

## Potensi Ekstrak Minyak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) sebagai Atraktan Lalat Buah (*Bactrocera* spp.)

### Potential of Green Betel Leaf Oil Extract (*Piper betle* L.) as Attractant of Fruit Flies (*Bactrocera* spp.)

Kartika Aprilia Putri\*, Beni Al Fajar

Program Studi Biologi, FT, Universitas Samudra, Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb, Langsa, Aceh, 24416, Indonesia

\*corresponding author: [kartika@unsam.ac.id](mailto:kartika@unsam.ac.id)

#### ABSTRAK

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas buah adalah serangan hama. Serangga hama penting di bidang pertanian salah satunya adalah lalat buah. Luasnya pemilihan inang bagi lalat buah membuat hama lalat buah sulit untuk di kendalikan. Pengendalian hama lalat buah saat ini masih terus dikembangkan baik dengan penggunaan teknologi maupun dengan bahan alam potensial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi ekstrak minyak sirih (*Piper betle* L.) sebagai atraktan lalat buah dan identifikasi spesies lalat buah (*Bactrocera* spp). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang mengkaji potensi ekstrak minyak sirih sebagai atraktan alami lalat buah. Penelitian dilaksanakan pada April-Juni 2019 di 4 Desa dari Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa. Perangkap lalat buah yang berisi atraktan dari ekstrak minyak daun sirih dan metil eugenol (ME) masing-masing ditempatkan pada setiap lokasi penelitian selama 2 jam. Sampel lalat buah yang terperangkap dikumpulkan untuk diidentifikasi dengan menggunakan kunci determinasi dan dianalisis lebih lanjut secara deskriptif. Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh total individu lalat buah pada perangkap ME sebanyak 139 individu dengan 5 spesies lalat buah. Dengan menggunakan ekstrak minyak sirih ditemukan total lalat buah sebanyak 32 individu dengan 5 spesies lalat buah. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak minyak sirih hijau berpotensi sebagai atraktan alami lalat buah.

**Kata Kunci:** Atraktan; *Bactrocera* spp.; *Piper betle* L.

#### ABSTRACT

One of the factors that affects fruit quality is pest attacks. One of the important insect pests in agriculture is the fruit fly. The wide selection of hosts for fruit flies makes fruit fly pests difficult to control. Fruit fly pest control is currently still being developed both with the use of technology and with potential natural ingredients. This research aims to determine the potential of betel oil extract (*Piper betle* L.) as a fruit fly attractant and identify fruit fly species (*Bactrocera* spp). This research is an experimental study that examines the potential of betel oil extract as a natural attractant for fruit flies. The research was carried out in April-June 2019 in 4 villages in Langsa Lama District, Langsa City. Fruit fly traps containing attractants from betel leaf oil extract and methyl eugenol (ME) were each placed at each research location for 2 hours. Trapped fruit fly samples were collected for identification using a determination key and further analyzed descriptively. Based on the identification results, the total number of fruit fly individuals in the ME trap was 139 individuals with 5 fruit fly species. By using betel oil extract, a total of 32 fruit flies were found with 5 fruit fly species. The research results show that green betel oil extract has the potential to be a natural attractant for fruit flies.

**Keywords:** Attractant; *Bactrocera* spp.; *Piper betle* L.

Manuskrip disubmisi pada 02-11-2023;  
disetujui pada 26-11-2023.

## PENDAHULUAN

Kualitas buah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya serangan hama. Salah satu spesies hama utama yang menyerang buah dan sayuran di Indonesia adalah lalat buah (Siwi & Hidayat, 2006). Pengamatan pertama dilakukan oleh Hardy pada tahun 1985 menemukan 66 spesies lalat buah. Pengamatan selanjutnya dilakukan oleh Balai Karantina Pusat pada tahun 1992-1994 menemukan 47 spesies lalat buah (Tariyani et al., 2013). Berdasarkan pengamatan ini, pada tahun 1994, Drew mengungkapkan bahwa terdapat 20 spesies *Bactrocera dorsalis* kompleks di Indonesia (Vayssières et al., 2013).

Survei spesies lalat buah tahun 2008 menunjukkan bahwa terdapat 63 spesies lalat buah di Indonesia (Kardinan, 2003). Terdapat sekitar 35 jenis tanaman dari 18 famili tumbuhan menjadi inang lalat buah di Indonesia (Suputa et al., 2004). Di pulau Jawa, tepatnya di Kecamatan Demak dilaporkan bahwa lalat buah *B. albistrigata* menyerang jambu air jenis delima, dan *B. dorsalis* kompleks lainnya menyerang buah-buahan seperti mangga, belimbing, jambu biji, dan melinjo (Isnaini, 2013; Indrianti et al., 2014). Di daerah Tubelo Kabupaten Halmahera Utara juga dilaporkan sekitar 8 jenis lalat buah dikoleksi menggunakan perangkap atraktan (Sunarno & Popoko, 2013). Di Sumatera Utara tepatnya di Kabupaten Langkat dilaporkan juga bahwa terdapat 4 spesies lalat buah *Bactrocera* spp. yang menyerang tanaman buah jambu air madu (Putri & Syamsudin, 2019).

Beberapa teknik pengendalian telah dilakukan untuk mengendalikan lalat buah misalnya melalui kultur teknis, mekanik, hayati dan kimiawi. Salah satu pengendalian yang aman bagi lingkungan dan dapat menarik serta menekan populasi lalat buah adalah penggunaan metil eugenol sebagai antraktan nabati lalat buah, menjadi bahan kimia alternatif yang diharapkan dapat mengendalikan hama tanpa menimbulkan masalah lingkungan (Kardinan, 2003).

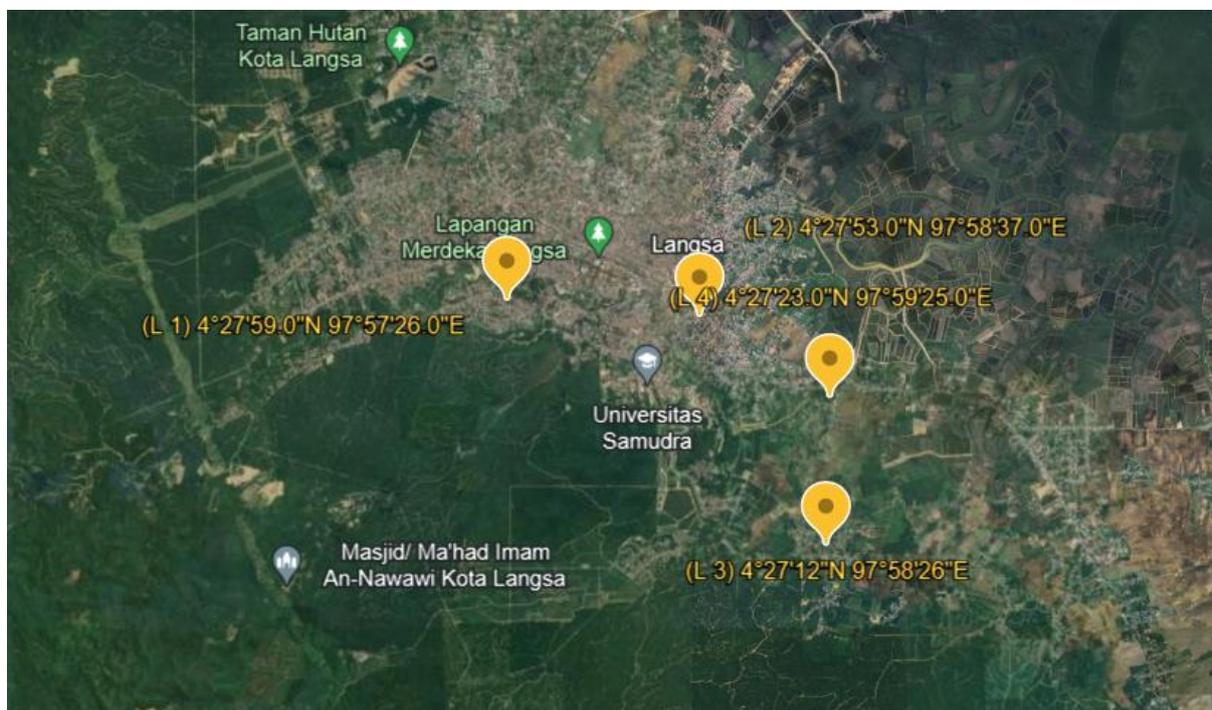
Metil eugenol merupakan senyawa atraktan serangga terutama lalat buah jantan. Sifat kimia metil eugenol yang relatif mirip dengan feromon seks dari lalat buah dapat menarik lalat buah jantan dalam rangka kopulasi. Ketika zat tersebut dilepaskan oleh lalat buah betina maka lalat buah jantan akan berusaha mencari lalat buah yang melepaskan aroma tersebut. Dalam hal ini, metil eugenol merupakan zat kimia yang bersifat volatil atau dapat menguap dan melepaskan aroma wangi. Radius aroma dan antraktan seks ini dapat mencapai 3 km (Isnaini, 2013). Metil eugenol dapat dijumpai pada beberapa jenis tanaman salah satunya adalah sirih hijau. Daun sirih hijau mengandung berbagai senyawa yang utamanya salah satunya yaitu eugenol (25.03%). Daun sirih memiliki kandungan senyawa fenolik yaitu eugenol (25.03%), asam 2,5-dimetilbenzoat (12.08%), dekahidro-4a-metil-1-metilenyl naftalena (7.18%),

1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahidro-7-metil naftalena (8.36%); dan 1,2,3,4, 4a,5,6,8a-oktahidro-4a-metilnaftalena (13.43%) (Pratiwi & Muderwan, 2016).

Langsa Lama merupakan salah satu kecamatan yang mendukung peningkatan komoditi pertanian di Kota Langsa. Berdasarkan pengamatan lapangan, sebagian besar masyarakat menanam buah-buahan di pekarangan rumah seperti mangga, papaya, belimbing, belimbing wuluh, jambu biji, jambu air, nangka dan jeruk bali. Data penelitian tentang hama lalat buah pada tanaman buah di kecamatan Langsa Lama masih belum diketahui dengan jelas. Besarnya masalah hama pertanian terutama lalat buah juga menjadi pendorong dilakukan penelitian tentang potensi penggunaan ekstrak minyak sirih hijau sebagai atraktan dan identifikasi lalat buah di Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilaksanakan dari April-Juni 2019 di Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa. Lokasi penelitian meliputi 4 Desa yang ada di Kecamatan Langsa Lama yaitu lokasi 1 di Desa Seulalah ( $4^{\circ}27'59''\text{N } 97^{\circ}57'26''\text{E}$ ), lokasi 2 di Desa Meurandeh Teungoh ( $4^{\circ}27'53''\text{N } 97^{\circ}58'37''\text{E}$ ), lokasi 3 di Desa Asam Peutik ( $4^{\circ}27'12''\text{N } 97^{\circ}58'26''\text{E}$ ) dan lokasi 4 di Desa Batee Puteh ( $4^{\circ}27'23''\text{N } 97^{\circ}59'25''\text{E}$ ) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dan metode analisis deskriptif dengan menganalisis data yang di dapat dari lapangan. Lalat buah dikoleksi dari empat lokasi, dipasang alat perangkap sebanyak 4 buah. Perangkap terbuat dari botol bekas air mineral yang di dalamnya diberi atraktan metil eugenol dan ekstrak minyak sirih hijau. Perangkap dipasang di bawah kanopi tanaman buah dengan tinggi 1.5 m dari permukaan tanah. Jarak masing-masing alat perangkap sekitar 20 m. Pemasangan dilakukan selama 2 jam, selanjutnya alat perangkap di ambil dan lalat buah dimasukkan ke dalam botol spesimen berisi alkohol 70% untuk diidentifikasi menggunakan kunci determinasi (Putri & Syamsudin, 2019).

Identifikasi lalat buah *Bactrocera* spp. dilakukan melalui pengamatan karakter morfologi seperti tipe abdomen, sayap, dan bentuk thorak (Danjuma et al., 2014). Identifikasi spesies lalat buah tidak hanya melihat ciri morfologi seperti bentuk abdomen, sayap dan thorak saja tetapi juga dengan mengukur panjang aedeagus dan sel dm dari lalat buah. Pengukuran panjang aedeagus dan sel dm untuk mengidentifikasi lalat buah yang termasuk *Bactrocera dorsalis* kompleks mengikuti penelitian dari (Iwaizumi, 2004; Schutze, 2014). Identifikasi dilakukan menggunakan mikroskop digital di Laboratorium Dasar Universitas Samudra.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

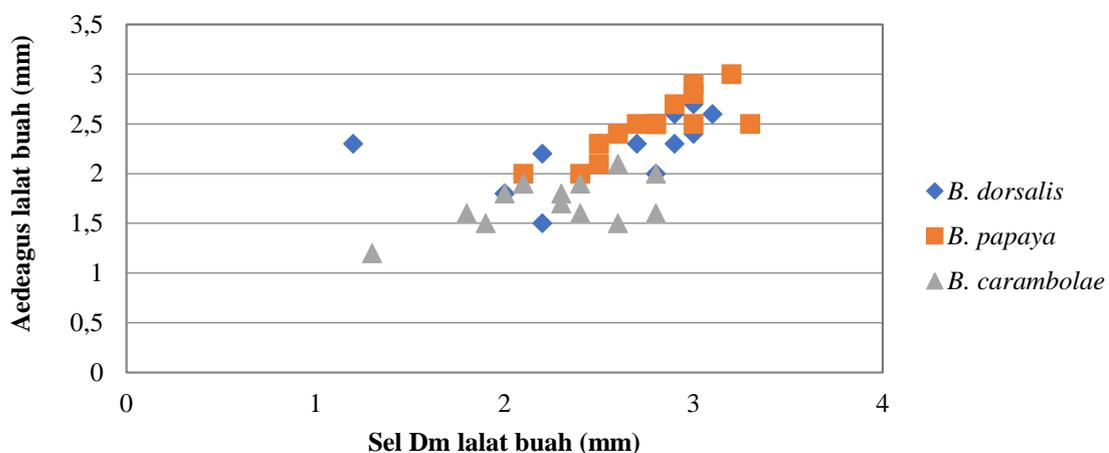
### Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di empat desa di Kecamatan Langsa Lama yaitu Desa Seulalah, Desa Meurandeh Teungoh, Desa Asam Peutik dan Desa Batee Puteh. Di setiap desa di pasang 4 perangkap dengan jarak 20 m. Perangkap di pasang dengan menggunakan senyawa metil eugenol dan ekstrak minyak sirih hijau. Lalat buah yang masuk dan terperangkap di dalam perangkap di koleksi dan di bawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa ekstrak minyak daun sirih hijau berpotensi untuk dikembangkan sebagai atraktan bagi lalat buah. Terdapat total 32 individu dan 5 spesies lalat buah yang tertarik pada aroma minyak sirih yang dipasang menggunakan perangkap. Minyak daun sirih diketahui memiliki kandungan senyawa volatil yang berpotensi sebagai araktan lalat buah seperti senyawa eugenol sebesar 25.3 % (Pratiwi & Muderawan, 2016). Penelitian lainnya melaporkan bahwa minyak daun sirih mengandung senyawa eugenol sebesar 20.37% (Deshpande & Kadam, 2013). Dalam penelitian ini juga menggunakan senyawa atraktan sintetik metil eugenol sebagai pembanding untuk identifikasi lalat buah *Bactrocera* spp.

### Pengukuran Panjang Aedeagus dan Sel Dm pada *Bactrocera dorsalis* Kompleks

Pengukuran panjang aedeagus dan sel dm sayap lalat buah bertujuan untuk mengidentifikasi lalat buah yang tergolong ke dalam *Bactrocera dorsalis* Kompleks. Pengukuran panjang aedeagus dan sel dm sayap lalat buah dapat dilihat pada grafik 1 dimana terdapat perbedaan yang nyata. Rata-rata panjang aedeagus dan sel dm pada lalat buah *B. dorsalis* yaitu  $2.50 \text{ mm} \pm 2.23 \text{ mm}$ , *B. papayae* yaitu  $2.77 \text{ mm} \pm 2.48 \text{ mm}$ , dan *B. carambolae* yaitu  $2.23 \text{ mm} \pm 1.73 \text{ mm}$ . *Bactrocera papayae* memiliki aedeagus dan sel dm lebih panjang di banding *B. carambolae* dan *B. dorsalis*. *B. dorsalis* memiliki aedeagus dan sel dm yang lebih panjang di banding *B. carambolae* (Gambar 2).



Gambar 2. Pengukuran panjang Aedeagus dan Sel Dm

Perbedaan panjang aedeagus dapat menunjukkan adanya perbedaan panjang ovipositor lalat buah betina yang selanjutnya menunjukkan perbedaan kedalaman peletakan telur dalam buah (Kuswadi et al., 2009). Ovipositor merupakan alat genital pada lalat buah betina yang berfungsi sebagai alat reproduksi dan sebagai alat untuk peletakan telur ke dalam buah. Sehingga panjang aedeagus dapat dijadikan pembeda jenis dari lalat buah khususnya *Bactrocera dorsalis* kompleks.

### Identifikasi Lalat Buah Menggunakan Ekstrak Minyak Daun Sirih Hijau

Identifikasi lalat buah dengan menggunakan ekstrak minyak daun sirih hijau menunjukkan bahwa terdapat total 32 individu lalat buah (Tabel 1). Hasil pengamatan di Desa Seulala ditemukan 7 individu lalat buah yang terdiri dari 3 spesies lalat buah yaitu *B. albistrigata*, *B. carambolae*, dan *B. dorsalis*. Di Desa Meurandeh Tengoh ditemukan 2 individu dari 1 spesies yaitu *B. dorsalis*. Di Desa Asam Peutik ditemukan 9 individu yang terdiri dari 4 spesies yaitu *B. albistrigata*, *B. carambolae*, *B. papaya* dan *B. unbrosa*. Di Desa Batee Puteh

ditemukan 14 individu lalat buah yang terdiri dari 5 spesies lalat buah yaitu *B. albistrigata*, *B. carambolae*, *B. papayae*, *B. dorsalis*, dan *B. umbrosa*.

#### Identifikasi Lalat Buah Menggunakan Metil Eugenol

Identifikasi jenis lalat buah menggunakan perangkap ME disajikan pada Tabel 1. Diketahui bahwa di Desa Seulala di temukan 23 individu lalat buah yang terdiri dari 4 spesies lalat buah yaitu *B. dorsalis* sebanyak 9 individu, *B. carambolae* sebanyak 6 individu, *B. papayae* sebanyak 3 individu, dan *B. albistrigata* sebanyak 5 individu. Di lokasi pemasangan perangkap di Desa Seulala terdapat beberapa tanaman buah antara lain jambu biji, belimbing wuluh, mangga, papaya, rambutan, jambu bol, jambu air. Desa Meurandeh Tengoh ditemukan 11 individu lalat buah yang terdiri dari 3 spesies lalat buah yaitu *B. dorsalis* sebanyak 5 individu, *B. carambolae* sebanyak 4 individu dan *B. albistrigata* sebanyak 2 individu. Di lokasi pemasangan perangkap terdapat tanaman buah jambu air, mangga dan papaya.

Desa Asam Peutik ditemukan 49 individu lalat buah yang terdiri dari 5 spesies lalat buah yaitu *B. dorsalis* sebanyak 15 individu, *B. carambolae* sebanyak 7 individu, *B. papayae* sebanyak 11 individu, *B. albistrigata* sebanyak 6 individu dan *B. umbrosa* sebanyak 10 individu. Sedangkan hasil identifikasi di Desa Batee Puteh ditemukan 56 individu lalat buah yang terdiri dari 5 spesies lalat buah yaitu *B. dorsalis* sebanyak 19 individu, *B. carambolae* sebanyak 10 individu, *B. papayae* sebanyak 13 individu, *B. albistrigata* sebanyak 6 individu dan *B. umbrosa* sebanyak 8 individu. Diketahui lalat buah buah *B. papayae* pada perkebunan mangga, jambu biji, pisang dan rambutan (Isnaini ,2013). *B. dorsalis* kompleks merupakan hama penting di bidang pertanian yang memiliki preferensi inang yang tinggi sehingga dapat menyerang berbagai macam tanaman buah dan sayur di Indonesia (Sunarno & Popoko, 2013).

Tabel 1. Identifikasi Lalat Buah dari Perangkap Ekstrak Sirih Hijau

Spesies	Desa Seulalah		Desa Meurandeh Tengoh		Desa Asam Peutik		Desa Bate Puteh	
	MS*	ME**	MS*	ME**	MS*	ME**	MS*	ME**
<i>Bactrocera albistrigata</i>	1	5	-	2	2	6	2	6
<i>Bactrocera carambolae</i>	2	6	-	4	1	7	2	10
<i>Bactrocera papayae</i>	-	3	-	-	2	11	3	13
<i>Bactrocera dorsalis</i>	4	9	2	5	4	15	6	19
<i>Bactrocera umbrosa</i>	-	-	-	-	-	10	1	8
<b>Total</b>	7	23	2	11	9	49	14	56
<b>Presentase Kehadiran (%)</b>	21.8	16.5	6.2	7.9	28.1	35.2	43.7	40.2

\*Ekstrak daun sirih

\*\*Metil eugenol

## Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan di Kecamatan Langsa Lama Kota Langsa, pada 4 desa pengamatan yaitu Desa Desa Seulalah, Desa Meurandeh Teungoh, Desa Asam Peutik dan Desa Batee Puteh, diketahui bahwa terdapat 171 individu dari 5 spesies hama lalat buah, yaitu *B. dorsalis*, *B. carambolae*, *B. papaya*, *B. albistrigata*, dan *B. umbrosa*. Keberadaan hama lalat buah sangat dipengaruhi oleh ketersediaan buah sebagai *hostplant*. Analisis kondisi lingkungan pada ke empat desa pengamatan terdapat tanaman buah-buahan dan sayur seperti jambu air, jambu biji, nangka, sirsak, sawi, cabai dan terung. Hal ini tentunya menjadi faktor keberadaan hama lalat buah dimana ketersediaan inang yang banyak dan berlimpah. Tercatat pada tanaman jambu air madu terdapat hama lalat buah yang menyerang antara lain *B. dorsalis*, *B. albistrigata*, *B. papaya* dan *B. umbrosa* (Putri & Syamsudin, 2019). Pengamatan pada tanaman lain seperti tanaman cabai, melon, jambu biji dan jambu bol juga diketahui merupakan tanaman inang hama lalat buah (Tariyani et al., 2013).

Jumlah lalat buah yang paling banyak dari setiap pengamatan yaitu *B. dorsalis*. Hal ini dikarenakan *B. dorsalis* memiliki pemilihan inang yang sangat besar, sehingga lalat buah ini merupakan lalat buah yang paling penting dan sulit dikendalikan. Lalat buah khususnya pada famili Tephritidae ini sudah tersebar hampir diseluruh kawasan Asia Pasifik dan memiliki lebih dari 26 jenis tanaman inang (Sunarno & Popoko, 2013). Para ahli menyatakan bahwa lalat buah *B. dorsalis* merupakan hama yang paling potensial dan paling besar dampaknya dalam menurunkan produktivitas tanaman (Pasaribu et al., 2007). Berbagai cara telah dilakukan dalam pengendalian hama lalat buah salah satunya dengan menggunakan senyawa atraktan seperti metil eugenol. Senyawa metil eugenol sangat efektif digunakan dalam pengendalian hama lalat buah karena dapat memerangkap lalat buah jantan (Husamah et al., 2023).

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan jenis atraktan berpengaruh terhadap jumlah lalat buah yang ditangkap. Rata-rata jumlah lalat buah yang tertangkap pada perlakuan atraktan metil eugenol lebih tinggi dari atraktan ekstrak minyak sirih hijau. Meskipun demikian ekstrak minyak sirih hijau terlihat menarik lalat buah dengan jumlah yang cukup banyak. Hal ini ditunjukkan pada tabel 1 di atas. Hasil ini menunjukkan bahwa atraktan minyak daun sirih hijau efektif dalam pengendalian hama lalat buah. Hal ini disebabkan karena pada tanaman sirih hijau terdapat kandungan senyawa eugenol 25.03% (Pratiwi & Muderawan, 2016).

Efektivitas senyawa atraktan yang dapat menarik hama lalat buah selain dipengaruhi oleh konsentrasi eugenol juga dapat dipengaruhi oleh keragaman jenis senyawa atraktan yang terkandung dalam suatu tanaman (Shahabuddin, 2011). Kandungan senyawa metabolit

sekunder yang bersifat volatil pada tanaman dapat dimanfaatkan sebagai atraktan hama lalat buah. Penggunaan atraktan dapat mengurangi dampak penggunaan insektisida kimia sintetik dalam pengendalian hama lalat buah (Kardinan, 2005).

Keberadaan tanaman sirih sangat mudah dijumpai dan cukup berlimpah jumlahnya. Tanaman sirih dipercaya memiliki banyak manfaat karena mengandung berbagai macam senyawa metabolit sekunder yang dapat dikembangkan termasuk dalam pemanfaatannya sebagai atraktan. Penelitian ini merupakan penelitian awal dalam pengamatan potensi ekstrak minyak daun sirih hijau. Untuk itu perlukan penelitian lebih lanjut dalam penggunaan ekstrak minyak daun sirih khususnya sebagai atraktan untuk pengendalian hama lalat buah *Bactrocera* spp.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh total individu lalat buah pada perangkap ME sebanyak 139 individu dengan 5 spesies lalat buah. Dengan menggunakan ekstrak minyak sirih ditemukan total lalat buah sebanyak 32 individu dengan 5 spesies lalat buah. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak minyak sirih hijau berpotensi untuk dikembangkan sebagai atraktan lalat buah *Bactrocera* spp.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Author mengucapkan terima kasih kepada Universitas Samudra melalui Lembaga Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat dan Penjaminan Mutu (LPPM-PM) yang telah memberikan dukungan dan pendanaan dalam penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Muda dengan kontrak No. 336/UM54.6/LT/2019 sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

## REFERENSI

- Danjuma, S., Thaochan, N., Permkam, S., & Satasook, C. (2014). Effect of temperature on the development and survival of immature stages of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae*, and the Asian papaya fruit fly, *Bactrocera papayae*, reared on guava diet. *Journal of Insect Science*, 14(126), 1–16. <https://doi.org/10.1673/031.014.126>.
- Deshpande, S. N., & Kadam, D. G. (2013). GCMS Analysis and Antibacterial Activity of *Piper Betle* (Linn) Leave against *Streptococcus Mutans*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 6(5), 99–101. <https://journals.innovareacademics.in/index.php/ajpcr/article/view/574>.
- Husamah, H., Fatah, M. A., Ardelia, A. M., Azalia, P. A., & Saputri, A. R. (2023). The Effectiveness of Attractants for Fruit Fly in Orange Garden. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 7(2), 176–184. <https://doi.org/10.36312/esaintika.v7i2.1302>.
- Indrianti, D. R., Yanuarti N. I., & Bambang P. (2014). Identification and Abundance of *Bactrocera* Fruit Flies on Various Infected Fruit, *Biosaintifika*, 6(1), *Journal of Biology & Biology Education*, 6(1), 38–44. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v6i1.2933>.

- Isnaini, Y. N. (2013). *Identifikasi Spesies dan Kelimpahan Lalat buah Bactrocera spp. di Kabupaten Demak* (Bachelor Thesis, Universitas Negeri Semarang). <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/20184>.
- Iwahashi, O. (2003). Aedeagal length of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Handel) (Diptera : Tephritidae), and its sympatric species in Thailand and the evolution of a longer and shorter aedeagus in the parapatric species of *B.dorsalis*. *Japanese Society of Applied Entomology and Zoology*, 36(3)289–297. <https://doi.org/10.1303/aez.2001.289>.
- Iwaizumi, R. (2004). Species and host record of the *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera: Tephritidae) detected by the plant quarantine of Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 39(2), 327–333. <https://doi.org/10.1303/aez.2004.327>.
- Junaidi. (2011). *Preferensi Lalat Buah Bactrocera carambolae Drew and Hancock (Diptera : Tephritidae) Terhadap Berbagai Varietas Tanaman Mangga (Mangifera indica Linn.)*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/128797>.
- Kardinan, A. (2003). *Tanaman Pengendali Lalat Buah*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Kardinan. (2005). *Tanaman Penghasil Minyak Atsiri*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Kuswadi, A. N., Indarwaati, M., Nasution, I. A., Himawan, T. & Himawan, T. (2009). Lalat Buah *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) dan *B. papayae* (Drew & Hancock) dalam beberapa jenis buah di Indonesia. *Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi BATAB Jakarta*. Jurusan HPT, Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya Malang. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/128797>.
- Pasaribu B. M, Astuti R, Azwana, Maimunah, & Zahara H. (2007). Pengaruh Metil Eugenol dari Bahan Tanaman Selasih Terhadap Perkembangan Populasi Serangga Pada Tanaman Cabe Merah Organik. Makalah Pada Temu Teknis Pejabat Fungsional Departemen Pertanian. Bogor, 21-22 Agustus 2007.
- Pratiwi, N. P. R. K., & Muderawan, I. W. (2016, August). Analisis kandungan kimia ekstrak daun sirih hijau (Piper betle) dengan GC-MS. In *Prosiding Seminar Nasional MIPA*.
- Putri, K. A., & Suryati, S. T. (2019). Infestasi Lalat Buah (*Bactrocera spp.*) Pada Buah Jambu Air Madu (*Syzygium samarangense*) di Sumatera Utara. *Jurnal Jeumpa*, 6(2), 236–244. <https://doi.org/10.33059/jj.v6i2.2097>.
- Suputa, S., Martono, E., Handayani, D. H., & Ediati, R. (2004). Laporan Baru Tentang *Dacus longicornis* dan *Dacus petioliforma* (Diptera: Tephritidae) di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 10(2), 106-111. <https://doi.org/10.22146/jpti.12202>.
- Schutze, M. K., Aketarawong, N., Amornsak, W., Armstrong, K. F., Augustinos, A. A., Barr, N., ... & Clarke, A. R. (2015). Synonymization of key pest species within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural and chemoeological data. *Systematic Entomology*, 40(2), 456-471. <https://doi.org/10.1111/syen.12113>.
- Shahabuddin. (2011). Efektivitas Ekstrak Daun Selasih (*Ocimum Sp.*) dan Daun Wangi (*Melaleuca bracteata L.*) sebagai Atraktan Lalat Buah pada Tanaman Cabai. *Jurnal Agroland*, 18(3), 201–206. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/AGROLAND/article/view/3598>.
- SSiwi, S. S. (2006). *Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia (Diptera: Tephritidae)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Sunarno, S. P. (2013). Keragaman jenis lalat buah (*Bactrocera spp.*) di Tobelo Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Agroforestri*, 7(4), 269-275.
- Tariyani., J. A. P. & V. G. S. (2013). Identifikasi lalat buah (*Bactrocera Spp*) di Chili, Bitter Melon, Jambu dan Jambu Bol di Kota Ambon. *Jurnal Agrologia*, 2(1), 73–85. <https://dx.doi.org/10.30598/a.v2i1.281>.

Vayssières, J. F., Cayol, J. P., Caplong, P., Séguret, J., Midgarden, D., Van Sauers-Muller, A., Zucchi, R., Uramoto, K., & Malavasi, A. (2013). Diversity of fruit fly (Diptera: Tephritidae) species in French Guiana: Their main host plants and associated parasitoids during the period 1994-2003 and prospects for management. *Fruit (The International Journal of Tropical & Subtropical Horticulture)*, 68(3), 219–243. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013070>.