

**EFEKTIVITAS PENGATUR PERTUMBUHAN SERANGGA
LUFENURON DAN BUPROFEZIN TERHADAP PENURUNAN
REPRODUKSI LALAT BUAH *Bactrocera carambolae*
(Drew dan Hancock) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Oleh:
Bekti Puspitasari
0610460012-46



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2012**

**EFEKTIVITAS PENGATUR PERTUMBUHAN SERANGGA
LUFENURON DAN BUPROFEZIN TERHADAP PENURUNAN
REPRODUKSI LALAT BUAH *Bactrocera carambolae*
(Drew dan Hancock) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

SKRIPSI

**Oleh:
Bekti Puspitasari
0610460012-46**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Efektivitas Pengatur Pertumbuhan Serangga Lufenuron dan Buprofezin terhadap Penurunan Reproduksi Lalat Buah *Bactrocera carambolae* (Drew dan Hancock) (Diptera: Tephritidae)

Nama : Bekti Puspitasari

NIM : 0610460012 - 46

Program Studi : Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Toto Himawan, S.U.
NIP. 19551119 198303 1 002

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, M.S.
NIP. 19580112 198203 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit
Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, S.U.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan,
MAJELIS PENGUJI

Penguji Pertama

Penguji Kedua

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS
NIP. 19521028 197903 1 003

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580298 198212 1 001

Penguji Ketiga

Penguji Keempat

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Dr. Toto Himawan, SU.
NIP. 19551119 198303 1 002

Tanggal lulus:



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, April 2012

Bekti Puspitasari



RINGKASAN

Bekti Puspitasari. 0610460012. Efektivitas Pengatur Pertumbuhan Serangga Lufenuron dan Buprofezin terhadap Tingkat Penurunan Reproduksi Lalat Buah *Bactrocera carambolae* (Drew dan Hancock) (Diptera: Tephritidae). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, M.S. sebagai Pembimbing Pendamping.

Lalat buah merupakan hama penting tanaman hortikultura di Indonesia. Kerusakan yang ditimbulkan oleh serangan lalat buah *Bactrocera carambolae* dapat menjadi ancaman bagi sentra produksi buah di berbagai propinsi di Indonesia. Intensitas kerusakan yang ditimbulkan di beberapa tempat sangat tinggi bahkan sering sampai menggagalkan panen. Fase telur dan pupa *B. carambolae* sulit untuk dikendalikan karena mereka tidak aktif. Oleh karena itu, lalat buah hanya bisa dikendalikan pada fase imago atau tepat sebelum proses pembentukan pupa. Pengendalian lalat buah *B. carambolae* menggunakan isektisida konvensional dapat meningkatkan resistensi hama, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian hewan bukan sasaran dan residu. Pengendalian lalat buah menggunakan pengatur pertumbuhan serangga (PPS) merupakan pengendalian alternatif dengan selektivitas tinggi terhadap serangga sasaran. Pengendalian serangga hama menggunakan PPS sesuai dengan prinsip-prinsip pengendalian hama terpadu karena PPS kurang berpengaruh terhadap kehidupan predator dan parasitoid. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas PPS terhadap lalat buah *B. carambolae* yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam mengendalikan lalat buah *B. carambolae*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas PPS lufenuron dan buprofezin pada konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% yang diperlakukan pada imago jantan dan imago betina *B. carambolae* terhadap penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, mulai bulan Januari sampai April 2011. Pengamatan terhadap fekunditas, jumlah telur yang diletakkan, fertilitas dan tingkat penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae* dilakukan selama 24 jam sekali.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa buprofezin dan lufenuron pada konsentrasi 0,5% - 1,5% menyebabkan penurunan reproduksi *B. carambolae* sebesar 11,51% - 36,05%. Buprofezin pada konsentrasi 1,5% yang diperlakukan pada imago betina *B. carambolae* lebih berpengaruh dalam menurunkan fertilitas telur *B. carambolae* atau menyebabkan penurunan reproduksi *B. carambolae* sampai 36,05%.

SUMMARY

Bekti Puspitasari. 0610460012. Effectivity of Insect Growth Regulators Lufenuron and Buprofezin to Reproduction Decrease of Fruit Fly *Bactrocera carambolae* (Drew and Hancock) (Diptera: Tephritidae). Supervised by Dr. Ir. Toto Himawan, SU. and Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, M.S.

Fruit flies are important pest horticultural plants in Indonesia. *Bactrocera carambolae* fruit fly attack can decrease fruit production in various provinces in Indonesia. Egg and pupae phases of *B. carambolae* are difficult to control because they are not active. Therefore, fruit fly can only be controlled both adult phase or before process of forming a pupae. Most fruit flies chemically control use conventional insecticidal. However, this can increase pest resistance, environmental pollution, poisoning, death of non target insect and residue. The use of insect growth regulator (IGR) for controlling *B. carambolae* is alternative control that high selectivity against target insects. Pest insect control using IGR accordance with the principles of integrated pest control because the IGR is less influence on parasitoid and predatory insects. Result of this research was expected to provide information about alternatif control that can be used to reduce the population of *B. carambolae* fruit fly.

The objective of this research were to compare effectiveness IGR lufenuron and buprofezin on 0,5%, 1% and 1,5% concentrations were treated on *B. carambolae* male and female adults to observe their decrease reproduction.

This research was conducted at the Laboratory of Plant Pest and Diseases Faculty of Agriculture Brawijaya University, from Januari up to April 2011. The observation of fecundity, number of eggs laid, fertility and reproduction decrease were done every 24 hours.

The result of this research showed that the concentration of buprofezin and lufenuron of 0,5% - 1,5% caused reproduction decrease of 11,51% - 36,05%. Concentration of buprofezin of 1,5% on *B. carambolae* females adult more influence in lowering its eggs fertility or it decrease reproduction decrease of fruit fly up to 36,05 %



**Skripsi ini kupersembahkan untuk
Orang Tuaku, Mujaini, SPd. dan Anik Nurdiyati, SPdi.
Adikku, M. Amirudin Wicaksono
dan Peneliti Lalat Buah berikutnya**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Efektivitas Pengatur Pertumbuhan Serangga lufenuron dan buprofezin terhadap Penurunan Reproduksi Lalat Buah *Bactocera carambolae* (Drew dan Hancock) (Diptera: Tephritidae)“.

Dengan selesainya tulisan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Toto Himawan, SU. dan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, M.S. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, bimbingan, masukan serta nasihat yang telah diberikan selama penulis menyelesaikan penelitian. Kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah memberikan fasilitas pada penulis selama penelitian, penulis ucapkan terimakasih.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh dosen Fakultas Pertanian yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan yang bermanfaat dan membantu dalam terselesaikannya laporan ini. Juga terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh staf karyawan Jurusan HPT yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini.

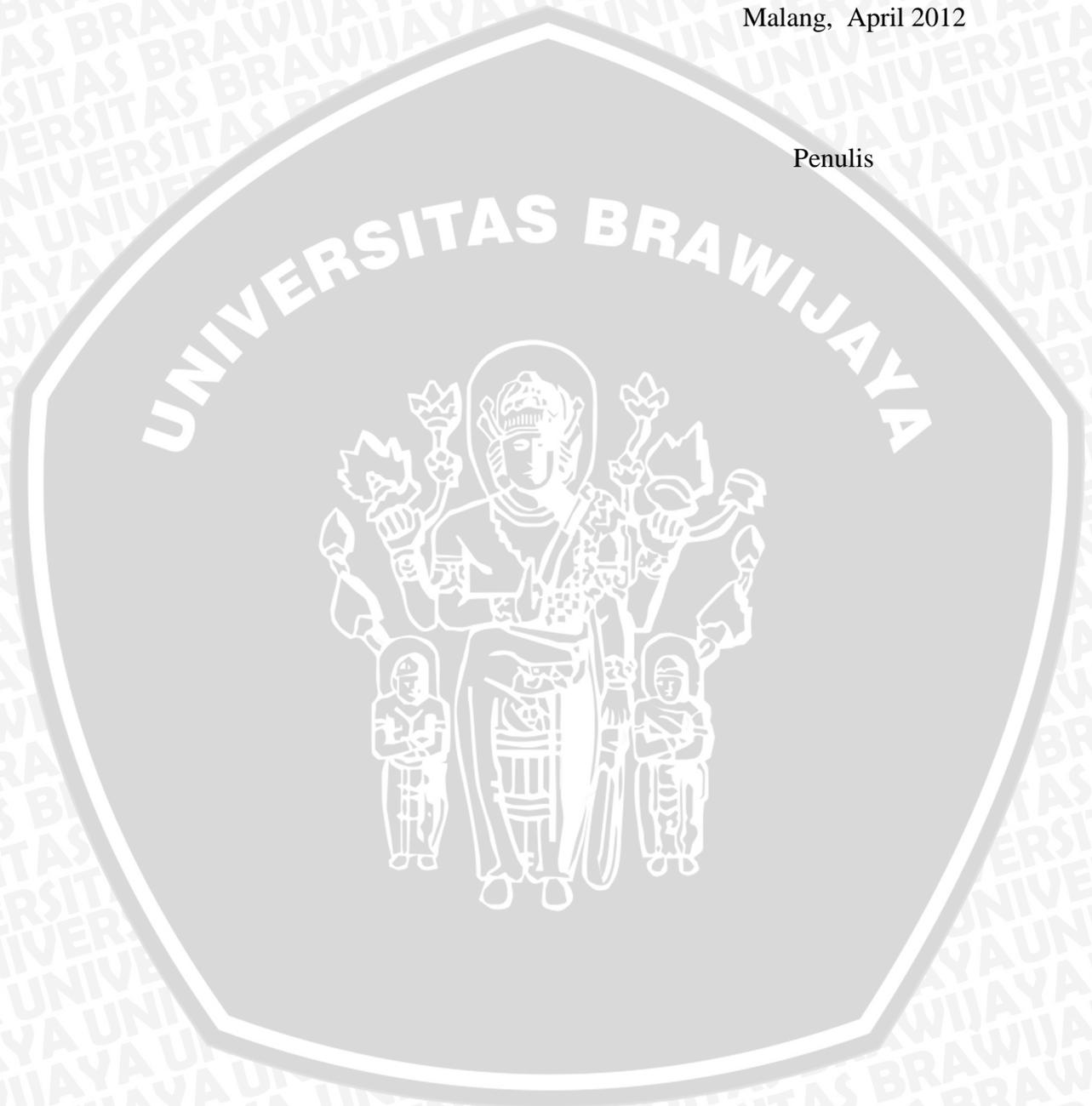
Ucapan terima kasih tidak lupa disampaikan kepada ayahanda, ibunda, adik penulis serta Ribut Amrih Raharjo atas segala dukungan, nasihat, motivasi dan kesabarannya.

Kepada seluruh teman-teman HPT'06 UB khususnya kepada Anak Agung atas segala masukan, kritik dan saran yang sangat membantu dalam penelitian ini, sahabatku Kurnia Pratiwi, teman terbaikku Imam Habibie, Siti Hajar, Richa Ratih, Yusuf Setiono, Anandhita Dyah Kiranasasi dan seluruh warga Laboratorium Hama Jurusan HPT FP-UB penulis sampaikan terima kasih atas perhatian, dukungan dan semangat yang selama ini diberikan.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya para mahasiswa yang ingin melakukan penelitian di bidang pengendalian hama lalat buah *B. carambolae*.

Malang, April 2012

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Trenggalek pada tanggal 15 Maret 1989 dan merupakan putri pertama dari dua bersaudara dari ayah Mujaini dan ibu Anik Nurdiyati.

Pendidikan dasar dan menengah diselesaikan di Trenggalek yaitu TK ABA Tumpuk pada tahun 1994, MI Muhammadiyah Tumpuk pada tahun 1994 sampai dengan tahun 2000, MTs Negeri (Model) pada tahun 2000 sampai dengan 2003 dan SMA Negeri 1 Trenggalek pada tahun 2003 sampai dengan tahun 2006. Pada tahun 2006 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata satu, Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, melalui jalur Penjurangan Siswa Berpestrasi (PSB).

Selama di UB penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun ajaran 2009/2010, dan mata kuliah Teknologi Produksi Benih pada tahun ajaran 2010/2011.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
RIWAYAT HIDUP.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	3
Tujuan Penelitian.....	4
Hipotesis.....	4
Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
Lalat Buah <i>Bactrocera carambolae</i>	5
Dekskripsi Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	5
Klasifikasi Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	5
Morfologi Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	6
Biologi Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	6
Penurunan Reproduksi Serangga.....	8
Pengatur Pertumbuhan Serangga.....	9
Lufenuron	10
Buprofezin	10



	Halaman
III. METODOLOGI	
Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
Alat dan Bahan Penelitian.....	12
Metode Penelitian	14
Pemeliharaan Imago <i>B. carambolae</i>	14
Imago <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron dan Buprofezin pada Konsentrasi yang Berbeda	15
Efektivitas Pengatur Pertumbuhan Serangga Lufenuron dan Buprofezin terhadap Tingkat Penurunan Reproduksi Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	17
Analisis Data	18
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	
Pengaruh Lufenuron dan Buprofezin pada Konsentrasi yang Berbeda terhadap Keperidian Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	19
Pengaruh Lufenuron dan Buprofezin pada Konsentrasi yang Berbeda terhadap Fertilitas Telur Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	31
Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Konsentrasi Lufenuron dan Buprofezin pada Imago Jantan dan Betina <i>B. carambolae</i>	16
2.	Rerata Jumlah Telur yang Diletakkan Lalat Buah <i>B. carambolae</i> yang diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda	19
3.	Rerata Jumlah Telur yang Diletakkan Lalat Buah <i>B. carambolae</i> yang diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda	20
4.	Rerata Keperidian Lalat Buah <i>B. carambolae</i> yang diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda	21
5.	Rerata Fertilitas Telur Lalat Buah <i>B. carambolae</i> yang diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda	25

Lampiran

1.	Komposisi Pakan Buatan Berbahan Dasar Dedak Gandum	36
2.	Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur yang Diletakkan oleh Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS	36
3.	Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur yang Diletakkan oleh Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS	36
4.	Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur <i>B. carambolae</i> di dalam Ovarium Imago Betina yang tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS.....	36
5.	Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur <i>B. carambolae</i> di dalam Ovarium Imago Betina yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS.....	37
6.	Tabel Sidik Ragam Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS	37

Nomor	Halaman
7. Tabel Sidik Ragam Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS	37
8. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 0,5% dan Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi lufenuron 0,5%	38
9. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 1% dan Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Dipasangkan dengan Imago jantan yang Diberi Lufenuron 1%	38
10. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 1,5% dan Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Lufenuron 1,5%	39
11. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang diberi Buprofezin 0,5% dan Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Buprofezin 0,5%	39
12. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 1% dan Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Buprofezin 1%	40
13. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi buprofezin 1,5% dan Keperidian Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Buprofezin 1,5%	40
14. Tabel Sidik Ragam Fertilitas Telur <i>B. carambolae</i> dari Imago Betina yang Tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS	41
15. Tabel Sidik Ragam Fertilitas Telur <i>B. carambolae</i> dari Imago Betina yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS	41

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Struktur Molekul Lufenuron	10
2.	Struktur Molekul Buprofezin	11
3.	Sangkar Pemeliharaan Imago <i>B. carambolae</i> (a) dan Gelas Tempat Imago Betina yang Dimasukkan ke dalam Sangkar Pemeliharaan sampai Bibir gelas (b)	13
4.	Sangkar Perlakuan Imago <i>B. carambolae</i> dengan Spon Jenuh Air (a) dan Tabung Tempat Imago Betina Bertelur (b)	14
5.	Pakan Larva <i>B. carambolae</i> (a) yang Diletakkan pada Nampan yang Telah Diisi Serbuk Gergaji (b)	15
6.	Hubungan Konsentrasi Lufenuron dan Buprofezin dengan Keperidian Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	23
7.	Hubungan Konsentrasi Lufenuron dan Buprofezin dengan Penurunan Reproduksi Lalat Buah <i>B. carambolae</i>	28

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lalat buah merupakan hama yang dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman hortikultura, khususnya tanaman buah dan sayuran. Jenis tanaman buah dan sayur yang sangat riskan terserang lalat buah adalah jambu biji, belimbing, mangga, melon, apel, cabai merah dan tomat (Kardinan, 2003). Lalat buah dari marga *Bactrocera* merupakan hama yang merusak berbagai buah-buahan di Indonesia, salah satunya adalah *Bactrocera carambolae* (Drew dan Hancock) (Diptera: Tephritidae). Intensitas kerusakan yang ditimbulkan di beberapa tempat sangat tinggi bahkan sering menggagalkan panen (Kalshoven, 1981).

Kerusakan yang ditimbulkan oleh serangan lalat buah *B. carambolae* dapat menjadi ancaman bagi sentra produksi buah di berbagai propinsi di Indonesia (Kuswadi *et al.*, 1997). Hama ini dapat menimbulkan kerusakan baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Kerusakan kuantitatif terjadi karena adanya penurunan jumlah hasil panen buah-buahan, sedangkan kerusakan kualitatif terjadi karena buah-buahan mengalami penurunan kualitas akibat kerusakan pada bagian tertentu atau seluruh bagian, misalnya pembusukan (Putra, 1997).

Lalat buah menyebabkan kerusakan dengan cara meletakkan telur ke dalam buah, dan setelah menetas larva mulai makan jaringan buah, sehingga membuat buah-buahan tersebut tidak layak untuk dikonsumsi manusia. Ketika proses peletakkan telur sudah terjadi maka pengendalian kimiawi menjadi sulit dilakukan. Fase telur dan pupa dari serangga ini sulit untuk dikendalikan karena mereka tidak aktif. Mereka tidak makan ataupun bergerak. Bahkan juga sering berada di daerah yang sulit dijangkau seperti di dalam tanah, di dalam kokon, di dalam retakan dan celahan. Oleh karena itu, lalat buah hanya bisa dikendalikan baik pada fase imago atau tepat sebelum menjadi pupa, ketika larva instar tiga keluar dari buah yang terinfestasi dan hendak masuk ke dalam tanah untuk menjadi pupa (Argawal *et al.*, 1987).

Kerusakan yang ditimbulkan oleh lalat buah *B. carambolae* dapat dicegah dan dikurangi dengan upaya pengendalian. Pengendalian lalat buah dapat dilakukan

baik secara fisik, kimia maupun hayati. Pengendalian lalat buah secara kimia banyak dilakukan dengan menggunakan insektisida konvensional, namun penggunaan insektisida tersebut banyak menimbulkan masalah seperti meningkatnya resistensi, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian hewan bukan sasaran dan residu. Salah satu alternatif pengendalian *B. carambolae* yang tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, meningkatnya resistensi dan kematian hewan bukan sasaran adalah pengendalian dengan menggunakan pengatur pertumbuhan serangga (PPS) (*insect growth regulator*) (Munif, 1997). PPS lebih kompatibel dengan sistem pengendalian hama yang lain termasuk pengendalian biologi (Krysan, 2010). PPS merupakan senyawa-senyawa kimia yang dapat mengubah atau mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan serangga. Pada dasarnya PPS tergolong ke dalam kelompok insektisida baru yang memiliki selektivitas tinggi terhadap serangga sasaran sehingga sangat sesuai dengan prinsip-prinsip pengendalian hama terpadu karena PPS kurang berpengaruh terhadap kehidupan serangga-serangga predator dan parasitoid. Berbeda dengan insektisida konvensional yang mempengaruhi sistem syaraf, PPS bekerja dengan lambat sehingga serangga sasaran akan mati beberapa hari setelah diperlakukan dengan PPS. Dengan cara mengendalikan hama yang demikian, tekanan seleksi terhadap serangga hama lemah sehingga tidak memacu timbulnya sifat resistensi serangga hama (Untung, 2006).

Insektisida yang termasuk PPS adalah lufenuron dan buprofezin. Lufenuron dan buprofezin bekerja dengan cara menghambat sintesis khitin atau proses pergantian kulit. Selain menghambat sintesis khitin, lufenuron dan buprofezin juga mengganggu sistem reproduksi serangga hama sasaran (Hoffman, 1998) yang menyebabkan serangga tersebut mengalami kemandulan karena tidak mampu menghasilkan telur atau telur yang dihasilkan tidak mampu menetas (Widiyana, 2006). Selain itu, buprofezin juga mampu menekan embrio genesis serangga (Isahaaya *et al.*, 1988). Dari beberapa hasil penelitian yang mengkaji efektivitas lufenuron dan buprofezin pada beberapa serangga hama diketahui bahwa lufenuron dan buprofezin menyebabkan penurunan keperidian dan fertilitas telur serangga hama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buprofezin pada

konsentrasi 0,002% 0,01% dan 0,05% yang diberikan pada *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera: Margarodidae) dan *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) berpengaruh dalam menurunkan keperidian dan fertilitas telur, dan peningkatan konsentrasi yang diberikan menyebabkan keperidian dan fertilitas telur yang dihasilkan semakin menurun (Mendel *et al.*, 1991). Hasil penelitian tentang efektivitas lufenuron pada *Lobesia botrana* (Denis dan Schiffermuller) (Lepidoptera: Tortricidae) juga menunjukkan bahwa lufenuron pada konsentrasi 1% menekan keperidian dan fertilitas telur yang dihasilkan (Saenz de cabezon *et al.*, 2006). Namun demikian, pengkajian tentang efektivitas lufenuron dan buprofezin pada *B. carambolae* masih terbatas, sehingga dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efektivitas lufenuron dan buprofezin terhadap penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae*.

Rumusan Masalah

Lalat buah merupakan hama penting pada pertanian hortikultura di dunia. Lebih dari seratus jenis tanaman hortikultura diduga menjadi sasaran serangannya. Pada populasi yang tinggi, intensitas serangannya dapat mencapai 100% (Suputa *et al.*, 2006). Tindakan pengendalian lalat buah perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi buah-buahan dan sayuran. Pengendalian lalat buah *B. carambolae* menggunakan insektisida konvensional banyak menimbulkan masalah seperti meningkatnya resistensi hama, kematian organisme bukan sasaran dan residu. Pengendalian menggunakan PPS diketahui aman terhadap organisme bukan sasaran dan tidak meningkatkan resistensi hama. Lufenuron dan buprofezin diketahui sebagai PPS yang bekerja dengan cara menghambat sintesis khitin dan menurunkan reproduksi dengan menekan keperidian dan fertilitas telur beberapa serangga hama. Meskipun demikian, penelitian yang mengkaji lufenuron dan buprofezin untuk mengendalikan lalat buah *B. carambolae* masih terbatas, termasuk pengaruh lufenuron dan buprofezin dalam menurunkan reproduksi lalat buah *B. carambolae*. Oleh karena itu, perlu dikaji mengenai pengaruh lufenuron dan buprofezin terhadap penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae* dalam

upaya pengendalian lalat buah *B. carambolae* untuk meningkatkan mutu produksi buah dan sayur yang bebas residu pestisida.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan efektivitas lufenuron dan buprofezin pada berbagai konsentrasi yaitu 0,5%, 1% dan 1,5% terhadap penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae*.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah peningkatan konsentrasi buprofezin dan lufenuron yang diberikan pada lalat buah *B. carambolae* mengakibatkan penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae*. Buprofezin pada konsentrasi 1,5% yang diberikan pada lalat buah *B. carambolae* lebih menurunkan reproduksi lalat buah *B. carambolae*.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efektivitas zat pengatur pertumbuhan serangga terhadap penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae* sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dalam mengendalikan populasi lalat buah itu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Lalat buah *Bactrocera carambolae*

Deskripsi lalat buah *B. carambolae*

Lalat buah *Bactrocera carambolae* (Drew dan Hancock) (Diptera: Tephritidae) adalah salah satu dari 52 kelompok spesies dalam kompleks *B. dorsalis* (Hendel). Di Malaysia, Thailand dan Indonesia, spesies ini merupakan hama utama yang mengancam pertanaman buah-buahan setelah *B. papayae* (Drew dan Hancock). Lalat ini dilaporkan menyerang 75% tanaman buah-buahan (Malavasi *et al.*, 2000).

B. carambolae (Drew dan Hancock) disebut sebagai lalat buah belimbing (*carambola fruit fly*). *B. carambolae* menyerang berbagai macam buah-buahan sebagai inangnya termasuk papaya dan merupakan hama penting pada tanaman belimbing. Tusukan-tusukan oleh ovipositor *B. carambolae* betina yang menyerang pada buah mudah dikenali dengan perubahan warna kulit di sekitar tanda tusukan dan juga terjadinya pembusukan buah dengan cepat. *B. carambolae* memiliki potensi untuk berkolonisasi yang cukup besar sebab *B. carambolae* banyak menyerang pada tanaman belimbing yang banyak terdapat di seluruh Indonesia. Penyebaran pada jarak dekat dapat terjadi oleh penerbangan lalat buah dan pada jarak jauh terjadi oleh diseminasi larva di dalam buah masak (Siwi *et al.*, 2006).

Klasifikasi lalat buah *B. carambolae*

Klasifikasi lalat buah *B. carambolae* adalah berikut: Kingdom Animalia, Filum: Arthropoda, Sub Filum Atelocerata, Kelas Insecta, Sub Kelas Pterygota, Ordo Diptera, Sub Ordo Brachycera, Famili Tephritidae, Sub Famili Dacinae, Genus *Bactrocera*, dan Spesies *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock (Borror *et al.*, 1992).

Morfologi lalat buah *B. carambolae*

Telur *B. carambolae* berwarna putih, berbentuk seperti pisang dengan panjang 1 mm, ketika siap menetas telur yang berwarna putih terang menjadi berwarna putih susu (Rachmawati, 2006).

Larva *B. carambolae* berbentuk elongate dan berujung sedikit runcing di bagian kepala. Ketika baru menetas, panjang larva bervariasi dari 1 mm dan 7 - 8 mm tepat sebelum pupasi. Warna larva putih atau hampir sama dengan jaringan buah (Rachmawati, 2006). *B. carambolae* memiliki 3 instar larva, larva instar pertama sangat kecil, berwarna jernih, dan bening dengan permukaan seperti bentuk pahatan. Larva instar dua dan tiga berwarna putih krem dan hampir sama. Perbedaan larva instar dua dan tiga terletak pada ukuran tubuh, larva instar tiga lebih besar daripada instar dua (Suputa, *et al.*, 2006). Tubuh larva *B. carambolae* terdiri atas tiga bagian yaitu: kepala, thoraks (3 ruas), dan abdomen (8 ruas). Kepala berbentuk runcing dengan dua buah bintik hitam yang jelas dan mempunyai alat kait mulut. Pupa *B. carambolae* berbentuk oval dan berwarna kecoklatan dengan panjang lebih kurang 5 mm (Kuswadi, 2001).

Imago *B. carambolae* mempunyai tubuh berbuku-buku dan memiliki tiga bagian tubuh yaitu kepala, rongga dada (thoraks), dan rongga perut (abdomen). Panjang tubuh *B. carambolae* berukuran 3,5 - 5 mm, berwarna hitam, kuning kecoklatan terutama pada bagian perut, kepala dan tungkai. *B. carambolae* mempunyai kepala agak lonjong dengan sepasang antenna yang terdiri dari tiga ruas. Ocelli berbentuk segitiga dan berwarna hitam. Terdapat sepasang sayap di bagian thoraks. Abdomen *B. carambolae* berbentuk oval, pada imago betina terdapat sengat atau ovipositor yang tajam dengan panjang 1,2 mm yang berfungsi sebagai alat penusuk untuk mentransfer telurnya ke dalam buah, sedangkan imago jantan mempunyai perut yang bundar (Drew dan Hancock, 1994).

Biologi lalat buah *B. carambolae*

B. carambolae mengalami metamorfosis sempurna sehingga memiliki 4 fase yaitu telur-larva-pupa-imago. Telur *B. carambolae* akan menetas menjadi larva

sekitar dua hari setelah diletakkan oleh imago betina (Putra, 1997). Fase larva *B.carambolae* terdiri atas tiga instar. Larva membuat saluran-saluran di dalam buah dan mengisap cairan buah. Keberadaan larva dalam buah juga dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme lainnya. Larva hidup dan berkembang dalam daging buah selama 6 - 9 hari. Larva *B. carambolae* mengorek daging buah sambil mengeluarkan enzim perusak atau pencerna yang berfungsi melunakkan daging buah sehingga mudah dihisap dan mudah dicerna. Enzim tersebut diketahui dapat mempercepat pembusukan, selain bakteri pembusuk yang mempercepat aktivitas pembusukan buah. Jika aktivitas pembusukan sudah mencapai tahap lanjut, buah akan jatuh ke tanah, bersamaan dengan masakny buah, larva lalat buah siap memasuki tahap pupa. Larva instar 3 berkembang maksimum dengan ukuran lebih kurang 7 mm, membuat lubang keluar, kemudian meloncat atau melenting dari buah, dan menjadi pupa di dalam tanah (Kuswadi, 2001).

B. carambolae yang dipelihara di laboratorium dengan menggunakan pakan buatan yang cocok bagi larvanya dapat tumbuh lebih cepat sehingga stadium larva menjadi lebih pendek yaitu 7 - 10 hari daripada larva yang hidup pada buah belimbing yaitu 12 - 15 hari. Pakan buatan yang baik dapat mempercepat terbentuknya kepompong (Kuswadi *et al.*, 1997).

Pupa *B. carambolae* berada dalam tanah pada kedalaman 2 - 7 cm dari permukaan tanah. Pada tanah yang lebih lembab dengan aerasi baik, perkembangan pupa membutuhkan waktu yang lebih singkat (Putra, 1997). Pupa *B. carambolae* pada buah belimbing dan mangga terbentuk mulai hari ke-8 sampai hari ke-11 setelah telur diletakkan oleh imago betina ke dalam buah inang, sedangkan pada jambu biji dan jambu air, pupa terbentuk mulai hari ke-9 sampai hari ke-12. Pada kondisi laboratorium, masa pupa membutuhkan waktu 8 - 9 hari (Widarto dan Subahar, 1997; Malavasi *et al.*, 2000).

Imago *B. carambolae* menjadi masak secara seksual dalam waktu 8 - 10 hari setelah muncul dari pupa (Drew dan Hancock, 1994). Lalat betina yang sudah masak seksual akan mengeluarkan senyawa pemikat (atraktan), dan diterima oleh lalat jantan masak seksual. Selanjutnya, perkawinan akan terjadi di dekat tanaman

inang (Putra, 1997). Imago *B. carambolae* yang aktif secara seksual kawin setelah sekelompok betina berkumpul dan melakukan gerakan semacam tarian untuk menarik perhatian imago jantan. Lalat buah merupakan serangga krepuskuler, artinya melakukan kopulasi setelah tengah hari sebelum senja. Imago betina menusukkan ovipositorinya pada buah masak dan meletakkan telur berkelompok antara 3 - 5 butir di bawah permukaan kulit buah. Imago *B. carambolae* betina dan jantan adalah penerbang yang kuat dan akan terbang jarak jauh bila mereka tidak dapat menemukan sumber pakan yang baik untuk meletakkan telur. Imago dapat hidup 30 - 60 hari di alam. Imago betina dapat meletakkan telur sampai 1000 butir dalam waktu hidupnya (Midgarden dan Fleurkens, 1998). Periode minimum satu generasi adalah 30 hari (Drew dan Hancock, 1994). Rata-rata imago betina meletakkan telurnya mulai imago berumur 10 hari kemudian telur meningkat setiap harinya sampai imago berumur sampai 16 hari dan rata-rata jumlah telur menurun pada hari-hari berikutnya (Ekawati, 2007).

Penurunan Reproduksi Serangga

Penurunan reproduksi serangga dapat menyebabkan kemandulan pada serangga. Kemandulan adalah ketidakmampuan suatu organisme dalam menghasilkan keturunan. Gejala kemandulan dapat disebabkan oleh ketidakmampuan menghasilkan telur, aspermia (tidak menghasilkan sperma), inaktivasi sperma (sperma dalam keadaan tidak aktif), mutasi letal dominan dan ketidakmampuan kawin. Gejala kemandulan pada serangga betina dapat disebabkan oleh ketidak mampuan menghasilkan telur, mutasi letal dominan dan ketidakmampuan kawin, sedangkan pada serangga jantan gejala kemandulan tersebut dapat disebabkan oleh terjadinya inaktivasi sperma, mutasi letal dominan, aspermia dan ketidakmampuan kawin. Setiap faktor-faktor tersebut apabila terkandung dalam salah satu anggota pasangan perkawinan sudah dapat menurunkan reproduksi bahkan menghasilkan kemandulan. Jika pada kedua anggota pasangan perkawinan terdapat salah satu faktor tersebut maka kemandulan yang akan dihasilkan merupakan hasil rangkap dari faktor-faktor yang mungkin serupa atau berbeda (La Chance, 1967 dalam Widiyana, 2006).

Pengatur Pertumbuhan Serangga

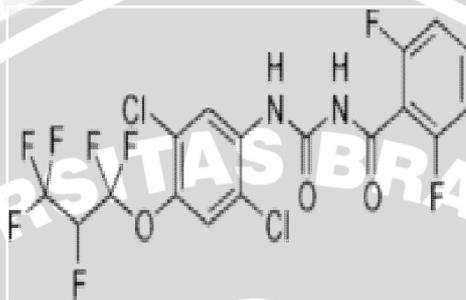
Pengatur pertumbuhan serangga (PPS) merupakan senyawa yang merubah proses pertumbuhan normal serangga sehingga bisa digunakan untuk mengontrol populasi serangga dengan mekanisme mengganggu metamorfosis, embryogenesis atau reproduksi serangga. PPS memiliki toksisitas rendah terhadap mamalia dan merupakan insektisida spesifik terhadap suatu spesies. Proses kerjanya lambat dan terkadang stabilitasnya rendah (Al Anshori, 2009) dan pada dasarnya PPS memiliki sifat selektivitas fisiologi tinggi (Krysan, 2010)

PPS dibagi menjadi dua yaitu yang mempengaruhi sistem endokrin dan yang menghambat sintesis kitin. Pertumbuhan serangga pada fase muda (larva), dikendalikan oleh hormon juvenil yang diproduksi di otak. Hormon Juvenil mengatur kapan fase larva berakhir kemudian dilanjutkan dengan molting kemudian menjadi dewasa. Insektisida berbahan aktif hydroxyurea, methoprene, pyriproxypen dan fenoxycarb bekerja menyerupai hormon juvenil, menyebabkan larva terganggu pertumbuhannya, tetap dalam fase muda, tidak dapat bekepompong dan akhirnya mati. Kitin adalah komponen utama eksoskeleton serangga. Terganggunya proses pembentukan kitin larva tidak dapat melanjutkan pertumbuhannya secara normal dan akhirnya mati (Tunaz dan Nedim, 2012). Ketika dilakukan perlakuan menggunakan suatu komponen penghambat sintesis khitin, serangga akan tumbuh secara normal sampai waktu molting. Serangga yang menyerap insektisida penghambat kitin pada dosis tertentu tidak dapat membentuk pelindung terluar dan kemudian akan mati pada saat molting. Ketika mengalami molting, kutikula tidak terbentuk dengan baik dan serangga dapat mengalami kematian sehingga efektif dalam mengendalikan larva (Krysan, 2010). Selain menghambat sintesis khitin, juga terdapat insektisida yang mengganggu proses reproduksi dan perkembangan normal dari embrio atau bertindak sebagai ovisida atau membunuh telur serangga (Hoffman, 1998).

Beberapa insektisida yang diketahui sebagai penghambat sintetis khitin Insektisida adalah dari golongan benzoylurea seperti lufenuron dan buprofezin (Anonymous, 2012).

Lufenuron

Lufenuron merupakan insektisida benzoylurea. Molekul kimia lufenuron adalah $C_{17}H_8Cl_2F_8N_2O_3$. Struktur kimia lufenuron sebagai berikut (Gambar 1).

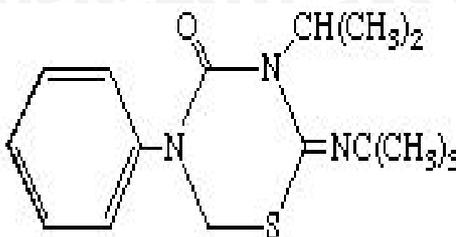


Gambar 1. Struktur Molekul Lufenuron (Anonymous, 2010)

Lufenuron merupakan insektisida inhibitor yang bekerja dengan cara menghambat proses pembentukan zat tanduk (khitin) serangga. Lufenuron sering digunakan dalam pengendalian kutu. Lufenuron menghambat produksi kitin dalam larva kutu. Tanpa kitin, larva kutu tidak akan pernah mengembangkan sebuah exoskeleton dan tidak dapat berkembang ke stadia berikutnya. Lufenuron memiliki sifat baik ovisida dan larvasida terhadap kutu. Lufenuron berkonsentrasi dalam lemak dan dilepaskan ke dalam aliran darah. Jika bahan aktif lufenuron dicerna oleh serangga betina maka telur yang dihasilkan tidak dapat menetas dengan sempurna (Anonymous, 2010).

Buprofezin

Buprofezin merupakan insektisida benzoylurea. Molekul kimia buprofezin adalah $C_{16}H_{23}N_3OS$. Struktur kimia buprofezin sebagai berikut (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur Molekul Buprofezin (Anonymous, 2011)

Buprofezin merupakan senyawa penghambat sintesis khitin. Selain menghambat sintesis khitin, buprofezin bersifat mengacaukan perkembangan dan pertumbuhan serangga (Isawa *et al.*, 1985). Buprofezin menekan imago betina bertelur dengan cara menghambat sintesis enzim prostaglandin. Enzim prostaglandin sintase yaitu enzim yang diperlukan untuk pembentukan prostaglandin yang berperan dalam sistem fisiologis dan reproduksi pada serangga. Prostaglandin merupakan senyawa lemak yang dihasilkan dari asam lemak melalui proses enzimatik dan berfungsi dalam proses oviposisi (Kubo dan Kim, 1987).



III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu Penelitian

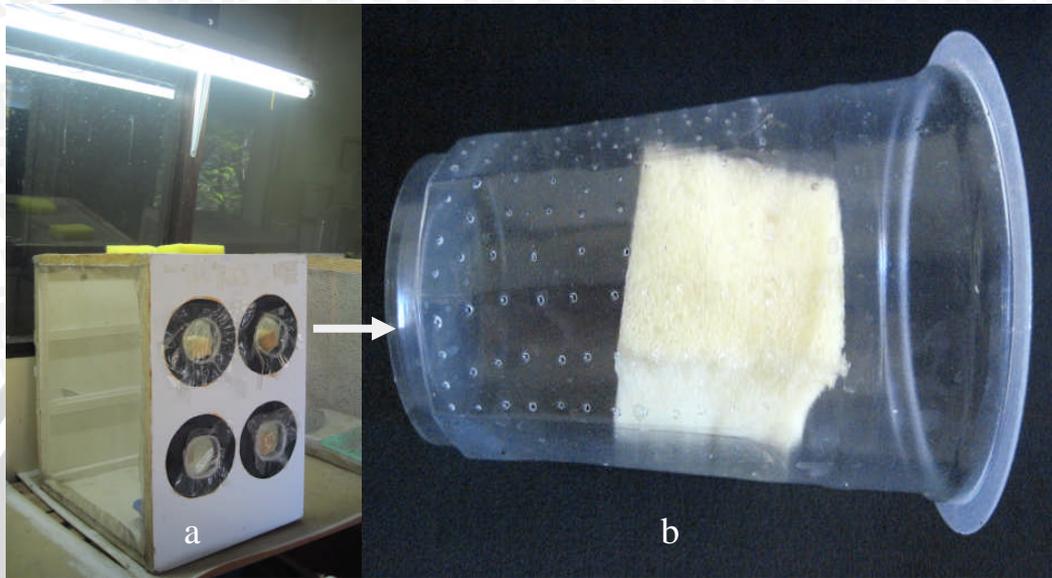
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, mulai bulan Januari sampai April 2011.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sangkar pemeliharaan (panjang 40 cm, lebar 35 cm, tinggi 45 cm), lampu TL 20 watt, gelas tempat imago bertelur berupa gelas plastik transparan (tinggi 9,5 cm, diameter bagian atas 6,5 cm, diameter bagian bawah 4,5 cm), nampan plastik besar (panjang 35 cm, lebar 27 cm, tinggi 10 cm), nampan plastik kecil (panjang 20 cm, lebar 15 cm, tinggi 3 cm), ayakan ukuran 2 mm, kain, sangkar perlakuan (tinggi 11,5 cm, diameter bagian atas 8,5 cm, diameter bagian bawah 6 cm), tabung peneluran dari mika berwarna kuning (panjang 5 cm dan diameter 3 cm), spon, jarum, kain kasa putih, cawan Petri, mikroskop binokuler, alat penghitung tangan, botol semprot, pipet, kuas, tabung reaksi, pinset, pisau bedah, kaca pembesar, penggaris, aspirator, kamera digital dan alat tulis.

Sangkar pemeliharaan berupa kotak yang dibuat dari triplek dan kain kasa. Bagian atas dan samping sangkar dibuat dari kain kasa sebagai sarana untuk aerasi dan masuknya sinar ke dalam sangkar. Bagian alas, depan dan belakang sangkar dibuat dari triplek. Pada bagian atas permukaan sangkar diletakkan spon basah sebagai minuman lalat buah *B. carambolae*. Pada ketinggian 20 cm di atas permukaan sangkar pemeliharaan dipasang lampu untuk menambah pencahayaan. Pada bagian belakang sangkar dibuat pintu untuk memasukkan pupa dan makanan bagi imago *B. carambolae*, sedangkan pada bagian depan dibuat empat lubang dengan diameter 5 cm sebagai tempat pemasangan gelas tempat imago bertelur (Gambar 3). Gelas tempat imago bertelur dilubangi kecil-kecil menggunakan jarum dengan diameter 0,5 mm agar imago dapat meletakkan telur pada bagian dalam gelas. Di dalam gelas diletakkan spon basah untuk mempertahankan kelembaban telur agar telur tidak mengalami kekeringan. Pada bagian luar gelas

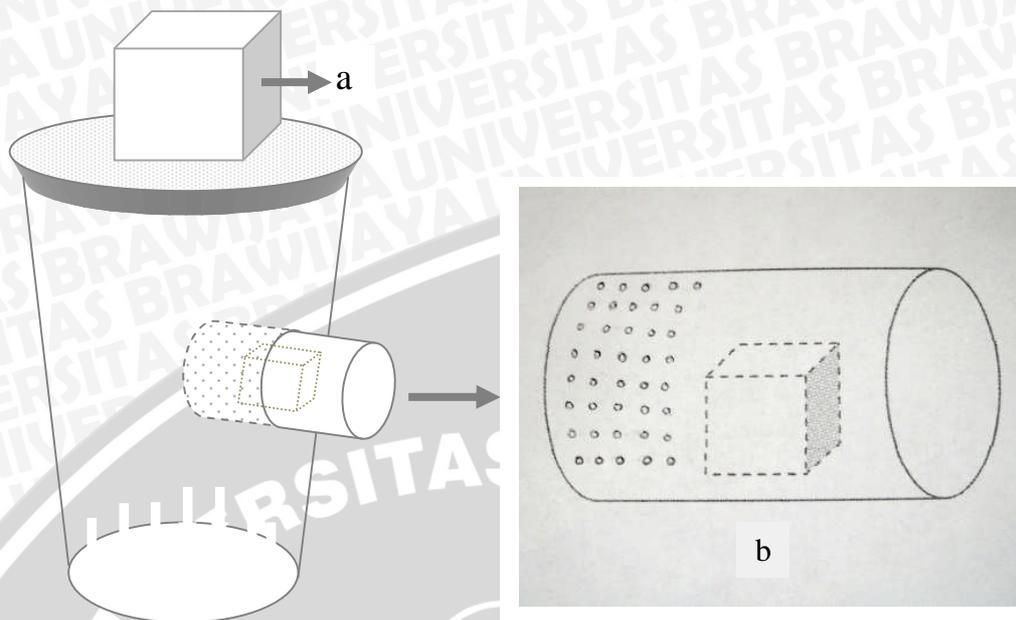
ditutup dengan plastik untuk mencegah serangan semut dan serangga lain agar tidak masuk.



Gambar 3. Sangkar Pemeliharaan Imago *B. carambolae* (a) dan Gelas Tempat Imago Betina Bertelur yang Dimasukkan ke dalam Sangkar Pemeliharaan sampai Bibir Gelas (b)

Sangkar perlakuan imago *B. carambolae* berupa gelas plastik transparan dan ditutup dengan kain kasa (Gambar 4). Pada dinding sangkar dibuat lubang dengan diameter 3 cm sebagai tempat peletakan tabung tempat imago bertelur. Pada bagian dalam tabung tempat imago bertelur dilubangi menggunakan jarum dengan diameter 0,5 mm sebagai tempat oviposisi bagi lalat buah *B. carambolae*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupa *B. carambolae* yang diperoleh dari hasil perbanyakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, lufenuron, buprofezin, protein hidrolisat, gula pasir, dedak gandum, ragi roti, natrium benzoat, nipagen aquadest, kertas label dan serbuk gergaji yang diperoleh dari Desa Karangwidoro, Kecamatan Dau, Malang.



Gambar 5. Sangkar Perlakuan Imago *B. carambolae* dengan Spon Jenuh Air (a) dan Tabung Tempat Imago Betina Bertelur (b)

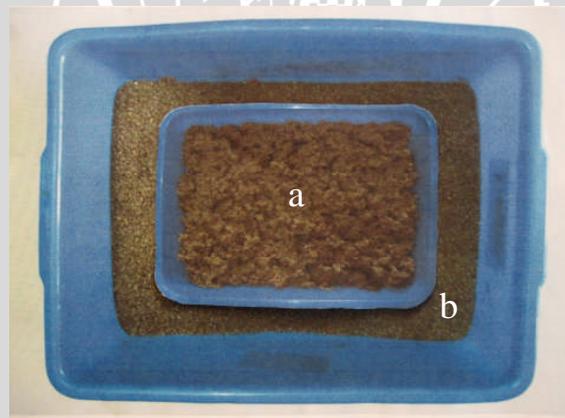
Metode Penelitian

Pemeliharaan Lalat Buah *B. carambolae*

Pupa *B. carambolae* diletakkan pada cawan Petri dan dimasukkan ke dalam sangkar pemeliharaan. Pakan yang digunakan untuk imago *B. carambolae* adalah campuran gula dan protein hidrolisat dengan perbandingan 4:1 (Kuswadi *et al.*, 2000). Pakan diletakkan pada cawan Petri dan dimasukkan ke dalam sangkar pemeliharaan. Pakan bagi serangga berpengaruh terhadap perkembangan, keperidian dan ketahanan hidup serangga (Sodiq, 1999). Gula atau sukrosa merupakan salah satu bentuk karbohidrat yang sangat dibutuhkan oleh lalat buah betina dalam menghasilkan telur, sedangkan protein dibutuhkan lalat buah bagi kematangan seksual dan produksi telur (Putra, 1997).

Gelas tempat imago bertelur dipasang selama 24 jam mulai dari pukul 08.00 pagi sampai pukul 08.00 pagi esok hari diharapkan agar imago meletakkan telur di dalam lubang yang terdapat pada gelas. Telur yang berada pada bagian dalam dinding gelas tempat imago bertelur dikumpulkan dengan cara disiram dan disaring menggunakan kain hitam agar telur dapat terlihat (Kuswadi *et al.*, 1997).

Apabila terdapat telur yang masih melekat pada dinding gelas maka diambil menggunakan kuas. Telur diinfestasikan pada pakan buatan dengan tujuan agar larva yang keluar makan dan mendapatkan nutrisi dari pakan buatan. Pakan buatan diletakkan secara merata pada nampan plastik kecil. Pakan buatan terdiri dari campuran dedak gandum, ragi roti, gula, natrium benzoate dan nipagen yang dimasak menggunakan aquadest yang telah dididihkan (Heriza, 2005) (Tabel Lampiran 1). Nampan yang berisi pakan larva kemudian diletakkan di dalam nampan besar yang telah diisi serbuk gergaji setebal 3 cm (Gambar 5) kemudian nampan besar ditutup dengan kain. Serbuk gergaji digunakan sebagai media hidup pupa. Larva yang siap berpupa akan meloncat ke dalam serbuk gergaji. Setelah 7 hari, pupa dapat dipanen dan dipisahkan dari serbuk gergaji dengan cara disaring menggunakan ayakan (Kuswadi *et al.*, 1997). Pupa *B. carambolae* yang terkumpul diletakkan pada cawan Petri atau nampan kecil untuk dipelihara kembali sampai menjadi imago. Imago-imago ini akan digunakan untuk penelitian.



Gambar 5. Pakan Larva *B. carambolae* (a) yang Diletakkan pada Nampan yang telah Diisi Serbuk Gergaji (b)

Efektivitas Pengatur Pertumbuhan Serangga Lufenuron dan Buprofezin terhadap Penurunan Reproduksi Lalat Buah *B. carambolae*

Imago *B. carambolae* yang digunakan dalam penelitian ini adalah imago jantan dan betina yang baru keluar dari pupa dan berumur sama. Agar diperoleh imago dengan umur yang sama maka dibutuhkan pupa *B. carambolae* yang

dipanen pada hari yang sama sehingga imago yang keluar pada hari yang sama dihitung sebagai imago yang berumur sama. Imago jantan dan imago betina *B. carambolae* yang keluar dari pupa segera diambil dengan menggunakan respirator dan dimasukkan pada sangkar perlakuan. Imago *B. carambolae* diberi pakan berupa gula pasir dan protein hidrolisat dengan perbandingan 4 : 1. Pakan *B. carambolae* diletakkan di atas sangkar.

Imago jantan dan imago betina *B. carambolae* diperlakukan pada sangkar yang terpisah. Pemisahan imago jantan dan betina dilakukan karena antara imago jantan dan betina diberi minum dengan PPS yang berbeda yaitu lufenuron dan buprofezin yang dilarutkan dalam air minum *B. carambolae* masing-masing dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5%. Larutan lufenuron dan buprofezin diberikan dengan cara diresapkan pada spon dan diletakkan di atas sangkar perlakuan.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap yang terdiri dari 6 perlakuan pada imago betina, 6 perlakuan pada imago jantan dan 1 perlakuan sebagai kontrol. Seluruh perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 39 satuan perlakuan.

Tabel 1. Konsentrasi Lufenuron dan Buprofezin pada Imago Jantan dan Betina *B. carambolae*

Imago <i>B. carambolae</i>	Konsentrasi PPS (%)		Kontrol
	Lufenuron	Buprofezin	
Jantan	0,5	0,5	0
	1,0	1,0	0
	1,5	1,5	0
Betina	0,5	0,5	0
	1,0	1,0	0
	1,5	1,5	0
Jantan dan Betina	0	0	0

Imago *B. carambolae* yang digunakan sebagai kontrol adalah 10 pasang imago yang diberi minum tanpa dilarutkan lufenuron dan buprofezin. Pada

sangkar terpisah juga dipelihara 60 imago jantan dan 60 imago betina yang diberi minum berupa air. Imago-imago ini nantinya akan dipasangkan dengan imago yang diberi minum lufenuron dan buprofezin.

Setelah berumur 2 hari, imago jantan dan betina dipasangkan agar berkopulasi. Setiap sangkar diletakkan 10 pasang imago. Imago jantan yang diberi minum PPS dipasangkan dengan imago betina yang diberi minum tanpa PPS. Imago betina yang diberi minum PPS dipasangkan dengan imago jantan yang diberi minum tanpa PPS. Imago *B. carambolae* yang digunakan sebagai kontrol adalah imago jantan dan betina yang masing-masing diberi minum air.

Keperidian *B. carambolae* adalah jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina selama hidupnya dan jumlah telur dalam ovarium. Jumlah telur *B. carambolae* yang diletakkan imago betina dihitung dan dicatat setiap hari. Telur yang masih di dalam ovarium diketahui dengan cara membedah abdomen imago betina. Telur yang diletakkan dijumlahkan dengan telur yang ada di dalam ovarium sehingga diperoleh telur yang dihasilkan oleh seekor imago betina atau keperidian betina. Apabila imago betina tidak menghasilkan telur maka dilakukan pengamatan apakah terjadi transfer sperma. Pengamatan transfer sperma diuraikan di bawah ini.

Pengamatan transfer sperma dilakukan dengan cara membedah tubuh serangga betina. Pembedahan imago betina *B. carambolae* dilakukan pada bagian abdomen dan pengamatan dilakukan pada imago mati setelah memasuki masa kopulasi, tujuannya adalah untuk melihat apakah setelah berkopulasi terjadi transfer sperma dari imago jantan ke betina. Imago betina diambil dan dibedah dibawah mikroskop binokuler dengan menggunakan pinset dan pisau bedah kemudian diamati spermatekanya. Apabila terjadi transfer sperma maka spermateka akan terlihat berwarna keruh karena terjadi pemindahan sperma dari jantan ke betina. Akan tetapi, jika tidak terjadi transfer sperma maka spermateka berwarna bening transparan (Widiyana, 2006).

Fertilitas telur *B. carambolae* adalah kemampuan telur untuk menetas. Fertilitas telur diketahui dengan menghitung persentase jumlah telur yang menetas menjadi larva. Telur diletakkan di atas cawan Petri dan dialasi kain hitam untuk

mempermudah pengamatan dan kapas jenuh air untuk mempertahankan kelembaban. Jumlah telur yang menetas dalam waktu 48 jam diamati dengan lup dan dihitung. Telur yang sudah menetas akan terlihat lebih transparan daripada telur yang belum menetas. Telur yang tidak menetas terlihat berwarna putih.

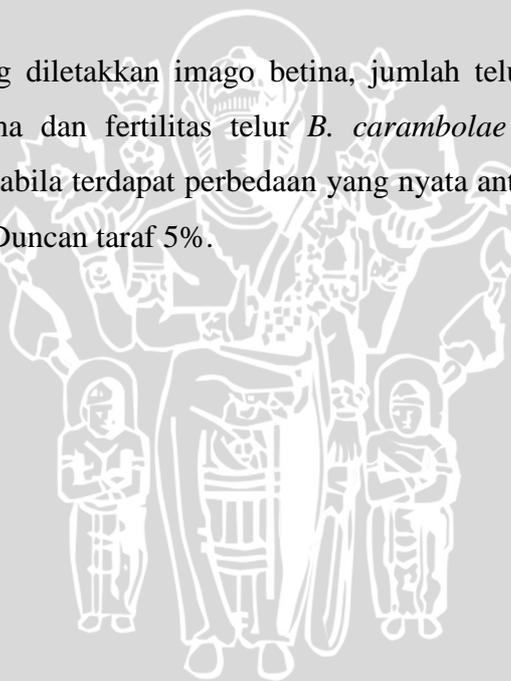
Persentase tetas telur dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

yang P adalah persentase tetas telur, a adalah jumlah telur menetas dan b adalah jumlah telur yang diletakkan.

Analisis Data

Jumlah telur yang diletakkan imago betina, jumlah telur dalam ovarium, keperidian imago betina dan fertilitas telur *B. carambolae* dianalisis dengan menggunakan uji F. Apabila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lufenuron dan Buprofezin pada Konsentrasi yang Berbeda terhadap Keperidian Lalat Buah *B. carambolae*

Pengaruh lufenuron dan buprofezin terhadap keperidian lalat buah *B. carambolae* diketahui dari kemampuan dalam menekan jumlah telur yang diletakkan oleh imago *B. carambolae* dan jumlah telur yang berada di dalam ovarium *B. carambolae*.

Berdasarkan hasil analisis ragam, jumlah telur yang diletakkan oleh imago *B. carambolae* yang diberi lufenuron ataupun buprofezin lebih sedikit daripada jumlah telur yang diletakkan oleh imago *B. carambolae* tanpa diberi lufenuron dan buprofezin (Tabel 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa lufenuron dan buprofezin berpengaruh dalam menekan jumlah telur yang diletakkan *B. carambolae*.

Tabel 2. Rerata Jumlah Telur yang Diletakkan Lalat Buah *B. carambolae* yang Diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda

PPS	Konsentrasi (%)	Rerata Jumlah Telur yang Diletakkan (butir)	
		♀ tanpa PPS + ♂ diberi PPS	♀ diberi PPS + ♂ tanpa PPS
Lufenuron	0,5	5200,33 c	5838,33 d
	1	2977,67 b	1262,00 b
	1,5	800,33 a	407,67 a
Buprofezin	0,5	3088,67 b	2778,33 c
	1	1184,33 a	2975,00 c
	1,5	1106,67 a	1521,67 b
Kontrol	0	6930,33 d	6930,33 e

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan taraf kesalahan 5% pada uji Duncan.

Peningkatan konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan pada imago jantan *B. carambolae* menyebabkan jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi lufenuron ataupun buprofezin menjadi semakin menurun. Demikian pula dengan peningkatan konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan pada imago

betina *B. carambolae*. Peningkatan konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan pada imago betina *B. carambolae* dapat menurunkan jumlah telur yang diletakkan (Tabel 2).

Setelah imago betina *B. carambolae* mati maka dengan pembedahan ovarium diketahui jumlah telur di dalam ovarium imago betina. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lufenuron dan buprofezin pada konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% tidak seluruhnya berpengaruh nyata dalam menekan jumlah telur di dalam ovarium lalat buah *B. carambolae*. Lufenuron pada konsentrasi 0,5% yang diberikan pada imago jantan ataupun imago betina *B. carambolae* tidak mampu menekan jumlah telur di dalam ovarium *B. carambolae*. Namun, pada konsentrasi 1% dan 1,5%, lufenuron menekan jumlah telur di dalam ovarium *B. carambolae* dan peningkatan konsentrasi lufenuron menyebabkan jumlah telur dalam ovarium *B. carambolae* semakin menurun (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata Jumlah Telur di dalam Ovarium Lalat Buah *B. carambolae* yang Diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda

PPS	Konsentrasi (%)	Rerata Jumlah Telur dalam Ovarium (butir)	
		♀ tanpa PPS + ♂ diberi PPS	♀ diberi PPS + ♂ tanpa PPS
Lufenuron	0,5	226,67 d	245,00 b
	1	191,67 bcd	168,33 ab
	1,5	75,00 a	99,67 a
Buprofezin	0,5	136,00 abcd	177,00 ab
	1	97,00 abc	256,00 b
	1,5	85,00 ab	233,33 b
Kontrol	0	206,00 cd	206,00 bc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan taraf kesalahan 5% pada uji Duncan.

Buprofezin yang diberikan pada imago jantan *B. carambolae* mampu menekan jumlah telur di dalam ovarium imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi buprofezin dan peningkatan konsentrasi buprofezin menyebabkan jumlah telur di dalam ovarium semakin menurun. Berbeda dengan

buprofezin yang diberikan pada imago betina *B. carambolae*. Meskipun buprofezin pada konsentrasi 5% mampu menekan jumlah telur di dalam ovarium, namun pada konsentrasi 1% dan 1,5% buprofezin justru lebih banyak daripada jumlah telur di dalam ovarium imago betina yang tidak diberi buprofezin ataupun lufenuron (Tabel 3).

Dari jumlah telur yang diletakkan *B. carambolae* dan jumlah telur di dalam ovarium (Tabel 2 dan 3) maka didapatkan keperidian lalat buah *B. carambolae*. Berdasarkan hasil analisis ragam, keperidian lalat buah *B. carambolae* yang diberi lufenuron ataupun buprofezin lebih rendah dibandingkan dengan keperidian *B. carambolae* tanpa diberi lufenuron ataupun buprofezin. Dari berbagai konsentrasi lufenuron dan buprofezin yaitu 0,5%, 1% dan 1,5% yang diberikan pada imago jantan ataupun imago betina *B. carambolae*, terlihat bahwa lufenuron pada konsentrasi 1,5% yang diberikan pada imago *B. carambolae* paling berpengaruh dalam menurunkan keperidian *B. carambolae* (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata Keperidian Lalat Buah *B. carambolae* yang Diberi PPS pada Konsentrasi yang Berbeda

PPS	Konsentrasi (%)	Keperidian (butir)		Penurunan Keperidian (%)	
		♀ tanpa PPS	♀ diberi PPS	♀ tanpa PPS	♀ diberi PPS
		+ ♂ diberi PPS	+ ♂ tanpa PPS	+ ♂ diberi PPS	+ ♂ tanpa PPS
Lufenuron	0,5	5427,00 c	6083,33 d	23,95	14,76
	1	3170,00 b*	1430,33 b*	55,58	79,96
	1,5	875,33 a*	507,33 a*	87,73	92,89
Buprofezin	0,5	3224,67 b	2955,33 c	56,81	58,59
	1	1281,33 a*	3231,00 c*	82,05	54,72
	1,5	1191,67 a*	1755,00 b*	83,30	75,41
Kontrol	0	7136,33 d	7136,33 e	0,00	0,00

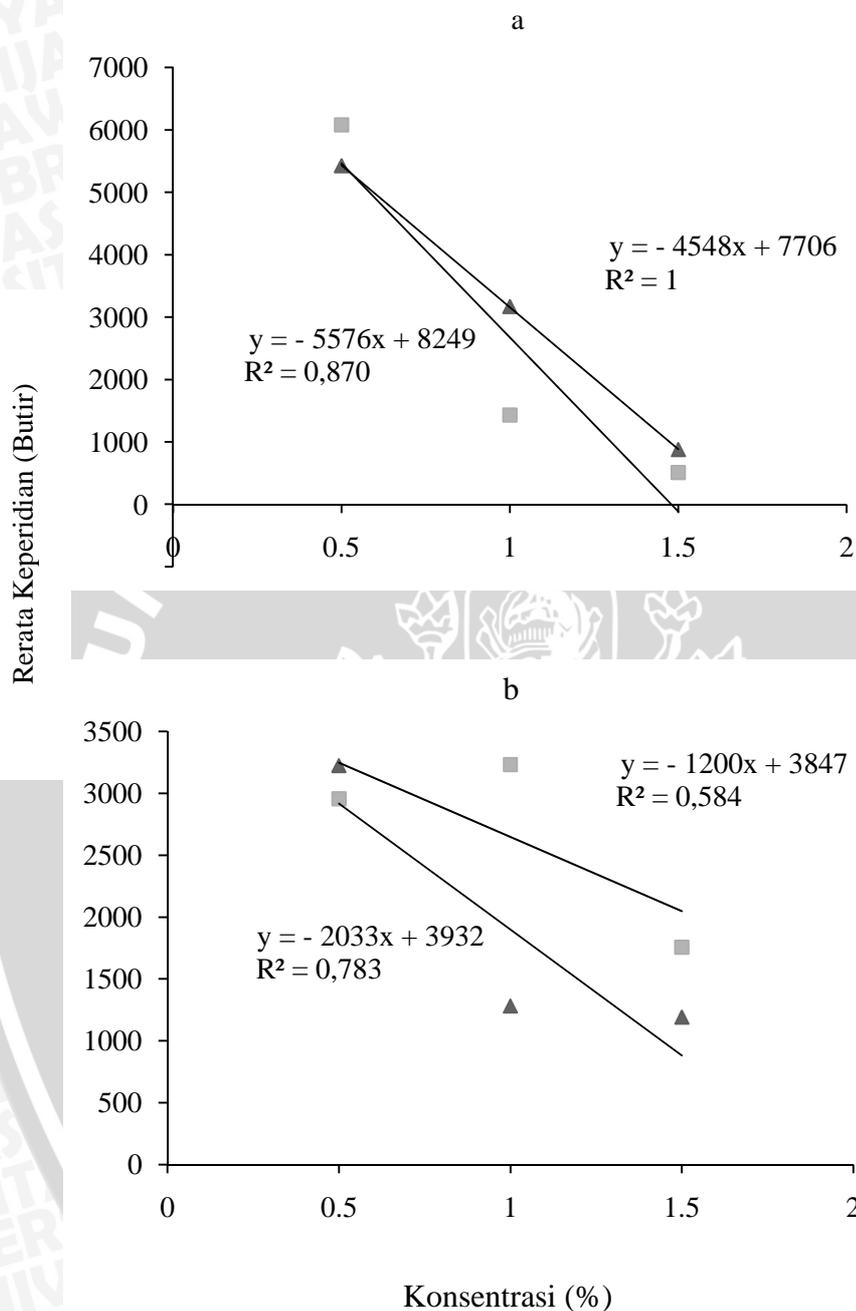
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan taraf kesalahan 5% pada uji Duncan. Angka yang diikuti * pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan taraf kesalahan 5% pada uji T.

Lufenuron pada konsentrasi 1,5% yang diberikan pada imago betina dan imago jantan *B. carambolae* sama-sama berpengaruh dalam menurunkan

keperidian *B. carambolae*, meskipun demikian dari hasil analisis uji t 5% menunjukkan bahwa lufenuron pada konsentrasi 1,5% yang diberikan pada imago betina *B. carambolae* paling berpengaruh dalam menurunkan keperidian *B. carambolae* (Tabel 4).

Penurunan keperidian lalat buah *B. carambolae* dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan (Tabel 4). Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya hubungan antara konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin dengan keperidian *B. carambolae* (Gambar 6). Hubungan antara konsentrasi lufenuron dengan keperidian imago betina *B. carambolae* yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi lufenuron sangat erat. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 100% ($R^2 = 1$) berdasarkan persamaan $y = -4548x + 7706$. Demikian halnya dengan hubungan antara konsentrasi lufenuron dan keperidian imago betina *B. carambolae* yang diberi lufenuron juga sangat erat. Hubungan antara konsentrasi lufenuron dan keperidian imago betina yang diberi lufenuron ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 87% ($R^2 = 0,87$) berdasarkan persamaan $y = -5576x + 8249$. Dari kedua persamaan tersebut terdapat korelasi negatif yang menunjukkan bahwa konsentrasi lufenuron berbanding terbalik dengan keperidian *B. carambolae* sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi lufenuron menyebabkan keperidian *B. carambolae* semakin menurun (Gambar 6a).

Hubungan antara konsentrasi buprofezin dan keperidian imago betina *B. carambolae* yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi buprofezin sangat erat. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 79 % ($R^2 = 0,79$) berdasarkan persamaan $y = -1914x + 3773$. Antara konsentrasi buprofezin dan keperidian imago betina *B. carambolae* juga terdapat hubungan yang begitu erat yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 58% ($R^2 = 0,58$) berdasarkan persamaan $y = -1200x + 3847$. Dari kedua persamaan tersebut terdapat korelasi negatif yang menunjukkan bahwa konsentrasi buprofezin berbanding terbalik dengan keperidian *B. carambolae* sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi buprofezin menyebabkan keperidian *B. carambolae* semakin menurun (Gambar 6b).



- ▲ : ♀ tanpa lufenuron atau buprofezin dipasangkan dengan ♂ diberi lufenuron atau buprofezin
- : ♀ diberi lufenuron atau buprofezin dipasangkan dengan ♂ tanpa lufenuron atau buprofezin

Gambar 6. Hubungan Konsentrasi Lufenuron (a) dan Buprofezin (b) dengan Keperidian Lalat Buah *B. carambolae*

Penurunan keperidian *B. carambolae* yang diberi lufenuron disebabkan karena lufenuron mampu mempengaruhi sistem reproduksi dan menurunkan kesuburan. Pengaruh lufenuron terhadap sistem reproduksi dapat berupa penghambatan perkembangan oosit atau tidak terjadinya pematangan sel telur dalam ovarium. Penghambatan oosit dapat mengakibatkan oosit primer pada imago betina tidak terbentuk sehingga tidak ada sel-sel folikel. Sel folikel berfungsi dalam proses ovulasi dan transportasi oosit, sebagai kelenjar endokrin dan juga berperan sebagai korpus luteum postovulasi. Korpus luteum postovulasi menghasilkan hormon estrogen dan progesteron yang penting untuk mengontrol siklus reproduksi, penampakan seksual dan tingkah laku seksual (Budiwati, 1997).

Penurunan keperidian *B. carambolae* yang diberi buprofezin disebabkan karena buprofezin bersifat mengacaukan perkembangan dan pertumbuhan serangga (Isawa *et al.*, 1985). Buprofezin mampu menekan embrio genesis dan reproduksi serangga dengan cara menghambat sintesis prostaglandin. Prostaglandin berperan dalam proses reproduksi dan berpengaruh dalam merangsang peletakan telur. Penghambatan sintesis prostaglandin menyebabkan produksi prostaglandin juga terhambat dan menjadi tidak berfungsi (Brady, 1983). Selain itu, buprofezin dapat menghambat oogenesis sehingga berakibat buruk terhadap reproduksi (Sagi, 1996). Hambatan oogenesis dapat disebabkan karena kerusakan oogonia dan sel troposit dalam ovarium. Kerusakan oogonia dan sel troposit dapat menyebabkan penurunan keperidian, karena kerusakan pada kedua sel tersebut dapat menghentikan proses oogenesis. Produksi sel telur sebagian besar tergantung pada diferensiasi oogonia menjadi oosit dan fungsinya oosit secara normal. Kerusakan pada oogonia yang sangat parah dapat mengakibatkan kemandulan permanen. Kerusakan pada sel troposit mengakibatkan tidak tersedianya makanan untuk pertumbuhan dan perkembangan dalam oogenesis. Sel troposit berfungsi memberi nutrisi kepada sel oogonia, sehingga sel oogonia dapat berkembang dengan sempurna (Soegiarto, 1974).

Pengaruh Lufenuron dan Buprofezin pada Konsentrasi yang Berbeda terhadap Fertilitas Telur Lalat Buah *B. carambolae*

Berdasarkan hasil analisis ragam, fertilitas telur *B. carambolae* yang diperoleh dari imago yang diberi lufenuron ataupun buprofezin lebih rendah dibandingkan dengan fertilitas telur *B. carambolae* dari imago yang tidak diberi lufenuron ataupun buprofezin (Tabel 5).

Peningkatan konsentrasi lufenuron menyebabkan fertilitas telur *B. carambolae* yang diperoleh dari imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi lufenuron semakin menurun. Berbeda dengan fertilitas telur *B. carambolae* yang diperoleh dari imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi buprofezin (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata Fertilitas Telur dan Penurunan Reproduksi Lalat Buah *B. carambolae* yang Diberi minum PPS pada Konsentrasi yang Berbeda

PPS	Konsentrasi (%)	Fertilitas (%)		Penurunan Reproduksi (%)	
		♀ tanpa PPS	♀ diberi PPS	♀ tanpa PPS	♀ diberi PPS
		+ ♂ diberi PPS	+ ♂ tanpa PPS	+ ♂ diberi PPS	+ ♂ tanpa PPS
Lufenuron	0,5	56,30 c	58,04 d	19,05	16,55
	1	45,26 ab	46,06 c	34,92	33,77
	1,5	41,85 ab	39,77 b	39,83	42,82
Buprofezin	0,5	38,53 a	54,34 d	44,60	21,87
	1	52,63 bc	48,71 c	24,33	29,96
	1,5	37,87 a	33,50 a	45,56	51,83
Kontrol	0	69,55 d	69,55 e	0	0

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan taraf kesalahan 5% pada uji Duncan.

Peningkatan konsentrasi buprofezin tampaknya tidak berpengaruh nyata dalam menekan fertilitas telur *B. carambolae*. Fertilitas telur *B. carambolae* yang diperoleh dari imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi buprofezin pada konsentrasi 1% justru lebih tinggi daripada fertilitas telur *B. carambolae* yang diperoleh dari imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi buprofezin pada konsentrasi 0,5% Meskipun demikian,

buprofezin pada konsentrasi 0,5 % dan 1,5 % lebih menurunkan fertilitas telur *B. carambolae* yang diperoleh dari imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi lufenuron daripada fertilitas telur yang diperoleh imago betina yang dipasangkan dengan imago jantan yang diberi lufenuron pada konsentrasi yang sama (Tabel 5).

Lufenuron dan buprofezin yang diberikan pada imago betina *B. carambolae* sama-sama berpengaruh dalam menekan fertilitas telur *B. carambole*. Hal tersebut tampak oleh adanya penurunan fertilitas telur yang disebabkan karena peningkatan konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan. Fertilitas telur yang diperoleh dari imago betina yang diberi lufenuron ataupun buprofezin pada konsentrasi 0,5% dan 1% adalah sama, sedangkan pada konsentrasi 1,5% buprofezin lebih menekan fertilitas telur *B. carambolae* daripada lufenuron pada konsentrasi yang sama (Tabel 5).

Dari berbagai konsentrasi lufenuron dan buprofezin yaitu 0,5%, 1% dan 1,5% yang diberikan pada imago jantan ataupun imago betina *B. carambolae*, terlihat bahwa buprofezin pada konsentrasi 1,5% yang diberikan pada imago *B. carambolae* betina paling berpengaruh dalam menurunkan fertilitas telur *B. carambolae* atau meningkatkan kemandulan *B. carambolae* (Tabel 5).

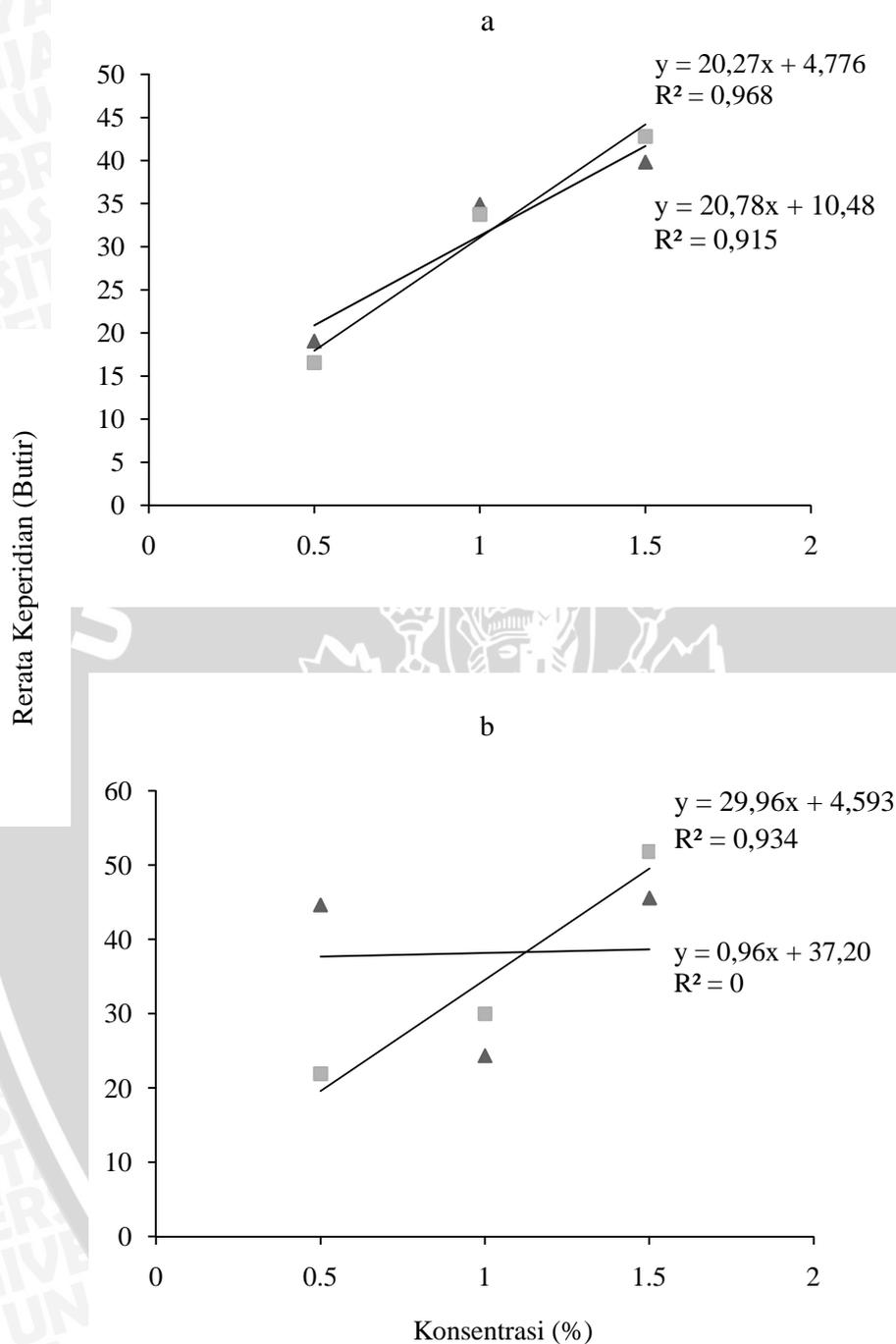
Penurunan fertilitas telur *B. carambolae* mengindikasikan terjadi penurunan reproduksi *B. carambolae* yang besar. Fertilitas telur *B. carambolae* yang semakin rendah menyebabkan keturunan yang dihasilkan *B. carambolae* juga semakin sedikit sehingga tingkat penurunan reproduksi *B. carambolae* semakin besar. Penurunan reproduksi *B. carambolae* dipengaruhi oleh konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan. Pengaruh lufenuron ataupun buprofezin terhadap penurunan reproduksi *B. carambolae* ditunjukkan oleh adanya hubungan antara konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin dengan penurunan reproduksi lalat buah *B. carambolae* (Gambar 7).

Konsentrasi lufenuron yang diberikan pada imago jantan ataupun imago betina *B. carambolae* berhubungan erat dengan penurunan reproduksi *B. carambolae*. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 91,5% ($R^2 = 0,915$), dan terdapat korelasi positif antara konsentrasi dan

penurunan reproduksi *B. carambolae* berdasarkan dengan persamaan $y = 20,78x + 10,48$. Hubungan konsentrasi lufenuron yang diberikan pada imago *B. carambolae* betina dengan penurunan reproduksi *B. carambolae* ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 96,8% ($R^2 = 0,968$) dan terdapat korelasi positif antara konsentrasi lufenuron dan penurunan reproduksi *B. carambolae* berdasarkan persamaan $y = 26,26x + 4,783$. Korelasi positif dari kedua persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi lufenuron menyebabkan penurunan reproduksi *B. carambolae* semakin besar (Gambar 7a).

Peningkatan konsentrasi buprofezin yang diberikan pada imago *B. carambolae* jantan tampaknya tidak ada keterkaitan dengan penurunan reproduksi *B. carambolae*. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yaitu 0% ($R^2 = 0,00$), dengan korelasi positif antara konsentrasi dan penurunan reproduksi *B. carambolae* berdasarkan dengan persamaan $y = 0,96x + 37,20$. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa tidak ada keterkaitan antara konsentrasi buprofezin yang diberikan pada imago *B. carambolae* jantan dengan penurunan reproduksi *B. carambolae* (Gambar 7b).

Konsentrasi buprofezin yang diberikan pada imago *B. carambolae* betina berhubungan sangat erat dengan penurunan reproduksi *B. carambolae*. Hubungan tersebut ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi yang mencapai 93% ($R^2 = 0,93$) dan terdapat korelasi positif antara konsentrasi buprofezin dan penurunan reproduksi *B. carambolae* berdasarkan persamaan $y = 29,96x + 4,606$. Dari persamaan tersebut disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi buprofezin yang diberikan pada imago *B. carambolae* betina menyebabkan penurunan reproduksi *B. carambolae* semakin besar (Gambar 7b).



- ▲ : ♀ tanpa lufenuron atau buprofezin dipasangkan dengan ♂ diberi lufenuron atau buprofezin
- : ♀ diberi lufenuron atau buprofezin dipasangkan dengan ♂ tanpa lufenuron atau buprofezin

Gambar 7. Hubungan Konsentrasi Lufenuron (a) dan Buprofezin (b) dengan Penurunan Reproduksi Lalat Buah *B. carambolae*

Dari persamaan pada kedua grafik (Gambar 7) dapat diketahui besar konsentrasi lufenuron ataupun buprofezin yang dapat menurunkan reproduksi *B. carambolae* hingga 100% atau sama sekali tidak mampu menghasilkan keturunan baru (mandul). Untuk mengetahui berapa besar konsentrasi yang dibutuhkan untuk memandulkan lalat buah *B. carambolae* maka perlu dihitung satu-persatu menggunakan persamaan yang terdapat pada grafik dengan memasukkan angka 100 pada variabel y yang berarti besarnya penurunan reproduksi adalah 100 % dan variabel x adalah besarnya konsentrasi yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan dari persamaan pada grafik maka diperoleh hasil yaitu untuk memandulkan imago jantan *B. carambolae* yang diberi lufenuron maka dibutuhkan konsentrasi sebesar 4,69%, sedangkan pada imago jantan membutuhkan konsentrasi lufenuron sebesar 4,30%. Pada imago betina yang diberi buprofezin dibutuhkan konsentrasi 3,18% untuk memandulkan imago betina *B. carambolae*, sedangkan pada imago jantan tidak terdapat keterkaitan antara peningkatan konsentrasi dengan penurunan reproduksi.

Lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan pada imago betina *B. carambolae* tampaknya lebih berpengaruh dalam menurunkan reproduksi *B. carambolae* daripada lufenuron ataupun buprofezin yang diberikan pada imago jantan. Hal ini dapat disebabkan karena lufenuron ataupun buprofezin tidak hanya menghambat pembentukan khitin tetapi juga mengganggu pembentukan sel telur.

Lufenuron mampu menurunkan reproduksi *B. carambolae* dengan cara menghambat fertilitas telur *B. carambolae*. Persentase tetas telur dari imago betina yang diberi lufenuron lebih rendah dibandingkan dengan persentase tetas telur dari betina yang tidak diberi lufenuron. Penurunan fertilitas telur dan besarnya penurunan reproduksi pada imago yang diberi lufenuron disebabkan karena lufenuron menghambat keberadaan khitin dalam ovarium yang merupakan sebuah komponen penting dari telur dan terlibat dalam oogenesis. Lufenuron juga menghambat produksi khitin pada serangga sejak masih di dalam telur. Larva yang masih berkembang dalam telur juga membutuhkan khitin disaat menetas. Terdapat kemungkinan bahwa penurunan daya tetas telur juga disebabkan oleh cacat dalam diferensiasi oosit dan sperma (Nehad *et al.*, 2009). Dalam sebuah

penelitian lufenuron yang diujikan pada *Spodotera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) terdapat penurunan kesuburan dan daya tetas telur pada *S. litura* setelah tahap larva yang telah diberi minum lufenuron. Pencegahan daya tetas tersebut dapat disebabkan oleh penetrasi senyawa ini di dalam telur dan mencegah penetasan dengan mengganggu sintesis kutikula embrionik, sehingga larva baru tidak dapat menggunakan otot-ototnya untuk membebaskan diri dari dinding telur (Marco dan Vinuela, 1994).

Besarnya penurunan reproduksi imago lalat buah *B. carambolae* yang diberi buprofezin disebabkan karena sifat buprofezin sebagai insektisida teratogen yaitu insektisida yang dapat menyebabkan kelainan pada embrio dan dapat menyebabkan ketidakmampuan untuk menetas. Kelainan pada embrio dapat disebabkan oleh adanya hambatan sintesis protein dan DNA. Hambatan sintesis protein dan DNA menyebabkan jumlah DNA menurun. Dalam proses perkembangan, sintesis DNA dan protein selalu terjadi untuk proses pembelahan sel dan diferensiasi. Proses perkembangan yaitu terjadinya proliferasi sel yang ditentukan oleh jumlah DNA dan protein dalam sel (Glover dan Hames, 1989 dalam Sagi 1999). Oleh karena itu, jumlah DNA dan protein dalam jaringan selalu bertambah mengikuti waktu perkembangan. Pada umumnya, kekurangan atau kelebihan sintesis protein atau DNA dapat menimbulkan kelainan perkembangan embrio. Berbagai laporan menunjukkan bahwa insektisida teratogen, pestisida teratogen dan teratogen yang bukan pestisida dalam aksi teratogenitasnya menghambat sintesis DNA. Bila dikaitkan antara jumlah protein dengan jumlah DNA dalam mekanisme teratogenesis sebagai berikut bahwa pada awalnya sintesis DNA terhambat, menyebabkan sintesis protein terhambat karena ekspresi gen untuk pembentukan protein belum atau tidak terjadi. Kedua hambatan tersebut menyebabkan hambatan mitosis sehingga proliferasi sel juga menjadi terhambat dan menimbulkan jumlah sel menjadi sedikit. Perkembangan embrio akan mengalami abnormalitas karena komponen sel seperti DNA dan protein, serta jumlah sel tidak mencapai jumlah optimum (Sagi, 1996).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Buprofezin dan lufenuron pada konsentrasi 0,5% - 1, % yang diberikan pada lalat buah *B. carambolae* menyebabkan penurunan reproduksi sebesar 11,51% - 36,05%.
2. Buprofezin pada konsentrasi 1,5% yang diberikan pada imago betina *B. carambolae* menyebabkan penurunan reproduksi terbesar yaitu sampai 36,05%.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai konsentrasi lufenuron dan buprofezin yang mampu menurunkan reproduksi lalat buah *B. carambolae* sampai 100 % sehingga tidak dihasilkan keturunan baru (mandul) dengan memberikan lufenuron ataupun buprofezin pada imago jantan dan betina *B. carambolae*.

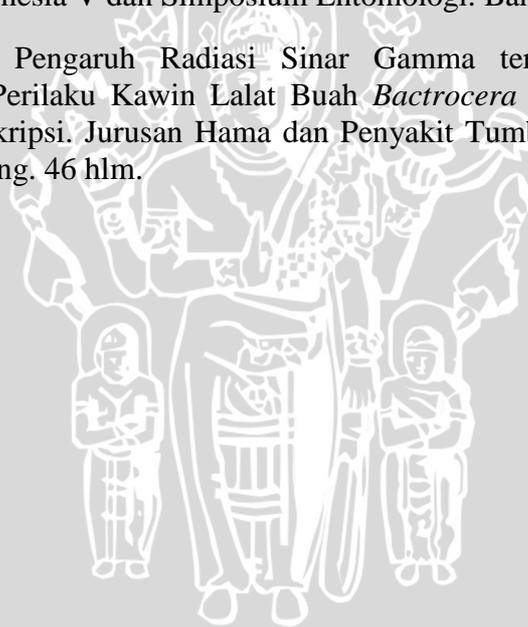
DAFTAR PUSTAKA

- Al Anshori, J., 2009. Trend Baru dalam Pengendalian Hama: Pencarian Insektisida Ramah Lingkungan (*Green Insecticides*). Karya Tulis Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran Bandung. Diunduh dari http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/12/trend_baru_dalam_pengendalian_hama.pdf
- Anonymous. 2010. Lufenuron. Diunduh dari <http://en.wikipedia.org/wiki/Lufenuron> pada tanggal 27 Juli 2011.
- Anonymous. 2011. Buprofezin. Diunduh dari http://www.apvma.gov.au/registration/assessment/docs/prs_buprofezin.pdf pada tanggal 1 Agustus 2011.
- Anonymous. 2012. Insektisida dan Jenisnya. Diunduh dari http://www.petrokayaku.com/index.php?option=com_content&view=article&id=129%3Ainsektisida-dan-jenisnya&catid=75%3Ajenishama&Itemid=144&showall pada tanggal 21 Mei 2012.
- Argawal, M.L., D.D. Sarma, O. Rahman. 1987. Melon Fruit fly and its Control. *Indian Horticulture* 32: 10-11.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn., N. F. Johnson. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 1083 hlm.
- Brady, U. E. 1983. Prostaglandin in Insect. *Insect Biochemistry* 8 (1): 37-48 Diunduh dari <http://www.scribd.com/doc/55725169/tugas-struktur-pesta> pada tanggal 16 Agustus 2011.
- Budiwati. 1997. Pengaruh Asam Anakadtrat terhadap Aktivitas Enzim Glutamin Piruvat Transaminase. *Buletin IPT No. 1. Vol 3*. Diunduh dari <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/31974448.pdf> pada tanggal 1 Agustus 2011.
- Drew, R. A. I., D. L. Hancock. 1994. *Bactrocera dorsalis* complex of Fruit flies (Diptera: Decinae) in Asia. *Buletin of Ent Research: Supplement series number 2 in Supplement 2*. Departement of Primary Industries. Australia. Hal. 11 - 13.
- Ekawati, D. 2007. Penggunaan Ampas Tebu Sebagai Bahan Dasar Pakan Buatan Bagi Perkembangan Larva *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock (Diptera : Tephritidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 41 hlm.
- Heriza, S. 2005. Penggunaan Tongkol Jagung dan Pepaya sebagai Bahan Dasar Pakan Buatan bagi Perkembangan Larva Lalat Buah *Bactrocera carambolae* (Drew dan Hancock) (Diptera: Tephritidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 39 hlm.

- Hoffman, K.H., Lorenz, 1998. Recent Advances in Hormones in Insect Pest Control. *Phytoparasitica* 26:4. Diunduh dari <http://www.beyondpesticides.org/infoservices/pesticidefactsheets/toxic/insectgrowthregulators.htm>. pada tanggal 18 Februari 2010.
- Isahaaya, I., Z. Mendelson, V.M. Madjar. 1988. Effects of Profezin on Embryogenesis and Progeny Formation of Sweet Potato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 81: 81-784.
- Isawa, Y., M. Uchida, T. Sugimoto, T. Asai. 1985. Inhibition Chitin Biosynthesis by Buprofezin analog in Relation to Their Activity Controlling *Nilaparvata lugens*. *Pest. Biochem. and Physiol.* 24: 343-347. Diunduh dari <http://ag.udel.edu/delpha/2361.pdf> pada tanggal 1 Agustus 2011.
- Kardinan, A. 2003. Tanaman Pengendali Lalat Buah. Agromedia Pustaka. Jakarta. 74 hlm.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Revised and Transleted by Van Der Laan. PT. Ichtiar Baru. Jakarta. 701 hlm.
- Kubo, I., M. Kim. 1987. Prostaglandin Synthetase Inhibitors: A New Approach for Insect Controls in "Biologically Active Natural Products". Clarendon Press. Oxford. Diunduh dari <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/31974448.pdf> pada tanggal 1 Agustus 2011.
- Krysan, J. L., J. Dunley. 2010. Insect Growth Regultors. The Fruit Research and Extension Center Orchard Pest Management. Diunduh dari <http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displayIPM?pn=60>. pada tanggal 18 Februari 2010.
- Kuswadi, A. N., Darmawi., M. Indarwatmi. 1997. Biologi Lalat Buah *Bactrocera carambolae* dalam Biakan di Laboratorium dengan Makanan Buatan. Seminar Nasional Biologi XV.PEI dan Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hal. 1510 - 1514.
- Kuswadi, A.N. 2001. Panduan Lalat Buah. Diunduh dari http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/makalah/lalat_buah.html. pada tanggal 18 Februari 2010.
- Malavasi, A., D. Midgarden, V. Kelmann. 2000. Status of The Cooperative Republic of Guyana a Country Free of *Bactrocera carambolae* Fruit Fly. Carambolae Fruit Fly Programme in North of South America Georgetown. Guyana. 21 hlm. Diunduh dari <http://archives.eppo.int/EPPOReporting/2002/Rse-0201.pdf> pada tanggal 24 Mei 2012.
- Marco, V., E. Vinuela. 1994. Effects of Hexaflumuron on Fecundity, Fertility and Longevity of *Ephestia kuehniella* Zeiler and *Spodoptera exigua* (Hubner). *Med. Fac. Landbouww Umv. Gent* 59/2a. Diunduh dari <http://entomology.eajbs.eg.net/pdf/vol2-num1/4.pdf> pada tanggal 16 Agustus 2011.

- Meyer, O. 1991. Pesticide Residues in Food. National Food Agency. Copenhagen. Denmark. Diunduh dari <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v91pr05.htm> pada tanggal 27 Juli 2011.
- Midgarden, D., Fleurkens. 1998. Carambolae Fruit Fly Programme. Diunduh dari <http://iinuw.carambolafly.com/Eng\ish/eng\sh.htm>. pada 10 Februari 2010.
- Munif, A. 1997. Cermin Dunia Kedokteran: Pengaruh Residu Pyriprooxyfen 0,5% terhadap Pertumbuhan Larva *Aedes aegypti* pada Berbagai Simulasi Wadah Air. Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 44 Hlm. Diunduh dari <http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/14PengaruhResiduPyriprooxyfenterhadapPertumbuhan119.pdf> pada tanggal 18 Februari 2010.
- Nehad, M. El Barkey, A. E. Amer, A. Mervet. Kandeel. 2009. Ovicidal Activity and Biological Effects of Radiant and Hexafluoron Against Eggs off Pink Bolworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). Egypt Acad. J. biolog. Sci., 2 (1):23 – 36. Diunduh dari <http://entomology.eajbs.eg.net/pdf/vol2-num1/4.pdf> pada tanggal 16 Agustus 2011.
- Putra, N. S. 1997. Hama Lalat Buah dan Pengendaliannya. Kanisius. Yogyakarta. 64 hlm.
- Rachmawati, R. 2006. Pengaruh Ekstrak Biji Nimba (*Azadiracta indica* (A. Juss)) pada Pola Perkembangan dan Pola Protein Lalat Buah *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock (Diptera: Tephritidae). Tesis. Program Studi Ilmu Tanaman. Universitas Brawijaya. Malang. 61 hlm.
- Saenz de cabezon, F. J., I. Perezmoreno, F. G. Zalom, V. Marco. 2006. Effects of Lufenuron on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Egg, Larval, and Adult Stages. Journal of Economic Entomology 99(2):427-431. Diunduh dari <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-99.2.427> pada tanggal 22 Mei 2012.
- Sagi, M. 1996. Efek Insektisida Buprofezin terhadap Jumlah Protein dan DNA Fibroblas Embrio Ayam alam Kultur. Biologi. Vol 2, No. 2. Diunduh dari <http://i-lib.ugm.ac.id/jurnal/detail.php?dataId=49> pada tanggal 27 Juli 2011.
- Sagi, M. 1999. Embriologi dalam Model Biologi Terapan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Diunduh dari http://lib.ugm.ac.id/digitasi/upload/1120_pp1001018.pdf pada tanggal 4 April 2012.
- Siwi, S. S., P. Hidayat, Suputa. 2006. Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia (Diptera : Tephritidae). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 65 hlm.

- Soegiarto, C. 1974. Beberapa Mekanisme Kerusakan Karena Radiasi pada Serangga Tertentu. *Majalah Batan*. 15(2): 42-56.
- Suputa, Cahyaniati, A. Kustaryati, Issusilaningtyas, M. Railan, W. Puji Mardiasaih. 2006. *Pedoman Pengelolaan Hama Lalat Buah*. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. Jakarta. 61 hlm.
- Tunaz, H., N. Uygun. 2004. Insect Growth Regulators for Insect Pest Control. *Turk. J. Agri.* 28: 377-387. Diunduh dari <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-04-28-6/tar-28-6-1-0309-5.pdf>. pada tanggal 21 Mei 1012.
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 247 hlm.
- Widarto, H. T., T. S. Subahar. 1997. Daur Hidup Lalat Buah Belimbing (*Bactrocera carambolae*) Drew Hancock. Prosiding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Simposium Entomologi. Bandung.
- Widiyana, R. 2006. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma terhadap Perubahan Morfologi dan Perilaku Kawin Lalat Buah *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. Malang. 46 hlm.



Tabel Lampiran 1. Komposisi Pakan Buatan untuk Larva *B. carambolae* (Ashraf, 1978 dalam Heriza, 2005)

Jenis Bahan	Berat (g)
Sodium benzoate	0,1
Nipagen	0,1
Ragi roti	3,6
Gula pasir	12,0
Dedak gandum	26,2
Aquades (ml)	58,0
Total	100,0

Tabel Lampiran 2. Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur yang Diletakkan oleh Imago Betina *B. carambolae* yang Tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	96016082,571	6	16002680,429	217,081	0	2,017
Galat	1032046,667	14	73717,619			
Total	97048129,238	20				

Tabel Lampiran 3. Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur yang Diletakkan oleh Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	106221092,476	6	17703515,413	141,096	0	2,017
Galat	1756605,333	14	125471,810			
Total	107977697,810	20				

Tabel Lampiran 4. Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur di dalam Ovarium Imago Betina *B. carambolae* yang Tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	70357,333	6	11726,222	3,460	0	2,017
Galat	47445,333	14	3388,952			
Total	117802,667	20				

Tabel Lampiran 5. Tabel Sidik Ragam Jumlah Telur di dalam Ovarium Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit	Nilai P	F tab.
Perlakuan	53627,810	6	8937,968	2,024	0	2,017
Galat	61824,000	14	4416,000			
Total	115451,810	20				

Tabel Lampiran 6. Tabel Sidik Ragam Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	100719791,619	6	16786631,937	295,082	0	2,017
Galat	796431,333	14	56887,952			
Total	101516222,952	20				

Tabel Lampiran 7. Tabel Sidik Ragam Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	108808857,905	6	18134809,651	158,588	0	2,017
Galat	1600927,333	14	114351,952			
Total	110409785,238	20				

Tabel Lampiran 8. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi Lufenuron 0,5% dan Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Lufenuron 0,5%

	Imago Jantan <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 0,5%	Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 0,5%
Mean	5427	6083,333
Variance	9709	498806,3
Observations	3	3
Pooled Variance	254257,7	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	1,59416	
P(T<=t) one-tail	0,093062	
t Critical one-tail	2,131847	
P(T<=t) two-tail	0,186124	
t Critical two-tail	2,776445	

Tabel Lampiran 9. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi Lufenuron 1% dan Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Lufenuron 1%

	Imago Jantan <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 1%	Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi lufenuron 1%
Mean	3170	1430,333
Variance	44479	14446,33
Observations	3	3
Pooled Variance	29462,67	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	12,41297	
P(T<=t) one-tail	0,000121	
t Critical one-tail	2,131847	
P(T<=t) two-tail	0,000242	
t Critical two-tail	2,776445	

Tabel Lampiran 10. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Ddiberi Lufenuron 1,5% dan Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Lufenuron 1,5%

	Imago Jantan <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 1,5%	Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Lufenuron 1,5%
Mean	875,3333	507,3333
Variance	3012,333	4942,333
Observations	3	3
Pooled Variance	3977,333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	7,146567	
P(T<=t) one-tail	0,001014	
t Critical one-tail	2,131847	
P(T<=t) two-tail	0,002028	
t Critical two-tail	2,776445	

Tabel Lampiran 11. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi Buprofezin 0,5% dan Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Buprofezin 0,5%

	Imago Jantan <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 0,5%	Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 0,5%
Mean	3224,667	2955,333
Variance	316841,3	117406,3
Observations	3	3
Pooled Variance	217123,8	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	0,707916	
P(T<=t) one-tail	0,259033	
t Critical one-tail	2,131847	
P(T<=t) two-tail	0,518066	
t Critical two-tail	2,776445	

Tabel Lampiran 12. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi Buprofezin 1% dan Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Buprofezin 1%

	Imago Jantan <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 1%	Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 1%
Mean	1281,333	3231
Variance	12410,33	40017
Observations	3	3
Pooled Variance	26213,67	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	14,7483	
P(T<=t) one-tail	0,000061	
t Critical one-tail	2,131847	
P(T<=t) two-tail	0,000123	
t Critical two-tail	2,776445	

Tabel Lampiran 13. Hasil Analisis Statistik Uji t ($\alpha = 0,05$) Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Diberi Buprofezin 1,5% dan Keperidian Imago Betina *B. carambolae* yang Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi Buprofezin 1,5%

	Imago Jantan <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 1,5%	Imago Betina <i>B. carambolae</i> yang Diberi Buprofezin 1,5%
Mean	1191,667	1755
Variance	8997,333	122079
Observations	3	3
Pooled Variance	65538,17	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	2,69503	
P(T<=t) one-tail	0,027187	
t Critical one-tail	2,131847	
P(T<=t) two-tail	0,054374	
t Critical two-tail	2,776445	

Tabel Lampiran 14. Tabel Sidik Ragam Fertilitas Telur *B. carambolae* dari Imago Betina Tidak Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	2361,480	6	393,580	11,361	0	2,017
Galat	484,992	14	34,642			
Total	2846,471	20				

Tabel Lampiran 15. Tabel Sidik Ragam Fertilitas *B. carambolae* dari Imago Betina yang Diberi PPS Dipasangkan dengan Imago Jantan yang Tidak Diberi PPS

SK	JK	db	KT	F hit.	Nilai P	F tab.
Perlakuan	2579,554	6	429,926	2579,554	0	2,017
Galat	66,275	14	4,734	66,275		
Total	2645,829	20		2645,829		

