

Pengaruh Konsumsi Metil Eugenol dan Protein Hidrolisat Terhadap Kebugaran Lalat Buah *Bactrocera carambolae* [Influence of Methyl Eugenol and Protein Hydrolyzate Consumption on the Fitness of Fruit Fly (*Bactrocera carambolae*)]

Yolanda, K dan Rivaie, AA

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kepulauan Bangka Belitung, Jl. Mentok Km.4, Pangkalpinang, Bangka 33134

E-mail: inikiyo@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 28 Maret 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 16 juni 2014

ABSTRAK. Informasi yang lebih lengkap tentang pemanfaatan zat pematik metil eugenol (ME) dan protein hidrolisat (PH) pada *Bactrocera carambolae* secara bersamaan dibutuhkan untuk mengoptimalkan strategi pengendalian massal di lapangan. Telah dilakukan percobaan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi kombinasi ME dan PH terhadap kebugaran lalat buah *B. carambolae* di Laboratorium Entomologi Dasar, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, dari bulan Oktober 2009 sampai Maret 2010. Perlakuan disusun menurut rancangan acak lengkap dengan lima ulangan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ME tidak berpengaruh terhadap fekunditas imago lalat buah. Fekunditas betina lebih ditentukan oleh konsumsi PH. Jumlah larva dan jumlah pupa pada perlakuan betina mengonsumsi PH yang dikawinkan dengan jantan diberi ME lebih rendah dibandingkan pada perlakuan betina yang dikawinkan dengan jantan tidak diberi ME. Tidak ada perbedaan yang nyata antara jumlah imago perlakuan jantan mengonsumsi ME dengan jantan tanpa mengonsumsi ME yang dikawinkan dengan betina mengonsumsi PH, jumlah imago perlakuan jantan tanpa mengonsumsi ME lebih banyak daripada perlakuan jantan mengonsumsi ME. Nisbah kelamin lalat buah *B. carambolae* pada perlakuan jantan mengonsumsi ME dan betina mengonsumsi PH adalah 0,47, sedangkan nisbah kelamin pada perlakuan jantan tanpa mengonsumsi ME dan betina mengonsumsi PH adalah 0,49.

Katakunci: *Bactrocera carambolae*; Metil eugenol; Protein hidrolisat; Kebugaran

ABSTRACT. A better understanding of the use of methyl eugenol and protein hydrolyzate on *Bactrocera carambolae* simultaneously is required to optimize a mass control strategy on the field. A study was carried out with aims to determine the effect of combination of methyl eugenol (ME) and protein hydrolyzate (PH) consumption on the fitness of fruit fly, *B. carambolae* in the Laboratory of Entomology, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University, from October 2009 to March 2010. The treatments were arranged in a completely randomized design with five replications. The results showed that ME had no effect on the fecundity of the fruit fly imago. Fecundity of females was more determined by the consumption of PH. The numbers of larvae and pupae at the treatment of the females with PH mated with the males with ME were lower than those of females mated with males without ME. There was no difference in the number of imago between the treatment of the males with ME and the treatment of the males without ME mated with the females with PH. The number of imago of the treatment of males without ME was higher than that of the males with ME. The sex ratio of *B. carambolae* fruit flies for the treatment of male with ME and the females with PH was 0.47, while, the sex ratio for the treatment of the males without ME and the females with PH was 0.49.

Keywords: *Bactrocera carambolae*; Methyl eugenol; Protein hydrolyzate; Fitness

Tanaman hortikultura merupakan salah satu andalan petani di beberapa daerah di Indonesia, sebagai sumber pangan dan pendapatan, serta sumber devisa melalui ekspor sayur dan buah-buahan. Akan tetapi, usahatani tanaman hortikultura ini tidak terlepas dari ancaman kerugian yang besar, antara lain akibat gangguan serangga hama. Lalat buah merupakan salah satu serangga hama penting bagi tanaman hortikultura. Serangan lalat buah (*Bactrocera carambolae*) menyebabkan kerugian baik secara kuantitas maupun kualitas (Stonehouse *et al.* 2002, Putra *et al.* 2006, Hasyim *et al.* 2008). Tanaman yang banyak diserang yaitu belimbing (*Averrhoa carambola*). Di samping itu, berbagai tanaman lain juga banyak diserang lalat

buah ini, antara lain jambu air (*Syzygium jambos* dan *Syzygium aqueum*), belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), kluwih (*Artocarpus altilis*), cabai (*Capsicum annuum*), jambu biji (*Psidium guajava*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), jambu bol (*Syzygium malaccense*), dan mangga (*Mangifera indica*) (Sutrisno 1991).

Lalat *B. carambolae* bersifat endemik di Indonesia, Malaysia, dan daerah Thailand Selatan (Sauers-Muller 1991). Di Indonesia sebarannya meliputi Jawa, Lombok, Sumbawa bagian timur, dan Kalimantan. Akan tetapi, lalat buah ini belum terdapat di wilayah Papua. Daerah sebaran di mancanegara telah diketahui meliputi Malaysia, Asia Tenggara, Thailand Selatan,

Singapura, Suriname, Kepulauan Andaman, Perancis, Guinana, dan Guyana (Siwi *et al.* 2006). Mengingat besarnya kerugian yang ditimbulkan oleh hama lalat buah tersebut maka berbagai penelitian untuk mendapatkan inovasi teknologi pengendalian lalat buah yang ramah lingkungan patut terus dilakukan. Sampai saat ini beberapa teknik pengendalian telah diupayakan, antara lain dengan teknik pemanfaatan serangga jantan mandul, sanitasi, penggunaan pestisida, dan pengendalian biologi (Singh *et al.* 2000, Dhillon *et al.* 2005). Telah lama diketahui bahwa aroma yang dikeluarkan tumbuhan, serangga, atau hewan lainnya dapat berpengaruh pada perilaku serangga. Aroma tertentu dari senyawa seperti metil eugenol (ME) atau *alpha-copaene* yang berasal dari minyak atsiri dapat digunakan sebagai zat pemikat serangga jantan atau paraferomon lalat buah Tephritidae (Shelly *et al.* 2002, Tan *et al.* 2002, 2006). Menurut Nishida & Fukami (1988) dan Nishida (1996), zat pemikat berbahan aktif ME tergolong *food lure*, artinya lalat jantan tertarik datang untuk keperluan makan, bukan untuk seksual. Setelah dimakan maka ME diproses dalam tubuh lalat jantan untuk menghasilkan feromon seks yang diperlukan saat perkawinan guna menarik lalat betina. Penelitian Tan & Nishida (1996) menunjukkan bahwa lalat buah jantan dewasa yang mengonsumsi ME akan meningkatkan produksi komponen seks feromon, seperti *trans-coniferyl alcohol* (CF), *2-allyl-4,5 dimethoxyphenol* (*allyl-DMP*), dan *cis-3,4-dimethoxycinnamyl alcohol* (*cis-DCA*). Selain itu, lalat buah jantan yang diberi ME menurut Wee *et al.* (2007) akan menunjukkan perilaku bercumbu (*courtship*) lebih awal serta lebih tinggi aktivitas menarik betinanya dan menurut Shelly & Edu (2008) jantan yang mengonsumsi ME lebih banyak dipilih oleh betina dibanding jantan yang tidak mengonsumsi ME. Konsumsi ME oleh lalat buah dilaporkan oleh Wee & Tan (2001) juga dapat meningkatkan pembentukan mekanisme antipredasi untuk menghalangi predator vertebrata yang potensial.

Selain ME, terdapat zat pemikat lain yang juga dapat berperan sebagai umpan pakan. Zat pemikat yang sekaligus berperan sebagai umpan makan tersebut adalah protein hidrolisat (PH) yang dapat memikat lalat buah jantan maupun betina (Omoy *et al.* 1997). Pemberian PH pada pakan serangga dewasa memberikan pengaruh penting pada proses perkawinan lalat buah jenis *B. dorsalis* dan lalat buah dari genus *Anastrepha* (Shelly *et al.* 2005). Lalat betina membutuhkan protein dalam jumlah besar karena diperlukan untuk perkembangan organ reproduksi dan pembentukan telur-telur yang fertil (Lloyd & Drew 1997). Selanjutnya Aluja *et al.* (2008) dalam laporannya menyatakan bahwa lalat jantan Tephritidae

yang mengonsumsi protein memiliki keberhasilan kawin yang lebih tinggi dibanding jantan yang tidak mengonsumsi protein. Hasil penelitian Harahap (2009) menunjukkan bahwa PH yang khusus diberikan pada stadia larva menyebabkan tidak terbentuknya telur, sedangkan telur akan terbentuk hanya pada individu yang diberi PH pada stadia imago saja atau pada stadia larva dan imago. Harahap (2009) menyatakan bahwa terbentuknya telur di dalam ovarium menyebabkan ovarium membesar dan terjadinya pembengkakan abdomen.

Menurut Aluja *et al.* (2008) parameter kebugaran dapat dilihat dari kemampuan kawin suatu individu. Selanjutnya menurut Romoser & Stoffolano (1998) kebugaran merupakan ukuran keberhasilan reproduksi suatu individu. Metil eugenol merupakan salah satu stimulus untuk meningkatkan keberhasilan perkawinan lalat buah jenis *B. carambolae* (Tati-Subahar 1999), sedangkan protein merupakan zat yang dibutuhkan lalat buah betina bagi fekunditas telurnya (Heath *et al.* 1993). Shelly *et al.* (2005) melaporkan bahwa konsumsi ME yang dikombinasikan dengan PH pada *B. dorsalis* yang telah matang seksual mampu mendorong keberhasilan kawin sebesar 47%. Akan tetapi, sampai saat ini masih terbatas sekali informasi yang tersedia tentang pengaruh konsumsi ME yang dikombinasikan dengan PH terhadap kebugaran lalat buah *B. carambolae*, khususnya di Indonesia. Informasi yang lebih lengkap tentang pengaruh konsumsi ME dan PH terhadap kemampuan kawin *B. carambolae* dan jumlah keturunannya dibutuhkan untuk mengoptimalkan strategi pengendalian massal di lapangan. Oleh karena itu, percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi kombinasi ME dan PH terhadap kebugaran lalat buah *B. carambolae*. Diduga konsumsi ME oleh lalat buah jantan mampu meningkatkan kemampuan kawin. Selanjutnya, konsumsi kombinasi ME oleh lalat buah jantan dan PH oleh lalat buah betina jenis *B. carambolae* diduga berpengaruh pada fekunditas dan jumlah keturunan.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian dan Persiapan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Dasar, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dari bulan Oktober 2009 sampai dengan Maret 2010.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain serangga uji *B. carambolae*, bahan pakan buatan (dedak gandum, gula pasir, ragi roti, natrium benzoat, nipagin, dan akuades), serbuk gergaji, *yeast extract*, akuades, zat pemikat ME konsentrasi 100%

(murni), dan PH. Pupa *B. carambolae* diperoleh dari Laboratorium Entomologi Dasar, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Selanjutnya pupa-pupa tersebut ditempatkan pada kotak pembiakan serangga berukuran 30 x 30 x 30 cm yang terbuat dari kayu dan ber dinding kain kasa. Pada salah satu sisinya dipasang gelas air mineral bervolume 240 ml sebagai tempat peletakan telur. Pupa akan menetas menjadi imago dalam waktu lebih kurang 1 minggu. Imago diberi pakan berupa gula pasir, *yeast extract*, dan akuades. Imago *B. carambolae* yang telah masak seksual akan melakukan perkawinan dan imago betina akan meletakkan telur pada gelas air mineral yang telah disediakan. Pada bagian dasar gelas diberi lubang-lubang kecil berdiameter 0,5 mm yang diberi busa yang jenuh air.

Komposisi pakan buatan larva untuk satu resep adalah sebagai berikut: 185 g dedak gandum, 42,3 g gula pasir, 10,8 g *yeast extract*, 0,3 g natrium benzoat, 0,3 g nipagin, dan 180 ml akuades. Cara pembuatannya yaitu dengan melarutkan gula, *yeast extract*, natrium benzoat, dan nipagin dengan menggunakan akuades. Larutan tersebut selanjutnya dicampur dengan dedak gandum yang telah ditempatkan pada nampan berukuran 20 x 15 x 3 cm, lalu diaduk hingga merata.

Telur lalat buah dipanen dengan cara menyemprotkan air dengan *hand sprayer*. Telur-telur selanjutnya ditempatkan pada nampan yang berisi pakan buatan sehingga larva yang baru menetas dapat langsung memperoleh nutrisi dari pakan buatan. Nampan yang telah berisi pakan buatan dan telur lalat buah ditempatkan pada nampan lain yang lebih besar dengan ukuran 35 x 27 x 10 cm dan ditutup dengan kain hitam. Bagian dasar nampan diisi dengan serbuk gergaji yang menjadi media larva untuk menjadi pupa. Kegiatan pembiakan massal *B. carambolae* dilaksanakan sampai diperoleh jumlah serangga yang cukup untuk dilakukan pengujian.

Prosedur Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh ME dan PH terhadap kebugaran lalat buah dilakukan pengujian dengan perlakuan sebagai berikut: (1) serangga uji diberi pakan berupa gula dan PH dengan jantan diberi perlakuan ME, (2) serangga uji diberi pakan berupa gula dan PH dengan jantan tanpa perlakuan ME, (3) serangga uji hanya diberi pakan berupa gula dengan jantan diberi perlakuan ME, dan (4) serangga uji hanya diberi pakan berupa gula. Perlakuan disusun menurut rancangan acak lengkap dengan lima ulangan, setiap plot terdapat satu pasang imago (Gambar 1).

Pupa hasil pembiakan massal dipanen dari media serbuk gergaji dengan menggunakan saringan

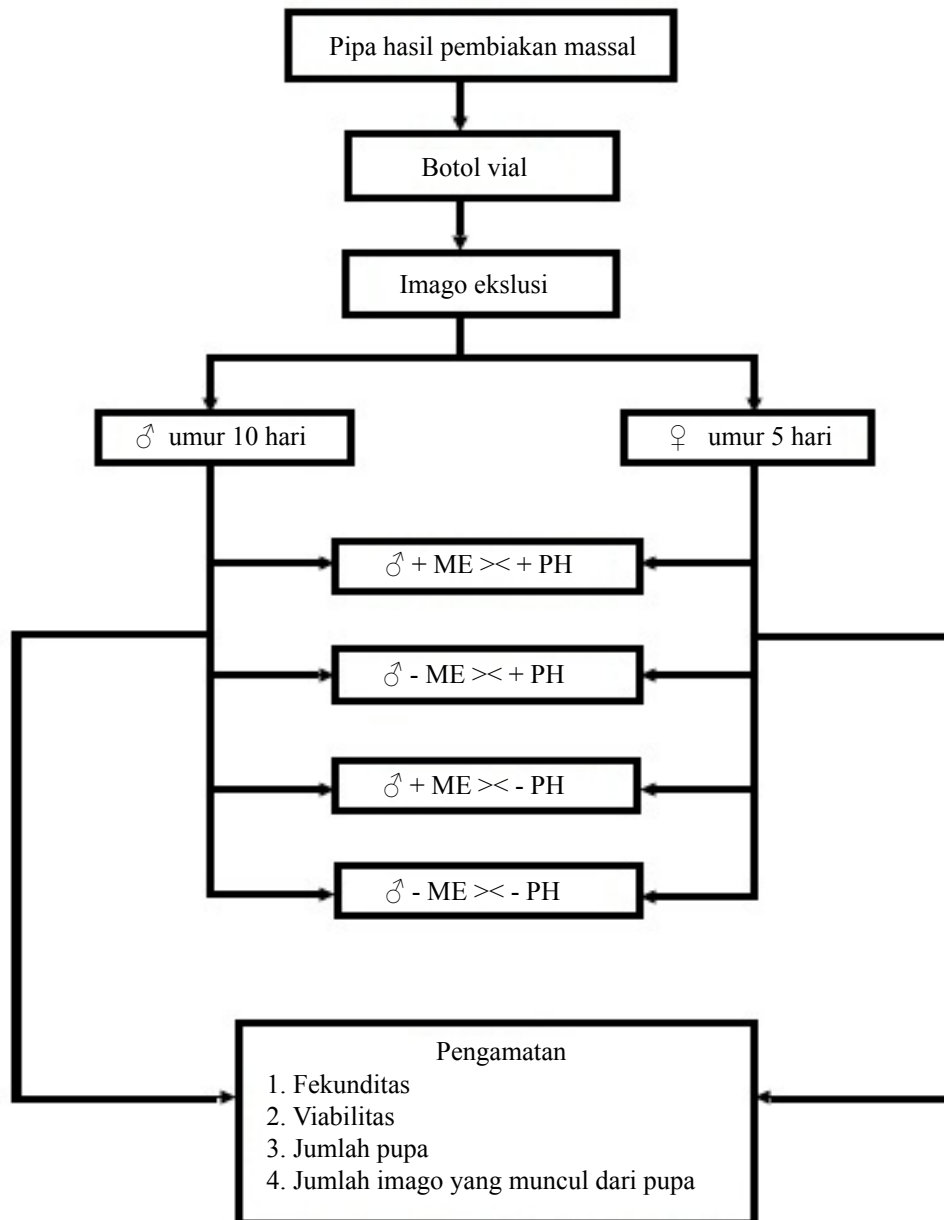
berukuran 2 mm. Pupa yang sehat dipisahkan dari pupa yang busuk atau berukuran kecil kemudian ditempatkan pada botol-botol vial (lima pupa pada tiap vial). Pupa akan menjadi imago dalam waktu lebih kurang 10 hari. Beberapa jam setelah eksklusi lalat buah dipisahkan berdasarkan jenis kelamin, yaitu lalat betina memiliki ujung abdomen lebih runcing (ovipositori), sedangkan lalat betina abdomennya lebih bulat. Kemudian lalat buah tersebut ditempatkan pada kotak perkawinan yang terbuat dari gelas plastik berukuran 400 ml.

Serangga uji ditempatkan pada satu kotak perkawinan sesuai dengan perlakuan setelah imago jantan berumur 10 hari dan imago betina berumur 5 hari. Metil eugenol diteteskan pada kapas dengan dosis 1,3 μ L dan diberikan mulai imago jantan berumur 10 hari selama 1 jam setiap harinya. Sebagai tempat peletakan telur, pada salah satu sisi gelas plastik diberi tempat bekas jeli kecil yang telah dilubangi kecil-kecil dan diisi dengan busa yang jenuh air.

Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kebugaran lalat buah adalah dengan mengukur parameter sebagai berikut:

1. Jumlah telur. Telur-telur yang telah diletakkan oleh imago betina dipanen dengan cara menyemprotkan akuades pada tempat peletakan telur. Sisa-sisa telur yang masih menempel dibersihkan dengan kuas halus, selanjutnya telur-telur ditempatkan pada cawan petri berukuran kecil. Perhitungan telur dilakukan di bawah mikroskop dengan menggunakan *hand counter*. Pengamatan jumlah telur dilaksanakan dari imago betina pertama kali meletakkan telur (berumur 7 hari) sampai imago betina berumur 40 hari. Jumlah telur hasil pengamatan digunakan untuk mengetahui fekunditas lalat buah *B. carambolae*.
2. Jumlah larva. Pengamatan ini bertujuan mengetahui jumlah telur yang menetas menjadi larva. Pengamatan dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan dari jumlah pupa yang terbentuk. Hal ini dilakukan untuk mengurangi risiko kematian telur bila tidak segera dipindahkan pada pakan buatan.
3. Jumlah pupa. Pengamatan jumlah pupa dilakukan dengan menghitung jumlah pupa yang terbentuk (F1) pada masing-masing perlakuan. Telur-telur yang berasal dari masing-masing perlakuan ditempatkan ke dalam wadah plastik berukuran 6 x 6 x 2 cm dan telah berisi oleh pakan buatan. Kemudian wadah plastik tersebut ditempatkan dalam kotak kertas berukuran 20 x 10 x 15 cm



Gambar 1. Bagan kerja percobaan pengaruh konsumsi kombinasi ME dan PH terhadap kebugaran lalat buah (Chart work of research on the effect of consumption of ME and PH combination on the fruit fly fitness)

yang di dalamnya telah diisi dengan serbuk gergaji. Perhitungan jumlah total pupa dilakukan setelah 10 hari, kemudian pupa-pupa tersebut ditempatkan ke dalam botol vial berukuran 45 ml.

4. Jumlah imago. Pupa yang terbentuk pada masing-masing perlakuan ditempatkan ke dalam botol vial berukuran 45 ml selama 10 hari. Selanjutnya dihitung jumlah imago jantan dan betina yang muncul pada masing-masing perlakuan dari kedua percobaan tersebut.

Analisis Data

Data diolah dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan

dan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk melihat pengaruh antarperlakuan yang diuji pada taraf $p = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Telur

Pengamatan terhadap fekunditas *B. carambolae* yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa imago betina yang tidak diperlakukan dengan PH, tidak meletakkan telur sama sekali, baik imago betina yang dikawinkan dengan imago jantan mengonsumsi ME maupun dengan imago jantan yang tidak

mengonsumsi ME. Sebaliknya, imago betina yang diperlakukan dengan PH meletakkan telur, baik yang dikawinkan dengan jantan mengonsumsi ME maupun imago jantan yang tidak mengonsumsi ME. Hasil ini menunjukkan bahwa konsumsi protein pada imago betina berpengaruh pada proses pembentukan telur di dalam ovarium. Diduga pembentukan telur lebih ditentukan oleh konsumsi PH oleh imago betina. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Sharp & Chambers (1984) yang menyebutkan bahwa protein merupakan zat yang sangat dibutuhkan dalam proses pembentukan telur. Dari pengamatan visual juga menunjukkan bahwa imago betina yang tidak mengonsumsi protein memiliki abdomen yang terlihat kecil karena tidak terdapat telur di dalam ovarium. Hasil ini juga menegaskan bahwa ME tidak berpengaruh pada pembentukan telur di dalam ovarium imago betina.

Jumlah telur yang diletakkan betina yang dikawinkan dengan imago jantan yang diberi ME tidak berbeda dengan betina yang dikawinkan dengan imago jantan yang tidak diberi ME (Tabel 1). Hal ini juga memperkuat bahwa ME tidak berpengaruh nyata terhadap fekunditas imago betina. Namun, terdapat kecenderungan fekunditas imago betina yang dikawinkan dengan jantan mengonsumsi ME lebih rendah dibandingkan dengan imago betina yang dikawinkan dengan imago jantan yang tidak mengonsumsi ME. Hasil ini menunjukkan bahwa konsumsi ME oleh imago jantan tidak berpengaruh terhadap pembentukan telur lalat buah, tetapi cenderung menyebabkan terjadinya penurunan fekunditas imago betina. Hal ini diduga karena lalat buah jantan yang mengonsumsi ME meningkatkan kemampuan kawinnya (Shelly & Dewire 1994,

Tati-Subahar 1999) sehingga aktivitas kawinnya meningkat dan mengganggu peletakan telur oleh betina. Shelly (2000) juga melaporkan bahwa fekunditas betina yang dikawinkan dengan jantan mengonsumsi ME lebih rendah dibandingkan dengan betina yang dikawinkan dengan jantan tanpa konsumsi ME. Faktor stres diduga menjadi penyebab rendahnya fekunditas betina yang dikawinkan dengan jantan yang mengonsumsi ME. Menurut Calkins (1991), betina yang telah kawin lebih tertarik untuk meletakkan telur sebanyak mungkin. Kemampuan kawin jantan yang meningkat tersebut diduga menjadi faktor penyebab stres bagi betina dan mengganggu aktivitas oviposisi sehingga telur yang diletakkan menjadi lebih sedikit.

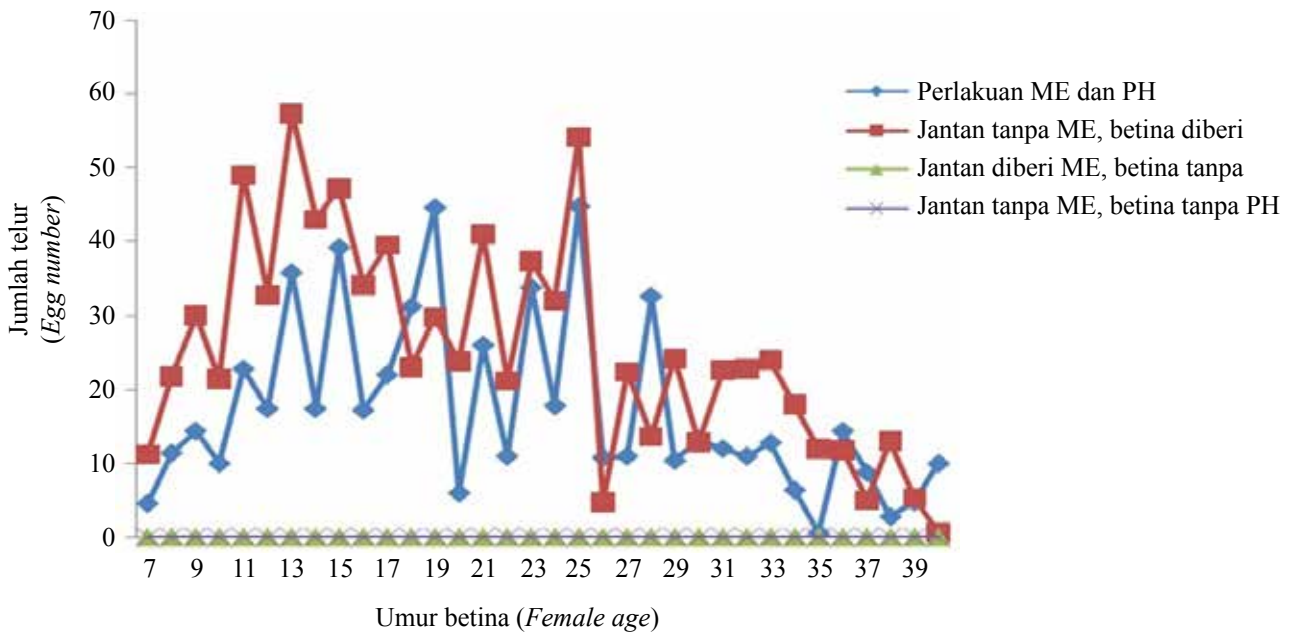
Pada Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa imago betina pertama kali meletakkan telur pada umur 8 hari. Menurut Kendra *et al.* (2006) pada kondisi laboratorium telur-telur akan matang saat imago betina berumur 8 hari. Rerata imago betina meletakkan telur pada umur 9 hari dan jumlah telur semakin meningkat setelah imago betina berumur 11 hari serta menurun setelah imago betina berumur lebih dari 25 hari (Gambar 2). Secara umum jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina *B. carambolae* cenderung naik turun setiap harinya dan tidak membentuk kurva sigmoid. Jumlah telur yang diletakkan betina juga dipengaruhi oleh umur, semakin tua umur betina maka jumlah telur yang diletakkan semakin sedikit.

Peletakan telur oleh imago betina juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Menurut Fletcher (1987) pada suhu 30°C terjadi penurunan perkembangan lalat buah. Selama percobaan ini berlangsung, kondisi ruangan selalu terjaga, yaitu rerata suhu ruangan 28,5°C dan kelembaban udara 55,6%. Hasil penelitian Jati (2007) menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban yang tinggi juga berpengaruh pada peletakan telur oleh betina. Pada rerata suhu 28,3°C dan kelembaban udara rerata 82% dapat menyebabkan bertambahnya umur betina untuk pertama kali meletakkan telur. Berbeda dengan hasil yang dilaporkan oleh Jati (2007), dalam percobaan ini, meskipun suhu rerata selama pengamatan mencapai 28,5°C akan tetapi tidak terjadi penambahan umur peletakan telur, karena terdapat beberapa imago yang meletakkan telur pada umur 8 hari. Pada perlakuan imago jantan tidak diberi ME yang dikawinkan dengan betina yang mengonsumsi PH, terdapat satu imago betina yang abnormal. Imago betina tersebut tidak dapat meletakkan telur sehingga menyebabkan abdomen membesar (Gambar 3). Penyebab abnormalitas betina ini diduga karena saluran ovipositornya tersumbat sehingga telur tidak dapat melewati saluran ovipositor.

Tabel 1. Pengaruh kombinasi konsumsi ME oleh jantan dan PH oleh betina terhadap fekunditas *B. carambolae* (Effect of combination of ME consumed by male and PH consumed by female on fecundity of *B. carambolae*)

Perlakuan (Treatment)		Telur (Egg) ¹⁾
ME	PH	
+	+	589 a
-	+	863 a
+	-	0 b
-	-	0 b

¹⁾ Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda menurut uji *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada $p = 0,05$ (Numbers followed by the same letters in same column are not significantly different by *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* at $p < 0.05$)



Gambar 2. Jumlah rerata telur yang diletakkan oleh imago pada empat kombinasi perlakuan ME dan PH (*Average numbers of eggs laid by imago of the four treatment combinations of ME and PH*)

Jumlah Larva dan Pupa

Telur yang menetas menjadi larva dihitung dengan pendekatan jumlah pupa. Cara ini dilakukan untuk mengurangi risiko kematian telur bila tidak segera dipindahkan pada pakan buatan. Pengamatan pada rerata jumlah telur yang menetas pada perlakuan betina yang mengonsumsi PH dikawinkan dengan jantan yang diberi ME tidak berbeda dengan perlakuan betina mengonsumsi PH dikawinkan dengan jantan yang tidak diberi ME (Tabel 2). Namun demikian, jumlah larva pada perlakuan betina yang dikawinkan dengan jantan yang tidak diberi ME lebih tinggi

secara nyata dibandingkan dengan perlakuan betina yang dikawinkan dengan jantan yang diberi ME. Hal itu menunjukkan bahwa konsumsi ME tidak berpengaruh positif terhadap viabilitas telur betina yang dikawinkan dengan jantan yang diberi ME. Pada perlakuan betina yang tidak mengonsumsi PH, baik yang dikawinkan dengan jantan diberi ME maupun tidak diberi ME, viabilitasnya nol karena tidak ada telur yang diletakkan betina. Rendahnya jumlah telur yang menetas diduga karena pengaruh lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Menurut Siwi *et al.* (2006), kondisi optimum perkembangan lalat buah berkisar



Gambar 3. Imago betina yang abnormal dengan abdomen yang membesar (*Abnormal female imago with enlarged abdomen*)

Tabel 2. Pengaruh kombinasi konsumsi ME oleh jantan dan PH oleh betina terhadap jumlah larva dan jumlah pupa *B.carambolae* (Effect of combination of ME consumed by male and PH consumed by female on the number of larvae and pupae of *B. carambolae*)

Perlakuan (Treatments)		Larva (Larvae)	Pupa (Pupae)
ME	PH		
+	+	112,2 ab	112,2 ab
-	+	249,4 a	249,4 a
+	-	0 b	0 b
-	-	0 b	0 b

pada suhu 10–30°C. Selama percobaan berlangsung, suhu ruangan rerata 27,9°C dengan kelembaban udara rerata 58,7%. Diduga suhu udara yang tinggi serta kelembaban udara yang rendah menjadi faktor penyebab rendahnya jumlah telur yang menetas menjadi larva.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata jumlah pupa pada perlakuan betina yang mengonsumsi PH dikawinkan dengan jantan yang diberi ME berbeda dengan perlakuan betina mengonsumsi PH dikawinkan dengan jantan yang tidak diberi ME. Perlakuan betina yang dikawinkan dengan jantan yang tidak mengonsumsi ME memberikan jumlah larva yang berhasil menjadi pupa lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya. Namun demikian, secara keseluruhan persentase telur yang berhasil mencapai stadia pupa pada kedua perlakuan tersebut rendah. Hal ini diduga berkaitan dengan kompetisi intraspesies larva *B. carambolae*, khususnya kompetisi untuk mendapatkan makanan (Reitz & Trumble 2002, Duyck *et al.* 2004ab, 2006, 2007, Singh & Kumar 2013) sehingga banyak larva yang tidak mampu bertahan dan mati.

Jumlah Imago

Jumlah imago yang muncul dari pupa pada perlakuan jantan dengan ME tidak berbeda dengan ketiga perlakuan lainnya (Tabel 3). Pada perlakuan betina tanpa PH baik yang dikawinkan dengan jantan yang mengonsumsi ME maupun jantan tanpa mengonsumsi ME, tidak menghasilkan imago sama sekali karena tidak terbentuknya telur.

Nisbah kelamin merupakan perbandingan jumlah individu jantan terhadap populasi totalnya. Dari hasil pengamatan nisbah kelamin perlakuan jantan mengonsumsi ME dikawinkan dengan betina mengonsumsi PH dan perlakuan jantan tanpa

Tabel 3. Pengaruh kombinasi konsumsi ME oleh jantan dan PH oleh betina terhadap jumlah imago *B. carambolae* (Effect of combination of ME consumed by male and PH consumed by female on the number of imago of *B. carambolae*)

Perlakuan (Treatments)		Imago		Nisbah kelamin (Sex ratio)
ME	PH	♂	♀	
+	+	47,6 ab	53,4 ab	0,47
-	+	129,2 a	130,6 a	0,49
+	-	0 b	0 b	-
-	-	0 b	0 b	-

ME dikawinkan dengan betina mengonsumsi PH mendekati nilai 0,5. Hal ini berarti bahwa perbandingan jumlah imago jantan dan jumlah imago betina berkisar pada nilai 1:1. Pada perlakuan jantan mengonsumsi ME maupun jantan tanpa mengonsumsi ME yang dikawinkan dengan betina yang tidak mengonsumsi PH tidak terdapat nisbah kelamin karena tidak terdapat populasi lalat buah. Berdasarkan hasil perhitungan nisbah kelamin dapat disimpulkan bahwa ME dan PH tidak berpengaruh terhadap nilai nisbah kelamin populasi *B. carambolae*. Nilai ini sejalan dengan hasil pengamatan Bhagat *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa nisbah kelamin lalat buah di alam secara normal adalah sekitar 1:1. Walaupun ada sedikit penyimpangan atau bias pada fluktuasi populasi jantan atau betina pada musim-musim yang berbeda, akan tetapi penyimpangan dari nisbah kelamin 1:1 tersebut adalah tidak nyata.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh positif ME terhadap kemampuan kawin (*mating propensity*) lalat buah jantan. Jantan yang mengonsumsi ME mampu mengawini lebih banyak betina. Kondisi ini diduga dapat menyebabkan fekunditas kumulatif meningkat karena jumlah betina yang dikawini lebih banyak. Oleh karena itu, salah satu implikasi hasil penelitian ini adalah bahwa harus dilakukan sanitasi kebun dari tanaman-tanaman yang menjadi sumber ME (Kardinan 2011) harus dilakukan, untuk mencegah terjadinya peningkatan kebugaran lalat buah jantan. Selain sanitasi kebun, teknik pemerangkapan lalat buah jantan yang menggunakan zat pemikat atau atraktan ME hendaknya benar-benar dapat langsung juga mematikan jantan yang terperangkap. Dengan demikian, dapat dicegah terjadinya jantan kembali ke alam bebas, bahkan akan mengawini lebih banyak lagi betina karena kebugarannya yang meningkat setelah mengonsumsi ME.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Metil eugenol tidak berpengaruh terhadap fekunditas imago lalat buah. Fekunditas betina lebih ditentukan oleh konsumsi PH.
2. Jumlah larva dan jumlah pupa pada perlakuan betina yang mengonsumsi PH yang dikawinkan dengan jantan diberi ME lebih rendah dibandingkan pada perlakuan betina yang dikawinkan dengan jantan tidak diberi ME.
3. Tidak ada perbedaan nyata jumlah imago antara perlakuan jantan mengonsumsi ME dengan jantan tanpa mengonsumsi ME yang dikawinkan dengan betina mengonsumsi PH. Jumlah imago perlakuan jantan tanpa mengonsumsi ME lebih banyak daripada perlakuan jantan mengonsumsi ME.
4. Nisbah kelamin lalat buah *B. carambolae* pada perlakuan jantan mengonsumsi ME dan betina mengonsumsi PH adalah 0,47, sedangkan nisbah kelamin pada perlakuan jantan tanpa mengonsumsi ME dan betina mengonsumsi PH adalah 0,49. Hasil penelitian ini juga menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh ME terhadap penurunan jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina.

PUSTAKA

1. Aluja, M, Perez-Staples D, Sivinski, J, Sanchez, A & Pinero, J 2008, 'Effect of male condition on fitness in two tropical tephritid flies with contrasting life histories', *Ann. Behav.*, vol. 76, pp. 1997-2009.
2. Bhagat, KC, Koul, VK & Nehru, RK 1998, 'Seasonal variation of sex ratio in *Dacus cucurbitae* Coquillett', *J. Adv. Zool.*, vol. 19, pp. 55-6.
3. Calkins, CO 1991, 'The effect of mass rearing on mating behavior of mediterranean fruit flies', *Proceedings of the International Symposium on The Biology and Control of Fruit Flies*, The Food and Fertilizer of Technology Center, The University of The Ryukyus & The Okinawa Prefectural Government, pp. 155-62.
4. Dhillon, MK, Singh, R, Naresh, JS & Sharma, HC 2005, 'The melon fruit fly, *Bacterocera cucurbitae*: A review of its biology and management', *J. Insect Sci.*, vol. 5, pp. 1-16.
5. Duyck, PF, Sterlin, JF & Quilici, S 2004a, 'Survival and development of different life stages of *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures compared to other fruit fly species', *Bull. Entomol., Res.* vol. 94, pp. 89-93.
6. Duyck, PF, David, P & Quilici, S 2004b, 'A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae)', *Ecol. Entomol.*, vol. 29, pp. 511-20.
7. Duyck, PF, David, P, Junod, G, Brunel, C, Dupont, R & Quilici, S 2006, 'Importance of competition mechanisms in successive invasions by polyphagous tephritids in La Réunion', *Ecol.*, vol. 87, pp. 1170-80.
8. Duyck, PF, David, P & Quilici, S 2007, 'Can more K-selected species be better invaders: A case study of fruit flies in La Réunion', *Divers. Distribu.*, vol. 13, pp. 535-43.
9. Fletcher, BS 1987, 'The biology of Dacine fruit flies', *Annal. Rev. Entomol.*, vol. 32, pp. 115-44.
10. Harahap, DH 2009, 'Pengaruh protein hidrolisat terhadap fekunditas betina dan viabilitas telur lalat buah *Bactrocera carambolae*', Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
11. Hasyim, A, Muryati & de Kogel WJ 2008, 'Population fluctuation of adult males of the fruit fly *Bactrocera tau* Walker (Diptera: Tephritidae) in passion fruit orchards in relation to abiotic factors and sanitation', *Indonesian J. Agri. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 29-33.
12. Heath, RR, Epsky, ND, Landolt, PJ & Sivinski, J 1993, 'Development of attractant for monitoring Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae)', *Florida Entomol.*, vol. 76, pp. 233-44.
13. Jati, WW 2007, 'Repelensi enam macam ekstrak tumbuhan terhadap oviposisi *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae)', Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
14. Kardinan, A 2011, 'Penggunaan pestisida nabati sebagai kearifan lokal dalam pengendalian hama tanaman menuju sistem pertanian organik', *J. Pengembangan Inovasi Pertanian*, vol. 4, no. 4, pp. 262-78.
15. Kendra, WE, Montgomery WS, Epsky ND & Heath, RR 2006, 'Assessment of female reproductive status in *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae)', *Florida Entomol.*, vol. 89, pp. 144-51.
16. Lloyd, A & Drew, RAI 1997, 'Modification and testing of brewery waste yeast as a protein source for fruit fly bait', *Proceedings of the Regional Symposium on the Management of Fruit Flies in the Pacific now and into the 21st Century*, Fiji, pp. 192-8.
17. Nishida, R & Fukami, H 1988, 'Cis-3,4-dimethoxy cinnamyl alcohol from the rectal glands of male oriental fruit fly *Dacus dorsalis*', *Chem. Express*, vol. 3, pp. 207-10.
18. Nishida, R 1996, 'Pheromone communication in the oriental fruit moth and oriental fruit fly', *Proceedings of International Symposium on Insect Pest Control with Pheromone*, Suwon, Korea, Korean Society of Applied Entomology, pp. 102-13.
19. Omoy, TR, Sudarwohadi, S & Soelaksono, S 1997, 'Daya pikat metil eugenol dan protein hidrolisat terhadap hama lalat buah pada tanaman cabai', *J. Hort.*, vol. 6, no. 5, hlm. 469-76.
20. Putra, DP, Hasyim, A & Mardinus 2006, 'Skrining tumbuhan atraktif terhadap lalat buah jantan *Bactrocera carambolae* D & H', *Biota J. Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati*, vol. 11, no. 30, hlm. 176-80.
21. Reitz, SR & Trumble, JT 2002, 'Competitive displacement among insects and arachnids', *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 47, pp. 435-65.
22. Romoser, WS & Stoffolano, JG 1998, *The science of entomology*, 4th edition, MC. Graw Hill International, New York.
23. Sauers-Muller, AV 1991, 'An overview of the carambola fruit fly *Bactrocera species* (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname', *Florida Entomol.*, vol. 74, pp. 432-40.
24. Sharp, JL & Chambers, DL 1984, 'Consumption of carbohydrates, proteins, and amino acids by *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory', *Environ. Entomol.*, vol. 13, pp. 768-73.

25. Shelly, TE & Dewire, AM 1994, 'Chemically mediated mating success in male oriental fruit flies, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)', *Ann. Entomol. Soc. Am.*, vol 87, pp. 375-82.
26. Shelly, TE 2000, 'Fecundity of female oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae): effects of methyl eugenol-fed and multiple mates', *Florida Entomol.*, vol. 93, pp. 459-64.
27. Shelly, TE, Robinson, AS, Caceres, C, Wornoyaporn, V & Islam, A 2002, 'Exposure to ginger root oil enhances mating success of male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) from a genetic sexing strain', *Florida Entomol.*, vol. 85, pp. 440-5.
28. Shelly, TE, Edu, J & Pahio, E 2005, 'Influence of diet and methyl eugenol on the mating success of males of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)', *Florida Entomol.*, vol. 88, pp. 307-13.
29. Shelly, TE & Edu, J 2008, 'Do methyl eugenol-fed males of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) induce female re-mating', *Florida Entomol.*, vol. 91, pp. 388-92.
30. Singh, SV, Mishra, A, Bisan, RS & Malik, YP 2000, 'Host preference of red pumpkin beetle, *Aula Cophora foveicollis* and melon fruit fly', *Dacus cucurbitae*, *India J. Entomol.*, vol.62, pp. 242-6.
31. Singh, AK & Kumar S 2013, 'Suppression of *Drosophila ananassae* flies owing to interspecific competition with *D. melanogaster* under artificial conditions', *Acta Zool. Mexicana*, vol. 29, no. 3, pp. 563-73.
32. Siwi, SS, Hidayat, P & Suputa 2006, *Taksonomi dan bioekologi lalat buah penting di Indonesia* (Diptera: Tephritidae), Kerjasama Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian dengan Department of Agriculture, Fisheries, and Forestry Australia.
33. Stonehouse, J, Zia, Q, Poswal, A & Mumford, J 2002, 'Single killing point, laboratory assessment of bait control of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Pakistan', *Crop Protection*, vol. 21, pp. 647-59.
34. Sutrisno, S 1991, 'Current fruit fly problems in Indonesia', *Proceedings of The International Symposium on The Biology and Control of Fruit Flies*, The Food and Fertilizer Technology Center, The University of The Ryukyus & The Okinawa Prefectural Government, pp. 72-8.
35. Tan, KH & Nishida, R 1996, 'Sex pheromone and mating competition after methyl eugenol consumption in the *Bactrocera dorsalis* complex', in BA, McPherson, GJ, Steck (eds.), *Fruit fly pests*, Florida, St. Lucie, pp. 147-53.
36. Tan, KH, Nishida, R & Toong, YC 2002, 'Floral synomone of a wild orchid, *Bulbophyllum cheiri*, lures *Bactrocera* fruit flies for pollination', *J. Chem. Ecol.*, vol. 28, pp. 1173-84.
37. Tan, KH, Tan, LT & Nishida R 2006, 'Floral phenylpropanoid cocktail and architecture of *Bulbophyllum vinaceum* orchid in attracting fruit flies for pollination', *J. Chem. Ecol.*, vol. 32, pp. 2429-41.
38. Tati-Subahar, SS 1999, 'Dampak konsumsi metil eugenol terhadap perilaku dan keberhasilan perkawinan lalat buah *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae)', *J. Perlindungan Tanaman Indonesia*, vol. 5, hlm: 114-9.
39. Wee, SL & Tan, KH 2001, 'Allomonal and hepatotoxic effect following methyl eugenol consumption in *Bactrocera papaya* male againsts *Gekkomonarchus*', *J. Chem. Ecol.*, vol. 27, pp. 953-63.
40. Wee, SL, Tan, KH & Nishida, R 2007, 'Pharmacophagy of methyl eugenol by males enhances sexual selection of *Bactrocera carambolae*', *J. Chem. Ecol.*, vol. 33, pp. 1272-82.