

repository.ub.ac.id

**STUDI EFEKTIVITAS ASAP CAIR DARI LIMBAH SERBUK
KAYU DAMAR (*Agathis damara*) SEBAGAI BIOPESTISIDA
TERHADAP *Spodoptera litura* FABRICIUS (Lepidoptera:
Noctuidae)**

SKRIPSI

oleh
AGNES LAURENZA MANGARE
155090100111021



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

**STUDI EFEKTIVITAS ASAP CAIR DARI LIMBAH SERBUK
KAYU DAMAR (*Agathis damara*) SEBAGAI BIOPESTISIDA
TERHADAP *Spodoptera litura* FABRICIUS (Lepidoptera:
Noctuidae)**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi**

oleh
AGNES LAURENZA MANGARE
155090100111021



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI EFEKTIVITAS ASAP CAIR DARI LIMBAH SERBUK
KAYU DAMAR (*Agathis damara*) SEBAGAI BIOPESTISIDA
TERHADAP *Spodoptera litura* FABRICIUS (Lepidoptera:
Noctuidae)**

**AGNES LAURENZA MANGARE
155090100111021**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 18 Desember 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi

Menyetujui
Pembimbing

Zulfaidah Penata Gama, M.Si., PhD
NIP. 197202011997022001

Mengetahui
Ketua Program Studi S-1 Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Rodiyati Azrianingsih S.Si.,M.Sc.,Ph.D
NIP. 19700128 199412 2 001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agnes Laurenza Mangare

NIM : 155090100111021

Jurusan : Biologi

Penulis Skripsi berjudul :Studi Efektivitas Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar (*Agathis damara*) sebagai Biopestisida terhadap *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: *Noctuidae*)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran

Malang, 18 Desember 2018
Yang menyatakan

Agnes Laurenza Mangare
155090100111021

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terkbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



repository.ub.ac.id

**Studi Efektivitas Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar
(*Agathis damara*) sebagai Biopestisida terhadap *Spodoptera litura*
Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)**

Agnes L. Mangare, Zulfaidah P. Gama
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Brawijaya, Malang
2018

ABSTRAK

Tujuan penelitian skripsi ini adalah menganalisis pengaruh asap cair terhadap mortalitas dari *Spodoptera litura* Fabricius dan menganalisis kandungan bahan aktif asap cair dengan bahan dasar kayu damar (*Agathis damara*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan, Biologi FMIPA Universitas Brawijaya, Malang. Rancangan penelitian ini merupakan rancangan acak kelompok dengan metode bioassay asap cair terhadap *S. litura*. Pengujian terdiri dari uji pendahuluan menggunakan variasi konsentrasi kontrol, 1%, 5% dan 10% dengan 3 pengulangan menggunakan 5 larva *S. litura* instar 2 serta dilakukan pengamatan selama 2 hari setelah perlakuan. Uji definitif menggunakan variasi konsentrasi asap cair 5%; 10%; 15%; 20%; 25% dan kontrol dengan 3 ulangan menggunakan 15 larva *S. litura* instar 2. Pengamatan uji definitif dilakukan hingga 7 hari setelah aplikasi dengan pakan perlakuan satu kali dan selanjutnya pakan segar. Pakan yang digunakan adalah daun kubis dengan menggunakan metode celup yaitu pencelupan pada asap cair selama 2 menit dan dikering anginkan 10 menit. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas, perubahan perilaku, dan aktivitas makan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis probit taraf nyata 5% menggunakan SPSS 20. Mortalitas larva *S. litura* memiliki persentase tertinggi 100% pada konsentrasi 25% dan efektif mulai konsentrasi 10%. Perilaku larva mengalami penurunan pergerakan dan *stop feeding* yang mendorong tingginya mortalitas. Analisis probit menunjukkan LC₅₀ selama 7 hari mengalami penurunan dengan kandungan kimia utama fenol, 3-penten-2-one, 4-methyl dan 2-pentanone, 4-hydroxy-4-methyl.

Kata kunci: Asap cair, konsentrasi, larva *S. litura*, LC₅₀, mortalitas.

repository.ub.ac.id

**Study of Effectivity of Liquid Smoke from Waste Wood Resin
(*Agathis damara*) as a Biopesticide against *Spodoptera litura*
Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)**

Agnes L. Mangare, Zulfaidah P. Gama

Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Science,
Brawijaya University, Malang
2018

ABSTRACT

The purpose of this research is analyze the effect of liquid smoke against *Spodoptera litura* Fabricius mortality and analyze the content of active ingredients liquid smoke with wood base materials resin (*Agathis damara*). The research was held at Laboratory of Ecology and Animal Diversity, Biology Science Faculty of Brawijaya University, Malang. The design of this research is random groups with bioassay liquid smoke against the *S. litura*. The testing consists of a preliminary test using a variation of concentration control, 1%, 5% and 10% with 3 repetitions using 5 larvae of *s. litura* instars 2 and observation for 2 days after the treatment. The definitive test using liquid smoke concentration variation of 5%; 10%; 15%; 20%; 25% and control with 3 replicates using 15 *S. litura* larva instars 2. The definitive test observations conducted until 7 days after treatment with feed application one time and then the feed fresh. The feed used is the cabbage leaf with leaf dipping methods. Observations were made against mortality, behavior change, and feeding activities. Data analysis was done using the probit analysis of the real extent of 5% using SPSS 20. Mortality of larvae of *S. litura* has the highest percentage of 100% at a concentration of 25% and the effective concentration start at 10%. Larval behaviour decreased movement and stop feeding that drives the high mortality. Probit analysis shows the LC₅₀ value decreased at 7 days after treatment with major chemical content of phenol, 3-penten-2-one, 4-methyl and 2-pentanone, 4-hydroxy-4-methyl.

Key words: Concentration, LC₅₀, liquid smoke, mortality, *S. litura* larvae

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan atas penyertaan dan kuasa dari Tuhan Yesus Kristus akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang merupakan syarat dalam menuntaskan studi di bidang Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Zulfaidah Penata Gama, M.Si., PhD selaku Dosen Pembimbing yang telah mendampingi dan memberi pengarahan serta tambahan ilmu dan saran saran yang berguna bagi penulis.
2. Dr. Bagyo Yanuwadi dan Nia Kurniawan, S.Si.,MP.,D.Sc selaku dosen penguji yang telah memberi saran dalam perbaikan penyusunan skripsi.
3. Ibu Dewi Melanie dan segenap staf laboratorium Proteksi Tanaman BBPP Ketindan Lawang yang telah memberi pengetahuan dan kesempatan pada penulis dalam mengenal dan memproduksi asap cair.
4. Orang tua penulis atas segala Doa, dukungan, pengorbanan, dan motivasi yang tidak terkira.
5. Adedy Habib Mulyadi yang selalu meyakinkan, mengusahakan, membantu lancarnya penelitian ini.
6. Lina Alifah, Christyanita, Naqiyah, Verrasiana, Ayu Tri, Anita C, Kurnia R yang berjuang bersama sejak laporan tulis tangan hingga tugas akhir.
7. Rekan-rekan Biologi angkatan 2015, BPH Sobat Bumi Malang 2018 dan seluruh civitas akademik Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Penulisan skripsi ini merupakan upaya optimal penulis sebagai sarana dalam membantu pengembangan dan ketersediaan informasi perkembangan ilmu pengetahuan. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk menjadikan karya ini semakin bermanfaat.

Malang, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pestisida	4
2.2 Asap Cair	6
2.3 Mekanisme Pembuatan Asap Cair	8
2.4 Kayu Damar (<i>Agathis damara</i> Rich)	9
2.5 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> Fabricius)	10
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Rancangan Penelitian	14
3.3 Pembuatan Asap Cair	14
3.4 Bioassay Asap Cair	15
3.5 Analisis Kandungan Kimia	17
3.6 Analisis Data	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Pengaruh Asap Cair	18
4.2 <i>Lethal Concentration</i> 50 (LC ₅₀)	21
4.3 Komponen Kimia Penyusun	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25

DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	31



DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Klasifikasi bahaya pestisida	5
2	Mortalitas larva <i>Spodoptera litura</i>	19
3	Nilai LC ₅₀ asap cair	22



DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Pembagian kualitas asap cair.....	6
2	Desain alat pirolisis asap cair	8
3	<i>Spodoptera litura</i>	11
4	Peta distribusi <i>S. litura</i>	12
5	Instalasi pembuatan asap cair	15
6	Larva <i>Spodoptera litura</i>	20
7	Larva <i>Spodoptera litura</i> mengalami eksdisis.....	21
8	Kromatogram GC-MS	24



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Jadwal kegiatan.....	31
2	Dokumentasi penelitian	31
3	Data kematian larva	34
4	Analisis Probit	34
5	Analisis GC-MS	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spodoptera litura F. atau secara umum dikenal sebagai ulat grayak merupakan hama yang tergolong polifag dan merugikan bagi pertanian dan perkebunan di negara tropis dengan persebaran di Asia, Australia dan kepulauan Pasifik. Spesies ini mampu menginvasi suatu area baru dan mudah melakukan adaptasi terhadap iklim dan kondisi ekologis yang berbeda, sehingga mengakibatkan persebarannya sulit untuk dikendalikan dan menyerang berbagai jenis tanaman yang berbeda. Serangan dari *Spodoptera litura* ini umumnya digolongkan invasif karena dapat menyebabkan terjadinya kegagalan panen dalam skala besar dan memiliki tingkat kerugian yang tinggi. Sifat polifagus dari *Spodoptera litura* menjadikan spesies ini memiliki setidaknya 120 spesies tanaman yang menjadi tanaman inang (*host*) baik tanaman pangan, perkebunan, ornamental dan tanaman liar lainnya (Brown & Dewhurst, 1975).

Stadia perkembangan dari *Spodoptera litura* yang membahayakan dan berdampak besar dalam menyebabkan kerugian adalah stadia larva (ulat) karena dapat menghabiskan hingga keseluruhan daun dan menyisakan sedikit bagian tulang daun saja. Ketiadaan daun ini mengakibatkan tanaman mengalami kematian sehingga mendorong terjadinya kegagalan panen. *S. litura* di Indonesia menyerang hingga 112 spesies tanaman, antara lain: tembakau sebesar 30 %, kedelai 80%, sawi 90%, kubis 98%, kacang tanah 30%, kentang 60% cabai 53% dan sayuran lainnya sebesar 34%. Stadia larva dari *Spodoptera litura* yang berbahaya dan umumnya ditakuti oleh para petani berada pada saat instar 3 hingga 5 akibat pada instar tersebut *S. litura* sedang aktif mencerna (Hasnah dkk., 2012).

Tingginya serangan dari hama *Spodoptera litura* ini menjadikan petani melakukan beragam cara guna menghindarkan dari kegagalan panen. Pengendalian serangan hama ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) oleh petani umumnya masih menggunakan insektisida kimia sintetis. Dampak negatif penggunaan insektisida kimia sintetis diantaranya yaitu resistensi, resurgensi, terbunuhnya musuh alami, meningkatnya residu pada hasil, pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan bagi pengguna (Samsudin, 2011). Salah satu

repository.ub.ac.id

upaya yang dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia yakni metode pengendalian hayati dengan memanfaatkan pestisida biologis berupa asap cair.

Asap cair adalah campuran larutan dari sebaran asap kayu dalam air yang dibuat dengan mengembunkan asap hasil pirolisis kayu. Kualitas dan kuantitas asap cair yang dihasilkan tergantung dari bahan baku jenis dan keras lunaknya kayu yang digunakan. Asap cair terutama mengandung senyawa fenol, benzoperin, dan beberapa asam organik (Kompas, 2006). Petani di Indonesia hingga saat ini umumnya masih mengandalkan insektisida sintetis untuk mengendalikan tersebut akibat keterbatasan cara non-kimiawi yang efektif di lapangan. Oleh karenanya, ketersediaan bahan pengendali (asap cair) yang efektif akan memperluas pilihan cara pengendalian hama ramah lingkungan dan murah di tingkat petani.

Penelitian sebelumnya terkait dengan asap cair di Indonesia masih terbatas pada asap cair dengan bahan dasar dari tempurung kelapa yang dimanfaatkan sebagai biopestisida dan pengawet makanan. Penelitian asap cair dengan bahan dasar serbuk kayu damar ini merupakan penelitian dengan bahan baku baru yang berbeda dengan penelitian sebelumnya sehingga penelitian ini tidak mengandung plagiasi penelitian lain dan tergolong penelitian baru. Penelitian internasional mengenai asap cair sudah banyak dipublikasikan, namun untuk asap cair dengan bahan dasar limbah serbuk kayu damar belum ditemukan publikasi terkait. Perbedaan bahan dasar dalam pembuatan asap cair ini akan memiliki kandungan bahan kimia aktif dan keefektifan yang berbeda pula. Sehingga penelitian mengenai asap cair dengan bahan dasar yang berbeda ini akan menambah referensi dan opsi dalam pembuatan asap cair.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini berdasarkan latar belakang di atas yaitu:

1. Bagaimana pengaruh asap cair terhadap mortalitas dari *Spodoptera litura* Fabricius?
2. Bagaimana kandungan bahan aktif asap cair dengan bahan dasar kayu damar (*Agathis damara*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah di atas adalah, sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh asap cair terhadap mortalitas dari *Spodoptera litura* Fabricius.
2. Menganalisis kandungan bahan aktif asap cair dengan bahan dasar kayu damar (*Agathis damara*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan alternatif lain dalam mengatasi serangan hama ulat grayak pada pertanian bawang daun dengan menggunakan asap cair yang telah teruji melalui penelitian ini. Data LC_{50} yang diperoleh digunakan sebagai panduan penentuan konsentrasi asap cair dalam mengatasi serangan *Spodoptera litura* Fabricius. Penggunaan asap cair ini dapat membantu dalam mencegah terjadinya degradasi dan penurunan kualitas tanah pertanian akibat dari penggunaan pestisida kimia.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pestisida

Pestisida merupakan bahan kimia atau bahan dengan kandungan kimia yang digunakan dalam pengendalian berbagai jenis hama seperti tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman akibat fungi, bakteri dan virus, nematode dan hewan lain yang dianggap merugikan.. Menurut USEPA (*United States Environmental Protection Agency*), pestisida merupakan zat atau campuran yang digunakan untuk mencegah, memusnahkan, menolak, atau memusuh hama dalam bentuk hewan, tanaman dan mikroorganisme pengganggu (Soemirat, 2003). Berdasarkan SK Menteri Pertanian RI NO. 24/Permentan/SR.140/4/2011 tentang syarat dan tatacara pendaftaran pestisida menyatakan pestisida merupakan semua zat kimia dan bahan lain serta zat renik dan virus yang dipergunakan untuk:

1. Memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian;
2. Memberantas rerumputan;
3. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan;
4. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk;
5. Memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak;
6. Memberantas atau mencegah hama-hama air;
7. Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan; dan/atau
8. Memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah atau air.

Pestisida yang digunakan di bidang pertanian secara spesifik sering disebut produk perlindungan tanaman (*crop protection products*) untuk membedakannya dari produk-produk yang digunakan dibidang

lain (Djojosumarto, 2008). Pengelolaan pestisida adalah kegiatan meliputi pembuatan, pengangkutan, penyimpanan, peragaan, penggunaan dan pembuangan / pemusnahan pestisida. Selain efektifitasnya yang tinggi, pestisida banyak menimbulkan efek negatif yang merugikan. Pengendalian dengan pestisida sebaiknya pengguna mengetahui sifat kimia dan sifat fisik pestisida, biologi dan ekologi organisme pengganggu tanaman (Wudianto, 2010).

Penggunaan pestisida pada tanaman akan diserap oleh tanaman tersebut dan kemudian bersama dengan hasil panen akan mengakibatkan residu dari pestisida terkonsumsi oleh konsumen akibat pengolahan yang kurang tepat ataupun tingginya tingkat residu yang ada sehingga tidak dapat hilang sepenuhnya. Residu pestisida ini timbul sebagai dampak langsung maupun tidak langsung dari penggunaan pestisida yang tidak hanya diterima oleh organisme yang menjadi targetnya saja. Residu pestisida ini berupa senyawa turunan pestisida dari proses metabolit dan reaksi yang terjadi dan pada kadar tertentu memiliki sifat toksik pada organisme yang berbeda. Residu dari pestisida kimia ini memiliki sifat yang sulit terurai secara alami dan membutuhkan waktu yang lama dalam proses degradasi hingga mencapai puluhan tahun. Sehingga mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan dan penurunan kualitas lingkungan yang ada (Sakung, 2004). Tingkatan bahaya penggunaan pestisida ini diatur oleh WHO dengan pembagian klasifikasi ke dalam empat tingkatan kelas yang berbeda (Tabel 1) (Sembodo, 2010).

Tabel 1. Klasifikasi bahaya pestisida menurut WHO

Kelas	LD ₅₀ akut pada tikus, formulasi (mg/kg)			
	Oral		Dermal	
	Padat	Cair	Padat	Cair
Sangat Berbahaya	≤ 5	≤ 20	≤ 10	≤ 40
Bahaya Tinggi	5-50	20-200	10-100	40-400
Bahaya Sedang	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
Bahaya Rendah	≥ 5001	≥ 2001	≥ 1001	≥ 4001

(Sembodo, 2010)

2.2 Asap Cair

Asap cair (*wood vinegar, liquid smoke*) merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, bongkol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gergaji kayu dan lain sebagainya. Asap cair merupakan campuran terlarut dari disperse asap tempurung dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap hasil pirolisis tempurung atau merupakan kondensat dari asap tempurung yang di dalamnya terkandung berbagai unsur senyawa dengan titik didih yang berbeda beda. Pada bidang pertanian, asap cair digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah dan menetralsir asam tanah, membunuh hama tanaman dan mengontrol pertumbuhan tanaman, pengusir serangga, mempercepat pertumbuhan pada akar, batang, umbi, daun, bunga, dan buah. Dengan demikian asap cair diyakini dapat menggantikan fungsi pestisida kimia yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Yatagai, 2002).

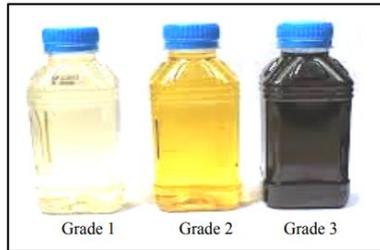
Menurut Yatagai (2002), komponen kimia asap cair seperti asam asetat berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, pencegah penyakit tanaman. Metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan fenol dan turunannya berfungsi untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya asap cair mempunyai peranan sebagai pemercepat pertumbuhan tanaman, karena asap cair mengandung asam asetat.

Asap cair diproduksi dengan cara kondensasi dari pirolisis komponen kayu. Pirolisis selulosa berlangsung dalam dua tahap, tahap pertama merupakan reaksi hidrolisis asam yang diikuti dengan dehidrasi untuk menghasilkan glukosa, tahap kedua adalah pembentukan asam asetat dan homolognya bersama-sama dengan air serta sejumlah kecil furan dan fenol. Hemiselulosa tersusun dari pentosan ($C_5H_8O_4$) dan heksosan ($C_6H_{10}O_5$) dan rata-rata proporsi ini tergantung pada spesies kayu. Pirolisis dari pentosan membentuk furfural, furan, dan turunannya beserta suatu seri yang panjang dari asam karboksilat. Bersama-sama dengan selulosa pirolisis heksosan membentuk asam asetat dan homolognya. Dekomposisi hemiselulosa

terjadi pada suhu 200°-250°C. Lignin dalam pirolisis menghasilkan senyawa yang berperan terhadap aroma asap dari produk-produk hasil pengasapan. Senyawa-senyawa tersebut adalah fenol dan eter fenolik seperti guaiakol (2 metoksi fenol) dan homolognya serta turunannya. Fenol dihasilkan dari dekomposisi lignin yang terjadi pada suhu 300°C dan berakhir pada suhu 400°C (Girard, 1992).

Komposisi asap cair telah diteliti oleh Pettet dan Lane pada tahun 1940, diperoleh hampir 1000 macam senyawa kimia. Beberapa jenis senyawa yang telah diidentifikasi, yaitu 85 fenolik, 45 karbonil, 35 asam, 11 furan, 15 alkohol dan ester, 13 lakton, dan 21 hidrokarbon alifatik (Girard, 1992). Menurut Maga (1998), komposisi asap cair dari bahan kayu terdiri atas 11-92% air, 0,2-2,9% fenolik, 2,8- 4,5% asam organik, dan 2,6-4,6% karbonil, sedangkan Bratzler dkk. (1969) menyatakan komponen utama asap kayu mengandung hidroksil 24,6% karbonil, 39,9% asam karboksilat, dan 15,7% fenolik. Kualitas asap cair sangat bergantung pada komposisi senyawa-senyawa kimia yang dikandungnya. Kriteria mutu asap cair baik cita rasa maupun aroma sebagai ciri khas yang dimiliki asap ditentukan oleh golongan senyawa kimia yang dikandungnya. Senyawa-senyawa kimia yang terdapat di dalam asap cair sangat bergantung pada kondisi pirolisis dan bahan baku yang digunakan (Nakai dkk., 2006).

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis perlu dilakukan proses pemurnian dimana proses ini menentukan jenis asap cair yang dihasilkan. Proses pemurnian asap cair ini dilakukan dengan metode distilasi. Distilasi merupakan metode pemisahan zat cair berdasarkan perbedaan kecepatan penguapan atau volatiltas bahan. Produk distilat yang pertama kali tertampung memiliki kadar komponen yang lebih ringan dibandingkan distilat yang lain. Berdasarkan distilasi ini, kualitas asap cair terbagi menjadi 3 tingkatan yaitu tingkat 1, 2 dan 3 (Gambar 1). Asap cair tingkat 1 merupakan asap cair yang paling bagus kualitasnya dan tidak mengandung senyawa yang berbahaya lagi untuk diaplikasikan untuk produk makanan terutama makanan siap saji. Asap cair tingkat kualitas 2 memiliki kegunaan sama seperti kualitas tingkat 1 namun lebih cenderung untuk pengawetan bahan pangan mentah. Asap cair dengan kualitas tingkat 3 masih mengandung tar yang tinggi sehingga tidak dapat digunakan sebagai pengawet makanan namun digunakan dalam pengawetan kayu dan sebagai pestisida nabati dalam pertanian (Yulstiani, 2008).



(Kailaku dkk., 2016)

Gambar 1. Pembagian Kualitas Asap Cair kiri ke kanan: Grade 1, grade 2 dan grade 3

2.3 Mekanisme Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis atau distilasi kering (*destructive distillation*). Pirolisis merupakan proses dekomposisi atau pemecahan bahan baku penghasil asap cair dengan adanya panas pembakaran dan oksigen terbatas sehingga dari proses tersebut didapatkan gas, cairan dan arang yang jumlahnya dipengaruhi oleh jenis bahan, metode, dan kondisi dari pirolisisnya. Pirolisis dapat diartikan sebagai pembakaran tidak sempurna karena menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbondioksida pada bahan baku yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Girard, 1992).

Proses pirolisis melibatkan berbagai reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Reaksi-reaksi yang terjadi selama pirolisis kayu adalah: penghilangan air dari kayu pada suhu 120-150°C, pirolisis hemiselulosa pada suhu 200-250°C, pirolisis selulosa pada suhu 280-320°C dan pirolisis lignin pada suhu 400°C. Pirolisis pada suhu 400°C ini menghasilkan senyawa yang mempunyai kualitas organoleptik yang tinggi dan pada suhu lebih tinggi lagi akan terjadi reaksi kondensasi pembentukan senyawa baru dan oksidasi produk kondensasi diikuti kenaikan linier senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatik (Girard, 1992). Menurut Purwaningtyas (2010), peristiwa dekomposisi pada proses pirolisis dapat dibagi menjadi lima zona. Zona I pada suhu kurang dari 100°C terjadi evolusi kadar air secara umum; zona II pada suhu 200 – 250°C bahan baku mulai terdekomposisi; zona III pada suhu 250 – 350°C dekomposisi hemiselulosa secara dominan; zona IV pada suhu 350 –

500°C terjadi dekomposisi selulosa dan lignin; dan zona V pada suhu di atas 500°C terjadi dekomposisi lignin. Desain alat pirolisis asap cair disajikan pada gambar 2.



(dok. Pribadi)

Gambar 2. Desain alat pirolisis asap cair

2.4 Kayu Damar (*Agathis damara* Rich)

Genus *Agathis*, umumnya disebut damar, atau dalam bahasa Maori disebut kauri, adalah genus dari 21 spesies pohon yang berdaun sepanjang tahun dari famili konifer purba Araucariaceae. Meskipun dahulunya menyebar luas selama periode Jurasik, sekarang mereka hanya ditemukan di daerah yang lebih kecil di belahan bumi selatan. Pohon-pohon ini bercirikan batang yang sangat besar dan percabangan sedikit atau tidak pada beberapa bagian ke atas. Pohon muda biasanya berbentuk kerucut; hanya saat dewasa tajuknya menjadi lebih membulat atau tidak beraturan. Daun muda pada semua spesies *Agathis* lebih besar daripada daun tua, bentuknya pun bermacam-macam dari bentuk ovata (membulat telur) hingga lanceolata (panjang, lebar di tengah). Daun tua biasanya berbentuk elips, sangat kasar dan cukup tebal (Martawijaya dkk., 2005).

Agathis spp. merupakan tanaman dari famili Araucariaceae. Pohon ini berukuran sedang hingga sangat besar, berumah satu, tingginya hingga 60-65 m, batang utamanya lurus, berbentuk silinder, diameter hingga 150 cm, tajuk berbentuk kerucut dan berwarna hijau dengan percabangan yang melingkari batang. Kulit luar berwarna kelabu

sampai coklat tua, mengelupas kecil-kecil berbentuk bundar atau bulat telur. Pohon tidak berbanir, mengeluarkan damar yang lazim disebut kopal. Pohon agathis tumbuh dalam hutan primer pada tanah berpasir, berbatu-batu atau tanah liat yang selamanya tidak digenangi air (Martawijaya dkk., 2005).

Kayu Damar (*Agathis dammara* Rich.) secara alami tersebar di Papua Nugini, Britania Baru, Indonesia (Maluku, Sulawesi, Kalimantan, Sumatera, Papua), Filipina, dan Malaysia. Jenis ini umumnya tumbuh pada dataran tinggi (300 – 1.200 m dpl) dengan kelembaban 3.000 – 4.000 mm/tahun. Temperatur rata-rata tahunan 25 – 300 C. Pada dataran rendah, jenis ini ditemukan pada tanah berbatu seperti pasir podzolik (pada hutan kerangas), ultrabasa, tanah kapur, dan batuan endapan. Di Jawa, tumbuhan ini dibudidayakan untuk diambil getah atau hars-nya. Getah damar ini diolah untuk dijadikan kopal (Nurhasbi, 2001). Kayunya memiliki kualitas yang cukup tinggi untuk vinir kayu lapis, pulp, korek api, dan perabot rumah tangga. Selain itu, damar dapat menghasilkan resin (kopal) sebagai bahan pelitur dan minyak pelapis lantai (Heyne, 1987). Kayu agathis pada umumnya termasuk kelas awet IV, hama dan penyakit disebabkan oleh tikus yang memakan keping biji agathis. Sedangkan di persemaian umumnya diserang oleh jamur *Gloesporium* sp (Martawijaya dkk., 2005).

Damar terdiri dari beberapa gugus fungsi antara lain alkil, karbonil, vinil, dan hidroksil. Identifikasi dengan pirolisis-GC/MS senyawa terbanyak di dalam damar adalah brasikasterol (Mulyono, 2012). Identifikasi dengan pirolisis GC/MS menunjukkan bahwa damar mengandung paling sedikit 67 senyawa. Senyawa kimia tersebut terbagi dalam 4 golongan, yaitu hidrokarbontetrasiklik (30 senyawa, 49,57%), pentasiklik (3 senyawa, 2,56%), senyawa C₁₅ (11 senyawa, 17,09%), dan golongan lain-lain (23 senyawa, 18,26%).

2.5 Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricus)

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) memiliki klasifikasi menurut Kalsoven (1981) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Divisi : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Lepidoptera

Famili : Noctuidae
Genus : *Spodoptera*
Spesies : *Spodoptera litura* Fabricus



(CABI, 2018)

Gambar 3. *Spodoptera litura* (a) larva (b) imago

Ulat grayak atau *S. litura* merupakan salah satu hama tanaman yang banyak menyerang tembakau dan tanaman lain seperti kacang tanah, kentang, cabai, bawang merah dan kubis. Imago *S. litura* memiliki dua pasang sayap. Sayap bagian depan berwarna coklat atau keperak-perakan, sedangkan sayap belakang berwarna keputih-putihan dengan bercak hitam. Malam hari ngengat mampu terbang sejauh lima kilometer. Serangga dewasa meletakkan telur pada permukaan bawah daun, bentuk telurnya hampir bulat dengan bagian yang datar melekat pada daun atau bagian tanaman lainnya, telur berwarna coklat kekuning-kuningan, diletakkan berkelompok dengan masing-masing berisi 25-500 butir dan ditutupi bulu seperti beludru (Deptan, 2010).

Larva mempunyai warna yang bervariasi, mempunyai kalung/bulan sabit berwarna hitam pada segmen abdomen yang keempat dan ke-sepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Ulat yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan dan hidup berkelompok. Larva bersembunyi di dalam tanah pada siang hari dan menyerang tanaman pada malam hari. Larva berpindah dari tanaman satu ke tanaman yang lainnya secara bergerombol. Perilaku dan warna larva instar terakhir mirip dengan ulat tanah, perbedaan hanya pada tanda bulan sabit, berwarna hijau gelap dengan garis punggung berwarna gelap memanjang. Panjang larva yang berumur 2 minggu sekitar 5 cm. Larva berkepompong di dalam tanah yaitu membentuk pupa tanpa kokon dengan tipe obteka.

Pupa berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm (Deptan 2010).

Hama *S. litura* tersebar luas di Asia-Pasifik dan Australia. Indonesia merupakan salah satu wilayah penyebaran *S. litura*. Serangga ini dilaporkan ditemukan di provinsi Aceh, Jambi, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa tengah, DI Yogyakarta, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Maluku dan Irian Jaya. Ulat grayak aktif makan pada malam hari, meninggalkan epidermis atas dan tulang daun sehingga daun yang terserang dari jauh terlihat berwarna putih. Selain pada daun, ulat dewasa makan polong muda dan tulang daun muda, sedangkan pada daun yang tua, tulang-tulangnya akan tersisa (Marwoto & Suharsono, 2008).



(CABI, 2018)

Gambar 4. Peta Distribusi *S. litura*

Larva *S. Litura* yang berukuran kecil merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis pada bagian atas dengan hanya meninggalkan tulang-tulang daun. Larva instar lanjut merusak tulang daun dan seringkali menyerang buah. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun dan menyerang secara berkelompok. Serangan berat dapat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan ulat, serangan seperti ini biasanya terjadi pada musim kemarau (Deptan 2010).

Spodoptera litura betina meletakkan telur secara berkelompok pada permukaan daun, tiap kelompok telur terdiri atas ± 350 butir. Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung imago betina (Miyahara dkk., 1971). Telur akan menetas sekitar 4 hari dalam kondisi hangat atau sampai dengan

11 atau 12 hari jika musim dingin. Larva yang baru menetas akan tinggal sementara ditempat telur diletakkan, beberapa hari setelah itu larva akan mulai berpencar (Nakasuji, 1976). Kalshoven (1981) menyebutkan bahwa larva *S. litura* terdiri dari 5 periode instar. Instar 1 berumur sekitar 2-3 hari, instar 2 sekitar 2-4 hari, instar 3 sekitar 2-5 hari, instar 4 sekitar 2-6 hari, dan instar 5 sekitar 4-7 hari. Pupa *S. litura* berwarna coklat kemerahan dan panjangnya 18-20 mm (Kalshoven, 1981), Masa stadium pupa \pm 10 hari dengan menggunakan pakan buatan dengan berat antara 0,32 sampai 0,37 g, setelah itu *S. litura* akan berubah menjadi imago (Garad dkk., 1985). Imago dapat terbang dengan jarak yang cukup jauh (Aitkenhead dkk., 1974). Migrasi imago menggunakan persediaan gula dalam tubuh sebagai sumber energi dengan kemampuan terbang lebih dari 20 jam per hari (Murata, 2002).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 hingga Desember 2018. Pembuatan asap cair dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Kentingan, Lawang. Pengamatan dan perlakuan dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *True Experiment Research* dengan rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan. Penelitian ini menggunakan faktor pembeda konsentrasi asap cair yang digunakan. Perlakuan antar kelompok seperti pemberian pakan dan usia ulat yang digunakan adalah sama.

3.3 Pembuatan Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar

Pembuatan asap cair dilakukan dengan menggunakan prinsip kondensasi yang mana asap yang dihasilkan dari proses pembakaran dialirkan pada suatu saluran atau pipa dan didinginkan dengan menggunakan udara atau faktor lain dari luar pipa, sehingga asap mengalami perubahan wujud menjadi cairan yang selanjutnya disebut dengan asap cair (Burnette, 2010). Penelitian ini menggunakan limbah serbuk kayu damar yang berasal dari aktivitas pengrajin pigura di Mojorejo Kota Batu, Jawa Timur.

Proses pembuatan asap cair dilakukan di Balai Besar Pelatihan Pertanian Ketindan Lawang dengan lama pembuatan 7 hari dan penggunaan limbah serbuk kayu sebanyak 35 kg. Serbuk kayu diletakkan dalam instalasi pembuatan asap cair (Gambar 4) dan dilakukan pembakaran dengan menggunakan bantuan pemantik api diawal proses pembakaran hing menghasilkan asap. Saat asap yang keluar dicerobong sudah relatif banyak (pekat) api dipadamkan,

sedangkan pembakaran akan tetap berlangsung. Asap yang dihasilkan dialirkan ke dalam pendingin sehingga asap berubah wujud dari gas menjadi cairan. Cairan kemudian ditampung dengan kaleng atau wadah lain. Proses pembuatan asap cair ini berakhir dengan sendirinya ditandai suhu permukaan instalasi yang dingin dan tidak ada lagi asap cair yang menetes keluar.



(dok. pribadi)

Gambar 5. Instalasi Pembuatan Asap Cair

3.4 Bioassay Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar

Bioassay asap cair dari limbah serbuk kayu damar ini dilakukan terhadap hewan uji larva *Spodoptera litura* instar 2 hasil biakan dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Karangploso, Malang. Proses *rearing* *S. litura* dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Karangploso, Malang. Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kubis dengan pemberian pakan yang terjadwal dan terukur.

Metode yang digunakan dalam bioassay asap cair ini adalah metode celup pakan sehingga hewan uji mengalami gangguan pada sistem pencernaannya akibat mengkonsumsi pakan yang telah terpapar oleh asap cair yang diujikan. Metode ini diawali dengan terlebih dahulu mempersiapkan bahan pakan yang digunakan yaitu daun kubis yang dipotong dengan ukuran 4x4 cm yang selanjutnya dicelupkan dalam asap cair sesuai dengan konsentrasi yang diuji

selama 2 menit dan dikering anginkan selama 10 menit. Daun yang telah memperoleh perlakuan diletakkan dalam toples yang telah dialasi dengan kertas saring dan diisi dengan 5 larva *S. litura* instar 2 dan bagian atas toples ditutup dengan menggunakan kain kasa (Prabowo dkk., 2016).

Bioassay terlebih dahulu diawali dengan uji pendahuluan guna mengetahui rentang konsentrasi asap cair yang akan digunakan sebagai panduan penentuan konsentrasi yang akan diujikan pada uji definitif. Uji pendahuluan dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi asap cair 1%; 5%; 10% dan kontrol. Setiap variasi konsentrasi memiliki 3 pengulangan dengan setiap pengulangan menggunakan 5 larva instar 2 *S. litura*. Pengamatan dalam uji pendahuluan ini dilakukan selama dua hari sejak perlakuan dengan diamati ulat yang mati tiap harinya dan jumlah pakan yang dimakan. (Prabowo dkk, 2016).

Hasil dari uji pendahuluan yang telah dilakukan digunakan sebagai panduan dalam penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji definitif. Uji definitif menggunakan 5 variasi konsentrasi asap cair dan satu perlakuan kontrol, yaitu 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25%. Setiap variasi konsentrasi menggunakan 15 larva instar 2 *S. litura* dengan 3 kali pengulangan. Langkah kerja yang dilakukan dalam uji definitif ini sama dengan saat uji pendahuluan yaitu mencelupkan daun kubis ukuran 4x4cm ke dalam asap cair dengan konsentrasi tertentu. Pakan dengan perlakuan pencelupan asap cair diberikan sebanyak satu kali saja, selanjutnya diberikan pakan tanpa perlakuan. Penggantian pakan dilakukan setiap hari. Berat bersih larva ditimbang sebelum dilakukan perlakuan guna menyetarakan keseluruhan objek penelitian.

Parameter yang diamati adalah mortalitas larva (%), perubahan pergerakan larva dan aktivitas makan larva. Aktifitas makan ulat diketahui berdasarkan daun yang termakan satu hari setelah aplikasi, dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kemudian daun diganti dengan daun yang segar tanpa perlakuan. Mortalitas dan kelangsungan hidup ulat diamati setiap hari (Balfas & Willis, 2009).

Pengamatan mortalitas dilakukan selama 7 hari setelah aplikasi, dalam pengamatan ini dihitung larva yang tersisa setelah aplikasi. Mortalitas dihitung dengan rumus:

$$M = \frac{a}{a+b} \times 100\% \text{ (Fagoone dan Lauge, 1981 dalam Sinaga, 2009)}$$

Keterangan: M = Persentase Mortalitas hama; a = Jumlah *Spodoptera*

litura yang mati; b = Jumlah *Spodoptera litura* yang hidup.

3.5 Analisis Kandungan Kimia Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar

Kandungan senyawa kimia dalam asap cair diketahui melalui metode *gas chromatography mass spectrometry* (GCMS) yang dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Brawijaya. Kromatografi gas-spektrometer massa (GC-MS) adalah metode yang mengkombinasikan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel. GC-MS terdiri dari dua blok bangunan utama : kromatografi gas dan spektrometer massa. Proses GC-MS dilakukan dengan menggunakan alat GC-MS tipe Shimadzu QP2010S. Fungsi dari kromatografi gas adalah untuk melakukan pemisahan dinamis dan identifikasi semua jenis senyawa organik yang mudah menguap dan juga untuk melakukan analisis kualitatif senyawa dalam suatu campuran (Khotimah dkk., 2013).

3.6 Analisis Data

Analisa data dilakukan untuk mengetahui nilai LC_{50} dari asap cair, data mortalitas larva, dan hubungannya dengan konsentrasi formulasi asap cair. Analisa dilakukan dengan menggunakan analisis probit menurut Finney (1971 dalam Busvine 1971) dengan menggunakan Program Komputer SPSS 20. Nilai LC_{50} dari asap cair ini ditentukan pada taraf nyata 5%.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera litura*

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa asap cair dengan bahan dasar limbah serbuk kayu cukup efektif dalam menyebabkan kematian terhadap larva *Spodoptera litura* instar 2. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 7 hari, pada konsentrasi rendah ($\leq 10\%$), asap cair membutuhkan jeda waktu 1 hari untuk mengakibatkan terjadinya kematian (Tabel 2). Pengamatan aktivitas makan dari larva *S. litura* secara langsung menunjukkan terjadinya penurunan aktivitas makan dan terjadi *stop feeding* pada saat 1 hari setelah aplikasi (HSA). *Stop feeding* atau berhentinya aktivitas makan ini ditandai dengan tetap utuhnya pakan daun kubis yang ada. Hal ini berbeda dengan perlakuan kontrol dimana pakan pada 1 HSA sudah habis dimakan. Penghentian aktivitas makan ini ditandai pula dengan tidak terjadinya pergerakan oleh larva, larva cenderung diam tidak melakukan aktivitas apapun baik pada pagi hari, siang hari maupun malam hari.

Perlakuan konsentrasi 5% belum efektif dalam mematikan larva *S. litura*, yang mana kematian terjadi sesudah 5 HSA dengan % mortalitas terbilang rendah. Perlakuan asap cair 5% ini tidak menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas pergerakan dari larva secara signifikan. Perlakuan asap cair 10% menyebabkan kematian larva mulai dari 2 HSA dan mulai tampak perubahan aktivitas larva diantaranya bergerak ke permukaan toples dan menjauhi pakan kubis yang ada. Larva yang berada pada pakan kubis cenderung berada dipermukaan daun yang terbuka (bukan sela-sela daun). Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 10% mengakibatkan kematian 50% larva *S. litura* sesudah 5 HSA.

Perlakuan konsentrasi asap cair $\geq 15\%$ telah menyebabkan kematian pada larva *S. litura* sejak 1 HSA hingga 7 HSA. Kematian larva pada 1 HSA ini terjadi akibat menghirup bau dari asap cair yang digunakan. Hal ini dikarenakan pada 1 HSA larva cenderung mengalami *stop feeding*. Perilaku larva pada konsentrasi ini cenderung menjauh dari pakan dan bergelantungan atau diam dibagian penutup toples. Kematian larva *S. litura* perlakuan konsentrasi $\geq 15\%$ pada 1 HSA ini disinyalir akibat racun pernafasan. Perlakuan konsentrasi

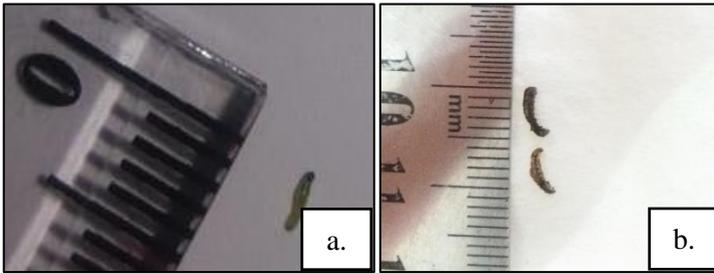
25% mengakibatkan kematian seluruh hewan uji pada 6 HSA dan penurunan aktivitas larva yang signifikan.

Tabel 2. Mortalitas Larva *Spodoptera litura* setelah perlakuan

Perlakuan (%)	Mortalitas Larva (%) (hari setelah aplikasi)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	4.44	15.56	42.22
10	0.00	13.33	28.89	42.22	53.33	71.11	75.56
15	0.00	13.33	31.11	51.11	62.22	86.67	88.89
20	22.22	31.11	62.22	80.00	84.44	93.33	93.33
25	28.89	60.00	68.89	86.67	95.56	100	100

Larva *Spodoptera litura* yang mengalami kematian akibat asap cair dari limbah serbuk kayu damar memiliki ciri-ciri tubuh yang kaku dan mengering (Gambar 6). Hal ini menunjukkan tidak terjadinya proses pembusukkan didalam tubuh larva tersebut. Menurut Makal & Defilly (2011) larva-larva yang mati pada tubuhnya terjadi perubahan warna dimana pada bagian dorsal berwarna kuning, pucat dan bagian ventral berwarna cokelat muda dan lama kelamaan di seluruh tubuh terjadi pengerasan, berubah warna menjadi cokelat kehitaman. Senyawa zat toksik yang terkandung dalam asap cair masuk dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya. Bagian dinding tubuh serangga merupakan bagian tubuh yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar (Sastrodihardjo, 1979).

Mekanisme kerja pestisida nabati dalam membunuh larva yaitu zat toksik masuk melalui kontak dengan kulit. Kemudian diaplikasikan langsung menembus integumen serangga (kutikula), trakea atau kelenjar sensoris dan organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Bahan kimia yang terkandung dalam pestisida nabati melarutkan lemak atau lapisan lilin pada kutikula sehingga menyebabkan bahan aktif yang terkandung dalam pestisida nabati tersebut dapat menembus tubuh serangga (Pradani dkk., 2011).



(dok. Pribadi)

Gambar 6. Larva *Spodoptera litura* (a) Kontrol (b) mengalami kematian akibat asap cair

Pemberian perlakuan asap cair selain mengakibatkan terjadinya kematian larva juga menyebabkan terhambatnya perkembangan instar larva. Penghambatan ini terjadi akibat perlakuan asap cair memberikan pengaruh terhadap metabolisme tubuh larva sehingga mengakibatkan terjadinya penghambatan pertumbuhan dan perkembangan serta pada akhirnya mengakibatkan kematian. Menurut Utami (2011), konsentrasi ekstrak juga memberikan efek nyata dalam perkembangan larva *S. litura* F. dan semakin meningkatnya konsentrasi maka lama perkembangan tiap instar semakin lama. Sedangkan menurut penelitian Fadlilah (2012), akumulasi senyawa toksik dalam tubuh larva *S. litura* dalam jumlah yang besar selama tujuh hari perlakuan tersebut, maka makin banyak penyerapan senyawa – senyawa yang bersifat toksik. Sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan pengaruh pada metabolisme tubuh larva dan menyebabkan kematian. Serangga yang mengkonsumsi sumber makanan yang sesuai akan dapat tumbuh berkembang dengan baik. Sebaliknya serangga yang mengkonsumsi sumber makanan yang miskin zat – zat nutrisi yang diperlukan akan mengalami penghambatan dalam pertumbuhan dan perkembangan.

Penghambatan perkembangan instar disebabkan *S. Litura* mengalami gangguan pada saat ecdisis (Gambar 7). Ecdisis atau ganti kulit diperlukan serangga tidak hanya untuk tumbuh melainkan juga untuk mencapai tahap dewasa sehingga dapat berkembang biak. Insektisida akan masuk ke organ pencernaan larva dan diserap oleh dinding usus kemudian beredar bersama darah yang berupa sistem haemolimfa. Haemolimfa yang telah tercampur dengan senyawa bioaktif akan mengalir ke seluruh tubuh dengan membawa zat

makanan dan senyawa bioaktif yang terdapat dalam insektisida (Sastrodiharjo, 1979). Senyawa bioaktif yang masuk melalui sistem pencernaan akan mengganggu proses fisiologis larva, diantaranya dapat mengganggu proses fisiologis larva, diantaranya mengganggu sistem kerja enzim dan hormon. Hormon ekdison adalah hormon yang memicu pergantian kulit. Selain merangsang pergantian kulit hormon ekdison juga juga mendorong perkembangan karakteristik perubahan ulat menjadi kupu – kupu. Sehingga apabila terdapat gangguan pada hormon ekdison, maka serangga akan terganggu proses perkembangannya (Fadlilah, 2012).



(dok. Pribadi)

Gambar 7. Larva *Spodoptera litura* yang mengalami ekdisis

Senyawa yang dapat mengganggu proses ekdisis salah satunya adalah saponin. Saponin dapat mengikat sterol dalam saluran makanan yang akan mengakibatkan penurunan laju sterol dalam hemolimfa. Dimana peran sterol bagi *S. litura* adalah sebagai prekursor bagi hormon ekdison. Dengan adanya penurunan persediaan sterol, maka proses pergantian kulit *S. litura* juga akan terganggu. Akibatnya terjadi gangguan pada pertumbuhan dan perkembangan *S. litura* dan pada keadaan ini *S. litura* berusaha mengurangi gangguan yang terjadi dengan cara memperpanjang masa perkembangannya (Fadlilah, 2012).

4.2 Lethal Concentrations 50 (LC₅₀) Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar terhadap *Spodoptera litura*

Perlakuan penelitian dengan pemberian variasi konsentrasi dan pengamatan selama 7 hari ini dilakukan untuk mengetahui nilai LC₅₀ asap cair dari limbah serbuk kayu damar. Nilai LC₅₀ ini dipergunakan untuk mengetahui besaran konsentrasi efektif penggunaan asap cair

dalam membunuh 50% populasi *Spodoptera litura*. Nilai LC_{50} yang diperoleh memiliki angka tertinggi pada hari pertama yaitu sebesar 28.70% dan terendah pada hari ke 7 setelah perlakuan sebesar 5.91% (Tabel 3). Nilai LC_{50} dituliskan berdasarkan hari untuk mengetahui persen konsentrasi asap cair yang dapat membunuh 50% populasi dalam waktu atau hari tertentu sesuai. Sehingga dari data nilai LC_{50} tiap hari selama 7 hari perlakuan ini dapat diketahui persentase asap cair yang dibutuhkan. Saat memerlukan kematian *S. litura* dengan asap cair secepat mungkin, maka dapat mengacu pada nilai LC_{50-24} jam yaitu sebesar 28.7 %. Menurut Ardianto (2008), semakin rendah nilai LC_{50} suatu zat maka zat tersebut mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dalam membunuh hewan coba. Hal ini disebabkan zat tersebut memerlukan konsentrasi yang lebih rendah untuk menyebabkan kematian pada hewan coba. Nilai LC_{50-7} hari asap cair dari limbah serbuk kayu damar ini memiliki angka yang lebih rendah dari LC_{50-48} jam ekstrak daun babadotan yang berada pada angka 10.000 ppm (Mahdalena dkk., 2016). Hal ini menunjukkan bahwa asap cair dari serbuk kayu damar lebih efektif dalam mengatasi *Spodoptera litura*.

Tabel 3. Nilai LC_{50} asap cair selama 7 HSA

	Hari Setelah Perlakuan (HSA)						
	1	2	3	4	5	6	7
	(24 jam)	(48 jam)	(72 jam)	(96 jam)	(120 jam)	(144 jam)	(168 jam)
LC_{50} (%)	28.70	24.28	17.57	13.24	11.13	8.12	5.91

Pestisida nabati dapat mengendalikan serangan hama dan penyakit melalui cara kerja yang unik, yaitu dapat melalui perpaduan beberapa cara atau secara tunggal. Cara kerja sangat spesifik yaitu: merusak perkembangan, telur, larva dan pupa, penolak makan, menghambat reproduksi serangga betina hama, mengusir serangga dan menghambat penggantian kulit serangga (Lumowa, 2011). Penggolongan insektisida berdasarkan cara masuknya ke dalam serangga (Gandahusada dkk., 1998) dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Racun Kontak

Racun kontak adalah jenis insektisida yang diabsorpsi melalui dinding tubuh sehingga serangga harus kontak secara langsung dengan

insektisida (Sembel, 2015). Insektisida masuk melalui eksoskelet ke dalam badan serangga dengan perantara tarsus pada saat istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida. Pada umumnya racun kontak digunakan untuk membasmi serangga yang mempunyai bentuk mulut tusuk isap (Gandahusada dkk., 1998).

b. Racun Perut

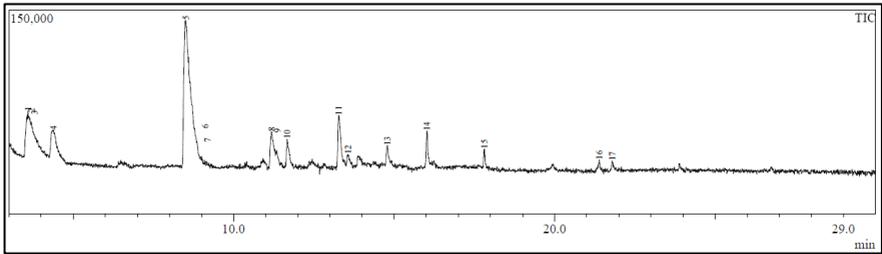
Racun perut adalah jenis insektisida yang dimakan oleh serangga dan membunuh serangga itu khususnya dengan merusak atau mengabsorpsi sistem pencernaan (Sembel, 2015). Serangga yang diberantas dengan jenis insektisida ini mempunyai bentuk mulut menggigit dan bentuk menghisap (Gandahusada dkk., 1998). Insektisida masuk ke dalam organ pencernaan serangga dan diserap ke dalam dinding usus kemudian ditranslokasikan ke tempat sasaran yang mematikan sesuai dengan jenis bahan aktif insektisida (Metusala, 2006).

c. Racun Pernapasan

Insektisida jenis racun pernapasan masuk melalui pori atau lubang pernapasan pada dinding tubuh serangga yang disebut dengan spirakel atau stigma, dan masuk ke dalam saluran pernapasan serangga yang disebut trakea. Insektisida ini dapat digunakan untuk semua jenis serangga tanpa memperhatikan jenis mulutnya. Wujud dari insektisida racun pernapasan ini dapat berupa gas, asap, maupun insektisida cair (Metusala, 2006).

4.3 Komponen Kimia Penyusun Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar berdasarkan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS)

Identifikasi komponen senyawa asap cair dari limbah serbuk kayu damar dilakukan dengan membandingkan pola fragmentasi spektrum massa dengan pola fragmentasi senyawa referensi. Hasil dari analisis GC-MS ditampilkan dalam bentuk kromatogram yang menampilkan puncak dan waktu retensi dari fraksi yang aktif (Gambar 8). Asap cair dari limbah serbuk kayu damar ini memiliki hasil terdapat 17 puncak fraksi aktif dengan rentang waktu retensi 3.592-21.79. Komponen senyawa mayor dari fraksi tersebut adalah senyawa fenol dengan kandungan sebesar 45.70%; *3-penten-2-one*, *4-methyl* dengan kandungan sebesar 8.59%; dan *2-pentanone*, *4-hydroxy-4-methyl* dengan kandungan sebesar 6.82%.



Gambar 8. Kromatogram GC-MS Fraksi Aktif Asap Cair dari Limbah Serbuk Kayu Damar

Komponen senyawa kimia yang terkandung dalam asap cair ini memiliki beragam fungsi yang berbeda-beda. Senyawa pertama yaitu fenol merupakan senyawa kimia yang merupakan hasil metabolisme sekunder dari tanaman dan terdiri dari bermacam-macam grup senyawa kimia. Senyawa fenol secara umum berperan sebagai antibakteri dan antiinsekta (Vermerris & Ralph, 2006). Senyawa *2-pentanone, 4-hydroxy-4-methyl* merupakan senyawa bioaktif yang berperan sebagai antibakteri (Khotimah dkk., 2013).

Senyawa fenol mempunyai sifat racun dehidrat. Racun tersebut merupakan racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan terus-menerus. Larva yang terkena racun ini akan mati karena kekurangan cairan. Racun kontak adalah pestisida nabati yang masuk ke dalam tubuh larva melalui kulit, celah atau lubang alami pada tubuh. Larva akan mati apabila bersinggungan langsung (kontak) dengan pestisida nabati tersebut. Kebanyakan racun kontak juga berperan sebagai racun lambung (Panghiyangan dkk., 2009).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Asap cair dari limbah serbuk kayu damar berdasarkan hasil penelitian memberikan efek terhadap mortalitas *Spodoptera litura*. Pengaruh terhadap mortalitas ini ditandai dengan semakin lama waktu pengamatan, tingkat kematian larva semakin tinggi. Efek terhadap mortalitas ini menghasilkan nilai LC_{50} dengan nilai semakin rendah seiring dengan semakin lama waktu pengamatan. Nilai LC_{50-1} hari sebesar 24.28% dan LC_{50-7} hari sebesar 5.91%. Hasil analisis dengan menggunakan GC-MS menunjukkan 3 senyawa dengan kandungan tertinggi pada asap cair ini terdiri dari: senyawa fenol; 3-penten-2-one, 4-methyl; dan 2-pentanone, 4-hydroxy-4-methyl. Selain 3 senyawa utama tersebut, terdapat pula 14 senyawa lain dengan kandungan yang lebih rendah.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya mengenai asap cair dari limbah serbuk kayu damar sebaiknya dilakukan pengamatan mengenai efek sub akut dari asap cair terhadap larva *Spodoptera litura*. Penelitian lebih lanjut mengenai dampak pemakaian asap cair terhadap serangga non target perlu untuk dilakukan agar dapat mengetahui efek samping dari asap cair tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aitkenhead, P., C.R.B. Baker, & G.W.D Chickera. 1974. An outbreak of *Spodoptera litura*, a new pest under glass in Britain. *Plant Pathol.* 23: 117-118.
- Ardianto, T. 2008. Pengaruh ekstrak bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* L. UNS. Surakarta.
- Balfas, R & M. Willis. 2009. Pengaruh ekstrak tanaman obat terhadap mortalitas dan kelangsungan hidup *Spodoptera litura* f. (lepidoptera, *noctuidae*). *Bul. Litro.* Vol. 20 No. 2.
- Bratzler, L. J., M. E. Spooner, J. B. Weathspoon & J. A. Maxey. 1969. Smoke flavours as related to phenol, carbonil, and acid content of Bologna. *Journal of Food Science.* 34:146-153.
- Brown, E. S. & C. F. Dewhurst. 1975. The genus *Spodoptera* (Lepidoptera: *Noctuidae*) in Africa and the Near East. *Bull Entomol Res.* 65: 221-262.
- Burnette, R. 2010. An introduction to wood vinegar. ECHO Asia Notes, issue 7.
- Busvine, J.R. 1971. A critical review of the techniques of testing insecticides 2nd edition. Common Wealth Agricultural Bureaux. England.
- CABI. 2018. Invasive species compendium: *Spodoptera litura* (taro caterpillar). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/44520> diakses pada 4 September 2018.
- Departemen Pertanian (Deptan). 2010. Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). <http://ditlin.hortikultura.pertanian.go.id> diakses pada 4 September 2018.
- Djojosumarto, P. 2008. Teknik aplikasi pestisida pertanian. Edisi revisi. Kanisius. Yogyakarta.

- Fadlilah, R.A.N. 2012. Pengaruh ekstrak daun tembelekan (*Lantana camara*) terhadap pertumbuhan dan mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada kedelai. Tugas Akhir. Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Gandahusada, S., H. D. Ilahude & W. Pribadi. 1998. Parasitologi kedokteran. UI Press. Jakarta.
- Garad, G.P., P.R. Shivpuje, & G.G Bilapate. 1985. Larval and post-larval development of *Spodoptera litura* (Fabricius) on some host plants. *Proc. Indian Acad. Sci.* 94: 49–56.
- Girard J.P. 1992. Smoking in technology meat products. Clermont-Ferrand Ellis Horwood. New York.
- Hasnah., Husni & A. Fardhisa. 2012. Pengaruh ekstrak rimpang Jeringau (*Acarus calamus* L.) terhadap mortalitas ulat grayak *Spodoptera litura* F. *Jurnal Floratek* (7):115-124.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia (terjemahan). Jilid III. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Kailaku, S.I., M. Syakir, I. Mulyawanti & A.N.A. Syah. 2016. Antimicrobial activity of coconut shell liquid smoke. *29th Symposium of Malaysian Chemical Engineers (SOMChE)*. IOP Publishing.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The pets of crops in indonesia. PT. Ictiar Baru. Jakarta.
- Khotimah., Khusnul., Darius & B. S. Bambang. 2013. Uji aktivitas senyawa aktif alga coklat *Sargassum fillipendulla*) sebagai antioksidan pada minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). *THPi Student Journal* 1.1.
- Kompas. 2006. UGM perkenalkan asap cair pendekatan biometrika pengganti formalin.
<http://www.kompas.com/teknologi/news/0601/185618.htm>.
Diakses pada 4 September 2018.

Lumowa, S.V. V. 2011. Efektivitas ekstrak babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap tingkat kematian larva *Spodoptera litura* F. *Eugenia*. Volume 17.3.

Maga, J.A. 1988. Smoke in food processing. CRC Press. Florida.

Mahdalena M.H., H. Rahmatan & M. Saputri. 2016. Pengaruh pemberian ekstrak Babadotan (*Ageratum conyzoides*) terhadap mortalitas ulat grayak *Spodoptera litura* pada tanaman kubis bunga (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.). *Jurnal ilmiah mahasiswa keguruan dan ilmu pendidikan Unsyiah*.

Makal, H.V.G. & A.S.T Deflyly. 2011. Pemanfaatan ekstrak kasar batang serai untuk pengendalian larva *Crosidolomia binotalis* Zell. pada tanaman kubis. universitas Sam Latulangi. Manado.

Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kadir & S.A Prawira. 2005. Atlas kayu Indonesia. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.

Marwoto & Suharsono. 2008. Pengendalian dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricus) Pada Tanaman Kedelai. Balitkabi. Malang.

Meidalima, D. 2014. Perkembangan populasi ulat grayak (*Spodoptera exigua*) pada kedelai di laboratorium. *Jurnal Ilmiah AgrIBA* (2) Ed. Maret 2014.

Metusala. 2006. Pengenalan insektisida. <http://anggrek.org/>

Miyahara, Y., T. Wakikado & A. Tanaka. 1971. Seasonal changes in the number and size of the egg-masses of *Prodenia litura*. *Japanese J. Appl. Entomol. Zool.* 15: 139-143.

Mulyono, N. & A. Apriyantono. 2005. Sifat Fisik, kimia dan fungsional damar. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Murata, T. 2002. Utilization of lipid for flight and reproduction *Spodoptera litura* (Lepidoptera : *Noctuidae*). *J. Entomol.* 99.

- Nakai, T., S. N. Kartal., T. Hata & Y. Imamura. 2006. Chemical characterization of pyrolysis liquids of wood-based composites and evaluation of their bioefficiency. *Building Environmental*.
- Nakasuji, F. 1976. Factors responsible for change in the pest status of the tobacco cutworm *Spodoptera litura*. *Physiol. Ecol. Japan* 17: 527-533.
- Nurhasybi, S. D.J . 2001. *Agathis loranthifolia* R.A. Salisbury. Informasi Singkat Benih. No.14. Desember. Balai Informasi Perbenihan. Bogor.
- Panghiyangani, R., Rahmiati., dan Noor, A.F. 2009. Potensi Ekstrak Daun Dewa (*Gynura pseudochina* Ldc) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Kedokteran Indonesia Vol.1*
- Pradani. F., Ipa, M., Marina R., dan Yuliasih, Y. 2011. Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan Metode Susceptibility di Kota Cimahi Terhadap *Cypermethrin*. *Aspirator Vol. 3* No. 1.
- Prabowo, H., E. Martono & W. Witjaksono. 2016. Activity of liquid smoke of tobacco stem waste as an insecticide on *Spodoptera litura* Fabricius larvae. *Jurnal perlindungan tanaman Indonesia*. Volume 20(1).
- Purwaningtyas, A. 2010. Kajian optimasi proses pirolisis tongkol jagung untuk produksi asap cair. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sakung, J. 2004. Kadar residu pestisida golongan organofosfat pada beberapa jenis sayuran. *Jurnal Ilmiah Satina*.
- Samsudin. 2011. Pengendalian hama dengan insektisida botani. Lembaga Pertanian Sehat Jakarta.
- Sastrodiharjo, S. 1979. Pengantar entomologi terapan. Penerbit ITB. Bandung.

- repository.ub.ac.id
- Sembel, D. 2015. Toksikologi lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta.
- Sembodo, D. R. J. 2010. Gulma dan pengelolaannya. Edisi I. Gaha Ilmu. Yogyakarta.
- Sinaga, R. 2009. Uji efektivitas pestisida nabati terhadap hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: *Noctuidae*) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Soemirat, J. 2003. Toksikologi lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Utami, S. 2011. Bioaktivitas insektisida nabati bintangoro (*Cerbera odollam* Gaertn.) sebagai pengendali hama *Pteroma plagiophleps* Hampson dan *Spodoptera litura*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Vermerris, W. & R. Nicholson. 2006. Phenolic compound biochemistry. Springer. USA.
- Wudianto, R. 2010. Petunjuk penggunaan pestisida. Cetakan XVIII. Penerbit Swadaya. Jakarta
- Yatagai. 2002. Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. Graduate School of Agricultural and Life Sciences. The University of Tokyo.
- Yulstiani, R. 2008. Monograf asap cair sebagai bahan pengawet alami pada produk daging dan ikan. Cetakan Pertama. Edisi 1. UPN Veteran Jawa Timur. Surabaya.