

POTENSI ASAP CAIR UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN
***Elsinoe fawcettii* PENYEBAB PENYAKIT KUDIS PADA**
TANAMAN JERUK *Japansche Citroen* (JC)

OLEH:
YUYUN PUJI ASTUTIK



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2016

**POTENSI ASAP CAIR UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN
Elsinoe fawcettii PENYEBAB PENYAKIT KUDIS PADA
TANAMAN JERUK *Japansche Citroen* (JC)**

OLEH:

YUYUN PUJI ASTUTIK

125040201111237

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

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2016**

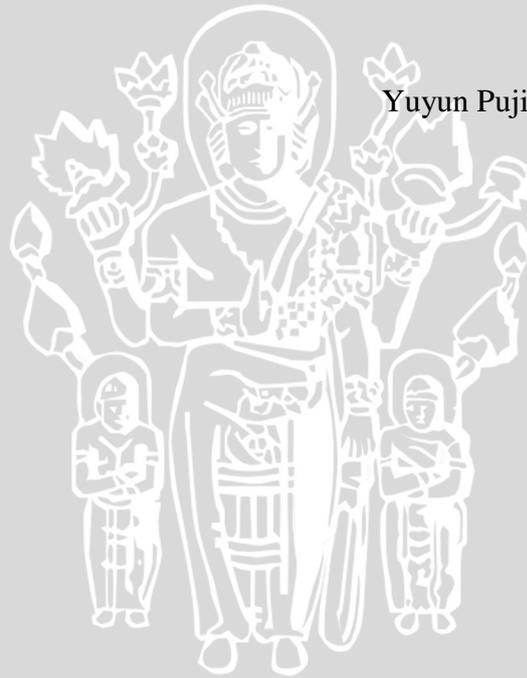
PERNYATAAN

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

Malang, 10 Juli 2016

Yuyun Puji Astutik

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Potensi Asap Cair Untuk Menekan Perkembangan *Elsinoe fawcettii* Penyebab Penyakit Kudis Pada Tanaman Jeruk *Japansche Citroen* (JC).

Nama Mahasiswa : Yuyun Puji Astutik

NIM : 12504020111237

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, Ms
NIP. 195508102002121003

Pembimbing Pendamping

Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc
NIK. 2014098805042001

Pembimbing Lapang

Dr. Ir. Anang Triwiratno, MP
NIP. 196701071991031001

Diketahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr.Ir. Ludji Pantja Astuti, Ms.
NIP. 19551018198601200

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

**MENGESAHKAN
MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Hagus Tarno, SP., MP., Ph.D.
NIP. 197708102002121003

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, Ms
NIP. 195508102002121003

Penguji III

Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc
NIK. 2014098805042001

Penguji IV

Dr. Ir. Anang Triwiratno, MP
NIP. 196701071991031001

Tanggal Lulus:

Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya.

Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat”

[Q. S. Fatir : 24-30]

Puji syukur kehadiran Allah SWT, terima kasih atas matahari yang masih engkau tampilkan hari ini, nafas kami yang masih engkau panjangkan dan karunia yang tiada henti engkau berikan. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi agung Muhammad SAW, terima kasih atas cahaya yang senantiasa engkau limpahkan kepada kami.

Teruntuk:

Kedua Orang Tua Tercinta

Terimakasih atas segala doa dan upayanya, doa yang tiada henti engkau panjatkan, keringat yang tiada henti engkau curahkan demi keberhasilan putrimu tercinta. Meski telah kumiliki gunung nan tinggi serta samudra nan luas tetap tak kan cukup untuk menuliskan rasa terima kasihku kepadamu. Sungguh bangga telah menjadi putri kecilmu.

Terima kasih untuk adikku Mohammad Nur Efendi, kakakku Duwi Winarto serta seseorang yang selalu memberikan motivasi serta semangat untuk terus berjuang Novan Rizaputra. Semoga kelak perjuangan ini bermanfaat dimasa kini dan mendatang.

Yang kemarin, hanya ada dalam ingatan. Untuk besok, hanya kamu yang mampu dengan harapan. Yang sekarang, ini adalah yang sebenarnya.

Dimana kamu harus terima, dengan penuh kesadarannya. Siapa sekarang yang tidak ingin membuka mata, besokpun akan tetap buta.

RINGKASAN

YUYUN PUJI ASTUTIK. 125040201111237. Potensi Asap Cair Untuk Menekan Perkembangan *Elsinoe fawcettii* Penyebab Penyakit Kudis Pada Tanaman Jeruk *Japansche Citroen* (JC). Dibawah bimbingan Abdul Latief Abadi sebagai pembimbing utama, Restu Rizkyta Kusuma sebagai pembimbing pendamping dan Anang Triwiratno sebagai pembimbing lapang.

Jeruk (*Citrus* sp.) merupakan salah satu komoditas buah unggulan di Indonesia. Salah satu gangguan yang mengakibatkan kehilangan hasil cukup tinggi pada tanaman jeruk adalah organisme pengganggu tanaman. Perhatian khusus perlu dilakukan kepada penyakit kudis. Pengendalian penyakit kudis telah banyak dilakukan dengan fungisida kimia, namun justru sebagai penyebab pencemaran lingkungan. Bahan alami sebagai fungisida yang lebih aman menggunakan pestisida nabati seperti asap cair. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan serta konsentrasi yang paling efektif dari tiga jenis asap cair yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan sengon dalam menekan perkembangan jamur *Elsinoe fawcettii* pada tanaman jeruk *Japansche Citroen* (JC).

Metode yang digunakan adalah identifikasi dan eksperimen dengan tahapannya yaitu analisis senyawa fenol yang terkandung dalam tiga jenis asap cair yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon, pengujian sifat antijamur secara *in vitro* terhadap pertumbuhan isolat jamur *E. fawcettii* pada cawan petri dan *in vivo* terhadap tingkat serangan penyakit kudis pada tanaman jeruk JC.

Hasil penelitian antara lain kadar fenol pada asap cair tempurung kelapa adalah 62,747 ml/L, kayu jati sebesar 227,873 ml/L dan kayu sengon sebesar 115,587 ml/L. Setiap jenis asap cair memiliki total kandungan fenol yang berbeda-beda dimana kayu jati memiliki kadar fenol total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan kayu sengon. Pada pengamatan luas koloni jamur 14 HSI persentase penghambatan tertinggi adalah asap cair kayu sengon konsentrasi 5%, dengan konsentrasi 5% mampu menghambat pertumbuhan *E. fawcettii* sebesar 77,22% dan terendah adalah asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2% dengan tingkat penghambatan 10,14%. Pengamatan berat basah dan berat kering perlakuan asap cair kayu sengon konsentrasi 5% dan 1% memiliki berat basah dan berat kering terendah yaitu 0,867 g dan 0,030 g. Sedangkan pada pengamatan intensitas dan luas serangan penyakit secara *in vivo* perlakuan asap cair tempurung kelapa kayu jati dan kayu sengon memiliki tingkat efektivitas yang hampir sama.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tiga jenis asap cair yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan dan perkembangan jamur *E. fawcetti* baik secara *in vitro* dan *in vivo* dengan jenis yang paling efektif adalah kayu sengon. Konsentrasi yang paling efektif dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan jamur *E. fawcetti* baik secara *in vitro* dan *in vivo* adalah 5% pada semua jenis asap cair.

SUMMARY

YUYUN PUJI ASTUTIK. 125040201111237. Potential of Liquid Smoke to Suppress the Development of *Elsinoe Fawcettii* Causes Scab on Citrus Plant *Japansche Citroen* (JC). Supervised by Abdul Latief Abadi, Restu Rizkyta Kusuma and Anang Triwiratno.

Citrus (*Citrus* sp.) is one of the flagship fruit commodities in Indonesia. One of the disorders that resulted in the loss of the results of high enough on the citrus plants are disturbed organisms plants. Special attention will need to be done to the scall infection. The control of the scall has many done with chemical fungicide, but rather as a cause of environmental pollution. The use of natural materials as fungicides that more secure is liquid smoke. The purpose of this researched is to analyzed the ability as well as the most effective concentration of the three types of liquid smoke this is coconut shell, teak wood and sengon in pressing the development of fungi *Elsinoe fawcettii* on citrus plants *Japansche Citroen* (JC).

Method used is the identification and experiment with its phases analysis of fenol compounds contained in three types of liquid smoke coconut shell, teak wood and sengon, testing the nature of it *in vitro* against the growth of fungal isolates *E. fawcettii* on the cup petri and *in vivo* against the level of the attack of the scall on citrus plants JC.

Results there are level of fenol on the liquid smoke coconut shell is 62,747 ml/L, teak of 227,873 ml/L and wood carving of 115,587 ml/L. Each type of liquid smoke have the contain fenol where the different levels of fenol teak wood has a total higher compared with coconut shell and wood sengon. On the broad observation of the colony fungi 14's HSI ended nearly the highest percentage inhibition is liquid smoke sengon wood concentration of 5%. With the concentration of 5 percent is able to inhibit the growth of *E. fawcettii* of 77,22% and lowest is coconut shell liquid smoke concentration of 2 percent with the level of inhibition by 10.14%. The observation of wet and dry weight liquid smoke treatment sengon wood concentration of 5 percent and 1 percent have the weight of the wet and dry weight lowest namely 0,867 g and 0,030 g. While on the intensity of observation and extensive disease attacks *in vivo* treatment liquid smoke coconut shell teak wood and sengon have the level of effectiveness that is almost the same.

The conclusion of the research is three types of liquid smoke that is coconut shell, teak wood and sengon have the ability to suppress the growth and development of fungi *E. fawcetti* both *in vitro* and *in vivo* with the types of the most effective sengon wood. The most effective concentration in pressing the growth and development of fungi *E. fawcetti* both *in vitro* and *in vivo* is 5 percent on all types of liquid smoke.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, taufik dan hidayah-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **Potensi Asap Cair Untuk Menekan Perkembangan *Elsinoe fawcettii* Penyebab Penyakit Kudis Pada Tanaman Jeruk *Japansche Citroen* (JC)**. Disusun dalam memenuhi kewajiban mahasiswa S-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dalam menyelesaikan program sarjana.

Laporan penelitian ini dapat terwujud berkat kerja sama dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu yang telah mendukung dengan segala daya dan upaya.
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani, Ms.
3. Ketua Hama Penyakit Tumbuhan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, Ms.
4. Kepala Balai Penelitian Jeruk dan Buah Subtropika Tlekung Dr. Ir. Joko Susilo Utomo, MP.
5. Dosen Pembimbing Utama Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, Ms.
6. Dosen Pembimbing Pendamping Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc
7. Dosen Pembimbing Lapangan Dr. Ir Anang Triwiratno, MP
8. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian laporan penelitian ini

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal penelitian ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca demi kesempurnaan dalam pembuatan laporan penelitian di masa mendatang.

Malang, Juli 2016

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 06 September 1993 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Mujiyono dan Ibu Temon.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 3 Plampangrejo Banyuwangi pada tahun 2000 dan selesai pada tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 2 Muncar Banyuwangi pada tahun pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2009. Pada tahun 2009 sampai tahun 2012 penulis studi di SMA PGRI Purwoharjo. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN Undangan.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi staf magang Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa pada tahun 2013-2014. Pada tahun 2014-2015 penulis tetap aktif sebagai pengurus Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa departemen kepenulisan ilmiah. Dan pada tahun 2015-2016 penulis aktif sebagai ketua departemen bendahara umum di Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa. Selain itu penulis juga aktif dalam kepanitiaan Pekan Riset dan Karya Ilmiah Mahasiswa Nasional pada tahun 2013 dan Program Kreatifitas Mahasiswa pada tahun 2014, 2015 dan 2016.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
GAMBAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR TABEL	x
TABEL LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Jeruk	6
2.1.1 Tanaman Jeruk Jenis <i>Japansche Citroen</i>	7
2.2 Penyakit Kudis	8
2.2.1 Bioekologi dan Morfologi <i>Elsinoe fawcettii</i>	9
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit	10
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan <i>Elsinoe fawcettii</i>	13
2.3 Pestisida Nabati	13
2.4 Asap Cair	14
2.4.1 Komponen Asap Cair	17
2.4.2 Asap Cair Tempurung Kelapa	18

2.4.3 Asap Cair Kayu Jati	19
2.4.4 Asap Cair Kayu Sengon	21
III. METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat dan Waktu	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Persiapan Penelitian	23
3.3.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	23
3.3.2 Pembuatan Media PDA	24
3.3.3 Isolasi Jamur Patogen <i>E. fawcettii</i>	24
3.3.4 Pembuatan Inokulum	25
3.3.5 Uji Patogenisitas	26
3.4 Pelaksanaan Penelitian	27
3.4.1 Metode Penelitian	27
3.4.2 Analisis Fenol Total Asap Cair <i>Spektrofotometer UV-Vis</i>	27
3.4.3 Pengujian Asap Cair Terhadap <i>E. fawcettii</i> Secara <i>In Vitro</i>	28
3.4.4 Pengujian Asap Cair Terhadap <i>E. fawcettii</i> Secara <i>In Vivo</i>	29
3.5 Parameter Pengamatan	31
3.5.1 Luas Koloni Jamur	31
3.5.2 Berat Basah Miselium <i>E. fawcettii</i>	31
3.5.3 Berat Kering Miselium <i>E. fawcettii</i>	32
3.5.4 Intensitas Serangan Penyakit	33
3.5.5 Luas Serangan Penyakit	34
3.6 Analisa Data	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Kandungan Total Fenol	36
4.2 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>E. fawcettii</i>	39
4.3 Pengujian Asap Cair Terhadap <i>E. fawcettii</i> Secara <i>In Vitro</i>	42
4.3.1 Luas Koloni Jamur <i>E. fawcettii</i>	42
4.3.2 Berat Basah dan Berat Kering Miselium <i>E. fawcettii</i>	50

4.4 Pengujian Asap Cair Terhadap Jamur <i>E. fawcettii</i> Secara <i>In Vivo</i>	55
4.4.1 Intensitas Serangan Penyakit Kudis Setelah Aplikasi Asap Cair	55
4.4.2 Luas Serangan Penyakit Kudis	60
4.5 Pembahasan Umum.....	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	74



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tanaman jeruk keprok.....	6
2.	Bibit jeruk jenis JC.....	7
3.	Gejala serangan <i>E. fawcettii</i> pada tanaman jeruk.....	8
4.	Kenampakan jamur <i>E. fawcettii</i>	9
5.	Tiga macam kelas asap cair tempurung kelapa.....	15
6.	Asap cair kayu jati.....	20
7.	Kadar fenol total pada 3 macam asap cair	38
8.	Daun tanaman jeruk <i>Japansche Citroen</i> yang diduga terserang <i>E. fawcettii</i>	39
9.	Biakan murni <i>E. fawcettii</i> pada media PDA berumur 7 hari	40
10.	Konidia <i>E. fawcettii</i>	41
11.	Efektivitas asap cair terhadap jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vitro</i>	46
12.	Tampilan pengaruh asap cair terhadap jamur <i>E. fawcettii</i> 14 HSI.....	49
13.	Rerata berat basah jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vitro</i>	53
14.	Rerata berat kering jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vitro</i>	54
15.	Serangan penyakit kudis pada tanaman jeruk JC 11 MSP.....	56
16.	Intensitas serangan penyakit kudis.....	57

GAMBAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Penelitian <i>In Vitro</i>	74
2.	Denah Penelitian <i>In Vivo</i>	75
3.	Jenis asap cair dalam penelitian	76
4.	Larutan penentuan fenol.....	76



5. Kurva kalibrasi asam galat.....	77
6. Serangan penyakit kudis pada jeruk JC 11 MSP.....	77
7. Serangan penyakit kudis pada jeruk JC 11 MSP.....	78
8. Serangan penyakit kudis pada jeruk JC 11 MSP.....	79
9. Hasil uji patogenesitas pada jeruk <i>Japansche Citroen</i>	79
10. Diagram alir pembuatan asap cair.....	80



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan kimia asap cair tempurung kelapa	18
2.	Perlakuan penelitian <i>In Vitro</i>	28
3.	Perlakuan penelitian <i>In Vivo</i>	30
4.	Skor serangan penyakit	34
5.	Pengukuran absorbansi larutan standar asam galat	36
6.	Pengukuran konsentrasi fenol pada sampel	37
7.	Rerata persentase efektivitas penghambatan koloni jamur <i>E. fawcettii</i>	43
8.	Hasil penimbangan berat basah miselium <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vitro</i>	51
10.	Rerata persentase intensitas penyakit kudis	58
11.	Rerata persentase luas serangan penyakit kudis	61

TABEL LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perhitungan absorbansi larutan standar asam galat pada panjang gelombang 765nm menggunakan <i>Spektrofotometer UV</i>	81
2.	Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-3	84
3.	Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-4	84
4.	Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-5	84
5.	Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-6	85
6.	Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-7	85



7. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-8	85
8. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-9	86
9. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-10	86
10. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-11	86
11. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-12	87
12. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-13	87
13. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur <i>E. fawcettii</i> uji peracunan makanan hari ke-14	87
14. Analisis ragam berat basah miselium jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vitro</i> peracunan makanan.....	88
15. Analisis ragam berat kering miselium jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vitro</i> peracunan makanan.....	88
16. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-1	88
17. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-2	89
18. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-3	89
19. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-4	89
20. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-5	90
21. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-6	90
22. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-7	90
23. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-8.....	91
24. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji <i>in vivo</i> minggu ke-9.....	91

25. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-10.....	91
26. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-11.....	92
27. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-12.....	92
28. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-1.....	92
29. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-2.....	93
30. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-3.....	93
31. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-4.....	93
32. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-5.....	94
33. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-6.....	94
34. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-7.....	94
35. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-8.....	95
36. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-9.....	95
37. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-10.....	95
38. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-11.....	96
39. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur <i>E. fawcettii</i> uji in vivo minggu ke-12.....	96



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jeruk (*Citrus* sp.) merupakan salah satu komoditas buah unggulan di Indonesia karena mempunyai nilai ekonomi tinggi dan berkontribusi pada perekonomian nasional. Pada tahun 2003 tercatat kontribusi jeruk terhadap pendapatan devisa bruto sektor Pertanian dan Pendapatan Asli Daerah (PAD) di Propinsi Jawa Timur, Sumatera Utara dan Sulawesi Selatan sebesar Rp 2,339 triliun dari hasil produksi sebesar 1.529.824 ton dengan produktivitas 22,13 ton/ha (Dimiyati, 2005). Pada tahun 2012 luasan produksi jeruk nasional mencapai 51.793 ha dengan produksi sebesar 1.609.482 ton (Dirjen Hortikultura, 2014). Di sisi lain, dalam waktu yang bersamaan terjadi penambahan areal baru program keproknisasi oleh Dirjen Hortikultura sehingga dilakukan perbaikan pengelolaan produksi buah jeruk, namun meskipun begitu impor jeruk juga masih meningkat (Yuniar, 2012).

Jenis-jenis jeruk yang dibudidayakan di Indonesia juga beragam diantaranya adalah jeruk keprok (*C. nobilis* Andrews; *mandarin, tangerine*), jeruk manis, jeruk peras (*C. sinensis, sweet orange*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), jeruk besar (*C. grandis, C. maxima, pummelo*), *C. limon*, sukamade (*C. medica* L.; *citron* Ingg.; *citroen* Bld.), jeruk purut (*C. hystrix*), jeruk masam (*C. aurantium, sour orange*) dan *Citrus paradisi*. Sedangkan jeruk masam yang sering dipakai sebagai batang bawah adalah *Japansche Citroen* (JC) dan *Rough Lemon* (RL) (Semangun, 1989). Jeruk JC sering dipakai sebagai batang bawah karena tingkat kompatibilitasnya dengan batang atas sangat tinggi dan sistem perakarannya baik untuk tanah berbatu dan kurang subur, selain itu jenis ini juga tahan terhadap virus tristeza serta penyakit tular tanah (Triatminingsih, 2004).

Salah satu gangguan yang mengakibatkan kehilangan hasil cukup tinggi pada tanaman jeruk adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Lebih dari 50 jenis penyakit dan 10 jenis hama diketahui dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman jeruk diantaranya penyakit kudis, *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD), diplodia dan busuk pangkal batang, sedangkan hama utama pada jeruk

antara lain lalat buah, kutu daun dan ulat peliang daun (Nirwanto, 2007). Perhatian khusus perlu dilakukan kepada penyakit kudis yang tersebar luas diseluruh Indonesia (Ferguson, 2002). Penyakit kudis sangat mengganggu proses pembibitan karena semai batang bawah lebih mudah terserang, mengalami malformasi, bercabang banyak dan menjadi lemah sehingga penempelan harus ditunda (Semangun, 1989). Gejala serangan penyakit tampak seperti kutil-kutil kecil berwarna kuning pada daun, buah, batang bawah dan ranting muda. Semakin lama kutil-kutil akan berubah warna menjadi coklat kelabu dan mengeras (Semangun, 2000). Penyakit kudis disebabkan oleh jamur *Elsinoe fawcettii* (Semangun, 2000).

Elsinoe fawcettii merupakan salah satu patogen yang biasanya menyerang batang bawah pada tanaman jeruk sebelum dilakukan okulasi. Patogen *E. fawcettii* lebih banyak menyerang jeruk jenis JC karena batang bawah jenis ini sangat peka terhadap *E. fawcettii* (Triwiratno, 2005). Selain itu jamur *E. Fawcettii* juga menyebar di semua pertanaman jeruk di Indonesia, terutama pada musim kemarau yang lembab. Ketika kelembaban cukup tinggi maka jamur akan menghasilkan spora yang disebarkan oleh percikan hujan dan angin (Olsen, 2011). Lingkungan yang lembab dan basah merupakan faktor dominan terjadinya penyakit dibanding ketinggian tempat, tanaman inang dan virulensi patogen (Triwiratno, 2005). *Elsinoe fawcettii* dapat bertahan pada daun, ranting dan pada buah tanaman yang terinfeksi (Bitters, 1986).

Pengendalian penyakit kudis telah banyak dilakukan dengan fungisida kimia, namun justru sebagai penyebab pencemaran lingkungan. Penggunaan fungisida kimia meninggalkan residu yang tidak terdegradasi oleh organisme (Rahayu dan Akbar, 2003). Dampak negatif dari fungisida kimia menurut Davies (1997) dapat menghambat perkembangan hifa dan kolonisasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA), sementara perkembangan hifa dan kolonisasi FMA yang baik memberi manfaat bagi tanaman. Penggunaan bahan alami yang berasal dari tumbuhan sebagai fungisida yang lebih aman adalah asap cair. Asap cair merupakan

campuran larutan dan dispersi koloid dari uap asap kayu dalam air yang diperoleh dari hasil pirolisis kayu (Maga, 1987). Penggunaan asap cair sebagai bioinsektisida alami lebih ramah lingkungan karena mudah terurai dan terbaharui. Asap cair dapat berasal dari berbagai jenis limbah, namun sampai saat ini tidak banyak jenis asap cair yang telah dikomersilkan, beberapa yang dikomersilkan adalah tempurung kelapa, kayu jati dan sengon. Setiap jenis bahan baku yang dibuat menjadi asap cair akan memiliki kandungan fenol yang berbeda-beda.

Asap cair yang dihasilkan dari pirolisis tempurung kelapa mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan jamur. Seperti yang dilaporkan Darmadji (1996) bahwa pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair dengan kandungan *fenol* sebesar 4,13%, *karbonil* 11,3% dan asam 10,2%. Di samping itu, komposisi asap hasil pembakaran kayu kayu ditemukan hampir 1000 senyawa kimia dan mengandung fenol yang dapat berperan sebagai antibakteri dan antifungi (Swastawati, 2012). Hasil penelitian Inoue, (2000) mengungkapkan bahwa asap cair memiliki kemampuan sebagai bahan untuk mengendalikan jamur. Lebih lanjut dijelaskan bahwa makin tinggi suhu pirolisis asap cair makin tinggi daya penghambatannya terhadap pertumbuhan jamur *Fomitopsis palustris* dan *Trametes versicolor*. Velmurugan, (2009) meneliti asap cair dari serbuk gergaji kayu *Pinus densiflora* dan *Quercus serrata* yang telah dinetralkan terhadap pertumbuhan jamur dan dijelaskan bahwa asap cair mempunyai kemampuan untuk mengedalikan pertumbuhan jamur.

Kandungan fenol yang terdapat dalam asap cair serta berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pemanfaatan asap cair sebagai biopestisida maka diketahui bahwa asap cair sangat berpotensi sebagai fungisida alami untuk menangani masalah gangguan patogen pada tanaman. Disisi lain juga telah dijelaskan bahwa penyakit kudis yang disebabkan oleh jamur *E. fawcettii* merupakan salah satu penyakit yang sangat mengganggu proses pembibitan tanaman jeruk, karena semai batang bawah yang terserang akan mengalami malformasi, bercabang banyak dan

menjadi lemah sehingga penempelan harus ditunda. Berdasarkan masalah dan potensi tersebut maka penulis ingin melakukan penelitian kemampuan asap cair yang berasal dari tempurung kelapa, kayu jati dan sengon dengan berbagai konsentrasi untuk mengendalikan jamur *E. fawcettii*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan asap cair yang berasal dari tiga jenis bahan baku yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon dengan konsentrasi yang berbeda-beda dalam menekan perkembangan jamur *E. Fawcettii* pada tanaman jeruk JC.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah asap cair yang berasal dari tiga jenis bahan baku yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon memiliki kemampuan dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC?
2. Berapa konsentrasi asap cair yang paling efektif dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

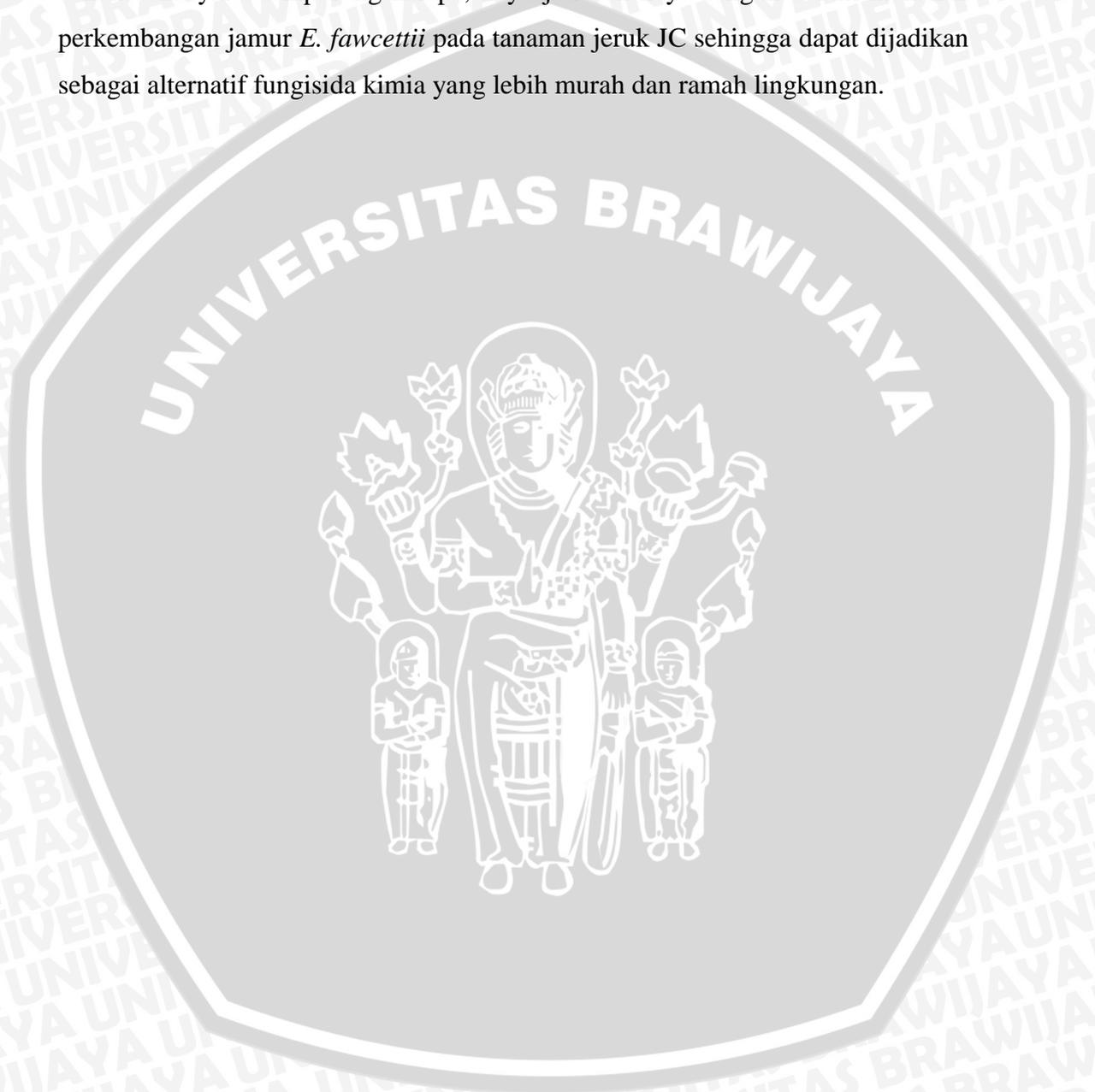
1. Menganalisis kemampuan asap cair yang berasal dari tiga jenis bahan baku yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC.
2. Menganalisis konsentrasi asap cair yang efektif dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa asap cair yang berasal dari tempurung kelapa, kayu jati dan sengon pada konsentrasi tertentu dapat menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC.

1.5 Manfaat

Memperoleh bukti tingkat kemampuan asap cair yang berasal dari tiga jenis bahan baku yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif fungisida kimia yang lebih murah dan ramah lingkungan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jeruk

Jeruk (*Citrus* spp) merupakan komoditas buah yang memiliki nilai ekonomi penting dan besar kontribusinya pada perekonomian nasional. Pada tahun 2003 tercatat kontribusi jeruk terhadap pendapatan devisa bruto sektor Pertanian dan (Pendapatan Asli Daerah) PAD di Propinsi Jawa Timur, Sumatera Utara dan Sulawesi Selatan sebesar Rp 2,339 triliun dari hasil produksi sebesar 1.529.824 ton dengan produktivitas 22,13 ton/ha (Dimiyati, 2005). Tanaman jeruk bisa tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Suhu terendah yang dapat diterima pohon jeruk di daerah tropis adalah 15⁰C sedangkan di daerah subtropis 6⁰C. Suhu tinggi yang dapat ditolerir adalah 25⁰-30⁰C (Wahyuningsih, 2009). Tanaman jeruk menyukai daerah dataran rendah serta dapat tumbuh pada ketinggian 0-1400 m dpl.



Gambar 1. Tanaman jeruk keprok (Wahyuningsih, 2009)

Iklm terbaik bagi tanaman jeruk adalah iklim subtropis, di daerah antara garis 35 LS, suhu rata-rata 20⁰C dengan kelembaban antara 50-85%. Dimasa pertumbuhannya memerlukan banyak sinar matahari dan cukup air. Tanaman jeruk menghendaki tanah gembur serta banyak mengandung unsur hara, drainase yang lancar, tanah yang banyak mengandung pasir dan permukaan air tanah pada musim

kemarau tidak lebih dari 150 cm (Dirjen Tanaman Pangan, 1992). Curah hujan yang dikehendaki agak tinggi atau termasuk iklim basah. Pada saat pembungaan perlu ada beberapa bulan kering lebih kurang 100 mm/bulan selama kurang lebih 3 bulan (Dirjen Tanaman Pangan, 1992).

2.1.1 Tanaman Jeruk Jenis *Japansche Citroen* (JC)

JC merupakan salah satu jenis jeruk yang memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan dan tanah yang kurang baik, selain itu jenis ini juga lebih tahan terhadap kekeringan. Sistem perakarannya yang luas memungkinkannya lebih efektif dalam mendapatkan nutrisi dari tanah (Bitters, 1986). Selain itu jenis JC juga memiliki tingkat kompatibilitas yang sangat tinggi dengan batang sehingga sangat cocok digunakan sebagai batang bawah (Taufik, 2001).

Jenis ini memiliki pohon yang kuat dengan ranting ramping, kecil dan sedikit duri. Bunga berbentuk kecil dan kelopak berwarna ungu kebiruan. Ukuran buah kecil sampai menengah, biasanya berbentuk bulat dengan bagian atas berkerut. Kulit buah berwarna orange kemerahan dan tipis, dengan permukaan sedikit kasar. Daging berwarna orange, lembut dan memiliki rasa asam yang sangat kuat. Biji cukup banyak, kecil, sangat polyembryonic dan dengan kotiledon berwarna hijau muda (Bitters, 1986).

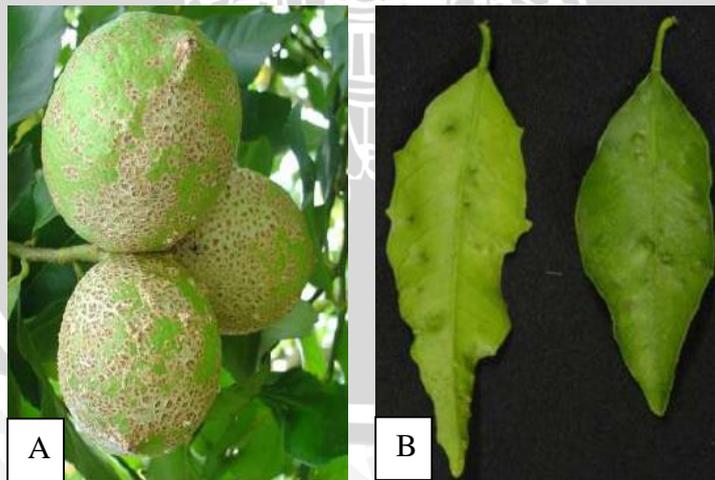


Gambar 2. Bibit jeruk jenis JC

Batang bawah jeruk JC sangat kuat dan menghasilkan pohon-pohon besar dengan sistem perakaran yang berkembang dengan baik. Namun jeruk jenis ini sangat sensitif terhadap serangan *Phytophthora* sehingga lebih baik jika digunakan penanaman pada lahan yang belum ditanami sebelumnya. Pohon bagian bawah jeruk JC juga sensitif terhadap jamur kudis dan nematoda jeruk pada kondisi curah hujan yang tinggi. Tanaman ini juga toleran terhadap virus *tristeza* dan *exocortis* (Bitters, 1986).

2.2 Penyakit Kudis (*Elsinoe fawcettii*)

Penyakit kudis tersebar luas diseluruh Indonesia (Ferguson, 2002). Pada pembibitan, penyakit ini sangat mengganggu karena semai-semai batang bawah lebih mudah terserang. Selain itu semai juga mengalami malformasi, dapat bercabang-cabang banyak dan menjadi lemah sehingga penempelan harus ditunda (Semangun, 1989). Penyakit kudis di sebabkan oleh jamur *E. fawcettii*, gejala serangan penyakit mulai tampak pada saat tanaman jeruk berumur 2 bulan sampai setelah berbuah, dengan ciri adanya kutil-kutil kecil berwarna kuning pada daun, buah, batang bawah dan ranting muda. Semakin lama kutil-kutil ini akan berubah warna menjadi coklat dan mengeras (Semangun, 2000).

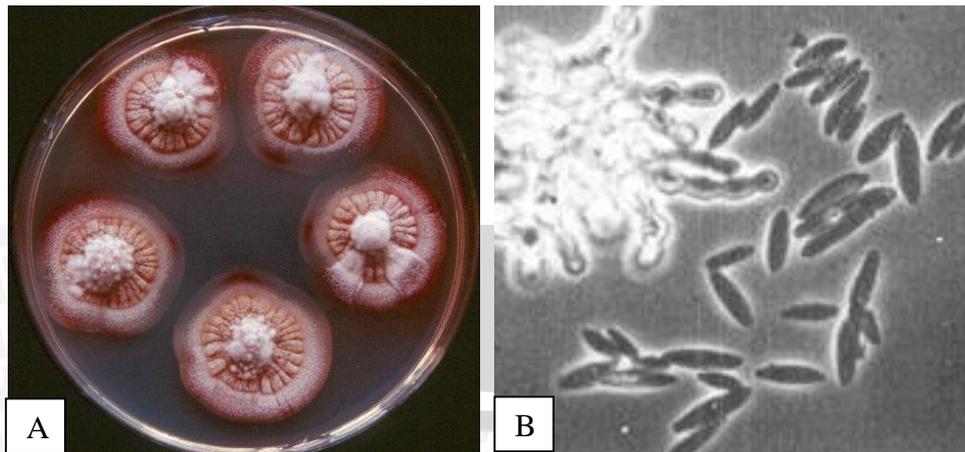


Gambar 3. Gejala serangan *E. fawcettii* pada tanaman jeruk (a: pada buah, b: pada daun) (Dewdney, 2003)

Pada daun gejala yang jelas tampak pada sisi bawah, daun-daun yang sakit keras berkerut dan gugur. Pada buah muda yang sakit akan mengalami malformasi dan pertumbuhannya terhambat. Dan pada gejala ringan akan menurunkan nilai ekonomisnya (Semangun, 1989). Gejala lain terlihat dengan adanya bercak kecil jernih pada daun dan helaian daun, kemudian berkembang menjadi semacam gabus berwarna kuning atau coklat. Infeksi hanya terbatas pada salah satu permukaan daun saja. Ukuran bercak lebih besar daripada kanker jeruk, umumnya menyerang pembibitan dengan batang bawah jenis JC dan RL. Serangan parah menyebabkan pertumbuhan kerdil dan deformasi titik tumbuh (Triwiratno, 2005).

2.2.1 Bioekologi dan Morfologi *Elsinoe fawcettii*

Elsinoe fawcettii adalah jamur yang menyerang buah muda pada tanaman yang rentan. Pada pembibitan batang bawah, penyakit ini merupakan masalah utama pada musim hujan. Pembibitan dengan pengairan yang terlalu sering dengan kelembaban tinggi dan suhu antara 20-25°C menyebabkan penyakit dapat berkembang cepat. Pembentukan tunas dan buah baru merupakan fase kritis tanaman peka terhadap serangan patogen. Lingkungan yang lembab dan basah merupakan faktor dominan terjadinya penyakit dibanding ketinggian tempat, tanaman inang dan virulensi patogen (Triwiratno, 2005).



Gambar 4. Kenampakan jamur *E. fawcettii* (a: makroskopis, b: konidia pada mikroskop) (Timmer, 2001)

Jamur *E. fawcettii* memiliki aservulus yang dapat terpisah-pisah atau bersatu, agak bulat dan umumnya berukuran kurang dari 1 mm. Konidiofor sangat rapat, berbentuk tabung, ujungnya meruncing, terdiri dari 1-3 sel, berukuran 12-22 x 3-4 μm , warna hialin, tetapi dapat menjadi keruh. Konidium akrogen, bulat panjang, sendiri-sendiri, bulat telur atau berbentuk ginjal dan berukuran 5-10 x 2-5 μm dan spora rata-rata dipencarkan oleh angin dan serangga (Semangun, 1987).

Inokulum *E. fawcettii* yang digunakan untuk infeksi baru terdiri dari konidia dan askospora. Konidia dapat berkembang dalam suasana jenuh dengan suhu berkisar antara 20°C sampai 28°C. Perkecambahan konidia dan infeksi tidak membutuhkan air, karena kedua proses tersebut dapat terjadi dengan embun, kabut atau kondisi kelembaban yang tinggi. Periode basah yang diperlukan untuk infeksi konidia adalah 2,5-3,5 jam. Temperatur yang diperlukan untuk perkecambahan konidia adalah 13-32°C, namun infeksi tidak terjadi jika temperatur di bawah 14°C atau di atas 25°C. Periode inkubasi penyakit ini adalah 5 hari dan suhu optimal untuk perkembangannya 20-21°C (Bitters, 1986). Spora cendawan dapat disebarkan oleh percikan air hujan, tetesan embun, angin, dan serangga. Daun dan buah yang masih muda sangat mudah terinfeksi patogen ini, yaitu ketika lebar daun mencapai 15 mm dan diameter buah tidak lebih dari 20 mm. Patogen dapat bertahan pada daun, ranting dan pada buah tanaman yang terinfeksi (Bitters, 1986).

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit

Secara umum faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit adalah sebagai berikut (Yunasfi, 2002):

a. Faktor Lingkungan

1. Suhu

Tumbuhan lebih cepat rusak dan meluas kerusakannya apabila suhu lebih tinggi dari suhu maksimum untuk pertumbuhannya. Pengaruh suhu tinggi berhubungan dengan cahaya, kekeringan, kekurangan oksigen atau angin kencang bersamaan dengan kelembaban relatif yang rendah. Suhu tinggi berperan dalam

kerusakan *sunscald* yang tampak pada bagian terkena sinar matahari pada buah berdaging dan sayuran. Sedangkan pada suhu di bawah titik beku menyebabkan berbagai kerusakan terhadap tumbuhan. Kerusakan yang terjadi bervariasi tergantung pada tingkat penurunan suhu dan lama suhu rendah tersebut berlangsung.

2. Kelembaban

Kekurangan air terjadi secara lokal pada jenis tanah tertentu, kemiringan tertentu atau lapisan tanah yang tipis yang dibawahnya terdapat batu atau pasir. Tumbuhan yang kekurangan kelembaban tanah kerdil, hijau pucat, mempunyai daun, bunga dan buah sedikit, kecil dan jarang, jika berlanjut tumbuhan layu dan mati. Sedangkan akibat kelebihan kelembaban tanah yang disebabkan banjir atau drainase yang jelek akan menyebabkan bulu-bulu akar tumbuhan membusuk. Keadaan basah, anaerob menguntungkan pertumbuhan mikroorganisme anaerob, yang selama proses hidupnya membentuk substansi yang beracun bagi tumbuhan.

3. Kekurangan Oksigen

Tingkat oksigen rendah terjadi pada buah atau sayuran yang berdaging, terutama selama periode pematangan cepat pada suhu tinggi, atau penyimpanan produk dalam tumpukan yang besar. Contohnya adalah berkembangnya penyakit *blackheart* pada kentang yang dalam suhu cukup tinggi merangsang pematangan dan reaksi enzimatik yang abnormal pada umbi kentang. Reaksi tersebut secara abnormal mengoksidasi penyusun tumbuhan yang normal menjadi pigmen melanin hitam. Pigmen tersebut menyebar dan menjadikan umbi tampak hitam.

4. Cahaya

Kekurangan cahaya memperlambat pembentukan klorofil dan mendorong pertumbuhan ramping dengan ruas yang panjang, kemudian menyebabkan daun berwarna hijau pucat, pertumbuhan seperti kumparan dan gugurnya daun bunga secara prematur. Keadaan tersebut dikenal dengan etiolasi. Etiolasi terjadi apabila tumbuhan ditanam dengan jarak terlalu dekat atau di bawah pohon lain.

b. Faktor yang Dapat Menular

1. Sifat Genetik Tanaman

Dalam tiap jenis tanaman terdapat ketahanan terhadap suatu jenis patogen. Beberapa individu, galur atau tanaman yang berasal dari tempat tumbuh tertentu lebih tahan dibandingkan dengan individu, galur yang berasal dari tempat lain. Ketahanan ini terjadi karena kemampuan tanaman membentuk struktur yang tidak menguntungkan perkembangan patogen, seperti kurangnya jumlah stomata, pembentukan lapisan kutikula yang tebal, pembentukan jaringan dengan sel-sel yang berdinding gabus tebal segera setelah patogen memasuki jaringan tanaman atau produksi toksik dalam jaringan yang banyak sebelum atau sesudah patogen memasuki jaringan tanaman, sehingga patogen mati sebelum dapat berkembang lebih lanjut dan gagal menyebabkan penyakit pada pohon.

2. Keganasan Patogen

Penyakit yang disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, mikoplasma dan nematoda mempunyai sifat fisiologis yang beragam, termasuk kemampuannya menyebabkan penyakit pada suatu tanaman. Berbagai isolat jenis patogen dapat beragam virulensinya, tergantung gen yang terkandung dalam inti. Mengingat susunan gen dapat berubah, maka virulensi patogen dapat berubah. Perubahan terjadi karena hibridisasi, heterokariosis dan paraseksualisme. Pada bakteri dikenal adanya konjugasi, transfusi dan transduksi. Selain itu perubahan virulensi dapat terjadi karena mutasi dan adaptasi sitoplasmik. Itulah sebabnya suatu jenis patogen yang sama dan memiliki bentuk serta cara perkembangbiakan yang sama, tetapi berasal dari berbagai daerah atau tanaman, dapat berlainan virulensinya.

3. Lingkungan Biotik

Faktor lingkungan biotik adalah jasad renik yang ada di sekitar patogen. Pengaruh faktor lingkungan biotik adalah pada patogen yang bertahan hidup dan berkembang di dalam tanah, biasanya menyerang akar. Jasad yang berkembang di sekitar patogen secara langsung berpengaruh terhadap daya tahan hidup patogen

dengan bertindak sebagai parasit, vektor, saingan dalam memperoleh makanan. Unsur-unsur biotik yang lain dapat berpengaruh secara tidak langsung terhadap patogen. Hal ini disebabkan karena adanya interaksi antara jasad renik di sekitar patogen. Interaksi dapat mengakibatkan berkembangnya atau turunnya populasi jasad renik yang menguntungkan atau merugikan patogen.

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan *Elsinoe fawcettii*

Secara spesifik beratnya serangan penyakit yang disebabkan oleh jamur *E. fawcettii* ini tergantung dari jenis tanamannya. Jeruk jenis *Japansche Citroen* (JC), *Rough Lemon* (RL) dan jeruk masam lain yang banyak digunakan sebagai batang bawah sangat rentan terhadap serangan jamur ini. Selain itu jeruk jepun dan *villa franca citroen* juga sangat rentang, sedangkan jenis jeruk yang tidak rentan adalah jeruk keprok, jeruk manis dan jeruk besar (Semangun, 1987).

Cuaca juga mempengaruhi perkembangan penyakit, pada umumnya penyakit tidak berkembang dimusim kemarau, namun jika hujan mulai banyak maka akan segera muncul gejala (Semangun, 1987). Keadaan cuaca, tingkat ketahanan varietas, terbentuknya buah dan tunas baru sangat berpengaruh terhadap perkembangan penyakit. Pada umumnya penyakit berkembang pada suhu udara antara 15-23°C dan tanaman yang sedang membentuk tunas dan buah baru merupakan kondisi yang menguntungkan bagi perkembangan patogen dan merupakan titik kritis terutama bila tanamannya rentan (Dewdney, 2003).

2.3 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya bersumber dari tumbuh-tumbuhan, seperti akar, daun, batang atau buahnya. Bahan kimia yang terkandung di dalam tumbuhan memiliki bioaktivitas terhadap serangga, jamur, bakteri, virus dan nematoda, seperti bahan penolak atau repellent, penghambat makan atau antifeedant, penghambat perkembangan serangga dan penghambat peneluran atau oviposition deterrent (Sudarmo, 2005). Selain itu pestisida nabati

juga ramah lingkungan, menurut Kardinan (2002) karena terbuat dari bahan alami maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai di alam jadi residunya singkat sekali. Pestisida nabati apabila diaplikasikan akan membunuh hama dan memperlambat perkembangan penyakit pada waktu itu dan setelah itu residunya cepat menghilang di alam. Jadi tanaman akan terbebas dari residu sehingga tanaman aman untuk dikonsumsi.

Sudarmo (2005) menyatakan bahwa pestisida nabati dapat membunuh atau mengganggu serangga hama dan penyakit melalui cara kerja yang unik yaitu dapat melalui perpaduan berbagai cara atau secara tunggal. Cara kerja pestisida nabati sangat spesifik yaitu merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, menghambat pergantian kulit, mengganggu komunikasi serangga, menyebabkan serangga menolak makan, menghambat reproduksi serangga betina, mengurangi nafsu makan, memblokir kemampuan makan serangga, mengusir serangga dan menghambat perkembangan patogen penyakit (Kardinan, 2002).

Beberapa manfaat dan keunggulan pestisida nabati antara lain (Sudarmo, 2005) mudah terurai di alam sehingga tidak menyebabkan pencemaran atau kerusakan lingkungan serta aman bagi manusia dan ternak karena residunya mudah hilang, dapat membunuh hama dan penyakit, bahan yang digunakan murah dan tidak sulit dijumpai dari sumberdaya sekitar, sebagai pengumpul atau perangkap hama tanaman seperti tanaman orok-orok dan kotoran ayam, mengatasi kesulitan ketersediaan dan mahalnnya harga pestisida kimia, dosis yang digunakan tidak beresiko dibandingkan dengan pestisida kimia serta tidak menimbulkan kekebalan pada serangga.

2.4 Asap Cair

Asap cair merupakan asam cuka yang dapat diperoleh melalui proses pirolisis dari bahan yang mengandung komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin (Pszczola 1995). Destilat yang diperoleh dapat dipisahkan untuk menghilangkan

senyawa-senyawa kimia yang tidak diinginkan, misalnya senyawa tar dengan menggunakan asam piroglinat. Berbagai bahan baku telah digunakan untuk pembuatan asap cair antara lain menggunakan kulit biji jambu mente dan sabut kelapa (Tsamba, 2006), tempurung kelapa (Darmadji 2002), sampah organik (Gani 2007), tempurung dan sabut kelapa (Luditama, 2006).

Bahan baku tersebut mengandung cukup kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin. Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester (Guillen, 2001). Senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antioksidan, antibakteri dan antifungi (Karseno, 2002). Asap cair juga merupakan suatu campuran larutan dan dispersi koloid dari uap asap kayu dalam air yang diperoleh dari hasil pirolisis kayu atau dibuat dari campuran senyawa murni (Maga, 1987).



Gambar 5. Tiga macam kelas asap cair tempurung kelapa (a: kelas 1, b: kelas 2, c: kelas 3) (Guillen, 2001)

Penggunaan asap cair sebagai bahan biopestisida alami lebih ramah lingkungan karena bersifat mudah terurai dan terbarui, terutama sebagai antijamur. Hasil penelitian Inoue (2000) mengungkapkan bahwa asap cair memiliki kemampuan sebagai bahan untuk mengendalikan jamur. Lebih lanjut dijelaskan bahwa makin tinggi suhu pirolisis asap cair makin tinggi daya penghambatannya

terhadap pertumbuhan jamur *Fomitopsis palustris* dan *Trametes versicolor*. Velmurugan (2009), meneliti asap cair dari serbuk gergaji kayu *Pinus densiflora* dan *Quercus serrata* yang telah dinetralkan terhadap pertumbuhan jamur dan dijelaskan bahwa asap cair mempunyai kemampuan untuk mengedalikan pertumbuhan jamur.

Berdasarkan klasifikasi tingkat aktivitas antijamur menurut Mori (1997) pada taraf konsentrasi 0% aktivitas antijamur tidak aktif, konsentrasi 1%, 2%, dan 3% aktivitas antijamur kuat, konsentrasi 4% dan 5% aktivitas antijamur sangat kuat. Hasil penelitian Oramahi (2010) juga menunjukkan bahwa diperlukan konsentrasi yang tinggi untuk menekan pertumbuhan jamur. Semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka jumlah senyawa antijamur semakin tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur. Pada konsentrasi tinggi berarti kandungan bahan aktif di dalam asap cair juga tinggi sehingga lebih banyak bahan aktif yang dapat mengganggu metabolisme jamur.

Daya racun fungisida yang berperan dalam menghambat pertumbuhan jamur di dalam asap cair berasal dari komponen fenol dan asam. Asap cair mengandung senyawa kelompok fenol, asam dan kelompok karbonil yang dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba. Diperkuat dengan pendapat Kimura (2002) yang menyatakan asam dan fenol yang terdapat di dalam asap cair berperan sebagai bahan antijamur. Selanjutnya Duke (1985) mengatakan senyawa fenolat yang diisolasi dari tumbuhan tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan menghambat sintesis asam amino dan fenilalanin amonialiase. Vickery (1981) menyatakan senyawa fenolat mempengaruhi fungsi mitokondria sehingga mengganggu respirasi sel. Hal ini menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur tersebut.

Mekanisme aktivitas senyawa antimikrobia fenol meliputi reaksi dengan membran sel yang menyebabkan meningkatnya permeabilitas membran sel dan mengakibatkan hilangnya isi sel, inaktivasi enzim esensial dan perusakan

atau inaktivasi fungsional materi genetik (Karseno, 2002). Selain kandungan fenol yang berperan sebagai antijamur, asam juga mempunyai peran yang sama sebagai bahan antijamur. Sifat antimikrobia asam asetat terkait dengan kondisi pH. Hal ini disebabkan karena asam asetat yang tidak terdisosiasi lebih cepat berpenetrasi ke dalam sel. Sedangkan asam propionat mampu menghambat mikrobia dengan cara memblok sistem metabolisme sel melalui penghambatan terhadap aktivitas enzim (Karseno, 2002).

2.4.1 Komponen Asap Cair

a. Senyawa Fenol.

Senyawa fenol berperan sebagai antioksidan, antibakteri dan antijamur sehingga dapat digunakan untuk memperpanjang masa simpan produk asapan serta biopestisida nabati. Kandungan senyawa fenol dalam asap sangat tergantung pada temperatur pirolisis kayu. Menurut Girard (1992), kuantitas fenol pada kayu sangat bervariasi yaitu antara 10-200 mg/kg. Senyawa fenol yang terdapat dalam asap kayu umumnya hidrokarbon aromatik yang tersusun dari cincin benzena dengan sejumlah gugus hidroksil yang terikat (Maga, 1987).

b. Senyawa-Senyawa Asam.

Senyawa-senyawa asam mempunyai peranan sebagai antibakteri, antijamur dan membentuk citarasa produk asapan. Senyawa asam ini antara lain adalah *asam asetat, propionat, butirir, dan valerat*.

c. Senyawa Hidrokarbon Polisiklis Aromatis.

Senyawa *hidrokarbon polisiklis aromatis* (HPA) dapat terbentuk pada proses pirolisis kayu. Senyawa hidrokarbon aromatik seperti *benzo(a)pirena* merupakan senyawa yang memiliki pengaruh buruk karena bersifat karsinogen (Girard, 1992). Girard (1992) menyatakan bahwa pembentukan berbagai senyawa HPA selama pembuatan asap tergantung dari beberapa hal, seperti temperatur pirolisis, waktu dan kelembaban udara pada proses pembuatan asap serta kandungan udara dalam kayu.

e. Senyawa *Benzo(a)pirena*.

Benzo(a)pirena mempunyai titik didih 310°C dan dapat menyebabkan kanker kulit jika dioleskan langsung pada permukaan kulit. Akan tetapi proses yang terjadi memerlukan waktu yang lama (Girard, 1992).

2.4.2 Asap Cair Tempurung Kelapa

Salah satu limbah pertanian yang bisa digunakan untuk asap cair yaitu tempurung kelapa. Tempurung kelapa mengandung komponen-komponen kimia, seperti selulosa 26.6%, hemiselulosa 27.7%, lignin 29.4%, abu 0.6%, komponen ekstraktif 4.2%, uronat anhidrat 3.5%, nitrogen 0.1%, dan air 8.0% (Himawati, 2010). Menurut Hardianto (2015) hasil analisis asap cair dari bahan pengasap yang berbeda yaitu akan menghasilkan kadar fenol, karbonil, dan total asam yang berbeda. Kandungan asap cair yang berasal dari tempurung kelapa (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan Kimia Asap Cair Tempurung Kelapa

Komposisi	Kandungan
Phenol	6.70 %
Karbonil	3.35 %
Total Asam Asetat	2.52 %

(Sumber: Hardianto, 2015)

Bedasarkan tabel diatas terlihat bahwa kadar fenol pada asap cair tempurung kelapa cukup tinggi. Hal ini dikarenakan pada asap cair tempurung kelapa lebih banyak terjadi degradasi lignin dikarenakan kandungan lignin pada tempurung kelapa lebih banyak. Pirolisis lignin akan menghasilkan fenol dan turunannya yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri atau jamur sebagai bahan biopestisida (Himawati, 2010).

Selain itu asap cair dari bahan baku tempurung kelapa, memiliki kemampuan fungsional sebagai antibakteri dan anti fungi, karena di dalamnya terkandung senyawa-senyawa fungsional seperti alkohol, fenol dan asam organik.

Efek antimikrobia asam dari asap cair diduga secara langsung mengasamkan sitoplasma, merusak tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran sehingga menyebabkan destabilisasi bermacam-macam fungsi dan struktur komponen sel (Ray and Sandine, 1992), sedangkan mekanisme aktivitas senyawa antimikrobia fenol antara lain reaksi dengan membran sel yang menyebabkan terganggunya permeabilitas membran sel, inaktivasi enzim-enzim esensial, perusakan atau inaktivasi fungsional material genetik dan bekerja sebagai penghidrolisis lipid, sehingga merusak membran sel (Davidson dan Branen, 1981).

2.4.3 Asap Cair Kayu Jati

Kayu jati merupakan salah satu tanaman tahunan yang memiliki nama botani *Tectona grandis L.f* dan mengandung komponen-komponen kimia, seperti selulosa (39-57%), hemiselulosa (7-13%), dan lignin (29-39%) (Pari, 2014). Lignin adalah suatu campuran zat-zat organik yang terdiri dari zat karbon, air dan oksigen. Kayu jati mengandung komponen utama selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif kayu. Lignin mempunyai ikatan kimia dengan hemiselulosa, bahkan ada indikasi mengenai adanya ikatan-ikatan antara lignin dan selulosa. Ikatan-ikatan tersebut dapat berupa tipe ester atau eter, diusulkan bahwa ikatan-ikatan glikosida merupakan penyatu lignin dan polisakarida (Fengel dan Wegener, 1995).

Selulosa merupakan homopolisakarida yang tersusun atas unit-unit β -D-glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan-ikatan glikosida. Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen intra dan intermolekul. Sedangkan hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa (Fengel dan Wegener, 1995). Berdasarkan kandungan kimia diatas maka kayu jati dapat dimanfaatkan menjadi asap cair, karena pada dasarnya sifat dari asap cair dipengaruhi oleh komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin yang proporsinya bervariasi tergantung pada jenis bahan yang akan di pirolisis (Sari dan Syafii, 2001).



Gambar 6. Asap cair kayu jati (Erawati, 2014)

Menurut Fatimah (1988) kandungan senyawa fenolik asap cair kayu jati adalah 3,20% serta kandungan senyawa benzo(a)pyrenenya 337,3 ppm. Sedangkan berdasarkan penelitian Wijaya (2008) menyatakan bahwa asap cair yang berasal dari kayu jati memiliki komponen-komponen kimia seperti fenol 2,70%, karbonil 13,58%, keasaman 7,21% dan indeks pencoklatan 2,1%. Sedangkan menurut Erawati (2013) asap cair hasil pirolisis kayu jati mengandung senyawa alkohol sebesar 23,79%, senyawa keton 24,31%, asam asetat 26,90%, aldehid 7,09%, karbonil 6,41%, dan benzena sebesar 0,53%.

Kandungan fenol yang tinggi pada asap cair yang berasal dari kayu jati ini dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan dan antimikroba (antibakteri dan antifungi). Menurut Inoue (2000) asap cair mengandung beberapa komponen yang berfungsi sebagai antijamur yang mampu menghambat pertumbuhan *Fomitopsis palustris* dan *Trametes versicolor*. Menurut Chinnici (2006), pertumbuhan jamur semakin terhambat dengan semakin tinggi konsentrasi asap cair yang terdapat pada media tumbuh jamur. Hal ini disebabkan tingginya penyerapan asam dan fenol dari asap cair pada media jamur. Asam dan fenol mengganggu selaput sel jamur

sehingga menyebabkan permeabilitas selaput sel meningkat dan akhirnya jamur kehilangan isi sel.

2.4.4 Asap Cair Kayu Sengon

Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) adalah salah satu jenis pohon cepat tumbuh dan mengandung lignoselulosa yang sering dijadikan sebagai bahan baku pulp kertas selain kayu Pinus (*Pinus merkussi*) Akasia (*Acacia manginum*) dan Gmelina (*Gmelina arborea*) (Pari, 2014). Kayu sengon atau kayu jeunjing (*Paraserianthes falcataria*) dan kayu jati (*Tectona grandis*) memiliki kadar selulosa dan hemiselulosa yang bervariasi, namun pada dasarnya komponen kimia suatu kayu dapat menentukan kegunaan suatu jenis kayu. Pada umumnya komponen kimia jenis kayu terdiri dari beberapa unsur penyusunnya, yaitu unsur karbohidrat terdiri dari selulosa dan hemiselulosa dan unsur non-karbohidrat terdiri dari lignin.

Hasil analisis Pari (2014) menunjukkan bahwa komponen kimia kayu sengon meliputi homoselulosa berkisar 64,55-69,88%, lignin 26,00-30,88%, pentosan 15,55-17,98%, abu 0,24-0,93%, silika 0,05-0,48%, kelarutan dalam air dingin 2,37-6,32%, air panas 3,04-7,34%, alkohol benzena 1,53-5,65% dan kelarutan dalam NaOH 1% 9,14-20,73%. Selulosa sendiri polisakarida yang terdiri dari molekul-molekul β -D-glukosa dan mempunyai massa molekul relatif yang sangat tinggi, tersusun dari 2.000-3.000 glukosa. Selulosa terdapat dalam tumbuhan sebagai bahan pembentuk dinding sel dan serat tumbuhan. Bahan dasar selulosa adalah glukosa dengan rumus $C_6H_{12}O_6$. Lignin merupakan bagian yang bukan karbohidrat, sebagai persenyawaan kimia yang jauh dan sederhana, tidak berstruktur, dan amorf. Hemiselulosa berupa selulosa yaitu persenyawaan dengan molekul-molekul besar yang bersifat karbohidrat. Hemiselulosa tersusun oleh gula dengan rumus kimia $C_6H_{10}O_6$ disebut hexosan (Dumanauw, 2001).

Berdasarkan komponen tersebut maka kayu sengon sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan asap cair, karena asap cair merupakan

asam cuka yang dapat diperoleh melalui proses pirolisis dari bahan yang mengandung komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin (Pszczola, 1995). Berdasarkan penelitian Adalina (2008) asap cair kayu sengon mempunyai kadar asam $5,27 \pm 0,10$ %b/b, kadar fenol $0,50 \pm 0,01$ %b/b, kadar karbonil $6,84 \pm 0,07$ %b/b dan pH 2,42. Kadar fenol yang dimiliki oleh asap cair kayu sengon ini cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba terutama anti jamur. Menurut Shiah (2006), pertumbuhan jamur semakin terhambat dengan semakin tinggi konsentrasi asap cair dari yang terdapat pada media jamur. Hal ini disebabkan tingginya penyerapan asam dan fenol dari asap cair pada media jamur. Asam dan fenol mengganggu selaput sel jamur sehingga menyebabkan permeabilitas meningkat dan akhirnya jamur kehilangan isi sel.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Waktu dan tempat penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2016 di Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu dan Laboratorium Entomologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah cawan petri, *autoclave*, botol, pisau, *bekker glass*, saringan, panci, kompor, spatula, cutter, pinset, bunsen, jarum ose, *crock borer*, mikroskop, preparat, *cover glass*, botol reaksi, tabung erlenmeyer, *Laminar Airflow Cabinet (LAFC)*, *haemocytometer*, timbangan analitik, *spektrofotometer UV-Vis*, pipet, botol spray, gelas ukur, korek api, toples, jarum suntik, kamera dan penggaris. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu tanaman jeruk jenis JC yang telah berumur 2 bulan setelah *transplanting*, tiga jenis asap cair (tempurung kelapa berasal dari CV Actindo Malang, kayu jati berasal dari CV Madaniah dan kayu sengon berasal dari CV Agro Bagus Malang), media PDA, aquades, aquades steril, klorox (NaOCL 2%), HCL 10%, metanol, alcohol (70% dan 96%), antibakteri, sabun, kertas saring, kapas, tissue, aluminium foil dan plastik wrap.

3.3 Persiapan Penelitian

3.3.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat berupa gelas, botol tabung, cawan petri dan tabung reaksi disterilkan menggunakan *autoclave*. Sebelum disterilkan alat-alat harus dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dicuci dengan sabun atau deterjen. Alat-alat yang tahan terhadap suhu tinggi ditutup menggunakan aluminium foil sedangkan cawan petri dibungkus dengan plastik. Waktu yang diperlukan untuk sterilisasi adalah satu jam pada suhu 121°C. Sedangkan untuk media PDA juga disterilkan menggunakan *autoclave* selama 15 menit dengan tekanan 15 lbs pada suhu 121°C. Jarum

inokulasi, jarum ose, crock borer, spatula dan alat-alat lain yang dibuat dari logam dapat disterilkan dengan memanaskan alat-alat tersebut dengan api bunsen (Kurniasih, 2014).

3.3.2 Pembuatan Media PDA

Media PDA dibuat dengan cara melarutkan 20 gram PDA instan pada 1000 ml aquades. Larutan direbus selama 30 menit sampai mendidih. Setelah itu larutan disaring kembali menggunakan kertas saring dan dituangkan ke dalam tabung erlenmeyer untuk disterilisasi dengan menggunakan autoclave. Media PDA ditambahkan terramycin sebanyak 1 ml agar tidak terkontaminasi bakteri. Selanjutnya media PDA dituang dalam cawan petri, penuangan media dilakukan dalam LAF. Media didiamkan selama beberapa saat hingga padat, kemudian siap digunakan untuk menanam isolat jamur *E. fawcettii*.

3.3.3 Isolasi Jamur Patogen *E. fawcettii*

Pengambilan Sampel Bagian Tanaman Sakit

Pengambilan sampel bagian tanaman sakit dilakukan di lahan pembibitan Kebun Percobaan Puntan Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika Tlekung Batu. Pengambilan sampel langsung pada daun jeruk yang terserang *E. fawcettii*.

Isolasi Patogen Pada Media PDA

Bagian daun tanaman jeruk yang terserang *E. fawcettii* dipotong 1 cm dengan skapel yang mana terdiri dari setengah sehat setengah sakit. Cawan petri yang berisi alcohol, klorox dan aquades disiapkan untuk sterilisasi. Pertama, sampel yang telah dipotong direndam dalam alcohol 70% selama ± 1 menit, kemudian klorox ± 1 menit dan bilas dengan aquades 2 kali. Daun yang telah dipotong ditanam dalam media PDA aseptis, sterilkan semua alat tanam dengan bunsen. Setelah ditanaman, bungkus dengan plastic wrap, kemudian diinkubasi pada suhu 25-30°C selama 5-7 hari (Muhibuddin, 2011).

Purifikasi

Pemurnian dilakukan pada setiap koloni jamur yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi makroskopis yang dapat dilihat dari penampakan warna, bentuk, dan pola persebaran koloni. Masing-masing jamur dipisahkan, diambil menggunakan jarum ose kemudian ditumbuhkan kembali pada media PDA baru. Setelah ditanam, bungkus dengan plastic wrap, kemudian diinkubasi pada suhu 25-30°C selama 5-7 hari (Muhibuddin, 2011).

Pembuatan Preparat Jamur

Tahapan pembuatan preparat jamur yaitu jamur diambil dengan menggunakan jarum ose kemudian diletakkan pada object glass yang telah diberi sedikit media PDA sebagai media pertumbuhan koloni dan ditutup dengan cover glass. Preparat kemudian diinkubasi selama 2-3 hari didalam wadah yang telah dialasi dengan tissue lembab dan ditutup rapat agar tidak terkontaminasi, setelah itu dilakukan identifikasi dibawah mikroskop (Kurniasih, 2014).

Identifikasi

Identifikasi dilakukan berdasarkan panduan Barnett dan Hunter (1998). Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, bentuk koloni dalam cawan petri (konsentris dan tidak konsentris), tekstur koloni dan pertumbuhan koloni (cm/hari). Pengamatan secara mikroskopis meliputi ada tidaknya septa pada hifa (bersekat atau tidak bersekat), pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa dan konidia (gelap atau hialin transparan), ada atau tidaknya konidia, dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan). Pada identifikasi dipilih ciri-ciri jamur yang sesuai dengan *E. fawcettii* untuk selanjutnya dilakukan uji antijamur menggunakan asap cair.

3.3.4 Pembuatan Inokulum

Cara pembuatan suspensi konidia, yaitu 10 ml aquades steril dituangkan pada media biakan jamur *E. fawcettii* yang berumur 14 hari di cawan petri dan diratakan dengan menggunakan spatula untuk melepaskan konidia dari media

tumbuh. Setelah itu hasil suspensi dimasukkan dalam tabung erlenmeyer dan ditambahkan dengan aquades steril sehingga volumenya menjadi 100 ml (Sumaraw, 1999). Suspensi kemudian dishaker dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit untuk mebebaskan konidia dari miselium (Burs and Benson, 2000). Jumlah konidia per mililiter dihitung menggunakan *haemocytometer*. Kerapatan konidium yang digunakan untuk aplikasi adalah 1×10^6 konidia/ml (Prayogo dan Hardaningsih, 2000). Rumus yang digunakan untuk menghitung konsentrasi konidia per mililiter menurut (Prasetyowati, 2003) sebagai berikut:

$$K = \frac{t \times d}{n \times 0,25} \times 10^6 \text{ konidia/ml}$$

Keterangan:

- K : Jumlah konidia/ml larutan
t : Total konidia dari semua kotak contoh
d : Faktor pengenceran
n : Jumlah seluruh contoh yang dihitung
0,25 : Faktor koreksi

3.3.5 Uji Patogenisitas

Jamur *E. fawcettii* yang diidentifikasi baik secara makroskopis maupun mikroskopis telah sesuai dengan pustaka, maka dilanjutkan uji Patogenisitas untuk membuktikan bahwa *E. fawcettii* tersebut merupakan penyebab penyakit kudis pada tanaman jeruk. Tahapan uji Patogenisitas yaitu daun disemprot dengan air steril, dibersihkan menggunakan kloroks 0.5% dan dibilas dengan air steril, lalu menyuntikkan dan menyemprotkan suspensi konidia 2 ml pada daun, jumlah konsentrasi ini didasarkan pada penelitian Rosmayuningsih (2014). Setelah itu tanaman diinkubasi pada suhu 21-25°C selama 5 hari, karena *E. fawcettii* merupakan salah satu jamur yang dapat tumbuh optimal pada suhu 21-25°C dengan masa inkubasi lima hari setelah terjadinya infeksi (EPPO, 2004).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah identifikasi dan eksperimen dengan tahapan sebagai berikut:

1. Analisis fenol total yang terkandung dalam 3 jenis asap cair yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan sengon.
2. Pengujian sifat antijamur yang berasal dari 3 jenis asap cair yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan sengon secara *in vitro* terhadap pertumbuhan isolat jamur *E. fawcettii* pada cawan petri.
3. Pengujian sifat antijamur yang berasal dari 3 jenis asap cair yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan sengon secara *in vivo* terhadap tingkat serangan penyakit kudis pada tanaman jeruk JC.

3.4.2 Analisis Fenol Total Asap Cair Spektrofotometer UV-Vis

Analisis kuantitatif total senyawa fenolat dilakukan dengan metode *folinciocalteau* yang dikembangkan oleh Rungruang dan Suwanne (2010) dengan sedikit pengembangan. Timbang 0,2 gram asam galat tambahkan metanol : akuades (1:1) hingga volume 1000 ml. Dari larutan induk dipipet sebanyak 2, 4, 6, 8 dan 10 ml dan diencerkan dengan akuades sampai volume 10 ml, sehingga dihasilkan konsentrasi 200, 160, 120, 80, dan 40 mg/L asam galat. Larutan asam galat tersebut diambil 1 ml, diencerkan dengan penambahan 10 ml akuades, kemudian direaksikan dengan 5 ml reagen *folinciocalteau* 10% dan digoyangkan selama 8 menit. Setelah penggoyangan ditambahkan 4 ml larutan Na_2CO_3 20% dan di inkubasikan selama 30 menit pada temperatur ruang, setelah itu ditentukan serapannya pada $\lambda = 760$ dengan *spektrofotometer UV-Vis*. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan sengon dengan konsentrasi 1000 ml/L.

3.4.3 Pengujian Asap Cair Terhadap *E. fawcettii* Secara *In Vitro*

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, faktor A = 4 (empat) perlakuan jenis yaitu tempurung kelapa, kayu jati, kayu sengon dan aquades. Faktor B = 5 (lima) perlakuan konsentrasi yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Serta sebagai perbandingan digunakan kontrol positif menggunakan fungisida kimia. Dengan 3 (tiga) kali ulangan. Penentuan konsentrasi didasarkan pada uji pendahuluan yang sebelumnya telah dilakukan, dimana dari uji pendahuluan diketahui bahwa konsentrasi 5%, 6% dan 7% tidak berbeda nyata sehingga digunakan satu konsentrasi yaitu 5%.

Tabel 2. Perlakuan Penelitian *In Vitro*

No	Perlakuan	Keterangan
1	P0K1	Tanpa asap cair konsentrasi 1%
2	P0K2	Tanpa asap cair konsentrasi 2%
3	P0K3	Tanpa asap cair konsentrasi 3%
4	P0K4	Tanpa asap cair konsentrasi 4%
5	P0K5	Tanpa asap cair konsentrasi 5%
6	P1K1	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 1%
7	P1K2	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 2%
8	P1K3	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 3%
9	P1K4	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 4%
10	P1K5	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 5%
11	P2K1	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 1%
12	P2K2	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 2%
13	P2K3	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 3%
14	P2K4	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 4%
15	P2K5	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 5%
16	P3K1	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 1%
17	P3K2	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 2%
18	P3K3	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 3%
19	P3K4	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 4%
20	P3K5	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 5%
21	P4K1	Fungisida kimia

Pengujian tiga jenis asap cair (tempurung kelapa, kayu jati dan sengon) sebagai antijamur dilakukan dengan menggunakan peracunan makanan. Prosedur pengujian penghambatan terhadap jamur *E. fawcettii* mengacu pada Loman, 1970 dalam Yoshimoto dan Syafii (1993). Tahapan pengujian antijamur menggunakan asap cair yaitu sebagai berikut: memasukkan media PDA yang telah direbus ke dalam 21 tabung erlenmeyer, dimana setiap erlenmeyer berisi sebanyak 45 ml. Setiap tabung erlenmeyer ditambahkan asap cair (tempurung kelapa, kayu jati dan sengon) sebanyak 3 ml (Oramahi, 2010) sesuai dengan konsentrasi pengujian, yaitu 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Sedangkan untuk perlakuan kontrol negatif ditambahkan aquades dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dan untuk kontrol positif ditambahkan fungisida kimia dengan dosis yang telah dianjurkan. Selanjutnya media PDA yang telah diberi perlakuan disterilisasi dengan menggunakan autoclave selama 15 menit dengan tekanan 1 atm pada suhu 121⁰C, lalu dituang pada cawan petri steril.

Inokulum jamur *E. fawcettii* dari biakan berumur 14 hari dengan diameter 6 mm diinokulasikan di tengah cawan petri kemudian diinkubasikan selama 14 hari pada suhu ruang. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan miselia jamur pada media PDA, berat basah dan berat kering miselia jamur *E. fawcettii*. Pengamatan dilakukan selama 14 (empat belas) hari kemudian dianalisis dengan sidik ragam sesuai dengan rancangan yang digunakan. Pertumbuhan miselia jamur *E. fawcettii* dievaluasi pada akhir masa inkubasi dengan cara mengukur luas pertumbuhan jamur perlakuan dan membandingkannya dengan pertumbuhan miselia jamur kontrol serta berat basah dan berat kering miselia jamur pada masing-masing perlakuan dibandingkan dengan control.

3.4.4 Pengujian Asap Cair Terhadap *E. fawcettii* Secara *In Vivo*

Pengujian antijamur 3 jenis asap cair (tempurung kelapa, jati dan sengon) secara *in vivo* untuk mengetahui tingkat serangan penyakit kudis pada tanaman jeruk JC setelah pemberian asap cair dengan berbagai jenis dan konsentrasi.

Penelitian disusun dengan mengikuti pola Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) yang terdiri atas 2 faktor, faktor A = 4 (empat) perlakuan jenis yaitu tempurung kelapa, kayu jati, kayu sengon dan *aquades*. Faktor B = 2 (dua) perlakuan konsentrasi yaitu 1% dan 5%, sehingga terdapat 8 perlakuan dengan 3 ulangan. Lalu didapatkan 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas 2 tanaman jeruk, sehingga jumlah tanaman jeruk yang digunakan adalah 48 tanaman.

Tabel 3. Perlakuan Penelitian *In Vivo*

No	Perlakuan	Keterangan
1	P0K1	Tanpa asap cair konsentrasi 1%
2	P0K5	Tanpa asap cair konsentrasi 5%
3	P1K1	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 1%
4	P1K5	Asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 5%
5	P2K1	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 1%
6	P2K5	Asap cair kayu jati pada konsentrasi 5%
7	P3K1	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 1%
8	P3K5	Asap cair kayu sengon pada konsentrasi 5%

Pengujian dilakukan pada tanaman jeruk yang telah terserang penyakit kudis. Tanaman jeruk yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari lahan pembibitan Kebun Percobaan Punten Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika Tlekung Batu yang telah berumur 2 bulan setelah transplanting. Tanaman yang digunakan berjumlah 48 tanaman dan telah terserang penyakit kudis. Pada setiap sampel tanaman dilakukan pengamatan intensitas dan luas serangan penyakit kudis pada 5 daun teratas. Pengamatan intensitas dan luas serangan penyakit tetap dilakukan pada 5 daun teratas mulai dari minggu pertama hingga minggu ke duabelas. Pengaplikasian asap cair dilakukan pada minggu kedua sampai dengan minggu ke duabelas dengan interval waktu 3 hari sekali, dimana pada minggu pertama telah diamati intensitas serangan penyakit berdasarkan skor yang telah ditentukan. Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprotkan asap cair dengan dosis 30 ml setiap tanaman sesuai dengan konsentrasi pengujian, yaitu 1% dan 5%.

sebelum itu dilakukan pengamatan intensitas serangan pada 5 daun bagian atas (Pitojo, 2003).

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Luas Koloni Jamur

Pengamatan dilakukan setiap hari dimulai dari hari ke-2 setelah inokulasi sampai hari ke-14. Luas koloni diukur menggunakan kertas *milimeter plotting* pada tiap-tiap cawan petri dengan menggambarkan luas tersebut pada plastik kaca. Untuk menghitung efektivitas masing-masing perlakuan terhadap luas koloni dapat menggunakan rumus (Martinius, 2011):

$$E = \frac{LK-LP}{LK} \times 100\%$$

Keterangan :

E : Efektivitas

LK : Luas Koloni Kontrol (mm)

LP : Luas Koloni Perlakuan (mm)

3.5.2 Berat Basah Miselium *E. fawcettii*

Menghitung berat basah miselium jamur digunakan untuk mengetahui terhambatnya pertumbuhan jamur *E. fawcettii* oleh 3 jenis asap cair melalui berat basahnya. Berat basah koloni jamur dihitung pada hari terakhir pengamatan yaitu hari ke-14. Rumus berat basah yaitu (Kurniasih, 2014):

$$Mb = Mbl - Mb0$$

Keterangan :

Mb : Massa Basah Miselium *E. fawcettii* (gram)

Mbl : Berat Basah Kertas Saring + Miselium *E. fawcettii* (gram)

Mb0 : Berat Basah Kertas Saring Kosong (gram)

Menurut Martinius (2010) prosedur penimbangan berat basah miselium jamur yaitu sebagai berikut:

1. Kertas saring digunting berbentuk bundar dengan diameter 9 cm sebanyak 51 lembar dan 3 lembar sebagai faktor koreksi.
2. Media PDA yang tidak ditumbuhi jamur dipisahkan dengan cara memotong media pada bagian yang kosong.
3. Bagian media yang ditumbuhi jamur dilarutkan dengan cara menuangkan HCL 2.5% sebanyak 10 ml pada cawan petri.
4. Miselium dipisahkan dari media dengan cara disaring menggunakan kertas saring setelah media benar-benar larut.
5. Kertas saring kosong juga mendapat perlakuan 2-4 untuk mengetahui berat kertas saring akibat pengaruh HCl. Berat kertas saring kosong digunakan untuk menghitung berat basah awal (Mb0).
6. Miselium dan kertas saring ditimbang menggunakan neraca digital dan didapatkan berat basah miselium dan kertas saring (Mbl).
7. Perhitungan menggunakan rumus pada persamaan

3.5.3 Berat Kering Miselium *E. fawcettii*

Menghitung berat kering (Biomassa) miselium jamur digunakan untuk mengetahui terhambatnya pertumbuhan jamur *E. fawcettii* oleh 3 jenis asap cair melalui bobotnya. Rumus berat kering yaitu (Kurniasih, 2014):

$$M_k = M_{k1} - M_{k0}$$

Keterangan :

M_k : Massa Kering Miselium *E. fawcettii* (gram)

M_{k1} : Berat Kering Kertas Saring Kosong (gram)

M_{k0} : Berat Kering Kertas Saring + Miselium *E. fawcettii* (gram)

Menurut Martinius (2010) prosedur penimbangan berat kering miselium jamur yaitu sebagai berikut:

1. Kertas saring digunting berbentuk bundar dengan diameter 9 cm sebanyak 51 lembar dan 3 lembar sebagai faktor koreksi. Kertas saring 51 lembar ditimbang untuk berat awal (Mk0) dan kertas saring juga digunakan untuk menimbang berat miselium (Mk1).
2. Media PDA yang tidak ditumbuhi jamur dipisahkan dengan cara memotong media pada bagian yang kosong.
3. Bagian media yang ditumbuhi jamur dilarutkan dengan cara menuangkan HCL 2.5% sebanyak 10 ml pada cawan petri.
4. Miselium dipisahkan dari media dengan cara disaring dengan menggunakan kertas saring yang sebelumnya sudah ditimbang (langkah 1) setelah media benar-benar larut.
5. Miselium pada kertas saring dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 2 hari.
6. Penimbangan menggunakan neraca digital setelah pengeringan selesai. Didapatkan berat miselium dan kertas saring (Mk1).
7. Kertas saring kosong juga mendapat perlakuan 2-6 untuk mengetahui penurunan dan penambahan akibat pengaruh HCl. Berat kertas saring kosong digunakan untuk koreksi.
8. Perhitungan menggunakan rumus pada persamaan.

3.5.4 Intensitas Serangan Penyakit

Pengamatan intensitas serangan penyakit dilakukan sebelum pengaplikasian asap cair dan 1 minggu setelah pengaplikasian yang pertama sampai minggu ke-12. Pengamatan intensitas serangan penyakit dilakukan satu kali setiap minggu ketika tanaman jeruk belum diokulasi. Menurut Sinaga (2003), intensitas serangan dapat diamati berdasarkan tingkat kerusakan, yang ditentukan dengan rumus:

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

Keterangan :

- I : Intensitas serangan
 n : Jumlah daun dari setiap kategori serangan
 V : Nilai skala dari tiap kategori serangan tertinggi (nilai skala terbesar 4)
 Z : Harga numerik dari kategori serangan tertinggi (nilai skala terbesar 4)
 N : Jumlah daun tanaman yang diamati.

Menurut Suniti (2016), untuk menentukan skala dari tiap kategori serangan ditentukan dengan mengetahui kedudukan kerapatan bercak pada daun yang dapat diamati secara makroskopik seperti yang ada pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Serangan Penyakit

Skala Numerik	Kategori	Kriteria Serangan
0	Daun sehat (tidak ada gejala)	Sehat
1	≤ 10% bagian lembaran daun bergejala	Sangat Ringan
2	>10% - ≤ 25% bagian lembaran daun bergejala	Ringan
3	> 25% - ≤ 50% bagian lembaran daun bergejala	Sedang
4	> 50% - ≤ 75% bagian daun bergejala	Berat
5	> 75% bagian daun bergejala	Sangat Berat

3.5.5 Luas Serangan Penyakit

Menurut Sinaga (2003), kedudukan luas serangan penyakit ditentukan dengan rumus:

$$A = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

- A : Luas serangan
 n : Jumlah tanaman yang terserang spesies penyakit ke-i
 N : Jumlah seluruh tanaman yang diamati

3.6 Analisa Data

Uji antijamur dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf kesalahan 5% (0,05). Apabila dalam pengujian analisis ragam diperoleh perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kebenaran 5%. Software yang digunakan dalam analisis ragam dan uji Duncan pada penelitian ini adalah Dsaastat (Onofri, 2007).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Total Fenol

Fenol merupakan salah satu senyawa yang berperan sebagai antioksidan, antibakteri dan antijamur sehingga dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Menghitung total fenol dalam suatu larutan sangat diperlukan untuk mengetahui tingkat efektifitasnya sebagai antibakteri dan antijamur. Dalam menentukan kadar senyawa fenol total pada sampel digunakan asam galat sebagai larutan standar dengan konsentrasi 0, 40, 80, 120, 260 dan 200 mg/ml. Digunakan asam galat sebagai larutan standar karena asam galat merupakan salah satu antioksidan alami dan stabil. Asam galat termasuk dalam senyawa fenolik dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Lee, 2003). Senyawa fenol merupakan antioksidan yang dapat berperan sebagai penangkap radikal bebas (Shahidi, 1992).

Banyaknya senyawa fenol dalam sampel ditentukan dengan metode *Folin-Ciocalteu*. Metode *Folin-Ciocalteu* merupakan salah satu metode yang aplikatif untuk mengukur aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan ketika asam galat direaksikan dengan reagen *Folin-Ciocalteu* maka dihasilkan larutan berwarna kuning kehijauan, kemudian setelah ditambahkan dengan larutan Na_2CO_3 maka dihasilkan larutan kompleks berwarna biru (Lampiran 4). Semakin tinggi konsentrasi asam galat yang digunakan, maka warna biru yang dihasilkan akan semakin pekat. Hal ini sesuai dengan ketentuan, bahwa adanya inti aromatis pada senyawa fenol dapat mereduksi fosfomolibdat fosfotungstat menjadi molibdenum yang berwarna biru (Lee, 2003).

Tabel 5. Pengukuran absorbansi larutan standar asam galat pada panjang gelombang 765 nm

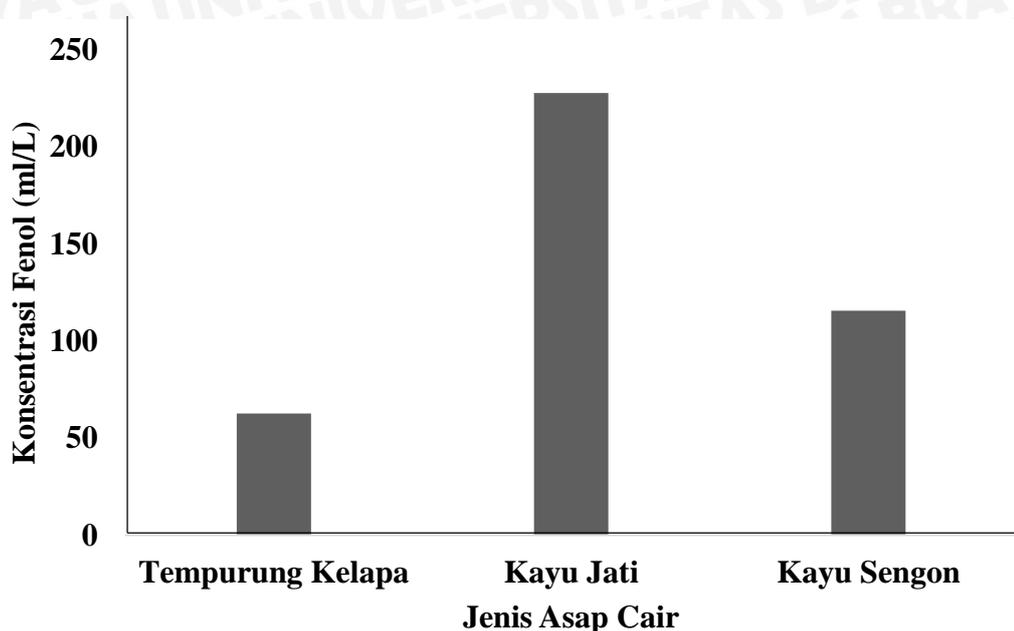
Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)
0	0,019
40	0,081
80	0,131
120	0,211
160	0,239
200	0,332

Berdasarkan hasil pengukuran tabel 5, dapat dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi (A) dengan konsentrasi (C). Pembuatan kurva kalibrasi ini berguna untuk membantu menentukan kadar fenol total dalam sampel melalui persamaan regresi dari kurva kalibrasi (Lampiran 1). Dari Lampiran 1 dapat dilihat bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi yang mengikuti persamaan regresi linier. Dari pemeriksaan larutan standar asam galat didapat kurva kalibrasi dengan persamaan regresi $Y = 0,0175 + 0,001514x$ dan harga koefisien korelasi (r) sebesar 0,994. Nilai (r) yang mendekati 1 membuktikan bahwa persamaan regresi tersebut adalah linier (Lampiran 3).

Persamaan regresi $Y = 0,0175 + 0,001514x$ digunakan sebagai standar pada pengukuran senyawa fenol total asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan sengon. Pada analisa fenol sampel, dilakukan pengenceran pada masing-masing sampel untuk menentukan nilai absorbansinya. Absorbansi diukur dengan menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* (Tabel 6). Konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan dengan menggunakan kurva kalibrasi dengan mengukur nilai absorbansi pada pengukuran masing-masing sampel yang dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear dari kurva konsentrasi standar dengan absorbansi standar. Hasil yang diperoleh kemudian diperhitungkan dengan faktor pengenceran sehingga diperoleh konsentrasi fenol yang terdapat pada asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan sengon.

Tabel 6. Pengukuran konsentrasi fenol pada sampel

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ml/L)	Pengenceran (Kali)	Konsentrasi (ml/L)
Tempurung Kelapa	0,27	6,2747	10	62,747
Kayu Jati	0,52	22,7873	10	227,873
Kayu Sengon	0,35	11,5587	10	115,587



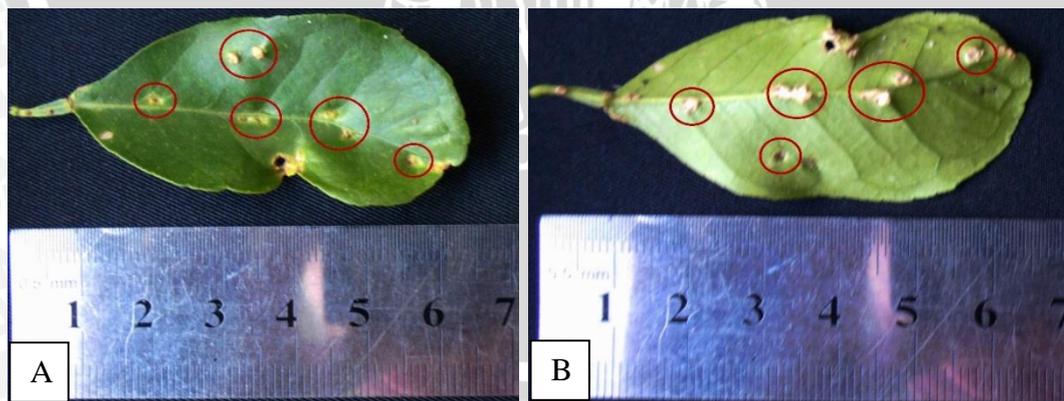
Gambar 7. Kadar fenol total pada 3 macam asap cair

Dari hasil penelitian, diperoleh kadar fenol pada asap cair tempurung kelapa adalah 62,747 ml/L, kayu jati sebesar 227,873 ml/L, dan sengon sebesar 115,587 ml/L. Dapat dilihat bahwa setiap jenis asap cair memiliki kandungan fenol yang berbeda-beda dimana kayu jati memiliki kadar fenol total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan kayu sengon. Menurut Hardianto (2015) hasil analisis asap cair dari bahan pengasap yang berbeda akan menghasilkan kadar fenol, karbonil, dan total asam yang berbeda. Namun hasil perhitungan kadar fenol pada sampel ini tidak sesuai dengan literatur, dimana pada literatur menyebutkan bahwa kandungan fenol tertinggi terdapat pada tempurung kelapa. Total fenol yang terdapat dalam asap cair tempurung kelapa adalah sebesar 6,70% (Hardianto, 2015), kayu jati 2,70% (Wijaya, 2008) dan sengon 0,50% (Adalina, 2008). Kandungan fenol yang tinggi pada asap cair tempurung kelapa dikarenakan lebih banyak terjadi degradasi lignin dikarenakan kandungan lignin pada tempurung kelapa lebih banyak (Himawati, 2010).

Perbedaan total fenol pada sampel dengan literatur diduga terjadi karena adanya perbedaan suhu pirolisis dalam proses pembuatannya. Hal ini didukung oleh penelitian Manshuri (2008) yang menyatakan bahwa peran faktor suhu pada pembuatan asap cair paling menentukan kualitas asap yang dihasilkan. Selain itu asap cair mengandung berbagai senyawa yang terbentuk karena terjadinya pirolisis tiga komponen kayu yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin yang proposinya bervariasi, bergantung pada jenis bahan yang dipirolisis (Fatimah, 2005). Jumlah dan macam senyawa fenol dalam asap cair sangat tergantung pada suhu pirolisis kayu (Sunarsish, 2012). Selain itu adanya perbedaan total fenol juga dapat dipengaruhi oleh bahan bakunya. Lebih lanjut Luditama (2006) mengatakan bahwa komposisi asap cair bergantung pada bahan baku yang meliputi jenis, kadar air, ukuran partikel bahan, suhu pembakaran, kecukupan oksigen dan tahapan proses.

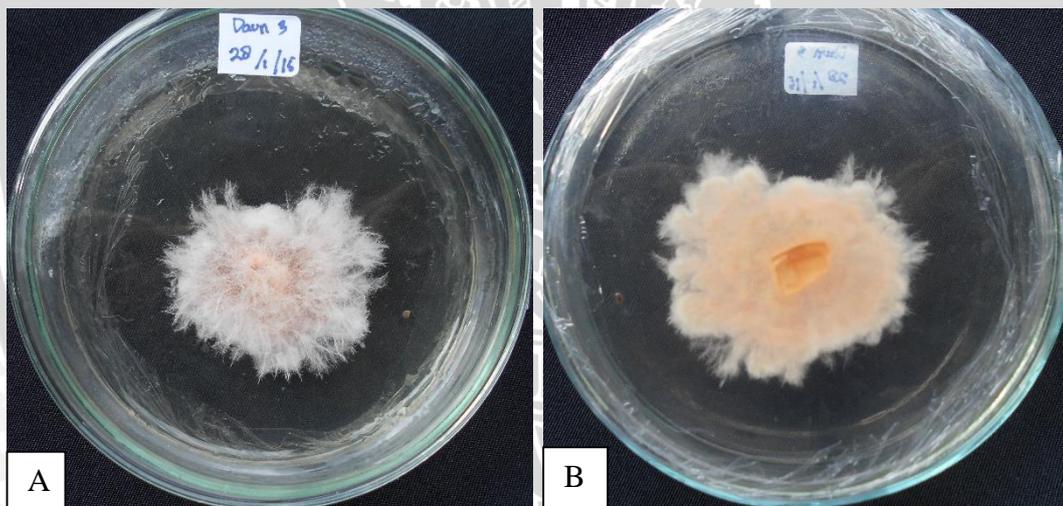
4.2 Isolasi dan Identifikasi Jamur *E. fawcettii* Penyebab Penyakit Kudis Pada Tanaman Jeruk

Isolat jamur *E. fawcettii* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil isolasi dari daun tanaman jeruk *Japansche Citroen* yang terserang penyakit kudis di kebun Punten Batu. Daun yang diduga terserang *E. fawcettii* (Gambar 8) dibawa ke laboratorium untuk diisolasi dan mendapatkan biakan murni.



Gambar 8. Daun tanaman jeruk *Japansche Citroen* yang diduga terserang *E. fawcettii* (a: daun bagian atas, b: daun bagian bawah)

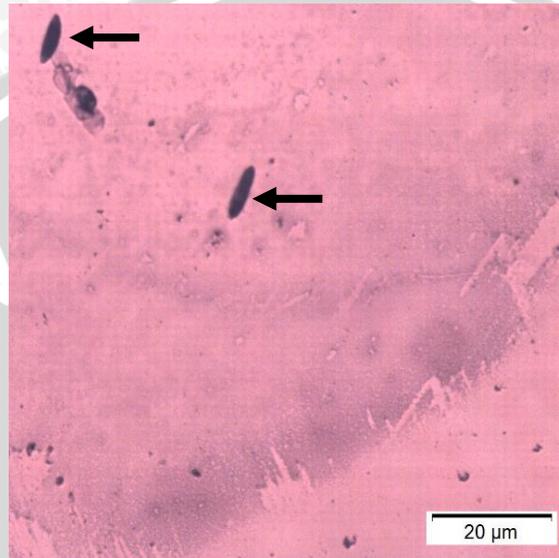
Dari gambar 8 terlihat adanya bintil-bintil kecil yang merupakan gejala utama penyakit kudis. Hal ini didukung oleh pendapat Semangun (2000) yang menyatakan bahwa gejala serangan penyakit tampak seperti kutil-kutil kecil berwarna kuning pada daun yang semakin lama akan kecoklatan dan mengeras. Sedangkan hasil pengamatan pertumbuhan koloni pada media PDA (Gambar 9a) menunjukkan bahwa warna koloni jamur *E. fawcettii* putih kemerahan dengan bentuk koloni yang tidak teratur. Pertumbuhan koloni *E. fawcettii* sangat lambat yaitu hanya 3 cm dalam 7 hari, memiliki tekstur yang tebal, berserat serta terdapat gumpalan kecil pada bagian tengah (Gambar 9a). Tampak dari belakang warna koloni putih keorangean (Gambar 9b). Hal ini sesuai dengan pernyataan Timmer (2001) yang menyatakan bahwa karakteristik koloni jamur *E. fawcettii* pada media PDA sangat variabel bahkan dalam isolat yang sama.



Gambar 9. Biakan murni *E. fawcettii* pada media PDA berumur 7 hari yang diisolasi dari tanaman jeruk *Japansche Citroen* (a: tampak depan, b: tampak belakang)

Pada identifikasi secara mikroskopis (Gambar 10) menunjukkan bahwa konidia jamur *E. fawcettii* berbentuk lonjong dengan ujung yang meruncing dengan ukuran $6 \times 3 \mu\text{m}$. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa jamur *E.*

fawcettii memiliki aservulus yang dapat terpisah-pisah atau bersatu, agak bulat dan umumnya berukuran kurang dari 1 mm. Konidia hialin berukuran 4-8 x 3-4 μm (Whiteside, 1975), konidiofor sangat rapat, berbentuk tabung, ujungnya meruncing, terdiri dari 1-3 sel, berukuran 12-22 x 3-4 μm , warna hialin (Semangun, 1987).



Gambar 10. Konidia *E. fawcettii*

Selain identifikasi makroskopis dan mikroskopis juga dilakukan uji patogenisitas untuk mengetahui benar atau tidak penyakit kudis tersebut disebabkan oleh jamur *E. fawcettii*. Hasil uji patogenisitas menunjukkan bahwa jamur ini merupakan patogen penyebab penyakit kudis pada tanaman jeruk. Hal ini terlihat dengan adanya bintil-bintil berwarna kecoklatan pada daun jeruk yang telah disuntikkan suspensi konidia *E. fawcettii* (Gambar lampiran 9). Hal ini didukung oleh literatur yang menyatakan bahwa penyakit kudis di sebabkan oleh jamur *E. fawcettii*, gejala serangan penyakit tampak dengan adanya kutil-kutil kecil berwarna kuning pada daun, buah dan ranting muda (Semangun, 2000).

4.3 Pengujian Asap Cair Terhadap *E. fawcettii* Secara *In Vitro*

4.3.1 Luas Koloni Jamur *E. fawcettii*

Pemberian asap cair dengan berbagai jenis dan konsentrasi pada media PDA berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan jamur *E. fawcettii* dibandingkan dengan kontrol negatif atau pemberian aquades. Analisis ragam membuktikan bahwa luas koloni jamur *E. fawcettii* menunjukkan adanya perbedaan nyata dibandingkan dengan kontrol negatif. Pada tabel anova menunjukkan bahwa pada perlakuan jenis dan konsentrasi asap cair yang diberikan berbeda nyata terhadap luas koloni jamur *E. fawcettii* pada pengamatan 3 hingga 14 HSI, tetapi pada pengamatan 1 dan 2 HSI menunjukkan tidak adanya perbedaan pertumbuhan jamur. Hal ini terjadi karena pada hari pertama dan kedua pengamatan jamur belum tumbuh secara signifikan. Setelah dilakukan uji lanjutan Duncan pada taraf nyata 5 %, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7.



Tabel 7. Rerata persentase efektivitas penghambatan koloni jamur *E. fawcettii* (%) akibat perlakuan penambahan asap cair dengan metode peracunan makanan

Perlakuan	Persentase Luas Koloni Jamur (%)										
	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI	8 HSI					
P1K1 TK 1%	62,22 bcdef	67,24 cd	65,15 de	73,00 defg	77,93 cd	78,11 cd					
P1K2 TK 2%	48,33 ab	46,83 b	41,03 b	47,26 b	55,75 b	53,16 b					
P1K3 TK 3%	36,36 a	59,62 bc	58,62 cd	65,27 de	67,78 c	59,69 bc					
P1K4 TK 4%	48,36 ab	28,00 a	26,26 a	23,17 a	29,17 a	35,53 a					
P1K5 TK 5%	65,75 cdef	68,52 cd	69,27 defg	73,89 defg	76,32 cd	74,44 cd					
P2K1 JT 1%	57,78 bcde	50,00 b	45,96 bc	50,67 bc	54,46 b	43,43 ab					
P2K2 JT 2%	60,00 bcdef	69,05 cde	68,59 defg	71,73 def	77,87 cd	75,95 cd					
P2K3 JT 3%	54,55 bc	69,23 cde	66,44 def	63,88 cd	68,61 c	71,90 cd					
P2K4 JT 4%	73,00 f	80,00 de	80,81 fg	78,86 efg	77,98 cd	74,12 cd					
P2K5 JT 5%	71,46 def	73,46 cde	73,96 efg	76,50 defg	81,87 d	81,33 d					
P3K1 SE 1%	73,33 f	81,03 de	77,78 efg	82,33 fg	84,74 d	85,19 d					
P3K2 SE 2%	57,33 bcd	73,02 cde	75,00 efg	79,32 efg	82,18 d	73,42 cd					
P3K3 SE 3%	56,06 bc	76,92 de	76,55 efg	82,64 fg	85,56 d	86,05 d					
P3K4 SE 4%	67,14 cdef	71,33 cde	75,76 efg	77,32 defg	79,76 cd	78,07 cd					
P3K5 SE 5%	72,60 ef	83,33 e	83,85 g	87,02 g	88,89 d	87,33 d					

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada uji Duncan 0,05. P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3.

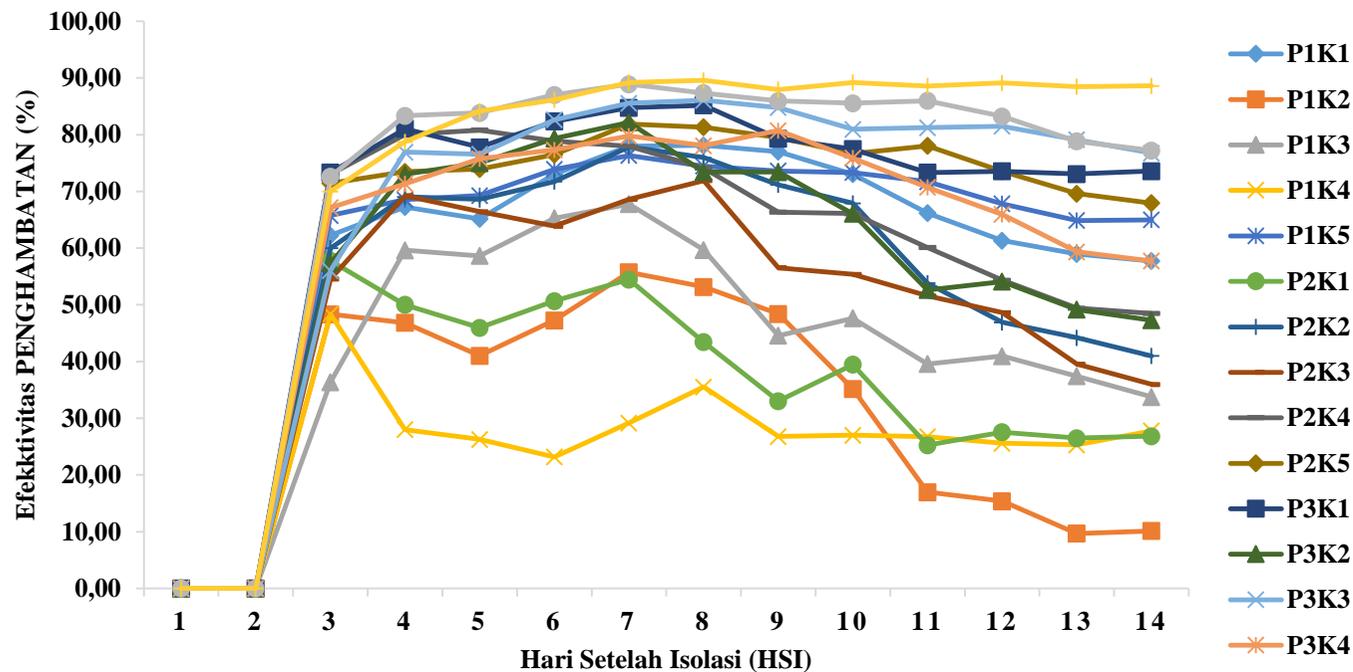
Tabel 7. Rerata persentase efektivitas penghambatan koloni jamur *E. fawcettii* (%) akibat perlakuan penambahan asap cair dengan metode peracunan makanan

Perlakuan	Persentase Luas Koloni Jamur (%)											
	9 HSI		10 HSI		11 HSI		12 HSI		13 HSI		14 HSI	
P1K1 TK 1%	77,01	de	73,04	de	66,19	def	61,33	defg	58,97	cdefg	57,72	cdef
P1K2 TK 2%	48,40	abc	35,19	ab	16,96	a	15,38	a	9,69	a	10,14	a
P1K3 TK 3%	44,57	ab	47,62	bc	39,58	bc	40,97	bcd	37,42	bc	33,77	abc
P1K4 TK 4%	26,80	a	27,01	a	26,77	ab	25,60	ab	25,30	ab	27,79	ab
P1K5 TK 5%	73,61	de	73,33	de	71,72	def	67,82	efg	64,86	defg	64,98	def
P2K1 JT 1%	33,02	a	39,46	ab	25,24	ab	27,56	abc	26,50	ab	26,83	ab
P2K2 JT 2%	71,15	cde	67,90	cde	53,80	cd	46,92	bcde	44,21	bcde	40,99	bcd
P2K3 JT 3%	56,52	bcd	55,36	bcd	51,56	cd	48,61	cde	39,56	bcd	35,96	bc
P2K4 JT 4%	66,34	bcde	66,09	cde	60,10	cde	54,35	def	49,41	bcdef	48,48	bcde
P2K5 JT 5%	79,51	de	76,67	de	78,03	ef	73,56	fg	69,59	efg	67,93	def
P3K1 SE 1%	79,32	de	77,45	e	73,33	def	73,56	fg	73,08	fg	73,58	ef
P3K2 SE 2%	73,40	de	66,05	cde	52,63	cd	54,10	def	49,17	bcdef	47,30	bcde
P3K3 SE 3%	84,78	e	80,95	e	81,25	ef	81,48	g	79,11	g	76,75	f
P3K4 SE 4%	80,72	e	75,86	de	70,71	def	65,94	efg	59,34	cdefg	57,73	cdef
P3K5 SE 5%	85,94	e	85,56	e	85,97	f	83,22	g	78,83	g	77,22	f

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada uji Duncan 0,05. P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3.

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa pada pengamatan ke 14 HSI persentase penghambatan pertumbuhan tertinggi terhadap koloni jamur *E. fawcettii* terjadi pada perlakuan asap cair kayu sengon dengan konsentrasi 5%. Dengan konsentrasi 5% mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* sebesar 77,22% dan untuk persentase terendah dalam menghambat perkembangan jamur *E. fawcetti* adalah asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 2% dengan tingkat penghambatan sebesar 10,14%. Namun secara umum setiap jenis asap cair mampu menghambat pertumbuhan jamur *E. fawcetti* meskipun dengan tingkat penghambatan yang berbeda-beda. Adanya perbedaan tingkat penghambatan ini dikarenakan kandungan fenol yang terdapat dalam setiap jenis asap cair juga berbeda-beda. Didukung oleh Atmaja (2009) yang menyatakan bahwa komposisi asap cair setiap bahan berbeda dan dipengaruhi oleh jenis bahan, kadar air dan suhu.

Fenol yang terdapat dalam asap cair merupakan komponen utama yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Hal ini didukung oleh literatur yang menyatakan bahwa daya racun fungisida yang berperan dalam menghambat pertumbuhan jamur di dalam asap cair berasal dari komponen fenol dan asam (Kimura, 2002). Selain jenis, konsentrasi asap cair juga mempengaruhi pertumbuhan jamur *E. fawcetti*, meskipun pada beberapa perlakuan persentase penghambatannya fluktuatif namun dari semua perlakuan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi sangat mempengaruhi penghambatan, dimana pada konsentrasi tertinggi memiliki tingkat penghambatan yang terbaik. Mori (1997) juga menyatakan bahwa berdasarkan klasifikasi tingkat aktivitas antijamur pada taraf konsentrasi 0% aktivitas antijamur tidak aktif, konsentrasi 1%, 2%, dan 3% aktivitas antijamur kuat, konsentrasi 4% dan 5% aktivitas antijamur sangat kuat. Semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka jumlah senyawa antijamur semakin tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur. Pada konsentrasi tinggi berarti kandungan bahan aktif di dalam asap cair juga tinggi sehingga lebih banyak bahan aktif yang dapat mengganggu metabolisme jamur.



Gambar 11. Efektivitas asap cair terhadap pertumbuhan jamur *E. fawcettii* uji *in vitro* metode peracunan makanan. Keterangan: P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%, P4K1: Fungisida kimia. Ulangan: 3.

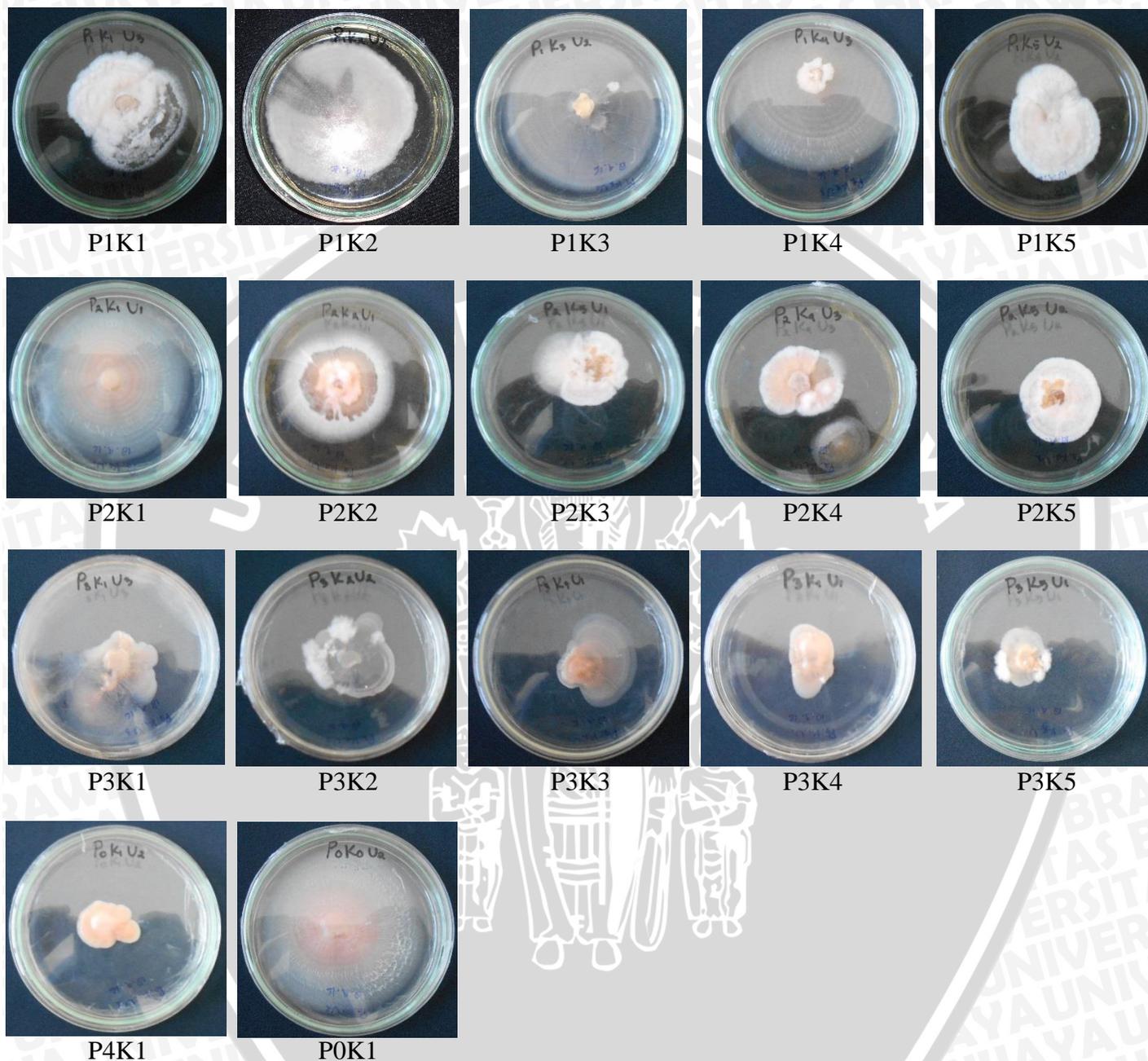
Berdasarkan gambar 11 dapat diketahui bahwa interaksi paling baik ditunjukkan oleh fungisida kimia dengan konsentrasi sesuai dosis yang dianjurkan, dimana pada perlakuan ini memiliki persentase penghambatan tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun permasalahan yang timbul akibat penggunaan fungisida kimia dalam waktu yang lama adalah tingginya kadar toksisitas pada hewan, manusia dan lingkungan (Mojica-Marin, 2011). Pengendalian jamur menggunakan fungisida menjadi masalah paling serius akibat masalah toksisitas dan efek samping penggunaan obat-obatan pada bahan dasar fungisida sintetis (Nunez-Paleniuss, 2005) serta kekhawatiran efek resisten terhadap hama dan patogen lainnya (Dellavalle, 2012). Ditambah dengan masalah resistensi jamur patogen terhadap pemakaian antifungi kimia. Resistensi ini memungkinkan adanya peningkatan dosis penggunaan fungisida sintetis, yang juga berarti semakin bertambah pula resiko penumpukan residu fungisida baik pada tanaman inang maupun pada tanah lahan yang membahayakan manusia dan lingkungan.

Sedangkan untuk perlakuan asap cair, interaksi paling baik ditunjukkan oleh asap cair kayu sengon dengan konsentrasi 5%, dimana pada perlakuan ini memiliki persentase penghambatan pertumbuhan *E. fawcettii* yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan asap cair lainnya. Namun secara umum asap cair kayu sengon memiliki persentase penghambatan yang tinggi terhadap pertumbuhan jamur *E. fawcettii*. Secara berturut-turut persentase penghambatan pertumbuhan jamur *E. fawcettii* oleh asap cair kayu sengon mulai dari konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% adalah 73.58%, 47.30%, 76.75%, 57.73% dan 77.22%. Tingginya persentase penghambatan ini terjadi karena total kandungan fenol yang terdapat dalam asap cair kayu sengon. Hal ini juga telah dijelaskan oleh Shiah (2006) bahwa kadar fenol yang dimiliki oleh asap cair kayu sengon ini cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba terutama anti jamur. Pertumbuhan jamur semakin terhambat dengan semakin tinggi konsentrasi asap cair dari yang terdapat pada media jamur. Hal ini disebabkan tingginya penyerapan asam dan fenol dari

asap cair pada media jamur. Asam dan fenol mengganggu selaput sel jamur sehingga menyebabkan permeabilitas meningkat dan akhirnya kehilangan isi sel.

Berdasarkan hasil perhitungan total fenol pada tiga jenis asap cair yang digunakan diketahui bahwa konsentrasi tertinggi secara berturut-turut adalah kayu jati (227,873 ml/L), sengon (115,587) dan tempurung kelapa (62,747). Dari perhitungan tersebut total fenol tertinggi terdapat dalam kayu jati, namun dari hasil pengamatan luas koloni jamur kayu jati memiliki persentase penghambatan yang lebih rendah dibandingkan kayu sengon. Hal ini diduga terjadi karena dalam penghambatan pertumbuhan jamur juga bisa dipengaruhi oleh kandungan asam dalam asap cair. Karena selain senyawa fenol asap cair juga mengandung senyawa kelompok fenol, asam dan kelompok karbonil yang dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba. Diperkuat dengan pendapat Kimura (2002) yang menyatakan asam dan fenol yang terdapat di dalam asap cair berperan sebagai bahan antijamur.

Selanjutnya Duke (1985) mengatakan senyawa fenolat yang diisolasi dari tumbuhan tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan menghambat sintesis asam amino dan fenilalanin amonialisasi. Selain kandungan fenol yang berperan sebagai antijamur, asam juga mempunyai peran yang sama sebagai bahan antijamur. Sifat antimikroba asam asetat terkait dengan kondisi pH. Hal ini disebabkan karena asam asetat yang tidak terdisosiasi lebih cepat berpenetrasi ke dalam sel. Sedangkan asam propionat mampu menghambat mikroba dengan cara memblokir sistem metabolisme sel melalui penghambatan terhadap aktivitas enzim (Karseno, 2002).



Gambar 12. Tampilan pengaruh asap cair dengan berbagai jenis dan konsentrasi terhadap pertumbuhan jamur *E. fawcettii* 14 HSI uji *in vitro* metode peracunan makanan. Keterangan: P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%, P4K1: Fungisida kimia, P0K1: Kontrol. Ulangan: 3.

Pada berbagai perlakuan asap cair menunjukkan jika terjadi penghambatan pertumbuhan jamur *E. fawcettii*. Perlakuan asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon dengan berbagai konsentrasi memiliki luas koloni jamur *E. fawcettii* yang lebih kecil dibandingkan kontrol negatif atau aquades. Hal ini menunjukkan jika semakin kecil luas koloni jamur *E. fawcettii* maka semakin besar daya hambat yang dihasilkan oleh perlakuan asap cair. Pada gambar 12 terlihat jelas jika asap cair kayu sengon memiliki daya hambat yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan kayu jati. Namun daya hambat ini masih lebih rendah jika dibandingkan dengan fungisida kimia. Meskipun begitu mengingat bahaya penggunaan pestisida kimia maka pestisida nabati merupakan salah satu solusi terbaik. Hal ini diperkuat oleh Rahayu dan Akbar, (2003) bahwa penggunaan fungisida kimia meninggalkan residu yang tidak terdegradasi oleh organisme.

Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, asam organik dan alkohol (Guillen, 2001). Senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antioksidan, antimikroba (Karseno, 2002). Mekanisme aktivitas senyawa antimikrobia fenol meliputi reaksi dengan membran sel yang menyebabkan meningkatnya permeabilitas membran sel dan mengakibatkan hilangnya isi sel, inaktivasi enzim esensial dan merusakkan fungsional materi genetik (Karseno, 2002). Selain kandungan fenol yang berperan sebagai antijamur, asam juga mempunyai peran yang sama sebagai bahan antijamur. Sedangkan asam propionat mampu menghambat mikrobia dengan cara memblok sistem metabolisme sel terhadap aktivitas enzim (Karseno, 2002).

4.3.2 Berat Basah dan Berat Kering Miselium *E. fawcettii*

Pengukuran berat basah dan berat kering miselium jamur secara *in vitro* digunakan untuk mengetahui perkembangan jamur *E. fawcettii* selama 14 hari pada perlakuan asap cair dibandingkan dengan aquades dan fungisida kimia. Pengukuran berat basah dan berat kering miselium jamur *E. fawcettii* penting dilakukan agar mengetahui perkembangan jamur *E. fawcettii*. Hasil analisis sidik ragam berat

basah dan berat kering miselium jamur *E. fawcettii* menunjukkan bahwa perlakuan asap cair memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (aquades). Setelah dilakukan uji lanjutan Duncan pada taraf nyata 5 %, hasilnya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil penimbangan berat basah miselium *E. fawcettii* uji *in vitro* metode peracunan makanan

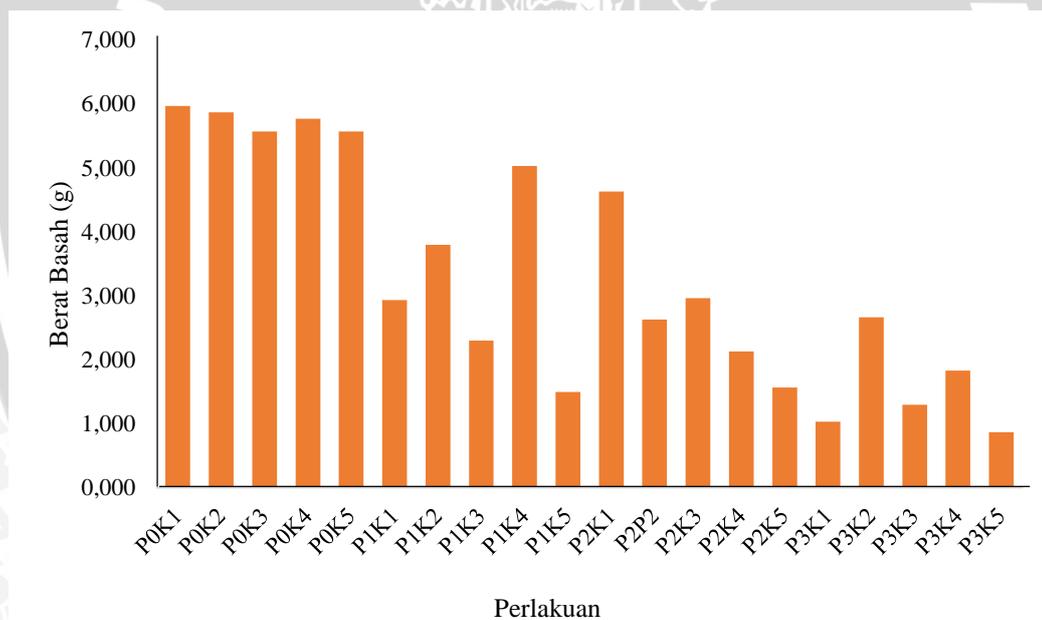
Perlakuan	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
P0K1 KT 1%	5,967 f	0,143 j
P0K2 KT 2%	5,867 f	0,133 hjj
P0K3 KT 3%	5,567 ef	0,123 ghij
P0K4 KT 4%	5,767 f	0,137 hij
P0K5 KT 5%	5,567 ef	0,140 ij
P1K1 TK 1%	2,933 bcd	0,103 fghi
P1K2 TK 2%	3,800 cde	0,100 efgh
P1K3 TK 3%	2,300 abc	0,067 abcdef
P1K4 TK 4%	5,033 ef	0,100 efgh
P1K5 TK 5%	1,500 ab	0,053 abcd
P2K1 JT 1%	4,633 def	0,087 defg
P2P2 JT 2%	2,633 abc	0,077 cdef
P2K3 JT 3%	2,967 bcd	0,087 defg
P2K4 JT 4%	2,133 abc	0,083 def
P2K5 JT 5%	1,567 ab	0,070 bcdef
P3K1 SE 1%	1,033 a	0,030 a
P3K2 SE 2%	2,667 abc	0,063 abcde
P3K3 SE 3%	1,300 ab	0,033 ab
P3K4 SE 4%	1,833 ab	0,040 abc
P3K5 SE 5%	0,867 a	0,050 abcd

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada uji Duncan 0,05. P0K1: Kontrol, P0K2: Kontrol, P0K3: Kontrol, P0K4: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3.

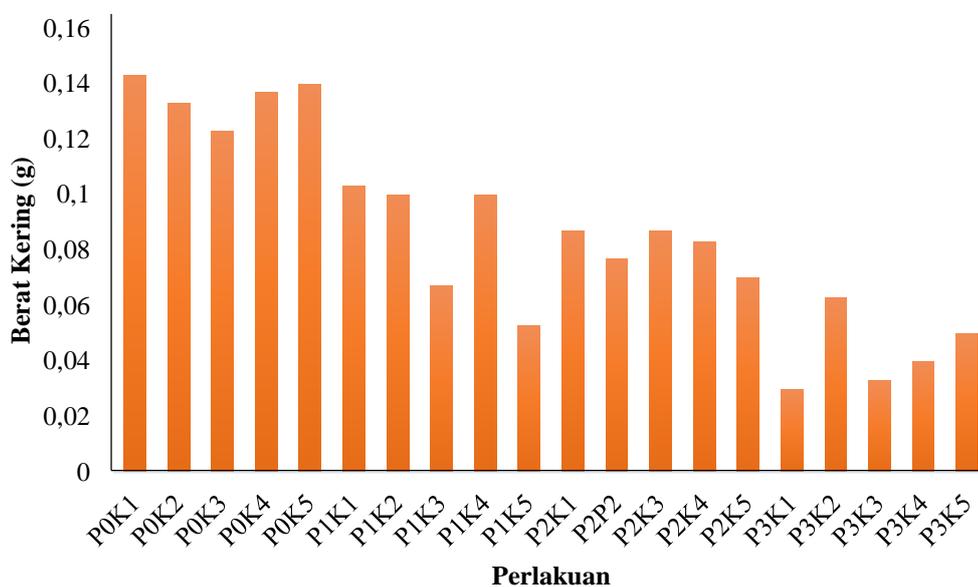
Pada perhitungan berat basah perlakuan kontrol menunjukkan berat jamur *E. fawcettii* tertinggi secara berturut-turut yaitu 5,967 g, 5,867 g, 5,567 g, 5,767 g dan 5,567 g. Pada perlakuan asap cair tempurung kelapa berat basah tertinggi terdapat pada konsentrasi 4% yaitu 5,003 g dan terendah pada konsentrasi 5% yaitu 1,500 g. Perlakuan asap cair kayu jati konsentrasi 1% dan 5% memiliki berat basah tertinggi dan terendah yaitu 4,633 g dan 1,567 g. Dan pada perlakuan asap cair kayu sengon konsentrasi 2% memiliki berat basah tertinggi yaitu 2,667 g sedangkan konsentrasi 5% memiliki berat basah terendah yaitu 0,867 g. Sebagai perbandingan juga digunakan fungisida kimia yang hasilnya menunjukkan berat basah terendah dibandingkan semua perlakuan yang lain yaitu 0,733 g. Sedangkan pada perhitungan berat kering perlakuan kontrol juga menunjukkan berat jamur *E. fawcettii* tertinggi secara berturut-turut yaitu 0,143g, 0,133 g, 0,123 g, 0,137 g dan 0,140 g. Dari tabel 8 juga diketahui bahwa pada perlakuan asap cair kayu sengon pada konsentrasi 1% memiliki berat kering yang paling rendah yaitu sebesar 0,030 g, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut dapat menghambat perkembangan jamur *E. fawcettii* yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun hasil ini berbanding terbalik dengan perhitungan berat basah miselium, dimana pada perhitungan berat basah perlakuan yang paling baik dalam menghambat perkembangan jamur *E. fawcettii* adalah kayu sengon konsentrasi 5%.

Perbedaan hasil ini diduga karena beberapa faktor, salah satunya adalah perbedaan luas permukaan miselium jamur pada saat proses pengeringan. Pada proses pengeringan luas permukaan miselium jamur pada konsentrasi 1% lebih luas dibandingkan 5% sedangkan waktu pengeringannya sama, sehingga hal ini menyebabkan adanya perbedaan jumlah penurunan kadar air pada miselium jamur. Hal ini sesuai dengan pendapat Santoro (2013) dimana semakin luas permukaan bahan yang dikeringkan, maka akan semakin cepat bahan menjadi kering. Namun dalam proses penghambatan perkembangan jamur konsentrasi 5% lebih baik dibandingkan konsentrasi 1%, seperti yang telah dilakukan Oramahi (2010)

menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka jumlah senyawa antijamur semakin tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur. Pada perlakuan asap cair tempurung kelapa berat kering tertinggi terdapat pada konsentrasi 1% dan terendah pada konsentrasi 5% yaitu sebesar 0,103 g dan 0,053 g. Sedangkan perlakuan asap cair kayu jati berat kering tertinggi terdapat pada konsentrasi 1% dan 3% yaitu sebesar 0,087 g serta konsentrasi terendah terdapat pada konsentrasi 5% yaitu sebesar 0,070 g. Dan pada perlakuan asap cair kayu sengon berat kering tertinggi terdapat pada konsentrasi 2% dan terendah adalah konsentrasi 1% dengan berat kering sebesar 0,063 g dan 0,030 g. Hasil pengamatan berat basah dan berat kering jamur *E. fawcettii* pada uji *in vitro* untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 13. Rerata berat basah jamur *E. fawcettii* uji *in vitro* metode peracunan makanan. Keterangan: P0K1: Kontrol, P0K2: Kontrol, P0K3: Kontrol, P0K4: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%, P4K1: Fungisida kimia. Ulangan: 3.



Gambar 14. Rerata berat kering jamur *E. fawcettii* uji in vitro metode peracunan makanan. Keterangan: P0K1: Kontrol, P0K2: Kontrol, P0K3: Kontrol, P0K4: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K2: Tempurung kelapa 2%, P1K3: Tempurung kelapa 3%, P1K4: Tempurung kelapa 4%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K2: Jati 2%, P2K3: Jati 3%, P2K4: Jati 4%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K2: Sengon 2%, P3K3: Sengon 3%, P3K4: Sengon 4%, P3K5: Sengon 5%, P4K1: Fungisida kimia. Ulangan: 3.

Secara umum interaksi paling baik ditunjukkan oleh fungisida kimia dengan konsentrasi sesuai dosis yang dianjurkan, dimana pada perlakuan ini memiliki berat basah dan berat kering *E. fawcettii* yang cukup rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun penggunaan fungisida kimia secara terus menerus dapat memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan, hal ini didukung oleh penelitian Mojica-Marin (2011) yang menyatakan bahwa penggunaan fungisida kimia dalam waktu yang lama dapat menyebabkan efek samping berupa tingginya kadar toksisitas pada hewan, manusia dan lingkungan. Selain itu pengendalian jamur menggunakan fungisida juga menjadi masalah paling serius akibat masalah

toksisitas (Nunez-Paleniuss, 2005) serta kekhawatiran efek resisten terhadap hama dan patogen lainnya (Dellavalle, 2012).

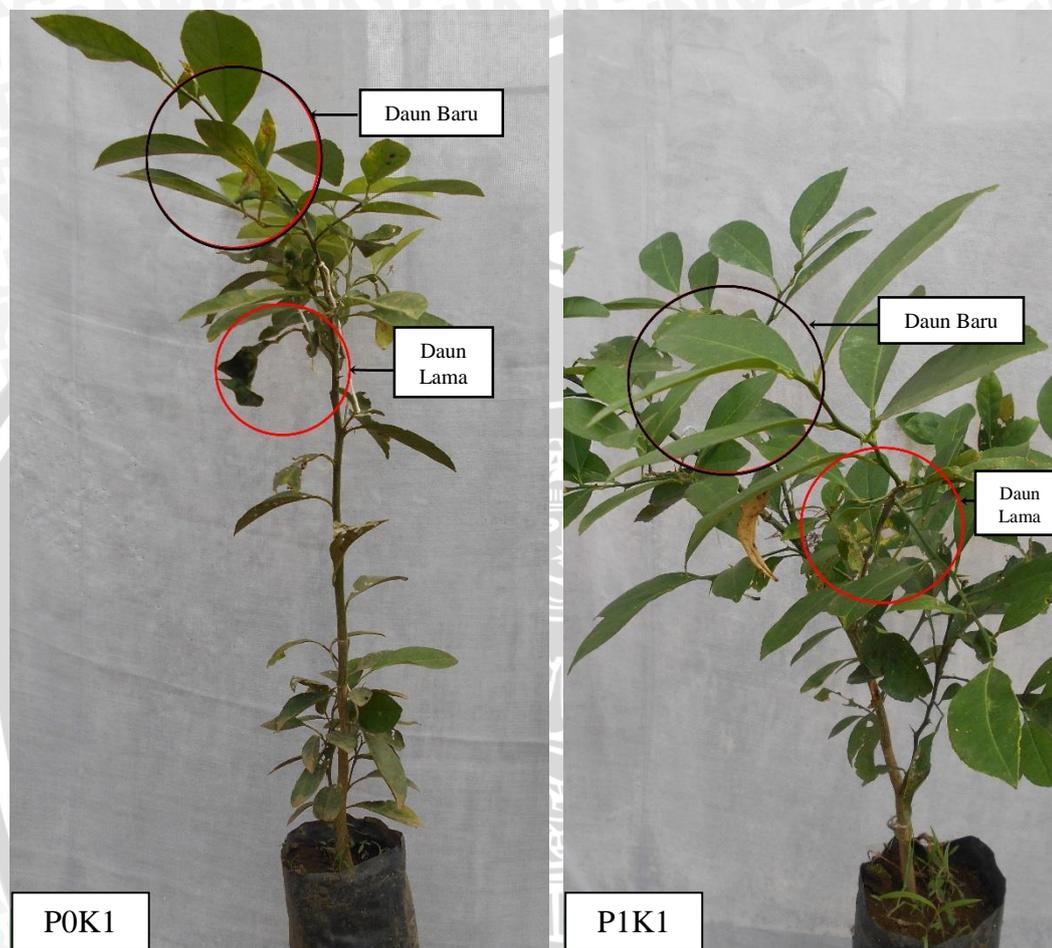
Pada perlakuan asap cair, interaksi paling baik secara berturut-turut adalah kayu sengon, kayu jati dan tempurung kelapa. Secara umum asap cair kayu sengon memiliki tingkat penghambatan yang tinggi terhadap perkembangan jamur *E. fawcettii*, hal ini dapat dilihat dari berat basah dan berat keringnya yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis asap cair lainnya. Sedangkan konsentrasi yang paling baik dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* secara umum adalah konsentrasi 5%, hal ini sesuai dengan literatur yang mengatakan bahwa berdasarkan klasifikasi tingkat aktivitas antijamur menurut Mori (1997) pada taraf konsentrasi 0% aktivitas antijamur tidak aktif, konsentrasi 1%, 2%, dan 3% aktivitas antijamur kuat, konsentrasi 4% dan 5% aktivitas antijamur sangat kuat. Hasil penelitian Oramahi (2010) juga menunjukkan bahwa diperlukan konsentrasi yang tinggi untuk menekan pertumbuhan jamur. Semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka jumlah senyawa antijamur semakin tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur (Oramahi, 2010).

4.4 Pengujian Asap Cair Terhadap Perkembangan Serangan Jamur *E. fawcettii* pada Tanaman Jeruk Secara *In Vivo*

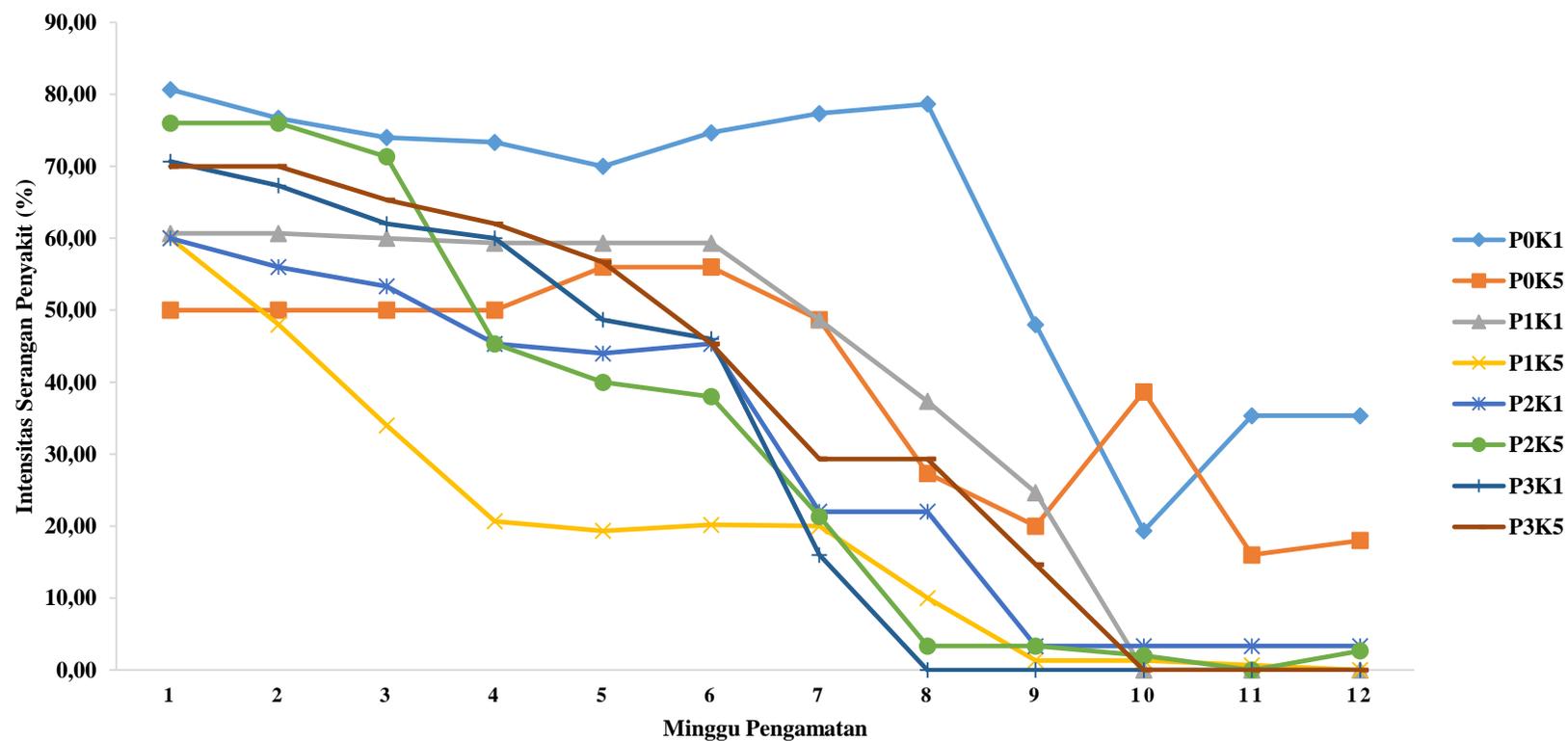
4.4.1 Intensitas Serangan Penyakit Kudis Setelah Aplikasi Asap Cair

Penyakit kudis merupakan salah satu penyakit yang yang tersebar luas diseluruh Indonesia. Pada pembibitan, penyakit ini sangat mengganggu karena semai-semai batang bawah lebih mudah terserang. Gejala serangan patogen *E. fawcettii* pada tanaman jeruk diawali dengan munculnya kutil-kutil kecil berwarna kuning pada daun, buah, batang bawah dan ranting muda, semakin lama kutil-kutil ini akan berubah warna menjadi coklat dan mengeras. Dari gambar 15 menunjukkan bahwa aplikasi asap cair dengan jenis dan konsentrasi yang berbeda-

beda akan memberikan pengaruh yang seragam terhadap intensitas serangan penyakit kudis pada tanaman jeruk JC (Lampiran 2).



Gambar 15. Serangan penyakit kudis pada tanaman jeruk JC 11 MSP. Keterangan: P0K1: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3.



Gambar 16. Intensitas serangan penyakit kudis. Keterangan: P0K1: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3.

Tabel 9. Rerata persentase intensitas penyakit kudis perlakuan asap cair pada tanaman jeruk JC

Intensitas Serangan (%)	Perlakuan															
	P0K1		P0K5		P1K1		P1K5		P2K1		P2K5		P3K1		P3K5	
0 MSP	80,67	a	50,00	a	60,67	a	60,00	a	60,00	a	76,00	a	70,67	a	74,67	a
1 MSP	76,67	a	50,00	a	60,67	a	48,00	a	56,00	a	76,00	a	67,33	a	74,67	a
2 MSP	74,00	a	50,00	a	60,00	a	34,00	a	53,33	a	71,33	a	62,00	a	69,33	a
3 MSP	73,33	a	50,00	a	59,33	a	20,67	a	45,33	a	45,33	a	60,00	a	66,67	a
4 MSP	70,00	a	56,00	a	59,33	a	19,33	a	44,00	a	40,00	a	48,67	a	63,33	a
5 MSP	74,67	a	56,00	a	59,33	a	20,17	a	45,33	a	38,00	a	46,00	a	45,33	a
6 MSP	77,33	a	48,67	ab	48,67	ab	20,00	a	22,00	a	21,33	a	16,00	a	29,33	ab
7 MSP	78,67	b	27,33	ab	37,33	ab	10,00	a	22,00	a	3,33	a	0,00	a	29,33	ab
8 MSP	48,00	b	20,00	ab	24,67	ab	1,33	a	3,33	a	3,33	a	0,00	a	14,67	a
9 MSP	19,33	ab	38,67	b	0,00	a	1,33	a	3,33	a	2,00	a	0,00	a	0,00	a
10 MSP	35,33	b	16,00	ab	0,00	a	0,67	a	3,33	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
11 MSP	35,33	b	18,00	b	0,00	a	0,00	a	3,33	a	2,67	a	0,00	a	0,00	a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada uji Duncan 0,05. P0K1: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3.

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa persentase intensitas serangan penyakit kudis yang disebabkan oleh jamur *E. fawcettii* sebelum dan setelah pemberian asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan sengon terdapat perbedaan yang signifikan. Pada perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 1% dan 5%, intensitas serangan awal sebelum aplikasi (minggu 1) adalah 60,67% dan 60% dan setelah aplikasi asap cair pada minggu ke-12 intensitasnya menurun menjadi 0%. Hal ini juga terjadi pada perlakuan asap cair kayu jati konsentrasi 1% dan 5%, dimana intensitas serangan awal sebelum aplikasi (minggu 1) adalah 60% dan 76% namun setelah aplikasi asap cair pada minggu ke-12 intensitasnya menurun menjadi 3,33% dan 2,67%. Sedangkan untuk asap cair kayu sengon intensitas awal sebelum aplikasi (minggu 1) adalah 70,76% dan 74,67% dan setelah aplikasi pada minggu ke-12 intensitasnya juga menurun menjadi 0% dan 0%. Intensitas serangan penyakit perlakuan asap cair pada minggu ke-12 masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol (aquades) konsentrasi 1% dan 5% dimana intensitas awal (minggu 1) adalah 80,67% dan 50% sedangkan pada minggu ke-12 intensitasnya menjadi 35,33% dan 34%.

Pada pengamatan intensitas serangan penyakit secara *in vivo* ini, perlakuan asap cair yang paling efektif dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* adalah tempurung kelapa dan kayu sengon konsentrasi 1% dan 5%. Hal ini terlihat dari hasil perhitungan pada minggu ke 12 intensitasnya menurun menjadi 0%, sedangkan untuk asap cair kayu jati intensitas serangannya juga menurun namun tidak sebaik tempurung kelapa dan kayu sengon. Hal ini tidak sesuai dengan hasil pengamatan lab yang menunjukkan bahwa asap cair kayu jati lebih efektif jika dibandingkan dengan tempurung keapa. Adanya perbedaan hasil ini diduga terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah ketahanan tanaman, pertumbuhan tanaman dan lingkungan. Karena pada penelitian *in vivo* ini pertumbuhan tanaman juga mempengaruhi intensitas serangan, sedangkan pertumbuhan tanaman sendiri dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Hal ini diperkuat oleh Lin (2008) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman merupakan hasil interaksi yang kompleks antara faktor internal dan eksternal. Faktor

internal meliputi faktor intrasel dan intersel. Faktor eksternal meliputi air tanah dan mineral, kelembapan udara, suhu udara, cahaya dan sebagainya.

Namun secara umum asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon mampu menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk. Hal ini terjadi karena dalam asap cair terdapat fenol yang bersifat sebagai antibakteri dan antifungi. Menurut Inoue (2000) asap cair mengandung komponen yang berfungsi sebagai antijamur yang mampu menghambat pertumbuhan *Fomitopsis palustris* dan *Trametes versicolor*. Menurut Chinnici (2006), pertumbuhan jamur semakin terhambat dengan semakin tinggi konsentrasi asap cair yang terdapat pada media jamur. Hal ini disebabkan tingginya penyerapan asam dan fenol dari asap cair pada media jamur. Asam dan fenol mengganggu selaput sel jamur sehingga menyebabkan permeabilitas selaput sel meningkat dan akhirnya jamur kehilangan isi sel.

4.4.2 Luas Serangan Penyakit Kudis oleh Jamur *E. fawcettii* Setelah Aplikasi Asap Cair

Penyakit kudis merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman jeruk. Pengendalian penyakit kudis telah banyak dilakukan dengan fungisida kimia, namun justru sebagai penyebab pencemaran lingkungan. Penggunaan bahan alami yang berasal dari tumbuhan sebagai fungisida yang lebih aman adalah asap cair. Oleh karena itu, perhitungan luas serangan penyakit dilakukan untuk mengetahui seberapa besar serangan penyakit kudis sebelum dan setelah pemberian asap cair. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan sebelum dan setelah pemberian asap cair, terdapat pengaruh yang nyata antara perlakuan asap cair dibandingkan dengan kontrol (aquades) terhadap penurunan luasan serangan penyakit pada tanaman jeruk *Japansche Citroen*. Pada minggu pertama pengamatan hampir semua tanaman jeruk *Japansche Citroen* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki luas serangan sebesar 12,50 % namun setelah aplikasi asap cair luas serangannya mengalami penurunan. Hasil analisis sidik ragam pada minggu ke empat belas menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan asap cair dengan kontrol (aquades). Rerata persentase luas penyakit disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Rerata persentase luas serangan penyakit kudis perlakuan asap cair pada tanaman jeruk JC

Luas Serangan (%)	Perlakuan															
	P0K1		P0K5		P1K1		P1K5		P2K1		P2K5		P3K1		P3K5	
0 MSP	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	10,42	a	12,50	a
1 MSP	10,42	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a	12,50	a
2 MSP	8,33	a	12,50	b	12,50	b	12,50	b	12,50	b	12,50	b	12,50	b	12,50	b
3 MSP	10,42	a	12,50	b	12,50	b	10,42	ab	12,50	b	12,50	b	12,50	b	12,50	b
4 MSP	10,42	ab	12,50	c	10,42	c	10,42	ab	8,33	bc	8,33	a	12,50	c	12,50	c
5 MSP	12,50	b	12,50	b	10,42	b	10,42	ab	8,33	ab	8,33	a	12,50	b	10,42	ab
6 MSP	12,50	b	12,50	b	10,42	b	10,42	ab	2,08	ab	4,17	a	6,25	a	6,25	ab
7 MSP	12,50	b	12,50	b	12,50	b	10,42	b	6,25	ab	2,08	a	0,00	a	6,25	ab
8 MSP	12,50	c	10,42	c	4,17	b	2,08	ab	2,08	ab	2,08	ab	0,00	a	0,00	a
9 MSP	8,33	a	4,17	a	0,00	a	2,08	a	2,08	a	2,08	a	0,00	a	0,00	a
10 MSP	12,50	b	8,33	b	0,00	a	2,08	a	2,08	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
11 MSP	12,50	b	10,42	b	0,00	a	2,08	a	2,08	a	2,08	a	0,00	a	0,00	a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada uji Duncan 0,05. P0K1: Kontrol, P0K5: Kontrol, P1K1: Tempurung kelapa 1%, P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%, P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%, P3K5: Sengon 5%. Ulangan: 3

Pada tabel 10 menunjukkan bahwa persentase luas serangan penyakit kudis yang disebabkan oleh jamur *E. fawcettii* sebelum dan setelah pemberian asap cair tempurung kelapa, kayu jati dan sengon terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Pada perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 1% dan 5%, luas serangan penyakit pada minggu pertama adalah 12,50% dan setelah aplikasi asap cair pada minggu ke-12 luas serangannya menurun menjadi 0%. Hal ini juga terjadi pada perlakuan asap cair kayu jati konsentrasi 1% dan 5%, dimana luas serangan luas serangan penyakit pada minggu pertama adalah 12,50% dan setelah aplikasi asap cair pada minggu ke-12 luas serangannya menurun menjadi 2,08%.

Sedangkan untuk asap cair kayu sengon luas serangan penyakit pada minggu pertama adalah 10,42% dan 12,50% namun setelah aplikasi pada minggu ke-12 luas serangannya juga menurun menjadi 0% dan 2,08%. Luas serangan penyakit pada perlakuan asap cair dengan berbagai jenis dan konsentrasi pada minggu ke-12 masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol (aquades) konsentrasi 1% dan 5% dimana luas serangan penyakit pada minggu pertama adalah 12,50% sedangkan pada minggu ke-12 luas serangannya tetap yaitu 12,50%. Adanya perbedaan luas serangan penyakit pada perlakuan asap cair dan kontrol diduga terjadi karena asap cair mengandung senyawa fenol yang dapat menghambat perkembangan jamur. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Inoue (2000) yang mengungkapkan bahwa asap cair memiliki kemampuan sebagai bahan untuk mengendalikan jamur. Lebih lanjut dijelaskan oleh Karseno (2002) bahwa senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antimikroba.

Ray and Sandine, (1992) juga menyebutkan efek antimikrobia asam dari asap cair diduga secara langsung mengasamkan sitoplasma, merusak tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran. Selain itu besar kecilnya nilai suatu serangan juga dapat dipengaruhi oleh ketahanan tanaman inang terhadap serangan, kemampuan patogen, kondisi lingkungan dan perlakuan manusia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Atrih (1994) yang menyatakan bahwa penyakit hutan merupakan penggabungan antara empat komponen yaitu patogen, pohon inang, lingkungan dan manusia. Seperti

diungkapkan Wahyuningsih (2009) bahwa faktor lain dari inang yang berpengaruh terhadap kemungkinan terserangnya penyakit adalah kesehatan tanaman inang.

4.5 Pembahasan Umum

Total fenol pada masing-masing sampel menunjukkan hasil yang berbeda-beda, yaitu tempurung kelapa adalah 62,747 ml/L, kayu jati sebesar 227,873 ml/L, dan sengon sebesar 115,587 ml/L. Asap cair kayu jati memiliki kadar fenol total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan kayu sengon. Namun hasil perhitungan kadar fenol pada sampel ini tidak sesuai dengan literatur, dimana pada literatur menyebutkan bahwa kandungan fenol tertinggi terdapat pada tempurung kelapa. Total fenol yang terdapat dalam asap cair tempurung kelapa adalah sebesar 6,70% (Hardianto, 2015), kayu jati 2,70% (Wijaya, 2008) dan sengon 0,50% (Adalina, 2008). Perbedaan total fenol pada sampel dengan literatur diduga terjadi karena adanya perbedaan suhu pirolisis dalam proses pembuatannya. Hal ini didukung oleh Manshuri (2008) yang menyatakan bahwa peran faktor suhu pada pembuatan asap cair paling menentukan kualitas asap yang dihasilkan.

Kandungan fenol pada masing-masing sampel sangat mempengaruhi tingkat penekanannya terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur *E. fawcettii*. Perbedaan tingkat penekanan pertumbuhan dan perkembangan ini terlihat dari pengamatan luas koloni jamur, berat basah dan berat kering. Pada pengamatan luas koloni jamur penghambatan tertinggi terlihat pada perlakuan asap cair kayu sengon dengan konsentrasi 5%, pengamatan berat basah jamur asap cair kayu sengon konsentrasi 5% memiliki berat basah terendah yaitu 0,867 g, sedangkan pada pengamatan berat kering asap cair kayu sengon pada konsentrasi 1% memiliki berat kering yang paling rendah yaitu sebesar 0,030 g. Namun hasil pengamatan berat kering ini berbanding terbalik dengan pengamatan berat basah miselium, dimana pada perhitungan berat basah perlakuan yang paling baik dalam menghambat perkembangan jamur *E. fawcettii* adalah kayu sengon konsentrasi 5%.

Perbedaan hasil ini diduga karena beberapa faktor, salah satunya adalah perbedaan luas permukaan miselium jamur pada saat proses pengeringan. Hal ini

sesuai dengan pendapat Santoro (2013) dimana semakin luas permukaan bahan yang dikeringkan, maka akan semakin cepat bahan menjadi kering. Untuk pengamatan intensitas dan luas serangan secara *in vivo* menunjukkan perlakuan asap cair yang paling efektif dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* adalah tempurung kelapa dan kayu sengon konsentrasi 1% dan 5%. Hal ini terlihat dari hasil pengamatan pada minggu ke 12 intensitas dan luas serangannya menurun menjadi 0%, sedangkan untuk asap cair kayu jati intensitas dan luas serangannya juga menurun namun tidak sebaik tempurung kelapa dan kayu sengon.

Hal ini tidak sesuai dengan hasil pengamatan laboratorium yang menunjukkan bahwa asap cair kayu jati lebih efektif jika dibandingkan dengan tempurung kelapa. Adanya perbedaan hasil ini diduga terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah ketahanan tanaman, pertumbuhan tanaman dan lingkungan. Karena pada penelitian *in vivo* ini pertumbuhan tanaman juga mempengaruhi intensitas dan luas serangannya, sedangkan pertumbuhan tanaman sendiri dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Hal ini diperkuat oleh Lin (2008) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman merupakan hasil interaksi yang kompleks antara faktor internal dan eksternal.

Sedangkan jika dilihat dari tingkat ekonomisnya asap cair sebagai pestisida nabati ini sangat ekonomis untuk digunakan. Pemberian asap cair pada bibit tanaman jeruk JC yang berumur 2-4 bulan dapat diaplikasikan setiap 1 minggu sekali (dosis paling efektif yaitu 5%) dengan jumlah 30 ml setiap tanaman. Setiap 1m² petak bibit jeruk terdiri dari 100 unit tanaman jeruk. Dalam setiap aplikasi membutuhkan 3 liter pestisida nabati (asap cair + air), jika dosis yang digunakan adalah 5% maka setiap 1m² petak bibit jeruk membutuhkan asap cair sebanyak 150 ml. Harga asap cair adalah Rp. 20.000/1 sehingga untuk satu kali penyemprotan setiap 1m² petak bibit jeruk membutuhkan 150 ml seharga Rp. 3.000 (Lampiran 5). Penggunaan asap cair sebagai pestisida nabati sangat ekonomis untuk diterapkan. Selain itu dari tingkat penekanannya asap cair yang berasal dari tempurung kelapa, kayu jati dan sengon pada konsentrasi 5% dapat menekan perkembangan jamur *E. fawcettii* pada tanaman jeruk JC secara efektif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Asap cair yang berasal dari tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan dan perkembangan jamur *E. fawcetti* dengan tingkat penghambatan yang berbeda-beda. Jenis asap cair yang paling efektif dalam menekan perkembangan jamur *E. fawcetti* baik secara *in vitro* dan *in vivo* adalah asap cair kayu sengon.
2. Konsentrasi yang paling efektif dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan jamur *E. fawcetti* baik secara *in vitro* dan *in vivo* adalah 5% pada semua jenis asap cair.

5.2 Saran

Perlu adanya penerapan pestisida nabati asap cair yang berasal dari tiga jenis bahan baku yaitu tempurung kelapa, kayu jati dan kayu sengon sebagai upaya pengendalian penyakit kudis pada pembibitan batang bawah jeruk *Japansche Citroen* (JC) untuk skala komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Adalina, Y., dan T. Nurhayati. 2008. Analisis Finansial Produksi Arang Terpadu dengan Cuka Kayu dari Limbah Kayu Sebetan. Palangka Raya: 806-816.
- Atmaja, A.K. 2009. Aplikasi Asap Cair Redestilasi pada Karakterisasi Kamaboko Ikan Tongkol (*Euthynus Affinis*) Ditinjau dari Tingkat Keawetan dan Kesukaan Konsumen. Surakarta: UNS Press.
- Atrih, T., T.R. Klaenhammer., and L. Latellier. 1994. Kinetic Studi on the of Lactacin F. A Bacteriocin Produced by *Lactobacillus Johnsonni* that Forms Poration Complexes in the Cytoplasmic Membrane. Environ Microbiol. 60: 1006-1013.
- Bitters, W.P. 1986. Citrus Rootstocks: Their Characters and Reactions. Citrus Leaves: 6-9.
- Burns, M.S., and H.M.D Benson. 2000. Biocontrol of Damping of *Catharanthus Roseus* Caused by *Pythium ultimum* with *Trichoderma virens* and *Binucleate rhizoctonia Fungi*.
- Chinnici, F., and N. Natali. 2006. Presence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Woody Chips Used as Adjuvant in Wines, Vinegars and Distillate. Jurnal: 1587-1592.
- Darmadji, P. 1996. Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Diproduksi dari Berbagai Macam Limbah Pertanian. Agritech: 19-22.
- Darmadji, P. 2002. Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redestilasi. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan: 267-271.
- Davidson, P.M., and A.L. Branen. 1981. Antimicrobial Activity of Non-Halogenated Phenolic Compound. J.of Food Prot: 623-632.
- Davies, T.H., E.D. Kester., and L.R. Geneve. 1997. Plant Propagation: Principles and Practice. New York: Prenticice Hall.

- Dellavalle, P.R., H.C. Williams., and S. Garner. 2012. Acne Vulgaris. Lancet. 379: 361-72.
- Dewdey, M. 2003. Fungal Diseases Of Citrus Fruit and Foliage. Plp: 5115.
- Dirjen Hortikultura. 2014. Produksi Buah Jeruk. Jakarta: Dirjen Hortikultura.
- Dirjen Tanaman Pangan. 1992. Petunjuk Tehnis Tanaman Buah-Buahan dan Tanaman. Jakarta: Dirjen Tanaman Pangan.
- Duke, S.O. 1985. Biosynthesis of Phenolic Compounds, Chemical Higher Plant. the Chemistry of Allelopathy. Washington: American Chemicals Society.
- Dumanauw, J.F. 2001. Mengenal Kayu, Pendidikan Industri Kayu Atas Semarang. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2004. Data sheets on quarantine: *Elsinoe fawcettii* and *Elsinoe australis*. EPPO activities on plant quarantine.
- Erawati, T., dan W. Ratri. 2013. Pengaruh Formulasi Terhadap Efektifitas Anti Mikroba Ekstrak Etanol 70% Daun Cassia Alata Linn pada Candida Albicans. Pharma Scientia: 13-17.
- Fatimah, I., dan J. Nugraha. 1998. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis. Jurnal Ilmu Dasar: 41-47.
- Fatimah, I., dan N. Jaka. 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis. Jurnal Ilmu Dasar. 6: 41-47.
- Fengel, D., dan G. Wegener. 1995. Kayu, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Diterjemahkan oleh Sastrohamidjo, J and Prawirohatmodjo, S. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ferguson, E., and P. Bibby. 2002. Predicting Future Blood Donor Returns: Past Behavior, Intentions and Observer Effects. Health Psychology: 513-518.

- Gani, A. 2007. Konversi Sampah Organik Pasar Menjadi Komarasca (Kompos, Arang Aktif dan Asap Cair) dan Aplikasinya pada Tanaman Daun Dewa. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Girard, J.P. 1992. Smoking In Technology of Meat and Meat Products. New York: Ellis Horwood.
- Guillen, M.D., M.J. Manzanos., and M.L. Ibargoitia. 2001. Carbohydrate and Nitrogenated Coumpound in Liquid Smoke Flavorings. J. Agric Food Chem: 2395- 3403.
- Hardianto, L., dan Yunianta 2015. Pengaruh Asap Cair Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Ikan Tongkol. Jurnal Pangan dan Agroindustri: 1356-1366.
- Himawati, E. 2010. Pengaruh Penambahan Asap Cair Tempurung Kelapa Destilasi dan Redestilasi Terhadap Sifat Kimia, Mikrobiologi, dan Sensoris Ikan Pindang Layang (*Decapterus* Spp) Selama Penyimpanan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Press.
- Inoue, S., T. Hata., Y. Imamura., and D. Meier. 2000. Component and Antifungal Efficiency of Wood Vinegar Liquor Prepared Under Different Carbonization Condition. Wood Research: 34-36.
- Kardinan, A. 2002. Pestisida Nabati. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Karseno, D.P., dan K. Rahayu. 2002. Daya Hambat Asap Cair Kayu Karet Terhadap Bakteri Pengkontaminan Lateks dan Ribbed Smoke Sheet. Agritech: 10-15.
- Kimura, Y., S. Suto., and M. Tatsuka. 2002. Evaluation of Cocarcinogenic Activity of Chikusaku-Aki, A Bamboo Charcoal By-Product Used As Folk Remedy In Balab/C3t3 Cells. Biology Pharmaceuticals Bulletin: 1026-1029.
- Koesmaryono, Y., dan Y. Sugiarto. 1999. Kapita Selektta Agroklimatologi: Kumpulan Makalah dan Tulisan Ilmiah dalam Bidang Agroklimatologi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. Bogor: IPB Press.
- Kurniasih, R. 2014. Pengaruh Sitronelal Serai Wangi (*Cymbopogon Winterianus* Linn) Terhadap Penekanan Serangan *Colletotrichum* Sp. pada Tanaman Bawang Daun (*Allium Fistulosum* L.). Malang: UB Press.

- Lee, K.W., Y.J. Kim., H.J. Lee., and C.Y. Lee. 2003. Cocoa Has More Phenolic Phytochemical and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Redwine. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7292-7295.
- Lin, H.C., Y. Murase., T.C. Shiah., G.S. Hwang., P.K. Chen., and W.L. Wu. 2008. Application of Moso Bamboo Vinegar with Different Collection Temperatures to Evaluate Fungi Resistance of Moso Bamboo Materials. *J. Fac. Agr.* 53: 107–113.
- Luditama, C. 2006. Isolasi dan Pemurnian Bahan Pengawet Alami Berbahan Dasar Tempurung dan Sabut Kelapa Secara Pirolisis dan Distilasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Maga, J.A. 1987. *Smoke In Food Processing*. Florida: Bacarotan Crc Press.
- Manshuri, M. 2008. Pemurnian Asap Cair. <http://produkkelapa./2009/03/06/infrastruktur-pengolahan-asap-cair/> (20 Juni 2016).
- Martinius, S., dan Nurbailis. 2011. Pemanfaatan Bahan Organik Sebagai Pembawa Untuk Peningkatan Kepadatan Populasi *Trichoderma viride* Pada Rizosfer Pisang dan Pengaruhnya Terhadap *Fusarium*. *Jurnal HPT Tropika*: 177-184.
- Martinius, S., Y. Liswarni., dan Y. Miska. 2010. Uji Konsentrasi Air Rebusan Daun Serai Wangi Andropogon Nardus L. (Graminae) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Pepaya Secara In Vitro. Padang: Universitas Andalas Press.
- Misdarpon, D. 2014. Bahan Baku dan Pemrosesan Biobriket dan Asap Cair. Bandung: TEDC.
- Mojica-Marín, V., H.A. Luna-Olvera., C.F. Sandoval-Coronado., L.H. Morales-Ramos., N.A. Gonzalez-Aguilar., B. Pereyra-Alferez., E. Ruiz-Baca., and M. Elías-Santos. 2011. In Vitro Antifungal Activity of Gobernadora Against *Phytophthora capsici* Leo. *African Journal of Agricultural Research*. 6: 1058-1066.
- Mori, M., M. Aoyama., S. Dci., A. Kanetoshi., and T. Hayashi. 1997. Antifungal Activity of Bark Extracts of Deciduous Trees Holz als Roh Und Werkstoff. Springer-Verlag: 130-132.

- Muhibuddin, A., L. Addina., A.L. Abadi., and A. Ahmad. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. *Agrivita*: 111-118.
- Nirwanto, H. 2007. *Epidemi dan Manajemen Penyakit Tanaman*. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur.
- Nunez-Palenius, H.G., and N. Ochoa-Alejo. 2005. Effect of Phenylalanine and Phenylpropanoids on The Accumulation of Capsaicinoids and Lignin in Cell Cultures of Chili Pepper (*Capsicum Annuum L.*). *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 41: 801-805.
- Olsen, M., M. Mike., and X. Zhongguo. 2011. *Diseases Of Citrus In Arizona*. Arizona: University Of Arizona.
- Onofri, A. 2007. *Routine Statistical Analyses of Field Experiments By Using An Excel Extension*. Italy: University of Perugia Borgo XX Giugno 74 - 06121 Perugia.
- Oramahi, H.A., F. Diba., dan Wahdina. 2010. Efikasi Asap Cair dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam Penekanan Perkembangan Jamur *A. niger*, *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*: 146-153.
- Pari, G. 2014. *Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Tanaman dari Jawa Barat*. Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Prayogo dan Hardaningsih. 2001. *Potensi Jamur *Gliocladium roseum* Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Collectrotichum manihotis*) pada Ubi Kayu*. Bogor: IPB Press.
- Pszczola, D.E. 1995. *Tour Higlights Production And Uses Of Smoke Base Flavors*. *Food Tech*: 70-74.
- Rahayu dan Akbar. 2003. *Pemanfaatan Mikoriza dan bahan Organik dalam Rangka Reklamasi Lahan Pasca Penumbangan*. Kalimantan: Universitas Tanjungpura Press.

- Ray, B., and W.E. Sandine. 1992. Acetic, Propionic, and Lactic Acid of Starter Culture Bacteria As Biopreservatives of Microbial Origin. Mexiko: CRC Press.
- Ray, B., and W.E. Sandine. 1993. Acetic, Propionic, and Lactic Acid of Starter Culture Bacteria as Biopreservatives. Boca Raton: 103-132.
- Rosmayuningsih, A. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera: Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. Jurnal Hpt.
- Rungruang, P., and J. Suwanne. 2010. Antioxidative Activity of Phenolic Compounds in Pyroligneous Acid Produced from Eucalyptus Wood. The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology: 102-106.
- Santoro, M.V., F. Nieves., J. Zygodlo., W. Giordano., and E. Banchio. 2013. Effects of Growth Regulators on Biomass and The Production of Secondary Metabolites in Peppermint (*Mentha piperita*) Micropopagated in Vitro. American Journal of Plant Sciences. 4: 49-55.
- Sari, R.K., dan W. Syafii. 2001. Sifat Anti Rayap Zat Ekstraktif Kulit Kayu Jati (*Tectona grandis*, L.f.). Jurnal Teknologi Hasil Hutan: 1-9.
- Semangun, H. 1989. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Shahidi, F., and P. Wanasundara. 1992. Phenolic Antioxidants. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.
- Shiah, T.C., S.K. Wu., J.C. Huang., and H.C. Lin. 2006. The Fungi Resistance of Bamboo Materials Treated with Bamboo Vinegar Using Soaking Treatment. J. of Agriculture and Forestry NYCU 3: 1-22.
- Sinaga, M.S. 2003. Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati*. Jakarta: Penerbit Kanisius.
- Sumaraw, S.M. 1999. Periode Kritis Tanaman Tomat Terhadap Serangan *Altenaria Solani* dan Faktor Penentunya. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan*: 67-72.
- Suniti, W. 2016. *Pengendalian Getah Kuning Manggis Menggunakan Ekstrak Rumput Laut dan Pemupukan Kalium*. Bali: Udayana Press.
- Swastawati, F., E. Susanto., B. Cahyono., and W.A. Trilaksono. 2012. Sensory Evaluation and Chemical Characteris-Tics of Smoke Stingray (*Dasyatis Blekeery*) Processed By Using Two Different Liquid Smoke. *International Journal Of Bioscience, Biochemistry, And Bioinformatics*: 212-216.
- Taufik, M., Nurjanani., M. Sunarto., M.B. Thamrin., Nappu., dan W. Dewayani. 2001. *Pengkajian Teknologi Budi Daya Jeruk di Sulawesi Selatan*. Sulawesi: Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Jeneponto.
- Timmer, L. W., J.W. Hyun., S.C. Lee., S.H. Yun., S.W. Ko., and K.S. Kim. 2001. Pathological Characterization and Molecular Analysis of *Elsinoe* Isolates Causing Scab Diseasesof Citrus In Jeju Island In Korea. *Plant Dis.* 85:1013-1017.
- Tranggono, S., B. Setiadji., P. Darmadji., Supranto., dan Sudarmanto. 1996. *Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa*. J. Ilmu dan Teknologi Pangan: 15-24.
- Triwiratno, A. 2005. *Pengenalan dan Pengendalian Penyakit Burik Kusam dan Hama Kutu Sisik Pada Jeruk*. Batu: Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika.
- Tsamba, A.J., W. Yang., and W. Blasiak. 2006. *Pyrolysis Characteristics and Global Kinetics Of Cococnut*. P: 523-530.
- Velmurugan, N., S.S. Han., and Y.S. Lee. 2009. *Antifungal Activity of Neutralized Wood Vinegar*.

Vickery, L.M., and B. Vickery. 1981. Secondary Plant Metabolism. London: The Macmillan Press Ltd.

Wahyuningsih, E. 2009. CVPD Pada Jeruk (*Citrus Spp*) dan Upaya Pengendaliannya. Vis Vitalis.

Wijaya, M., E. Noor., T.T. Irawadi., dan G. Pari. 2008. Perubahan Suhu Pirolisis Terhadap Struktur Kimia Asap Cair dari Serbuk Gergaji Kayu Pinus. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan. 2: 73-77.

Yunasfi. 2002. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit dan Penyakit yang Disebabkan oleh Jamur. Sumatera: USU Press.

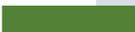
Yuniar, I. 2012. Analisis Preferensi Konsumen Pasar Tradisional Terhadap Buah Jeruk Lokal dan Jeruk Impor Di Kabupaten Kudus. Jurnal Sosial Ekonomi dan Agribisnis.



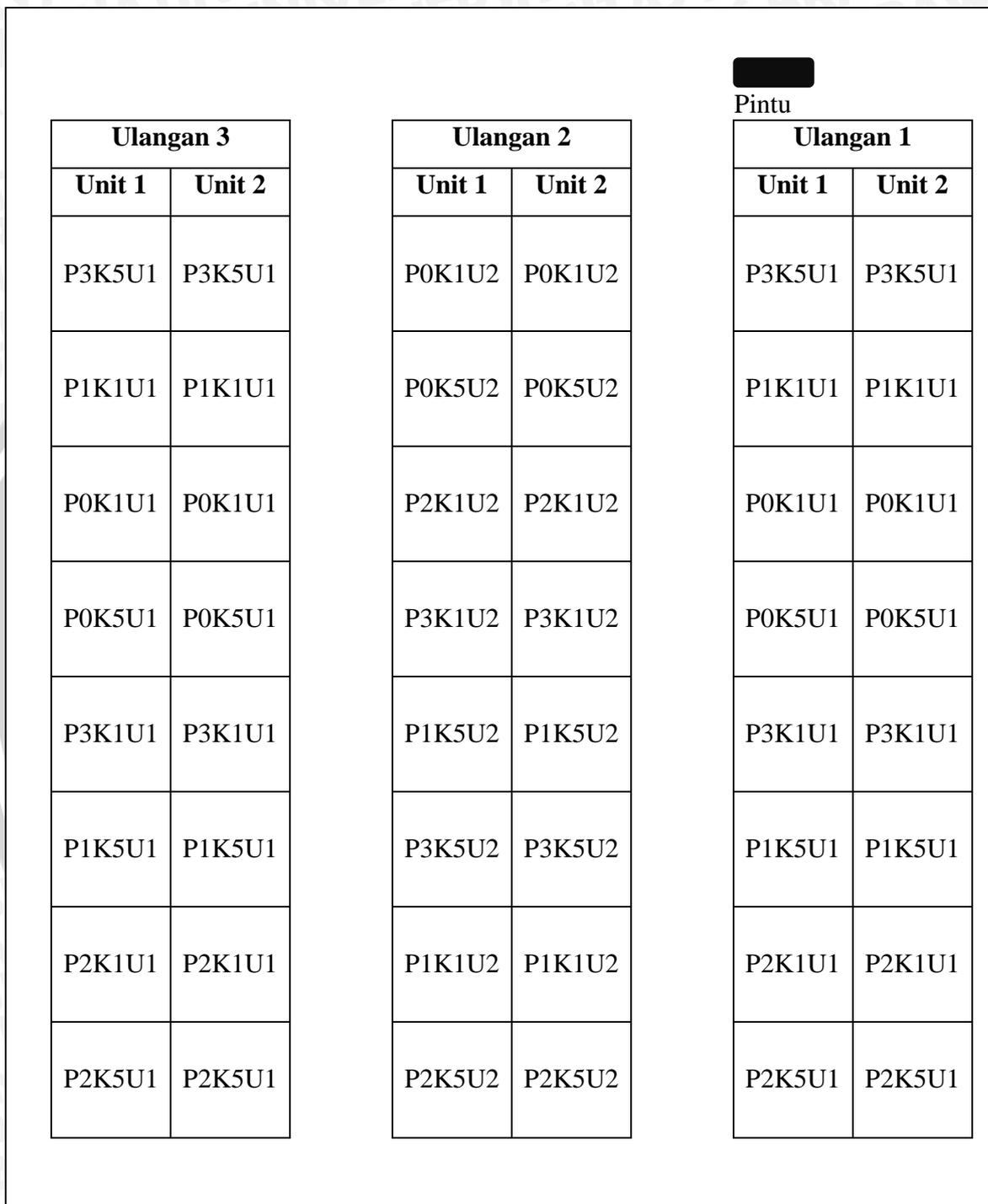
LAMPIRAN

P3K1U2	P4K1U1	P2K2U1	P3K5U3	P2K5U2	P1K3U2	P3K4U3	P0K5U1	P2K3U3	P3K1U3	P1K5U2	P1K1U1	P0K2U2	P1K1U2	P1K4U2
P2K5U3	P3K3U3	P2K2U2	P3K4U1	P1K2U3	P2K4U1	P1K2U1	P0K4U2	P2K1U2	P3K1U1	P0K5U2	P3K3U1	P3K4U2	P2K5U1	P3K2U3
P3K3U2	P1K5U1	P0K3U3	P4K1U3	P1K3U1	P0K1U1	P2K3U1	P2K3U2	P3K5U2	P2K1U1	P0K5U3	P1K1U3	P4K1U2	P0K2U3	P0K1U3
P2K1U3	P2K4U2	P0K4U1	P0K4U3	P2K4U3	P0K3U1	P0K2U1	P3K2U1	P1K4U3	P1K3U3	P0K3U2	P2K2U3	P1K4U1	P1K5U3	P1K2U2
P3K2U2	P3K5U1	P0K1U1												

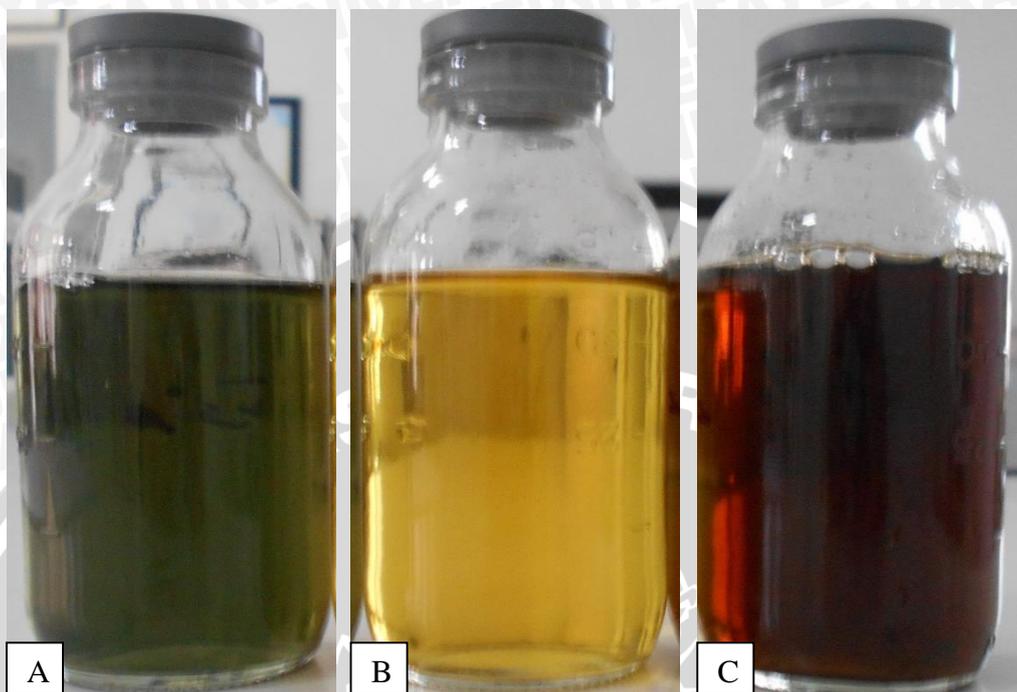
Keterangan:

	Aquades
	Fungisida Kimia
	Tempurung Kelapa
	Kayu Jati
	Kayu Sengon

Gambar lampiran 1. Denah Penelitian *In Vitro*

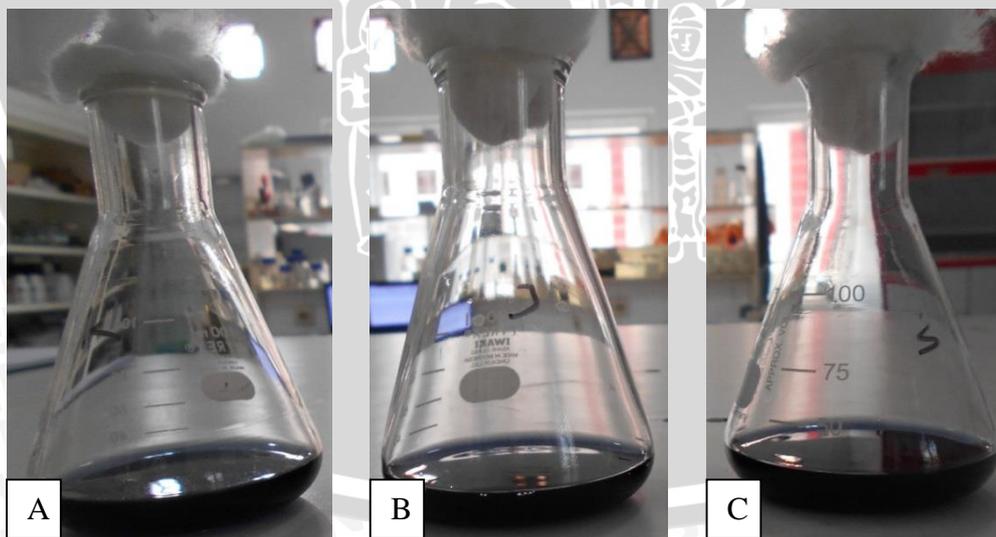


Gambar lampiran 2. Denah Penelitian *In Vivo*

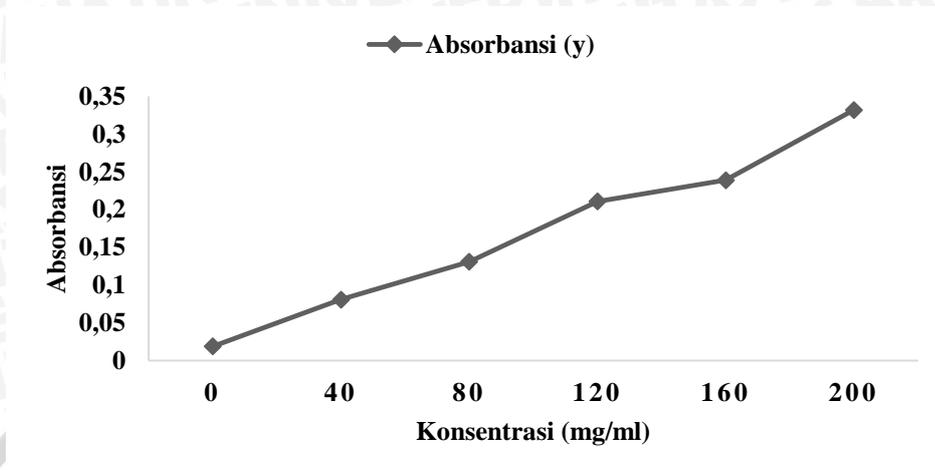


Gambar lampiran 3. Jenis asap cair dalam penelitian (a: tempurung kelapa, b: kayu jati, c: kayu sengon)

Lampiran 1. Penentuan Total Fenol

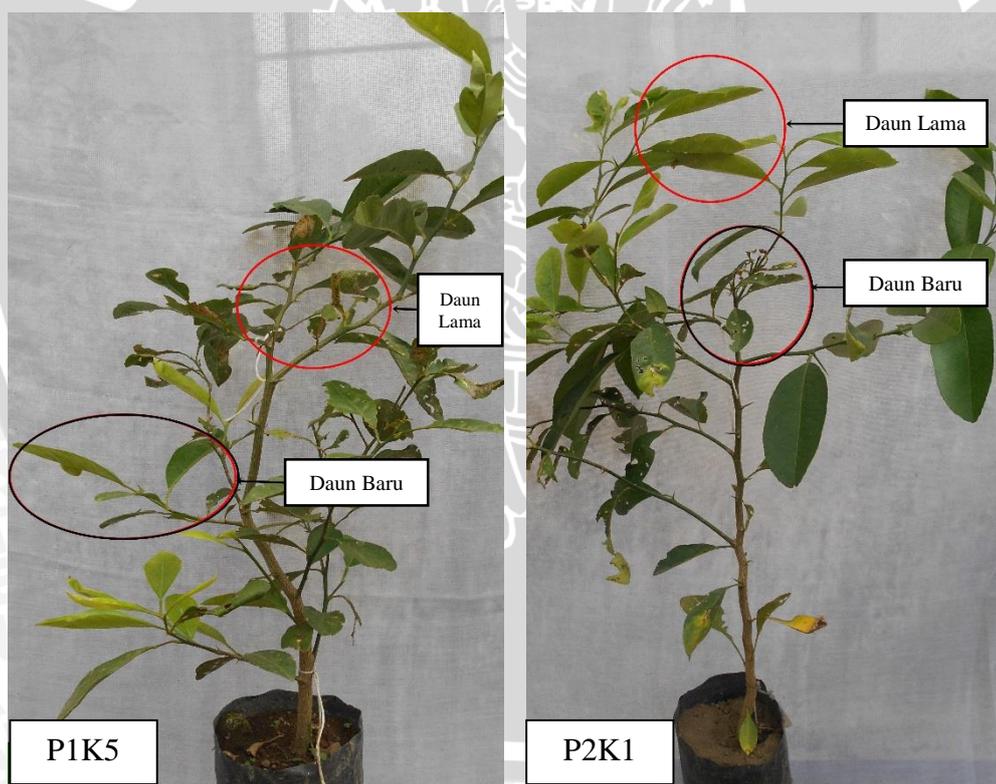


Gambar lampiran 4. Larutan penentuan fenol (a: Tempurung kelapa, b: Jati c: Sengon)

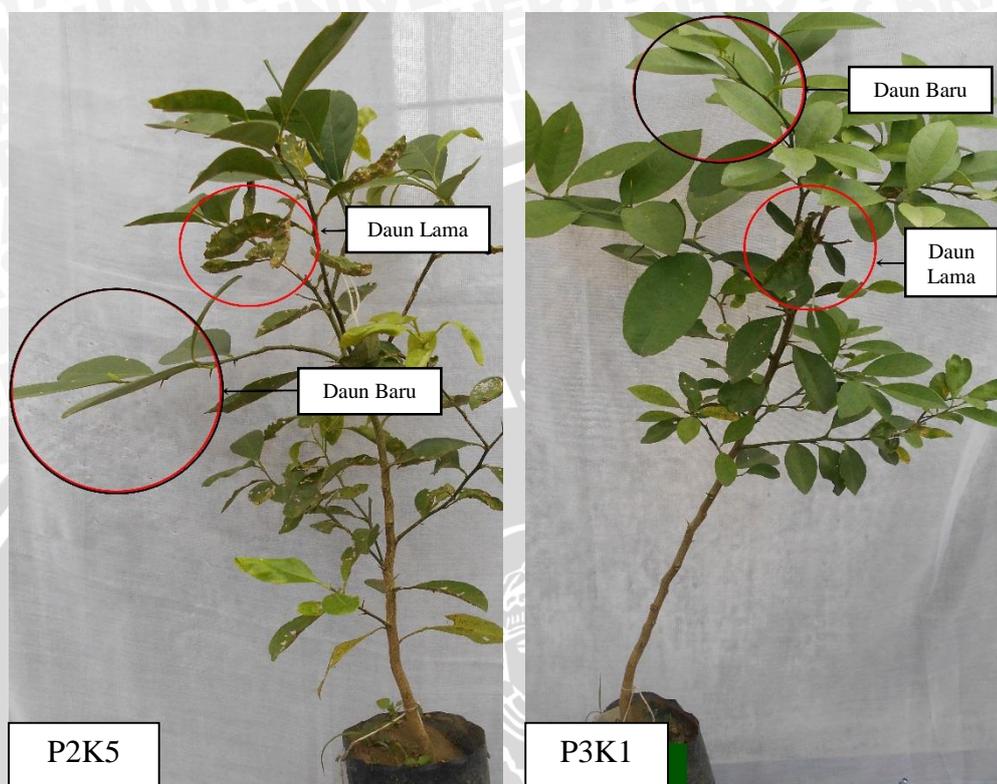


Gambar lampiran 5. Kurva kalibrasi asam galat dalam reagen Folin-Ciocalteu pada panjang gelombang 765 nm

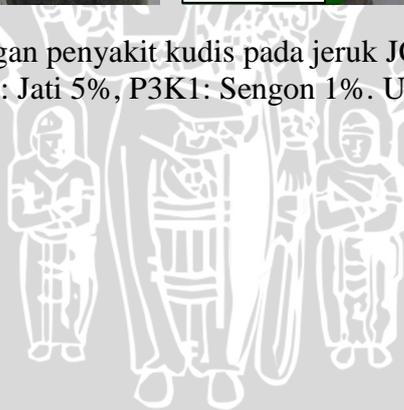
Lampiran 2. Serangan Penyakit Kudis Pada Tanaman Jeruk JC 11 MSP

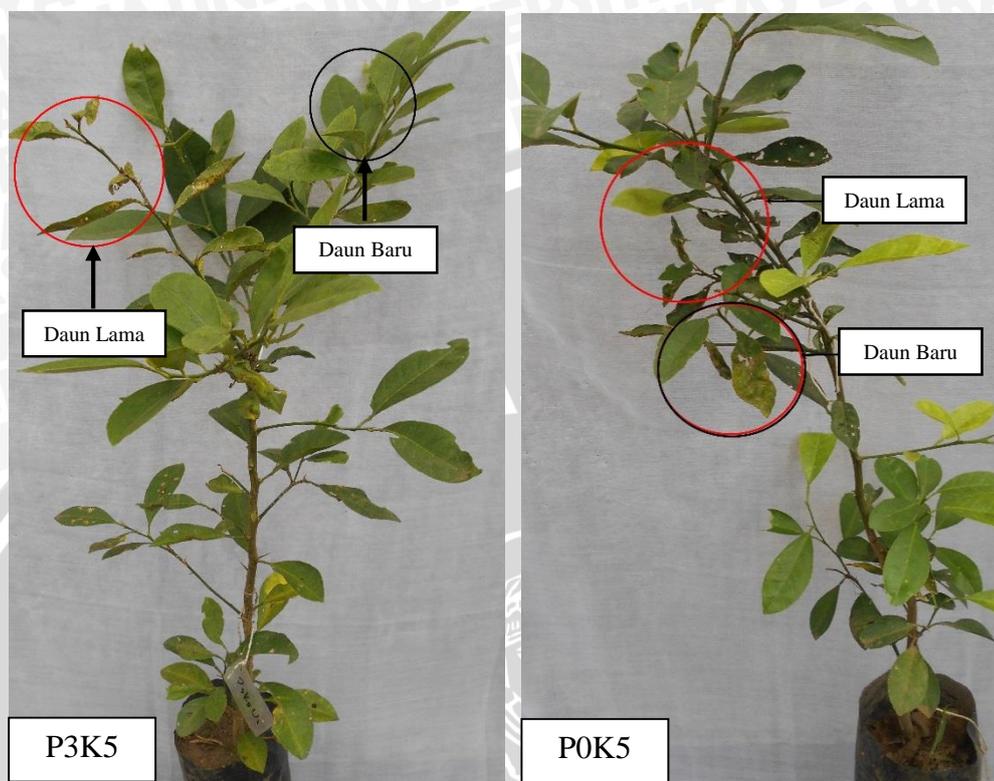


Gambar lampiran 6. Serangan penyakit kudis pada jeruk JC 11 MSP. Keterangan: P1K5: Tempurung kelapa 5%, P2K1: Jati 1%. Ulangan: 3.

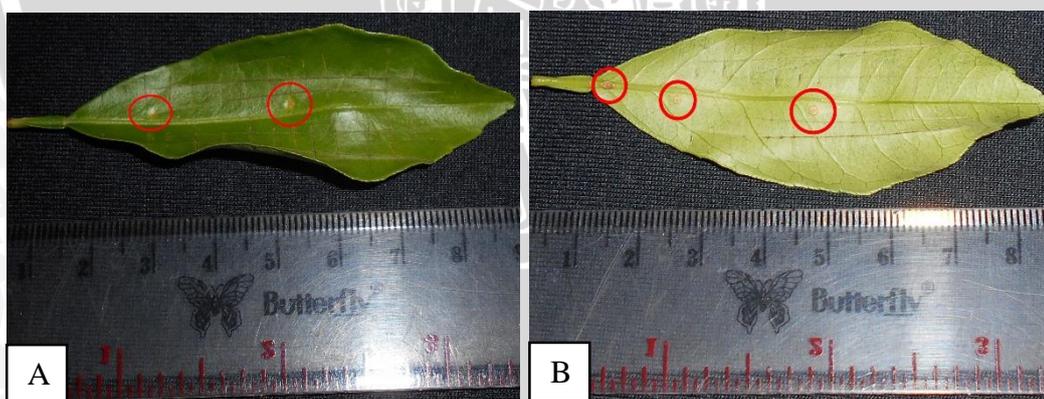


Gambar Lampiran 7. Serangan penyakit kudis pada jeruk JC 11 MSP. Keterangan: P2K5: Jati 5%, P3K1: Sengon 1%. Ulangan: 3.

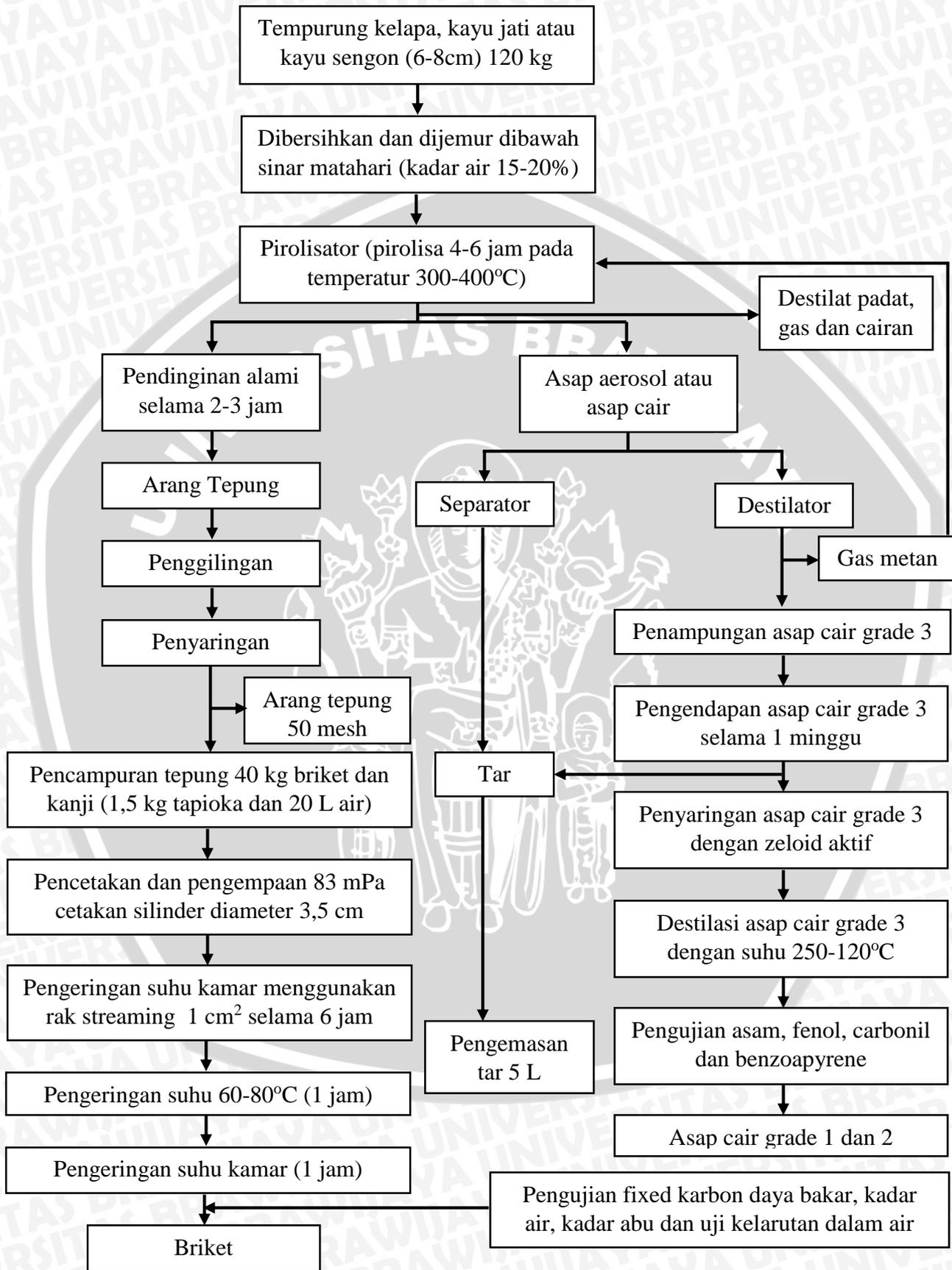




Gambar lampiran 8. Serangan penyakit kudis pada jeruk JC 11 MSP. Keterangan: P3K5: Sengen 5%, P0K5: Kontrol. Ulangan: 3.



Gambar lampiran 9. Hasil uji patogenesis pada tanaman jeruk *Japansche Citroen* (a: atas daun, b: bawah daun)



Gambar lampiran 10. Diagram alir pembuatan asap cair (Misdarpon, 2014)

Lampiran 3. Pengukuran absorbansi larutan standar asam galat, perhitungan persamaan regresi (y), dan koefisien korelasi (r)

Tabel lampiran 1. Perhitungan absorbansi larutan standar asam galat pada panjang gelombang 765 nm menggunakan Spektrofotometer UV

Konsentrasi (X)	Absorbansi (Y)	X ²	Y ²	XY
0	0,019	0	0,000361	0
40	0,081	1600	0,006561	3,24
80	0,131	6400	0,017161	10,48
120	0,211	14400	0,044521	25,32
160	0,239	25600	0,057121	38,24
200	0,332	40000	0,110224	66,4
Σ600	Σ1,013	Σ88.000	Σ0,235949	Σ143,68

a. Perhitungan persamaan regresi

Perhitungan persamaan regresi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$y = a + bx$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \\
 &= \frac{6 (143,68) - (600)(1,013)}{6 (88.000) - (600)^2} \\
 &= \frac{862,08 - 607,8}{528.000 - 360.000} \\
 &= \frac{254,28}{168.000} = 0,001514
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum y - b \sum x}{n} \\
 &= \frac{1,013 - 0,001514 (600)}{6} \\
 &= \frac{1,013 - 0,9084}{6} \\
 &= \frac{0,1046}{6} = 0,0175
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat nilai $y = 0,0175 + 0,001514x$



b. Perhitungan koefisien korelasi

Koefisien korelasi dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2) - ((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}} \\
 &= \frac{6.143,68 - 600 \cdot 1,013}{\sqrt{(6.8800) - (600)^2 - ((6.0235949) - (1,013)^2)}} \\
 &= \frac{862,08 - 607,8}{\sqrt{(528.000) - (360.000) \cdot ((1,415694) - (1,026169))}} \\
 &= \frac{254,28}{\sqrt{(168.000) \cdot ((0,389525))}} \\
 &= \frac{254,28}{\sqrt{(65.440,2)}} \\
 &= \frac{254,28}{255,81} = 0,994
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan penentuan kadar fenolat pada sampel

Penentuan konsentrasi sampel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$y = a + bx$$

$$y = 0,0175 + 0,001514x$$

Keterangan: y = Absorbansi (A),

x = Konsentrasi (C)

a. Tempurung kelapa

$$A = 0,027$$

$$y = a + bx$$

$$x = \frac{y - a}{b}$$

$$x = \frac{0,027 - 0,0175}{0,001514}$$

$$x = \frac{0,0095}{0,001514} = 6,2747$$

b. Kayu Sengon

$$A = 0,35$$

$$y = a + bx$$

$$x = \frac{y-a}{b}$$

$$x = \frac{0,035 - 0,0175}{0,001514}$$

$$x = \frac{0,0175}{0,001514} = 11,5587$$

c. Kayu Jati

$$A = 0,52$$

$$y = a + bx$$

$$x = \frac{y-a}{b}$$

$$x = \frac{0,052 - 0,0175}{0,001514}$$

$$x = \frac{0,0345}{0,001514} = 22,7873$$

Lampiran 5. Analisis ekonomis asap cair sebagai pestisida nabati

- | | |
|------------------------|--|
| a. Petak bibit jeruk | : 1m ² |
| b. Jumlah tanaman | : 100 tan/m ² |
| c. Dosis asap cair | : 5% |
| d. Jumlah aplikasi | : 30 ml/tan |
| e. Harga Asap Cair | : Rp 20.000/l |
| f. Pengenceran | : 1 liter asap cair = 20 liter asap cair + air |
| g. Kebutuhan | : 3.000 ml/m ² |
| h. Kebutuhan asap cair | : 150 ml/m ² |
| i. Harga | : Rp 3.000/m ² setiap aplikasi |

Lampiran 6. Analisis ragam luas koloni jamur *E. fawcettii* secara *in vitro*

Tabel lampiran 2. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-3

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	1496,95	748,48	12,68	**	3,32
Konsentrasi	4	2431,84	607,96	10,30	**	2,69
Interaksi	8	908,72	113,59	1,92	tn	2,27
Galat	30	1771,21	59,04			
Total	44	6608,72				

Tabel lampiran 3. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-4

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	4074,22	2037,11	38,00	**	3,32
Konsentrasi	4	1226,18	306,54	5,72	**	2,69
Interaksi	8	4021,44	502,68	9,38	**	2,27
Galat	30	1608,37	53,61			
Total	44	10930,2				

Tabel lampiran 4. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-5

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	5011,58	2505,79	40,41	**	3,32
Konsentrasi	4	1346,26	336,56	5,43	**	2,69
Interaksi	8	4751,66	593,96	9,58	**	2,27
Galat	30	1860,34	62,01			
Total	44	12969,84				

Tabel lampiran 5. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-6

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	4772,54	2386,27	42,15	**	3,32
Konsentrasi	4	1787,38	446,84	7,89	**	2,69
Interaksi	8	5482,17	685,27	12,10	**	2,27
Galat	30	1698,48	56,62			
Total	44	13740,56				

Tabel lampiran 6. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-7

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	3916,05	1958,02	46,25	**	3,32
Konsentrasi	4	1833,20	458,30	10,83	**	2,69
Interaksi	8	4592,86	574,11	13,56	**	2,27
Galat	30	1269,95	42,33			
Total	44	11612,06				

Tabel lampiran 7. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-8

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	3602,38	1801,19	19,50	**	3,32
Konsentrasi	4	1705,57	426,39	4,62	**	2,69
Interaksi	8	4937,92	617,24	6,68	**	2,27
Galat	30	2771,52	92,38			
Total	44	13017,38				

Tabel lampiran 8. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-9

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	5746,46	2873,23	19,16	**	3,32
Konsentrasi	4	2500,62	625,16	4,17	**	2,69
Interaksi	8	6949,52	868,69	5,79	**	2,27
Galat	30	4497,94	149,93			
Total	44	19694,55				

Tabel lampiran 9. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-10

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	5141,97	2570,99	20,83	**	3,32
Konsentrasi	4	2988,72	747,18	6,05	**	2,69
Interaksi	8	5549,35	693,67	5,62	**	2,27
Galat	30	3703,23	123,44			
Total	44	17383,28				

Tabel lampiran 10. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-11

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	6334,40	3167,20	21,29	**	3,32
Konsentrasi	4	6675,72	1668,93	11,22	**	2,69
Interaksi	8	6559,66	819,96	5,51	**	2,27
Galat	30	4462,42	148,75			
Total	44	24032,19				

Tabel lampiran 11. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-12

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	6953,85	3476,93	23,57	**	3,32
Konsentrasi	4	6317,00	1579,25	10,70	**	2,69
Interaksi	8	4728,87	591,11	4,01	**	2,27
Galat	30	4426,18	147,54			
Total	44	22425,91				

Tabel lampiran 12. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-13

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	6755,34	3377,67	19,38	**	3,32
Konsentrasi	4	6527,05	1631,76	9,36	**	2,69
Interaksi	8	4891,56	611,45	3,51	**	2,27
Galat	30	5227,28	174,24			
Total	44	23401,23				

Tabel lampiran 13. Analisis ragam daya hambat pertumbuhan koloni jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan hari ke-14

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	2	6477,32	3238,66	17,14	**	3,32
Konsentrasi	4	6608,35	1652,09	8,74	**	2,69
Interaksi	8	4457,82	557,23	2,95	*	2,27
Galat	30	5669,96	189,00			
Total	44	23213,45				

Lampiran 7. Analisis ragam berat basah miselium jamur *E. fawcettii* secara *in vitro*

Tabel lampiran 14. Analisis ragam berat basah miselium jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	3	140,73	46,91	52,14	**	2,84
Konsentrasi	4	16,70	4,18	4,64	**	2,61
Interaksi	12	28,56	2,38	2,65	*	2,00
Galat	40	35,99	0,90			
Total	59	221,98				

Lampiran 8. Analisis ragam berat kering miselium jamur *E. fawcettii* secara *in vitro*

Tabel lampiran 15. Analisis ragam berat kering miselium jamur *E. fawcettii* uji peracunan makanan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Jenis Asap Cair	3	0,06	0,02	54,01	**	2,84
Konsentrasi	4	0,00	0,00	1,70	tn	2,61
Interaksi	12	0,01	0,00	1,52	tn	2,00
Galat	40	0,02	0,00			
Total	59	0,09				

Lampiran 9. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* secara *in vivo*

Tabel lampiran 16. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-1

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	277,33	138,67	0,24	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	477,83	159,28	0,27	tn	3,34
Konsentrasi	1	48,17	48,17	0,08	tn	4,60
Interaksi	3	1771,17	590,39	1,02	tn	3,34
Galat	14	8133,33	580,95			
Total	23	10707,83	465,56			

Tabel lampiran 17. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-2

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	289,33	144,67	0,21	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	697,83	232,61	0,33	tn	3,34
Konsentrasi	1	104,17	104,17	0,15	tn	4,60
Interaksi	3	1813,83	604,61	0,86	tn	3,34
Galat	14	9822,67	701,62			
Total	23	12727,83	553,38			

Tabel lampiran 18. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-3

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	972,00	486,00	0,66	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	1113,83	371,28	0,50	tn	3,34
Konsentrasi	1	308,17	308,17	0,42	tn	4,60
Interaksi	3	2072,50	690,83	0,94	tn	3,34
Galat	14	10332,00	738,00			
Total	23	14798,50	643,41			

Tabel lampiran 19. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-4

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	709,00	354,50	0,43	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	2177,33	725,78	0,87	tn	3,34
Konsentrasi	1	1350,00	1350,00	1,62	tn	4,60
Interaksi	3	1715,33	571,78	0,69	tn	3,34
Galat	14	11632,33	830,88			
Total	23	17584,00	764,52			

Tabel lampiran 20. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-5

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	787,00	393,50	0,39	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	2109,83	703,28	0,70	tn	3,34
Konsentrasi	1	937,50	937,50	0,93	tn	4,60
Interaksi	3	1876,50	625,50	0,62	tn	3,34
Galat	14	14111,67	1007,98			
Total	23	19822,50	861,85			

Tabel lampiran 21. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-6

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	499,19	249,59	0,25	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	2440,36	813,45	0,81	tn	3,34
Konsentrasi	1	1403,01	1403,01	1,39	tn	4,60
Interaksi	3	1525,36	508,45	0,50	tn	3,34
Galat	14	14122,98	1008,78			
Total	23	19990,91	869,17			

Tabel lampiran 22. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-7

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	1622,33	811,17	1,13	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	6681,83	2227,28	3,10	tn	3,34
Konsentrasi	1	748,17	748,17	1,04	tn	4,60
Interaksi	3	1984,50	661,50	0,92	tn	3,34
Galat	14	10047,00	717,64			
Total	23	21083,83	916,69			

Tabel lampiran 23. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-8

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	661,00	330,50	0,46	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	6244,00	2081,33	2,88	tn	3,34
Konsentrasi	1	1734,00	1734,00	2,40	tn	4,60
Interaksi	3	5152,67	1717,56	2,38	tn	3,34
Galat	14	10120,33	722,88			
Total	23	23912,00	1039,65			

Tabel lampiran 24. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-9

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	114,33	57,17	0,22	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	4216,50	1405,50	5,36	*	3,34
Konsentrasi	1	988,17	988,17	3,77	tn	4,60
Interaksi	3	1004,50	334,83	1,28	tn	3,34
Galat	14	3672,33	262,31			
Total	23	9995,83	434,60			

Tabel lampiran 25. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-10

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	105,33	52,67	0,63	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	3523,17	1174,39	13,96	**	3,34
Konsentrasi	1	140,17	140,17	1,67	tn	4,60
Interaksi	3	425,83	141,94	1,69	tn	3,34
Galat	14	1177,33	84,10			
Total	23	5371,83	233,56			

Tabel lampiran 26. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-11

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	350,33	175,17	1,73	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	2821,83	940,61	9,29	*	3,34
Konsentrasi	1	181,50	181,50	1,79	tn	4,60
Interaksi	3	396,50	132,17	1,31	tn	3,34
Galat	14	1417,67	101,26			
Total	23	5167,83	224,69			

Tabel lampiran 27. Analisis ragam intensitas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-12

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	408,33	204,17	1,94	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	3000,50	1000,17	9,51	**	3,34
Konsentrasi	1	121,50	121,50	1,16	tn	4,60
Interaksi	3	329,83	109,94	1,05	tn	3,34
Galat	14	1471,67	105,12			
Total	23	5331,83	231,82			

Lampiran 10. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* secara *in vivo*

Tabel lampiran 28. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-1

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	3,26	1,63	1,00	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	4,88	1,63	1,00	tn	3,34
Konsentrasi	1	1,63	1,63	1,00	tn	4,60
Interaksi	3	4,88	1,63	1,00	tn	3,34
Galat	14	22,79	1,63			
Total	23	37,43	1,63			

Tabel lampiran 29. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-2

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	3,00	1,50	1,00	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	4,50	1,50	1,00	tn	3,34
Konsentrasi	1	1,50	1,50	1,00	tn	4,60
Interaksi	3	4,50	1,50	1,00	tn	3,34
Galat	14	21,00	1,50			
Total	23	34,50	1,50			

Tabel lampiran 30. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-3

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	3,26	1,63	1,00	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	19,53	6,51	4,00	*	3,34
Konsentrasi	1	6,51	6,51	4,00	tn	4,60
Interaksi	3	19,53	6,51	4,00	*	3,34
Galat	14	22,79	1,63			
Total	23	71,61	3,11			

Tabel lampiran 31. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-4

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	9,77	4,88	1,62	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	17,90	5,97	1,97	tn	3,34
Konsentrasi	1	1,63	1,63	0,54	tn	4,60
Interaksi	3	30,92	10,31	3,41	*	3,34
Galat	14	42,32	3,02			
Total	23	102,54	4,46			

Tabel lampiran 32. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-5

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	22,79	11,39	2,88	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	52,08	17,36	4,39	*	3,34
Konsentrasi	1	6,51	6,51	1,65	tn	4,60
Interaksi	3	71,61	23,87	6,04	**	3,34
Galat	14	55,34	3,95			
Total	23	208,33	9,06			

Tabel lampiran 33. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-6

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	3,26	1,63	0,30	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	56,97	18,99	3,55	*	3,34
Konsentrasi	1	40,69	40,69	7,61	*	4,60
Interaksi	3	17,90	5,97	1,12	tn	3,34
Galat	14	74,87	5,35			
Total	23	193,68	8,42			

Tabel lampiran 34. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-7

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	13,02	6,51	0,41	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	247,40	82,47	5,22	*	3,34
Konsentrasi	1	6,51	6,51	0,41	tn	4,60
Interaksi	3	32,55	10,85	0,69	tn	3,34
Galat	14	221,35	15,81			
Total	23	520,83	22,64			

Tabel lampiran 35. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-8

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	9,77	4,88	0,34	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	423,18	141,06	9,95	**	3,34
Konsentrasi	1	0,00	0,00	0,00	tn	4,60
Interaksi	3	91,15	30,38	2,14	tn	3,34
Galat	14	198,57	14,18			
Total	23	722,66	31,42			

Tabel lampiran 36. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-9

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	9,77	4,88	1,00	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	540,36	180,12	36,89	**	3,34
Konsentrasi	1	6,51	6,51	1,33	tn	4,60
Interaksi	3	19,53	6,51	1,33	tn	3,34
Galat	14	68,36	4,88			
Total	23	644,53	28,02			

Tabel lampiran 37. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-10

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	22,79	11,39	0,60	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	252,28	84,09	4,47	*	3,34
Konsentrasi	1	1,63	1,63	0,09	tn	4,60
Interaksi	3	4,88	1,63	0,09	tn	3,34
Galat	14	263,67	18,83			
Total	23	545,25	23,71			

Tabel lampiran 38. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-11

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	13,02	6,51	2,33	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	631,51	210,50	75,44	**	3,34
Konsentrasi	1	0,00	0,00	0,00	tn	4,60
Interaksi	3	13,02	4,34	1,56	tn	3,34
Galat	14	39,06	2,79			
Total	23	696,61	30,29			

Tabel lampiran 39. Analisis ragam luas serangan penyakit kudis oleh jamur *E. fawcettii* uji *in vivo* minggu ke-12

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ket	F Tabel 5%
Ulangan	2	3,13	1,57	0,30	tn	3,74
Jenis Asap Cair	3	542,78	180,93	34,72	**	3,34
Konsentrasi	1	1,50	1,50	0,29	tn	4,60
Interaksi	3	4,50	1,50	0,29	tn	3,34
Galat	14	72,95	5,21			
Total	23	624,86	27,17			