



**KETERTARIKAN LALAT BUAH *Bactrocera* sp. PADA
SENYAWA ATRAKTAN YANG MENGANDUNG CAMPURAN PROTEIN DAN
METIL EUGENOL**

**skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sain Biologi**

**Oleh
Yuli Putri Rahmawati
4411409019**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2014**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Ketertarikan Lalat Buah *Bactrocera* sp. pada Senyawa Atraktan yang Mengandung Campuran Protein dan Metil Eugenol” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, Maret 2014



Yuli Putri Rahmawati
NIM. 4411409019

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Ketertarikan Lalat Buah *Bactrocera* sp. pada Senyawa Atraktan yang Mengandung Campuran Protein dan Metil Eugenol” disusun oleh:

Nama : Yuli Putri Rahmawati

NIM : 4411409019

Telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 8 April 2014.



Prof. Dr. Mulyanto, M.Si
NIP. 196310121988031001

Panitia Ujian

Sekretaris

Andin Irsadi, S.Pd, M.Si
NIP. 197403102000031001

Penguji Utama

Drs. Bambang Priyono, M.Si
NIP. 195703101988101001

Anggota Penguji/Pembimbing I

Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P
NIP. 196304071990032001

Anggota Penguji/Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Priyantini W., M.S.
NIP. 196004191986102001

ABSTRAK

Rahmawati, YP. 2014. Ketertarikan Lalat Buah *Bactrocera* sp. pada Senyawa Atraktan yang Mengandung Campuran Protein dan Metil Eugenol. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P dan Prof. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S.

Hama lalat buah (*fruit fly*) khususnya dari jenis *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) merupakan salah satu serangga hama penting tanaman hortikultura di daerah tropis dan subtropis. Lalat buah yang telah tersebar itu dapat mengakibatkan kerusakan secara kuantitatif dan kualitatif pada buah. Kerusakan kuantitatif yaitu diindikasikan dengan jatuhnya buah muda yang terserang dan secara kualitatif yaitu buah menjadi busuk dan berisi belatung. Akibat kerugian yang ditimbulkan, perlu adanya pengendalian hama lalat buah. Solusi dalam pengendalian lalat buah selain pestisida yaitu dengan menggunakan senyawa atraktan yang mengandung Metil Eugenol (ME) dan protein. Lalat buah jantan di alam tertarik pada ME, sedangkan lalat buah betina tidak tertarik ME, tetapi tertarik pada protein (OLK). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada berbagai senyawa atraktan yang mengandung campuran protein dan metil eugenol dan menentukan dosis campuran paling baik untuk menarik lalat buah *Bactrocera* sp. Campuran senyawa atraktan yang digunakan: olahan limbah kakao (OLK) dicampur dengan ekstrak selasih dan OLK dengan ME. Dosis olahan limbah kakao yang digunakan masing-masing 0,5ml, 1ml, 1,5ml, 2ml, sedangkan dosis selasih dan ME sintesis 0,5ml. Pengamatan dilakukan selama tiga hari. Hasil pengamatan campuran senyawa atraktan dapat meningkatkan daya tarik lalat buah. Senyawa atraktan yang terdiri dari OLK, ME sintetis dan ekstrak selasih yang tidak dicampur tidak dapat menarik lalat buah jantan dan betina, namun setelah senyawa atraktan dicampur yaitu OLK dengan ME sintetis dan OLK dengan ekstrak selasih dapat menarik lalat buah jantan dan betina. Dosis campuran senyawa atraktan ME sintetis dan OLK yang dapat menarik lalat buah jantan dan betina paling baik adalah 0,5:0,5, sedangkan dosis campuran senyawa atraktan ekstrak selasih dan OLK yang dapat menarik lalat buah jantan dan betina paling baik adalah 0,5:1. Senyawa atraktan yang mengandung campuran ME sintetis dan OLK, ekstrak selasih dan OLK dapat meningkatkan ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan dan betina di lapangan. Dosis campuran yang paling baik untuk menarik lalat buah *Bactrocera* sp. adalah campuran ME sintetis dan OLK 0,5:0,5.

Kata Kunci : Lalat buah, senyawa atraktan dan metil eugenol

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Tidak ada satu hal pun yang dapat dilakukan manusia tanpa ridho dari Allah Yang Maha Kuasa. Atas berkat rahmat Allah SWT, tidak ada satupun ungkapan yang dapat menggambarkan rasa syukur atas terselesaikannya skripsi dengan judul “Ketertarikan Lalat Buah *Bactrocera* sp. pada Senyawa Atraktan yang Mengandung Campuran Protein dan Metil Eugenol”. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian payung Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kesulitan dan hambatan, namun berkat bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan untuk mengenyam pendidikan di UNNES.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang membantu kelancaran administrasi dalam penyelesaian skripsi.
3. Ketua Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang yang membantu kelancaran administrasi dalam penyelesaian skripsi.
4. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S. selaku pembimbing II yang telah membantu dan membimbing penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Drs. Bambang Priyono, M.Si selaku penguji yang telah membantu penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu dosen jurusan biologi, terimakasih atas waktu dan kesempatan untuk dapat berdiskusi bersama.

8. Kedua orang tua saya Romadlon dan Sudiah yang selalu mendukung dengan sabar dan mendoakan saya.
9. Saudara-saudaraku Wahyu Sari Hastuti, Nurkholis, Teguh Budi Santoso dan Mutia Safitri yang telah memberikan semangat, motivasi dan doa sehingga skripsi bisa selesai.
10. Linda Setiawati yang selalu setia menemani, memberi semangat dan membantu pelaksanaan penelitian.
11. Sahabat-sahabatku Nurjanah, Siti Rosidah, Sekar Maya, dan Agus Ernawati yang telah memberi dukungan dan motivasi.
12. Keluarga besar mahasiswa jurusan biologi angkatan 2009 atas kenangan dan kerjasamanya yang tidak mungkin terlupakan.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca sekalian.

Semarang, Maret 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Penegasan Istilah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Biologi Lalat Buah Bactrocera.....	5
B. Senyawa Atraktan Lalat Buah	8
C. Perangkap Lalat Buah	10
D. Penelitian Terkait	11
E. Kerangka Berpikir dan Hipotesis	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	15
B. Populasi dan Sampel	15
C. Variabel Penelitian.....	15
D. Rancangan Percobaan	15
E. Alat dan Bahan Penelitian	16

	Halaman
F. Prosedur Penelitian	16
G. Pengumpulan Data	17
H. Tabel Penyajian Data	18
I. Analisis Data	19
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	20
A. Hasil	20
B. Pembahasan	21
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	29
A. Simpulan	29
B. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengamatan ketertarikan lalat buah betina dan jantan pada senyawa atraktan berdasarkan jumlah	18
2. Hasil pengukuran faktor abiotik pada seluruh area yang diamati	21
3. Hasil pengukuran kadar protein, gula dan ammonia olahan limbah kakao.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lalat buah dewasa <i>Bactrocera dorsalis</i> (Hendel).....	7
2. Ketertarikan lalat buah <i>Bactrocera</i> sp. pada senyawa atraktan yang mengandung campuran protein (olahan limbah kakao), ME sintetis (Petrogenol) dan ekstrak selasih.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data hasil pengamatan ketertarikan lalat buah <i>Bactrocera</i> sp. jantan dan betina pada senyawa atraktan berdasarkan jumlah.....	33
2. Uji Kruskal Wallis ketertarikan lalat buah <i>Bactrocera</i> sp. betina pada berbagai campuran senyawa atraktan olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya.....	34
3. Uji Kruskal Wallis ketertarikan lalat buah <i>Bactrocera</i> sp. jantan pada berbagai campuran senyawa atraktan olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya.....	35
4. Dokumentasi penelitian.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hama lalat buah (*fruit fly*) khususnya dari jenis *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) merupakan salah satu serangga hama penting tanaman hortikultura di daerah tropis dan subtropis. *Bactrocera* sp. saat ini sudah tersebar hampir di seluruh kawasan Asia Pasifik dan memiliki lebih dari 26 jenis tanaman inang, beberapa diantaranya adalah belimbing dan jambu biji (Sunarno 2011). Lalat buah yang telah tersebar itu dapat mengakibatkan kerusakan secara kuantitatif dan kualitatif pada buah. Kerusakan kuantitatif yaitu diindikasikan dengan jatuhnya buah muda yang terserang dan secara kualitatif yaitu buah menjadi busuk dan berisi belatung (Kardinan 2007).

Kerusakan akibat serangan lalat buah ditemukan terutama pada buah yang hampir masak. Gejala awal ditandai dengan adanya lubang kecil di kulitnya yang merupakan bekas tusukan ovipositor (alat peletak telur) lalat betina saat meletakkan telur ke dalam buah. Bekas tusukan semakin meluas sebagai akibat perkembangan larva yang memakan daging buah sehingga terjadi kebusukan sebelum buah masak (Haq *et al.* 2012).

Berdasarkan kerusakan yang ditimbulkan pada berbagai jenis buah, lalat buah dimasukkan ke dalam salah satu jenis hama merugikan tanaman hortikultura. Akibat kerugian yang ditimbulkan, lalat buah dianggap perlu untuk dikendalikan populasinya. Pengendalian lalat buah selama ini menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida yang terus-menerus dapat menimbulkan berbagai dampak negatif antara lain pencemaran lingkungan, resistensi serangga dan hasil produksi mengalami kontaminasi sehingga berbahaya bila dikonsumsi oleh masyarakat. Solusi lain dalam pengendalian lalat buah selain pestisida yaitu dengan menggunakan senyawa atraktan yang mengandung Metil Eugenol (ME) dan protein. ME dapat berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti selasih (*Ocimum*

sp.), daun wangi (*Melaleuca bracteata*) dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Pengendalian dengan cara ini secara terus-menerus diharapkan dapat menurunkan jumlah populasi dari lalat buah jantan sehingga mengurangi proses terjadinya perkawinan. Pengendalian lalat buah menggunakan senyawa atraktan efektif karena dapat mengurangi populasi lalat buah di alam, tidak meninggalkan residu dan buah tetap aman untuk dikonsumsi.

ME selama ini telah tersedia di pasaran dalam bentuk sintetis dengan, terbuat dari bahan kimia. ME sintetis memiliki daya tarik lalat buah jantan tinggi. Senyawa atraktan ME baik alami (ekstrak selasih) maupun sintetis hanya efektif untuk menarik lalat buah jantan saja sedangkan betina tidak tertarik. Faktanya di alam lalat buah betina lebih tertarik pada buah yang mengandung protein. Modifikasi senyawa atraktan dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk pengendalian lalat buah, sehingga lalat buah jantan dan betina bisa tertarik dan terperangkap. Senyawa atraktan dimodifikasi dengan mencampur protein (olahan limbah kakao) dan ME (sintetis dan alami).

Lalat buah betina membutuhkan protein hidrolisat dalam jumlah besar, hal ini berkaitan dengan perkembangan organ reproduksi dan pembentukan telur-telur yang fertil. Salah satu contoh senyawa lain yang dapat menarik lalat buah betina adalah limbah bir karena mengandung protein. Selain limbah bir juga terdapat limbah lain yang dapat menarik lalat buah yaitu protein dari limbah kakao. Limbah kakao diperoleh dari hasil fermentasi biji kakao. Limbah kakao yang belum diolah tidak menarik lalat buah betina, namun setelah diolah limbah kakao dapat menarik lalat buah baik jantan maupun betina di laboratorium (Indriyanti *et al.* 2012).

Senyawa atraktan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil campuran bahan yang mengandung protein yaitu olahan limbah kakao yang dapat menarik lalat buah betina dan ME menarik lalat buah jantan. Campuran senyawa atraktan ini belum pernah diteliti sebelumnya, sehingga perlu dilakukan

penelitian daya tarik lalat buah terhadap campuran protein (olahan limbah kakao) dan ME di lapangan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, permasalahan yang hendak dikaji dari penelitian ini adalah :

1. Apakah senyawa atraktan yang mengandung campuran protein (olahan limbah kakao) dan metil eugenol dapat meningkatkan ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. di lapangan?
2. Pada dosis berapa ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan dan betina tertinggi dari campuran senyawa atraktan tersebut?

C. Penegasan Istilah

1. Lalat buah *Bactrocera* sp.

Lalat buah *Bactrocera* sp. yang digunakan sebagai objek penelitian merupakan serangga yang termasuk dalam Ordo Diptera Familia Tephritidae.

2. Senyawa atraktan

Senyawa atraktan merupakan senyawa pemikat lalat buah. Senyawa atraktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis (Petrogenol) dan ekstrak selasih (ME alami).

3. Ekstrak selasih

Ekstrak selasih mengandung metil eugenol. Bagian tanaman selasih yang diekstraksi adalah daun dan bunganya. Ekstrak selasih merupakan salah satu sumber metil eugenol alami. Selasih diekstrak dengan cara destilasi uap.

4. Protein

Protein yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari olahan limbah kakao yang diperoleh dari limbah hasil fermentasi pulp buah kakao.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada berbagai senyawa atraktan yang mengandung campuran protein dan metil eugenol.
2. Menentukan dosis campuran yang paling baik untuk menarik lalat buah *Bactrocera* sp.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Diperoleh informasi ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada senyawa atraktan yang mengandung campuran protein dan metil eugenol untuk pengendalian di lapangan.
2. Sebagai salah satu sumber informasi penelitian terkait lalat buah *Bactrocera* sp. (Diptera : Tephritidae).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Lalat Buah *Bactrocera*

1. Taksonomi dan Morfologi Lalat Buah *Bactrocera*

Klasifikasi lalat buah *Bactrocera* sp. menurut Drew & Hancock (1994) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Diptera
Famili : Tephritidae
Genus : *Bactrocera*
Spesies : *Bactrocera* sp.

Lalat buah termasuk serangga yang mengalami metamorfosis sempurna (holometabola) yaitu terdiri dari tahap telur, larva (belatung), pupa (kepompong), dan imago (lalat dewasa). Lalat buah membutuhkan waktu siklus hidup dua sampai tiga minggu pada musim panas dan dapat mencapai dua bulan pada musim penghujan (Weems & Fasulo 2011).

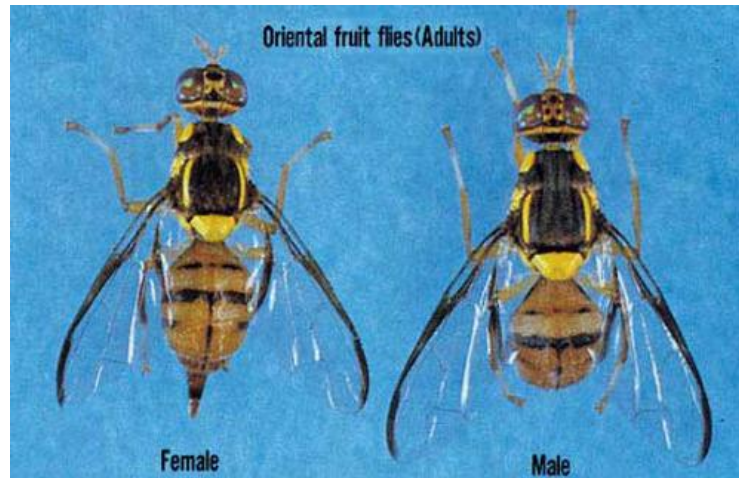
Lalat buah *Bactrocera* memiliki sepasang sayap. Sayap yang berkembang adalah sayap bagian depan, sedangkan sayap bagian belakang mengecil dan berubah menjadi alat keseimbangan yang disebut halter. Struktur lalat buah dapat dikenali pada bagian subkosta, yang dibagian ujungnya membengkok ke depan pada hampir satu sudut yang tepat dan kemudian mengarah keluar (Boror *et al.* 1992).

Ciri-ciri penting lalat buah, mencakup ciri-ciri kepala yang terdiri dari antena, mata dan bercak pada muka biasa disebut dengan *facial spot*. Bagian penting lain pada lalat buah adalah dorsum toraks yang terdiri dari dua bagian yaitu terminologi skutum atau mesonotum (dorsum toraks atas) dan

skutelum (dorsum toraks bawah). Sayap pada lalat buah ditandai dengan bentuk pola pembuluh sayap, yaitu *costa* (pembuluh sayap sisi anterior), *anal* (pembuluh sayap sisi posterior), *cubitus* (pembuluh sayap utama), *median* (pembuluh sayap tengah), *radius* (pembuluh sayap radius), pembuluh sayap melintang. Bagian penting terakhir adalah abdomen, abdomen lalat buah terdiri dari ruas-ruas (tergites). Dilihat dari sisi dorsum, pada abdomen akan terlihat batas antarruas (tergit). Untuk genus *Bactrocera*, ruas-ruas pada abdomen terpisah (Siwi *et al.* 2006).

Lalat buah betina memiliki alat peletak telur disebut ovipositor. Lalat betina meletakkan telurnya di dalam buah sedalam 2-4 mm melalui kulit buah. Telur lalat buah berbentuk seperti pisang memiliki ukuran panjang dan lebar $1,17 \times 0,21$ mm, lalat buah betina dapat meletakkan 10 sampai 12 telur setiap hari dan sekitar 200-250 telur selama hidupnya (Weems & Fasulo 2012).

Lalat buah dewasa membutuhkan karbohidrat, asam amino, sterols, vitamin dan mineral yang cukup. Stadium lalat buah dewasa dapat hidup selama 1-3 bulan (Kardinan 2003). Lalat buah dewasa memiliki panjang tubuh sekitar 5 mm, dengan sayap berukuran 10 mm (Weems & Nation 2013). Menurut Weems & Fasulo (2012) lalat buah dewasa antara jantan dan betina memiliki perbedaan di daerah posteriornya yaitu ovipositor. Ovipositor hanya dimiliki lalat buah betina untuk peletakan telur sedangkan jantan tidak. Ukuran ovipositor setelah mengalami pertumbuhan maksimal yaitu sepanjang 3 mm. Morfologi lalat buah jantan dan betina tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Lalat buah dewasa *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Weems & Fasulo 2012).

2. Perilaku Lalat Buah *Bactrocera* sp.

Perilaku lalat buah dikendalikan dan dirangsang oleh bahan kimia yang dikenal sebagai *semiochemicals*, salah satu jenisnya adalah *kairomones*. Salah satu senyawa kimia *kairomones* yang dapat merangsang alat sensor lalat buah adalah metil eugenol. Lalat buah jantan seperti dari jenis *B. carambolae* menunjukkan daya ketertarikan yang tinggi dalam mengkonsumsi metil eugenol. Metil eugenol merupakan senyawa *phenylpropanoid* alami yang terdapat pada lebih dari 200 jenis tanaman yang mengandung minyak atsiri (Tan *et al.* 2011).

Lalat buah *Bactrocera* sp. di pagi hari sering bergerombol menjilati bunga *Bulbophyllum cheiri* (*fruit fly orchid*), karena bunganya mengandung metil eugenol dan di sore hari mulai berkurang. Kandungan ME pada bunganya mencapai puncaknya pada pagi hari, dan mulai menurun sekitar jam 12.00-14.00 WIB, kemudian menghilang setelah jam 14.00 WIB (Tan *et al.* 2002). Metil eugenol dikonsumsi oleh lalat jantan, kemudian di dalam tubuhnya diproses untuk menghasilkan *sex pheromone* yang diperlukan untuk menarik lalat betina (Hee & Tan 2001).

Sampai saat ini belum ditemukan formula yang efektif untuk memerangkap lalat buah berkelamin betina (Warthen 2002). Untuk menarik lalat betina dapat digunakan protein hidrolisat yang merupakan sumber nutrisi lalat buah yang dikombinasi dengan perangkap warna kuning, Putrescine (C₆H₁₆N₂), Amonium asetat (CH₃COONH₃), protein cair, borax (Heath *et al.* 2007) dan amoniak. Hasil penelitian Kardinan dan Amin (2003) menunjukkan bahwa bahan-bahan tersebut hanya mampu memerangkap sekitar 1% lalat betina saja. Hasil penelitian Espinoza *et al.* (2007) menyatakan bahwa formula atraktan dapat memerangkap rata-rata 77% lalat betina dengan jumlah lalat betina terperangkap per perangkap per hari sebesar 0,23 hingga 0,39 atau sekitar 1 hingga 3 ekor lalat betina per minggunya. Jumlah ini masih tergolong rendah, jika dibandingkan atraktan metil eugenol yang mampu memerangkap ratusan hingga ribuan lalat per minggunya.

B. Senyawa Atraktan Lalat Buah

1. Metil Eugenol

Metil eugenol (ME) merupakan komponen penyusun minyak esensial daun dan bunga dari beberapa jenis tanaman (Wee & Tan 2007). Lalat buah jantan mengkonsumsi ME untuk menarik lalat buah betina, ME yang telah dikonsumsi kemudian akan ditransformasikan dalam bentuk 2-(2-propenyl)-4,5dimethoxyphenol (DMP) and (E)-coniferyl alcohol (CA) sebagai hasil metabolisme yang bersifat feromon dan alomon (Jang *et al.* 2011). Metil eugenol menunjukkan pengaruh yang sangat besar bagi lalat buah sebagai senyawa atraktan, namun ME pada umumnya hanya menarik lalat buah jantan saja.

Lalat buah jantan yang siap kawin dapat dideteksi melalui bagian *rectal gland* organ reproduksinya, terdapat sejumlah senyawa endogen yaitu 6-oxo-1-nonanol (OXO) dan komponen lain pada daerah *rectal gland* lalat

buah jantan. Selama musim kawin, senyawa ini akan dikeluarkan sehingga dapat menarik lalat buah betina. Lalat buah jantan dapat memproduksi senyawa ini setelah mengkonsumsi metil eugenol (Wee & Tan 2005). ME yang telah dikonsumsi oleh lalat buah jantan akan ditransformasikan dan diangkut melalui *hemolymph* ke *rectal gland*, kemudian ME diakumulasi/diisolasi oleh *rectal papillae* dan disimpan dalam bentuk seks feromon (Tan *et al.* 2011).

2. Selasih (*Ocimum spp.*)

Selasih merupakan salah satu tanaman setahun yang dapat tumbuh baik di daerah tropis dan subtropis. Selasih lebih dikenal masyarakat sebagai tanaman ritual. Selasih merupakan salah satu tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri (*basil oil*). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kandungan minyak atsiri pada tanaman selasih antara lain varietas, tempat tumbuh, keadaan tanah dan intensitas matahari (Pitojo 1996). Komponen utama yang terkandung dalam minyak selasih (*Ocimum spp.*) adalah metil eugenol yang dapat menarik lalat buah jantan. Selasih tidak hanya dapat digunakan sebagai perangkap lalat buah namun juga berfungsi sebagai penghambat peletakkan telur lalat betina (Kardinan & Syakir 2009).

Selasih memiliki bahan aktif yang sangat beragam disetiap bagian tanaman. Salah satunya pada bagian daun diketahui memiliki kandungan antara lain eugenol, metil eugenol, ocimene, alfa pinene, eucalyptole, linalool, geraniol, methylchavinol, methylcinnamate, anetol, dan camphor (Kardinan 2003).

Minyak atsiri atau minyak eteris (*essential oil, volatile oil, ethereal oil*) adalah sejenis minyak mudah menguap yang berasal dari tanaman, minyak atsiri dapat diperoleh dari proses destilasi, pengepresan ataupun ekstraksi. Minyak atsiri dapat dikategorikan sebagai *superficial oil* dan *subcutaneous oil*. Superficial oil dapat dilepaskan dengan mudah dari sumber tanaman, dengan menggosok permukaan daun senyawa dapat dengan mudah

keluar. Berbeda dengan superficial oil, subcutaneous oil lebih sulit dilepaskan yaitu dengan merusak jaringan sel (Antara & Wartini 2012).

3. Limbah Kakao

Buah kakao merupakan bahan baku utama produk coklat. Proses pengolahan buah kakao menjadi produk coklat melewati beberapa tahapan salah satunya fermentasi. Fermentasi pulp merupakan proses yang utama dalam industri pengolahan biji kakao dan menentukan kualitas produk akhir. Fermentasi *pulp* bertujuan untuk menghilangkan *pulp*, mematkan biji, membentuk warna dan calon *flavor* yang diinginkan serta memperbaiki rasa biji kakao. Pengolahan buah kakao sehingga menjadi biji kakao kering biasanya menghasilkan beberapa limbah yang terbuang antara lain cangkang kakao dan limbah cair *pulp*. *Pulp* adalah lapisan yang menyelubungi biji kakao basah memiliki kandungan air (85-90%). Kandungan gula pada *pulp* cukup tinggi sehingga menjadi media yang baik bagi media pertumbuhan mikroba dalam proses fermentasi oleh mikroba (Elisabeth 2006).

Fermentasi *pulp* biji kakao oleh khamir dan bakteri akan menghasilkan cairan pulp (*cacao sweating*) yang warnanya keruh. Cairan *pulp* yang masih segar mengandung gula 12-15% dan pektin 5-7% (Yunianta 2010). Menurut Indriyanti *et al.* (2012) limbah kakao cair yang belum diolah belum bisa dimanfaatkan sebagai bahan penarik lalat buah, namun setelah diolah limbah dapat menarik lalat buah jantan dan betina di laboratorium.

C. Perangkap Lalat Buah

Model perangkap lalat buah di lapangan terdiri dari berbagai macam jenis antara lain Jackson Trap (JT), McPhail (McP)-*Liquid protein bait*, Multilure Trap-*dry synthetic lure/liquid protein*, Steiner Trap (ST) dan masih banyak lagi. Beberapa jurnal menggunakan model Steiner Trap (ST) untuk melakukan uji lapangan karena lebih mudah untuk dimodifikasi dan hasilnya optimal.

Perangkap ST berbentuk silinder dengan arah peletakkan horisontal, dilengkapi lubang di setiap ujungnya. Perangkap ini biasanya menggunakan umpan TML, ME dan CUE (*Cue Lure*). Di bagian atas perangkap dipasang kawat yang berguna untuk menggantungkan perangkap pada cabang-cabang pohon. Bagian dalam perangkap diberi insektisida untuk mencegah lalat buah keluar dan menghindari masuknya predator (IAEA 2003).

D. Penelitian Terkait

1. Selasih

Selasih selama ini diketahui dapat digunakan sebagai senyawa atraktan lalat buah jantan, karena menghasilkan metil eugenol dari proses metabolit sekundernya. Penelitian terkait dengan penggunaan selasih sebagai senyawa atraktan salah satunya adalah yang dilakukan oleh Susanto *et al.* (2008) mengenai uji metil eugenol dalam selasih *Ocimum sanctum* L. terhadap ketertarikan lalat buah jantan *Bactrocera dorsalis*. Penelitian tersebut menggunakan beberapa variasi dosis ME yaitu 0,1 ml; 0,2 ml; 0,3 ml; 0,4 ml dan 0,2 ml perlakuan kontrol ME sintetis (petrogenol). Berdasarkan penelitian tersebut selasih terbukti dapat menarik lalat buah jantan pada dosis tertentu.

2. Limbah Kakao

Penggunaan olahan limbah kakao sebagai atraktan telah diteliti oleh Indriyanti *et al.* (2012), limbah kakao cair yang diperoleh dari hasil fermentasi *pulp* kemudian diolah sehingga dapat digunakan sebagai *food attractant* atau umpan pakan bagi lalat buah. Limbah kakao selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga limbah hanya terbuang begitu saja. Namun dengan adanya penelitian limbah kakao diketahui mengandung protein yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu atraktan lalat buah khususnya lalat buah betina. Lalat buah betina

membutuhkan protein dalam proses reproduksinya yaitu dalam hal tumbuh kembang telur, sehingga perangkap olahan limbah kakao ini dapat menarik lalat buah betina.

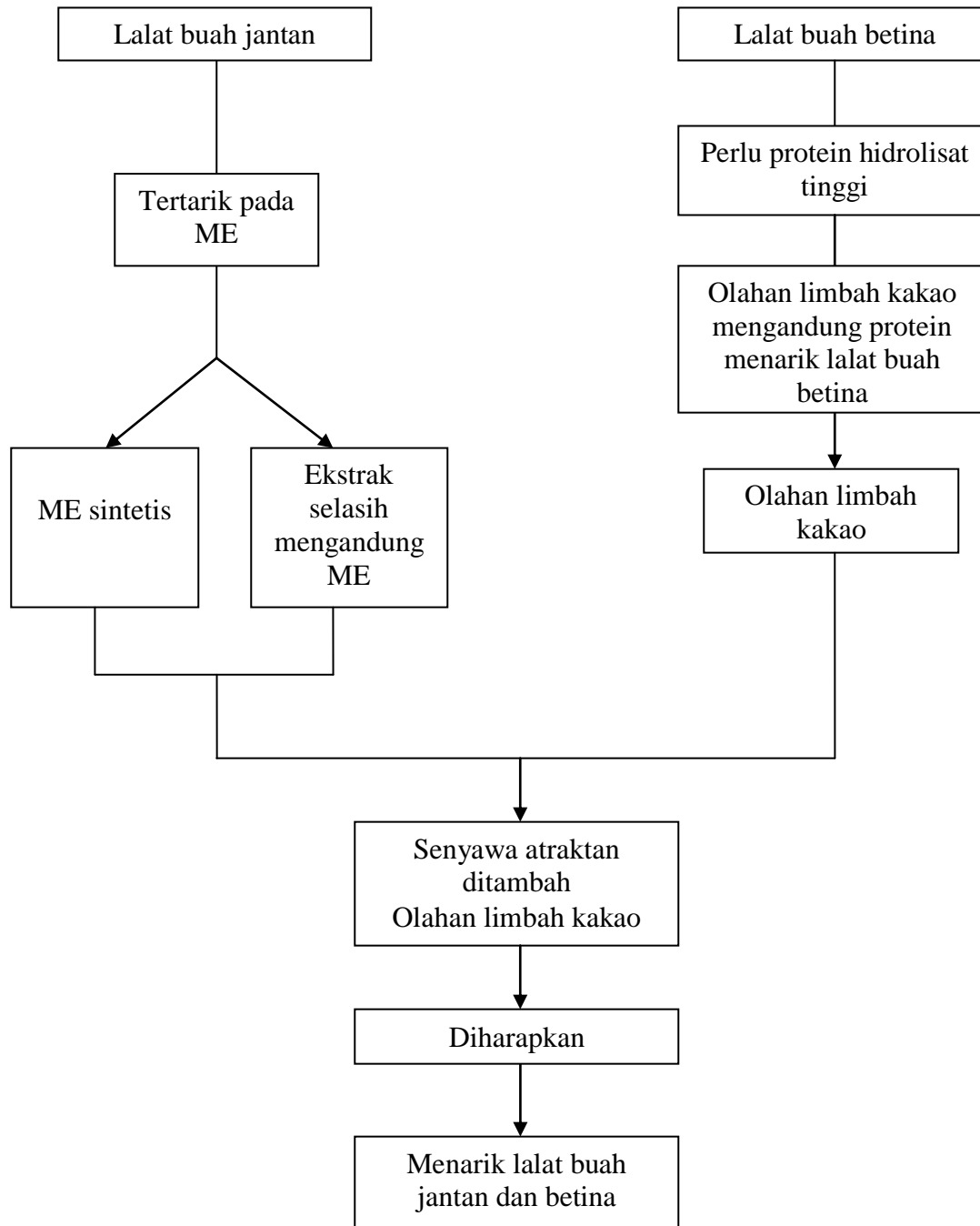
3. Perangkap Lalat Buah di Lapangan

Salah satu cara pengendalian lalat buah di lapangan adalah menggunakan perangkap yang diberi senyawa atraktan metil eugenol. Cara ini dapat dikatakan efektif karena dapat mengurangi kerusakan buah di lapangan namun tetap ramah lingkungan. Dalam penelitian ini digunakan acuan metode perangkap lalat buah di lapangan oleh Bhagat *et al.* (2013), perangkap lalat menggunakan botol bekas air mineral. Perangkap tersebut berhasil memerangkap lalat buah dengan jumlah yang banyak.

Penelitian lain terkait pemasangan perangkap di lapangan adalah seperti yang dilakukan oleh Hasyim *et al.* (2006), Hasyim dan rekannya melakukan penelitian tentang efektifitas model dan ketinggian perangkap lalat buah, dari penelitian tersebut dikatakan bahwa perangkap lalat buah yang paling efektif menangkap lalat buah pada tanaman adalah 1,5 m dari permukaan tanah.

E. Kerangka Berpikir dan Hipotesis

1. Kerangka Berpikir



Gambar 7. Kerangka berpikir

2. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah senyawa atraktan yang mengandung campuran protein dan metil eugenol dapat meningkatkan ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada dosis tertentu.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Sekar Gading Kecamatan Gunung Pati Semarang pada bulan Oktober-November 2013.

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah lalat buah yang hidup di alam di daerah Sekar Gading Gunung Pati.

Sampel dalam penelitian adalah lalat buah yang tertangkap pada perangkap.

C. Variabel Penelitian

Ada 2 macam variabel dalam penelitian ini yaitu :

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran olahan limbah kakao, ekstrak selasih dan ME sintetis.

Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah jumlah lalat buah yang tertarik pada campuran olahan limbah kakao, ekstrak selasih dan ME sintetis.

D. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok. Rancangan penelitian dibuat 11 kelompok perlakuan masing-masing 5 kali ulangan pada setiap perlakuan, dengan rincian sebagai berikut:

1. Campuran ekstrak selasih dengan olahan limbah kakao 1:1.
2. Campuran ekstrak selasih dengan olahan limbah kakao 1:2.
3. Campuran ekstrak selasih dengan olahan limbah kakao 1:3.
4. Campuran ekstrak selasih dengan olahan limbah kakao 1:4.
5. Campuran ME sintetis dengan olahan limbah kakao 1:1.
6. Campuran ME sintetis dengan olahan limbah kakao 1:2.

7. Campuran ME sintetis dengan olahan limbah kakao 1:3.
8. Campuran ME sintetis dengan olahan limbah kakao 1:4.
9. ME sintetis (Petrogenol) 0,5 ml.
10. Ekstrak selasih 0,5 ml.
11. Olahan limbah kakao 0,5 ml.

E. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah botol air mineral 1500 ml, kawat, gunting, kapas, gelas ukur, pengaduk, pipet tetes, oven, botol flakon, kertas label, pH meter, termometer dan termohigrometer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kakao, ekstrak selasih, metil eugenol sintetis (Petrogenol), Natrium Benzoat, air mineral, Ammonium Asetat, papain dan Natrium Hidroksida.

F. Prosedur Penelitian

1. Pengolahan limbah kakao

Limbah kakao cair diolah dengan mengacu pada metode Lloyd & Drew (1997) yang dimodifikasi oleh Indriyanti *et al.* (2012). Limbah kakao cair diperoleh dari PT. Pagilaran Batang. Limbah berasal dari pulp buah kakao yang meluruh akibat fermentasi alami. Proses pengolahan limbah kakao tercantum pada Lampiran 4.

Limbah kakao cair diambil sebanyak 500 ml kemudian dipanaskan dalam penangas air sambil diaduk hingga volume menjadi setengahnya. Limbah diukur pH-nya menggunakan pH meter, lalu dinetralkan dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) sampai pH mendekati 6-7. Menambahkan enzim papain yang berasal dari getah pepaya, hingga konsentrasi papain dalam limbah sama dengan 0,1%. Limbah diaduk hingga rata kemudian dipanaskan di dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam.

Limbah kakao yang telah diolah kemudian diuji kadar amonia,

glukosa dan protein di Laboratorium Kimia UNNES. Limbah yang telah diolah siap diujikan pada lalat buah *Bactrocera* sp.

2. Pembuatan ekstrak selasih

Ekstrak selasih diolah mengacu pada metode penyulingan uap yang dilakukan di laboratorium kimia UNNES. Daun dan bunga selasih dikering anginkan selama kurang lebih dua hari kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi uap, hasil destilat berupa minyak selasih. Proses pembuatan ekstrak selasih dengan metode penyulingan uap tercantum pada Lampiran 4.

3. Pengujian lalat buah di lapangan

Perangkap lalat buah dibuat dengan mengikuti metode Baghat *et al.* (2013). Perangkap dibuat menggunakan botol bekas air mineral ukuran 1500 ml. Botol diposisikan terbalik (bagian tutup di bawah), kemudian sisi atas botol yang sudah terbalik diberi lubang untuk alat penggantung. Kapas yang telah diberi ME, selasih, OLK dan delapan perlakuan lain (Tabel 1 dan 2) digantungkan di bagian bawah kawat (posisi di dalam botol) pada masing-masing botol (Lampiran 4), bagian atas kawat berfungsi sebagai alat penggantung. Sisi samping botol diberi lubang sebagai jalur masuknya lalat buah. Botol yang telah diposisikan terbalik kemudian ditutup kembali, lalu memasukkan air melalui lubang di sisi samping botol, sehingga dasar botol yang posisinya terbalik terdapat air untuk memerangkap lalat buah yang telah tertarik dengan bahan uji. Botol-botol uji kemudian digantung di atas pohon yang sedang berbuah ketinggian 1,5-2 m. Perangkap lalat buah dipasang pada pagi hari, perangkap dipasang selama tiga hari di lapangan. Botol-botol perangkap diamati setiap hari pagi dan sore dan diambil untuk diamati jenis kelamin dan dihitung jumlah lalat jantan-betina pada hari ketiga.

Keterangan:

OLK = Olahan limbah kakao

ME = Metil eugenol

ES = Ekstrak selasih

J = Jantan

B = Betina

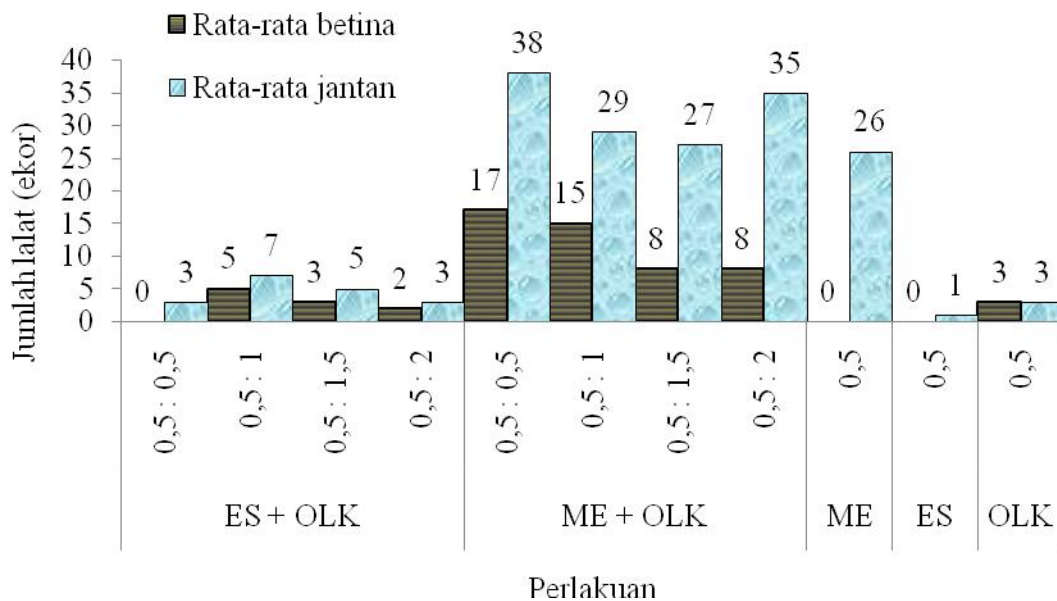
I. Analisis Data

Data ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan dan betina dianalisis dengan Kruskal Wallis untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Penghitungan analisis data ini menggunakan *software* SPSS 16.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil pengamatan ketertarikan lalat buah terhadap berbagai senyawa atraktan yang mengandung campuran protein (olahan limbah kakao), ME sintetis dan ekstrak selasih menunjukkan adanya perbedaan jumlah lalat buah betina dan jantan yang terperangkap. Perbedaan tampak pada campuran senyawa atraktan ME+OLK dan ES+OLK, campuran senyawa atraktan dapat menarik lalat buah betina maupun jantan sedangkan pada atraktan yang tidak dicampur menarik lalat buah sedikit dan jenis kelamin spesifik yaitu jantan atau betina saja (Gambar 2).



Gambar 2. Ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada senyawa atraktan yang mengandung campuran protein (OLK), ME sintetis dan ekstrak selasih (ES)

Analisis data menggunakan Kruskal Wallis menunjukkan ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan dan betina pada perlakuan campuran senyawa

atraktan diperoleh nilai $P=0.00$. Nilai Sig untuk lalat buah betina dan jantan yang terperangkap adalah $.000$. $P<0,05$ maka H_0 ditolak, sehingga H_i diterima artinya ada perbedaan ketertarikan lalat buah betina dan jantan pada olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya.

Hasil pengukuran kadar protein, gula dan amonia pada olahan limbah kakao yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kadar protein, gula dan ammonia olahan limbah kakao

No.	Parameter	Hasil Pengukuran (%)
1.	Protein	10,54
2.	Gula	12,05
3.	Ammonia	8,3

Hasil pengukuran faktor abiotik yaitu suhu dan kelembapan pada pagi, siang dan sore hari diseluruh area penelitian tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran faktor abiotik pada seluruh area yang diamati.

No.	Parameter	Hasil Pengukuran		
		Pagi	Siang	Sore
1.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	27-29	32-33	29-30
2.	Kelembapan (%)	67-69	79-80	70-73

B. Pembahasan

1. Ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada ME sintetis dan OLK

Berdasarkan data ketertarikan lalat buah jantan dan betina yang tercantum pada Gambar 2, perlakuan menggunakan ME sintetis dan OLK tanpa adanya pencampuran kedua senyawa atraktan tidak dapat menarik lalat buah jantan dan betina bersamaan. ME sintetis hanya menarik lalat buah jantan saja. Sedangkan OLK menarik lalat buah jantan dan betina namun rata-rata jumlahnya sedikit. Rata-rata jumlah lalat buah yang tertangkap pada

perlakuan ME sintetis dosis 0,5 ml adalah 26 ekor (jantan) dan OLK dosis 0,5 ml adalah 6 ekor (3 jantan, 3 betina). ME spesifik menarik lalat buah jantan, karena di alam lalat buah jantan membutuhkan ME untuk pembentukan feromon (Tan *et al.* 2011). Lalat buah betina tidak tertarik pada ME, tetapi tertarik pada protein hidrolisat untuk proses perkembangan telur dan kematangan organ reproduksinya (Warthen 2002).

Olahan limbah kakao dapat menarik lalat buah betina karena mengandung protein hidrolisat yang cukup tinggi setelah diolah dengan penambahan enzim papain. Limbah kakao yang digunakan diperoleh dari kebun kakao milik PT. Pagilaran Batang. Limbah kakao tersebut merupakan campuran dari beberapa jenis kakao yaitu kakao RRC dan KM. Hasil analisis protein pada limbah kakao yang telah diolah adalah 10,54% (Tabel 2), protein olahan limbah kakao diuji menggunakan metode spektrofotometri.

ME sintetis spesifik menarik lalat buah jantan, namun setelah dicampur dengan olahan limbah kakao (OLK) dapat menarik lalat buah betina (Lampiran 1). Olahan limbah kakao mengandung senyawa volatil yaitu amonia (Tabel 2), sehingga dapat menarik lalat buah betina. Amonia merupakan senyawa hasil degradasi protein, protein terdegradasi akibat penambahan enzim papain yaitu enzim yang dapat menguraikan protein menjadi amonia (Indriyanti 2011). Campuran perlakuan ME sintetis dan OLK menambah daya tarik lalat buah jantan maupun betina. ME menarik lalat buah jantan, sedangkan olahan limbah kakao menarik lalat buah betina. Campuran perlakuan pada masing-masing dosis (0,5:0,5; 0,5:1; 0,5:1,5 dan 0,5:2) dapat menarik lalat buah jantan dan betina seperti yang tercantum pada data hasil pengamatan Lampiran 1. ME sintetis dan OLK memiliki daya volatil yang baik, sehingga daya tarik lalat buah meningkat. Rata-rata jumlah lalat buah jantan dan betina yang terperangkap paling tinggi ditemukan pada campuran ME dan OLK dosis 0,5:0,5, yaitu 17 ekor betina dan 38 ekor jantan (Gambar 2). Lalat buah khususnya betina yang terperangkap pada

kelompok perlakuan dosis 0,5:1; 0,5:1,5 dan 0,5:2 semakin menurun jumlahnya (Lampiran 1). Penyebab menurunnya ketertarikan lalat buah betina pada perangkap, karena kadar OLK pada campuran lebih banyak dibandingkan pada perlakuan 0,5:0,5 yang hanya mengandung 0,5 ml OLK saja. Hal ini berkaitan dengan kandungan yang terdapat pada OLK yaitu alkohol. Limbah kakao merupakan hasil fermentasi buah kakao sehingga mengandung alkohol. Meskipun saat pengolahannya limbah kakao sudah dipanaskan, namun tidak semua alkohol menguap. Kadar alkohol pada OLK mempengaruhi ketertarikan lalat buah betina, karena semakin tinggi kadar OLK dalam campuran (1 ml, 1,5 ml dan 2 ml) maka aroma semakin menyengat salah satunya diakibatkan oleh alkohol dan senyawa lain yang terdapat dalam OLK. Alkohol mempunyai efek toksik pada serangga secara langsung maupun tidak langsung (Kardinan 2007). Menurut Phill (2006) serangga mendeteksi rangsang melalui alat sensornya yaitu olfaktori yang bersifat kimiawi (aroma) pada umumnya, kemudian serangga tersebut memberi respon yaitu mendekati dan menjauhi. Apabila sifat aroma menarik, misalnya saja *sex pheromone* atau perangkap dengan senyawa atraktan maka serangga mendekat, sedangkan apabila sumber aroma/rangsangan dianggap membahayakan dan tidak disukai maka mereka akan menghindar.

Hasil pengamatan pada dosis campuran 0,5:0,5 merupakan jumlah rata-rata dari 5 kali ulangan di lapangan. Artinya tidak semua tempat pemasangan perangkap pada masing-masing ulangan mampu menarik lalat buah jantan dan betina dengan jumlah yang banyak, contohnya hasil pengamatan di lokasi ulangan 1 dan 4 jumlah lalat buah jantan dan betina yang terperangkap sedikit (Lampiran 1). Pemasangan perangkap pada lokasi ulangan 2, 3 dan 5 mampu menarik lalat buah dalam jumlah banyak. Lokasi ulangan 2 menarik lalat buah 75 ekor (25 ekor betina, 50 ekor jantan), ulangan 3 menarik lalat buah 75 ekor (21 ekor betina, 54 ekor jantan) dan ulangan 5 menarik lalat buah 107 ekor (35 ekor betina, 72 ekor jantan). Jika

dilihat dari jumlahnya, terbukti bahwa campuran senyawa atraktan mampu meningkatkan ketertarikan lalat buah di alam. Jika dibandingkan dengan hasil dari perangkap yang berisi ME sintetis dan OLK saja, ME sintetis mampu menarik 26 ekor (jantan) dan OLK mampu menarik 6 ekor (3 jantan dan 3 betina).

Hasil penangkapan pada campuran ME dan OLK dengan dosis 0,5:0,5 menunjukkan bahwa daya tarik lalat buah tidak hanya dipengaruhi oleh dosis campuran kedua senyawa atraktan, tetapi faktor lingkungan juga mempengaruhi (Dhillon *et al.* 2005). Beberapa tempat pemasangan perangkap yaitu pada ulangan 2, 3 dan 5 dosis 0,5:0,5 didukung oleh lingkungan sekitar, terdapat beberapa jenis pohon buah-buahan yang menjadi inang lalat buah yaitu pohon jambu air, jambu biji dan belimbing. Hal tersebut tentu berpengaruh pada jumlah lalat buah yang terperangkap, lalat buah pada lokasi yang pohon buahnya beragam tentu jumlah populasinya lebih banyak dibanding dengan lokasi yang pohon buah-buahannya sedikit yaitu hanya ada satu pohon mangga, sehingga memungkinkan jumlah lalat buah yang terperangkap pada ulangan 2, 3 dan 5 lebih tinggi dibandingkan dengan ulangan 1 dan 4. Namun bukan berarti dosis campuran ME dan OLK yang lain kurang baik, karena pada dosis 0,5:1; 0,5:1,5 dan 0,5:2 pada semua ulangan juga mampu menarik lalat buah jantan dan betina dengan jumlah banyak dengan angka yang stabil.

Menurut uraian sebelumnya, campuran senyawa atraktan dapat meningkatkan daya tarik lalat buah. Hal ini terbukti bahwa campuran senyawa atraktan pada semua dosis perlakuan dapat meningkatkan daya tarik lalat buah seperti yang tercantum pada Gambar 2. Campuran tersebut mampu meningkatkan sinergi masing-masing senyawa atraktan.

2. Ketertarikan lalat buah *Bactrocera sp.* pada ES (Ekstrak Selasih)

Selasih merupakan salah satu tanaman yang menghasilkan metil eugenol. Metil eugenol merupakan hasil metabolit sekunder tanaman selasih (Wee & Tan 2007). Selasih diekstrak dengan serangkaian proses destilasi uap dan pemurnian, sehingga diperoleh metil eugenol murni untuk dilakukan uji lapangan (Antara & Wartini 2012).

Ekstrak selasih jika dibandingkan dengan ME sintetis, tentu kadar metil eugenolnya berbeda. Menurut Susanto *et al.* 2008 hasil analisis ME sintetis adalah 94,09% dan ekstrak selasih 82,29%. Berdasarkan data tersebut terlihat adanya perbedaan kandungan metil eugenol pada ME sintetis dan ekstrak selasih. Hal ini tentu akan mempengaruhi jumlah lalat buah yang terperangkap. Berdasarkan data ketertarikan lalat buah jantan dan betina yang tercantum pada Gambar 2, ekstrak selasih yang tidak dicampur dengan olahan limbah kakao menarik lalat buah spesifik jantan dan jumlahnya sedikit. Pada dosis 0,5 ml ekstrak selasih menarik rata-rata jumlah lalat buah jantan satu ekor. Ekstrak selasih mengandung metil eugenol sehingga mampu menarik lalat buah jantan saja.

Ekstrak selasih setelah dicampur dengan olahan limbah kakao mampu menarik lalat buah jantan dan betina. Lalat buah betina tertarik dengan olahan limbah kakao yang mengandung protein. Campuran senyawa atraktan antara ekstrak selasih dan olahan limbah kakao yang mampu menarik lalat buah jantan dan betina optimal adalah dosis campuran 0,5:1 dan 0,5:1,5. Pada dosis 0,5:1 rata-rata jumlah lalat buah jantan yang tertangkap adalah 7 ekor dan betina 5 ekor. Sedangkan dosis campuran 0,5:1,5 rata-rata jumlah lalat buah jantan yang terperangkap adalah 5 ekor dan betina 3 ekor (Gambar 2). Angka ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah ketertarikan lalat buah pada campuran senyawa atraktan (ekstrak selasih dan olahan limbah kakao).

Campuran senyawa atraktan ekstrak selasih dan olahan limbah kakao dapat meningkatkan ketertarikan lalat buah jantan dan betina, namun rata-

rata jumlah lalat buah jantan dan betina yang terperangkap tidak sebanyak pada campuran ME sintetis dan olahan limbah kakao. Hal ini disebabkan karena, perangkap yang berisi campuran ekstrak selasih dan olahan limbah kakao dipasang setelah perangkap yang berisi ME sintetis dan olahan limbah kakao diambil dari pohon pada 5 lokasi. ME sintetis dipasang pada tanggal 2-4 Oktober 2013 (selama 3 hari), kemudian pada tanggal 4 Oktober perangkap diambil. Setelah perangkap yang berisi ME sintetis dan OLK diambil, lalu 5 hari kemudian (tanggal 9 Oktober 2013) perangkap yang berisi ekstrak selasih dan OLK dipasang. Perangkap yang berisi ekstrak selasih dan OLK dipasang dipohon, lingkungan, waktu dan daerah yang sama. Pemasangan perangkap secara bergantian dilakukan atas dasar pertimbangan tempat, pohon mangga pada lokasi pemasangan terbatas jumlahnya. Pemasangan perangkap pada pohon mangga berjarak setidaknya 3 m, karena senyawa atraktan pada perangkap dapat mempengaruhi satu sama lain jika dipasang terlalu dekat (Shelly 2010). Tidak semua pohon mangga dapat ditemukan dengan jarak yang seimbang dengan selang jarak 3-5 m antara pohon satu dengan yang lainnya, sehingga perangkap dipasang bergantian. Perangkap dengan kandungan senyawa atraktan yang berbeda yaitu berisi campuran ME sintetis dan OLK, ekstrak selasih dan OLK tidak bisa dipasang pada satu pohon, karena akan mempengaruhi daya tarik lalat buah. Kandungan metil eugenol pada ME sintetis dan ekstrak selasih berbeda, jika keduanya digabungkan maka lalat buah lebih tertarik pada ME sintetis dibandingkan dengan ekstrak selasih.

Peningkatan daya tarik lalat buah pada perangkap yang berisi campuran senyawa atraktan (ME sintetis dan OLK) dapat mengurangi populasi lalat buah jantan dan betina di alam. Terbukti pada jumlah populasi lalat buah yang terperangkap pada pemasangan perangkap berikutnya yaitu campuran ekstrak selasih dan olahan limbah kakao lebih sedikit yang tertangkap.

Berdasarkan data ketertarikan lalat buah yang tercantum pada Gambar 2, rata-rata jumlah lalat buah jantan lebih banyak dibandingkan betina. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain karena daya volatil antara metil eugenol dan protein (olahan limbah kakao) berbeda. Metil eugenol memiliki daya volatil lebih kuat dibandingkan dengan olahan limbah kakao, sehingga metil eugenol lebih cepat ditangkap alat sensor lalat buah khususnya jantan. Terbukti saat pemasangan perangkap, ketika perangkap yang telah berisi campuran senyawa atraktan dipasang pertama kali pada pagi hari (pukul 07.00 WIB), beberapa lalat buah jantan langsung datang mendekati perangkap, sedangkan lalat buah betina mendekat setelah ± 20 menit setelah perangkap dipasang (Tan *et al.* 2002).

Campuran senyawa atraktan protein (olahan limbah kakao/ OLK) dan metil eugenol (ME sintetis dan ekstrak selasih) dapat meningkatkan daya tarik lalat buah, karena yang terperangkap tidak hanya jantan saja tetapi lalat buah betina juga ikut tertangkap yaitu pada dosis campuran 0,5:0,5; 0,5:1; 0,5:1,5 dan 0,5:2. Perlakuan menggunakan campuran ME –OLK dan ekstrak selasih-OLK, menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa atraktan yang tidak dicampur (Gambar 2). Hal ini disebabkan karena pada campuran senyawa atraktan terdapat protein yang mampu menarik lalat buah betina dan metil eugenol yang mampu menarik lalat buah jantan. Senyawa atraktan yang tidak dicampur satu sama lain yaitu OLK, ME sintetis dan ekstrak selasih saja hanya mampu menarik lalat buah dalam jumlah sedikit.

Perangkap yang digunakan terbuat dari botol air mineral. Menurut Bhagat *et al.* (2013), perangkap lalat menggunakan botol air mineral dapat memerangkap lalat buah dengan jumlah yang banyak. Perangkap botol air mineral yang berisi senyawa atraktan dan air di bagian dasar perangkap berhasil menarik lalat buah di daerah Sekar Gading seperti yang tercantum pada Lampiran 1. Lalat yang terperangkap kemudian akan jatuh ke dalam air, air juga berfungsi sebagai perangkap. Lalat-lalat yang telah mengkonsumsi

senyawa atraktan akan mengalami keracunan dan akhirnya mati (Shelly 2010), lalat yang mati kemudian jatuh ke dalam air. Pengamatan lalat buah dalam perangkap dilakukan setiap hari pada pagi, sore dan siang hari (IAEA 2003).

Perilaku lalat buah dapat dipengaruhi oleh faktor abiotik di lingkungannya baik suhu maupun kelembapan. Lalat buah mulai aktif pada pagi hari hingga siang hari dan menurun aktifitasnya pada sore hari (Suputa *et al.* 2006). Menurut Manurung *et al.* 2012 hal ini erat kaitannya dengan sifat lalat buah yaitu ektoterm. Ektoterm merupakan hewan yang suhu tubuhnya tergantung pada suhu lingkungan sekitarnya.

Suhu di lingkungan terrestrial khususnya Sekar Gading Semarang selalu mengalami perubahan mulai pagi, siang hingga sore hari (Tabel 3). Adanya perubahan suhu lingkungan secara fluktuatif dapat mempengaruhi aktifitas hewan-hewan ektoterm di alam salah satunya lalat buah (Isnaeni 2006).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Senyawa atraktan yang mengandung campuran ME sintetis dan OLK, ekstrak selasih dan OLK dapat meningkatkan ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan dan betina di lapangan.
2. Dosis campuran yang paling baik untuk menarik lalat buah *Bactrocera* sp. adalah campuran ME sintetis dan OLK 0,5:0,5.

B. Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjut mengenai identifikasi lalat buah *Bactrocera* sp. yang terperangkap. Karena, menurut hasil pengamatan terdapat beberapa jenis lalat buah *Bactrocera* sp. yang berbeda.
2. Perlu adanya penelitian lanjut mengenai variasi dosis dan ketahanan limbah kakao saat digunakan sebagai senyawa atraktan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antara NS & Wartini M. 2012. Tropical Plant Curriculum Project. Bali : Udayana University
- Bhagat D, Samanta SK & Bhattacharya S. 2013. Efficient Management of Fruit Pests by Pheromone Nanogels. *Scientific Reports* 3: 1294.
- Borror DJ, Triplehorn CA & Johnson NF. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga. Yogyakarta: UGM Press.
- Drew D. 2011. *The Australian Handbook For The Identification of Fruit Flies*. Volume ke-1, Australia:Canberra.
- Elisabeth DAA. 2006. Nata De Kakao Memanfaatkan Limbah Menyelamatkan Lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 28 : 4.
- Espinoza HR, Cribas A, Martinez W, Flores O & Morales JA. 2007. Evaluation of Female Fruit Fly Attractants in Honduras. Procidium of a Final Research Coord. *Meeting FAO and IAEA (Int.Atomic Energy Agency)*. 9 pp.
- Haq R, Khan MF & Haq E. 2012. Heavy weight protein affected by Lead Acetate in *Bactrocera dorsalis*. *Journal of basic and applied sciences* 8: 411-415.
- Hasyim A, Muryati & De Kogel WJ. 2006. Efektivitas Model dan Ketinggian Perangkap dalam Menangkap Hama Lalat Buah Jantan, *Bactrocera* spp. *J. Hort*. 16: 4.
- Hee AK & Tan KH. 2001. Transport of methyl eugenol derivat sex pheromonal component in male fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *Journal of Chemical Ecology*. 27:5.
- Heath RR, Epsky ND & Kendra PE. 2007. Fruit Fly Trapping and Control-Post, Present and Future. Subtropical Horticulture Research Station, USDA, Miami-Florida, USA. 7pp.
- IAEA [International Atomic Energy Agency]. 2003. Trapping Guidelines For Area-Wide Fruit Fly Programmes, Vienna, Austria.

- Indriyanti DR. 2011. Eksplorasi dan potensi senyawa olahan limbah sebagai atraktan lalat buah *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). Laporan disertasi. UGM Yogyakarta.
- _____, Subekti N & Latifah. 2012. Ketertarikan lalat buah *Bactrocera* pada ekstrak olahan limbah kakao berpengawet. *Biosaintifika* 4:83-88.
- Isnaeni W. 2006. Fisiologi Hewan. Yogyakarta: Kanisius.
- Jang EB, Khirmian A & Siderhurst MS. 2011. Di- and tri-fluorinated analogs of methyl eugenol: attraction to and metabolism in the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel). *J Chem Ecol* 37:553-564.
- Kardinan A. 2003. Tanaman Pengendali Lalat Buah. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- _____ & Amin AA. 2003. Perakitan Atraktan Nabati Dari *Melaleuca bracteata* Sebagai Pengendali Hama Lalat Buah. *Laporan Riset The Participatory Development of Agriculture Technology Project*. 15p.
- _____. 2007. Daya Tolak Ekstrak Tanaman Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Terhadap Lalat (*Musca domestica*). *Buletin Balitro*. 18: 170-176.
- _____. 2007. Pengaruh Campuran Beberapa Jenis Minyak Nabati Terhadap Daya Tangkap Lalat Buah. *Buletin Balitro*. 18 : 60-66.
- _____ & Syakir M. 2009. Potensi bahan alami sebagai pengendali hama lalat buah (*Bactrocera spp.*). *Jurnal Bahan Alami Indonesia* 2:72-76.
- Lloyd A & RAI Drew. 1997. Modification and testing of brewery waste yeast as a protein source for fruit fly bait. P. 192-198. in AJ Allwood and RAI Drew. Management of fruit flies in the Pacific. ACIAR, Nadi, Fiji.
- Manurung B, Puji P & Emmi ET. 2012. Pola aktivitas harian dan dinamika populasi lalat buah *Bactrocera dorsalis* complex pada pertanaman jeruk di dataran tinggi kabupaten karo provinsi Sumatera Utara. *Jurnal HPT Tropika*. Vol 12, 2: 103-110.
- Pitojo S. 1996. Kemangi dan Selasih. Ungaran Jawa Tengah: Trubus Agriwidya.
- Phill MEB. 2006. Therapies and Healing Remedies. <http://www.emhsol.multiply.com>. [10 April 2014].

- Shelly TE. 2010. Capture of *Bactrocera* Males (Diptera: Tephritidae) in Parapheromone-Baited Traps: A Comparison of Liquid versus Solid Formulation. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 42: 1-8
- Siwi SS, Hidayat P & Suputa. 2006. *Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia (Diptera: Tephritidae)*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
- Sunarno. 2011. Ketertarikan Serangga Hama Lalat Buah terhadap Berbagai Papan Perangkap Berwarna Sebagai Salah Satu Teknik Pengendalian. *Jurnal Agroforestri*.
- Suputa, Cahyaniati, A Kustaryati, M. Railan & WP Mardiasih. 2006. Taksonomi dan bioekologi lalat buah penting di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioekologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Susanto A, Suryati T & Subahar S. 2008. Response of Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* Complex on Methyl Eugenol Derived From Basil Plant, *Ocimum sanctum* L.
- Tan KH, Nishida R & Toong YC. 2002. Floral synomone of a wild orchid *Bulbophyllum cheiri*, lures *Bactrocera* fruit flies for pollination. *Journal Of Chemical Ecology*. 6 : 1161-1172.
- _____, Tokushima I, Ono H & Nishida R. 2011. Comparison of phenylpropanoid volatiles in male rectal pheromone gland after methyl eugenol consumption, and molecular phylogenetic relationship of four global pest fruit fly species: *Bactrocera invadens*, *B. dorsalis*, *B. correcta* and *B. zonata*.
- Warthen JR. 2002. Volatile Potential Attractants from Ripe Coffee Fruit for Fruit Fly. USDA Subtropical Agriculture Research, Weslaco, USA. 6pp.
- Wee SL & Keng-Hong T. 2005. Male endogenous pheromonal component of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) deterred gecko predation. *Chemoecology* 15:199-203.
- _____. 2007. Temporal accumulation of phenylpropanoids in male fruit flies, *Bactrocera dorsalis* dan *B. carambolae* (Diptera: Tephritidae) following methyl eugenol consumption. *Chemoecology* 17: 81-85.

Weems HV, Jr & Fasulo TR. 2011. Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Insecta: Diptera: Tephritidae). http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/queensland_fruit_fly.htm. [6 April 2013].

_____. 2012. A guava fruit fly, *Bactrocera correcta* (Bezzi) (Insecta: Diptera: Tephritidae). http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/a_guava_fruit_fly.htm. [6 April 2013].

_____ & Nation JL. 2013. Olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Insecta: Diptera: Tephritidae). <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN2700.pdf.html>. [6 April 2013].

Yunianta. 2010. Limbah Cair Industri Kakao Sebagai Bahan Pembuat Nata. *Jurnal Teknik Industri*. 11 : 81-84.

Lampiran-lampiran

Lampiran 1. Data hasil pengamatan ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan dan betina pada senyawa atraktan berdasarkan jumlah.

Perlakuan	Dosis (ml)	Jumlah lalat buah <i>Bactrocera</i> sp. betina dan jantan (ekor)									
		Ulangan ke									
		1		2		3		4		5	
		B	J	B	J	B	J	B	J	B	J
ES + OLK	0,5:0,5	0	3	0	1	0	5	0	2	0	3
	0,5: 1	4	5	2	4	3	3	4	6	11	19
	0,5:1,5	2	4	3	3	3	4	5	7	2	5
	0,5: 2	3	2	2	3	1	5	1	4	3	3
ME + OLK	0,5:0,5	0	3	25	50	21	54	6	13	35	72
	0,5: 1	8	13	23	57	20	29	15	30	9	18
	0,5:1,5	3	9	7	16	15	49	9	46	6	13
	0,5: 2	7	11	8	80	13	42	8	22	5	19
ME	0,5	0	13	0	8	0	9	0	77	0	23
ES	0,5	0	1	0	2	0	2	0	2	0	0
OLK	0,5	2	2	1	3	8	6	1	4	2	1

Keterangan:

OLK = Olahan limbah kakao

ME = Metil eugenol

ES = Ekstrak selasih

J = Jantan

B = Betina

Lampiran 2. Uji Kruskal Wallis ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. betina pada berbagai campuran senyawa atraktan olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Betina	55	5.5636	7.46539	.00	35.00
Perlakuan	55	6.0000	3.19142	1.00	11.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank
Betina	ES+OLK 0,5 : 0,5	5	8.50
	ES+OLK 0,5 : 1	5	33.40
	ES+OLK 0,5 : 1,5	5	28.30
	ES+OLK 0,5 : 2	5	23.90
	ME + OLK 0,5 : 0,5	5	41.40
	ME + OLK 0,5 : 1	5	48.30
	ME + OLK 0,5 : 1,5	5	40.30
	ME + OLK 0,5 : 2	5	41.60
	ME 0,5	5	8.50
	ES 0,5	5	8.50
	OLK	5	25.30
	Total	55	

Test Statistics^{a,b}

	Betina
Chi-Square	42.528
Df	10
Asymp. Sig.	.000

Keterangan:

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Nilai Sig untuk lalat buah betina yang terperangkap adalah .000. Probabilitas $<0,05$ maka H_0 ditolak, sehingga H_1 diterima artinya ada perbedaan ketertarikan lalat buah betina pada olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya.

Lampiran 3. Uji Kruskal Wallis ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. jantan pada berbagai campuran senyawa atraktan olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Jantan	55	6.0000	3.19142	1.00	11.00
Perlakuan	55	6.0000	3.19142	1.00	11.00

Ranks

Jantan	Perlakuan	N	Mean Rank
	ES+OLK 0,5 : 0,5	5	3.00
	ES+OLK 0,5 : 1	5	8.00
	ES+OLK 0,5 : 1,5	5	13.00
	ES+OLK 0,5 : 2	5	18.00
	ME + OLK 0,5 : 0,5	5	23.00
	ME + OLK 0,5 : 1	5	28.00
	ME + OLK 0,5 : 1,5	5	33.00
	ME + OLK 0,5 : 2	5	38.00
	ME 0,5	5	43.00
	ES 0,5	5	48.00
	OLK	5	53.00
	Total	55	

Test Statistics^{a,b}

	Jantan
Chi-Square	54.000
Df	10
Asymp. Sig.	.000

Keterangan:

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Nilai Sig untuk lalat buah betina yang terperangkap adalah .000. Probabilitas <0,05 maka H_0 ditolak, sehingga H_1 diterima artinya ada perbedaan ketertarikan lalat buah jantan pada olahan limbah kakao (OLK), ME sintetis, ekstrak selasih dan campuran keduanya.

Lampiran 4. Dokumentasi penelitian

A. Proses pengolahan Limbah Kakao



Proses fermentasi buah kakao.



Limbah cair hasil fermentasi kemudian dipanaskan.



Limbah kakao dipanaskan kembali sampai 50°C.

Setelah dipanaskan, limbah kakao ditambahkan $\text{Na}_2\text{O}_2\text{S}_2$, NaCL dan NaOH.

Setelah dipanaskan 50°C kemudian ditambahkan enzim papain.



Limbah kakao kemudian di inkubasi pada oven suhu 50°C selama 24 jam.



OLK siap digunakan

B. Proses pembuatan ekstrak selasih



Daun dan bunga selasih dikering anginkan.



Destilasi uap daun dan bunga selasih.



Proses pemurnian minyak atsiri hasil destilasi uap.



Dihasilkan ekstrak selasih yang siap digunakan.

C. Senyawa atraktan dan perangkap lalat buah di lapangan



ME sintesis



Ekstrak selasih
(ME alami)



Olahan limbah kakao
yang siap digunakan



Campuran senyawa
atraktan olahan limbah
kakao (OLK), ME
sintesis dan ekstrak
selasih



Perangkap lalat buah yang berisi campuran ssenyawa atraktan



Pemasangan perangkap



Lalat buah yang terperangkap



Pengamatan jumlah dan jenis kelamin lalat buah yang terperangkap



Lokasi pemasangan
perangkap