ANALISIS MINYAK ATSIRI DAUN MELADA (*Piper colubrinum* Link) SEBAGAI ATRAKTAN LALAT BUAH JANTAN PADA TANAMAN JERUK SIAM PONTIANAK (*Citrus nobilis* var. microcarpa)

PUTRI JANUARTI
H1031221072

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

ANALISIS MINYAK ATSIRI DAUN MELADA (*Piper colubrinum* Link) SEBAGAI ATRAKTAN LALAT BUAH JANTAN PADA TANAMAN JERUK SIAM PONTIANAK (*Citrus nobilis* var. microcarpa)

PUTRI JANUARTI
H1031221072

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Analisis Minyak Atsiri Daun Melada (*Piper colubrinum* Link) sebagai Atraktan Lalat Buah Jantan pada Tanaman Jeruk Siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa)
Nama	:	Putri Januarti
NIM	:	H1031221072
Jurusan/Program Studi	:	Kimia/S1 Kimia
Tanggal Lulus	:	23 Juli 2026
SK Pembimbing	:	3737/DST/UN22.8/DT.00/2026/Tanggal 24 Juli 2026
SK Penguji	:	5104/DST/UN22.8/DT.00/2026/Tanggal 31 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Afghani Jayuska, S.Si, M.Si	Dr. Winda Rahmalia, S.Si, M.Si
NIP. 197107072000121001	NIP. 198402272008122004

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si, M.Si	Dr. Muhamad Agus Wibowo, S.Si., M.Si
NIP. 197109202000121001	NIP.197301092000031002

Pemimpin Sidang (Merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap anggota penguji)
Afghani Jayuska, S.Si, M.Si	Dr. Winda Rahmalia, S.Si, M.Si
NIP. 197107072000121001	NIP. 198402272008122004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusnizal, S.Si., M.Si
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Putri Januarti
NIM	:	H1031221072
Program Studi/Jurusan	:	Kimia/S1-Kimia
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran akademik sesuai peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya

Pontianak, 26 Juni 2026



Putri Januarti

H1031221072

Dipindai dengan CamScanner

ANALISIS MINYAK ATSIRI DAUN MELADA (*Piper colubrinum* Link) SEBAGAI ATRAKTAN LALAT BUAH JANTAN PADA TANAMAN JERUK SIAM PONTIANAK (*Citrus nobilis* var. microcarpa)

Abstrak

Lalat buah (*Bactrocera* spp.) merupakan salah satu hama utama pada tanaman jeruk siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa) yang menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Pengendalian menggunakan pestisida sintetik berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sehingga diperlukan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan atraktan alami yang berasal dari minyak atsiri daun melada (*Piper colubrinum* Link) termasuk salah satu alternatif untuk menurunkan dampak negatif dari pestisida sintetik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi senyawa penyusun minyak atsiri daun melada serta menentukan efektivitasnya sebagai atraktan lalat buah pada tanaman jeruk siam Pontianak. Minyak atsiri diperoleh melalui metode destilasi uap, kemudian dianalisis sifat fisiknya meliputi rendemen, berat jenis, dan indeks bias serta identifikasi komponen senyawa dengan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). Efektivitas atraktan minyak atsiri daun melada diuji di lahan pertanaman jeruk menggunakan perangkap yang dibandingkan dengan Petrogenol sebagai kontrol positif. Data jumlah tangkapan lalat buah dianalisis menggunakan uji *Mann–Whitney* pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri daun melada memiliki rendemen sebesar 0,7110%, berat jenis 0,9701, dan indeks bias 1,5090. Analisis GC-MS berhasil mengidentifikasi 37 senyawa volatil dengan komponen utama metil eugenol (32,67%), β-elemene (14,51%), eugenol (10,61%), β-caryophyllene (8,10%), dan δ-elemene (5,57%). Uji efektivitas menunjukkan bahwa minyak atsiri daun melada mampu menangkap 253 individu lalat buah sedangkan Petrogenol menangkap 228 individu yang terdiri atas *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera carambolae*, dan *Bactrocera umbrosa*. Hasil uji Mann–Whitney menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara minyak atsiri daun melada dan Petrogenol ($p > 0,05$) sehingga berpotensi dikembangkan sebagai atraktan alami yang ramah lingkungan untuk pengendalian lalat buah pada tanaman jeruk siam Pontianak.

Kata Kunci: atraktan, *Piper colubrinum*, minyak atsiri, lalat buah, GC-MS

ANALYSIS OF MELADA (Piper colubrinum Link*) LEAF ESSENTIAL OIL AS A MALE FRUIT FLY ATTRACTANT ON PONTIANAK SIAM ORANGE (Citrus nobilis* var. microcarpa*)*

Abstract

Fruit flies (Bactrocera spp.) are among the major pests affecting Pontianak Siam Orange (Citrus nobilis var. microcarpa), causing significant reductions in both fruit quality and yield. The extensive use of synthetic pesticides may lead to adverse environmental impacts; therefore, environmentally friendly alternatives are needed. One potential alternative is the use of natural attractants derived from the essential oil of Piper colubrinum Link leaves. This study aimed to determine the chemical composition of P. colubrinum leaf essential oil and evaluate its effectiveness as a fruit fly attractant in Pontianak Siam Orange plantations. The essential oil was extracted using the steam distillation method and characterized based on its yield, specific gravity, refractive index and identified chemical component using Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). The attractant effectiveness was evaluated under field conditions using bottle traps and compared with Petrogenol as a positive control. The number of trapped fruit flies was analyzed using the Mann–Whitney test at a 5% significance level. The results showed that the essential oil had a yield of 0.7110%, a specific gravity of 0.9701, and a refractive index of 1.5090. GC-MS analysis identified 37 volatile compounds, with methyl eugenol (32.67%), β-elemene (14.51%), eugenol (10.61%), β-caryophyllene (8.10%), and δ-elemene (5.57%) as the major constituents. Field evaluation demonstrated that P. colubrinum essential oil trapped 253 fruit flies whereas Petrogenol trapped 228 individuals consisting of Bactrocera dorsalis, Bactrocera carambolae, and Bactrocera umbrosa. Statistical analysis using the Mann–Whitney test indicated no significant difference between the effectiveness of P. colubrinum essential oil and Petrogenol ($p > 0.05$), therefore P. colubrinum essential oil has strong potential to be developed as an environmentally friendly natural attractant for fruit fly management in Pontianak Siam citrus cultivation.

Keywords: *attractant, Piper colubrinum, essential oil, fruit fly, GC-MS*

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Analisis Minyak Atsiri Daun Melada (*Piper colubrinum* Link) sebagai Atraktan Lalat Buah Jantan pada Tanaman Jeruk Siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa)". Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura. Penulis menyadari bahwa penyusunan dan penelitian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan, walaupun demikian selama pembuatan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dukungan, bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Guzrizal, S.Si., M.Si, Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Dr. Anis Shofiyani, S.Si., M.Si., Selaku Ketua Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura serta selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing II dalam tugas akhir yang telah membimbing, mendukung dan memberi arahan selama masa perkuliahan serta penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Afghani Jayuska, S.Si, M.Si., selaku dosen pembimbing I dalam tugas akhir yang telah membimbing, mendukung dan memberi arahan selama masa penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
5. Bapak Dr. Andi Hairil Alimudin, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji I dalam tugas akhir yang telah membantu dan memberikan saran serta kritik positif dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Muhamad Agus Wibowo, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji II dalam tugas akhir yang telah membantu dan memberikan saran serta kritik positif dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Rudiyansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku kepala laboratorium yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian di Laboratorium.
8. Yoga Pratama, S.Si., M.Si. dan Titiek Lestari, S.Si.,M.Si., selaku laboran yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen Kimia serta seluruh Staf Akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, yang telah mendidik, memberikan ilmu pengetahuan, fasilitas dan pelayanan akademik yang baik kepada penulis selama proses pendidikan di Universitas Tanjungpura.
10. Teristimewa kedua orang tua tercinta, yakni Umak dan Bapak, terima kasih atas segala kasih sayang, doa serta pengorbanan yang tiada pernah berhenti kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada saudara penulis Nurhafidza dan Ihsan Febrian yang turut memberikan kasih sayang, doa serta motivasi dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan bagi penulis, yang selalu mengajarkan untuk tidak menyerah dan selalu berusaha.
11. Teman dekat penulis, yakni Jesika, Carolin, Shinta dan Aini terima kasih atas semua dukungan dan bantuan serta meluangkan waktu menjadi tempat untuk berkeluh kesah selama penyusunan skripsi ini
12. Sahabat penulis sejak baangku SMA, yakni Laura, Salwa dan Safa terima kasih semua dukungan serta meluangkan waktu menjadi tempat untuk berkeluh kesah selama penyusunan skripsi ini

Pontianak, 26 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Abstrak iv
Abstract v
KATA PENGANTAR ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) 5
2.2 Jeruk Siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa) 8
2.3 Atraktan 10
2.4 Melada (*Piper colubrinum* Link) 11
2.5 Minyak Atsiri 12
2.6 Destilasi Uap 14
2.7 *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) 16
BAB III METODOLOGI 18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 18
3.2 Alat dan Bahan 18
3.3 Rancangan Percobaan 18
3.4 Cara Kerja 19
3.4.1 Preparasi sampel daun melada 19
3.4.2 Ekstraksi minyak atsiri daun melada 19
3.4.3 Analisis sifat fisik minyak atsiri daun melada 19
3.4.4 Analisis senyawa minyak atsiri daun melada 20
3.4.5 Uji efektifitas atraktan daun melada 20
3.4.6 Identifikasi lalat buah pada atraktan 22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23

4.1 Hasil Determinasi Tanaman Melada (Piper colubrinum Link) 23
4.2 Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Melada (*Piper colubrinum* Link) 23
4.3 Komponen Senyawa Minyak Atsiri Daun Melada 26
4.4 Efektifitas Atraktan Minyak Atsiri Daun Melada 34
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 38
5.1 Simpulan 38
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 40
LAMPIRAN 50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komponen Senyawa Penyusun Minyak Atsiri Daun Melada 27
Tabel 4.2 Identifikasi Lalat Buah berdasarkan Morflogi ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.3 Jumlah Populasi Lalat Buah berdasarkan Jenis Kelamin..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.4 Hasil Analisis Uji Beda Mann Whitney .**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Melada (Piper colubrinum Link) 12
Gambar 2.2 Sistem Destilasi Uap 15
Gambar 2.3 Sistem GCMS 17
Gambar 3.1 Perangkap Lalat dengan Atraktan.....21
Gambar 3.2 Peta Pemasangan Perangkap 21
Gambar 4.1 Minyak Atsiri Daun Melada Hasil Destilasi.....25
Gambar 4.2 Spektrum Massa Senyawa Metil Eugenol..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.3 Pola Fragmentasi Senyawa Metil Eugenol ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.4 Kromatogram Minyak Atsiri Daun Melada 27
Gambar 4.5 Struktur Komponen Penyusun Minyak Atsiri Daun Melada 29
Gambar 4.6 Grafik Jumlah Populasi Lalat Buah ...**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan 50
Lampiran 2. Hasil Determinasi Tanaman Melada (*Piper colubrinum* Link) 54
Lampiran 3. Analisis Data Jumlah Populasi Lalat Buah 56
Lampiran 4. Dokumentasi 59

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi yang besar dalam bidang pertanian untuk membudidayakan berbagai jenis tanaman. Jenis tanaman yang dapat dibudidayakan di daerah tropis ialah tanaman hortikultura (Santoso, *et al.,* 2024). Salah satu tanaman hortikultura yang dibudiayakan di Indonesia adalah tanaman Jeruk (*Citrus* ssp.) (Adlini *et al.,* 2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, Indonesia menghasilkan 2,57 ribu ton buah jeruk selama tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2025). Jenis jeruk yang dibudidayakan di Indonesia terdiri jeruk manis (*Citrus sinensis*), jeruk keprok (*Citrus reticulata*), jeruk besar (*Citrus maxima* Herr) dan jeruk siam (*Citrus nobilis*) (Suwandi, 2015).

Jenis jeruk yang memiliki kuantitas paling banyak di Indonesia ialah jeruk siam (*Citrus nobilis*). Jeruk siam menyumbangkan 70% dari keseluruhan produksi jeruk di Indonesia (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, 2020). Salah satu daerah penyumbang jeruk siam di Indonesia ialah Kalimantan Barat dengan varietas unggul Jeruk Siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa) (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2023).

Jeruk siam pontianak memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena merupakan sumber vitamin C sehingga disukai oleh semua kalangan. Namun, hasil panen jeruk siam pontianak pada tahun 2024 ini telah mengalami penurunan hingga 11,91% (Badan Pusat Statistik, 2025). Salah satu penyebab utama penurunan hasil panen tanaman jeruk siam dapat disebabkan oleh serangan hama lalat buah (Istianto *et al.,* 2024). Serangan lalat buah menyebabkan adanya noda coklat serta lubang yang berisi ulat pada permukaan buah (Zahro, *et al.,* 2024). Serangan ini disebabkan oleh aktivitas reproduksi lalat buah betina yang menyimpan telur dengan ovipositornya didalam buah. Telur yang diletakkan akan berkembang menjadi larva yang dapat merusak buah jeruk (Kardinan, 2003). Aktivitas lalat buah pada tanaman jeruk siam

berpotensi menyebabkan pembusukan yang dapat menurunkan kualitas serta kuantitas produksi tanaman jeruk siam pontianak (Fauzana dan Octiyanti, 2021).

Pengendalian serangan hama lalat buah (*Bactrocera* sp.) dapat menggunakan pestisida sintetik yang berasal dari proses sintesis senyawa kimia. Pengaplikasian pestisida sintetik pada tanaman jeruk dapat meninggalkan residu pestisida pada lingkungan yang berakibat pembunuhan massal bagi biota (Calvalho, 2017). Penggunaan pestisida sintetik juga menimbulkan resistensi lalat buah terhadap pestisida yang diberikan (Akbar, *et al.,* 2024). Selain itu, kandungan senyawa toksik yang terkandung dalam pestisida dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti kanker, gangguan saraf, gangguan reproduksi dan ganguan pernapasan (Zhou, *et al.,* 2025).

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh pestisida sintetik dapat diminimalisir dengan penggunaan salah satu jenis pestisida yaitu senyawa atraktan. Senyawa atraktan memiliki kemampuan untuk menarik hama lalat buah yang diaplikasikan ke dalam perangkap sehingga dapat menjebak lalat buah yang tertarik dengan senyawa atraktan. Penggunaan senyawa atraktan termasuk metode pengendalian hama lalat buah yang efektif, efisien dan ramah lingkungan karena tidak meninggalkan residu yang beracun (Ginting, *et al.,* 2021). Senyawa aktif atraktan dapat diperoleh dari proses sintesis kimia. Senyawa yang umumnya digunakan yaitu metil eugenol (ME) (*4-allyl-1,2 dimethoxybenzene-carboxylate), cue-lure* (CL) *(4-(p acetoxyphenyl)-2-butanone)* dan *trimedlure* (TML) *(tert-butyl 4 (and 5)-chloro-2-methylcyclo-hexane-1 carboxylate)* (Tan, *et al.,* 2014).

Kemampuan senyawa atraktan sebagai salah satu agen pengendalian hama lalat buah didasari oleh ketertarikan lalat buah pada senyawa tersebut. Senyawa atraktan dapat mengendalikan perilaku lalat buah untuk bereproduksi (Kardinan, 2003). Senyawa atraktan umumnya mempunyai senyawa aromatis yang aromanya serupa dengan lalat buah betina (Hasyim, *et al.,* 2020). Selain mempunyai aroma lalat buah betina, beberapa jenis senyawa atraktan juga memiliki aroma sumber makanan lalat buah. Aroma senyawa atraktan dapat dideteksi oleh indra penciuman lalat buah jantan yang kemudian akan mempengaruhi kecendrungan lalat buah jantan untuk mendekat menuju senyawa atraktan (Sari, *et al.,*2021). Selain menggunakan

senyawa aktif, atraktan juga dapat menggunakan tumbuhan, terutama tumbuhan yang memiliki senyawa aromatik yang dapat menarik lalat buah seperti daun Melada (*Piper colubrinum* L.) (Ginting, *et al.,* 2021; Feby, *et al.,* 2024).

Melada merupakan tanaman perdu yang termasuk ke dalam famili Piperaceae (Chandra *et al.,* 2015). Saat ini tumbuhan Melada hanya dimanfaatkan sebagai batang sambung atau setek pada tanaman Lada (*Piper nigrum* Link) (Anggraini *et al.,* 2021). Daun melada memiliki kemampuan yang dapat menarik lalat buah menggunakan senyawa volatilnya. Analisis atraktan alami daun melada telah dilakukan oleh Feby*, et al* (2024) pada tanaman Cabai dengan menggunakan bubuk daun melada yang dienkapsulasi.

Atraktan daun melada memiliki efektifitas yang baik dalam menarik lalat buah ke dalam perangkap (Feby, *et al.,* 2024). Namun, masih belum ditemukan analisis mengenai senyawa aktif yang berperan sebagai senyawa atraktan pada daun Melada. Analisis senyawa aktif daun melada dilkukan dalam bentuk minyak atsiri karena minyak atsiri termasuk produk dari proses destilasi yang dapat mengekstrak senyawa aktif atraktan yang bersifat volatil (Sadgrove, *et al.,* 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis senyawa aktif daun melada serta analisis mengenai efektifitas minyak atsiri daun melada sebagai senyawa atraktan dalam menarik lalat buah pada tanaman jeruk.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana komposisi senyawa atraktan pada minyak atsiri daun melada (*Piper colubrinum* L.)?
2. Bagaimana efektifitas minyak atsiri daun melada (*Piper colubrinum* L.) sebagai atraktan lalat buah pada tanaman jeruk siam pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini antara lain:

1. Menentukan komposisi senyawa atraktan pada minyak atsiri daun Melada (*Piper colubrinum* L.)
2. Menentukan efektifitas minyak atsiri daun Melada (*Piper colubrinum* L.) sebagai atraktan lalat buah pada tanaman jeruk siam pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa)

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap masalah serangan hama lalat buah pada tanaman jeruk siam pontianak (*Citrus nobilis* var. microcarpa) dan mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida berbahaya dengan menggunakan bahan alam yang ada disekitar. Selain itu, penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai wawasan baru mengenai pestisida untuk hama lalat buah yang ramah lingkungan.