

Botanical Trap Limbah Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai Pengendalian Lalat Buah (*Bactrocera* spp.) pada Tanaman Cabai (*Capsicum* spp.)

Botanical Traps of Clove Leaf Waste (*Syzygium aromaticum*) to Control of Fruitflies (*Bactrocera* spp.) on Chili (*Capsicum* spp.)

Septya Ayu Dwintha^{1*}, Husaini Purnama Aji¹, Irfan Mohandis Haraki¹, Messa Syahputri¹, Miftah Ajengtiyas Nursyahidah Rahman¹, Vira Puspitasari¹

¹Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

^{*}Penulis untuk korespondensi: septyaayudwintha@gmail.com

Sitasi: Dwintha SA, Aji HP, Haraki IM, Syahputri M, Rahman MAN, Puspitasari V. 2021. Botanical traps of clove leaf waste (*Syzygium aromaticum*) to control of fruitflies (*Bactrocera* spp.) on chili (*Capsicum* spp.). In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9 Tahun 2021, Palembang 20 Oktober 2021. pp. 320-328. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

The attack of fruitflies (*Bactrocera* spp.) on red chili plants is one of the most important problem in the red chili production process. Usually, farmers prefer the synthetic pesticides in controlling fruitflies. However, this method has a negative impact, such as resistance and resurgence of the target pest. This review aimed to provide information about the benefits of clove leaf residue's compounds as an innovation by the combined bioattractants through the application of *botanical traps* in controlling fruitflies. This writing method used an analyzed literature which developed into an understandable review. Clove leaf residue's extraction contained about 70-96 % methyl eugenol. Clove leaf residue's bioattractants could release volatile compounds containing methyl eugenol that was able to attract male fruitflies. The *botanical traps* system had the ability to attract fruitflies and could be used for a long time. The application of *botanical traps* caused disruption of sexual communication so that mating disorders occurred in fruitflies. The conclusion is that methyl eugenol compound in clove leaf residue could be used as a bioattractant to replace synthetic attractants which combined with *botanical traps*.

Keywords: botanical traps, chili plants, clove leaf waste, fruitflies, methyl eugenol compounds

ABSTRAK

Serangan lalat buah (*Bactrocera* spp.) pada tanaman cabai merah merupakan salah satu masalah penting dalam proses produksi cabai merah. Pada umumnya petani masih memilih untuk menggunakan pestisida sintesis dalam melakukan pengendalian lalat buah. Namun, pengendalian dengan cara ini memiliki dampak negatif yaitu dapat menyebabkan resistensi dan resurgensi terhadap hama sasaran. Ulasan ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai manfaat senyawa limbah daun cengkeh sebagai inovasi melalui bioatraktan yang dikombinasikan melalui penerapan *botanical trap* dalam pengendalian lalat buah. Metode penulisan ini menggunakan studi literatur yang dianalisis dan dikembangkan menjadi ulasan yang mudah dipahami. Ekstraksi limbah daun cengkeh memiliki kandungan metil eugenol mencapai 70-96%. Bioatraktan limbah daun cengkeh dapat mengeluarkan

senyawa volatil yang mengandung metil eugenol sehingga menjadi penarik bagi lalat buah jantan. Sistem *botanical trap* memiliki kemampuan merangsang ketertarikan lalat buah serta dapat digunakan dalam jangka waktu panjang. Pengaplikasian *botanical trap* menyebabkan gangguan komunikasi seksual sehingga terjadinya gangguan kawin pada lalat buah. Kesimpulan yang didapat dari penulisan karya ilmiah ini adalah senyawa metil eugenol pada limbah cengkeh dapat dimanfaatkan sebagai bioatraktan pengganti atraktan sintetik yang dikombinasikan dengan *botanical trap*.

Kata kunci: botanical trap, lalat buah, limbah daun cengkeh, senyawa metil eugenol, tanaman cabai

PENDAHULUAN

Lalat buah (*Bactrocera* spp.) merupakan hama yang sangat merugikan pada komoditas hortikultura salah satunya cabai. Peningkatan produksi tanaman cabai sering terkendali diakibatkan oleh gangguan hama seperti lalat buah (*Bactrocera* spp.). Kerusakan yang diakibatkan lalat buah menyebabkan munculnya gejala tusukan lalat buah berupa titik hitam pada buah serta gugurnya buah sebelum mencapai kematangan yang diinginkan, sehingga produksi baik kualitas maupun kuantitas menurun. Larva dari hama lalat buah akan menggerogoti bagian dalam atau daging buah cabai sampai habis, terkadang bagian luar cabai terlihat mulus tetapi bagian dalam atau daging buah sudah membusuk (Antari *et al.*, 2014). Kerusakan yang disebabkan oleh lalat buah dapat menyebabkan penurunan hasil berkisar antara 20-60% hingga kegagalan panen bergantung pada kondisi lingkungan dan kerentanan jenis buah cabai yang diserang oleh lalat buah (Suryaminarsih *et al.*, 2019). Menurut (Wijaya *et al.*, 2018) Serangan lalat buah per hektar dapat menyebabkan kerugian dengan nominal sebesar Rp.29.468.750. Sehingga, tindakan pengendalian harus dilakukan untuk menekan kerusakan akibat lalat buah.

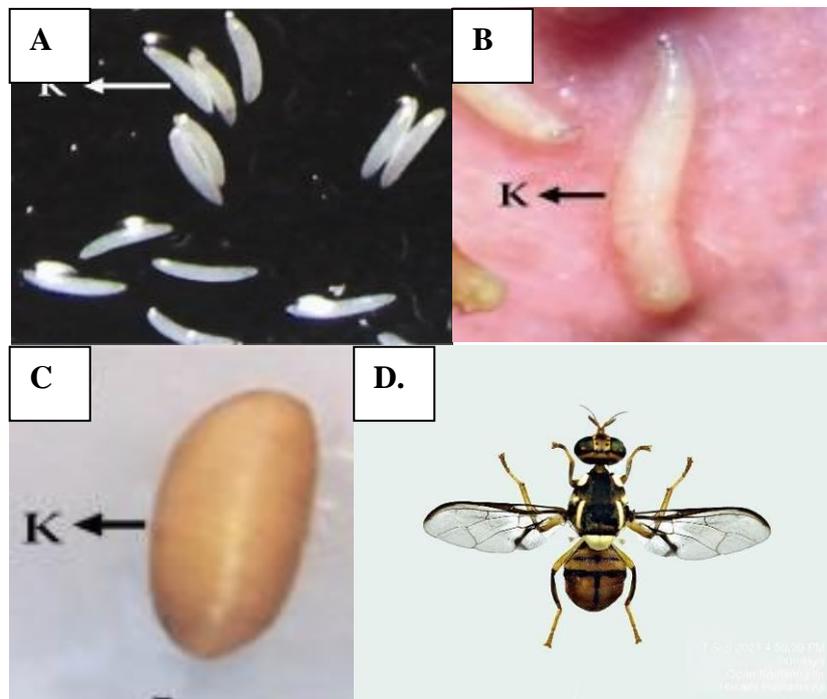
Pengendalian lalat buah (*Bactrocera* spp.) dapat dilakukan dengan pemanfaatan senyawa penarik berupa metil eugenol yang dikombinasikan dengan alat perangkap. Penggunaan metil eugenol (ME) feromon yang dijual dipasaran banyak digunakan di Indonesia dengan kapas gantung dan botol bekas (Riastiwi *et al.*, 2021). Beberapa jenis tanaman juga mengandung senyawa metil eugenol, dimana senyawa tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bioatraktan pengganti metil eugenol feromon yang ada di pasaran. Di beberapa negara pengembangan senyawa penarik ini sudah memanfaatkan ekstrak bunga anggrek *Bulbophyllum cheiri* yang dapat melepaskan senyawa volatil berupa metil eugenol yang menarik lalat buah jantan (Nishida & Tan, 2016). Sedangkan di Indonesia, sudah dilakukan pembuatan zat penarik dilakukan dengan memanfaatkan ekstrak mangga. Menurut Handaru *et al.* (2019), penggunaan perangkap lalat buah yang berasal dari ekstrak buah mangga mampu menarik lalat buah dengan spesies *B. carambolae* dan *B. papaya*, dan *B. albistrigata*. Akan tetapi pemanfaatan bunga *Bulbophyllum cheiri* dan buah mangga kurang efektif untuk diterapkan hal tersebut karena bunga *Bulbophyllum cheiri* sulit ditemukan di beberapa tempat dan penggunaan buah mangga tidak ekonomis. Sehingga, perlu diterapkan pembuatan bioatraktan yang lebih ekonomis seperti dengan memanfaatkan limbah daun cengkeh.

Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh subur di Indonesia, yang menghasilkan minyak atsiri berupa minyak cengkeh. Minyak yang diperoleh dari cengkeh mengandung beberapa senyawa kimia seperti eugenol dengan kandungan dapat mencapai 70-96% (Mahulette *et al.*, 2020). Pemanfaatan tanaman cengkeh sebagai minyak atsiri menyebabkan terbentuknya limbah daun yang tidak termanfaatkan karena perolehan minyak atsiri pada tanaman cengkeh didapatkan pada

bunganya komposisi mencapai 20%. Penumpukan limbah daun cengkeh ini menjadi salah satu kesempatan dalam memanfaatkan limbah menjadi produk yang bermanfaat dalam bentuk bioatraktan. Menurut (Masriany *et al.*, 2020) daun cengkeh mengandung komponen minyak atsiri utama yang disebut eugenol dengan efektivitasnya terhadap penghambatan bakteri, jamur, dan serangga hama. Pemanfaatan limbah daun cengkeh dapat dilakukan melalui ekstraksi yang dikombinasikan dengan penggunaan *botanical trap* atau perangkat buatan yang bersifat ekonomis, aplikatif serta sesuai dengan prinsip PHT. Ulasan ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan limbah cengkeh sebagai potensi dan inovasi melalui bioatraktan yang dikombinasikan dalam bentuk *botanical trap* dalam pengendalian lalat buah di lahan cabai.

EKOBIOLOGI LALAT BUAH (*Bactrocera* spp.)

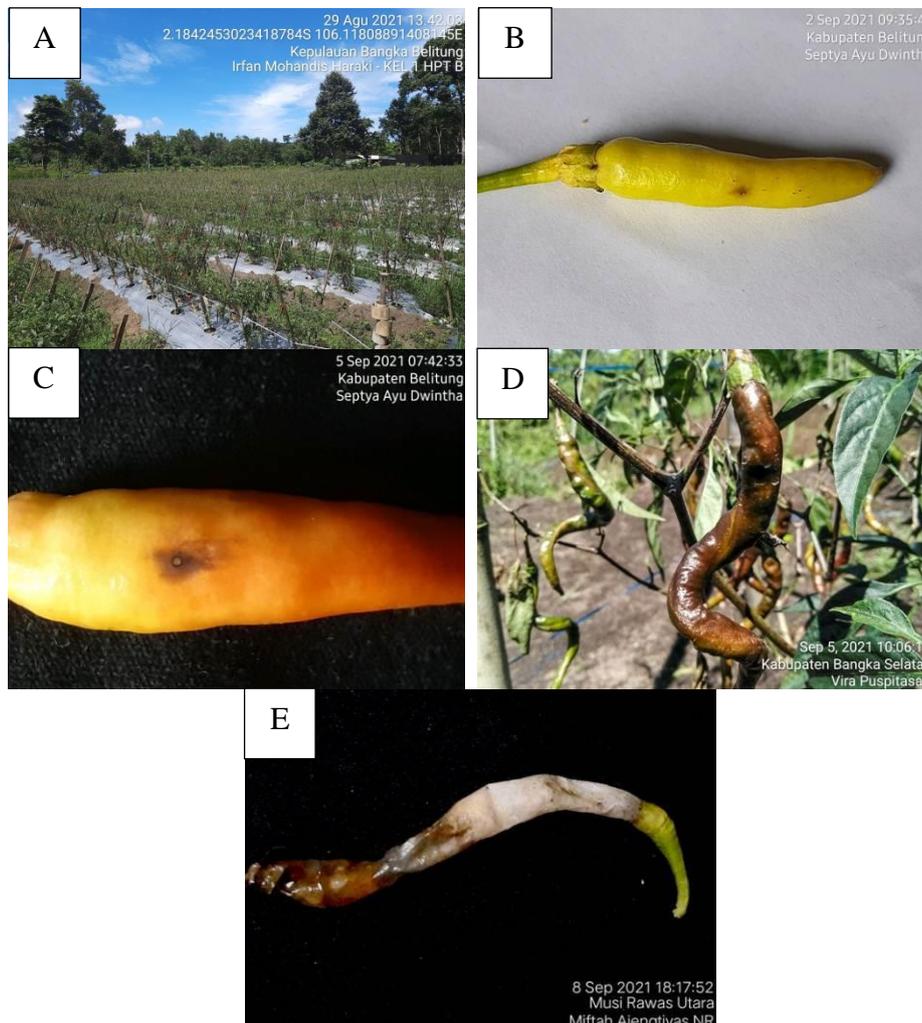
Bactrocera spp. merupakan serangga yang termasuk dalam Kelas Insekta, Ordo Diptera, famili Tephritidae, dan Genus *Bactrocera* (Jaleel *et al.*, 2018). Tingkat kehidupan yang tinggi pada lalat buah didukung dari lingkungan serta tanaman inang yang beragam (Mutamiswa *et al.*, 2021). Hama ini menghasilkan telur berbentuk elips hampir datar di bagian ujung ventral, cekung di bagian dorsal dan memiliki warna putih yang diletakkan secara berkelompok pada bagian buah tanaman (Ratna *et al.*, 2015) (Gambar 1A). Larva *Bactrocera* spp. ini memiliki bentuk seperti belatung dengan warna putih krem dan terdapat 3 instar selama fase larvanya. (Ratna *et al.*, 2015) (Gambar 1B). Pupa akan hidup pada permukaan tanah (Gambar 1C). Lalat buah jantan memiliki ukuran yang relatif lebih kecil dan memiliki sisir kelamin sedangkan betina memiliki ukuran yang relatif lebih besar dan tidak memiliki sisir kelamin (Ekesi *et al.*, 2016) (Gambar 1D).



Gambar 1. Morfologi: telur (A) (Ratna *et al.*, 2015), larva (B) (Ratna *et al.*, 2015), pupa (C) (Ratna *et al.*, 2015), (D) Imago

Siklus hidup *Bactrocera* spp. berlangsung selama kurang lebih 27 hari. Telur berkisar 2-3 hari, Larva 6-9 hari, pupa antara 4-10 hari dan imago 13-16 hari. Imagonya dapat

bertelur hingga ratusan butir. Semua fase hidup dari serangga hama ini dapat ditemukan pada tanaman cabai dan merupakan serangga polifag yang memiliki 415 tanaman inang, terutama tanaman dari kelompok Solanaceae, terutama cabai (Castilho *et al.*, 2019).



Gambar 2. Serangan lalat buah pada tanaman cabai: lahan cabai (A), gejala awal pada buah muda (B), gejala awal pada buah masak (C), gejala lanjutan serangan lalat buah (D), gejala akhir serangan lalat buah (E)

Gejala serangan lalat dapat dilihat dari daging buah yang membusuk dan terdapat ratusan larva. Serangan lalat buah ini sering ditemukan pada buah muda ataupun buah yang hampir masak. Gejala awal (Gambar 2B dan 2C) ditandai dengan terlihatnya noda-noda kecil berwarna hitam bekas tusukan ovipositorinya. Noda tersebut berkembang menjadi meluas apabila telah mencapai fase larva, dikarenakan larva akan memakan daging buah. Gejala akhir serangan lalat buah dapat dilihat adanya buah cabai yang sudah tidak berisi dan hanya menyisakan kulit buah.

VOLATILE ORGANIC COMPOUND (VOC) CENGKEH (*Syzygium aromaticum*)

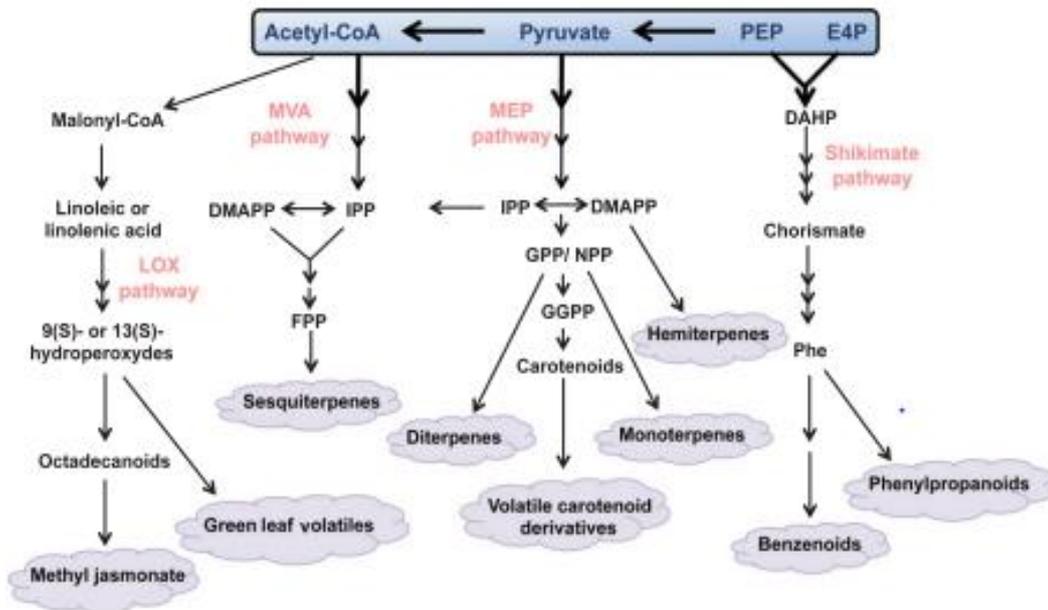
Senyawa organik volatil merupakan senyawa metabolit sekunder pada beberapa jenis tanaman yang menghasilkan aroma yang dapat mempengaruhi perilaku serangga. Perilaku serangga tersebut berkaitan dengan penciuman serangga dimana penciuman merupakan salah satu modalitas sensorik yang penting untuk serangga. Penciuman yang dapat mereka deteksi sebagian besar terdiri dari volatil yang dipancarkan tanaman mudah menguap

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-623-399-012-7

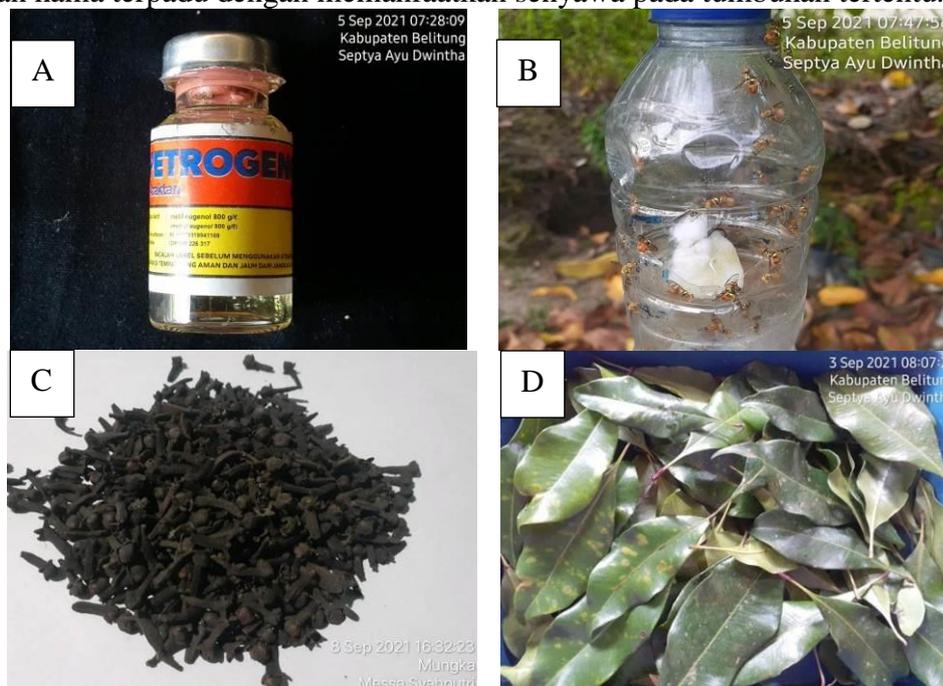
Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

(Conchou *et al.*, 2019); (Masriany *et al.*, 2020). Serangga sangat bergantung pada tumbuhan yang bisa dikatakan sebagai sumber makanan mereka baik secara langsung untuk spesies fitofag dan penyerbuk atau secara tidak langsung untuk parasitoid dan predator. Oleh karena itu senyawa volatil ini penting untuk kehidupan serangga.



Gambar 3. Biosintetik *volatile organic compounds* (VOC) tanaman (Dudareva *et al.*, 2013)

Berdasarkan biosintetiknya senyawa organik volatil terbagi menjadi terpenoid, fenilpropanoid/benzenoid, turunan asam lemak, dan asam amino. Senyawa tanaman volatile sendiri bisa mengeluarkan aroma jika terdeteksi oleh sensor penciuman pada serangga. Oleh karena itu, perilaku serangga ini dapat dimanfaatkan dengan implementasi pengendalian hama terpadu dengan memanfaatkan senyawa pada tumbuhan tertentu.



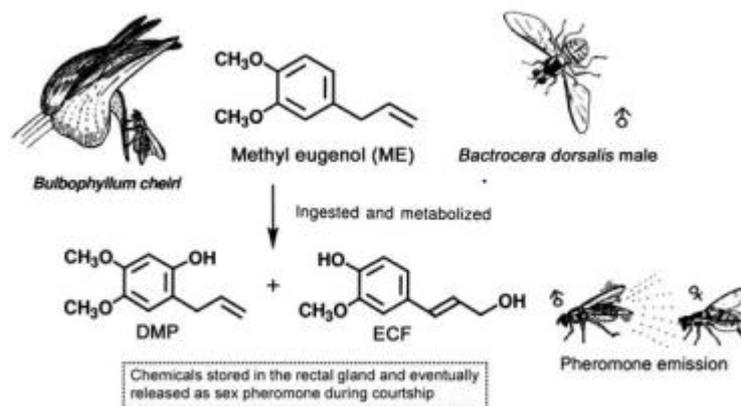
Gambar 4. Atraktan (A), perangkap atraktan (B), Buah cengkeh (C), limbah daun cengkeh (D)

Upaya yang paling umum digunakan petani dalam pengendalian lalat buah adalah dengan metil eugenol. Salah satu tanaman yang mengandung senyawa volatil (metil eugenol adalah tanaman cengkeh. Cengkeh sendiri memiliki produk utama yaitu kuncup cengkeh, minyak atsiri dan oleoresin (Gaspar, 2018). Diketahui bahwa kuncup cengkeh sendiri mengandung volatil. komposisi dari keseluruhan bagian tanaman cengkeh menunjukkan volatil utama terdiri dari eugenol, caryophyllene, dan eugenyl acetate. Serta senyawa caryophyllene adalah volatil yang paling melimpah dari cengkeh giling, sedangkan eugenol adalah senyawa dominan dari kuncup cengkeh utuhnya. Dengan adanya penumpukan limbah daun cengkeh yang tidak memiliki nilai jual di pasaran, namun memiliki kandungan yang dapat dimanfaatkan memberikan suatu inovasi yang harus dikembangkan.

MEKANISME PEMANFAATAN BOTANICAL TRAP

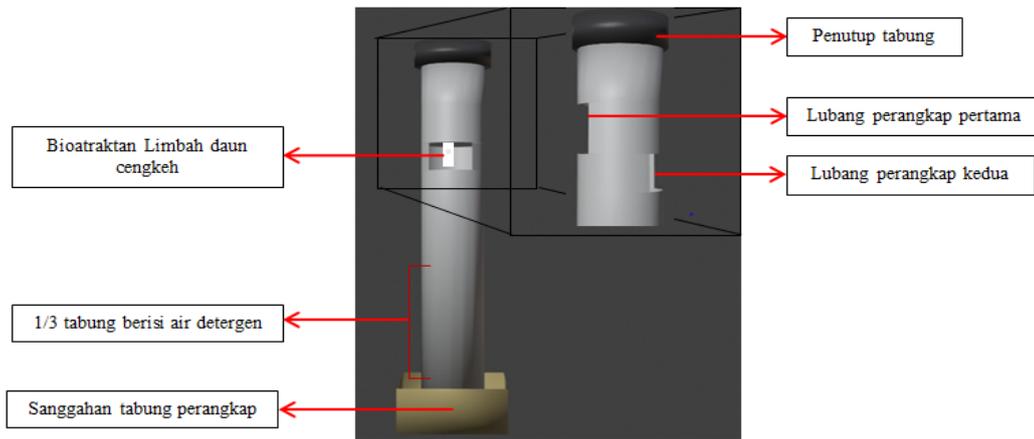
Lalat buah (*Bactrocera* spp.) harus dikendalikan agar tidak merusak buah cabai pada suatu lahan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menekan populasi lalat buah tersebut menggunakan feromon. Menurut Zhang *et al.* (2019), untuk pemantauan dan pengebakan lalat buah perlu menggunakan atraktan feromon yang potensial dan mendukung. Oleh karena itu, penulis akan memanfaatkan atraktan feromon berupa limbah cengkeh yang akan diletakkan di dalam jebakan yang disebut dengan *botanical trap*.

Botanical trap dapat diartikan sebagai perangkap yang memanfaatkan bagian tanaman untuk memikat serangga hama untuk masuk ke dalam perangkap buatan tersebut, yang umpannya dapat berupa aroma atau atraktan dari tanaman, (Amzah & Yahya, 2014). Oleh karena itu, *botanical trap* sangat berpengaruh pada pengendalian *Bactrocera* spp. pada pertanaman cabai, sehingga untuk langkah awal yang diperlukan yaitu berupa rakitan alat *botanical trap*. Modifikasi jebakan ini akan di desain tiga dimensi agar lebih mudah di pahami, seperti pada gambar (Gambar 6).



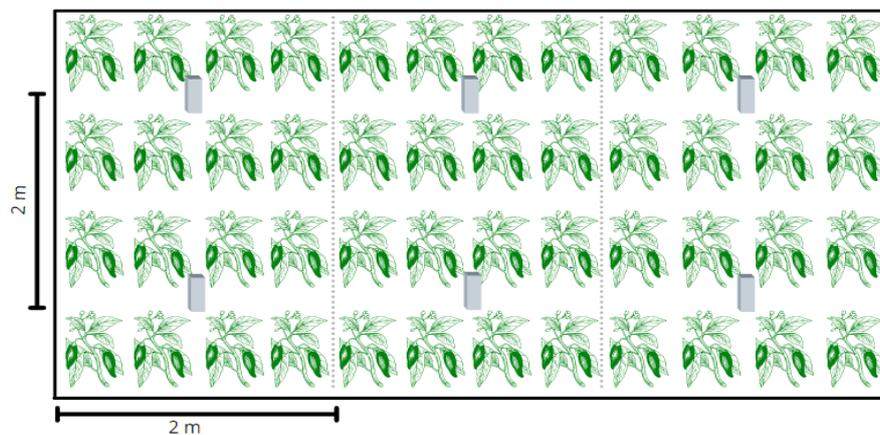
Gambar 5. Akuisisi dan biotransformasi metil eugenol menjadi feromon seks oleh lalat buah jantan (Shelly *et al.*, 2014)

Feromon adalah semiokimia volatil yang terjadi secara alami dan dianggap sebagai agen kontrol biologis yang ramah lingkungan (Bhagat, Samanta and Bhattacharya, 2013). Mereka menyebabkan gangguan komunikasi seksual dan gangguan kawin di antara hama. Spesifisitas feromon yang tinggi terhadap spesies tertentu selanjutnya memungkinkan pengendalian hama tanpa melemahkan organisme yang menguntungkan. Feromon seks dapat memberikan peluang besar untuk mengurangi jumlah populasi lalat buah cabai. Feromon seks yang mengandung metil eugenol akan mengeluarkan aroma yang dapat memikat lalat buah (Gambar 5.)



Gambar 6. Desain alat *Botanical Trap*

Alat ini akan digunakan sebagai tempat meletakkan limbah cengkeh yang juga digunakan untuk menjebak *Bactrocera* spp. Prinsip kerja dari perangkap atau jebakan ini adalah dengan cara menggantungkan jebakan di antara pertanaman cabai pada suatu lahan. Atraktan akan digantung tepat didalam lubang masuk pada pipa. Ketika *Bactrocera* spp. merespon aroma yang berasal dari atraktan, maka lalat buah tersebut akan menghampiri *trap* tersebut. Menurut Hu *et al.*, (2020), bahwa sistem botanical trap memiliki kemampuan yang menarik untuk merespon berbagai rangsangan yang dapat digunakan untuk pengendalian dan memiliki jangka waktu yang panjang. Kemudian, saat *Bactrocera* spp. sampai pada sumber aroma yang berada pada lubang masuk, maka *Bactrocera* spp. ini akan terjebak ke dalam *trap*. Semakin banyak *Bactrocera* spp. yang terjebaknya, maka semakin sedikit kerusakan buah cabai akibat lalat buah tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendenahan letak *botanical trap* pada lahan cabai, adapun denah peletakan *botanical trap* tersebut dapat dilihat pada gambar di atas (Gambar 6).



Gambar 7. Ilustrasi peletakan *Botanical Trap* di lahan cabai

Pemasangan *trap* harus mulai dilakukan saat tanaman cabai memasuki fase generatif hingga panen. Penulis merekomendasikan pemasangan *botanical trap* didasarkan pada tingkat intensitas serangan, sehingga semakin tinggi tingkat intensitas serangan pada tanaman cabai, maka semakin banyak *botanical trap* yang dipasang.

Manfaat yang didapat pada inovasi *botanical trap* dengan menggunakan limbah cengkeh sebagai atraktan merupakan ide yang dapat menguntungkan dengan keunggulan yang diberikan. Sehingga, diharapkan *botanical trap* ini dapat menjadi solusi yang tepat

dan berguna dalam jangka waktu yang panjang untuk meminimalisir kerugian hasil panen pada tanaman cabai akibat lalat buah (*Bactrocera* spp.). Rancangan *botanical trap* dapat dioptimalkan dengan melakukan penyempurnaan pada beberapa aspek dengan kajian yang lebih mendalam baik secara teoritis maupun eksperimental. Ide yang diberikan penulis ini, diharapkan dapat membantu pertanian dalam mengendalikan serangan hama dan mengurangi penggunaan pestisida sintetik.

KESIMPULAN

Senyawa organik volatil (VOC) merupakan senyawa yang terdapat pada beberapa jenis tanaman tertentu salah satunya adalah tanaman cengkeh. Tanaman cengkeh mengandung eugenol, caryophyllene, dan eugenyl acetate dengan kandungan yang cukup tinggi. Pemanfaatan limbah daun cengkeh yang mengandung senyawa metil eugenol yang bersifat penarik dapat dimanfaatkan sebagai upaya mengendalikan hama lalat buah. Pemanfaatan limbah daun cengkeh diaplikasikan sebagai *botanical trap* yang mampu mengurangi serangan lalat buah pada tanaman cabai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa serta terima kasih kepada Dr. Ir. Yulia Pujiastuti M.S. selaku dosen pembimbing, saudara Fairuz Fawwazi yang telah membantu dalam pengamatan, pihak civitas akademika Universitas Sriwijaya, serta dosen-dosen. Terutama kepada teman-teman satu tim yang telah bekerja sama dengan baik dan membantu dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amzah B, Yahya H. 2014. Evaluation of several plant-based attractants for apple snail management. *Acta Biologica Malaysiana*. 3(2): 49–57.
- Antari N, Sumiartha I, Darmiati N, Sudiarta I. 2014. Uji galur dan varietas tanaman cabai terhadap serangan hama lalat buah (*Bactrocera Dorsalis Complex*) di dusun sandan, desa Bangli, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan. *Journal of Tropical Agroecotechnology*. 3(2): 114–118.
- Bhagat D, Samanta SK, Bhattacharya S. 2013. Efficient management of fruit pests by pheromone nanogels. *Scientific Reports*. 3(February).
- Castilho AP, Pasinato J, Santos JEVdos, Costa AeSda, Nava DE, de Jesus CR, Adaime R. 2019. Biology of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) on four hosts. *Revista Brasileira de Entomologia*. 63(4): 302–307.
- Conchou L, Lucas P, Meslin C, Proffit M, Staudt M, Renou M. 2019. Insect odorscapes: From plant volatiles to natural olfactory scenes. *Frontiers in Physiology*. 10(JUL).
- Dudareva N, Klempien A, Muhlemann JK, Kaplan I. 2013. Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist*. 198(1): 16–32.
- Ekesi S, De Meyer M, Mohamed SA, Virgilio M, Borgemeister C. 2016. Taxonomy, ecology, and management of native and exotic fruit fly species in Africa. *Annual Review of Entomology*. 61(November): 219–238.
- Gaspar EM. 2018. Volatile composition and antioxidant properties of clove products. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 9(4): 7270–7276.

- Handaru OD, Witjaksono W, Martono E. 2019. Study on the Attractiveness of Fruit Flies *Bactrocera* spp. to Mango Fruit's Extract. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 23(2): 228.
- Hu Y, Wang Z, Jin D, Zhang C, Sun R, Li Z, Hu K, Ni J, Cai Z, Pan D, Wang X, Zhu W, Li J, Wu D, Zhang L, Chu J. 2020. Botanical-inspired 4D printing of hydrogel at the microscale. *Advanced Functional Materials*. 30(4): 1–10.
- Jaleel W, Yin J, Wang D, He Y, Lu L, Shi H. 2018. Using two-sex life tables to determine fitness parameters of four *Bactrocera* species (*Diptera: Tephritidae*) reared on a semi-artificial diet. *Bulletin of Entomological Research*. 108(6): 707.
- Mahulette AS, Hariyadi, Yahya S, Wachjar A. 2020. Physico-chemical properties of clove oil from three forest clove accession groups in Maluku. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 418(1).
- Masriany M, Sari A, Armita D. 2020. Diversitas senyawa volatil dari berbagai jenis tanaman Dan potensinya sebagai pengendali hama yang ramah lingkungan. *Jurnal Biologi*. 5(September): 475–481.
- Mutawisma R, Nyamukondiwa C, Chikowore G, Chidawanyika F. 2021. Overview of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (*Diptera: Tephritidae*) in Africa: From invasion, Bio-Ecology to Sustainable Management. *Crop Protection*. 105492 (141): 1–17.
- Nishida R, Tan KH. 2016. Search for new fruit fly attractants from plants : A review. *In: Proceedings of the 9th ISFFEI, December 2016*. 249–262.
- Ratna ES, Usman K, Arastuti I, Hindayana D. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma[60Co] terhadap *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock in vitro dan in vivo. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 15(1): 17.
- Riastiwi I, Paradisa YB, Mambrasar YM, Raunsai MM, Perwitasari U, Volkandari SD, Sari NF. 2021. Diversity of fruit flies (*Diptera : Tephritidae*) attracted by me lure in csc-bg germplasm Carambola plantation. *J. HPT Tropika*. 21(2): 151–157.
- Shelly T, Epsky N, Jang EB, Reyes-Flores J, Vargas R. 2014. Trapping and the detection, control, and regulation of tephritid fruit flies (Issue July 2015).
- Suryaminarsih P, Harijani WS, Syafriani E, Rahmadhini N, Hidayat R, Agroteknologi PS, Raya J, Madya R. 2019. Aplikasi *Streptomyces* sp. Sebagai agen hayati pengendali lalat buah (*Bactrocera* sp.) dan plant growth promoting bacteria pada tanaman tomat dan cabai. *Agrium*. 22(1).
- Wijaya IN, Adiartayasa W, Dwipananda IG. 2018. Kerusakan dan kerugian akibat serangan lalat buah (*Diptera : Tephritidae*) pada pertanaman jeruk. *Agrotrop*. 8(1): 65–70.
- Zhang X, Wei C, Miao J, Zhang X, Wei B, Dong W, Xiao C. 2019. Chemical compounds from female and male rectal pheromone glands of the guava fruit fly, *Bactrocera correcta*. *Insects*. 10(3).