

**EFEKTIFITAS ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
PERLAKUAN BENIH UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT REBAH
SEMAI PADA TANAMAN KEDELAI (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)**

Oleh:

GANDHI PRADANA PUTRA

0710460002-46



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2012

**EFEKTIFITAS ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
PERLAKUAN BENIH UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT REBAH
SEMAI PADA TANAMAN KEDELAI (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)**

Oleh:

GANDHI PRADANA PUTRA

0710460002-46

SKRIPSI

**Disampaikan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2012

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana 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, Januari 2012

Gandhi Pradana Putra

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RINGKASAN

GANDHI PRADANA PUTRA. 0710460002-46. Efektifitas Asap Cair Tempurung Kelapa sebagai Perlakuan Benih untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Semai pada Tanaman Kedelai (*Sclerotium rolfsii* Sacc.). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. dan Luqman Qurata Aini, SP. Msi. Ph.D.

Kedelai merupakan salah satu tanaman penting di Indonesia, karena permintaan masyarakat Indonesia akan kedelai yang cukup tinggi. Sehingga Indonesia mempunyai tuntutan yang tinggi untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas dan kuantitas kedelai, untuk mencukupi kebutuhan masyarakat. Salah satu kendala yang dapat menghambat produktifitas tanaman kedelai, adalah penyakit rebah semai yang disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii*. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian jamur *Sclerotium rolfsii* yang efektif dan efisien, salah satu caranya dengan memanfaatkan asap cair dari tempurung kelapa. Karena asap cair tempurung kelapa mengandung fenol yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba.

Pengendalian dengan cara perlakuan benih bertujuan untuk pencegahan penyerangan jamur *Sclerotium rolfsii* terhadap benih kedelai, karena jamur tersebut dapat menyerang tanaman kedelai pada waktu masih benih. Dalam melakukan *Seed Treatment* pada benih kedelai, dengan menggunakan asap cair pada konsentrasi yang berbeda-beda bertujuan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi penggunaan asap cair dalam mengendalikan jamur *Sclerotium rolfsii*. *Seed Treatment* dilakukan sebelum tanam, dengan cara merendam benih kedelai pada asap cair konsentrasi yang berbeda selama 45 menit.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa perlakuan benih menggunakan asap cair berpengaruh terhadap serangan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai, serta berpengaruh terhadap perkembangan tanaman kedelai. Karena kandungan asap cair tempurung kelapa terutama fenol yang bersifat menghambat perkembangan sel, sehingga perkembangan jamur *Sclerotium rolfsii* dan tanaman kedelai menjadi terhambat. Semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan, semakin tinggi daya hambat yang terjadi pada perkembangan *Sclerotium rolfsii* dan tanaman kedelai. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian *Sclerotium rolfsii* menggunakan asap cair dengan konsentrasi yang tinggi yaitu pada konsentrasi asap cair konsentrasi 20%, adalah pengendalian yang paling efektif, walaupun diikuti dengan penghambatan pertumbuhan tanaman kedelai.

SUMMARY

GANDHI PRADANA PUTRA. 0710460002-46. Effectiveness of Seed Treatment Using Liquid Smoke of Coconut Shell to Control Dumping off Disease in Soybean Plant (*Sclerotium rolfsii* Sacc.). Supervised by Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. and Luqman Qurata Aini, SP. Msi. Ph.D.

Soybean is one of the important crop in Indonesia, because of high demand of Indonesian people. Indonesia has a high demand to improve and maintain the quality and quantity of soybean, to meet the needs of the community. One of the obstacle that can hamper the productivity of soybean plants is damping off disease caused by the *Sclerotium rolfsii* fungus. Therefore, the control of the *Sclerotium rolfsii* is needed with effective and efficiency, such as use the liquid smoke from coconut shell. Liquid smoke shell contain phenol which can inhibit microbial growth.

Seed Treatment is aimed to prevent the infection of *Sclerotium rolfsii* fungus on soybean seed, because that fungus can attack soybean plant at the seed stage. Seed Treatment on soybean seed, using liquid smoke in different concentrations are aimed to determine the effectiveness and efficiency of the function of liquid smoke to control of *Sclerotium rolfsii* fungus. Seed Treatment is done before planting, by soaking in different concentrations of liquid smoke for 45 minutes.

The result showed, that the seed treatment using liquid smoke affected the *Sclerotium rolfsii*'s infection on soybean plant, and affected plant growth of soybean. The content of liquid smoke shell expecially phenol could inhibit the cell growth, development of *Sclerotium rolfsii* fungus and soybean plant. The higher concentration of liquid smoke, the higher inhibitory effect to the development of *Sclerotium rolfsii* and soybean plant. The results showed control of *Sclerotium rolfsii* using liquid smoke with a 20% concentration was effective, although has inhibition effect on soybean's plant growth.



*Skripsi ini kupersembahkan untuk
keluarga tercinta, yaitu orangtuaku Teguh
Wahyudi dan Sumaryanik, serta adikku
Immas Siva Fauzia.*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi yang berjudul “EFEKTIFITAS ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI PERLAKUAN BENIH UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT REBAH SEMAI PADA TANAMAN KEDELAI (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)” dilaksanakan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini antara lain kepada Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS dan Luqman Qurata Aini, SP. Msi. Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan dalam pelaksanaan skripsi ini. Kedua orang tua dan adik yang telah mendukung serta memberikan do’a atas kelancaran pelaksanaan skripsi. Teman-teman jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya semuanya yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, oleh karena itu kepada semua pembaca, penulis mengharapkan untuk memberi saran dan kritik serta melanjutkan penelitian dalam skripsi ini untuk kedepan yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat menjadi ilmu yang bermanfaat bagi penulis pribadi maupun bagi pembaca.

Malang, Januari 2012

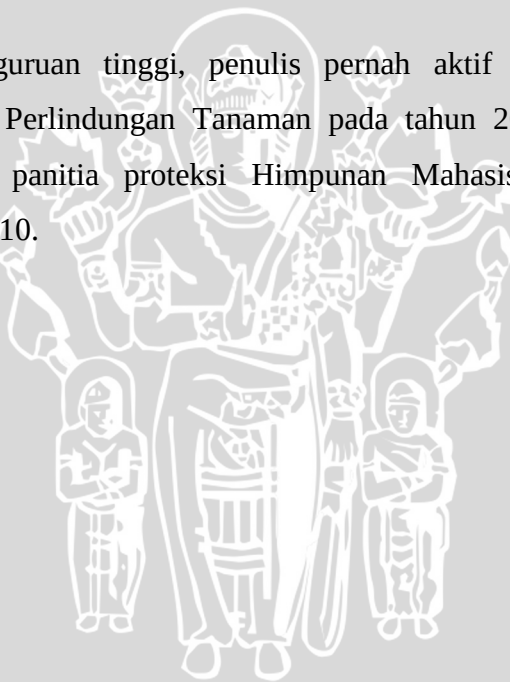
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bengkulu pada tanggal 10 September 1988 dan merupakan putra pertama dari dua bersaudara dari ayah Teguh Wahyudi dan ibu Sumaryanik.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Dharma Wanita Pakel pada tahun 1995, SD Negeri 2 Sodo pada tahun 2001, SMP Negeri 1 Bandung pada tahun 2004, dan MA Negeri 2 Tulungagung pada tahun 2007. Pada tahun 2007, penulis diterima menjadi mahasiswa jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur Penerimaan Siswa Berprestasi (PSB).

Selama di perguruan tinggi, penulis pernah aktif sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman pada tahun 2008-2010. Penulis juga pernah menjadi panitia proteksi Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman pada tahun 2010.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN.....	xiii
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Hipotesis.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Tanaman Kedelai	4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai	4
2.1.2 Morfologi Tanaman Kedelai.....	5
2.2 Deskripsi Pathogen <i>Sclerotium rolfsii</i>	7
2.2.1 Klasifikasi <i>Sclerotium rolfsii</i>	7
2.2.2 Morfologi <i>Sclerotium rolfsii</i>	7
2.2.3 Biologi <i>Sclerotium rolfsii</i>	7
2.2.4 Siklus Hidup Jamur <i>Sclerotim rolfsii</i>	7
2.2.5 Epidemiologi <i>Sclerotim rolfsii</i>	8
2.2.6 Gejala yang disebabkan oleh <i>Sclerotim rolfsii</i>	9

2.3 Deskripsi Asap Cair Tempurung Kelapa	9
2.4 Senyawa Fenol pada Tanaman	12
2.4.1 Metabolisme Senyawa Fenol	12
2.4.2 Produksi Senyawa Fenol dalam Tanaman	13
2.4.3 Jenis-jenis Senyawa Fenol dalam Tanaman	13
2.4.4 Fungsi Senyawa Fenol dalam Tanaman terhadap Pengaruh Lingkungan dan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)	16
2.4.5 Fungsi Senyawa Fenol terhadap Penyebab Penyakit pada Tanaman	17
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Persiapan Penelitian	18
3.3.1 Perbanyak Isolat <i>Sclerotium rolfsii</i>	18
3.3.2 Persiapan Tanah untuk Penanaman Tanaman Kedelai	19
3.3.3 Pembuatan Asap Cair Tempurung Kelapa	19
3.4 Metode Penelitian	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian	20
3.6 Analisa Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Rerata Intensitas Jamur <i>Sclerotium rolfsii</i>	24
4.1.2 Rerata Pertumbuhan Benih Kedelai	28
4.1.3 Rerata Tinggi Tanaman	30
4.1.4 Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh Setelah Perendaman dengan Waktu yang Berbeda-beda	34
4.2 Pembahasan	40
V. KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44

DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan-kandungan Kimia yang Terdapat dalam Asap Cair.....	10
2.	Komponen-komponen Utama yang Terdapat dalam Asap Cair	11
3.	Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i>	24
4.	Rerata Jumlah Benih Kedelai yang Tumbuh pada Setiap Pengamatan	28
5.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman.....	31
6.	Pengaruh Perendaman Benih Selama 15 menit Menggunakan Asap Cair terhadap Rerata Perkecambahan Benih Kedelai	32
7.	Pengaruh Perendaman Benih Selama 30 menit Menggunakan Asap Cair terhadap Rerata Perkecambahan Benih Kedelai	33
8.	Pengaruh Perendaman Benih Selama 45 menit Menggunakan Asap Cair terhadap Rerata Perkecambahan Benih Kedelai	34
9.	Pengaruh Waktu Perlakuan Perendaman terhadap Rerata Perkecambahan.....	38

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alat yang digunakan untuk pembuatan asap cair dari tempurung kelapa, alat tersebut dinamakan Pirolisator.	19
2.	A. Skema Pirolisator ; B. Skema bagian dalam tungku pembakaran dari Pirolisator	20
2.	Pengaruh perlakuan terhadap Intensitas serangan <i>Sclerotium rolfsii</i>	25
3.	A. Tanaman kedelai yang tidak terserang <i>Sclerotium rolfsii</i> ; B. Tanaman kedelai yang terserang <i>Sclerotium rolfsii</i>	27
4.	Pengaruh perlakuan terhadap rerata jumlah benih yang tumbuh	30
5.	Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman	31
6.	A. Tinggi tanaman pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20%; B. Tinggi tanaman pada kontrol.....	33
7.	Pengaruh perlakuan 15 menit terhadap perkecambahan benih	34
8.	Pengaruh perlakuan 30 menit terhadap perkecambahan benih	36
9.	Pengaruh perlakuan 45 menit terhadap perkecambahan benih	38
10.	Pengaruh waktu perendaman terhadap perkecambahan	39
11.	A. Pertumbuhan benih kedelai pada kontrol; B. Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentarsi 5%; C. Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentarsi 10%; D. Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentarsi 15%; E. Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentarsi 20%.	42

DAFTAR TABEL LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 12 HST	51
2.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 14 HST	51
3.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 16 HST	51
4.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 18 HST	51
5.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 20 HST	51
6.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 22 HST	52
7.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 24 HST	52
8.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 26 HST	52
9.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 28 HST	52
10.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Pengamatan Umur 30 HST	52
11.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 2 HST	53
12.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 3 HST	53
13.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 4 HST	53
14.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 5 HST	53
15.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 6 HST	53
16.	Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 7 HST	54

17.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 1 MST.....	54
18.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 2 MST.....	54
19.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 3 MST.....	54
20.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 4 MST.....	54
21.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 1 Hari.....	55
22.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 2 Hari.....	55
23.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 3 Hari.....	55
24.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 4 Hari.....	55
25.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 1 Hari.....	55
26.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 2 Hari.....	56
27.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 3 Hari.....	56
28.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 4 Hari.....	56
29.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 1 Hari.....	56
30.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 2 Hari.....	56
31.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 3 Hari.....	57
32.Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 4 Hari.....	57

DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bagian tungku pembakaran dari alat Pirolisator	58
2.	Lubang di tungku pembakaran yang berfungsi sebagai sirkulasi udara saat pembakaran tempurung kelapa berlangsung	58
3.	Tungku pembakaran dari Pirolisator yang sudah ditutup menggunakan penutup dengan cerobong saluran asap di atasnya	59
4.	Cerobong asap pada tutup pirolisator yang sudah terhubung dengan pipa penyalur asap, pada bagian tengah pipa terdapat penampung air yang berfungsi sebagai pendingin asap setelah penampung air tersebut terisi air	59
5.	Ujung dari pipa pendingin, bagian ini adalah saluran akhir asap dari tungku pembakaran, dan bagian tersebut adalah saluran keluarnya hasil akir dari proses pembuatan asap cair	60
6.	Bagian ujung pipa pendingin Pirolisator saat proses pembakaran tempurung kelapa berlangsung	60
7.	Hasil akir dari pembuatan asap cair dengan menggunakan Pirolisator, pada saat pengambilan hasil akir dilakukan penampungan tetesan asap cair pada ujung pipa pendingin Pirolisator, saat pembakaran berlangsung	61
8.	Biakan jamur <i>Sclerotium rolfsii</i> pada media jagung	61
9.	Tanah yang telah diinfestasi jamur <i>Sclerotium rolfsii</i> setelah inkubasi selama 7 hari	62
10.	Benih kedelai yang digunakan dalam penelitian	62

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan tanaman penting dan dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Permintaan masyarakat Indonesia terhadap kedelai semakin meningkat, karena banyak makanan Indonesia yang digemari masyarakat menggunakan bahan dasar kedelai. Dengan demikian Indonesia dituntut untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kedelai. Peningkatan permintaan masyarakat akan kedelai, harus diimbangi dengan produksi kedelai yang tinggi pula.

Peningkatan produksi kedelai menghadapi beberapa kendala yang harus diperhatikan. Salah satu kendala tersebut adalah patogen penyebab penyakit tanaman. Salah satu patogen penting yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman kedelai adalah jamur *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit rebah semai pada tanaman kedelai. Penyakit rebah semai merupakan penyakit yang bersifat sistemik, sehingga *Sclerotium rolfsii* dapat mempengaruhi produktivitas tanaman kedelai. *Sclerotium rolfsii* adalah patogen tular tanah, yaitu patogen yang menginfeksi tanaman melalui tanah dan mampu bertahan lama di dalam tanah. *Sclerotium rolfsii* mampu menyerang berbagai tanaman pangan dan tanaman hias. Jamur tanah ini terdapat pada daerah tropis dan subtropis. Beberapa tanaman yang diserang adalah kedelai, wortel, jagung, kentang, tomat, lada, dan beberapa tanaman hias (George, 2000).

Sebagian besar petani Indonesia, masih menggunakan pestisida kimia untuk mengendalikan penyakit rebah semai pada tanaman kedelai. Pengendalian tersebut dilakukan secara berjadwal, dengan alasan untuk mencegah serangan penyakit tersebut. Aplikasi pestisida berjadwal membutuhkan jumlah pestisida yang cukup besar sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Penggunaan pestisida yang berlebihan juga dapat mengurangi populasi mikroorganisme tanah yang menguntungkan bagi tanaman.

Oleh karena itu, diperlukan beberapa alternatif untuk mengendalikan jamur *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit rebah semai pada tanaman kedelai. Salah satunya adalah pemanfaatan asap cair yang dihasilkan dari pembakaran tempurung kelapa. Asap cair merupakan bahan kimia hasil destilasi asap hasil pembakaran yang bersifat desinfektan (Amritama, 2007). Asap cair dari tempurung kelapa mempunyai senyawa fenol yang dapat menekan perkembangan *Scleroitum rolfsii*. Senyawa fenol bersifat racun langsung terhadap patogen sehingga berfungsi sebagai fitoaleksin (anti jamur), atau berfungsi sebagai barier struktural dengan membentuk conjugated phenol, lignifikasi atau suberisasi dinding sel (Sumardiyono, 2000). Penggunaan asap cair tempurung kelapa ini akan dapat memanfaatkan limbah tempurung kelapa menjadi sesuatu yang lebih berguna dan berpotensi terutama untuk pengendalian penyakit rebah semai.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini anatara lain:

1. Apakah pemberian asap cair tempurung kelapa dengan cara perendaman pada benih kedelai, dapat mencegah tanaman kedelai terserang penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii*?
2. Apakah perlakuan perendaman dengan menggunakan asap cair tempurung kelapa pada benih kedelai dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai?

1.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. Perlakuan perendaman benih kedelai menggunakan asap cair tempurung kelapa, pada konsentrasi yang tinggi dapat menekan intensitas serangan jamur *Sclerotium rolfsii*.
2. Perlakuan perendaman benih kedelai menggunakan asap cair tempurung kelapa, akan menyebabkan pertumbuhan yang baik pada konsentrasi yang tinggi.

3. Perlakuan perendaman benih kedelai menggunakan asap cair tempurung kelapa dalam waktu yang lama, dapat menyebabkan petumbuhan benih kedelai menjadi terhambat.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui pengaruh perendaman dengan menggunakan asap cair tempurung kelapa pada benih kedelai terhadap serangan jamur *Sclerotium rolfsii*.
2. Untuk mengetahui pengaruh perendaman dengan menggunakan asap cair tempurung kelapa pada benih kedelai, terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini, diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan pengendalian penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai, dengan cara yang murah dan ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman kedelai

Kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu, dan tempe. Berdasarkan peninggalan arkeologi, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 3500 tahun yang lalu di Asia Timur. Kedelai putih diperkenalkan ke Nusantara oleh pendatang dari Cina sejak maraknya perdagangan dengan Tiongkok, sementara kedelai hitam sudah dikenal lama oleh penduduk setempat. Kedelai merupakan sumber utama protein nabati dan minyak nabati dunia. Penghasil kedelai utama dunia adalah Amerika Serikat meskipun kedelai praktis baru dibudidayakan masyarakat di luar Asia setelah 1910.

Kedelai dibudidayakan di lahan sawah maupun lahan kering (ladang). Penanaman biasanya dilakukan pada akhir musim penghujan, setelah panen padi. Pengerjaan tanah biasanya minimal. Biji dimasukkan langsung pada lubang-lubang yang dibuat berjarak 20-30cm. Pemupukan dasar nitrogen dan fosfat diperlukan, namun setelah tanaman tumbuh penambahan nitrogen tidak memberikan keuntungan apa pun. Lahan yang belum pernah ditanami kedelai dianjurkan diberi "starter" bakteri pengikat nitrogen *Bradyrhizobium japonicum* untuk membantu pertumbuhan tanaman (Anonymous, 2011a).

2.1.1 Klasifikasi tanaman kedelai

Kingdom : Plantae, Filum : Magnoliophyta, Kelas : Magnoliopsida, Ordo : Fabales, Family : Fabaceae, Genus : *Glycine* (L.) Merr., Spesies : *Glycine soja* (Anonymous, 2011a).

2.1.2 Morfologi Tanaman kedelai

Kedelai merupakan tanaman dikotil yang mempunyai percabangan sedikit, sistem perakaran akar tunggang, dan batang berkambium. Kedelai dapat berubah penampilan menjadi tumbuhan setengah merambat dalam keadaan pencahayaan rendah. Kedelai, khususnya kedelai putih dari daerah subtropik, juga merupakan

tanaman berumur pendek. Biji kedelai berkeping dua, terbungkus kulit biji dan tidak mengandung jaringan endosperma. Embrio terletak di antara keping biji. Warna kulit biji kuning, hitam, hijau, coklat. Pesar biji (hilum) adalah jaringan bekas biji melekat pada dinding buah. Bentuk biji kedelai umumnya bulat lonjong tetapi ada pula yang bundar atau bulat agak pipih. Biji kedelai yang kering akan berkecambah bila memperoleh air yang cukup. Kecambah kedelai tergolong epigeous, yaitu keping biji muncul diatas tanah. Warna hipokotil, yaitu bagian batang kecambah dibawah keping, ungu atau hijau yang berhubungan dengan warna bunga. Kedelai yang berhipokotil ungu berbunga ungu, sedangkan yang berhipokotil hijau berbunga putih. Kecambah kedelai dapat digunakan sebagai sayuran.

Tanaman kedelai mempunyai akar tunggang yang membentuk akar-akar cabang yang tumbuh menyamping (horizontal) tidak jauh dari permukaan tanah. Jika kelembapan tanah turun, akar akan berkembang lebih ke dalam agar dapat menyerap unsur hara dan air. Pertumbuhan ke samping dapat mencapai jarak 40 cm, dengan kedalaman hingga 120 cm. Selain berfungsi sebagai tempat bertumpunya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, akar tanaman kedelai juga merupakan tempat terbentuknya bintil-bintil akar. Bintil akar tersebut berupa koloni dari bakteri pengikat nitrogen *Bradyrhizobium japonicum* yang bersimbiosis secara mutualis dengan kedelai. Pada tanah yang telah mengandung bakteri ini, bintil akar mulai terbentuk sekitar 15 – 20 hari setelah tanam. Bakteri bintil akar dapat mengikat nitrogen langsung dari udara dalam bentuk gas N_2 yang kemudian dapat digunakan oleh kedelai setelah dioksidasi menjadi nitrat (NO_3).

Tinggi batang kedelai 30–100 cm serta dapat membentuk 3 – 6 cabang, tetapi bila jarak antar tanaman rapat, cabang menjadi berkurang, atau tidak bercabang sama sekali. Tipe pertumbuhan batang dapat dibedakan menjadi terbatas (*determinate*), tidak terbatas (*indeterminate*), dan setengah terbatas (*semi-indeterminate*). Tipe terbatas memiliki ciri khas berbunga serentak dan mengakhiri pertumbuhan meninggi. Tanaman pendek sampai sedang, ujung batang hampir sama besar dengan batang bagian tengah, daun teratas sama besar dengan daun batang tengah. Tipe tidak terbatas memiliki ciri berbunga secara

bertahap dari bawah ke atas dan tumbuhan terus tumbuh. Tanaman berpostur sedang sampai tinggi, ujung batang lebih kecil dari bagian tengah. Tipe setengah terbatas memiliki karakteristik antara kedua tipe lainnya.

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga mempunyai alat jantan dan alat betina. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup sehingga kemungkinan kawin silang alami amat kecil. Bunga terdapat pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih. Tidak semua bunga dapat menjadi polong walaupun telah terjadi penyerbukan secara sempurna. Sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong.

Buah kedelai berbentuk polong. Setiap tanaman mampu menghasilkan 100 – 250 polong. Polong kedelai berbulu dan berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Selama proses pematangan buah, polong yang mula-mula berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman. Pada buku (*nodus*) pertama tanaman yang tumbuh dari biji terbentuk sepasang daun tunggal. Selanjutnya, pada semua buku di atasnya terbentuk daun majemuk selalu dengan tiga helai. Helai daun tunggal memiliki tangkai pendek dan daun bertiga mempunyai tangkai agak panjang. Masing-masing daun berbentuk oval, tipis, dan berwarna hijau. Permukaan daun berbulu halus (*trichoma*) pada kedua sisi. Tunas atau bunga akan muncul pada ketiak tangkai daun majemuk. Setelah tua, daun menguning dan gugur, mulai dari daun yang menempel di bagian bawah batang (Anonymous, 2011a).

2.2 Deskripsi Pathogen *Sclerotium rolfsii*

2.2.1 Klasifikasi *Sclerotium rolfsii*

Kerajaan : Mycetae, Divisi : Eumycota, Subdivisi : Deuteromycotina, Kelas : Agronomycetes, Bangsa : Agronomycetales/Myceliales, Genus : *Sclerotium*, Spesies : *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Agrios, 1996).

2.2.2 Morfologi *Sclerotium rolfsii*

Sclerotium rolfsii memiliki koloni berwarna putih dengan banyak untaian hifa. Sel hifa primer yang berkembang di tepikoloni mempunyai lebar 4-9 μm dan panjang hingga 350 μm , dengan satu atau lebih hubungan apit (*clamp connection*)

pada sekatnya. Hifa sekunder timbul tepat di bawah sekat pangkal dan sering tumbuh menempel pada hifa primer. Cabang tersier dan seterusnya lebih sempit dengan lebar 1,5-2 μm , sel-sel pendek, percabangannya membentuk sudut yang besar, letaknya kurang terikat dengan sekat, dan biasanya tidak mempunyai apit (Semangun, 2000).

2.2.3 Biologi *Sclerotium rolfsii*

Sclerotium rolfsii membentuk hifa berwarna putih dan meluas dengan miselium kasar. Infeksi pada jaringan inang umumnya terjadi 3-4 hari setelah inokulasi pada kondisi panas dan lembab. Cabang hifa relatif panjang dengan diameter 5-9 μm , hifa berwarna hitam. Sklerotia berdiameter 8-10 mm (Domsch, 1990).

Jamur *Sclerotium rolfsii* mengeluarkan eksudat yaitu ikatan ion protein, karbohidrat, enzim, dan asam oksalit pada permukaan sklerotia. Di dalam sklerotia, yang sudah tua, terkandung asam amino, gula, asam lemak, dan lemak. Dinding sel sklerotia terdiri dari, khitin, laminatin, β -1,3 glukosa, gula, dan asam lemak (Punja, 1985). Dinding sel *Sclerotium rolfsii* mengandung 1,3-glucans dan khitin (Widyastuti dkk, 2003).

2.2.4 Siklus hidup jamur *Sclerotium rolfsii*

Jamur 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 (Sastrahidayat, 1989).

Jamur *Sclerotium rolfsii* 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 (Dwijoseputro, 1978).

Sclerotium rolfsii mampu menginfeksi tanaman jika jumlah miselia yang tumbuh cukup banyak. Untuk mendukung pertumbuhan miselia secara optimal diperlukan nutrisi yang berasal dari bahan organik sebab di alam sklerotia atau

hifa berdinding tebal biasanya berasosiasi dengan sisa tanaman atau bertahan hidup sebagai saprofit pada bahan organik (Ferreira dkk, 1992).

2.2.5 Epidemiologi *Sclerotium rolfsii*

Jamur *Sclerotium rolfsii* 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 (Domsch, 1980). Tingginya infeksi serangan *Sclerotium rolfsii* di lapang, juga dipengaruhi oleh jumlah sklerotia di dalam tanah (Sitepu, 1984). Suhu optimal untuk terbentuknya sklerotia adalah 30°C, sedangkan untuk berkecambah pada suhu 21- 30°C (Punja, 1985).

Patogen *Sclerotium rolfsii* bersifat polifag dan dapat hidup saprofit di dalam tanah yang agak basah. Patogen ini dapat membentuk sklerotia, apabila kondisi lingkungan di sekitarnya tidak memungkinkan untuk berkemabang. Penyebarannya melalui tanah bekas tanaman kedelai yang terserang dan melalui air irigasi (Djafaruddin, 2000).

2.2.6 Gejala yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii*

Sclerotium rolfsii menyerang batang utama tanaman inang termasuk akar, bunga, buah, dan daun. Tanaman di persemaian sangat rentan terhadap serangan jamur ini, dan apabila terserang, semai akan mati sejak terinfeksi. Sedangkan tanaman tua, yang terinfeksi *Sclerotium rolfsii* akan segera membentuk jaringan yang perlahan-lahan membentuk luka dan akhirnya mati. Jaringan terinfeksi berwarna coklat muda lembut dan tidak berair (Ferreira, 1993).

Tanaman yang terserang patogen ini akan layu menguning perlahan-lahan. Pada pangkal batang dan permukaan tanah didekatnya terdapat benang-benang jamur berwarna putih seperti bulu. Benang-benang ini kemudian membentuk sklerotia, atau gumpalan benang, yang mula-mula berwarna putih, akhirnya menjadi coklat seperti biji sawi, dengan garis tengah 1-1,5 mm. Karena mempunyai lapisan dinding yang keras. Sklerotia dapat digunakan untuk

mempertahankan diri dari kekeringan, suhu tinggi, dan keadaan lain yang kurang menguntungkan.

Pangkal batang membusuk, sehingga penyakit ini sering juga disebut sebagai busuk pangkal batang atau busuk sklerotium. *Sclerotium rolfsii* dapat menyerang kecambah atau semai dan menyebabkan rebah semai (*damping off*). Dalam keadaan yang sangat lembab, jamur juga dapat menyerang daun, tangkai, dan polong (Semangun, 2004).

Jamur *Sclerotium rolfsii* merupakan jenis jamur yang dapat menginfeksi biji, karena seringkali berasosiasi pada biji tanaman. Meskipun demikian, jamur hanya mampu menginfeksi sekitar 10% (Sinclair, 1980). Selain menginfeksi pada biji, jamur juga dapat menyerang pangkal batang dan leher akar. Bagian pangkal batang yang terserang oleh *Sclerotium rolfsii* menjadi rusak, sehingga atas tanaman menjadi layu dan akhirnya mati (Roechan dkk, 1985).

2.3 Deskripsi Asap Cair Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung bagian inti buah dan terletak di bagian dalam setelah sabut. Tempurung merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan 3-5 mm. Sifat kekerasan ini disebabkan oleh kandungan silikat (SiO_2) di tempurung tersebut. Dari berat total buah kelapa, 15-19% merupakan berat dari tempurungnya. Selain itu juga tempurung kelapa banyak mengandung lignin. Namun jumlah kandungan unsur-unsur bervariasi tergantung kandungan tumbuhannya (Palangkun, 1993)

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, bongkol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gergaji kayu dan lain sebagainya. Selama pembakaran, komponen dari kayu akan mengalami pirolisa menghasilkan berbagai macam senyawa antara lain fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon, polisiklik aromatik dan lain sebagainya. Asap

cair mempunyai berbagai sifat fungsional, seperti ; untuk memberi aroma, rasa dan warna karena adanya senyawa fenol dan karbonil sebagai bahan pengawet alami karena mengandung senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai antibakteri dan antioksidan sebagai bahan koagulan lateks pengganti asam format serta membantu pembentukan warna coklat pada produksi (Anonymous, 2011b).

Analisis kimia yang dilakukan terhadap asap cair meliputi penentuan fenol, karbonil, keasaman dan indeks pencoklatan.

Tabel 1. Kandungan-kandungan Kimia yang Terdapat dalam Asap Cair

Jenis Bahan	Fenol (%)	Karbonil (%)	Keasaman (%)	Indeks Pencoklatan (%)
Kayu Jati	2.70	13.58	7.21	2.16
Kayu Lamtoro	2.10	10.32	6.21	0.96
Tempurung Kelapa	5.13	13.28	11.39	1.18
Kayu Mahoni	2.16	15.23	6.26	2.11
Kayu Kamper	2.20	8.56	4.27	0.55
Kayu Bangkirai	2.93	12.31	5.55	0.84
Kayu Kruing	2.41	8.72	5.21	0.64
Glugu	3.16	12.94	6.61	1.16

(Anonymous, 2011b)

Asap cair yang telah dipisahkan dari kandungan tar berat berupa cairan bersifat asam dalam pelarut fase air dan berwarna kuning kecoklatan bergantung pada jenis kayu. Berdasarkan hasil analisa gas kromatografi terdapat 11 komponen utama yang jumlahnya relatif cukup besar di dalam asap cair.

Tabel 2. Komponen-komponen Utama yang Terdapat dalam Asap Cair

Waktu Retensi (menit)	Senyawa	Konsentrasi (%)
10.29	Fenol	44.13
11.48	3-metil 1,2-siklopentadion	3.55
13.93	2-metoksi fenol	11.5
17.59	2-metoksi-4-metil fenol	4.10
20.38	4-etil-2-metoksi fenol	2.21
22.20	2,6-dimetoksi fenol	11.06
25.0	2,5-dimetoksi benzil alkohol	3.02

(Anonymous, 2011b)

Hamm (1977) menyatakan bahwa golongan utama dari senyawa-senyawa yang terdeksi di dalam asap meliputi:

1. Fenol, tidak kurang 85 macam diidentifikasi dalam kondensat dan 10 diidentifikasi dalam produk asapan.
2. Karbonil, keton dan aldehid kira-kira 45 macam yang diidentifikasi dalam kondensat.
3. Asam dan furan sebanyak 11 macam, alkohol dan eter sebanyak 15 macam, hidrokarbon alifatik 1 macam dan kondensat, dan 20 macam dalam produk asapan.
4. Hidrokarbon aromatik polisiklik 47 macam diidentifikasi dengan kondensat dan 20 macam dalam produk asapan.

Produksi asap cair terbesar dicapai pada suhu 450°C. Senyawa fenol merupakan komponen yang paling besar (40%) yang terdapat dalam asap cair. Fenol mempunyai aktivitas antioksidan yang cukup besar dan merupakan senyawa utama dalam asapan (Fretheim dkk, 1980). Berdasarkan analisa dengan GC-MS diketahui ada 7 senyawa utama golongan fenolat dalam asap cair yaitu fenol (44,13%), 3-metil-1,2-siklopentadiol (3,55%), 2-metoksifenol (11,5%), 2-metoksi-4-metil-fenol (4,10%), 4-etil-2-metoksifenol (2,21%), 2,6-dimetoksifenol (11,06%) dan dimetoksi benzil alkohol (3,02%) (Trenggono, 1996).

Penggunaan berbagai jenis kayu sebagai bahan bakar pengasapan telah banyak dilaporkan, kayu bakau, serbuk gergaji, kayu jati, ampas tebu dan kayu bekars kemasan, dan bervariasinya kandungan utama dari komponen kayu akan mempengaruhi asap yang dihasilkan. Namun untuk menghasilkan asap yang lebih baik pada waktu pirolisis sebaiknya menggunakan jenis kayu keras, termasuk tempurung kelapa (Kjallstran dkk, 2004). Tempurung kelapa merupakan material yang mengandung konstituen kayu seperti lignin dan selulose, sehingga mampu menghasilkan kadar fenol yang tinggi (Anonymous, 2005).

Asap cair seperti asap dalam fase uap mengandung senyawa fenol yang selain menyumbang cita rasa asap (smoke's flavour), juga mempunyai aksi sebagai antioksidan dan bakterisidal pada makanan yang diasap (Hollenbeck, 1979). Peran antioksidatif dari asap ditunjukkan oleh senyawa fenol bertitik didih

tinggi terutama 2,6-dimetoksifenol; 2,6 dimetoksi-4-metilfenol dan 2,6-dimetoksi-4-etilfenol (Draudt, 1963), yang bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas dan menghambat reaksi rantai (Ladikos dan Lougovois, 1990).

2.4 Senyawa Fenol pada Tanaman

2.4.1 Metabolisme Senyawa Fenol

Pada tanaman, memerlukan metabolisme untuk mengubah suatu senyawa kimia menjadi senyawa kimia lain yang dapat dimanfaatkan bagi tanaman tersebut, hasil dari proses metabolisme disebut metabolit. Pada tanaman menghasilkan dua jenis metabolit dari hasil metabolismenya, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh organisme dan dibutuhkan oleh organisme tersebut untuk pertumbuhannya (Rahman dkk, 1992). Adapun senyawa-senyawa yang termasuk dalam metabolit primer, antara lain protein, karbohidrat, dan lemak (Lenny, 2006).

Metabolit sekunder adalah senyawa yang disintesis oleh organisme tetapi tidak merupakan kebutuhan fisiologis pada organisme tersebut (Pawiroharsono, 2007). Metabolit sekunder adalah senyawa metabolit yang tidak esensial bagi pertumbuhan organisme dan ditemukan dalam bentuk yang unik atau berbeda-beda antara spesies yang satu dengan yang lainnya. Pada setiap bagian tanaman memiliki konsentrasi senyawa metabolit sekunder yang berbeda-beda, umumnya paling banyak terdapat pada kulit, jantung kayu, cabang, dan bagian jaringan tanaman yang terluka (Obst, 1998). Fungsi metabolit sekunder adalah untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, misalnya untuk mengatasi hama dan penyakit, menarik polinator, dan sebagai molekul sinyal (Anonymous, 2011d). Senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan merupakan senyawa kimia yang umumnya mempunyai kemampuan bioaktivitas dan berfungsi sebagai pelindung tumbuhan tersebut dari gangguan hama dan penyakit (Lenny, 2006; Mazid, 2011). Senyawa metabolit sekunder diklasifikasikan menjadi 3 kelompok utama, yaitu:

1. Terpenoid adalah senyawa yang mengandung karbon dan hidrogen serta disintesis melalui jalur metabolisme asam mevalomat,

contohnya adalah monoterpena, seskuiterpena, diterpena, triterpena, dan polimer terpena.

2. Fenol, merupakan senyawa yang terbuat dari gula sederhana dan memiliki cincin benzena, hidrogen, dan oksigen dalam struktur kimianya, contohnya adalah asam fenol, kumarin, lignin, flavonoid, dan tanin.
3. Senyawa yang mengandung nitrogen, contohnya adalah alkaloid dan glukosinolat.

(Anonymous, 2011d)

2.4.2 Produksi Senyawa Fenol dalam Tanaman

Senyawa fenol merupakan hasil dari metabolit sekunder yang merupakan turunan dari fosfat pentosa, shikimate dan fenil-propanoid pada tanaman (Randhir dkk, 2004). Jalur yang paling penting pada tanaman untuk menghasilkan senyawa fenol adalah jalur shikimate/arogenate, yang mengarah ke pembentukan 3 asam amino aromatik. Salah satunya adalah L-fenilalanin, yang merupakan prekursor untuk jalur fenilalanin/ hydroxycinnamate, di mana sebagian besar senyawa fenol yang disintesis (Stark, 1997). Jalur biosintetis utama pada tanaman adalah jalur shikimate, acetate-malonate, acetate-mevalonate yang menyediakan prekursor phytoalexin yang berfungsi untuk sintesis senyawa fenol (Kuc, 1995). Pada tanaman melakukan metabolisme untuk kelangsungan hidupnya, metabolisme merupakan modifikasi senyawa kimia secara biokimia didalam sel tanaman. Pada proses metabolisme sekunder, menghasilkan metabolit sekunder yang salah satunya adalah senyawa fenol. Senyawa fenol terbentuk dalam sel tanaman di dalam sitosol atau membran sel (Keskitalo, 2001). Jadi senyawa fenol pada tanaman juga termasuk hasil dari metabolisme tanaman yang diproses secara biokimia di dalam sel tanaman.

2.4.3 Jenis-jenis Senyawa Fenol dalam Tanaman

Senyawa fenol dibedakan atas dua jenis utama, yaitu senyawa fenol yang berasal dari asam shikimat atau jalur shikimat dan senyawa fenol yang berasal dari jalur asetat-malonat. Senyawa-senyawa fenol ditemukan dalam berbagai organisme, mulai dari mikroorganisme sampai pada tumbuhan tingkat tinggi dan

hewan (Lenny, 2006). Senyawa fenol dalam tanaman terbagi dalam beberapa kelompok, antaralain:

1. Senyawa Fenilpropanoid

Senyawa Fenilpropanoid merupakan salah satu kelompok senyawa fenol utama yang berasal jalur shikimat. Senyawa fenol ini mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari cincin benzen yang terikat pada ujung rantai karbon propana. Beberapa jenis senyawa yang termasuk Fenilpropanoid adalah: turunan sinamat, turunan kumarin, turunan alilfenol, dan turunan propenil fenol.

2. Senyawa Flavonoid

Senyawa Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, dan biru serta sebagian zat berwarna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua atom benzen terikat pada suatu rantai propana sehingga membentuk suatu susunan. Susunan ini dapat menghasilkan 3 jenis struktur senyawa Flavonoid, yaitu: Flavonoida atau 1,3-diarilpropana, Isoflavonoida atau 1,2-diarilpropana, Neoflavonoida atau 1,1-diarilpropana.

Istilah Flavonoida diberikan untuk senyawa-senyawa fenol yang berasal dari kata flavon, yaitu nama dari salah satu jenis flavonoida yang terbesar jumlahnya dalam tumbuhan. Flavon, flavonol dan antosianidin adalah jenis yang banyak ditemukan di alam sehingga sering disebut sebagai flavonoida utama. Senyawa isoflavonoida dan neoflavonoida hanya ditemukan dalam beberapa jenis tumbuhan, terutama pada tumbuhan Leguminase.

Sebagian besar senyawa flavonoid alam ditemukan dalam bentuk glikosida, dimana unit flavonoida terikat pada suatu gula. Glikosida adalah kombinasi antara suatu gula dan suatu alkohol yang saling berikatan melalui ikatan glikosida.

3. Senyawa Alkaloida

Alkaloida adalah suatu golongan senyawa organik yang terbanyak ditemukan dalam. Hampir seluruh senyawa alkaloida berasal dari tumbuh-tumbuhan dan tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Semua alkaloida mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang biasanya bersifat basa dan dalam sebagian besar atom nitrogen ini merupakan bagian dari heterosiklik.

Hampir semua alkaloida yang ditemukan di alam mempunyai keaktifan biologis tertentu, ada yang sangat beracun tetapi ada yang sangat berguna dalam pengobatan. Misalnya kuinin, morfin, dan siknin adalah alkaloida yang terkenal dan mempunyai efek fisiologis dan psikologis. Alkaloida dapat ditemukan dalam berbagai bagian tumbuhan seperti biji, daun, ranting, dan kulit batang. Alkaloida umumnya ditemukan dalam kadar yang kecil dan harus dipisahkan dari campuran senyawa yang rumit yang berasal dari jaringan tumbuhan.

Alkaloida dikelompokkan atas beberapa kelompok, yaitu:

- Alkaloida sesungguhnya

Alkaloida ini merupakan racun, senyawa tersebut menunjukkan aktivitas fisiologis yang luas, hampir tanpa terkecuali bersifat basa, umumnya mengandung nitrogen dalam cincin heterosiklik, diturunkan dari asam amino, biasanya terdapat pada tanaman sebagai garam asam organik. Beberapa pengecualian terhadap aturan tersebut adalah kolkhisin dan asam aristolokhat yang bersifat bukan basa dan tidak memiliki cincin heterosiklik dan alkaloida quartener yang bersifat agak asam.

- Protoalkaloida

Protoalkaloida merupakan amin yang relatif sederhana dimana nitrogen asam amino tidak dapat terdapat dalam cincin heterosiklik. Protoalkaloida diperoleh berdasarkan biosintesa dari asam amino yang bersifat basa. Pengertian amino biologis sering digunakan untuk kelompok ini.

- Pseudoalkaloida

Pseudoalkaloida tidak diturunkan dari prekursor asam amino, senyawa ini biasanya bersifat basa. Ada dua seri alkaloida yang penting dalam kelompok ini yaitu alkaloida steroidal dan purin.

(Lenny, 2006)

2.4.4 Fungsi Senyawa Fenol dalam Tanaman terhadap Pengaruh Lingkungan dan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Sebagian senyawa organik bahan alam adalah senyawa-senyawa aromatik, senyawa-senyawa tersebut tersebar luas sebagai zat warna alam yang menyebabkan warna pada bunga, kayu pada pohon tropis, bermacam-macam kapang dan lumut termasuk zat warna alizarin. Senyawa-senyawa aromatik pada bahan alam tersebut bernama senyawa-senyawa fenol. Secara alami, setiap tanaman mempunyai senyawa fenol sendiri. Tanaman membutuhkan senyawa fenol untuk pigmentasi, reproduksi, pertumbuhan, resistensi terhadap patogen dan fungsi lainnya (Lattanzio dkk, 2006). Senyawa fenol yang umumnya ditemukan dalam tumbuhan mempunyai beberapa efek biologis yang salah satunya adalah aktifitas antioksidan (Kahkonen dkk, 1999). Antioksidan adalah senyawa yang mampu menunda, memperlambat, dan menghambat reaksi oksidasi (Pokorny dkk, 2001).

Senyawa fenol pada tanaman mempunyai peranan penting dalam melindungi tanaman dari faktor luar yang kurang menguntungkan bagi tanaman sendiri. Misalnya, berperan penting dalam struktur dinding sel untuk dukungan mekanik dan sebagai penghambat terhadap invasi mikroba, fenol merupakan kontributor warna pada tanaman yang dapat melindungi tanaman dari sinar ultraviolet yang merusak, herbivora, serangga dan mikroba, serta sinyal molekulnya berfungsi untuk membantu nodulasi pada tanaman legum pada saat simbiosis *Rhizobium*, dan dapat bertindak sebagai allelopati (Rice, 1984). Senyawa fenol dalam tanaman melindungi dinding sel dari ancaman faktor luar yang dapat merusak sel tanaman tersebut. Misalnya pada saat tanaman diserang serangga herbivora, tanaman akan menghasilkan senyawa fenol yang lebih untuk mencegah serangga tersebut menyerang lebih besar lagi. Senyawa fenol yang

terdapat pada pembuluh tanaman, berfungsi untuk mempertahankan tanaman secara mekanis terhadap serangan berbagai serangga herbivora dan jamur (Murray dkk, 1982).

2.4.5 Fungsi Senyawa Fenol pada Tanaman terhadap Penyebab Penyakit pada Tanaman

Senyawa fenol yang terkandung dalam tanaman mampu menghambat organisme penyebab penyakit pada tanaman itu sendiri, dan juga dapat dimanfaatkan sebagai fungisida nabati untuk menghambat serangan organisme penyebab penyakit. Misalnya potensi ekstrak daun sirih untuk mengendalikan jamur *Rhizoctonia* sp. yang dapat menyebabkan penyakit rebah kecambah, busuk batang, busuk akar, dan hawar daun (Ahmad dkk, 2009). Karena secara umum daun sirih mengandung minyak atsiri 1-4,2% yang terdiri dari hidroksikavikol, kavikol, kavibetol, metal eugenol, karvakol, terpena, seskuiterpena, fenil-propana, tannin, enzim diastase 0,8-1,8%, enzim katalase, gula, pati, vitamin, A, B, dan C (Rostiana dkk, 1991). Senyawa-senyawa penyusun minyak atsiri pada daun sirih 82,8% adalah senyawa fenol, dan hanya 18,2% merupakan senyawa bukan fenol (Koesmiati, 1966).

Selain pada tanaman sirih, tanaman mahonipun mempunyai senyawa fenol yang mampu mencegah penyakit bercak daun. Tanaman mahoni mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap serangan hama dan penyakit, karena mempunyai kandungan fenol yang cukup tinggi (Suharti dkk, 2002). Pada bagian kulit tanaman kihyang dan meranti yang merupakan tanaman hutan tropik, juga mengandung senyawa fenol yang dapat dapat mengendalikan patogen penyebab penyakit. Kayu dari hutan tropik mengandung zat ekstraktif yang bersifat racun. Lebih lanjut dikatakan bahwa senyawa fenol yang terdapat pada kayu teras, kulit, dan xilem, bersifat racun atau anti jamur sehingga melindungi pohon dari gangguan faktor perusak kayu (Sjostrom, 1981). Ekstrak kulit kayu kihyang dan meranti dapat dapat menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium rolfsii*, yang dapat menyebabkan penyakit rebah semai pada tanaman kedelai (Hartati dkk, 2007).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dan di rumah kawat Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei sampai bulan Juli 2011.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah pirolisator, botol kaca, jarum ose, cawan petri, preparat, kaca penutup, mikroskop, kamera, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, bunsen, *autoclav*, panci, kompor listrik, plastik wrap, *aluminium foil*, penyemprot, kantong plastik tebal, sekop kecil, nampan pembersihan, cawan petri, dan kertas merang.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah isolat *Sclerotium rolfsii*, benih kedelai varietas Argomulyo, jagung giling, PDA (*Potato Dextrose Agar*), alkohol 75%, tanah dan kompos.

3.3 Persiapan Penelitian

3.3.1 Perbanyak isolat *Sclerotium rolfsii*

Isolat *Sclerotium rolfsii* diperoleh dari koleksi laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Isolat tersebut sebelumnya didapat dari eksplorasi tanah endemik jamur *Sclerotium rolfsii*. Isolat *Sclerotium rolfsii* diperbanyak pada media PDA, yaitu media yang terdiri dari campuran agar 18 gr, kentang 200 gr, dan glukosa 20 gr dalam 1 liter air. Kemudian jamur yang telah diinokulasi pada media PDA diidentifikasi ulang untuk memastikan bahwa jamur tersebut adalah *Sclerotium rolfsii*.

Setelah isolat *Sclerotium rolfsii* berkembang pada media PDA, dibiakkan lagi pada media jagung. Cara pembuatan media jagung yaitu dengan cara mencuci

terlebih dahulu jagung yang sudah digiling sampai bersih, kukus sampai setengah matang. Jagung giling yang sudah dikukus, dimasukkan ke dalam plastik tebal hingga seperempat dari bagian plastik tersebut, kemudian disterilisasi pada *autoclav* hingga bertekanan 120 psi selama 30-45 menit, setelah steril media jagung siap untuk diinokulasi isolat jamur *Sclerotium rolfsii*.

3.3.2 Persiapan Tanah untuk Penanaman Tanaman Kedelai

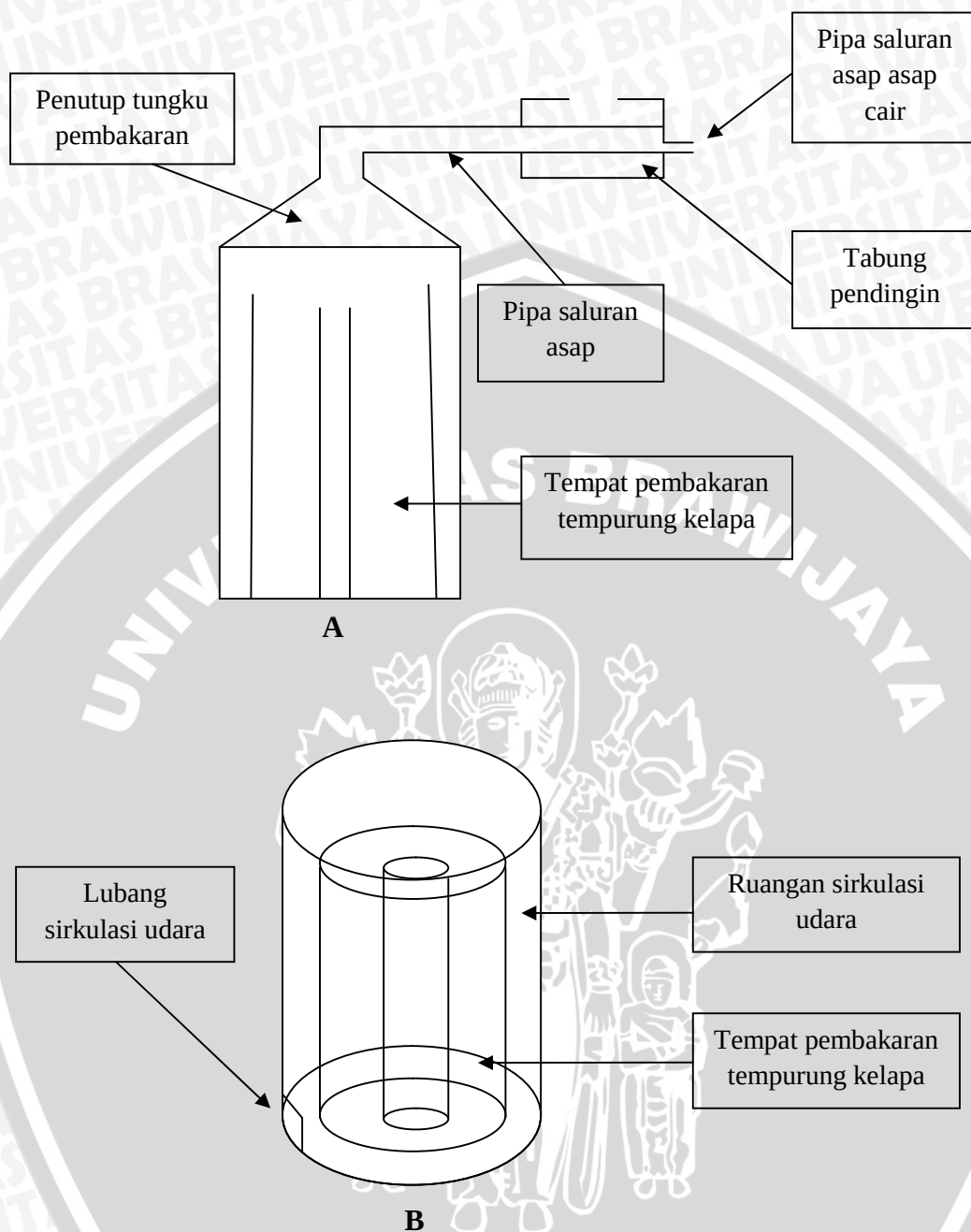
Tanah dan kompos dengan perbandingan 5:1 di sterilisasi supaya mikroba yang berada pada tanah tersebut mati. Tanah dan kompos yang sudah steril, diinfestasi jamur *Sclerotium rolfsii* dari media jagung, dengan cara mengecurkan jamur *Sclerotium rolfsii* dari media jagung dengan menggunakan aquades steril lalu dicampurkan dengan tanah dan kompos steril. Setelah itu biakan diinkubasi selama 7 hari, supaya jamur tersebut beradaptasi dan berkembang.

3.3.3 Pembuatan Asap Cair Tempurung Kelapa

Pembuatan asap cair tempurung kelapa menggunakan alat pirolisator yang terdiri dari tungku pembakaran dan tabung pendingin, dan menggunakan bahan tempurung kelapa kering. Tungku pembakaran terbuat dari drum bekas dengan diameter 50 cm, dan tinggi 70 cm. Tabung pendingin terbuat dari besi dan plat besi, panjang tabung pendingin yang digunakan yaitu 1 meter dan seng plat 30 cm. Sebagai pendingin, tabung pendingin diisi air dingin untuk mempercepat kondensasi. Pirolisator berfungsi untuk mengubah asap yang dihasilkan dari pembakaran pada tungku, menjadi cairan yang disebut asap cair.



Gambar 1. Alat yang digunakan untuk pembuatan asap cair dari tempurung kelapa, alat tersebut dinamakan Pirolisator.



Gambar 2. **A.** Skema Pirolisator; **B.** Skema bagian dalam tungku pembakaran dari Pirolisator

Langkah-langkah pembuatan asap cair tempurung kelapa adalah, tempurung kelapa dengan ukuran kecil dikeringkan terlebih dahulu, tempurung kelapa yang sudah kering dimasukkan ke dalam tungku pembakaran. Kemudian tempurung kelapa dibakar, namun dengan pembakaran yang tidak sempurna agar menghasilkan asap yang banyak, isi tabung pendingin dengan air pendingin

sebagai kondensator, selanjutnya tetesan asap cair hasil kondensator ditampung pada botol.

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan terdiri dari 5 macam konsentrasi asap cair tempurung kelapa, yaitu 0% (kontrol), 5%, 10%, 15%, dan 20%. Sebagai pembanding adalah perlakuan fungisida Dithane M-45 80 WP. Masing-masing perlakuan terdiri dari 5 ulangan, dan setiap ulangan menggunakan 25 tanaman kedelai varietas Argomulyo.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 5:1 dengan berat total 50 kg, dicampur dengan isolat *Sclerotium rolfsii* yang sudah dilarutkan dengan menggunakan air, kemudian diinkubasi selama 7 hari. Tanah dan kompos yang sudah diinokulasi jamur *Sclerotium rolfsii* tersebut diletakkan dalam nampan pembenihan, yaitu wadah plastik berukuran 56 cm x 36 cm. Setelah semua lubang nampan terisi tanah sesuai kebutuhan perlakuan, setiap tanah pada lubang nampan ditanami benih kedelai yang sudah melalui perlakuan perendaman benih kedelai dengan menggunakan asap cair konsentrasi 5 %, 10%, 15%, dan 20% selama 45 menit, serta kontrol. Sebagai pembanding adalah perlakuan fungisida Dithane M-45 80 WP pada konsentrasi 1,5 g/l.

Benih kedelai ditanam dengan cara dimasukkan dalam tanah yang sudah disiapkan, dengan kedalaman ± 2 cm. Pembuatan asap cair dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan cara sebagai berikut, asap cair konsentrasi 5% dengan mencampur 5 ml asap cair dengan 95 ml aquadest steril, asap cair konsentrasi 10% dengan cara mencampur 10 ml asap cair dengan 90 ml aquadest steril. Pembuatan asap cair konsentrasi 15% dengan mencampur 15 ml asap cair murni dan 85 ml aquadest steril, dan pembuatan asap cair 20% dengan mencampur 20 ml asap cair murni dan 80 ml aquadest steril. Semua campuran asap cair dengan aquadest steril tersebut akan menghasilkan cairan asap cair sebanyak 100 ml, dengan konsentrasi asap cair yang berbeda-beda.

Untuk mengetahui pengaruh lama perlakuan perendaman dan konsentrasi asap cair waktu perendaman, dilakukan perlakuan perendaman benih kedelai menggunakan asap cair pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan kontrol pada waktu yang berbeda-beda. Waktu yang digunakan adalah 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Setelah benih kedelai direndam menggunakan asap cair dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada waktu yang bervariasi, benih kedelai diletakkan pada cawan petri yang sebelumnya dialasi dengan menggunakan kertas merang yang sudah dibasahi menggunakan aquades steril. Fungsi dari kertas merang yang sudah dibasahi menggunakan aquades steril, adalah sebagai asupan air untuk benih kedelai waktu perkecambahan berlangsung. Selanjutnya pemberian aquades steril dilakukan setiap hari, supaya asupan air oleh benih kedelai tetap tercukupi.

Variabel pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*, jumlah benih yang tumbuh, dan rata-rata tinggi tanaman. Untuk perlakuan lama waktu perendaman benih kedelai menggunakan asap cair tempurung kelapa, variabel yang diamati adalah rata-rata benih yang tumbuh. Pengamatan jumlah benih yang tumbuh dan pengaruh lama waktu perendaman, dilakukan setiap hari sejak benih berumur 1 HST sampai umur 7 HST dengan cara pengamatan langsung. Pengamatan Intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IS = \frac{\Sigma \text{tanaman terinfeksi } S.rolfsii}{\Sigma \text{seluruh tanaman}} \times 100\%$$

Intensitas serangan penyakit dalam penelitian ini dihitung menggunakan rumus tersebut, karena *Sclerotium rolfsii* bersifat sistemik dalam menginfeksi tanaman inangnya. Pengamatan tanaman dilakukan dua hari sekali sejak 2 hari setelah tanam (HST) sampai 30 HST dengan cara pengamatan langsung. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan seminggu sekali sejak tanaman berumur 1 sampai 4 minggu setelah tanam (MST) dengan cara mengukur tinggi tanaman satu persatu.

3.6 Analisa Data

Hasil pengamatan dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%) untuk melihat perbedaan antar perlakuan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Rerata Intensitas Serangan Jamur *Sclerotium rolfsii*

Hasil dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%), menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih menggunakan asap cair dengan konsentrasi yang berbeda-beda selama 45 menit sebelum tanam, mempengaruhi intensitas serangan jamur *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai. Hasil analisis tersaji dalam Tabel 3 dan Gambar 2.

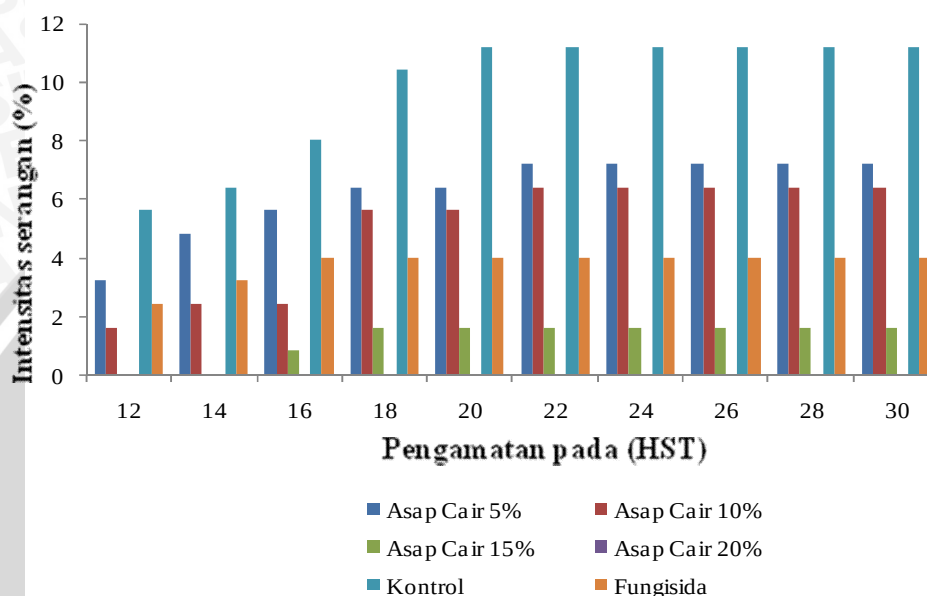
Tabel 3. Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii*

Perlakuan	Rerata Intensitas Serangan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Tanaman Kedelai (%)									
	12 HST	14 HST	16 HST	18 HST	20 HST	22 HST	24 HST	26 HST	28 HST	30 HST
Asap Cair 5%	3,2 c	4,8 c	5,6 d	6,4 d	6,4 d	7,2 d	7,2 d	7,2 d	7,2 d	7,2 d
Asap Cair 10%	1,6 b	2,4 b	2,4 b	5,6 d	5,6 d	6,4 d	6,4 d	6,4 d	6,4 d	6,4 d
Asap Cair 15%	0 a	0 a	0,8 a	1,6 b	1,6 b	1,6 b	1,6 b	1,6 b	1,6 b	1,6 b
Asap Cair 20%	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Kontrol	5,6 d	6,4 d	8 e	10,4 e	11,2 e	11,2 e	11,2 e	11,2 e	11,2 e	11,2 e
Fungisida	2,4 bc	3,2 b	4 c	4 c	4 c	4 c	4 c	4 c	4 c	4 c
BNT 5%	1,25	1,26	1,48	1,49	1,49	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap intensitas serangan jamur *Sclerotium rolfsii* pada uji BNT 5%. HST = Hari Setelah Tanam, persentase asap cair pada tabel menunjukkan konsentrasi asap cair.

Pada Tabel 3 tersaji data rerata intensitas serangan jamur *Sclerotium rolfsii* terhadap tanaman kedelai pada umur 12 sampai 30 HST, tanaman mulai menampakkan gejala serangan *Sclerotium rolfsii* yang berbeda, terhadap perlakuan perendaman menggunakan asp cair dengan konsentrasi yang berbeda – beda. Pada pengamatan umur 12 HST perlakuan asap cair yang paling berpengaruh terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20%, karena pada perlakuan ini memiliki intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* terendah yaitu 0%. Pada perlakuan fungisida, mempunyai pengaruh terhadap intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* yang hampir sama pada perlakuan asap cair 5% dan 10%,

namun pada perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20% lebih berpengaruh dibanding perlakuan fungisida. Secara keseluruhan pada pengamatan umur 12 HST, perlakuan asap cair dan fungisida berpengaruh terhadap intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*, karena dibandingkan pada kontrol yang mempunyai intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* tertinggi yaitu sebesar 5,6%.



Gambar 3. Pengaruh perlakuan terhadap Intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*.

Pada pengamatan umur 14 HST, intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* terendah terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 15 dan 20%. Intensitas serangan pada kontrol, merupakan intensitas tertinggi dibandingkan pada perlakuan yang lain. Intensitas serangan pada perlakuan fungisida, lebih tinggi dibanding pada perlakuan asap cair konsentrasi 10-20%. Dari seluruh perlakuan asap cair, perlakuan yang efektif dan efisien adalah perlakuan asap cair konsentrasi 15%, karena tidak ada intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* pada perlakuan tersebut. Pada perlakuan asap cair konsentrasi 20% juga tidak terdapat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*, namun yang lebih efisien pada perlakuan asap cair konsentrasi 15%, karena dengan konsentrasi yang lebih rendah mempunyai kemampuan yang sama dengan konsentrasi 20% dalam menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*. Perlakuan fungisida, mempunyai kemampuan menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* yang hampir sama terhadap perlakuan asap cair konsentrasi 10%, namun kemampuan asap cair

konsentrasi 15% dan 20% masih diatas kemampuan fungisida dalam menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*.

Pada pengamatan umur 16 HST, terjadi peningkatan intensitas serangan pada perlakuan asap cair konsentrasi 5%, 15%, kontrol, dan perlakuan fungisida. Intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* tertinggi terdapat pada kontrol, jadi perlakuan asap cair dan fungisida dapat menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*. Intensitas serangan pada perlakuan fungisida lebih tinggi dibanding pada perlakuan asap cair konsentrasi 10-20%, jadi perlakuan fungisida dalam mengendalikan *Sclerotium rolfsii* belum efektif dibandingkan dengan perlakuan asap cair. Perlakuan asap cair yang efektif pada 16 HST adalah perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20%, karena intensitas serangan pada perlakuan tersebut merupakan intensitas terendah dibanding dengan intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* pada perlakuan yang lain. Namun pengendalian *Sclerotium rolfsii* yang lebih efisien adalah pengendalian menggunakan asap cair konsentrasi 15%, karena dengan konsentrasi tersebut memiliki kemampuan yang sama dengan asap cair konsentrasi 20% dalam menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*.

Pada pengamatan umur 18 HST, terdapat peningkatan intensitas serangan pada perlakuan asap cair konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan kontrol. Intensitas serangan tertinggi masih tetap terdapat pada kontrol, yaitu sebesar 10,4%. Sedangkan intensitas serangan terendah terdapat pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20%, yaitu sebesar 0%. Intensitas serangan pada perlakuan fungisida masih lebih tinggi dibanding pada perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20%, jadi perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20% lebih efektif dibanding dengan perlakuan fungisida dalam menekan intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* pada pengamatan 18 HST. Pengendalian *Sclerotium rolfsii* menggunakan asap cair yang paling efektif dan efisien adalah perlakuan pada konsentrasi 20%, karena pada perlakuan ini tidak ada intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*. Pada pengamatan umur 20 HST, peningkatan intensitas serangan hanya terjadi pada kontrol.

Pada pengamatan umur 22 HST, terjadi peningkatan intensitas serangan pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 5% dan 10%. Intensitas serangan tertinggi terjadi pada kontrol, yaitu sebesar 11,2%. Intensitas serangan terendah terjadi pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%, yaitu 0%. Seperti halnya pada 20 HST, intensitas serangan pada perlakuan fungisida masih lebih tinggi dibanding dengan perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20%, sehingga perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20% lebih efektif dibanding dengan perlakuan fungisida. Pada pengamatan 22 HST, perlakuan asap cair yang efektif dan efisien adalah perlakuan asap cair konsentrasi 20%.



Gambar 4. **A.** Tanaman kedelai yang tidak terserang *Sclerotium rolfsii* ; **B.** Tanaman kedelai yang terserang *Sclerotium rolfsii*

Keterangan : Pada tanaman kedelai yang tidak terserang *Sclerotium rolfsii*, terlihat berdiri tegak dan tidak terlihat gejala akibat serangan *Sclerotium rolfsii*. Sedangkan pada tanaman yang terserang *Sclerotium rolfsii*, tanaman terlihat rebah dan terlihat miselia jamur *Sclerotium rolfsii* pada batang, yang telah ditunjukkan oleh gambar panah warna merah.

Pada pengamatan tanaman umur 24 HST sampai 30 HST, tidak terjadi peningkatan intensitas serangan pada semua perlakuan. Dari semua pengamatan yang telah dilakukan, dan ditampilkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair maka semakin rendah intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* yang terjadi. Dibandingkan dengan perlakuan fungisida, perlakuan asap cair konsentrasi tinggi lebih efektif mengendalikan *Sclerotium rolfsii*. Karena komponen senyawa penyusun asap cair terdiri atas tiga senyawa penyusun terbesar antara lain asam, karbonil, dan fenol (Astuti, 2000). Fenol adalah zat kristal tak berwarna yang memiliki bau khas dan dapat digunakan sebagai

antiseptik seperti yang digunakan Sir Joseph Lister saat mempraktikkan pembedahan antiseptik (Anonymous, 2011c).

4.1.2 Rerata Pertumbuhan Benih Kedelai

Hasil Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%), menunjukkan bahwa hasil perendaman benih kedelai selama 45 menit dengan menggunakan asap cair mempengaruhi pertumbuhan benih kedelai setelah penanaman. Rerata jumlah kedelai yang tumbuh disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Jumlah Benih Kedelai yang Tumbuh pada Setiap Pengamatan

Perlakuan	Rerata Jumlah Benih Kedelai yang Tumbuh (%)						
	1 HST	2 HST	3 HST	4 HST	5 HST	6 HST	7 HST
Asap Cair 5%	0	8 a	8,8 ab	12,8 ab	21,6 ab	32,8 b	44 b
Asap Cair 10%	0	4,8 a	4,8 ab	5,6 a	8 a	11,2 a	20,8 a
Asap Cair 15%	0	5,6 a	5,6 ab	10,4 a	12,8 ab	15,2 a	18,4 a
Asap Cair 20%	0	1,6 a	1,6 a	3,2 a	9,6 ab	13,6 a	19,2 a
Kontrol	0	4,8 a	10,4 ab	15,2 ab	23,2 b	32 b	60 c
Fungisida	0	8,8 a	13,6 b	26,4 b	41,6 c	54,4 c	64 c
BNT 5%	0	12,09	11,02	15,03	14,34	16,6	12,9

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh pada uji BNT 5%. HST= Hari Setelah Tanam, persentase asap cair pada tabel menunjukkan konsentrasi asap cair.

Pada pengamatan pertumbuhan kedelai, terdapat beberapa benih yang terhambat pertumbuhannya setelah melalui perlakuan asap cair dari berbagai macam konsentrasi. Pada awal pengamatan, dengan perlakuan asap cair konsentrasi yang tinggi, jumlah benih kedelai yang tumbuh lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan asap cair konsentrasi yang lebih rendah. Pertumbuhan benih kedelai yang terhambat pada variabel pengamatan ini, yaitu benih kedelai yang tidak mampu berkecambah sejak awal pengamatan. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa, dari semua perlakuan termasuk kontrol benih kedelainya tidak tumbuh secara bersamaan. Dan semakin tinggi konsentrasi asap cair sebagai perlakuan, maka semakin sedikit benih yang dapat berkecambah,

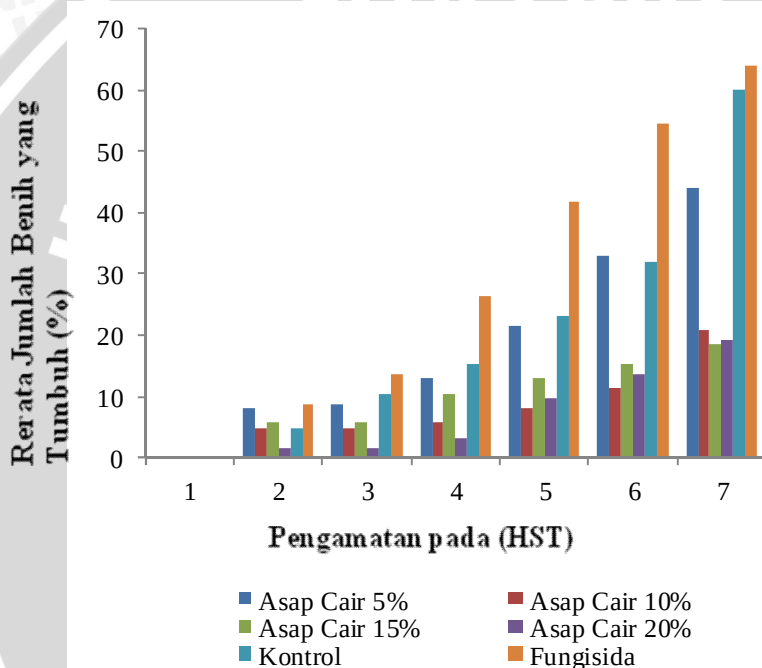
dan benih yang tidak bisa berkecambah dari awal sampai akhir pengamatan, maka benih tersebut menjadi mati.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa benih mulai tumbuh pada umur 2 hari setelah tanam (HST). Pada umur 2 HST, semua perlakuan yang digunakan termasuk kontrol, belum begitu berpengaruh terhadap rerata jumlah benih yang tumbuh. Pada umur 3 HST, rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh tertinggi terdapat pada perlakuan menggunakan Fungisida, jadi perlakuan Fungisida tidak mempengaruhi terhadap pertumbuhan benih kedelai pada umur 3 HST. Rerata jumlah kedelai yang tumbuh terendah terdapat pada perlakuan menggunakan asap cair dengan konsentrasi 20%. Pada umur 3 HST, perlakuan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan benih kedelai terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%, pada perlakuan ini memiliki rerata jumlah benih tumbuh terendah dibandingkan pada perlakuan lain dan kontrol.

Pada pengamatan umur 4 HST, rerata jumlah kecambah yang tumbuh tertinggi terdapat pada fungisida, dan terendah terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Jadi perlakuan yang paling berpengaruh terhadap rerata jumlah benih yang tumbuh, adalah perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Sedangkan perlakuan fungisida, tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kecambah kedelai, karena memiliki nilai rerata jumlah benih kecambah kedelai yang hampir setara pada kontrol. Jadi secara keseluruhan pada pengamatan umur 4 HST, semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan, semakin tinggi pengaruh terhadap penghambatan perkecambahan benih kedelai, dan perlakuan fungisida tidak mempunyai dampak penghambatan perkecambahan benih kedelai.

Pada pengamatan umur 5 HST, terjadi peningkatan rerata jumlah benih yang tumbuh pada setiap perlakuan. Rerata jumlah benih tertinggi masih tetap pada perlakuan fungisida, dan terendah masih tetap pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Namun pada 6 HST, rerata jumlah benih yang tumbuh terendah terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 10%. Sedangkan pada pengamatan umur 7 HST, rerata jumlah benih yang tumbuh tertinggi terdapat pada perlakuan fungisida, namun kemampuan perkecambahan benih kedelai pada perlakuan fungisida, hampir sama terhadap kemampuan perkecambahan benih kedelai pada

kontrol. Dan rerata jumlah benih yang tumbuh terendah terdapat pada perlakuan asap cair 15%, namun kemampuan perkecambahan benih kedelai pada perlakuan tersebut, hampir sama terhadap kemampuan perkecambahan benih kedelai pada perlakuan asap cair konsentrasi 10% dan 20%. Dari semua perlakuan, menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair, semakin rendah kemampuan benih kedelai tumbuh. Dan perlakuan fungisida tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan benih kedelai, bila dibandingkan dengan perlakuan asap cair dan kontrol. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah benih yang tumbuh juga tersaji pada Gambar 4.



Gambar 5. Pengaruh perlakuan terhadap rerata jumlah benih yang tumbuh

4.1.3 Rerata Tinggi Tanaman

Hasil dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%), telah didapat data-data yang menunjukkan pengaruh perlakuan perendaman sebelum tanam menggunakan asap cair konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, menggunakan fungisida, dan kontrol selama 45 menit. Hasil analisis tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
Asap Cair 5%	0,288 bc	6,1328 c	8,7528 c	12,704 c
Asap Cair 10%	0,052 a	4,033 b	5,504 b	7,844 b
Asap Cair 15%	0,092 a	1,116 ab	2,152 ab	2,744 a
Asap Cair 20%	0,0952 ab	1,0968 a	2,024 a	2,844 a
Kontrol	0,5848 c	9,3696 d	11,8944 d	17,432 e
Fungisida	1,1664 d	8,7544 d	13,4416 e	16,36 d
BNT 5%	0,204058	0,631819	0,7331	0,882596

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh pada uji BNT 5%. MST = Minggu Setelah Tanam, persentase asap cair pada tabel menunjukkan konsentrasi asap cair.

Pada tabel 5, telah ditunjukkan bahwa dari pengamatan tanaman sejak umur 1 MST sampai 4 MST semakin tinggi konsentrasi yang dipakai, semakin rendah rerata tinggi tanaman. Pada pengamatan umur 1 MST, tinggi tanaman kedelai pada perlakuan asap cair konsentrasi 5% hampir setara pada perlakuan asap cair konsentrasi 20% dan kontrol, sedangkan tinggi tanaman pada perlakuan asap cair konsentrasi 10% dan 15%, hampir setara terhadap tinggi tanaman pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Rerata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan fungisida, dan selanjutnya diikuti pada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa, sedangkan perlakuan fungisida tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Namun perlakuan asap cair berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

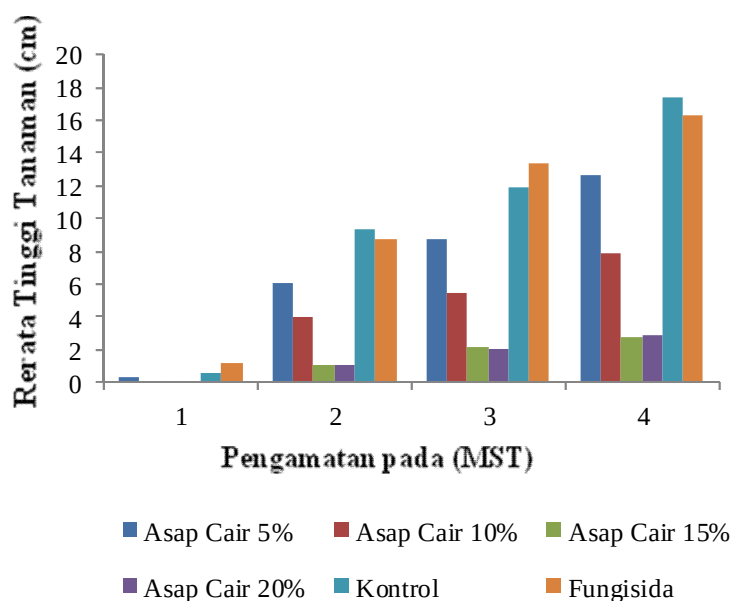
Pada pengamatan umur 2 MST, perlakuan fungisida tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kedelai, karena kemampuan pertumbuhan pada perlakuan ini sama dengan kemampuan pertumbuhan kedelai pada kontrol. Sedangkan pada perlakuan asap cair, semuanya berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai, karena memiliki rerata tinggi tanaman yang lebih rendah dibandingkan dengan rerata tinggi tanaman kedelai pada perlakuan fungisida dan kontrol. Perlakuan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai adalah perlakuan asap cair konsentrasi 20%, karena pada perlakuan tersebut memiliki rerata tinggi tanaman terendah dibandingkan pada perlakuan yang lain. Pengaruh perlakuan asap cair pada tanaman kedelai, yaitu bersifat menghambat

pertumbuhan tanaman kedelai, karena semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan dalam perlakuan, maka semakin rendah rerata tinggi tanaman kedelai.

Pada pengamatan umur 3 MST, rerata tinggi tanaman kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan fungisida, namun pengaruh perlakuan fungisida terhadap tinggi tanaman kedelai hampir sama dengan kontrol. Sedangkan rerata tinggi tanaman pada perlakuan asap cair menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan pada kontrol dan fungisida, hal ini menunjukkan perlakuan asap cair memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, pengaruh perlakuan asap cair pada tanaman kedelai yaitu bersifat menghambat pertumbuhan kedelai. Karena pada Tabel 5, pengamatan umur 3 MST menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka semakin rendah rerata tinggi tanaman kedelai.

Pada pengamatan umur 4 MST, rerata tinggi tanaman kedelai tertinggi terdapat pada kontrol, rerata tinggi tanaman yang lebih rendah daripada kontrol terdapat pada perlakuan fungisida. Namun rerata tinggi tanaman kedelai pada perlakuan fungisida, tidak berbeda jauh dengan rerata tinggi tanaman pada perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa, perlakuan fungisida tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Rerata tinggi tanaman kedelai pada perlakuan asap cair konsentrasi 5% lebih rendah dibandingkan dengan rerata tinggi tanaman kedelai pada perlakuan fungisida dan kontrol, namun rerata tinggi tanaman pada perlakuan asap cair konsentrasi 5% lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan asap cair konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Karena perlakuan asap cair konsentrasi 5%, berpengaruh terhadap pertumbuhan kedelai. Dan semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka semakin tinggi hambatan pertumbuhan tanaman kedelai. Pada pengamatan umur 4 MST, perlakuan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai adalah pada perlakuan asap cair konsentrasi 15% dan 20%. Secara keseluruhan, perlakuan asap cair bersifat menghambat pertumbuhan tanaman kedelai. Dan semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka semakin rendah rerata tinggi tanaman kedelai. Pada perlakuan fungisida, tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kedelai, karena dari awal pengamatan sampai akhir pengamatan rerata tinggi

tanaman kedelai pada perlakuan fungisida hampir sama yang terdapat pada kontrol. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman tersaji pada gambar 5.



Gambar 6. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman



A

B

Gambar 7. **A.** Tinggi tanaman pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20% pada saat tanman berumur 3 minggu setelah tanaman; **B.** Tinggi tanaman kontrol pada saat tanaman berumur 3 minggu setelah tanam

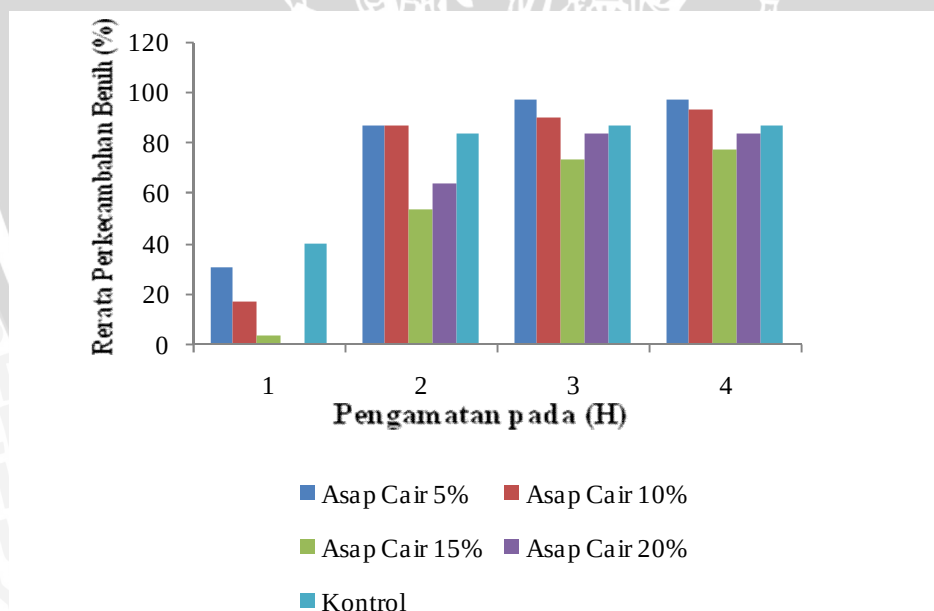
4.1.4 Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh Setelah Perendaman dengan Waktu yang Berbeda-beda

Hasil dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan uji lanjut Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%), pengaruh perlakuan perendaman benih selama 15 menit menggunakan asap cair tempurung kelapa, tersaji pada tabel 6 dan gambar 7.

Tabel 6. Pengaruh Perendaman Benih Selama 15 menit Menggunakan Asap Cair terhadap Rerata Perkecambahan Benih Kedelai

Perlakuan	Rerata Perkecambahan Benih Kedelai (%)			
	1 H	2 H	3 H	4 H
Asap Cair 5%	30 bc	86,7 a	96,7 a	96,7 a
Asap Cair 10%	16,7 abc	86,7 a	90 a	93,3 a
Asap Cair 15%	3,3 ab	53,3 a	73,3 a	76,7 a
Asap Cair 20%	0 a	63,3 a	83,3 a	83,3 a
Kontrol	40 c	83,3 a	86,7 a	86,7 a
BNT 5%	30,24	52,79	46,89	43,8

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh pada uji BNT 5%. H = Hari, persentase asap cair pada tabel menunjukkan konsentrasi asap cair.



Gambar 8. Pengaruh perlakuan 15 menit terhadap perkecambahan benih

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa, benih berumur 1 hari setelah melalui perlakuan yang berbeda-beda, rerata perkecambahan benihnya secara keseluruhan menunjukkan pengaruh yang berbeda. Pada pengamatan umur 1 hari, rerata perkecambahan benih tertinggi terdapat pada kontrol, dan yang terendah terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Pada pengamatan umur 2 hari sampai umur 4 hari, perlakuan menggunakan asap cair pada konsentrasi yang berbeda-beda tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap rerata perkecambahan benih kedelai.

Pada analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan uji lanjut Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%), rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh yang sebelumnya melalui perendaman selama 30 menit menggunakan asap cair, tersaji pada Tabel 7 dan gambar 8.

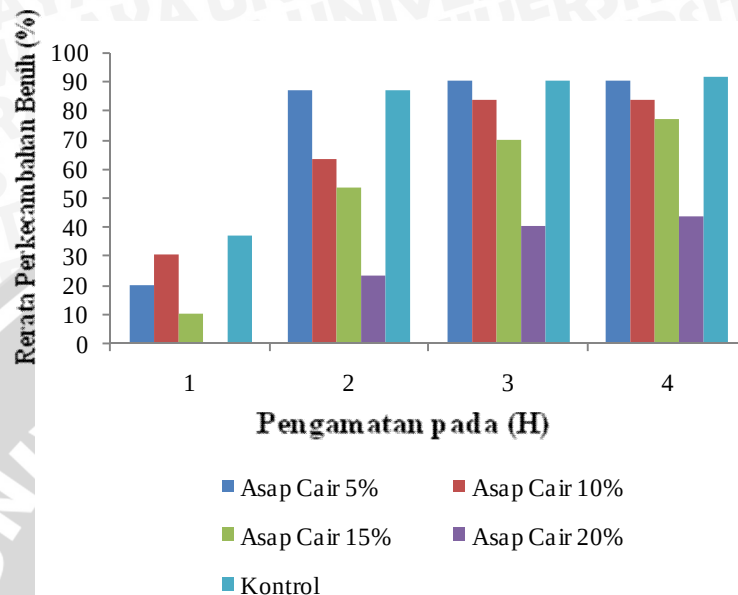
Tabel 7. Pengaruh Perendaman Benih Selama 30 menit Menggunakan Asap Cair terhadap Rerata Perkecambahan Benih Kedelai

Perlakuan	Rerata Perkecambahan Benih Kedelai (%)			
	1 H	2 H	3 H	4 H
Asap Cair 5%	20 abc	86,7 b	90 b	90 b
Asap Cair 10%	30 c	63,3 b	83,3 b	83,3 b
Asap Cair 15%	10 ab	53,3 ab	70 ab	76,7 ab
Asap Cair 20%	0 a	23,3 a	40 a	43,3 a
Kontrol	36,7 c	86,7 b	90 b	91,3 b
BNT 5%	19,84	37,54	39,6	35,33

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh pada uji BNT 5%. H = Hari, persentase asap cair pada tabel menunjukkan konsentrasi asap cair.

Pada pengamatan umur 1 hari, rerata perkecambahana terendah terdapat pada perlakuan asap cair 20%, dan tertinggi terdapat pada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa sejak awal pengamatan, perlakuan asap cair dapat menghambat kinerja perkecambahan benih kedelai. Kejadian ini terus berlanjut hingga pada pengamatan umur 4 hari, hal ini menunjukkan bahwa, perlakuan asap cair konsentrasi 20% mempunyai pengaruh yang besar terhadap penghambatan perkecambahan sejak pengamatan pertama hingga pengamtana ke 4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan

setelah perendaman selama 30 menit, maka semakin rendah kemampuan perkecambahan benih kedelai.



Gambar 9. Pengaruh perlakuan 30 menit terhadap perkecambahan benih

Hasil analisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan uji lanjut Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 5%), pengaruh perlakuan perendaman benih menggunakan asap cair selama 45 menit terhadap rerata perkecambahan benih kedelai, tersaji pada Tabel 8 dan gambar 9.

Tabel 8. Pengaruh Perendaman Benih Selama 45 menit Menggunakan Asap Cair terhadap Rerata Perkecambahan Benih Kedelai

Perlakuan	Rerata Perkecambahan Benih Kedelai (%)			
	1 H	2 H	3 H	4 H
Asap Cair 5%	26,7 b	86,7 d	86,7 d	86,7 b
Asap Cair 10%	3,3 a	56,7 bc	63,3 bc	66,7 b
Asap Cair 15%	3,3 a	36,7 b	56,7 b	70 b
Asap Cair 20%	0 a	0 a	16,7 a	30 a
Kontrol	36,7 b	60 c	76,7 cd	80 b
BNT 5%	20,84	20,8	11,49	18,43

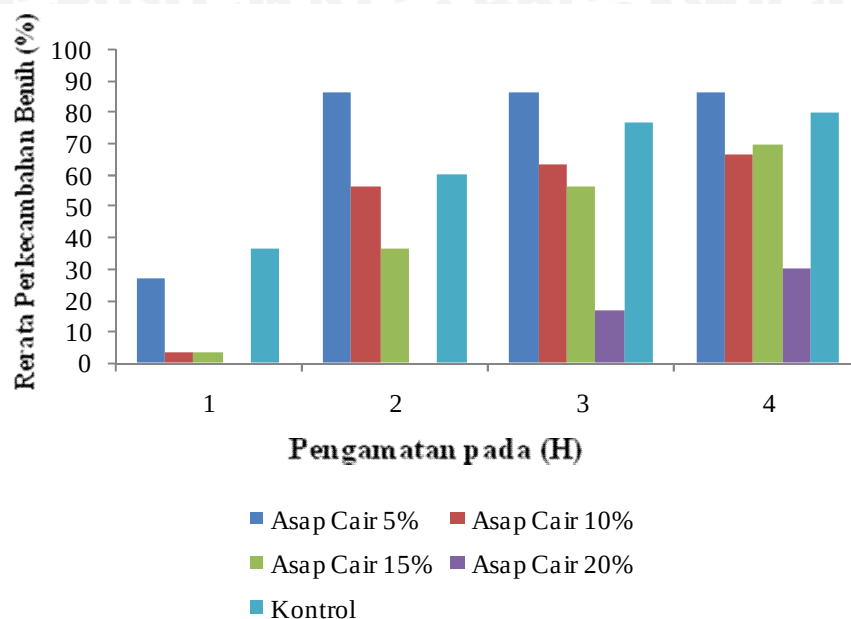
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh pada uji BNT 5%. H = Hari, persentase asap cair pada tabel menunjukkan konsentrasi asap cair.

Pada pengamatan umur 1 hari, rerata perkecambahan tertinggi terdapat pada kontrol, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi

20%, namun perlakuan asap cair konsentrasi 20% mempunyai pengaruh yang sama dengan perlakuan asap cair konsentrasi 10% dan 15% terhadap rerata perkecambahan benih kedelai. Pada pengamatan umur 2 sampai umur 4 hari, rerata perkecambahan tertinggi terdapat pada perlakuan asap cair konsentrasi 5%, namun mempunyai pengaruh yang sama terhadap rerata perkecambahan pada kontrol. Dan pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%, mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap perkecambahan kedelai.

Pada pengamatan umur 4 hari, secara keseluruhan pada semua perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap rerata perkecambahan kedelai, presentase yang paling rendah terdapat perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Pada data pengamatan umur 4 hari menunjukkan bahwa, perlakuan asap cair konsentrasi 5% sampai 15% setelah perendaman selama 45 menit tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap perkecambahan benih, namun pada perlakuan asap cair konsentrasi 20% mempunyai pengaruh yang besar dalam menghambat perkecambahan benih.

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semua perlakuan asap cair berpengaruh terhadap pertumbuhan kedelai pada pengamatan hari pertama sampai hari ketiga, namun pada hari selanjutnya kemampuan perkecambahan benih kedelai sama dengan kontrol kecuali pada perlakuan asap cair konsentrasi 20%. Data hasil pengamatan tersebut, apabila dibandingkan dengan data pada Tabel 4 tidak terlalu signifikan. Karena pada Tabel 4, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan terhadap perkecambahan kedelai pada perlakuan asap cair konsentrasi 5% sampai 20%. Sedangkan pada Tabel 8, menunjukkan bahwa perlakuan asap cair konsentrasi 20% adalah perlakuan yang berpengaruh terhadap perkecambahan kedelai. Pengaruh perlakuan perendaman benih kedelai menggunakan asap cair selama 45 menit, tersaji pada gambar 9.



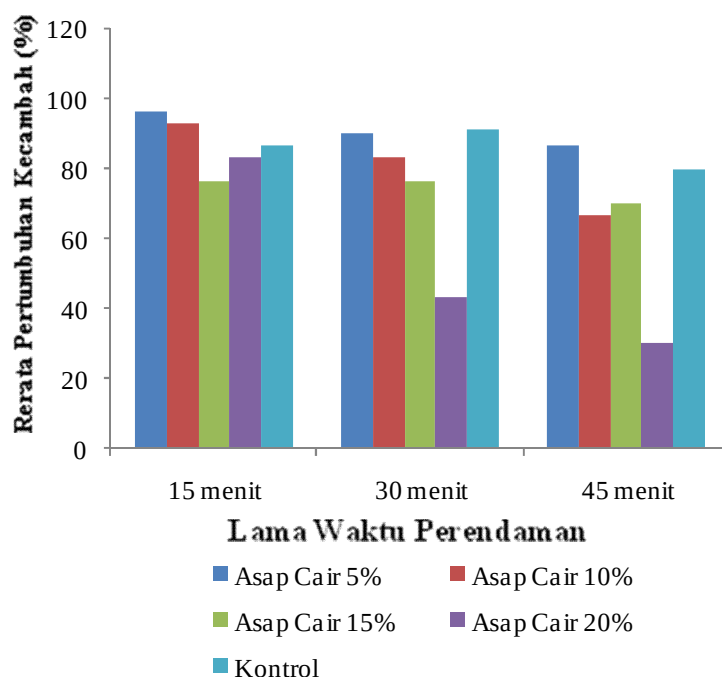
Gambar 10. Pengaruh perlakuan 45 menit terhadap perkecambahan benih

Rerata perkecambahan benih kedelai yang sebelumnya telah melalui metode perendaman dengan waktu yang berbeda-beda menunjukkan hasil yang berbeda pula. Secara keseluruhan semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan, semakin rendah tingkat perkecambahannya. Hasil perendaman menggunakan asap cair dengan waktu yang berbeda tersaji pada Tabel 9 dan gambar 10.

Tabel 9. Pengaruh Waktu Perlakuan Perendaman terhadap Rerata Perkecambahan

Perlakuan	Rerata Perkecambahan Kedelai (%)		
	15 menit	30 menit	45 menit
Asap Cair 5%	96,7 a	90 b	86,7 b
Asap Cair 10%	93,3 a	83,3 b	66,7 b
Asap Cair 15%	76,7 a	76,7 ab	70 b
Asap Cair 20%	83,3 a	43,3 a	30 a
Kontrol	86,7 a	91,3 b	80 b
BNT 5%	43,8	35,33	18,43

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan, hasil perlakuan tidak berbeda nyata terhadap rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh pada uji BNT 5%. 15 menit, 30 menit, dan 45 menit adalah lama waktu perendaman. Hasil pengamatan diambil pada saat hari ke 4.



Gambar 11. Pengaruh waktu perendaman terhadap perkecambahan

Pada tabel 9 hasil pengamatan diambil pada saat benih berumur 4 hari setelah perlakuan, pada tabel tersebut ditunjukkan semua rerata perkecambahan pada semua perlakuan waktu perendaman mempunyai pengaruh yang sama terhadap rerata perkecambahan kedelai. Namun, terdapat beberapa perbedaan rerata perkecambahan pada tabel tersebut. Perlakuan perendaman pada benih yang paling berpengaruh antara waktu perendaman yang berbeda, adalah perendaman dengan menggunakan asap cair konsentrasi 20%. Pada perlakuan tersebut, rerata perkecambahan dari waktu perendaman 15 menit sampai 45 menit terus mengalami penurunan, bahkan pada waktu perendaman 30 menit dan 45 menit, rerata perkecambahan pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20%, paling rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, semakin lama waktu yang digunakan dalam perendaman benih kedelai menggunakan asap cair, dan semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan, maka semakin rendah kemampuan perkecambahan benih kedelai.

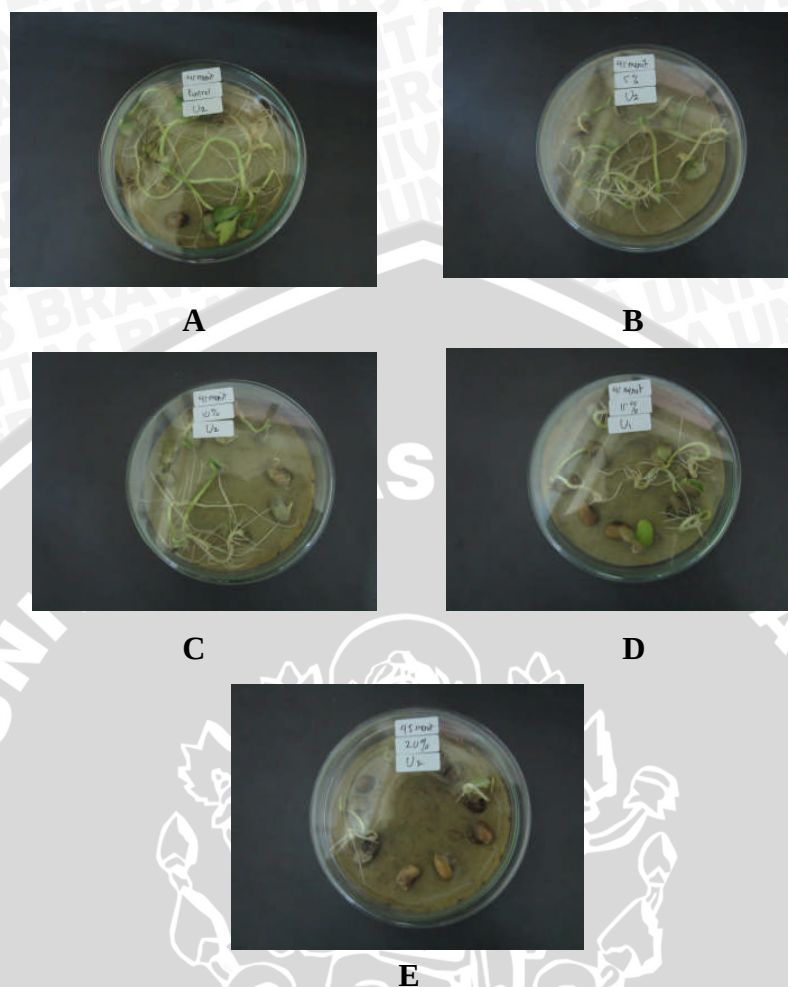
4.2 Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, perlakuan perendaman benih kedelai yang akan ditanam di lapang, dengan menggunakan asap cair selama 45 menit karena, pada waktu 45 menit benih kedelai telah menyerap banyak cairan yang digunakan sebagai perlakuan perendaman. Pada kontrol, benih kedelai sebelum ditanam, direndam dengan menggunakan aquades steril dengan waktu yang sama. Tujuannya untuk menghilangkan dormansi benih, agar benih pada kontrol dan masing-masing perlakuan mempunyai potensi berkecambah yang sama selain dari pengaruh perlakuan, guna untuk memperoleh data yang efektif. Penggunaan fungisida sebagai perlakuan bertujuan sebagai pembanding kedua, apakah perlakuan perendaman benih dengan menggunakan asap cair lebih efektif untuk mengendalikan *Sclerotium rolfsii*, dibanding dengan menggunakan fungisida.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa perlakuan perendaman menggunakan asap cair telah menghambat daya serang *Sclerotium rolfsii* pada vase vegetatif tanaman kedelai. Pada pengamatan di lapang, gejala serangan mulai terlihat pada tanaman umur 4 HST, gejala serangan pertama terlihat di tanaman pada kontrol. Pada pengamatan yang selanjutnya sampai pada umur 30 HST terjadi peningkatan intensitas serangan *Sclerotium rolfsii*, intensitas tertinggi terjadi pada kontrol, sedangkan intensitas terendah terjadi pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20%, pada perlakuan fungisida intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* hampir setara yang terjadi pada perlakuan menggunakan asa cair konsentrasi 5% dan 10%. Dari hasil analisis tersebut dapat diindikasikan bahwa, perlakuan perendaman benih menggunakan asap cair dapat menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai. Bahkan perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20%, mempunyai kemampuan menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan menggunakan fungisida. Hal ini dikarenakan asap cair tempurung kelapa mempunyai senyawa yang mampu berperan sebagai desinfektan. Menurut Darmadji (1996), pirolisis tempurung kelapa yang telah menjadi asap cair akan memiliki senyawa fenol sebesar 4,13%, karbonil 11,3% dan asam 10,2%, senyawa-senyawa tersebut memiliki fungsi utama yaitu sebagai penghambat perkembangan bakteri.

Dari segi ekonomi, pengendalian menggunakan asap cair adalah pengendalian yang lebih murah dibandingkan dengan pengendalian menggunakan fungisida, hanya saja biaya pembuatan Pirolisator sebagai alat pembuatan asap cair yang membutuhkan biaya yang lebih besar. Bahan pembuatan asap cair bisa didapat di pasar terdekat, untuk penelitian ini harga 10 kg tempurung kelapa sebesar Rp. 2.500, sedangkan untuk pembuatan alat pembuatan asap cair (Pirolisator) membutuhkan biaya sebesar Rp.660.000. Dari 10 kg tempurung kelapa dapat menghasilkan 200 ml asap cair tempurung kelapa dengan minyak tanah sebanyak $\frac{1}{4}$ liter dengan harga Rp.2.500 sebagai bahan bakar, jadi pembuatan asap cair beserta alatnya membutuhkan biaya sebesar Rp.665.000. Untuk fungisida yang digunakan pada penelitian ini adalah Dithane M-45 80 WP berat 200 g dengan harga Rp. 25.000, konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini sebesar 1,5 g/l. Menurut hasil penelitian ini, walaupun pengendalian menggunakan asap cair menunjukkan hasil yang dapat menghambat serangan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai, namun perlakuan asap cair tempurung kelapa dapat menghambat pertumbuhan kedelai. Sedangkan perlakuan fungisida, dapat menghambat serangan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai tanpa mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai.

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, pengaruh perlakuan perendaman menggunakan asap cair juga berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan vegetatif kedelai terlihat dari jumlah benih kedelai yang tumbuh, pada pengamatan di lapang rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh paling sedikit terjadi pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 15% dan 20%. Demikian juga pada rerata tinggi tanaman kedelai hasil pengamatan di lapang, hasil terkecil terdapat pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 15% dan 20%. Pada pengamatan panjang kecambah yang dilakukan di laboratorium dengan waktu perendaman yang berbeda-beda, rerata panjang kecambah terendah terdapat pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20% dengan waktu perendaman 45 menit.



Gambar 12. **A.** Pertumbuhan benih kedelai pada kontrol; **B.** Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentrasi 5%; **C.** Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentrasi 10%; **D.** Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentrasi 15%; **E.** Pertumbuhan benih kedelai pada perlakuan perendaman selama 45 menit, menggunakan asap cair konsentrasi 20%.

Waktu perendaman benih menggunakan asap cair juga berpengaruh terhadap perkecambahan kedelai, dari hasil pengamatan rerata panjang kecambah benih umur 7 hari, pada perlakuan menggunakan asap cair pada tiap waktu perendaman yang berbeda juga menunjukkan rerata jumlah benih kecambah yang tumbuh dan rerata panjang kecambah yang berbeda pula. Semakin lama waktu peredaman menunjukkan rerata jumlah benih kecambah yang tumbuh dan rerata panjang kecambah kedelai yang semakin rendah. Dari hasil pengamatan di laboratorium,

nilai rerata jumlah benih kedelai yang tumbuh dan rerata panjang kecambah terendah, terdapat pada perlakuan menggunakan asap cair konsentrasi 20% dengan lama waktu perendaman 45 menit. Hal ini dapat diindikasikan bahwa senyawa fenol pada asap cair yang menyebabkan penghambatan pertumbuhan benih kedelai, karena fenol yang bersifat dapat mematikan sel. Dan waktu perendaman menyebabkan senyawa-senyawa pada asap cair mempengaruhi pertumbuhan benih kedelai. Hal ini dapat dijelaskan bahwa difusi asap cair (fenol) dari permukaan ke pusat sampel berjalan sesuai dengan besarnya konsentrasi yang diberikan (Moejiharto dkk, 2000). Kandungan fenol dalam asap cair dapat menyebabkan, meningkatnya permeabilitas sel sehingga memungkinkan masuknya senyawa-senyawa fenol dan ion-ion organik ke dalam sel dan keluarnya substansi sel seperti protein dan asam nukleat yang berakibat kematian terhadap sel (Lawrie, 2003).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan perendaman benih kedelai dengan menggunakan asap cair pada konsentrasi 20% dapat menekan serangan jamur *Sclerotium rolfsii*.
2. Perendaman benih kedelai menggunakan asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 20%, dapat menyebabkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman kedelai menjadi terhambat.
3. Waktu perendaman benih kedelai menggunakan asap cair berpengaruh terhadap pertumbuhan benih kedelai. Perendaman benih dengan waktu selama 45 menit, dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan benih kedelai untuk berkecambah.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, dapat disarankan bahwa pengendalian penyakit *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai, dengan cara perendaman benih kedelai sebelum tanam dengan menggunakan asap cair, belum bisa diaplikasikan pada lapang yang berskala lebih luas. Karena meskipun perlakuan tersebut dapat menghambat intensitas serangan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai, perlakuan tersebut dapat menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai. Untuk meminimalisir efek dari perendaman menggunakan asap cair, dapat disarankan dengan cara menggunakan konsentrasi asap cair yang tinggi dengan lama perendaman yang tidak lama, atau dengan konsentrasi asap cair yang rendah dengan lama perendaman yang lama. Diperlukan penelitian lebih lanjut, tentang berapa lama senyawa dari asap cair tempurung kelapa masih tetap aktif dalam jaringan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. 2009. Pengujian Aktivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn.) terhadap *Rhizoctonia* sp. secara In Vitro. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. 20 (1): 92-98.
- Agrios. 1988. Plant Pathology. Academic Press. New York and London. 629 hal.
- Amritama, D. 2007. Asap Cair. <http://tech.groups.yahoo.com/message/7945>. Diunduh pada tanggal 27 Juni 2011.
- Anonymous. 2011a. Kedelai. <http://id.wikipedia.org/wiki/Kedelai>. Diunduh pada tanggal 9 Mei 2011.
- Anonymous. 2011b. Asap Cair. <http://id.wikipedia.org/wiki/Asapcair>. Diunduh pada tanggal 11 Mei 2011.
- Anonymous. 2011c. Fenol. <http://id.wikipedia.org/wiki/Fenol>. Diunduh pada tanggal 10 Agustus 2011.
- Anonymous. 2011d. Metabolit Sekunder. <http://id.wikipedia.org/wiki/Metabolitsekunder>. Diunduh pada tanggal 8 November 2011.
- Anonymous. 2011e. Metabolit Primer. <http://id.wikipedia.org/wiki/Metabolitprimer>. Diunduh pada tanggal 8 November 2011.
- Anonymous. 2005. Info Ristek, Vol. 3, No. 1. Tempurung Kelapa Sawit. Dalam Ashari, D., 2009. Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester Tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toulana Diisosiyanat terhadap Kayu Kelapa Sawit. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 69 hal.
- Astuti. 2000. Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Pengawet Makanan Alami. Dalam Suryaningsih, L., W.S, Putranto., E.P, Tirasari. 2009. Perendaman Daging Domba Garut Dengan Berbagai Konsentrasi asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Jumlah Total Bakteri, Daya Awet dan Aseptabilitas. Jurusan Teknologi Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Padjadjaran.
- Darmadji, P. 1996. Antibakteri Asap Cair Dari Limbah Pertanian. Agritech 16 (4): 19-22. Yogyakarta.
- Djafaruddin. 2000. Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta. 271 hal.
- Domsch, K.H.W. 1990. Compendium of Soil Fungi vol.1. Academic Press. London
- Draudt, H.N., 1963. The Meat Smoking Process. Dalam Tamaela, P., 2003. Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi

Lipida pada Steak Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap selama Penyimpanan. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Pattimura. 2(20): 59-62

Dwijoseputro. 1978. Pengantar Mikologi edisi 2. Penerbit Alumni. Bandung. 331 hal.

Ferreira, S.A dan R.A Boley. 1992. *Sclerotium rolfsii*. Department of Plant Path, CTAHR. University of Hawaii. http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/s_rolfs.htm. Dalam Yulianti, T dan C Suhara. Patogenisitas *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, dan *R. Bataticola* dari Beberapa Sumber Inokulum Terhadap Kecambah Wijen (*Sesamun indicum* L.). Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang. Hal 84-87

Ferreira S.A. 1993. *Sclerotium rolfsii*. Department of Plant Pathology. <http://www.ekstenso.hawaii.edu/kbase/crop/type/S.rolfsii.html>. Diunduh pada tanggal 10 Mei 2011.

Fretheim, K., Granum. 1980. Influence of Generation Temperatur and Chemical Composition, Antioxidantiy and Antimicrobial Effects of Wood Smoke. Dalam Ashari, D., 2009. Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester Tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toulena Diisosianat terhadap Kayu Kelapa Sawit. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 69 hal.

George. 2000. Southern Blight (*Sclerotium rolfsii*). www.ctahr.hawaii.edu/adap2/informatio/pubs/2000-17.pdf. Diunduh pada tanggal 20 Juni 2011.

Hamm. 1977. Analysis of Smoke and Smoken Foods. Dalam Ashari, D., 2009. Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester Tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toulena Diisosianat terhadap Kayu Kelapa Sawit. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 69 hal.

Hartati, S., R. Meliansyah, L. T. Puspasari. 2007. Pemanfaatan Limbah Kayu Kihyang (*Albizia prosera* Benth) dan Meranti (*Shorea leprosula* Miq.) untuk Mengendalikan *Sclerotium rolfsii* sacc. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Kedelai. Laporan Penelitian. Penelitian Dasar (LITSAR) UNPAD. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. 41 hal.

Hollenbeck, C.M. 1979. Liquid Smoke Flavoring Status of Development. Dalam Tamaela, P., 2003. Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi Lipida pada Steak Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap selama Penyimpanan. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Pattimura. 2 (20): 59-62.

Kahkonen, M.P., A.I. Hopia, H.J.Vuorela, J.P. Rauha, K. Pihlaja, T.S. Kujala, M. Heinonen. 1999. Antioxidant Activity of Plant Ekstracts Containing

Phenolic Compounds. Journal Agric. Departement of Applied Chemistry. University of Helsinki. P.O. Box 27, FIN-00014, Helsinki, Finland, Department of Pharmacy, Division of Pharmacognosy, University of Helsinki, P.O. Box 56, FIN-00014, Helsinki, Finland, and Department of Chemistry. University of Turku. FIN-20014. Turku. Finland. 47(10): 3954-3962.

Keskitalo, M. 2001. Fenolisten Yhdisteiden Biokemia ja Esiintyminen. Dalam Kanerva, S. 2007. Plant Secondary Compounds and Soil Microbial Processes in Carbon and Nitrogen Cycling in Relation to Tree Species. Disertationes Forestales 52. 44 Hal.

Kjallstran, J., Goran. 2004. Phenolic Antioxidants in Wood Smoke. Dalam Ashari, D., 2009. Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester Tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toulena Diisosiyanat terhadap Kayu Kelapa Sawit. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 69 hal.

Koesmiati, S. 1966. Daun Sirih (*Piper betle* Linn.) sebagai Desinfektan. Skripsi. Departemen Farmasi. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 65 hal.

Kuc, J. 1995. Phytoalexins, Stress Metabolism, and Disease Resistance in Plants. Annual Review of Phytopathology. 33: 275-297.

Lattanzio, V., V. M. T. Lattanzio, A. Cardinali. 2006. Role of Phenolic in the Resistance Mechanisms of Plants Against Fungal Pathogens and Fungal. Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali, Chimica e Difesa Vegetale Università degli Studi di Foggia, 71100-Foggia, Italy; Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – CNR, Via Amendola, 122/O - 70126 Bari, Italy.2: 23-67

Lawrie R.A., 2003. Ilmu Daging. Dalam Suryaningsih, L., W.S, Putranto., E.P, Tirasari. 2009. Perendaman Daging Domba Garut Dengan Berbagai Konsentrasi asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Jumlah Total Bakteri, Daya Awet dan Aseptabilitas. Jurusan Teknologi Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Padjadjaran.

Lodikos, D., V, Lougovois. 1990. Lipid Oxidation in Muscle Foods. Dalam Tamaela, P., 2003. Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi Lipida pada Steak Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap selama Penyimpanan. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Pattimura. 2(20): 59-62.

Lenny, S., 2006. Senyawa Flavonoida, Fenil Propanoida, dan Alkaloida. Karya Ilmiah. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan. 25 Hal.

- Mazid, M., T.A. Khan, F. Mohammad. 2011. Role of Secondary Metabolites in Defense Mechanisms of Plants. Plant Physiology Division, Department of Botany, Faculty of Life Sciences, AMU, Aligarh, India. Department of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, AMU, Aligarh, India. 3(2): 232-249.
- Moejiharto., A, Chamidah., E, Tri. 2000. Pengaruh Lama Perendaman dan Penyimpanan Ikan Bandengan Asap dengan Larutan Asap Cair Terhadap Nilai Aw, Tekstur, Organoleptik, dan Mikrobiologi. Dalam Suryaningsih, L., W.S, Putranto., E.P, Tirasari. 2009. Perendaman Daging Domba Garut Dengan Berbagai Konsentrasi asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Jumlah Total Bakteri, Daya Awet dan Aseptabilitas. Jurusan Teknologi Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Padjadjaran.
- Murray, R.D.H., J. Mendez, S.A. Brown. 1982. The Natural Coumarins. Dalam Mazid, M., T.A. Khan, F. Mohammad. 2011. Role of Secondary Metabolites in Defense Mechanisms of Plants. Plant Physiology Division, Department of Botany, Faculty of Life Sciences, AMU, Aligarh, India. Department of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, AMU, Aligarh, India. 3(2): 232-249.
- Obst, J.R. 1998. Special (secondary) Metabolites from Wood. Dalam Kanerva, S. 2007. Plant Secondary Compounds and Soil Microbial Processes in Carbon and Nitrogen Cycling in Relation to Tree Species. Disertationes Forestales 52. 44 Hal.
- Pawiroharsono, S., 2007. Prospek dan Manfaat Isoflavon untuk Kesehatan. Dalam Kunaepah, U., 2008. Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang. 90 Hal.
- Palungkun, R., 1993. Aneka Produk Olahan Kelapa. Dalam Ashari, D., 2009. Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester Tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toulena Diisosiolat terhadap Kayu Kelapa Sawit. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 69 hal.
- Pinnell, S.R. 2003. Cutaneous Photodamage, Oxidative Stress, and Topical Antioxidant Protection. Dalam Irianti T., N. Fakhruddin, S. Hartono. Perbandingan Inhibisi Ekstrak Air Daun Teh (*Camellia sinensis* (L) O.K.) terhadap Vitamin C pada Fotodegradasi Tirosin yang Diinduksi Ketoprofen dan Kandungan Fenolik Totalnya. Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Pokorny, J., N, Yanishlieva., M, Gordon. 2001. Antioxidant in Food. Dalam Nihlati, I., A, Rohman., T, Hertiani. Daya Antioksidan Ekstrak Etanol Rimpang Temu Kunci [*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schlecth]

dengan Metode Penangkapan Radikal DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil).
Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Punja, 1985. The Biology, Ecology, and Control of *Sclerotium rolfsii*.
Phytopathology 23: 97-127.

Rahman, A., S. Fardiaz, W.P. Rahaju, Suliantari, C.C. Nurwitri. 1992. Bahan
Pengajaran Teknologi Fementasi Susu. Dalam Kunaepah, U., 2008.
Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas
Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah.
Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang. 90
Hal.

Randhir, L., Shetty, 2004. Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity
in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and
phytochemical elicitors, Asia Pacific J. Clin. Nut., 13: 295-307.

Rice, E.P. 1984. Allelopathy, second ed. Dalam Kanerva, S. 2007. Plant
Secondary Compounds and Soil Microbial Processes in Carbon and
Nitrogen Cycling in Relation to Tree Species. Dissertationes Forestales
52. 44 Hal.

Roechan, M., Sujadi. 1985. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan dan
Pengendaliannya. Dalam Soetarningsih, Wakman W., dan Lantang, D.
1989. Uji Efektifitas Beberapa Macam Fungisida terhadap Pertumbuhan
Jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc. dan *Aspergillus flavus* pada Medium
Potato Dextrose Agar. Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar
Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi. Denpasar

Rostiana, O., S. M. Rosita., D. Sitepu. 1991. Keanekaragaman Genotipa Sirih
(*Piper betle* Linn.) Asal dan Penyebaran. Warta Tumbuhan Obat
Indonesia 1 (1): 16-18.

Sastrahidayat, I.R. 1989. Inventarisasi Jamur-jamur Tanah pada Area Pertanaman
Tomat. Jurnal Fitopathology 1(2): 49-52.

Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia.
Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 850 hal.

Semangun, H. 2004. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gadjah
Mada University Press. Yogyakarta. 499 hal.

Sinclair, J.B., M.C. Shurtleff. 1980. Compendium of Soybean. Dalam
Soenartiningih, Wakman W., dan Lantang D., 1989. Uji Efektifitas
Beberapa Macam Fungisida terhadap Pertumbuhan Jamur *Sclerotium
rolfsii* Sacc. dan *Aspergillus flavus* pada Medium Potato Dextrose Agar.

Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi. Denpasar

Sitepu. D. 1984. Lettuce Disease Caused *Sclerotinia sclerotiorum* and Phytophthora porii, and Their Control. Thesis. Australia. Departement of Plant Pathology Waite Agricultural Research Institute. The University Adelaide. South Australia.

Sjostrom, C. 1981. Wood Chemistry. Dalam Hartati, S., R. Meliansyah, L. T. Puspasari. 2007. Pemanfaatan Limbah Kayu Kihyang (*Albizia proserra* Benth) dan Meranti (*Shorea leprosula* Miq.) untuk Mengendalikan *Sclerotium rolfsii* sacc. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Kedelai. Laporan Penelitian. Penelitian Dasar (LITSAR) UNPAD. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. 41 hal.

Stark, S., J. Tiitto, Kumpula. 2007. Ecological Role of Reindeer Summer Browsing in The Mountain Birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) Forests. Dalam Kanerva, S. 2007. Plant Secondary Compounds and Soil Microbial Processes in Carbon and Nitrogen Cycling in Relation to Tree Species. Disertationes Forestales 52. 44 Hal.

Suharti, M., W. Darwiati., R. Bogidarmanti, I. R. Sitepu. 2002. Pemanfaatan Kulit Buah Mahoni (*Swietenia macrophylla*) sebagai Bahan Pestisida Nabati Guna Mengendalikan Hama Perusak Daun. Bul. Pen. Hutan 633: 37-51.

Sumardiyono, C. 2000. Ketahanan Terimbas, Kendala dan Prospeknya dalam Pengendalian Penyakit Tumbuhan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Pertanian. Universautas Gadjah Mada. 28 Hal.

Trenggono. 1996. Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa. Dalam Ashari, D., 2009. Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester Tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toulena Diisosianat terhadap Kayu Kelapa Sawit. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 69 hal.

Widyastuti, S.M., Harjono., Sumadi., D, Yuniarti. 2003. Biological Control of *Sclerotium rolfsii* Damping off of Tropical Pine (*Pinus merkusii*) with Three Isolates of *Trichoderma* spp. Online Journal Biological Science 3(1): 95-102.

Tabel lampiran 1. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 12 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	9,225735	6	1,537622	2,532761	2,527655
Galat	13,96315	23	0,607093		
Total	23,18888	29			

Tabel lampiran 2. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 14 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	13,74527	6	2,290879	3,678544	2,527655
Galat	14,32366	23	0,622768		
Total	28.06893	29			

Tabel lampiran 3. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 16 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	15,25594	6	2,542657	2,971111	2,527655
Galat	19,68324	23	0,855793		
Total	34,93918	29			

Tabel lampiran 4. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 18 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	19,83046	6	3,305077	3,803519	2,527655
Galat	19,98591	23	0,868952		
Total	39,81637	29			

Tabel lampiran 5. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 20 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	21,47999	6	3,579998	4,139014	2,527655
Galat	19,89362	23	0,86494		
Total	41,3736	29			

Tabel lampiran 6. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 22 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	22,56314	6	3,760523	4,018721	2,527655
Galat	21,52228	23	0,935751		
Total	44,08541	29			

Tabel lampiran 7. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 24 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	22,56314	6	3,760523	4,018721	2,527655
Galat	21,52228	23	0,935751		
Total	44,08541	29			

Tabel lampiran 8. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 26 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	22,56314	6	3,760523	4,018721	2,527655
Galat	21,52228	23	0,935751		
Total	44,08541	29			

Tabel lampiran 9. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 28 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	22,56314	6	3,760523	4,018721	2,527655
Galat	21,52228	23	0,935751		
Total	44,08541	29			

Tabel lampiran 10. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Intensitas Serangan *Sclerotium rolfsii* pada Pengamatan Umur 30 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	22,56314	6	3,760523	4,018721	2,527655
Galat	21,52228	23	0,935751		
Total	44,08541	29			

Tabel lampiran 11. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 2 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	417,9499	6	69,65832	1,21785	2,527655
Galat	1315,549	23	57,19776		
Total	1733,498	29			

Tabel lampiran 12. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 3 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	919,8909	6	153,3151	3,223788	2,527655
Galat	1093,821	23	47,55745		
Total	2013,712	29			

Tabel lampiran 13. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 4 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	1663,881	6	277,3136	3,136164	2,527655
Galat	2033,762	23	88,42443		
Total	3697,643	29			

Tabel lampiran 14. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 5 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	2338,191	6	389,6985	4,841379	2,527655
Galat	1851,345	23	80,49328		
Total	4189,536	29			

Tabel lampiran 15. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 6 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	3178,976	6	529,8294	4,911323	2,527655
Galat	2481,221	23	107,8792		
Total	5660,197	29			

Tabel lampiran 16. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Benih yang Tumbuh pada Pengamatan Umur 7 HST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	4352,771	6	725,4618	11,13951	2,527655
Galat	1497,878	23	65,12513		
Total	5850,648	29			

Tabel lampiran 17. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 1 MST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	1,101523	6	0,183587	11,26759	2,527655
Galat	0,374748	23	0,016293		
Total	1,47627	29			

Tabel lampiran 18. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 2 MST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	18,37947	6	3,063245	19,61064	2,527655
Galat	3,592674	23	0,156203		
Total	21,97214	29			

Tabel lampiran 19. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 3 MST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	23,49396	6	3,91566	18,6197	2,527655
Galat	4,836822	23	0,210297		
Total	28,33078	29			

Tabel lampiran 20. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman pada Pengamatan Umur 4 MST

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	32,42105	6	5,403509	17,72752	2,527655
Galat	7,010609	23	0,304809		
Total	39,43166	29			

Tabel lampiran 21. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 1 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	2968,8	4	742,1999	6,546037	3,47085
Galat	1133,816	10	113,3816		
Total	4102,615	14			

Tabel lampiran 22. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 2 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	1759,628	4	439,9071	1,272895	3,47085
Galat	3455,713	10	345,5713		
Total	5215,342	14			

Tabel lampiran 23. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 3 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	1114,49	4	278,6225	1,021814	3,47085
Galat	2726,743	10	272,6743		
Total	3841,233	14			

Tabel lampiran 24. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 15 menit pada Pengamatan Umur 4 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	1110,15	4	277,5375	1,166623	3,47805
Galat	2378,982	10	237,8982		
Total	3489,132	14			

Tabel lampiran 25. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 1 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	2833,553	4	708,3883	14,50854	3,47805
Galat	488,2561	10	48,82561		
Total	3321,809	14			

Tabel lampiran 26. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 2 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	4167,619	4	1041,905	5,962466	3,47805
Galat	1747,439	10	174,7439		
Total	5915,059	14			

Tabel lampiran 27. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 3 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	3064,053	4	766,0131	3,938036	3,47805
Galat	1945,166	10	194,5166		
Total	5053,605	14			

Tabel lampiran 28. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 30 menit pada Pengamatan Umur 4 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	2761,192	4	690,2981	4,459629	3,47805
Galat	1547,882	10	154,7882		
Total	4309,075	14			

Tabel lampiran 29. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 1 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	2923,257	4	730,8143	13,57213	3,47805
Galat	538,4668	10	53,84668		
Total	3461,724	14			

Tabel lampiran 30. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 2 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	6565,748	4	1641,437	30,60825	3,47805
Galat	536,2727	10	53,62727		
Total	7102,02	14			

Tabel lampiran 31. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 3 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	3503,795	4	875,9488	53,49314	3,47805
Galat	163,7497	10	16,37497		
Total	3667,545	14			

Tabel lampiran 32. Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Perkecambahan Kedelai Setelah Perendaman Selama 45 menit pada Pengamatan Umur 4 Hari

SK	JK	db	KT	F hit	F tab
Perlakuan	2274,353	4	568,5884	13,50331	3,47805
Galat	421,0733	10	42,10733		
Total	2695,427	14			





Gambar Lampiran 1. Bagian tungku pembakaran dari alat Pirolisator



Gambar Lampiran 2. Lubang di tungku pembakaran yang berfungsi sebagai sirkulasi udara saat pembakaran tempurung kelapa berlangsung



Gambar Lampiran 3. Tungku pembakaran dari Pirolisator yang sudah ditutup menggunakan penutup dengan cerobong saluran asap di atasnya.



Gambar Lampiran 4. Cerobong asap pada tutup pirolisator yang sudah terhubung dengan pipa penyalur asap, pada bagian tengah pipa terdapat penampung air yang berfungsi sebagai pendingin asap setelah penampung air tersebut terisi air.



Gambar Lampiran 5. Ujung dari pipa pendingin, bagian ini adalah saluran akhir asap dari tungku pembakaran, dan bagian tersebut adalah saluran keluarnya hasil akir dari proses pembuatan asap cair



Gambar Lampiran 6. Bagian ujung pipa pendingin Pirolisator saat proses pembakaran tempurung kelapa berlangsung



Gambar Lampiran 7. Hasil akhir dari pembuatan asap cair dengan menggunakan Pirolisator, pada saat pengambilan hasil akhir dilakukan penampungan tetesan asap cair pada ujung pipa pendingin Pirolisator, saat pembakaran berlangsung.



Gambar Lampiran 8. Biakan jamur *Sclerotium rolfsii* pada media jagung.



Gambar Lampiran 9. Tanah yang telah diinfestasi jamur *Sclerotium rolfsii* setelah inkubasi selama 7 hari.



Gambar Lampiran 10. Benih kedelai yang digunakan dalam penelitian.