selain karena luas lahan, adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) baik itu hama atau penyakit juga menyebabkan turunnya produksi. Salah satu penyakit yang sering menyerang tanaman kedelai terutama pada saat

kelembaban tinggi adalah penyakit rebah semai oleh jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyakit ini dapat merugikan secara ekonomi apabila dibiarkan tanpa ada perlakuan khusus untuk pengendalian. Jamur patogen ini sering menyerang kacang-kacangan dan dapat bertahan lama di dalam tanah, disebut juga sebagai jamur patogen tular tanah yang biasanya berasal dari genus *Rhizoctonia* dan *Sclerotium* (Semangun, 1993). Jamur ini dapat bertahan lama di dalam tanah sekalipun tidak ada inang, yang disebabkan oleh terbentuknya sklerotium (Sastrahidayat, 2011).

Penyakit rebah semai kedelai karena jamur *S. rolfsii* dapat menyebabkan kehilangan hasil produksi sebesar 5-55%. Tingkat serangan sebesar 5% saja sudah dapat mengakibatkan kerugian secara ekonomi (Semangun, 2004). Besarnya serangan penyakit ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kelembaban tinggi terutama pada bagian tanah, tanah yang endemik namun tidak pernah dilakukan pengendalian serta kondisi kesuburan tanahnya. Oleh sebab itu, pengendalian jamur patogen ini tidak boleh disepelekan mengingat tingkat serangannya yang dapat menurunkan produksi serta teknik pengendalian harus selalu dikembangkan untuk mendapatkan berbagai alternatif pengendalian yang efektif dan efisien. Berbagai teknik pengendalian penyakit yang telah dilakukan adalah rotasi tanaman, praktek budidaya dan pengendalian menggunakan fungisida kimia sebelum tanam hanyalah pengendalian secara parsial. Beberapa tahun terakhir, pengendalian penyakit ini telah dilakukan dengan cara pemanasan tanah (solarisasi) serta penggunaan parasit, jamur dan bakteri antagonis. Seperti hasil penelitian Muhibuddin dan Saleh (2009), Actinomycetes dan jamur mikoriza (*arbuscular mycorrhiza*) secara signifikan dapat mengurangi kematian akibat penyakit rebah semai pada kedelai oleh *S. rolfsii*. Meskipun demikian, semua teknik pengendalian tersebut masih dalam tahap percobaan (Agrios, 2005).

Teknik pengendalian penyakit rebah semai kedelai menggunakan pestisida nabati yang aman dan ramah lingkungan perlu dilakukan dalam rangka mengurangi penggunaan bahan kimia. Bahan nabati yang dimaksud adalah bahan yang berasal dari bagian tanaman yang mengandung senyawa metabolit sekunder. Keberadaan senyawa tersebut dalam tanaman berfungsi sebagai benteng pertahanan dari serangan hama penyakit. Menurut Novizan (2005), negara maju

cenderung memakai pestisida nabati disebabkan perhatian yang besar terhadap masalah pencemaran lingkungan dan bahaya keracunan. Kampanye *Back to Nature* dan digalakkannya pertanian organik di negara maju, seperti Jepang dan Amerika, menjadikan pestisida alami kembali diperhitungkan sebagai alat untuk mengendalikan OPT.

Bahan tersebut dijadikan ekstrak tanaman melalui teknik destilasi menggunakan alat khusus. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, ada beberapa jenis tanaman yang dapat mengendalikan penyakit tanaman. Ekstrak tanaman berbahan dasar eugenol ataupun senyawa terpena lain telah banyak diteliti dan memang efektif dalam mengendalikan berbagai penyakit pada tanaman. Dengan demikian, penelitian mengenai kemampuan ekstrak tanaman dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur patogen *S. rolfii* Sacc perlu dilakukan. Tanaman serta bagian tanaman yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah daun cengkeh, daun tembakau, umbi bawang putih dan kayu manis.

1.2 Tujuan penelitian

1. Untuk menyeleksi ekstrak tanaman dalam mengendalikan jamur *S. rolfii* Sacc secara *in vitro* selanjutnya diaplikasikan secara *in vivo*.
2. Untuk mendapatkan teknik aplikasi serta konsentrasi ekstrak tanaman yang paling efektif mengendalikan penyakit rebah semai secara *in vivo* di rumah kaca.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah ekstrak tanaman yang memiliki kandungan senyawa eugenol dapat mengendalikan jamur patogen *S. rolfii* paling efektif dibandingkan ekstrak tanaman lainnya.

1.4 Manfaat penelitian

Dari hasil penelitian akan diperoleh ekstrak tanaman yang telah diseleksi secara *in vitro* sebagai pestisida nabati paling efektif mengendalikan jamur *S. rolfii*. Selanjutnya dari hasil aplikasi ekstrak tanaman di rumah kaca secara *in vivo* akan diperoleh konsentrasi yang tepat dalam mengendalikan penyakit rebah semai. Selain itu, hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu teknik pengendalian penyakit rebah semai yang ramah lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi kedelai

Kedelai termasuk tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai berasal dari Cina Utara daerah Manshukuo, kemudian menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang dan negara-negara lain di Amerika dan Afrika. Di Indonesia, tanaman ini dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai pangan. Selain itu, kedelai juga dikenal sebagai pupuk hijau karena dapat meningkatkan kesuburan tanah (Purnomo, 2007).

Klasifikasi tanaman kedelai termasuk dalam divisi Spermatophyta, class Dicotyledonae, ordo Rosales, famili Papilionaceae, genus *Glycine* dan spesies *Glycine max* (L.) Merrill (Suprpto, 1998).

2.2 Syarat tumbuh kedelai

2.2.1 Iklim

Tanaman kedelai tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Iklim kering lebih disukai tanaman kedelai dibandingkan iklim lembab. Dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Sedangkan untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan. Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34 °C, dengan suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai berkisar 23-27 °C. Untuk proses perkecambahan benih kedelai, diperlukan suhu sekitar 30 °C. Saat panen yang jatuh pada musim kemarau akan lebih baik dari pada musim hujan, karena berpengaruh terhadap waktu pemasakan biji dan pengeringan hasil.

2.2.2 Tanah

Pada dasarnya, kedelai menghendaki kondisi tanah yang tidak terlalu basah, tetapi air tetap tersedia. Jagung merupakan tanaman indikator yang baik bagi kedelai. Tanah yang baik ditanami jagung, baik pula ditanami kedelai. Kedelai dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah, asalkan drainase dan aerasi tanah cukup baik. Jenis tanah yang cocok yaitu alluvial, regosol, grumosol, latosol dan andosol. Pada tanah-tanah podsolik merah kuning dan tanah yang

mengandung banyak pasir kwarsa, pertumbuhan kedelai kurang baik, kecuali bila diberi tambahan pupuk organik atau kompos dalam jumlah cukup.

Tanah yang baru pertama kali ditanami kedelai, sebelumnya perlu diberi bakteri *Rhizobium*, kecuali tanah yang sudah pernah ditanami *Vigna sinensis* (kacang panjang). Kedelai yang ditanam pada tanah berkapur atau bekas ditanami padi akan lebih baik hasilnya, sebab tekstur tanahnya masih baik dan tidak perlu diberi pemupukan awal. Kedelai juga membutuhkan tanah yang kaya akan humus atau bahan organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki daya olah dan juga merupakan sumber makanan bagi jasad renik, yang akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman.

Tanah berpasir dapat ditanami kedelai, asalkan air dan hara tanaman untuk pertumbuhannya cukup. Tanah yang mengandung liat tinggi, sebaiknya dilakukan perbaikan drainase dan aerasi sehingga tanaman tidak kekurangan oksigen dan tidak tergenang air sewaktu hujan besar. Untuk memperbaiki aerasi perlu ditambahkan bahan organik. Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5,8-7,0. Pada pH 4,5 pun kedelai masih dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terlambat karena mengalami keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik. Dalam pembudidayaan tanaman kedelai, sebaiknya dipilih lokasi yang topografi tanahnya datar, sehingga tidak perlu dibuat teras-teras dan tanggul.

2.2.3 Ketinggian tempat

Varietas kedelai berbiji kecil sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0-300 m dpl. Sedangkan varietas kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m dpl (BP4K Sukabumi, 2012).

2.3 Manfaat kedelai

Kegunaan kedelai dapat meningkatkan kesuburan tanah karena akar-akarnya dapat mengikat nitrogen bebas dari udara dengan bantuan bakteri *Rhizobium* sp. sehingga unsur nitrogen bagi tanaman tersedia di tanah. Limbah tanaman kedelai berupa brangkasan dapat menjadi bahan pupuk organik penyubur

tanah. Limbah dari pengolahan berupa ampas tempe dan kecap dapat digunakan sebagai bahan tambahan makanan (konsentrat) untuk pakan ternak.

Bagian paling penting dari tanaman kedelai adalah bijinya. Biji dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan, misalnya dibuat tahu, tempe, tauco, kecap dan susu sari kedelai. Dalam industri pengolahan hasil pertanian, kedelai merupakan bahan baku pakan ternak, minyak nabati, dan lain-lain. Selain itu, masyarakat menggemari biji kedelai muda sebagai “kedelai rebus”. Masyarakat di Jepang mengenal kedelai rebus dengan sebutan “Edamame”.

Alasan utama kedelai diminati masyarakat luas di dunia antara lain adalah karena dalam biji kedelai terkandung gizi tinggi, terutama kadar protein nabati. Di samping itu, kadar asam amino kedelai mengandung 340 mgr isoleusin, 480 mgr leusin, 400 mgr lisin, 310 mgr fenilalanin, 200 mgr tirosin, 80 mgr metionin, 110 mgr sistin, 250 mgr treonin, 90 mgr triptofan dan 330 mgr valin.

Kedelai selain berguna mencukupi kebutuhan gizi tubuh, juga berkhasiat sebagai obat beberapa jenis penyakit. Hasil penelitian di Inggris menunjukkan bahwa kedelai berkhasiat sebagai pencegah kanker dan jantung koroner. Timbulnya kanker dalam tubuh karena senyawa “nitrosamin”. Kedelai mengandung dua senyawa yang penting yaitu phenolik dan asam lemak tak jenuh. Kedua senyawa tersebut dapat menekan (menghalangi) munculnya bentuk senyawa nitrosamin, sehingga berfungsi sebagai penangkal kanker. Disamping itu kadar lethicin dalam kedelai dapat menghancurkan timbunan lemak dalam tubuh, sehingga secara tidak langsung dapat menekan penyakit darah tinggi dan menekan diare (Rukmana, 1996).

2.4 *Sclerotium rolfii*

a. Klasifikasi

Taksonomi *S. rolfii* adalah termasuk kerajaan Mycetae, divisi Eumycota, sub divisi Deuteromycotina, kelas Agromycetes, bangsa Agronomycetales (Myceliales), genus *Sclerotium*, spesies *Sclerotium rolfii* Sacc (Agrios, 1996).

Jamur *Sclerotium* merupakan jamur dalam ordo khusus *mycelia sterilia*. Dalam ordo ini terdapat sekitar 20 jamur, diantaranya yang terkenal adalah *Rhizoctonia* dan *Sclerotium*. *Sclerotium* menghasilkan banyak sklerotia kecil berwarna hitam dan menempel pada miselium putih seperti kapas. Banyak

Sclerotium merupakan parasit, diantaranya pada bawang putih, bawang merah dan banyak tanaman lagi (Dwidjoseputro, 1978).

b. Morfologi dan fisiologi

Jamur patogen *S. rolfsii* menghasilkan benang-benang putih berlimpah, halus, miselium bercabang yang membentuk banyak sclerotium (Gambar 2.1.) jamur ini juga sama seperti jamur lain yang menghasilkan hifa, tapi hifanya tidak menghasilkan spora melainkan sklerotia.



Gambar 2.1. Kultur dari jamur *S. rolfsii* pada media nutrisi (Agrios, 2005)

Menurut Chet *et al* (1969), sklerotia terdiri atas tiga lapisan, yaitu kulit dalam, kulit luar dan kulit teras. Pada kulit dalam terdapat 6-8 lapisan sel, kulit luar 4-6 lapisan sel, sedangkan kulit teras terdiri atas benang-benang hifa yang hialin dan tidak mengalami penebalan dinding sel.

Menurut Punja (1985), jamur sclerotium mengeluarkan eksudat yaitu ikatan ion protein, karbohidrat, enzim dan asam oksalik pada permukaan sclerotia. Di dalam sclerotia yang sudah tua, terkandung asam amino, asam lemak, gula dan lemak. Dinding sel sclerotia terdiri dari khitin, laminarin, β -1,3 glukosa, gula dan asam lemak. Menurut Agrios (2005), masa miselium ini menghasilkan sekresi asam oksalik dan juga pektinolitik, sellulolitik dan enzim lain yang ini semua dapat membunuh dan menghancurkan jaringan tanaman sebelum benar-benar masuk ke inang. Jamur menghasilkan miselium dan sklerotia secara cepat, khususnya pada kelembaban tinggi dan suhu yang tinggi antara 30 dan 35 derajat celcius.

c. **Siklus hidup dan penyebarannya**

Menurut Agrios (2005), penyakit rebah semai kedelai disebabkan oleh jamur *S. rolfsii*. Penyakit ini terjadi terutama di iklim hangat dan menyebabkan *damping-off* dari bibit, kanker pada batang, akar, mahkota daun, busuk pada umbi dan juga buah. Menurut Sastrahidayat (1989), jamur *S. rolfsii* dapat membentuk spora sebagai hasil karyogami dan meiosis dan dibentuk di dalam struktur khusus seperti kantong. Konidium dibentuk konidiofor yang bentuknya berbeda-beda. Dapat dibentuk bebas atau satu demi satu tanpa menunjukkan adanya ikatan satu sama lainnya dan tumbuh dari hifa somatik biasa atau dapat pula tersusun di dalam suatu badan buah tertentu. Menurut Dwijoseputro (1978), jamur *S. rolfsii* tidak membentuk spora dalam siklus hidupnya. Jamur membentuk miselium yang sangat agresif dan tumbuh menyerupai kapas, berwarna keputih-putihan pada jaringan tanaman yang terserang. Jamur akan membentuk sklerotia dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Sklerotia adalah sekumpulan miselium yang menggumpal dan memadat sebagai struktur istirahat (dorman) yang dapat bertahan dalam waktu yang lama (6-7 tahun) dan berkecambah jika kondisi lingkungan menguntungkan. Menurut Hanum (2008), *S. rolfsii* terutama berkembang dalam cuaca yang lembab. Kemampuan sklerotium bertahan pada lingkungan yang ekstrim dalam hal ini kondisi kering dan suhu yang tinggi disebabkan karena adanya kulit yang tebal dan keras (Domsch *et al*, 1980).

Penyebaran jamur melalui air, tanah yang sudah terinfestasi, peralatan yang telah terkontaminasi, biji yang terinfeksi, buah atau sayuran yang terinfeksi, dan pada beberapa inang, sklerotia bercampur dengan biji. Jamur menyerang jaringan tanaman secara langsung. Epidemiologi jamur ini menurut Domsch *et al* (1980), memiliki distribusi yang sangat luas dan umumnya terdapat pada daerah beriklim tropis atau daerah yang memiliki temperatur hangat khususnya Amerika Serikat bagian selatan, Amerika Tengah, India barat, Afrika, Italia, Iran, Jepang, Malaysia, Sri Lanka, Taiwan, Indonesia, Libanon, Nigeria dan Bangladesh. Tingginya infeksi serangan *S. rolfsii* di lapang, juga dipengaruhi oleh jumlah sklerotia di dalam tanah. Cendawan terutama terpencah bersama-sama dengan tanah atau bahan organik pembawanya. Sklerotium dapat terpencah karena terbawa oleh air yang mengalir (Hanum, 2008).

Fereira dan Boley (1992), menjelaskan bahwa *S. rolfsii* tumbuh dengan baik pada kondisi tanah masam dengan pH optimum bagi pertumbuhan miselium 3-5, sedangkan perkecambahan sklerotium optimum pada pH 2-5. Di atas pH 7 perkecambahan sklerotium akan terhambat. Pertumbuhan miselium dan perkecambahan sklerotium optimum pada suhu 25-35° C akan tetapi masih mampu tumbuh pada suhu 10-40° C. pada suhu 0° C miselium akan mati sedangkan sklerotium masih bisa bertahan sampai suhu -10° C.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *S. rolfsii* adalah kelembaban udara. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembaban optimum bagi pertumbuhan jamur ini adalah 25-35%. Pertumbuhan miselium *S. rolfsii* dan perkecambahan sklerotium lebih cepat jika terdapat sinar matahari terus menerus jika dibandingkan dengan kondisi gelap (Fereira dan Boley, 1992). Aerasi tanah juga sangat berpengaruh terhadap serangan jamur *S. rolfsii*. Jamur akan membentuk sklerotium apabila kandungan oksigen dalam tanah sekitar 15% dan karbondioksida kurang dari 4%.

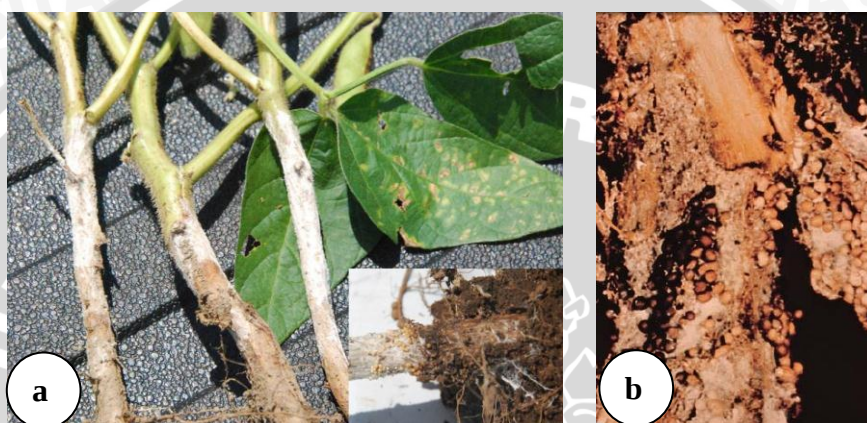
d. Gejala serangan

Menurut Adisarwanto dan Wudianto (1999) gejala serangan yang ditimbulkan oleh *S. rolfsii* adalah tanaman muda yang berumur 2-3 minggu mengalami kerusakan pada bagian pangkal batang. Fase perkecambahan sangat rentan terhadap serangan jamur ini karena sel-sel kulit batang masih lunak sehingga masih mudah terinfeksi dan akhirnya mati. Pada bagian yang terserang terdapat butir sklerotium berwarna coklat di antara jalinan benang jamur yang menyerupai kapas. Rusaknya pangkal batang menyebabkan bagian atas tanaman menjadi kering dan mati.

Tanaman yang sakit, layu dan menguning perlahan-lahan. Pada pangkal batang dan permukaan tanah di dekatnya terdapat benang-benang jamur berwarna putih seperti bulu (Semangun, 1993). Menurut Domsch (1990), infeksi pada jaringan inang umumnya terjadi 3-4 hari setelah inokulasi pada kondisi panas dan lembab. Cabang hifa relatif panjang diameter 5-9 µm, hifa berwarna hialin. Menurut Agrios (2005), infeksi jamur ini dimulai pada batang sukulen berbentuk lesio coklat gelap tepat di bawah garis tanah. Segera, dimulai dari daun terbawah menuju ke atas menguning dan selanjutnya mati. Pada tanaman dengan batang

sangat sukulen, batang bisa jatuh. Sedangkan pada tanaman keras seperti tomat, tanaman tetap berdiri tegak namun mulai kehilangan daunnya.

Pada tahap perkembangan selanjutnya, jamur menuju ke atas dan membentuk lesi pada batang dengan sebuah kapas (Gambar 2.2a). Pada jaringan yang terinfeksi bahkan pada tanah di dekatnya, jamur menghasilkan banyak sclerotium bulat kecil dengan ukuran seragam yang putih ketika dewasa dan menjadi coklat tua sampai hitam pada saat umurnya cukup (Gambar 2.2b).



Gambar 2.2. Gejala serangan patogen *Sclerotium rolfsii* (a) Lesi pada batang dengan adanya kapas. (b) Jamur menghasilkan Sclerotium (Agrios, 2005)

e. Pengendalian

Beberapa teknik pengendalian seperti rotasi tanaman, membalik tanah sehingga patogen terkubur pada tanah, pemupukan dengan jenis pupuk amonium, pemberian kapur, dan dalam beberapa kasus pemberian fungisida seperti PCNB ke tanah sebelum tanam atau dalam alur saat tanam hanya menghasilkan pengendalian yang bersifat parsial. Beberapa tahun terakhir, teknik pengendalian berubah antara lain dengan solarisasi tanah dan dengan menggunakan musuh alami spesies jamur dan bakteri antagonis. Yang terakhir adalah menggunakan teknik perlakuan pada biji dan juga organ propagatif lainnya sebelum dilakukan penanaman. Sejauh ini, semua teknik pengendalian tersebut berada dalam tahap percobaan (Agrios, 2005).

2.5 Biopestisida

Biopestisida adalah pestisida yang berasal dari organisme seperti hewan, tanaman, bakteri dan mineral (Arifin, 2013). Menurut Novizan (2002), pestisida

alami yang ramah lingkungan tidak hanya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Beberapa jenis bakteri, jamur dan virus yang sebelumnya dimusuhi pun bisa dimanfaatkan untuk membantu mengendalikan hama penyakit tanaman. Pestisida alami atau biopestisida yang kini dikenal dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Pestisida nabati (*botanical pesticides*) yang berasal dari ekstrak tanaman. Seperti diketahui berbagai jenis tanaman memproduksi senyawa kimia untuk melindungi dirinya dari serangan organisme pengganggu tanaman.
2. Pestisida biologis (*biological pesticides*) yang mengandung mikroorganisme pengganggu OPT. Seperti bakteri patogenik, virus dan jamur. Mikroorganisme ini secara alami memang merupakan musuh OPT, kemudian dikembangkan untuk keperluan perlindungan tanaman. Proses manufaktur dari organisme ini telah memungkinkan petani memakainya sebagaimana memakai pestisida lain dengan cara menyemprot atau menebarkannya.
3. Pestisida berbahan dasar mineral organik yang terdapat pada kulit bumi. Biasanya bahan mineral ini berbentuk kristal, tidak mudah menguap dan bersifat stabil secara kimia, seperti belerang dan kapur. Minyak bumi atau minyak nabati dan sabun pun dapat dipakai untuk mengendalikan OPT. Pada pertanian organik, minyak dan sabun sangat lazim dipakai (Novizan, 2002).

2.6 Pestisida nabati, kelebihan dan kekurangannya

Saat ini setidaknya terdapat lebih dari 2000 jenis tanaman yang telah diketahui memiliki kemampuan sebagai pestisida. Secara alami tanaman memproduksi senyawa beracun untuk melindungi spesiesnya dari kepunahan akibat serangan hama dan penyakit. Senyawa-senyawa ini disebut sebagai metabolit sekunder. Spesies tanaman yang tidak pernah diserang OPT yang menjadi pengganggu tanaman lain, bisa jadi mengandung baha metabolit sekunder yang dapat dipakai sebagai pestisida.

Kelebihan dan kekurangan dari pestisida nabati perlu diketahui agar dapat memanfaatkannya secara maksimal. Kelebihan pestisida nabati antara lain:

- Proses degradasi atau penguraian yang cepat. Cepat terurai oleh sinar matahari, udara, kelembaban dan komponen alam lainnya, sehingga

mengurangi resiko pencemaran tanah dan air. Tidak perlu khawatir ketika disemprotkan beberapa hari sebelum panen pada tanaman.

- Dibandingkan biopestisida atau pestisida alami lain, pestisida nabati memiliki aksi yang tergolong cepat. Bekerja cepat menghentikan nafsu makan OPT.
- Daya racun umumnya rendah pada mamalia, sehingga relatif lebih aman terhadap manusia dan hewan ternak.
- Selektivitas tinggi. Pengaruh pestisida nabati di lapangan hanya terlihat pada serangga perusak tanaman.
- Cara kerja berbeda dengan pestisida sintetis, menyebabkan pestisida nabati dapat diandalkan untuk mengatasi OPT yang kebal terhadap pestisida sintetis.
- Phitotoksisitas rendah, umumnya pestisida nabati tidak meracuni dan tidak merusak tanaman.

Sedangkan kekurangan dari pestisida nabati antara lain:

- Kurang dianggap efektif karena cepat terurai, sehingga diperlukan ketepatan waktu dan harus dilakukan secara berulang-ulang. Untuk menunjang keberhasilan pemakaian, siklus hidup dan masa aktif OPT sasaran harus diketahui terlebih dulu.
- Meski daya racunnya rendah, tetap harus ditanagani dengan hati-hati, karena hanya berguna jika dipakai dan dikelola dengan benar. Beberapa pestisida nabati bahkan lebih beracun daripada pestisida sintetis. Tabel berikut menunjukkan perbandingan nilai LD 50 pestisida nabati dan sintetis yang menunjukkan bahwa tidak selamanya pestisida nabati memiliki daya racun yang rendah.

Tabel 1.1. Nilai LD 50 oral beberapa jenis pestisida sintetis dan nabati

Jenis Pestisida	Golongan	Nilai LD 50 oral (mg/kg)
Piretroid	Sintetis	4000
Piretrin	Botani	1200-1500
Azadirachtin	Botani	5000
Nikotin murni	Botani	50-60
Karbofuran	Sintetis	8-14
Rotenon	Botani	60-1500
Sevin	Sintetis	240-283

- Sumber: Weinzierl dan Henn

Dalam menentukan tingkat racun pestisida dikenal istilah LD 50 Oral atau *lethal dosage 50% oral* yang berarti besarnya dosis yang menyebabkan kematian 50% dari populasi mamalia percobaan (biasanya tikus) jika pestisida tersebut termakan. Semakin besar angka yang ditunjukkan oleh LD 50 oral, semakin aman terhadap mamalia dan manusia. LD 50 oral dinyatakan dalam mg racun/kg bobot tubuh mamalia percobaan. Karenanya, saat aplikasi pestisida nabati, aturan keselamatan kerja harus tetap diperhatikan dan memakai peralatan pelindung.

- Produksi pestisida nabati secara massal untuk keperluan komersil masih menghadapi beberapa kendala, diantaranya ketersediaan jumlah bahan baku yang tidak mencukupi. Kandungan metabolit sekunder di dalam bagian tanaman umumnya sangat kecil, sehingga untuk mengumpulkannya dalam jumlah yang sangat besar diperlukan bahan baku yang besar pula.
- Kurangnya publikasi dan data-data penunjang tentang kemampuan pestisida nabati ini. Dapat dimaklumi karena kecenderungan pemakaiannya pun baru meningkat sekitar 10 tahun terakhir (Novizan, 2002).

2.7 Senyawa metabolit sekunder

Metabolit sekunder didefinisikan sebagai senyawa yang di sintesis oleh organisme (mikroba, tumbuhan dan sebagainya) tidak untuk memenuhi kebutuhan primernya (tumbuh dan berkembang) melainkan untuk mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan lingkungannya (Sumaryono, 1999). Metabolit sekunder tumbuhan disebut sebagai alelokimia yang didefinisikan sebagai senyawa kimia non nutrisi (tidak berfungsi sebagai makanan) yang diproduksi oleh tanaman, dapat mempengaruhi atau menghambat pertumbuhan, kesehatan, perilaku dan biologi spesies lain. Tumbuhan memproduksi ratusan ribu jenis metabolit sekunder. Dari jumlah yang sangat besar, diperkirakan baru sekitar seratus ribu senyawa yang telah teridentifikasi. Klasifikasi metabolit sekunder berdasarkan struktur molekul sangat sulit dilakukan, sehingga cenderung didasarkan atas jenis prekursor pada alur biosintesisnya, yaitu: Asetil-KoA, asam amino dan shikimat (Widarto, 2008).

Beberapa kelompok metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman digolongkan dalam tiga kelompok besar, yaitu:

1. Alkaloid.

Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung atom nitrogen yang tersebar secara terbatas pada tumbuhan. Alkaloid kebanyakan ditemukan pada angiospermae dan jarang pada gymnospermae. Menurut Widarto (2008), senyawa ini cukup banyak jenisnya dan kadang memiliki struktur kimia yang sangat berbeda satu sama lain, meskipun berada dalam satu kelompok. Klasifikasi alkaloid biasanya didasarkan pada prekursor pembentuknya. Kebanyakan dibentuk dari asam amino seperti lisin, tirosin, triptofan, histidin dan ornitin. Sebagai contoh, nikotin dibentuk dari ornitin dan asam nikotinat.

Alkaloid tidak mempunyai tatanama sistematis, oleh karena itu suatu alkoida dinyatakan dengan nama trivial, misalnya kuinin, morfin dan stiknin hampir semua nama trivial ini berakhir dengan yang mencirikan alkoida. Alkaloid didefinisikan sebagai senyawa yang bersifat basa, mengandung atom nitrogen yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Alkaloid seringkali beracun bagi manusia dan banyak yang mempunyai kegiatan fisiologi yang menonjol, jika digunakan secara luas dalam bidang pengobatan. Alkaloid biasanya tidak bewarna, seringkali bersifat optis aktif, kebanyakan berbentuk kristal hanya sedikit yang berbentuk cairan (misalnya nikotina) pada suhu kamar. Alkaloid dapat digolongkan dalam 3 golongan yaitu:

- a. Alkaloid sejati yaitu senyawa yang mempunyai cincin nitrogen heterosiklik, bersifat basa dan berasal dari asam amino.
- b. Alkaloid gabungan yaitu turunan asam amino, atom nitrogennya tidak dalam bentuk cincin heterosiklik. Alkaloid gabungan bersifat basa, dialam diturunkan dari biosintesis asam amino itu sendiri. Contohnya meskalina.
- c. Alkaloid semu yaitu basa tumbuhan yang mengandung nitrogen heterosiklik, memiliki aktifitas dan tidak mempunyai hubungan biosintesis dengan asam amino. Alkaloid semu diturunkan dari senyawa-senyawa terpenoid turunan asam asetat dan asam poliketonsifatik. Contohnya kafein yang terdapat pada kopi (Rizal, 2011).

2. Terpenoid.

Terpenoid merupakan kelompok metabolit sekunder terbesar. Saat ini hampir dua puluh ribu jenis terpenoid telah teridentifikasi. Kelompok ini merupakan derivat dari asam mevalonat atau prekursor lain yang serupa dan memiliki keragaman struktur yang sangat banyak. Struktur terpenoid merupakan satu unit isopren (C_5H_8) atau gabungan lebih dari satu unit isopren (Manitto, 1992).

Golongan senyawa ini dapat dipisahkan dari tumbuhan sumbernya melalui destilasi uap atau secara ekstraksi dan dikenal dengan nama minyak atsiri. Beberapa contoh minyak atsiri, misalnya minyak yang diperoleh dari cengkeh, bunga mawar, serai (sitronela), cukaliptus, peppermint, kamfer, sedar (tumbuhan cedrus) dan terpenin. Senyawa organik bahan alam golongan minyak atsiri sangat banyak digunakan dalam industri wangi-wangian (perfumery), makanan dan obat-obatan. Banyak tumbuhan (bunga, daun, buah, biji atau akar) yang berbau harum. Bau harum itu berasal dari senyawa yang terdiri dari 10 dan 15 karbon yang disebut terpenoid (Putri, 2011).

Berdasarkan jumlah atom karbonnya, terpenoid bisa digolongkan ke dalam kelompok: hemiterpenoid (C_5), monoterpenoid (C_{10}), sesquiterpenoid (C_{15}), diterpenoid (C_{20}), sesterterpenoid (C_{25}), triterpenoid (C_{30}), tetraterpenoid (C_{40}) dan politerpenoid ($C > 40$).

Monoterpenoid (C_{10}) berperan aktif dalam mekanisme pertahanan tumbuhan, contohnya pada keluarga coniferae. Monoterpenoid juga berfungsi sebagai penarik serangga (repellent). Contoh senyawa golongan monoterpenoid yang terkenal di dunia pengobatan adalah menthol, limonene, dan geraniol.

Sesquiterpenoid (C_{15}) bertekstur rasa pahit, berperan besar dalam mekanisme pertahanan tumbuhan, dan merupakan kelompok dengan keragaman senyawa terbesar, mencapai 200 jenis. Contoh sesquiterpen adalah artemisin, senyawa aktif dari tanaman *Artemisia annua*.

Diterpenoid (C_{20}) bersifat racun dan sanggup mengiritasi. Taxol adalah satu senyawa diterpenoid yang berhasil diisolasi dari tanaman yang di Barat dikenal sebagai Pacific Yew dan digunakan sebagai obat kanker.

Triterpenoid (C30) memiliki aktivitas fisiologi yang sangat berarti dalam dunia pengobatan tradisional. Komponen aktifnya bekerja untuk mengobati penyakit diabetes, berefek sitotoksik sehingga dipakai sebagai antitumor, mengatasi malaria, dan gangguan menstruasi. Contohnya azadirachtin dari tanaman mimba *Azadirachta Indica*, andrographolide dari sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan digitoxin dari tanaman *Digitalis purpurea*.

Terpena dan terpenoid menyusun banyak minyak atsiri yang dihasilkan oleh tumbuhan. Kandungan minyak atsiri memengaruhi penggunaan produk rempah-rempah, baik sebagai bumbu, sebagai wewangian, serta sebagai bahan pengobatan, kesehatan, dan penyerta upacara-upacara ritual. Nama-nama umum senyawa golongan ini seringkali diambil dari nama minyak atsiri yang mengandungnya. Lebih jauh lagi, nama minyak itu sendiri diambil dari nama (nama latin) tumbuhan yang menjadi sumbernya ketika pertama kali diidentifikasi. Sebagai misal adalah citral, diambil dari minyak yang diambil dari jeruk. Contoh lain adalah eugenol, diambil dari minyak yang dihasilkan oleh cengkeh (*Eugenia aromatica*) (Rizal, 2011).

3. Fenol.

Fenol merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada tumbuhan. Fenol memiliki cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksi (OH-) dan gugus-gugus lain penyertainya. Senyawa ini diberi nama berdasarkan nama senyawa induknya. Senyawa fenol kebanyakan memiliki gugus hidroksi lebih dari satu sehingga disebut sebagai polifenol. Kelompok terbesar dari senyawa fenol adalah flavonoid yang merupakan senyawa yang secara umum dapat ditemukan pada semua jenis tumbuhan. Biasanya, satu jenis tumbuhan mengandung beberapa macam flavonoid dan hampir setiap jenis tumbuhan memiliki profil flavonoid yang khas (Manitto, 1992).

Flavonoid adalah suatu kelompok yang termasuk ke dalam senyawa fenol yang terbanyak dalam, senyawa-senyawa flavonoid ini bertanggung jawab terhadap zat warna ungu, merah, biru dan sebagian zat warna kuning dalam tumbuhan. Berdasarkan strukturnya senyawa flavonoid merupakan turunan senyawa induk “flavon” yakni nama sejenis flavonoid yang terbesar jumlahnya

dan lazim ditemukan, yang terdapat berupa tepung putih pada tumbuhan primula (Putri, 2011).

Sebagian besar flavonoid yang terdapat pada tumbuhan terikat pada molekul gula sebagai glikosida, dan dalam bentuk campuran, jarang sekali dijumpai berupa senyawa tunggal. Disamping itu sering ditemukan campuran yang terdiri dari flavonoid yang berbeda kelas (Putri, 2011).

Ketiga kelompok metabolit sekunder ini yang memiliki potensi sebagai biopestisida. Kelompok utama metabolit sekunder yang dijumpai pada tanaman disajikan pada Tabel lampiran 1 (Widarto, 2008).

2.8 Klasifikasi dan kandungan metabolit sekunder beberapa tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati

Cengkeh ialah tanaman yang termasuk kelas Dycotyledonae, ordo Myrtales, famili Myrtaceae, genus *Syzygium* dan spesies *Syzygium aromaticum* (Plantamor, 2012a). Kandungan bahan aktif utama yang terdapat dalam cengkeh adalah eugenol sekitar 70-90% dan merupakan cairan tak berwarna atau sedikit kekuningan, menjadi coklat dalam udara, berbau dan berasa rempah-rempah. Dapat larut dalam alkohol, eter, klorofom dan mudah menguap serta sedikit larut dalam air. Eugenol cengkeh dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pestisida nabati, dari beberapa hasil penelitian menunjukkan senyawa eugenol efektif mengendalikan nematoda, jamur patogen, bakteri dan serangga hama (Manohara, 1999). Bagian tanaman cengkeh yang dapat digunakan sebagai fungisida nabati adalah bunga, tangkai bunga dan daun. Bagian tumbuhan tersebut digunakan dengan cara mengeringkan lalu menghaluskan sehingga menjadi bentuk tepung. Secara laboratorium dapat dibuat dengan ekstraksi (Kardinan, 2001).

Tembakau merupakan komoditas perkebunan dan bukan komoditas pangan serta termasuk famili Solanaceae, sub famili Nicotianae, genus *Nicotiana* dan spesies *Nicotiana tabacum* L. (Cahyono, 1998). Kandungan metabolit sekunder yang kaya juga membuatnya bermanfaat sebagai pestisida dan bahan baku obat. Kandungan utama tembakau adalah nikotin dan senyawa psikoaktif lainnya seperti germakren, anabasin dan alkaloida piperidin lainnya. Nikotin dengan rumus molekul $C_{10}H_{14}N_2$ merupakan komponen aktif farmakologis yang utama dari tembakau. Nikotin memiliki sifat fisik kimia dengan cairan berminyak

yang higroskopik, memiliki dua sistem cincin nitrogen, piridin dan pirolidin, sehingga dapat dikelompokkan dalam alkaloid piridin maupun pirolidin (Sarker, 2007).

Bawang putih merupakan tanaman herba yang tumbuh berumpun dan memiliki ketinggian sekitar 60 cm dan termasuk dalam kelas Dicotyledonae, ordo Liliales, famili Liliaceae, genus *Allium* dan spesies *Allium sativum* Linn. (Tjitrosoepomo, 2005). Umbinya bersiung-siung, bergabung menjadi umbi besar berwarna putih. Bawang putih merupakan salah satu jenis tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati untuk pengendalian hama dan penyakit pada tanaman sayuran. Kandungan kimia bawang putih terdiri dari tanin < 1% minyak atsiri, dialilsulfida, aliin, alisin, enzim alinase, vitamin A, B, C. Bawang putih dapat berfungsi sebagai bakterisida (bagian umbi), insektiisida (daun dan umbi) dan fungisida (daun dan umbi) (BPTP Jambi, 2009). Kandungan allisin pada bawang putih bermanfaat sebagai bakterisida dan fungisida. Senyawa ini memiliki sifat bakterisida dan menghambat perkembangan cendawan maupun mikroba lainnya (Solihin, 2009).

Kayu manis termasuk kingdom Plantae, divisi Magnoliophyta, kelas Dycotyledonae, ordo Laurales, famili Lauraceae, genus *Cinnamomum* dan spesies *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Plantamor, 2012b). Banyak ditemukan di daerah tropis dan subtropis. Thomas and Duethi (2001), menerangkan bahwa kayu manis mengandung minyak atsiri, *eugenol*, *safrole*, *cinnamaldehyde*, tannin, kalsium oksalat, damar, zat penyamak, dimana *cinnamaldehyde* merupakan komponen yang terbesar yaitu sekitar 70%.

2.9 Ekstrak daun cengkeh sebagai pestisida nabati

Pestisida organik adalah pestisida bahan aktifnya berasal dari tanaman atau tumbuhan, hewan dan bahan organik lainnya yang berkhasiat mengendalikan serangan hama penyakit pada tanaman. Pestisida organik tidak meninggalkan residu berbahaya pada tanaman maupun lingkungan serta dapat dibuat dengan mudah menggunakan bahan yang murah dan peralatan yang sederhana. Secara evolusi, tumbuhan telah mengembangkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya. Tumbuhan mengandung banyak bahan kimia yang merupakan produksi metabolit sekunder dan digunakan oleh tumbuhan

sebagai alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu. Walaupun hanya sekitar 10.000 jenis produksi metabolit sekunder yang telah teridentifikasi, tetapi sesungguhnya jumlah bahan kimia melampaui 400.000 lebih dari 2400 jenis tumbuhan yang termasuk dalam 235 famili dilaporkan mengandung bahan pestisida. Oleh karena itu, apabila kita dapat mengolah tumbuhan ini sebagai bahan pestisida maka akan sangat membantu masyarakat petani kita untuk mengembangkan pengendalian ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya setempat yang terdapat di sekitarnya (Kardinan, 2001).

Minyak daun cengkeh mengandung senyawa utama eugenol. Minyak atsiri umumnya diketahui mengandung senyawa golongan monoterpena dan seskuiterpena. Dari golongan terpena senyawa sinamaldehida, linalol, sitral, sitronelal, eugenol dan fenol mempunyai daya antibakteri serta anti cendawan yang kuat. Senyawa tersebut merusak membran sel bakteri atau cendawan sehingga menimbulkan lisis atau menghambat pertumbuhan selnya (Supriadi *et al.* 1999). Menurut Kardinan (2001), minyak atsiri merupakan kandungan terbanyak pada tanaman cengkeh. Bagian tanaman cengkeh yang dapat digunakan sebagai fungisida nabati adalah bunga, tangkai bunga dan daun. Bagian tumbuhan tersebut digunakan dengan cara mengeringkan lalu menghaluskan sehingga menjadi bentuk tepung. Secara laboratorium dapat dibuat dengan ekstraksi.

Berdasarkan penelitian di Balitro (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat), produk cengkeh berupa daun, gagang bunga, minyak cengkeh dan eugenol dapat menekan bahkan mematikan pertumbuhan miselium jamur, koloni bakteri dan nematoda. Karena itu produk cengkeh dapat digunakan sebagai fungisida, bakterisida, nematisida dan insektisida. Sebagai fungisida cukup potensial terutama untuk jenis patogen tanah antara lain *P. capsici*, *R. lignosus*, *Sclerotium* sp dan *F. Oxysphorum* (Asman *et al.* 1997). Formula pestisida nabati dengan bahan minyak atsiri cengkeh dan serai wangi dalam bentuk formula *emulsified concentrate* (EC) dapat menekan pertumbuhan *Rhizoctonia solani* sebesar 100% pada konsentrasi 0,025% secara *in vitro*. Formula EC konsentrasi 0,2% yang disemprotkan pada tanaman jahe setiap minggu selama empat bulan berturut-turut dapat mengendalikan penyakit bercak daun oleh jamur *Phyllosticta* sp sampai pada tingkat serangan di bawah 10% (Hartati, 2013).

Hasil penelitian dari Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar yang bekerjasama dengan Balittro, produk fungisida nabati dengan bahan cengkeh, serai wangi, senyawa eugenol murni, asam salisilat, sitronelal dan silikon semuanya dapat menekan pertumbuhan dan biomassa dari patogen *Phytophthora palmivora* penyebab busuk buah, kanker batang dan hawar bibit pada tanaman kakao. Formula eugenol plus asam salisilat paling baik dalam menekan pertumbuhan dan biomassa patogen secara *in vitro* (Harni *et al.* 2013).



3. METODE PENELITIAN

3.7 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan Rumah Kaca STPP II Ijen Nirwana, Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada April 2014 sampai Februari 2015.

3.8 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gunting, pisau, timbangan analitik, erlenmeyer, *becker glass*, *shaker*, *vacuum rotary evaporator* dan oven untuk pembuatan ekstrak tanaman sebagai pestisida nabati. Penggaris, *laminar air flow cabinet*, *autoclave*, jarum ose, *cork borer*, batang pengaduk kaca, bunsen, *handsprayer*, cawan petri, gelas ukur, botol kaca 100 ml, media tanam persemaian (tray semai) dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA), aluminium foil, kapas, tisu dan plastik *wrapping*. Daun cengkeh, daun tembakau, umbi bawang putih dan kayu manis untuk pembuatan ekstrak pestisida nabati. Aquades steril, spirtus, alkohol 70%, tanah, benih kedelai varietas burangrang dan inokulum jamur patogen *S. rolfsii* Sacc.

3.3 Metode penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu secara *in vitro* di laboratorium untuk menyeleksi ekstrak tanaman paling efektif dan secara *in vivo* di rumah kaca untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak tanaman yang tepat. Pada penelitian *in vitro* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), diulang empat kali dan menggunakan metode peracunan makanan (*Food poison technique*) di media tumbuh PDA. Berikut ini perlakuan penelitian secara *in vitro*:

- Penambahan ekstrak daun cengkeh (E1)
- Penambahan ekstrak daun tembakau (E2)
- Penambahan ekstrak bawang putih (E3)
- Penambahan ekstrak kayu manis (E4)
- Tanpa pemberian ekstrak tanaman/kontrol (E0)

Dari hasil penelitian di laboratorium diperoleh ekstrak tanaman paling efektif mengendalikan jamur *S. rolfii*. Ekstrak tanaman tersebut kemudian digunakan sebagai bahan tunggal untuk penelitian *in vivo* di rumah kaca. Pada penelitian *in vivo* menggunakan rancangan yang sama yaitu RAL yang diulang empat kali. Berikut perlakuan penelitian secara *in-vivo*:

- Tanpa penyiraman ekstrak tanaman atau kontrol (K0)
- Penyiraman ekstrak tanaman konsentrasi 0,5% (K1)
- Penyiraman ekstrak tanaman konsentrasi 0,75% (K2)
- Penyiraman ekstrak tanaman konsentrasi 1% (K3)
- Penyiraman ekstrak tanaman konsentrasi 1,25% (K4)
- Penyiraman ekstrak tanaman konsentrasi 1,5% (K5)

3.3.1 Persiapan penelitian

3.3.1.1 Pembuatan ekstrak tanaman

Pembuatan ekstrak tanaman sebagai pestisida nabati dari bagian tanaman yaitu daun cengkeh, daun tembakau, umbi bawang putih dan kayu manis. Ekstrak tanaman untuk penelitian secara *in vitro* dan *in vivo* berbeda cara mendapatkannya. Untuk penelitian *in vitro* keempat bahan tanaman didestilasi menggunakan alat *vacuum rotary evaporator*. Sebelum didestilasi, bahan-bahan yang masih basah dikeringkan dalam oven pada suhu 50° celcius selama 36 jam untuk mengurangi kadar air. Bahan seperti umbi bawang putih dan daun cengkeh yang masih basah kecuali daun tembakau dan kayu manis yang sudah kering saat mendapatkannya. Bahan-bahan kering kemudian dibuat ekstrak pestisida dengan cara 20 gram bahan dimasukkan ke dalam gelas shaker ditambah 100 ml alkohol 80%, dishaker selama 24 jam selanjutnya bahan tersebut disaring. Proses destilasi untuk mendapatkan ekstrak menggunakan alat *vacuum rotary evaporator* (gambar Lampiran 2). Ekstrak pestisida dari keempat bahan yang telah didestilasi disimpan dalam botol kaca tertutup. Ekstrak tanaman cengkeh, tembakau, bawang putih dan kayu manis hasil destilasi disajikan pada gambar lampiran 3.

Untuk penelitian *in vivo*, ekstrak yang digunakan adalah ekstrak paling efektif dari hasil pengujian secara *in vitro* yaitu daun cengkeh. Bahan penelitian di rumah kaca dibutuhkan dalam jumlah cukup banyak, sehingga ekstrak yang

digunakan berasal dari minyak atsiri daun cengkeh. Meskipun teknik ekstraksi bahan daun cengkeh untuk penelitian di laboratorium dan di rumah kaca berbeda, kandungan utama bahan tetap sama hanya berbeda pada hasil rendemen minyaknya. Dari hasil pengujian Habibi *et al* (2013), perbandingan metode *steam destillation* dan *steam hydro destillation* terhadap rendemen serta mutu minyak daun cengkeh adalah jumlah rendemen yang dihasilkan berbeda dan rendemen kandungan senyawa eugenol yang dihasilkan tingkat perbedaannya tidak terlalu jauh. Alasan menggunakan bahan dari minyak atsiri karena relatif lebih murah dan mudah didapat daripada pembuatan menggunakan alat *vacuum rotary evaporator*. Selain itu, untuk mendapatkan minyak atsiri dari bawang putih, kayu manis dan tembakau lebih sulit daripada minyak atsiri daun cengkeh yang memang banyak ditemukan di pasaran.

3.3.1.2 Media potato dextrose agar (PDA)

Pembuatan media PDA dari kentang 250 gram dikupas, dicuci bersih dan dipotong kubus ukuran 12 mm, direbus dalam 800 ml aquades hingga mendidih untuk diambil sari kentangnya. Kentang yang sudah lunak disaring dan disisihkan. Air hasil rebusan kentang ditambahkan 20 gram dextrose dan 100 ml aquades lalu direbus kembali. Setelah mendidih, tambahkan 20 gram agar dan 100 ml aquades kemudian diaduk merata. Setelah itu, semua bahan yang telah tercampur dimasukkan ke dalam botol kaca dan disterilkan di autoclave pada suhu 121° celcius selama 20 menit.

3.3.1.3 Media dedak dextrose

Media dedak dextrose digunakan untuk memperbanyak *S. rolfsii* pada penelitian *In vivo* di rumah kaca. Pembuatannya yaitu dedak sebanyak 20 gram dicampur dextrose sebanyak 0,2 gram atau 1% dari berat dedak. Dedak dan dextrose yang tercampur dimasukkan ke dalam botol selai, lalu ditambah air secukupnya dan diaduk rata. Sterilisasi ke dalam autoclave pada suhu 121° celcius selama 20 menit.

3.3.1.4 Perbanyak S. rolfsii

Biakan murni *S. rolfsii* diperoleh dari koleksi laboratorium Mikologi jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang. Sebelumnya

isolat ditumbuhkan di media PDA kemudian di inokulasikan ke tanaman untuk mengetahui gejala serangan penyakitnya sama atau tidak dengan penyakit rebah semai. Jika hasilnya sama kemudian jamur diisolasi kembali dan ditumbuhkan di media PDA.

Perbanyak jamur yang digunakan untuk penelitian *in vitro*, dilakukan pada media PDA dan dapat digunakan sebagai inokulum setelah berumur 7 hari (gambar Lampiran 4). Sedangkan untuk penelitian *in vivo*, perbanyak jamur *S. rolfsii* dilakukan di media campuran dedak dextrose. Isolat *S. rolfsii* di PDA umur 7 hari dipotong dengan *cork borer* diameter 5 mm sebanyak 3-5 potongan, kemudian di masukkan ke dalam media dedak dextrose yang telah disterilkan dan diinkubasi selama 10-14 hari pada suhu kamar sebelum digunakan sebagai inokulum penelitian *in vivo* (gambar Lampiran 5).

3.3.1.5 Tanaman kedelai

Benih kedelai yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Burangrang (gambar Lampiran 6), yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi).

3.3.2 Pelaksanaan penelitian

3.3.2.1 Penelitian di laboratorium (*in vitro*)

Pengujian daya hambat ekstrak tanaman di laboratorium dinamakan teknik peracunan makanan (*food poison technique*). Media PDA diberikan campuran ekstrak tanaman hasil destilasi dengan cara PDA cair pada suhu dibawah 70 derajat celcius di campur ekstrak lalu digoncang merata sebelum mengeras. Volume ekstrak yang ditambahkan ke semua perlakuan sama rata sebanyak 0,2 ml setiap 10 ml PDA cair (konsentrasi sekitar 2%). Volume ekstrak yang diberikan berdasarkan dari hasil uji pendahuluan yang disajikan pada gambar Lampiran 7. Media yang membeku tersebut dinamakan media beracun.

Isolat jamur *S. rolfsii* berumur 7 hari diambil dengan *cork borer* ukuran 5 mm dan diletakkan di bagian tengah media beracun. Pengamatan dilakukan terhadap diameter pertumbuhan koloni jamur setiap hari hingga miselium pada perlakuan kontrol memenuhi seluruh cawan petri. Hasil dari pengujian akan

diperoleh ekstrak yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan miselium jamur *S. rolfsii*.

Parameter pengamatan adalah persentase penghambatan jamur, dihitung berdasarkan rumus dari Noveriza dan Tombe (2000), yaitu:

$$\frac{a - b}{a} \times 100 \%$$

Keterangan : a = diameter koloni jamur pada kontrol

b = diameter koloni jamur pada perlakuan ekstrak tanaman

3.3.2.2 Penelitian di rumah kaca (*in vivo*)

Ekstrak tanaman yang digunakan adalah yang paling efektif menghambat pertumbuhan jamur patogen *S. rolfsii* berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, yaitu ekstrak daun cengkeh. Ekstrak yang digunakan dalam bentuk minyak atsiri. Formula pestisida nabati dibuat dengan cara minyak daun cengkeh diencerkan menggunakan air pada konsentrasi berbeda sesuai perlakuan. Konsentrasi dan teknik aplikasi pestisida nabati diperoleh berdasarkan dari serangkaian hasil uji pendahuluan (Lampiran 8-11). Teknik aplikasi pestisida nabati dengan cara disiramkan pada tanah yang mengandung jamur patogen *S. rolfsii* dan sebelumnya telah diinkubasikan selama sehari semalam. Setelah disiram (*soil treatment*) tanah dibiarkan selama 48 jam sebelum tanam. Benih ditanam tanpa perlakuan perendaman ekstrak tanaman (hasil uji pendahuluan bahwa perendaman benih pada konsentrasi yang digunakan menyebabkan penghambatan pertumbuhan atau fitotoksik). Jumlah inokulum jamur *S. rolfsii* yang diberikan ke tanah sebanyak 1 gram tiap 100 gram tanah yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan (Lampiran 12). Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan Sholichah (2009), jamur *S. rolfsii* yang diberikan ke tanah sebanyak 1 gram per 100 gram tanah sudah menyebabkan penyakit rebah semai dan tidak berbeda dengan 2 gram per 100 gram tanah.

Secara garis besar, penelitian dimulai dengan tanah yang diinokulasikan jamur patogen *S. rolfsii* lalu diinkubasi selama 24 jam, kemudian tanah disiram menggunakan formula minyak daun cengkeh dan tanah dicampur secara merata, tanah yang telah disiram diinkubasikan selama 48 jam. Selanjutnya, tanah dimasukkan ke dalam tray semai secara merata. Benih kedelai direndam ke air

sebelum tanam untuk mempercepat berkecambah. Jumlah benih kedelai setiap perlakuan sebanyak 100 benih yang diulang empat kali dengan enam perlakuan sehingga total benih yang dibutuhkan sebanyak dua ribu empat ratus benih.

Parameter pengamatan dalam penelitian yang dilakukan di rumah kaca adalah persentase serangan *S. rolfii* dengan pengamatan dilakukan setiap hari sampai 7 hari setelah tanam. Persentase serangan *S. rolfii* dihitung berdasarkan rumus dari Solichah (2009), dengan cara:

$$\frac{\text{Jumlah benih yang terserang } S. rolfii}{\text{Jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan maka dilanjutkan uji beda nyata antar perlakuan berdasarkan nilai koefisien keragaman (KK). Menurut Hanafiah (2012), pada kondisi homogen apabila nilai KK lebih dari 10% uji lanjutan sebaiknya menggunakan Uji Duncan, nilai KK antara 5-10% menggunakan uji BNT dan nilai KK maksimal 5% menggunakan uji BNJ.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian efektifitas ekstrak tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati secara *in vitro*

Hasil analisis ragam (Tabel Lampiran 13-19) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tanaman pada media PDA dengan metode peracunan makanan menghasilkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Penambahan ekstrak tanaman mampu meningkatkan persentase penghambatan pertumbuhan koloni jamur dibandingkan tanpa pemberian ekstrak tanaman atau kontrol. Semakin tinggi nilai persentase penghambatannya berarti semakin efektif mengendalikan jamur patogen. Berikut disajikan data persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan miselium jamur *S. rolfsii* pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan jamur *S. rolfsii* di media PDA yang ditambah ekstrak tanaman

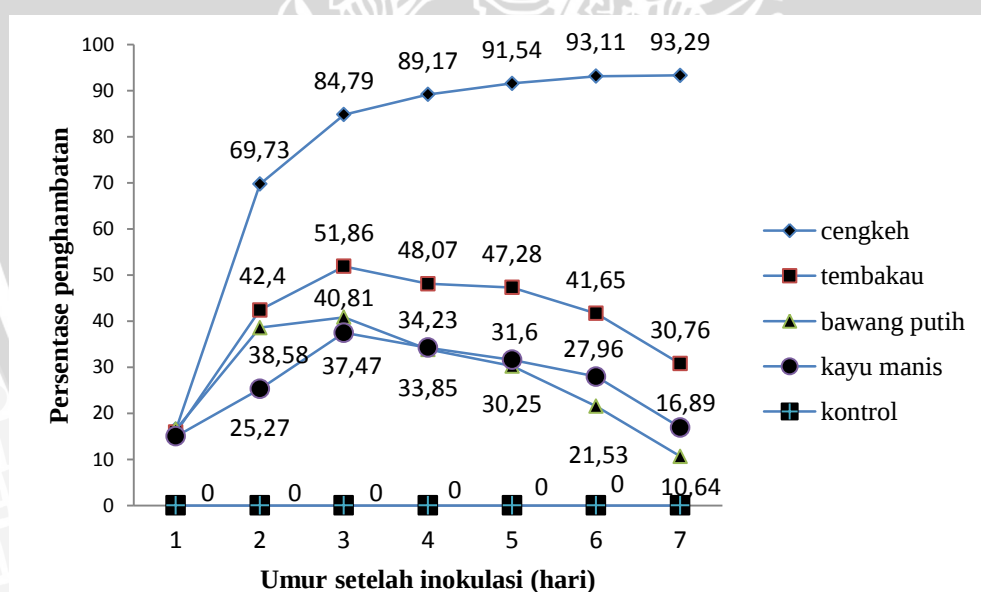
Perlakuan	Persentase penghambatan, setelah inokulasi (hari)						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	0	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Cengkeh	16,52	69,73 c	84,79 c	89,17 d	91,54 d	93,11 d	93,29 c
Tembakau	15,89	42,40 b	51,86 b	48,07 c	47,28 c	41,65 c	30,76 b
B. putih	16,52	38,58 b	40,81 b	33,85 b	30,25 b	21,53 b	10,64 a
K. manis	14,99	25,27 b	37,47 b	34,23 b	31,60 b	27,96bc	16,89 ab

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda jarak nyata Duncan taraf 5%. HSI = Hari setelah inokulasi.

Pada Tabel 4.1. menunjukkan penghambatan ekstrak tanaman terhadap koloni jamur *S. rolfsii* di media beracun, persentase penghambatannya berbeda-beda. Hari pertama pengamatan tidak ada perbedaan yang nyata antar ekstrak tanaman yang diujikan. Hari kedua, persentase penghambatan antara ekstrak tembakau, bawang putih dan kayu manis tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan ekstrak cengkeh dengan nilai penghambatan tertinggi. Hari ketiga penjelasannya sama dengan hari kedua. Hari keempat pengamatan, ekstrak bawang putih dan kayu manis persentase penghambatannya tidak berbeda nyata dan lebih kecil dari penghambatan ekstrak tembakau dimana ekstrak tembakau lebih kecil juga daripada ekstrak cengkeh dengan persentase penghambatan ekstrak cengkeh yang tertinggi. Hari kelima pengamatan, nilai persentase

penghambatannya sama dengan pada hari keempat. Hari keenam tidak berbeda nyata dengan hari keempat dan kelima. Hari ketujuh, persentase penghambatan bawang putih, kayu manis dan kontrol tidak berbeda nyata, ekstrak tembakau berbeda nyata dengan ekstrak cengkeh namun tidak berbeda nyata dengan kayu manis. Persentase penghambatan ekstrak daun cengkeh tertinggi.

Dari Tabel 4.1. persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap jamur patogen *S. rolfsii* disajikan dalam bentuk Grafik 4.1. di bawah ini. Dari seluruh hari pengamatan, kontrol tidak ada penghambatan terhadap pertumbuhan koloni jamur. Hari pertama, grafik semua perlakuan ekstrak tanaman hampir sejajar, yang berarti penghambatannya tidak berbeda nyata. Hari selanjutnya, ekstrak daun cengkeh semakin hari semakin naik persentase hambatannya sampai hari terakhir pengamatan, sedangkan ekstrak yang lainnya naik sampai hari ketiga saja dan pada hari selanjutnya mengalami penurunan. Berturut-turut ekstrak tanaman yang paling efektif dilihat dari grafik adalah ekstrak daun cengkeh, ekstrak tembakau, ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih.



Gambar 4.1. Grafik persentase daya hambat ekstrak tanaman terhadap koloni jamur *S. rolfsii*

Hasil dari pengujian *in vitro* di laboratorium (Lampiran 20-26), ekstrak tanaman memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan diameter koloni jamur *S. rolfsii* di media beracun. Data hasil pengamatan terhadap

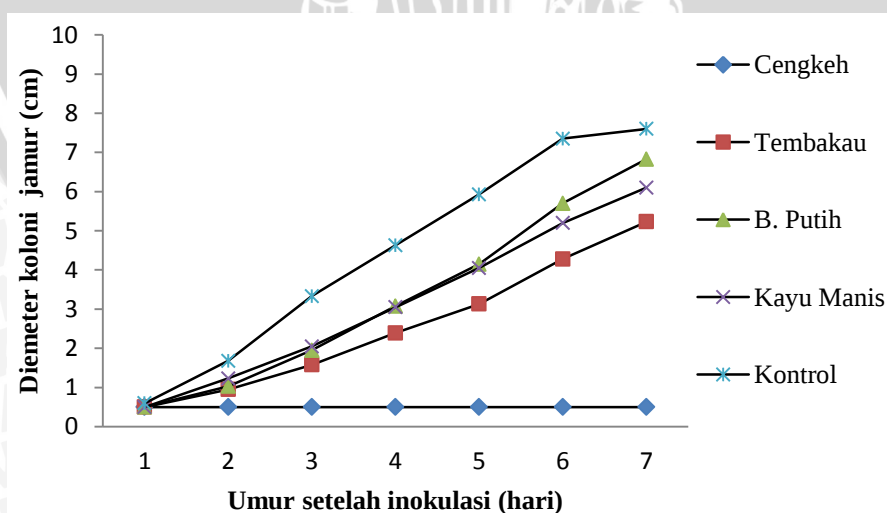
pertumbuhan diameter koloni jamur patogen pada berbagai media beracun disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun dari ekstrak tanaman

Jenis Pestisida	Diameter koloni (cm) pada umur (HSI)						
	1	2	3	4	5	6	7
Cengkeh	0,5	0,5a	0,5a	0,5a	0,5a	0,5a	0,5a
Tembakau	0,5	0,95b	1,58b	2,39b	3,13b	4,28b	5,23b
B. Putih	0,5	1,03b	1,95b	3,08c	4,15c	5,7c	6,83c
Kayu Manis	0,5	1,23b	2,05b	3,05c	4,05c	5,2bc	6,1bc
Kontrol	0,6	1,68c	3,33c	4,63d	5,93d	7,35d	7,6d

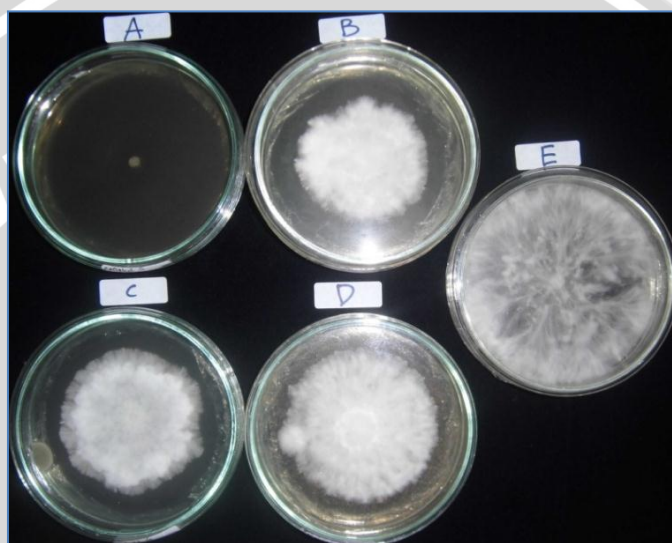
Ket: Angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda jarak nyata Duncan taraf 5%. HSI = Hari setelah inokulasi.

Dari data pada Tabel 4.2. bahwa ekstrak daun cengkeh memiliki kemampuan mematikan pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii*, karena tidak ada perubahan nilai pada diameter koloni jamur. Berbeda halnya dengan ekstrak tanaman lainnya, miselium jamur mampu tumbuh sejalan dengan bertambahnya hari setelah inokulasi dengan pertumbuhan yang meningkat setiap hari pada semua perlakuan kecuali ekstrak daun cengkeh. Grafik pertumbuhan diameter koloni jamur setelah direndam ekstrak tanaman disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik pertumbuhan diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media yang ditambah ekstrak tanaman

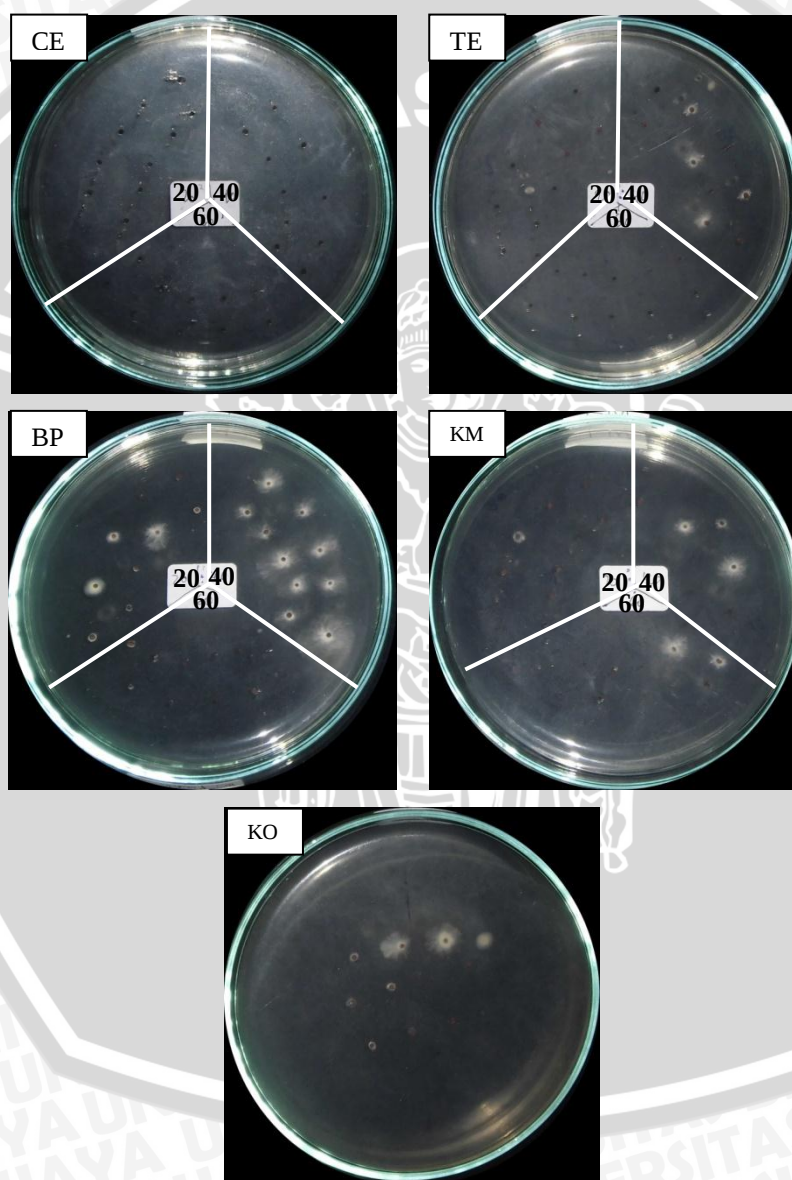
Hasil dokumentasi pada penelitian *in vitro* berupa pertumbuhan koloni jamur setelah penambahan ekstrak tanaman disajikan pada Gambar 4.3. Dari gambar terlihat bahwa ekstrak tanaman yang paling efektif mengendalikan jamur patogen *S. rolfsii* adalah ekstrak daun cengkeh. Pada hari ketujuh pengamatan, penambahan ekstrak cengkeh mampu menghambat bahkan mematikan miselium jamur, sedangkan ketiga ekstrak tanaman lainnya kemampuan penghambatannya lebih rendah daripada ekstrak daun cengkeh.



Gambar 4.3. Koloni *S. rolfsii* pada medium PDA yang diberi ekstrak tanaman.
A. ekstrak daun cengkeh,
B. ekstrak daun tembakau,
C. ekstrak bawang putih,
D. ekstrak kayu manis dan
E. kontrol.

Dari keempat ekstrak tanaman yang diuji semuanya memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* yaitu dapat menghambat pertumbuhannya yang berarti semua ekstrak tanaman yang diuji berpotensi sebagai fungisida. Kandungan zat yang terdapat di dalam ekstrak tanaman, masing-masing memiliki kemampuan berbeda sebagai zat antijamur. Senyawa yang dikandung dalam ekstrak tanaman inilah yang dinamakan sebagai metabolit sekunder. Metabolit sekunder dalam tanaman sendiri berfungsi sebagai mekanisme pertahanan dari serangan hama, penyakit, herbivora, moluska dan vertebrata (Shoedarma, 2013).

Perendaman sklerotia dari *S. rolfsii* selama 20, 40 dan 60 menit ke dalam ekstrak tanaman murni memberikan respon berbeda-beda. Pada hari ketiga, sklerotia yang direndam dalam ekstrak daun cengkeh tetap dalam keadaan dorman jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini semakin menguatkan posisi ekstrak daun cengkeh sebagai ekstrak paling efektif mengendalikan jamur *S. rolfsii* bahkan pada kondisi dorman. Perkecambahan sklerotia pada media PDA hari ketiga disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Perkecambahan dari sklerotia jamur *S. rolfsii* setelah direndam ekstrak tanaman selama 20, 40 dan 60 menit. CE = daun cengkeh, TE = daun tembakau, BP = bawang putih, KM = kayu manis dan KO = kontrol.

Ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) mengandung sekitar 70-90% senyawa eugenol, dan beberapa senyawa lain yaitu eugenil asetat dan β -caryophyllene namun yang paling penting adalah senyawa eugenol sebagai penentu kualitas (Alma *et al.* 2007). Senyawa eugenol dalam ekstrak cengkeh inilah yang berperan sebagai antijamur. Oyedemi *et al.* (2008), menyatakan bahwa mekanisme antimikroba eugenol antara lain mengganggu fungsi membran sel, menginaktivasi enzim, menghambat sintesis kitin, sintesis asam nukleat dan protein serta menghambat produksi energi oleh ATP (adenosine triphosphate). Eugenol pada daun cengkeh telah berhasil menghambat pertumbuhan berbagai jamur penyakit tanaman lainnya. Seperti hasil dari penelitian Noveriza dan Tombe (2000), ekstrak dari limbah pabrik rokok berupa cengkeh matang pada konsentrasi 1 persen dapat menghambat sampai 100% beberapa jamur patogen tanah yang diuji secara *in vitro* yaitu *Rigidoporus lignosus*, *Fusarium oxysphorum* f.sp. *vanillae*, *Colletotrichum gloesporioides* dan *Sclerotium rolfsii*. Tombe (2010), mengemukakan bahwa ekstrak tanaman cengkeh yang berasal dari daun, gagang dan bunga bersifat fungisida terhadap jamur patogen *Fusarium oxysphorum* f.sp. *vanillae* penyebab penyakit busuk batang vanili dibandingkan dengan ekstrak tanaman uji lainnya. Hasil penelitian Tombe (2010), aplikasi di lapangan secara langsung dengan menggunakan seresah daun cengkeh atau dalam bentuk tepung dapat menekan populasi patogen busuk batang vanili dalam tanah sebesar 70-79% dan mencegah penularan penyakit 50-94%.

Daun tembakau (*Nicotiana tabacum*) mengandung senyawa nikotin dalam jumlah tertinggi dan mengandung senyawa psikoaktif lainnya seperti germakren, anabasin dan alkaloida piperidin lainnya (Wikipedia, 2014). Hasil penelitian Noveriza dan Tombe (2000), limbah pabrik rokok berupa tembakau matang dapat menghambat pertumbuhan jamur *R. lignosus* dan *S. rolfsii* lebih besar dari 50% pada konsentrasi 1%. Sedangkan pada konsentrasi 2% mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. gloesporioides* dan *F. Oxysphorum* lebih besar dari 50%. Hasil penelitian terdahulu sejalan dengan penelitian yang telah dilaksanakan ini, ekstrak tembakau dapat menghambat pertumbuhan jamur *S. rolfsii* sebesar 30,76%.

Bawang putih (*Allium sativum* L.) juga dilaporkan mengandung senyawa antijamur. Hasil uji fitokimia bawang putih oleh Sumetriani (2010), ekstrak bawang putih mengandung zat triterpenoid dan saponin. Bersamaan dengan pengujian fitokimia juga dilakukan pengujian ekstrak bawang putih dalam menghambat pertumbuhan jamur *Leginidium* sp. penyebab penyakit pada abalone sejenis hewan kerang. Pada konsentrasi 0,5% ekstrak bawang putih mampu menghambat pertumbuhan jamur *Leginidium* sp. sebesar 100% pada media agar kentang dextrose. Hasil penelitian Perello *et al* (2013), Allisin dalam ekstrak bawang putih dapat menghambat pertumbuhan hifa dan perkecambahan spora dari jamur *Drechslera tritici-reperts*, *Bipolaris sorokiniana* dan *Septoria tritici* penyebab penyakit penting pada tanaman gandum secara *in vitro*.

Kayu manis (*Cinnamomum zeylanicum*) dilaporkan juga mengandung senyawa antijamur. Hasil identifikasi senyawa penyusun minyak kulit batang kayu manis dengan kandungan terbesar adalah sinamaldehyd, eugenol hanya beberapa persen dan sinamil asetat (Prasetya dan Ngadiwiyan, 2006). Kandungan sinamaldehyd inilah yang dapat menghambat beberapa pertumbuhan jamur patogen. Hasil penelitian Istianto dan Eliza (2009), minyak atsiri yang diekstrak dari daun kayu manis dapat menghambat pertumbuhan miselium jamur *Colletotrichum* sp. penyebab antraknosa pada pisang. Dari penelitian yang dilakukan Dian (2008), terbukti minyak atsiri kayu manis memiliki aktifitas antijamur sebesar 100% terhadap *Malassezia furfur* (jamur penyebab panu) secara *in vitro* sejak konsentrasi 6,25%. Dari penelitian Riska *et al* (2011), potongan dari daun kayu manis yang diaplikasikan di lapang mampu menghambat inkubasi dan persentase serangan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang.

Dari keempat ekstrak tanaman yang diujikan diatas, telah diketahui semuanya memiliki kandungan senyawa anti jamur. Kemampuan penghambatan masing-masing ekstrak berbeda. Pada konsentrasi yang sama, dari keempat jenis ekstrak tanaman yang paling efektif menghambat pertumbuhan koloni jamur *S. rolf sii* adalah ekstrak daun cengkeh sebesar 93,29%, ekstrak kedua yang efektif adalah tembakau dengan persentase sebesar 30,76%, ekstrak ketiga adalah kayu manis sebesar 16,89% dan ekstrak bawang putih merupakan ekstrak yang efektifitasnya paling rendah daripada ketiga ekstrak lainnya sebesar 10,64%.

Efektifitas dari masing-masing ekstrak tanaman berbeda dalam menghambat pertumbuhan jamur *S. rolfsii* dikarenakan kandungan senyawa antijamur yang dimiliki setiap ekstrak tanaman juga berbeda.

Mekanisme penghambatan yang terjadi adalah senyawa antijamur dalam setiap tanaman merusak membran sel. Seperti dikemukakan Supriadi *et al* (1999), minyak atsiri umumnya diketahui mengandung senyawa golongan monoterpena dan seskuiterpena. Dari golongan terpena senyawa sinamaldehida, linalool, sitral, sitronelal, eugenol dan fenol mempunyai daya anti bakteri serta anti cendawan yang kuat. Senyawa tersebut merusak membran sel bakteri atau cendawan sehingga menimbulkan lisis atau menghambat pertumbuhan selnya.

4.2 Pengujian ekstrak tanaman paling efektif di rumah kaca (*in vivo*)

Ekstrak tanaman paling efektif dari hasil uji laboratorium digunakan untuk pengujian di rumah kaca yaitu ekstrak daun cengkeh. Hasil analisis ragam (Lampiran 27-32) menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun cengkeh pada konsentrasi 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25% dan 1,5% berbeda sangat nyata. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun cengkeh intensitas serangan penyakit semakin menurun. Data hasil penelitian *in vivo* di rumah kaca disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi ekstrak daun cengkeh di rumah kaca

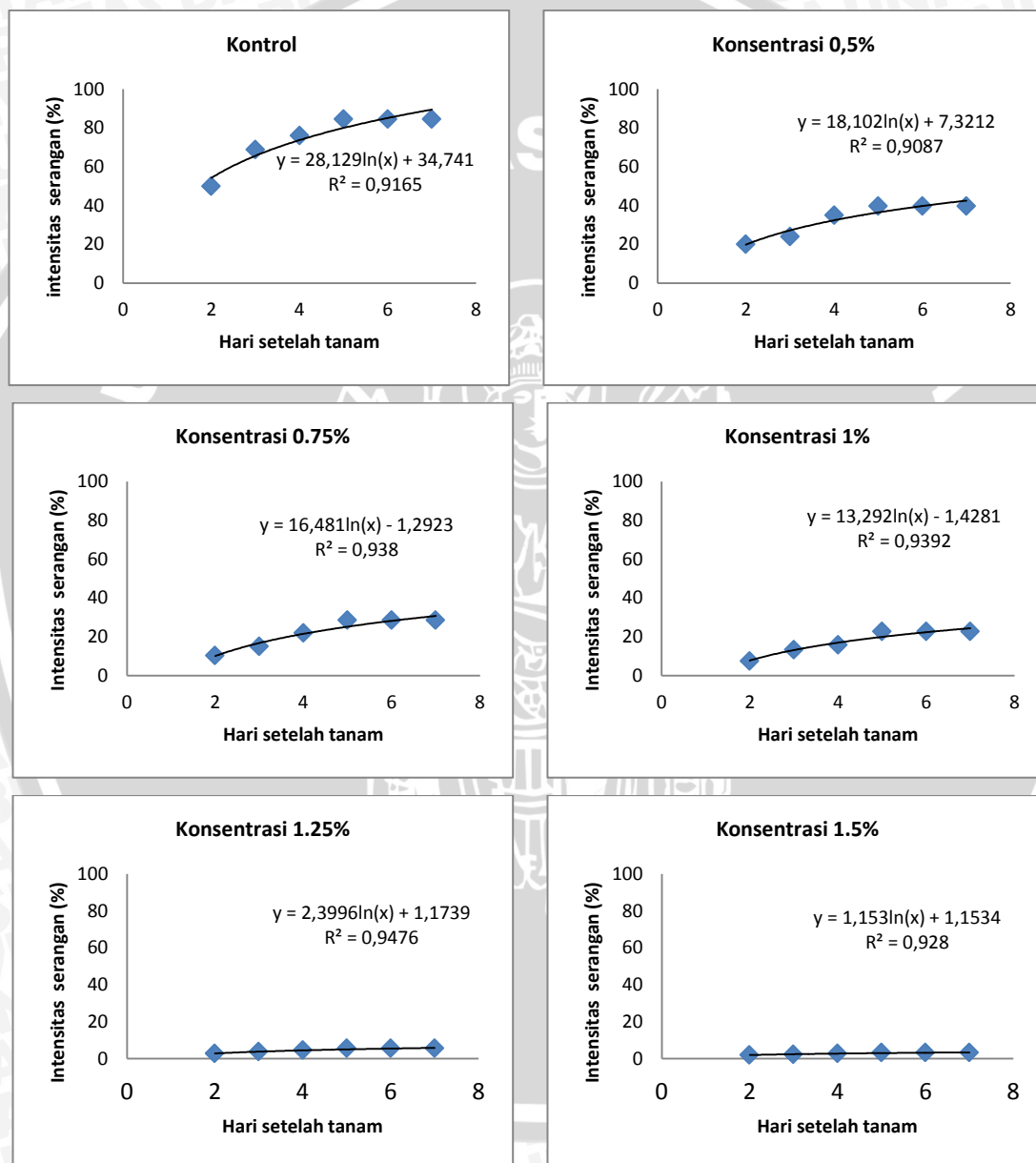
Perlakuan	Serangan jamur <i>S. rolfsii</i> (%) setelah tanam (hari)					
	2	3	4	5	6	7
Kontrol	50 e	68,75 e	76 e	84,5 f	84,5 f	84,5 f
Konsentrasi 0,5%	20 d	24 d	35 d	39,75 e	39,75 e	39,75 e
Konsentrasi 0,75%	10,25 c	15 c	22 c	28,5 d	28,5 d	28,5 d
Konsentrasi 1%	7,5 b	13,25 b	15,75 b	22,75 c	22,75 c	22,75 c
Konsentrasi 1,25%	2,75 a	3,75 a	3,75 a	5,5 b	5,5 b	5,5 b
Konsentrasi 1,5%	2 a	2,25 a	2,25 a	3,25 a	3,25 a	3,25 a
Nilai BNT	1,42	1,61	3,43	1,93	1,93	1,93

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Terkecil taraf 5%. HST = Hari setelah tanam

Dari data hasil penelitian diatas menunjukkan aplikasi ekstrak daun cengkeh pada konsentrasi 1,5% dapat menurunkan intensitas serangan penyakit rebah semai mencapai 3,25%. Semakin kecil intensitas serangan penyakit rebah

semai berarti semakin efektif konsentrasi ekstrak daun cengkeh untuk mengendalikan jamur patogen ini.

Tingkat serangan penyakit rebah semai pada perlakuan kontrol paling tinggi dibandingkan perlakuan aplikasi ekstrak daun cengkeh. Hasil analisis regresi (Gambar 4.5), bahwa intensitas serangan jamur patogen *S. rolfsii* pada berbagai konsentrasi memiliki pengaruh yang beragam.

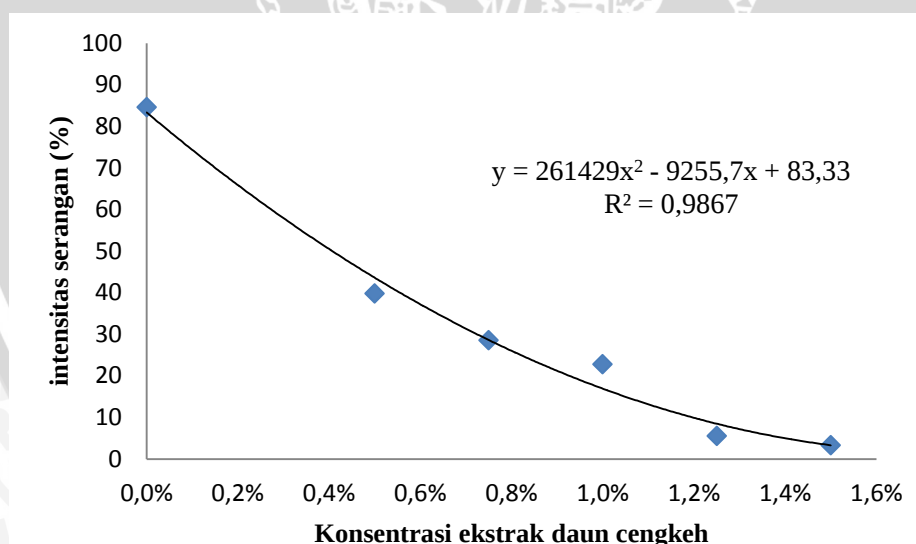


Gambar 4.5. Grafik perkembangan intensitas serangan penyakit rebah semai (%) pada berbagai konsentrasi ekstrak daun cengkeh

Dari pengamatan dua sampai tujuh hari setelah tanam tampak bahwa slope perkembangan penyakit ada yang landai sampai dengan yang tajam. Slope

perkembangan ini mencerminkan tingkat kecepatan perkembangan penyakit yang dikenal dengan istilah laju infeksi (Djauhari, 2012). Slope yang paling landai ditunjukkan oleh grafik perkembangan intensitas serangan penyakit rebah semai pada konsentrasi 1,5%. Sementara slope tertinggi ditunjukkan oleh perkembangan intensitas serangan penyakit rebah semai pada kontrol. Pada slope yang landai menunjukkan bahwa laju infeksi penyakit rebah semai pada perlakuan ekstrak daun cengkeh konsentrasi 1,5% adalah stagnan dan meningkat pada kontrol.

Hubungan konsentrasi ekstrak daun cengkeh terhadap intensitas serangan penyakit di rumah kaca memiliki bentuk hubungan korelasi negatif. Artinya semakin besar nilai konsentrasi ekstrak daun cengkeh, maka semakin kecil serangan jamur *S. rolfsii* di persemaian. Hasil analisis regresi (Gambar 4.6) pada hari ketujuh pengamatan, diperoleh nilai R^2 sebesar 0,98 yang artinya 98% konsentrasi ekstrak daun cengkeh memiliki kemampuan dalam mempengaruhi tingkat serangan jamur *S. rolfsii* dan sisanya 2% dipengaruhi oleh faktor lain. Pada konsentrasi ekstrak daun cengkeh 1,5%, persentase serangan hanya sebesar 3,25% lebih rendah daripada perlakuan lainnya dan kontrol.

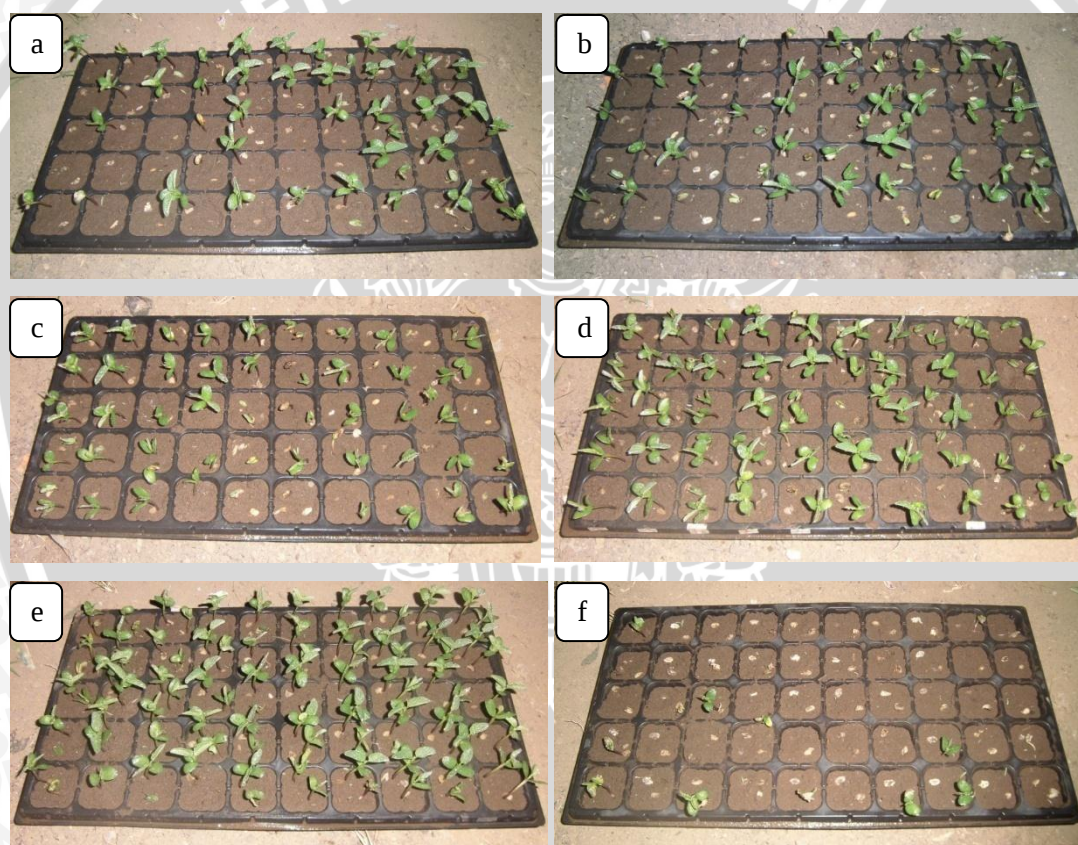


Gambar 4.6. Grafik pengaruh konsentrasi ekstrak daun cengkeh terhadap tingkat serangan penyakit rebah semai pada umur 7 hari setelah tanam

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa perlakuan kontrol memiliki intensitas serangan paling tinggi. Perlakuan pada ekstrak daun cengkeh semakin menurun sejalan dengan bertambahnya konsentrasi. Semakin grafik ke arah kanan atau

semakin besar konsentrasi ekstrak, nilai intensitas serangan menjadi rendah. Arah grafik yang turun melandai terhadap intensitas serangan penyakit bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun cengkeh dapat menghambat laju infeksi serangan penyakit rebah semai.

Pengamatan tingkat serangan jamur *S. rolfsii* hanya dilakukan sampai tujuh hari setelah tanam karena mulai pengamatan hari kelima sampai ketujuh, intensitas serangan tidak mengalami perubahan. Perlakuan aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 1,5%, pertumbuhan benih sudah mencapai 96% (Gambar 4.7e), pertumbuhan ini sudah memenuhi kriteria persentase daya kecambah benih yang normal. Dokumentasi penelitian di rumah kaca disajikan pada Gambar 4.7.

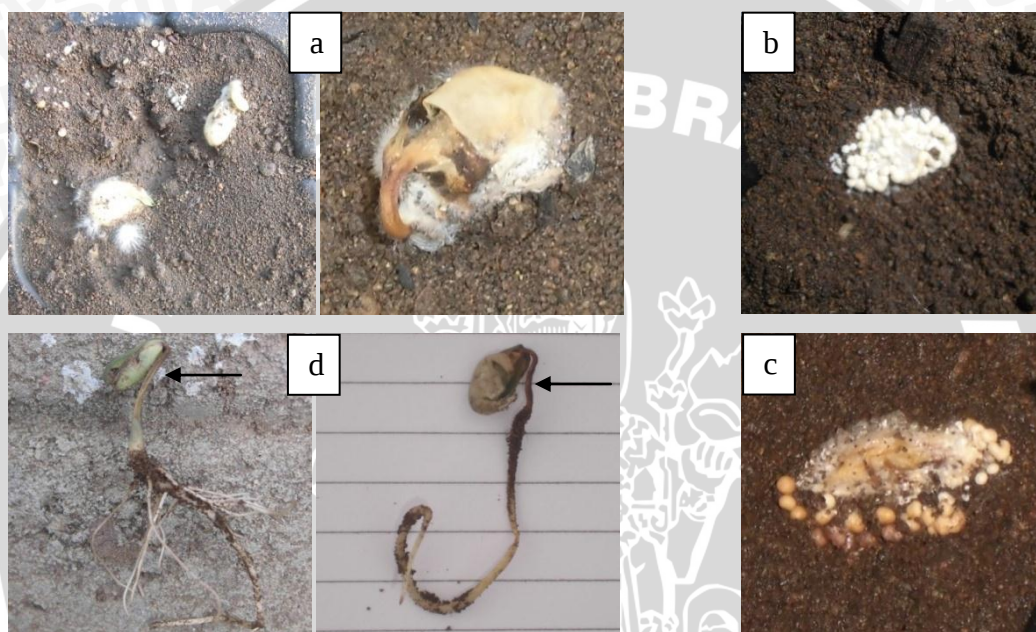


Gambar 4.7. Pertumbuhan benih kedelai 7 hari setelah tanam pada tanah yang telah diinfestasikan jamur *S. rolfsii* kemudian aplikasi ekstrak daun cengkeh.

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| a. Konsentrasi 0,5%. | c. Konsentrasi 1%. | e. Konsentrasi 1,5% |
| b. Konsentrasi 0,75%. | d. Konsentrasi 1,25%. | f. kontrol |

Benih yang dianggap mati karena serangan jamur dilihat dari gejala dan tanda serangan. Benih yang terserang mula-mula diselimuti oleh miselium

berwarna putih dan benih yang terinfeksi jamur patogen kemungkinan besar tidak akan tumbuh dengan gejala benih berwarna kecoklatan dan kering (Gambar 4.8a). Apabila kondisi lingkungan lembab, pada umur 3-4 hari miselium putih akan berubah dan muncul sklerotium muda berwarna putih (Gambar 4.8b) yang kemudian semakin gelap dengan bertambahnya umur (Gambar 4.8c). Sedangkan bibit juga dapat terserang jamur patogen dengan gejala pangkal batang busuk dan kering serta diselimuti hifa putih (Gambar 4.8d).



Gambar 4.8. Gejala dan tanda serangan penyakit rebah semai oleh *S. rolfsii*.

- Benih kedelai kering karena terinfeksi *S. rolfsii* dan terdapat miselium putih menyelimuti benih.
- Miselium berubah bentuk menjadi gumpalan warna putih (sklerotia).
- Sklerotium berubah warna menjadi kuning kecoklatan dan semakin gelap.
- Busuk pada pangkal batang bibit kedelai.

Benih yang pertumbuhannya tidak normal namun tidak ada gejala dan tanda serangan jamur bukan termasuk benih yang terserang penyakit. Dari pengamatan di rumah kaca, dijumpai benih yang tumbuh tidak normal karena kulit ari dari benih tidak terlepas dengan sempurna. Untuk benih yang seperti ini masih dianggap hidup dan dapat tumbuh meskipun pertumbuhannya mengalami keterlambatan. Benih seperti ini disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Benih kedelai pertumbuhannya terganggu dengan adanya kulit ari yang mengering dan dikategorikan bukan benih yang terserang.

Dari penjabaran hasil penelitian di atas diketahui konsentrasi ekstrak daun cengkeh paling efektif adalah 1,5%. Peningkatan jumlah tanaman yang hidup merupakan indikator bahwa perlakuan penyiraman ekstrak daun cengkeh pada tanah yang terinfeksi jamur patogen *S. rolfsii* dapat membunuh jamur patogen tersebut sehingga tidak menyerang benih kedelai. Pada konsentrasi ekstrak daun cengkeh yang lebih rendah, jamur masih bisa bertahan hidup dan menyebabkan tanaman terserang penyakit. Hal ini mungkin dikarenakan pada konsentrasi yang rendah, kandungan senyawa aktif dalam minyak daun cengkeh tidak bisa membunuh total keseluruhan jamur patogen di tanah. Minyak atsiri daun cengkeh mudah sekali menguap, oleh karena itu, setelah aplikasi, tanah harus ditutup untuk diinkubasi agar kinerja dalam membunuh jamur patogen bekerja dengan baik. Tanah yang telah disiram ekstrak daun cengkeh tidak langsung ditanami benih kedelai, karena dari hasil uji pendahuluan, minyak daun cengkeh pada konsentrasi tertentu terasa panas di kulit, apalagi jika langsung diaplikasikan ke benih dapat menghambat pertumbuhan (fitotoksik). Sehingga aplikasi ekstrak daun cengkeh pada konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini sebatas untuk perlakuan tanah (*soil treatment*).

Pada konsentrasi yang rendah, patogen masih mampu hidup dalam tanah, sehingga masih dapat menyebabkan benih terserang penyakit. Benih yang terinfeksi jamur patogen berubah warnanya dan tidak tumbuh. Kemungkinan matinya benih, disebabkan jamur patogen yang menyerang mengeluarkan senyawa tertentu yang dapat merusak jaringan tanaman. Menurut Agrios (2005), jamur *S. rolfsii* menyerang jaringan tanaman secara langsung. Masa miselium ini menghasilkan sekresi asam oksalik dan juga pektinolitik, sellulolitik dan enzim

lain yang ini semua dapat membunuh dan menghancurkan jaringan tanaman sebelum benar-benar masuk ke inang. Jamur menghasilkan miselium dan sklerotia secara cepat, khususnya pada kelembaban tinggi dan suhu yang tinggi (antara 30 dan 35 derajat celcius).

Pada konsentrasi pestisida nabati yang tinggi, intensitas serangan turun ditandai dengan banyaknya benih yang berkecambah. Mungkin disebabkan oleh konsentrasi pestisida yang tepat dalam penelitian ini (1,5%) dapat efektif membunuh jamur patogen. Efek panas yang terjadi jika tersiram kulit adalah reaksi dari senyawa eugenol yang apabila diaplikasikan pada tanah yang mengandung jamur patogen akan menyebabkan jamur tersebut menjadi mati. Hasil penelitian Oyedemi *et al* (2009), komponen minyak atsiri berupa eugenol pada konsentrasi penghambatan terendah antara 0,25% dan 0,50% dapat membunuh bakteri gram positif *Listeria monocytogenes* dan *Streptococcus pyogenes*. Pada konsentrasi 0,5% dan 0,75% dapat membunuh bakteri gram negatif *Eschericia coli* dan *Proteus vulgaris*. Mekanisme yang terjadi adalah komponen minyak atsiri berupa eugenol mampu menyebabkan sel lisis serta kebocoran kandungan lipid dan protein bakteri. Selain itu, mekanisme antimikroba eugenol antara lain mengganggu fungsi membran sel, menginaktivasi enzim, menghambat sintesis kitin, sintesis asam nukleat dan protein serta menghambat produksi energi oleh ATP (adenosine triphospat). Bakteri gram positif dan negatif keduanya secara signifikan mengalami kerusakan pada membran dan dinding selnya. Dari pernyataan inilah, bisa diketahui bahwa selain dapat merusak membran dan dinding sel bakteri, eugenol juga dapat merusak dinding sel dari jamur *S. rolfii*. Menurut Widyastuti *et al*, (2003), dinding sel *S. rolfii* mengandung 1,3-glucans dan khitin. Kerusakan pada dinding sel jamur ini mengakibatkan kematian dan tidak bisa menginfeksi benih kedelai sehingga pertumbuhan dari benih kedelai semakin tinggi.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Ekstrak tanaman yang diperoleh dari berbagai sumber seperti daun cengkeh, daun tembakau, umbi bawang putih dan kayu manis hasil dari proses destilasi memiliki efektivitas berbeda-beda. Ekstrak daun cengkeh paling efektif menghambat pertumbuhan dan perkembangan koloni jamur *S. rolfsii* secara *in vitro*.
2. Ekstrak daun cengkeh pada konsentrasi 1,5% optimal dalam menekan serangan penyakit rebah semai dengan perlakuan penyiraman pada tanah sebelum penanaman.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian skala lapangan di daerah yang endemik dengan menggunakan ekstrak daun cengkeh pada konsentrasi yang tidak menyebabkan fitotoksik apabila disiram langsung ke tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T dan R. Wudianto. 1999. Meningkatkan hasil panen kedelai. Penebar Swadaya: Jakarta. 21-26h.
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 694h.
- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology 5th edition. Elsevier Academic Press. New York. 593-599h.
- Alma, M.H., M. Ertas, S. Nitz and H. Kollmannsberger. 2007. Chemical composition and content of essential oil from the bud of cultivated Turkish clove (*Syzygium aromaticum* L.) Bio Resources 2(2) : 265-269h
- Asman, A. M. Tombe dan D. Manohara, 1997. Peluang produk cengkeh sebagai pestisida nabati. Monograf Tanaman Cengkeh. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 90 – 102h.
- Atman. 2006. Budidaya tanaman kedelai di lahan sawah Sumatera Barat. Jurnal Ilmiah Tambua 5 (3): 288 – 296h.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012. Kinerja produksi dan harga kedelai serta implikasinya untuk perumusan kebijakan percepatan pencapaian target sukses kementerian pertanian. (online). (Diunduh dari http://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/pdf/files/anjak_2012_07.pdf. Pada tanggal 24 Maret 2015).
- BP4K Sukabumi, 2012. Budidaya kedelai. (online). (Diunduh dari <http://bp4kkabsukabumi.net/...275>. Pada tanggal 2 Maret 2014).
- BPTP Jambi. 2009. Pemanfaatan pestisida nabati pada tanaman sayuran. Departemen Pertanian, Jambi.
- Cahyono, B. 1998. Tembakau: budidaya dan analisis usaha tani. Kanisius. Yogyakarta. 9h.
- Chamzurni, T; R. Sriwati dan R.D. Selian. 2011. Efektivitas dosis dan waktu aplikasi *Trichoderma virens* terhadap serangan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai. Jurnal Floratek 6:62-73h.
- Chet, I; Y. Henis, and Kislev. 1969. Ultrastructure of sclerotia and hyphae of *Sclerotium rolfsii* Sacc. Gen. Microbiol 57: 143–147h.
- Deptan. 2014. Pemanfaatan dan cara pembuatan pestisida nabati. Pusat Penyuluhan Pertanian. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Jakarta.

- Djauhari, S. 2012. Structural equation modeling penyakit busuk batang (*Sclerotium rolfsii*) pada kedelai: pemahaman patosistem melalui pendekatan model persamaan berstruktur. (online). (Diunduh dari <http://syamsuddin.lecture.ub.ac.id/2012/01/sem-penyakit-busuk-batang-kedelai/>. pada tanggal 30 Maret 2015).
- Domsch, K.H; W. Gams dan T.H. Anderson. 1980. Compendium of soil fungi vol.1. Academic Press. London
- Dwidjoseputro. 1978. Pengantar mikologi edisi 2. Alumni. Bandung. 331h dan 217h.
- Fachruddin, L. 2000. Budidaya kacang-kacangan. Kanisius. Yogyakarta. 76h.
- Ferreira, S.A. and R.A. Boyle. 1992. *Sclerotium rolfsii*. Dept of Plant Pathology, CTAHR University of Hawaii at Manoa. (online). (Diunduh dari http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/s_rolfsii.htm. Pada tanggal 6 September 2014).
- Fikri, E.N. 2013. Efek aplikasi daun kayu manis cengkeh dan sirih terhadap populasi *Ralstonia solanacearum* pada rizosfer tomat. Jurnal Agroscentiae 20 (1):26-30h.
- Grow-organic, 2014. Organic fungicides. (online). (Diunduh dari <http://www.groworganic.com/weed-pest-control/organic-fungicide.html>. pada tanggal 4 Maret 2014).
- Habibi, W. A.Z. Haq; P. Prihartini dan Mahfud. 2013. Perbandingan metode *steam distillation* dan *steam-hydro distillation* dengan *microwave* terhadap jumlah rendemen serta mutu minyak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Jurnal Teknik Pomits 2(2): 234-238h.
- Hanafiah, K. A. 2012. Rancangan percobaan teori dan aplikasi. Edisi Ketiga. Rajawali Pers. Jakarta. 41h.
- Hanum, C. 2008. Teknik budidaya tanaman untuk smk. Jilid 2. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 44h.
- Harni, R; W. Amaria dan Supriadi. 2013. Kefektifan beberapa formula fungisida nabati eugenol dan sitronella terhadap *Phytophthora palmivora* Bult. asal kakao. Buletin Ristri 4(1): 11-18h
- Hartati, S.Y. 2013. Efikasi formula fungisida nabati terhadap penyakit bercak daun jahe *Phyllosticta* sp. Buletin Littro 24(1): 42-48h.
- Hilman, Y. A. Kasno dan N. Saleh. 2004. Kacang-kacangan dan umbi-umbian: Kontribusi terhadap ketahanan pangan dan perkembangan teknologinya.

Dalam Makarim, *et al.* (penyunting). Inovasi Pertanian Tanaman Pangan. Puslitbangtan Bogor. 95-132h.

Istianto, M dan Eliza. 2009. Aktivitas antijamur minyak atsiri terhadap penyakit antraknos buah pisang di penyimpanan pada kondisi laboratorium. *Jurnal Hortikultura* 19(2): 192-198h.

Jumpowati, M.D.B. 2001. Ekofisiologi Metabolit sekunder tanaman obat. *Sigma*. 3(2): 177-184h.

Kardinan, A. 2001. Pestisida nabati ramuan dan aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. 4-63h.

Kardinan, A. 2005. Pestisida nabati ramuan & aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. 10-20h.

Koenings, F.F. 1950. A "sawah" profil near Bogor (Java). Contributions No. 105 of The General Agricultural Research Station, Bogor *dalam* Atman. 2006. Budidaya lahan kedelai di lahan sawah Sumatera Barat. *Jurnal Ilmiah Tambua* 5 (3): 291h.

Manitto, P. 1992. Biosintesis produk alami. IKIP Semarang Press. Semarang. 597h.

Manohara, D dan R. Noveriza. 1999. Potensi tanaman rempah dan obat sebagai pengendali jamur *Phytophthora capsici*. Prosidng Forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan Pestisida Nabati: 406-421h.

Martinius, Y. Liswarni dan Iqbal. 2010. Uji konsentrasi air perasan rimpang lengkuas terhadap perkembangan penyakit rebah kecambah pada persemaian cabai. *Jurnal Manggaro* 11(1):18-24h.

Menegristek. 2000. Kedelai. Kementerian Riset dan Teknologi. Jakarta

Muhibuddin, A dan N. Saleh. 2009. Biocontrol of *Sclerotium rolfsii* (caused damping-off disease) on soybean varieties using *Streptomyces* sp. and arbuscular mycorrhizal fungi. The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. 83-91h.

Noveriza, R dan M. Tombe. 2000. Uji *in vitro* limbah pabrik rokok terhadap beberapa jamur patogenik tanaman. (online). (diunduh dari <http://www.balittro.go.id/> pada tanggal 11 Februari 2014).

Novita, T. 2008. Peran daun cengkeh terhadap pengendalian layu *Fusarium* pada tanaman tomat. *Jurnal Agronomi* 12 (2): 17h.

Novizan, 2005. Membuat dan memanfaatkan pestisida ramah lingkungan. Agromedia Pustaka. Depok. 1-80h

- NPIC, 2013. National pesticides information centre: fungicides. (online). (Diunduh dari <http://npic.orst.edu/...html>. pada tanggal 2 Maret 2013).
- Oyedemi, S.O; A. I. Okoh; L. V. Mabinya; G. Pirochenva dan A. J. Afolayan. 2009. The proposed mechanism of bactericidal action of eugenol, terpineol and g-terpinene against *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli*. African Journal of Biotechnology 8(7): 1280-1286h
- Perello, A. U. Noll, A.J. Slusarenko. 2013. In-vitro efficacy of gralic extract to control fungal pathogens of wheat. Journal of Medicinal Plants Research 7 (24): 1809-1817h.
- Plantamor, 2012a. Cengkeh. (online). (Diunduh dari <http://www.plantamor.com/-index.php?plant=551>. Pada tanggal 2 Maret 2014).
- Plantamor, 2012b. Kayu manis. (online). (Diunduh dari <http://www.plantamor.com/-index.php?plant=2017>. Pada tanggal 2 Maret 2014).
- Pohan, M.N. 2003. Uji efektivitas serbuk cengkeh (*syzygium aromaticum* l.) dan nimba (*azadhiracta indica* a. juss) terhadap perkembangan penyakit layu (*Fusarium oxysphorum*) pada tanaman cabai. S.P. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Prasasti, O.H; K.I. Purwani dan S. Nurhatika. 2013. Pengaruh mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah yang terinfeksi patogen *Sclerotium rolfsii*. Jurnal Sains dan Seni Pomits 2 (2): E74-E78h.
- Prasetya, N.B.A dan Ngadiwiyana. 2006. Identifikasi senyawa penyusun minyak kulit batang kayu manis menggunakan gc-ms. JSKA 9(1):1-4h.
- Punja, Z.K. 1985. The Biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii*. Annu. Rev. Phytopathol 23:97-127h.
- Putri, D.U. 2011. Identifikasi senyawa organik bahan alam pada tumbuhan urang aring (*Tridax procumbens*). (online). (Diunduh dari <http://www.tarmizi-blog.blogspot.com> pada tanggal 18 Juni 2014)
- Purnomo dan Hanny, 2007. Budidaya 8 jenis tanaman pangan unggul. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Purwaningsih, E. 2010. Cara pembuatan tahu dan manfaat kedelai. Ganeca Exact. Bekasi. 20-43h.
- Riska, Jumjunidang dan C. Hermanto. 2011. Pemanfaatan tumbuhan penghasil minyak atsiri untuk pengendalian *Fusarium oxysporum* f. sp.cubense

penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman pisang. Jurnal Hortikultura 21(4):331-337h.

Rizal, S. 2011. Metabolit sekunder. (online). (Diunduh dari <http://www.kutipanbuku.blogspot.com> pada tanggal 5 Agustus 2014).

Rukmana, R. dan Yuniarsih, Y., 1996. Kedelai *budidaya dan pascapanen*. Kanisius: Yogyakarta. 10-50h.

Sarker, S.D., and L. Nahar. 2007. Chemistry for pharmacy students general, organic and natural product chemistry. John Wiley and Sons Ltd, England.

Sastrahidayat, I.R. 1989. Epidemi penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*) pada bawang putih. Jurnal Fitopatologi 1 (1): 1-7h.

Sastrahidayat, I.R. 2011. Ilmu jamur (mikologi). UB-Press, Malang. 450h.

Setiawati, W; R. Murtiningsih, N. Gunaeni dan T. Rubiati. 2008. Tumbuhan bahan pestisida nabati dan cara pembuatannya untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Balitsa. Bandung

Semangun, H. 1993. Penyakit-penyakit tanaman pangan di indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.78-91h

Semangun, H. 2004. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Gajah Mada University Press: Yogyakarta. 90-104h.

Shoedarma, I.M. 2013. Metabolit sekunder kuliah umum. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.

Solichah, N. 2009. Potensi ekstrak beberapa tanaman dalam mengendalikan penyakit rebah semai (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Kedelai. S.P. Thesis. Universitas Brawijaya. Malang. 28h.

Solihin. 2009. Manfaat bawang putih. Media Management. Jakarta.

Sumartini, 2011. Penyakit tular tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*) pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian serta cara pengendaliannya. Balitkabi Malang. Jurnal Litbang Pertanian. 31 (I) 2012.

Sumaryono, W. 1999. Produksi metabolit sekunder tanaman secara bioteknologi. Prosiding: Seminar Nasional Kimia Bahan Alam '99. Hal 38. Universitas Indonesia-UNESCO.

- Sumetriani, M. 2009. Efektivitas ekstrak bawang putih (*Allium sativum* L.) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Legenidium* sp. penyebab penyakit pada abalon (*Haliotis asinina*). Thesis. Universitas Udayana. Denpasar.
- Suprpto, H. 1998. Bertanam kedelai. Penebar Swadaya. Jakarta 4-24h.
- Supriadi, C. Winarti dan Hernani. 1999. Potensi anti bakteri beberapa tanaman rempah dan obat terhadap isolat *Ralstonia solanacearum* asal jahe. Hayati. Jurnal biosains. Jurusan biologi FMIPA IPB, Bogor 43-46h.
- Thomas, J. and Duethi, P.P., (2001), *Cinnamon handbook of herbs and spices*. CRC Press. New York. 143-153h
- Tjitrosoepomo, G. 2005. Taksonomi tumbuhan obat-obatan. Gajahmada University Press. Yogyakarta. 447h.
- Tombe, M. 2010. Teknologi ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit busuk batang vanili. Pengembangan Inovasi Pertanian 3 (2): 138-153h.
- Tombe, M. 1999. Pengenalan dan peranan fungisida nabati dalam pengendalian penyakit tanaman dalam Balittro. 1999. Perkembangan teknologi tanaman rempah dan obat. XI (2).
- Widyastuti, S; M. Harjono, Sumardi dan D. Yuniarti. 2003. Biological control of (*Sclerotium rolfsii*) damping-off of tropical pine (*Pinus merkusii*) with three isolates of *Trichoderma* spp. Journal Biological Science 3 (1):95-102h.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Kelompok Utama Metabolit Sekunder (Widarto, 2008)

Kelompok	Distribusi Pada Kelompok dan Bagian Tumbuhan	Aktifitas Fisiologis
Senyawa Mengandung nitrogen		
Alkaloid	Agiospermae: akar, buah, daun	Toksik dan pahit
Amina	Angiospermae: bunga	Penolak/repellant
Asam Amino (non protein)	Leguminoseae: biji	Toksik
Glikosida sianogenik	Tersebar: daun, buah	Sangat toksik
glukosinolat	Crucifereae: daun, umbi, biji	Bau tajam dan pahit
Terpenoid		
Monoterpen	Asteraceae: daun dan bunga	Wangi
Sesquiterpen	Asteraceae: batang, resin, bunga dan daun	Pahit dan toksik
Diterpen	Angiospermae: latex, resin	Toksik
Saponin	Angiospermae: daun, batang, biji	Toksik (haemolitik)
Limonoid	Rutaceae. Meliaceae: daun, buah	Pahit
Cucurbitacin	Cucurbitaceae: daun, buah	Pahit, toksik
Cardenolid	Angiospermae: batang, daun	Pahit, toksik
Carotenoid	Umum pada daun, bunga, buah	Pigmen
Fenolik		
Fenol sederhana	Umum pada daun	Antimikroba
Flavonoid (termasuk tanin)	Umum pada angiospermae, Gymnospermae dan paku-pakuan	Pigmen
Quinon	Rhamnaceae: daun	Pigmen

Lampiran 2. Alat dan bahan penelitian



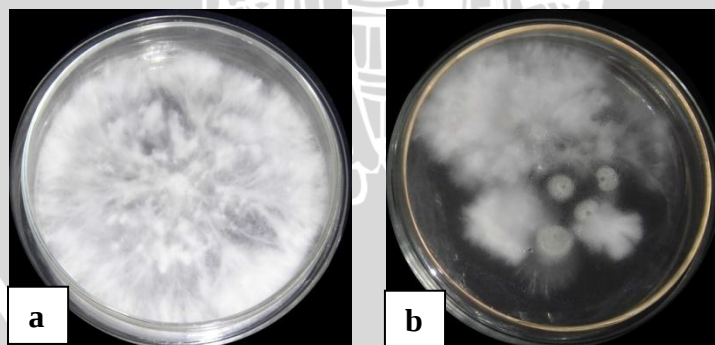
Gambar 1. Vacuum rotary evaporator untuk Destilasi Ekstrak Tanaman

Lampiran 3. Alat dan bahan penelitian



Gambar 2. Ekstrak Tanaman Hasil Destilasi

Lampiran 4. Alat dan bahan penelitian



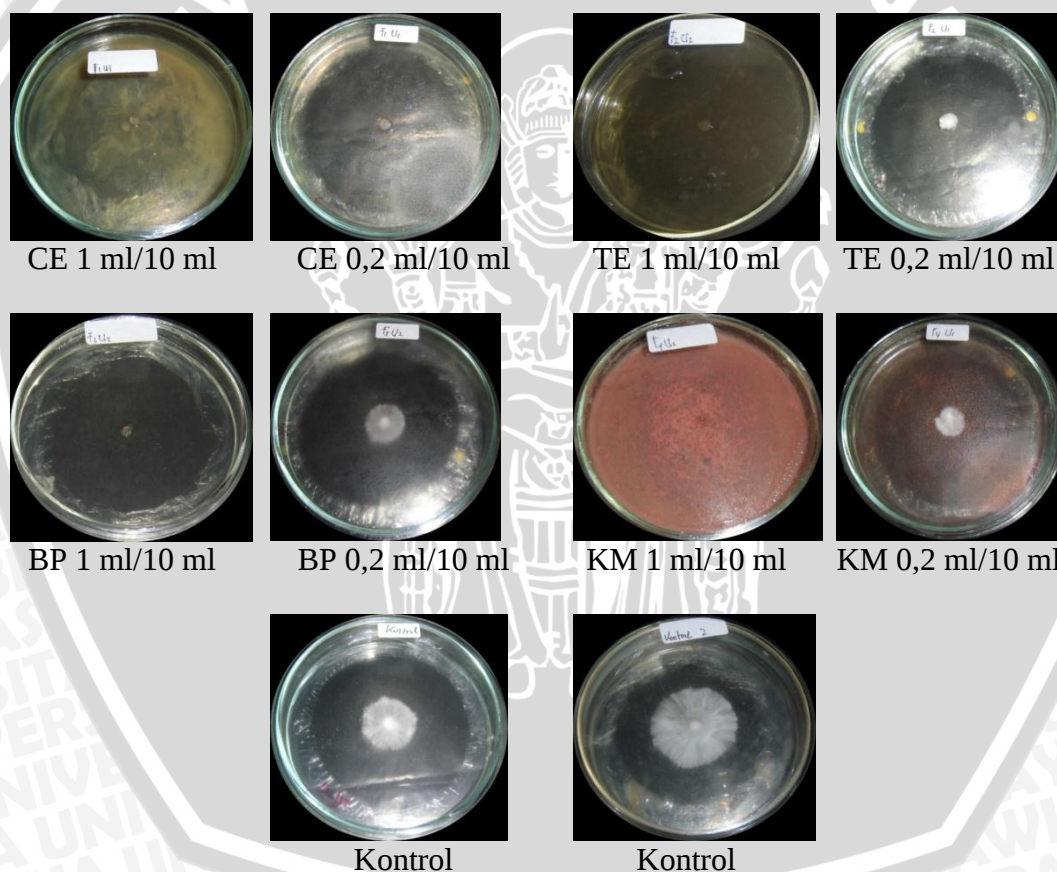
Gambar 3. Isolat Jamur *S. rolfsii* umur 7 hari hasil perbanyakan dari hifa (a) dan hasil perbanyakan dari sklerotia (b)

Lampiran 5 dan 6. Alat dan bahan penelitian



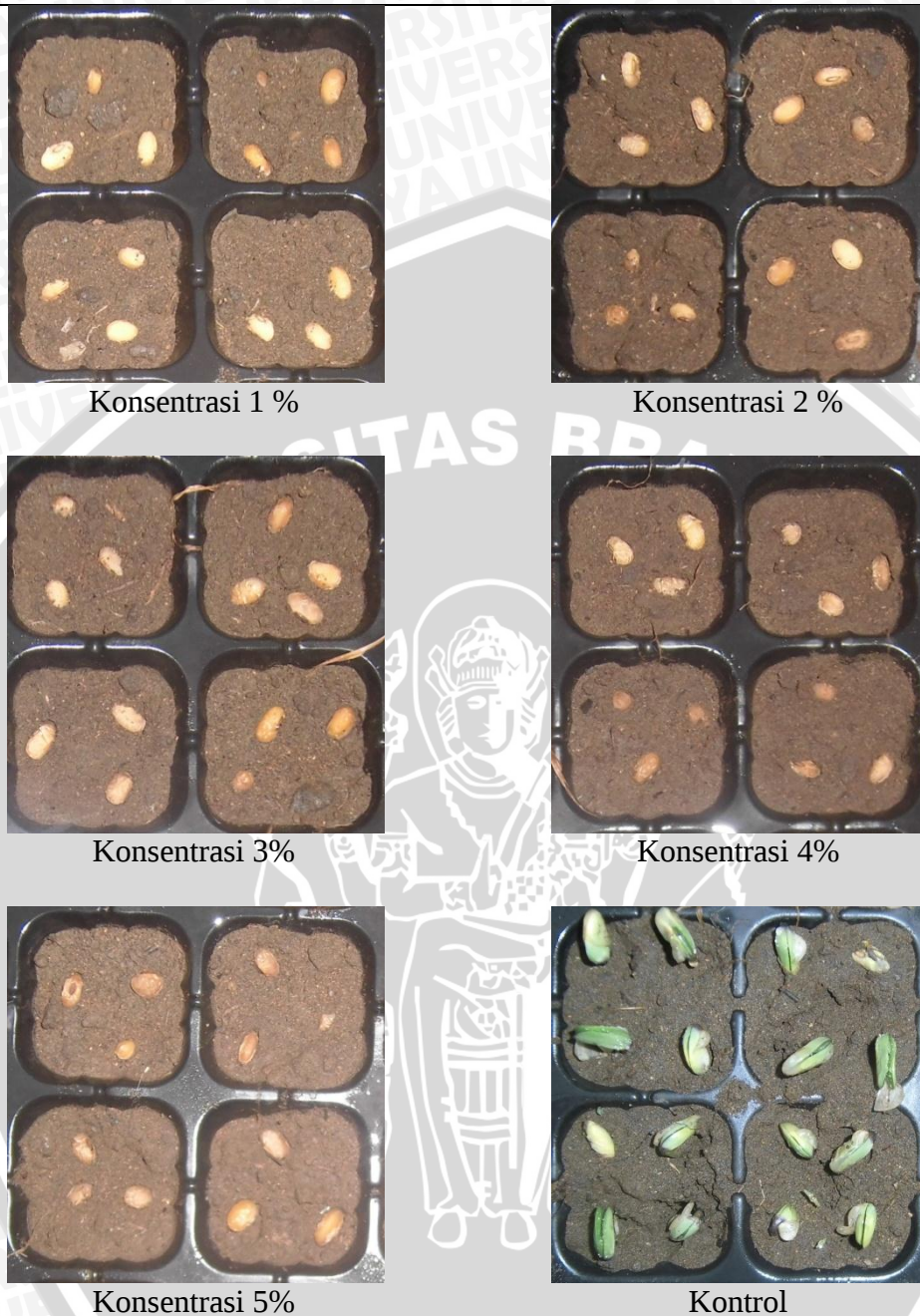
Gambar 4. Isolat *Sclerotium rolfsii* di media Dedak Dextrose umur 10 hari dan Benih kedelai varietas Burangrang untuk penelitian di rumah kaca

Lampiran 7. Uji pendahuluan *in vitro*



Gambar 5. Uji pendahuluan *in vitro* untuk menetapkan konsentrasi ekstrak yang tepat di media PDA beracun (*food poison technique*). CE = daun cengkeh, TE = daun tembakau, BP = bawang putih, KM = kayu manis.

Lampiran 8. Uji pendahuluan *in vivo* I



Gambar 6. Kondisi benih setelah perlakuan penyiraman ekstrak daun cengkeh dan perlakuan perendaman benih 10 menit pada berbagai konsentrasi.

Lampiran 9. Uji pendahuluan *in vivo* II



Konsentrasi 0,5%



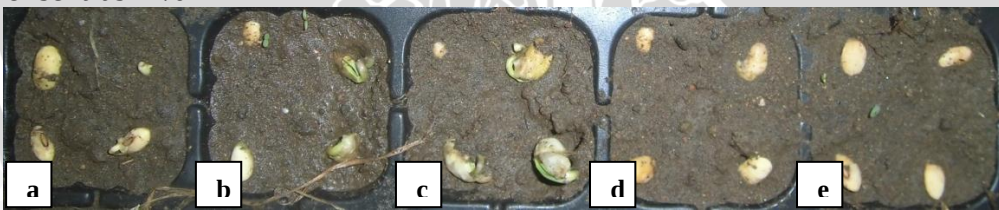
Konsentrasi 1%



Konsentrasi 1,5%



Konsentrasi 2%

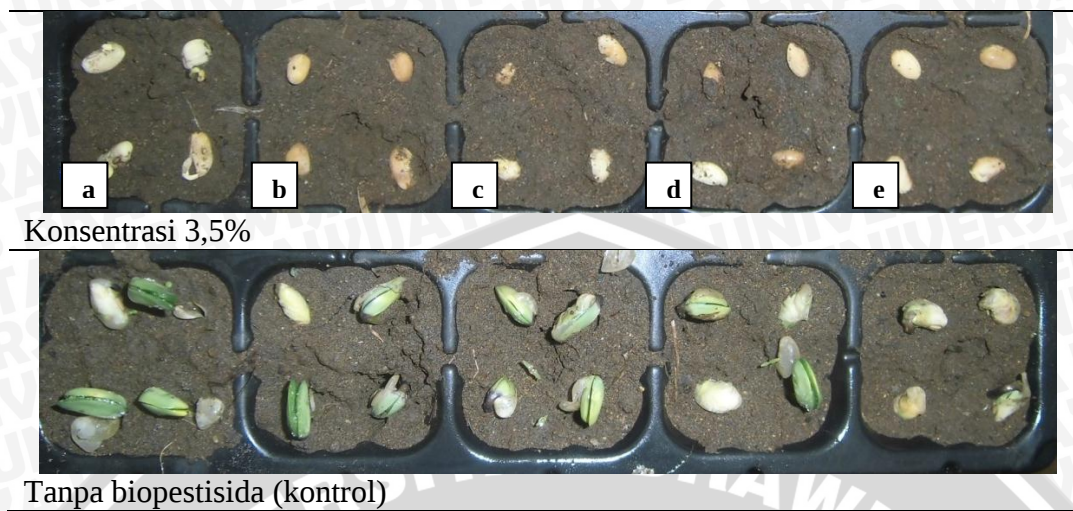


Konsentrasi 2,5%



Konsentrasi 3%

Lanjutan Lampiran 9.



Gambar 7. Perendaman benih kedelai ke dalam ekstrak daun cengkeh pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman. **a.** perendaman 10 menit; **b.** perendaman 20 menit; **c.** perendaman 30 menit; **d.** perendaman 40 menit; **e.** perendaman 50 menit

Lampiran 10. Uji pendahuluan *in vivo* II

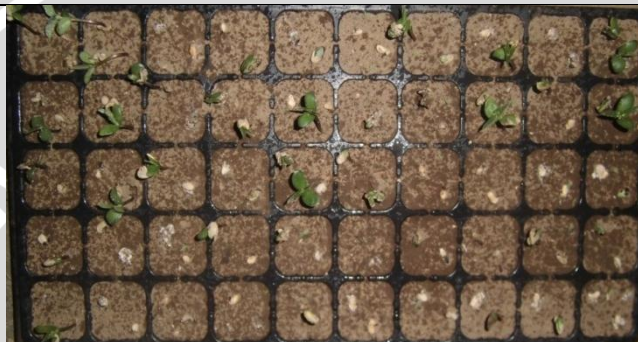
Tabel 1. Data perkecambahan benih kedelai setelah perendaman ekstrak daun cengkeh pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman.

No.	Konsentrasi	Lama rendam (menit)	Daya kecambah (%)	No.	Konsentrasi	Lama rendam (menit)	Daya kecambah (%)
1.	0,5%	10	100	5.	2,5%	10	40
		20	100			20	40
		30	55			30	40
		40	45			40	0
		50	25			50	0
2.	1%	10	100	6.	3%	10	40
		20	95			20	30
		30	40			30	0
		40	15			40	0
		50	5			50	0
3.	1,5%	10	90	7.	3,5%	10	45
		20	85			20	0
		30	50			30	0
		40	5			40	0
		50	5			50	0
4.	2%	10	70	8.	Kontrol (tanpa ekstrak daun cengkeh)	50	100
		20	65				
		30	50				
		40	10				
		50	0				

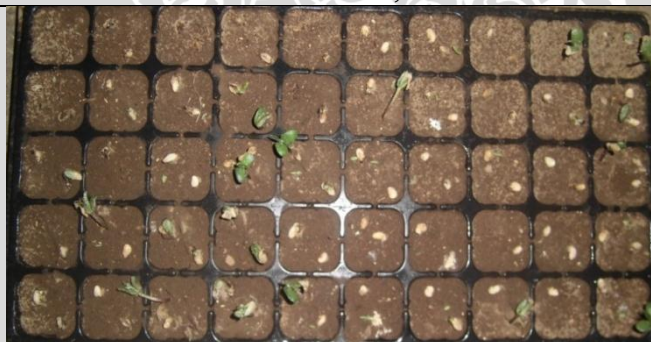
Lampiran 11. Uji pendahuluan *in vivo* III



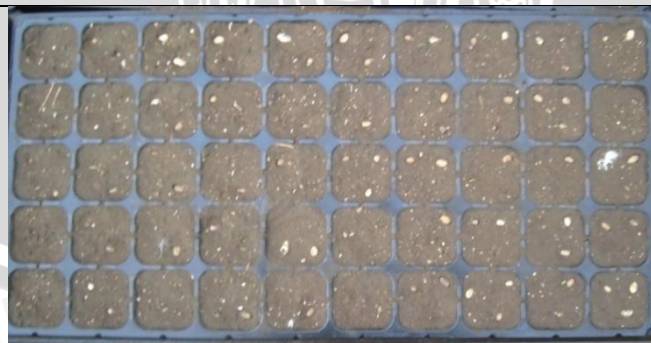
Kontrol



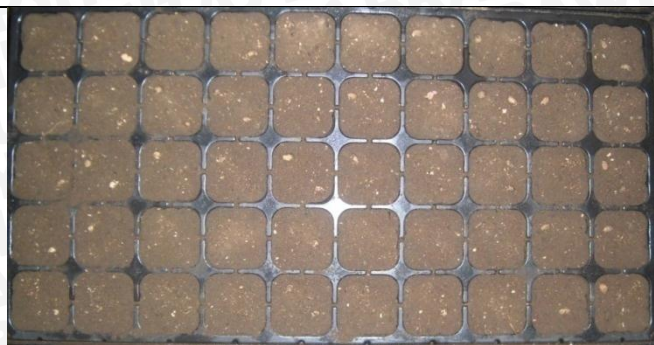
Konsentrasi 0,5%



Konsentrasi 1%



Konsentrasi 1,5%



Konsentrasi 2%



Konsentrasi 2,5%

Gambar 8. Perlakuan aplikasi ekstrak daun cengkeh dengan penyiraman tanah kemudian dibiarkan selama 24 jam dan sebelum tanam benih direndam selama 10 menit pada berbagai konsentrasi. Benih terhambat pertumbuhannya karena fitotoksik. Pengujian lanjutan tanpa perendaman benih dan inkubasi dilakukan selama 2 hari.

Lampiran 12. Uji pendahuluan *in vivo*



Gambar 9. Hasil uji pendahuluan serangan *S. rolfsii* ke tanaman setelah diinokulasi *S. rolfsii* sebanyak 1 gram tiap 100 gram tanah dengan lama inkubasi 24 jam sebelum tanam.

Lampiran 13. Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsi* di media PDA (1 hsi)

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	823,4003	205,8501	0,705967	3,06	4,89
Galat	15	4373,789	291,5859			
Total	19	5197,19				

Lampiran 14. Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* di media PDA (2 hsi)

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	10373,54	2593,385	19,70**	3,06	4,89
Galat	15	1974,368	131,6245			
Total	19	12347,91				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata % daya hambat	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ ulangan	JND
Kontrol	0	a	-		-
K. manis	25,27	b	17,27		3,01
B. Putih	38,58	b	18,14	5,74	3,16
Tembakau	42,40	b	18,65		3,25
Cengkeh	69,73	c	18,99		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 15. Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* di media PDA (3 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	14835,02	3708,755	38,7604**	3,06	4,89
Galat	15	1435,262	95,68413			
Total	19	16270,28				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata % daya hambat	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ ulangan	JND
Kontrol	0	a	-		-
K. manis	37,47	b	14,72		3,01
B. Putih	40,81	b	15,45	4,89	3,16
Tembakau	51,86	b	15,89		3,25
Cengkeh	84,79	c	16,18		3,31

Lampiran 16 Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* di media PDA (4 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	16593,81	4148,453	64,92**	3,06	4,89
Galat	15	958,4527	63,89685			
Total	19	17552,26				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata % daya hambat	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ ulangan	JND
Kontrol	0	a	-		-
b. putih	33,85	b	12,01		3,01
k. manis	34,23	b	12,61	3,99	3,16
Tembakau	48,07	c	12,97		3,25
Cengkeh	89,17	d	13,21		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 17. Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* di media PDA (5 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	17899,65	4474,913	82,240**	3,06	4,89
Galat	15	816,1869	54,41246			
Total	19	18715,84				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata % daya hambat	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ ulangan	JND
Kontrol	0	a	-		-
b. putih	30,25	b	12,01		3,01
k. manis	31,60	b	12,61	3,68	3,16
Tembakau	47,28	c	12,97		3,25
Cengkeh	91,54	d	13,21		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 18. Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* di media PDA (6 hsi)

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	19438,44	4859,61	40,54**	3,06	4,89
Galat	15	1797,754	119,8503			
Total	19	21236,19				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata % daya hambat	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ ulangan	JND
Kontrol	0	a	-		-
b. putih	21,53	b	16,46		3,01
k. manis	27,96	bc	17,28	5,47	3,16
Tembakau	41,65	c	17,77		3,25
Cengkeh	93,11	d	18,11		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 19. Analisis ragam persentase penghambatan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan koloni jamur *S. rolfsii* di media PDA (7 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	21810,05	5452,513	29,15**	3,06	4,89
Galat	15	2805,431	187,0287			
Total	19	24615,48				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata % daya hambat	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ ulangan	JND
Kontrol	0	a	-		-
B. putih	10,64	a	16,46		3,01
K. manis	16,89	ab	17,28	6,84	3,16
Tembakau	30,76	b	17,77		3,25
Cengkeh	93,29	c	18,11		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 20. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (1 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0,04732	0,01183	2,609559	3,06	4,89
Galat	15	0,068	0,004533			
Total	19	0,11532				

Lampiran 21. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (2 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	2,925	0,73125	22,271**	3,06	4,89
Galat	15	0,4925	0,032833			
Total	19	3,4175				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata diameter	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ulangan	JND
Cengkeh	0,5	a	-	-	-
Tembakau	0,95	b	0,272706		3,01
B. putih	1,025	b	0,286296	0,0906	3,16
K. manis	1,225	b	0,29445		3,25
Kontrol	1,675	c	0,299886		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 22. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (3 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	16,477	4,11925	44,937**	3,06	4,89
Galat	15	1,375	0,091667			
Total	19	17,852				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata diameter	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ulangan	JND
Cengkeh	0,5	a	-	-	-
Tembakau	1,575	b	0,45451		3,01
B. putih	1,95	b	0,47716	0,151	3,16
K. manis	2,05	b	0,49075		3,25
Kontrol	3,325	c	0,49981		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 23. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (4 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	35,6105	8,902625	50,451**	3,06	4,89
Galat	15	2,646875	0,176458			
Total	19	38,25738				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata diameter	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ulangan	JND
Cengkeh	0,5	a	-	-	-
Tembakau	2,3875	b	0,6321		3,01
K. manis	3,05	c	0,6636	0,21	3,16
B. putih	3,075	c	0,6825		3,25
Kontrol	4,625	d	0,6951		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 24. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (5 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	62,935	15,73375	54,94907**	3,06	4,89
Galat	15	4,295	0,286333			
Total	19	67,23				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata diameter	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ulangan	JND
Cengkeh	0,5	a	-	-	-
Tembakau	3,125	b	0,80367		3,01
K. manis	4,05	c	0,84372	0,267	3,16
B. putih	4,15	c	0,86775		3,25
kontrol	5,925	d	0,88377		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 25. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (6 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	104,192	26,048	44,7176**	3,06	4,89
Galat	15	8,7375	0,5825			
Total	19	112,9295				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata diameter	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ulangan	JND
Cengkeh	0,5	a	-		-
Tembakau	4,275	b	1,14982		3,01
K. manis	5,2	bc	1,20712	0,382	3,16
B. putih	5,7	c	1,2415		3,25
kontrol	7,35	d	1,26442		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 26. Analisis ragam diameter koloni jamur *S. rolfsii* pada berbagai media beracun ekstrak tanaman (7 hsi).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	125,155	31,28875	49,84931**	3,06	4,89
Galat	15	9,415	0,627667			
Total	19	134,57				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan perbedaan antar perlakuan menggunakan beda jarak nyata Duncan

Perlakuan	Rerata diameter	Notasi	Nilai JNT = $\sqrt{KT}$ galat/ulangan x JND	$\sqrt{KT}$ galat/ulangan	JND
Cengkeh	0,5	a	-		-
Tembakau	5,225	b	1,19196		3,01
K. manis	6,1	bc	1,25136	0,396	3,16
B. putih	6,825	c	1,287		3,25
Kontrol	7,6	e	1,31076		3,31

Ket: JNT = jarak nyata terkecil, JND = nilai jarak nyata dari tabel Duncan

Lampiran 27. Analisis ragam persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (2 hst)

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	6587,333	1317,467	1437,236**	2,77	4,25
Galat	18	16,5	0,916667			
Total	23	6603,833				

**=berbeda sangat nyata, uji lanjutan menggunakan beda nyata terkecil (BNT)

Lampiran 28. Analisis ragam persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (3 hst).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	12136,33	2427,266	2080,514**	2,77	4,25
Galat	18	21	1,166667			
Total	23	12157,33				

**=berbeda sangat nyata, uji lanjutan menggunakan beda nyata terkecil (BNT)

Lampiran 29. Analisis ragam persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (4 hst).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	14819,5	2963,9	552,8518**	2,77	4,25
Galat	18	96,5	5,36111			
Total	23	14196				

**=berbeda sangat nyata, uji lanjutan menggunakan beda nyata terkecil (BNT)

Lampiran 30. Analisis ragam persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (5 hst).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	17731,71	3546,342	4817,672**	2,77	4,25
Galat	18	13,25	0,73611			
Total	23	17744,96				

**=berbeda sangat nyata, uji lanjutan menggunakan beda nyata terkecil (BNT)

Lampiran 31. Analisis ragam persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (6 hst).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	17731,71	3546,342	4817,672**	2,77	4,25
Galat	18	13,25	0,73611			
Total	23	17744,96				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan menggunakan beda nyata terkecil (BNT)

Lampiran 32. Analisis ragam persentase serangan jamur *S. rolfsii* setelah aplikasi pestisida nabati minyak daun cengkeh di rumah kaca (7 hst).

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	17731,71	3546,342	4817,672**	2,77	4,25
Galat	18	13,25	0,73611			
Total	23	17744,96				

** = berbeda sangat nyata, uji lanjutan menggunakan beda nyata terkecil (BNT)

