

EFEKTIVITAS KOMBINASI JAMUR ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. DAN PENGATUR PERTUMBUHAN SERANGGA (PPS) UNTUK PENGENDALIAN LALAT BUAH *Bactrocera carambolae* Drew and Hancock (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

Aris Lelono Putro Pratomo, Aminudin Afandhi, Rina Rachmawati

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

ABSTRACT

To reduce loss of fruit yields, control of fruit flies *Bactrocera carambolae* (Drew and Hancock) commonly is carried out by increasing the dose and frequency of synthetic chemical pesticides application that can trigger pest resistance. An alternative strategy to reduce fruit fly resistance can be done with a combination of entomopathogenic *B. bassiana* fungi and Buprofezin (Insect Regulator) which was evaluated in this study. This laboratory assay was carried out by equally mixing (1:1) the suspension of entomopathogenic *B. bassiana* with a concentration of 10^{10} spores/ml obtained from the calculation of LC50 in the previous test and buprofezin solution with a concentration of 60µg/ml obtained from the LC50 calculation in the previous test. The combination of entomopathogenic fungi *B. bassiana* (10^{10} spores/ml) and buprofezin (60µg b.a/ml) decreased the percentage of fruit fly mortality by 4.73% compared to the single application of *B. bassiana*. The results showed that the combination of entomopathogenic *B. bassiana* and buprofezin were not effective for controlling fruit flies.

Keywords: *Bactrocera carambolae*, *Beauveria bassiana*, buprofezin

ABSTRAK

Untuk mengurangi kehilangan hasil produksi umumnya pengendalian lalat buah *Bactrocera carambolae* (Drew and Hancock) dilakukan dengan meningkatkan dosis dan frekuensi aplikasi pestisida kimia sintetis yang dapat memicu resistensi hama. Strategi alternatif untuk mengurangi resistensi hama lalat buah dapat dilakukan dengan kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan Pengatur Pertumbuhan Serangga (PPS) berbahan aktif buprofezin telah dievaluasi pada penelitian ini. Pengujian laboratorium ini dilakukan dengan mencampurkan secara langsung (1:1) suspensi jamur entomopatogen *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^{10} spora/ml dengan larutan buprofezin dengan konsentrasi 60µg/ml yang konsentrasi masing-masing didapatkan dari hasil perhitungan LC_{50} pada pengujian sebelumnya. Aplikasi kombinasi antara jamur entomopatogen *B. bassiana* (10^{10} spora/ml) dan PPS berbahan aktif buprofezin (60µg b.a/ml) menurunkan persentase mortalitas lalat buah sebesar 4,73% dibandingkan dengan aplikasi tunggal *B. bassiana*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan PPS berbahan aktif buprofezin tidak efektif untuk pengendalian lalat buah.

Kata kunci: *Bactrocera carambolae*, *Beauveria bassiana*, buprofezin

PENDAHULUAN

Kerusakan akibat serangan lalat buah di Jawa Timur berkisar antara 12-20% pada musim kemarau dan dapat mencapai 100%

pada musim hujan (Hasanah, 2011). Pengendalian lalat buah dapat memanfaatkan teknik dan strategi pengendalian yang berbeda disesuaikan dengan luasan lahan atau kebun, namun untuk skala kebun yang

luas sering kali digunakan teknik pengendalian menggunakan pestisida. Petani berusaha meningkatkan dosis maupun frekuensi aplikasi untuk menekan populasi lalat buah di lapangan yang memicu terjadinya resistensi. Pemanfaatan agens hayati dimanfaatkan untuk menekan penggunaan insektisida kimia yang berlebihan (Rauf, 1994). Salah satu agens hayati yang sering dimanfaatkan adalah jamur entomopatogen *B. bassiana*.

Jamur entomopatogen *B. bassiana* (Bals.) Vuill. merupakan agens hayati yang telah banyak dimanfaatkan dalam pengendalian berbagai jenis hama pada berbagai spesies tanaman. Mar (2012) mengemukakan jamur entomopatogen *B. bassiana* mampu menyebabkan mortalitas pupa *Bactrocera* spp. sebesar 29,67-100% pada kerapatan spora 1×10^8 spora/ml. Sebagian besar agens hayati jika diaplikasikan di lapangan akan menurun efikasinya. Keefektifan *B. bassiana* di lapang tidak konsisten disebabkan oleh stabilitas isolat *B. bassiana* yang rendah karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung terutama suhu, kelembaban, dan intensitas sinar matahari (Prayogo, 2006). Solusi alternatif yang telah dikembangkan untuk meningkatkan efektifitas kinerja agens hayati adalah mengkombinasikan dengan pengendalian secara kimiawi. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam meningkatkan kompatibilitas antara pengendalian secara kimiawi dan biologis adalah penurunan efek insektisida pada musuh alami melalui penggunaan bahan aktif insektisida yang selektif. Salah satu insektisida kimia sintetik yang memiliki sifat selektif adalah Pengatur Pertumbuhan Serangga (PPS).

PPS adalah bahan yang mengganggu atau menghambat siklus hidup serangga, seperti serangga tidak dapat mencapai dewasa sehingga tidak mampu bereproduksi (Siddall, 1976). Buprofezin merupakan salah satu insektisida yang digunakan untuk menghambat perkembangan serangga. Sifat

buprofezin adalah sebagai penghambat kerja enzim untuk sintesis khitin (*Chitin Synthesis Inhibitor/CSI*). Serangga yang terpapar oleh CSI mengalami hambatan pada proses *molting* serta tidak dapat bereproduksi secara normal (Brown, 2005). Nasreen *et al.* (2005) melaporkan bahwa penggunaan buprofezin sebesar 0,406% dapat menyebabkan mortalitas pada *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) sebesar 20%. Jin *et al.* (2009) melaporkan bahwa kombinasi penggunaan jamur entomopatogen *Metarrhizium anisopliae* $1,5 \times 10^{13}$ konidia/ha dengan penambahan buprofezin dengan dosis 40µg b.a mampu meningkatkan pengendalian wereng coklat sebesar 80 - 83%.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan PPS berbahan aktif buprofezin sebagai salah satu alternatif pengendalian lalat buah.

METODE PENELITIAN

Persiapan Suspensi Jamur *B. bassiana* (Bals.) Vuill.

Jamur *B. bassiana* yang digunakan adalah isolat dari koleksi laboratorium jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Isolat tersebut ditumbuhkan pada media Potato Dextrose Agar (PDA) pada $25 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 15 hari, kemudian ditumbuhkan kembali pada media cair yaitu Ekstrak Kentang Gula (EKG) dengan menggunakan fermentor. Fermentor adalah tangki atau wadah tempat seluruh sel (mikrobia) mengubah bahan dasar menjadi produk biokimia dengan atau tanpa produk sampingan (Pratama, 2010). Isolat *B. bassiana* yang bebas dari kontaminan dimasukkan ke botol fermentor yang berisi Ekstrak Kentang Gula (EKG) (200g kentang + 20g dextrose + 1 l aquadest) dan diaerasi dengan aerator selama 3-4 hari untuk dipanen.

Persediaan Lalat Buah

Larva instar 3 lalat buah sebagai bahan uji diperoleh dari perbanyakan massal lalat buah. 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). Telur yang masih melekat pada dinding gelas diambil menggunakan kuas. Telur diinfestasikan pada pakan buatan dengan tujuan agar larva yang keluar langsung 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 nipagin (metil paraben) yang dimasak menggunakan *aquadest* yang telah dididihkan (Heriza, 2005). Nampan yang berisi pakan larva kemudian diletakkan di dalam nampan besar yang telah diisi serbuk gergaji setebal 3 cm kemudian nampan besar ditutup dengan kain. Serbuk gergaji digunakan sebagai media hidup pupa.

Uji Pengaruh Jamur *B. bassiana* terhadap Mortalitas dan Perkembangan Lalat buah

Empat suspensi jamur *B. bassiana* dengan kerapatan spora 1×10^{10} , 1×10^8 , 1×10^7 , 1×10^6 spora/ml yang dilarutkan dengan air serta kontrol berupa *aquadest* diaplikasikan secara terpisah pada sangkar yang berisi 50 ekor larva instar 3 *B. carambolae*. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 10 hari untuk mencatat mortalitas dan perkembangan lalat buah. Serangga yang mati diambil kemudian disimpan dalam cawan Petri yang dilembabkan untuk melihat apakah mortalitas disebabkan oleh infeksi dari *B. bassiana*. Tubuh serangga yang mati karena infeksi jamur *B. bassiana* tertutup oleh hifa jamur yang berwarna putih. Dari hasil pengujian ini diperoleh angka LC_{50} yang digunakan sebagai acuan perlakuan uji kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan PPS (buprofezin).

Uji Pengaruh Buprofezin terhadap Mortalitas dan Perkembangan Lalat buah

Perlakuan terdiri dari lima suspensi buprofezin masing-masing dengan konsentrasi $10 \mu\text{g/ml}$, $20 \mu\text{g/ml}$, $40 \mu\text{g/ml}$, $100 \mu\text{g/ml}$ dan $200 \mu\text{g/ml}$ yang dilarutkan dengan air dan kontrol berupa *aquadest* diulang sebanyak 3 kali ulangan. Setiap perlakuan diaplikasikan secara terpisah pada sangkar yang berisi 50 ekor larva lalat buah instar 3 dengan cara disemprotkan ke tubuh larva lalat buah dengan volume semprot 5ml . Pengamatan dilakukan setiap hari selama 10 hari untuk mencatat mortalitas dan perkembangan lalat buah. Dari hasil pengujian ini diperoleh angka LC_{50} yang digunakan sebagai acuan perlakuan uji kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan PPS (buprofezin).

Uji Pengaruh Kombinasi Jamur Entomopatogen *B. bassiana* dan Buprofezin terhadap Mortalitas dan Perkembangan Lalat buah

Uji ini dilakukan dengan pencampuran jamur entomopatogen *B. bassiana* dengan buprofezin (1:1) masing-masing dengan konsentrasi yang didapatkan hasil perhitungan LC_{50} pada pengujian sebelumnya. Campuran tersebut disemprotkan ke larva dengan volume semprot 5ml , beserta kontrol berupa air dan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Setiap perlakuan diaplikasikan secara terpisah pada sangkar yang berisi 50 ekor larva lalat buah instar 3. Mortalitas larva dan perkembangan lalat buah diamati setiap hari selama 10 hari.

Analisis Data

Nilai mortalitas dari masing-masing pengujian dikoreksi menggunakan rumus Abbot (1925), kemudian sebaran nilai mortalitas yang terkoreksi diuji menggunakan uji keseragaman Shapiro Wilk. Jika sebaran data tidak normal, data disuaikan dengan transformasi Arcsin. Selanjutnya nilai mortalitas lalat buah diuji menggunakan analisis sidik ragam satu jalur (uji F) dengan

taraf 5% diikuti dengan uji yang beda nyata jujur (Tukey HSD) dengan taraf 5%. Nilai LC_{50} pada perlakuan aplikasi tunggal diperoleh dengan menggunakan analisa probit dengan batas kepercayaan 95%. Semua metode analisis data menggunakan program SPSS 16.0 for Windows (SPSS Inc, 2007) dan Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corp. 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

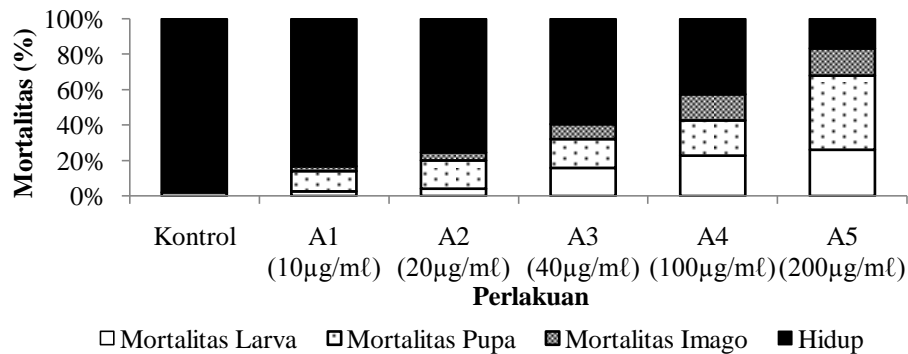
Pengaruh PPS Buprofezin terhadap Mortalitas dan Perkembangan Lalat Buah

Pada 10 hari setelah aplikasi mortalitas kumulatif lalat buah pada semua perlakuan umumnya meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi buprofezin (Gambar 1).

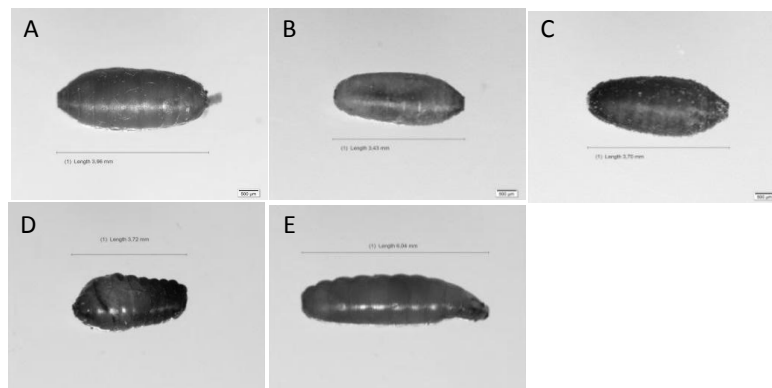
Persentase mortalitas pada stadia larva, pupa dan imago masing-masing sebesar

2-22%, 7-27% dan 1-6%. Mortalitas pupa lalat buah memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan stadia lalat buah yang lain. Hal ini menunjukkan selektivitas buprofezin terhadap lalat buah, salah satu penyebab mortalitas pupa adalah terjadinya malformasi pada pupa. Kelainan atau perubahan bentuk meliputi puparium yang transparan, pupa yang terdistorsi, pupa dengan bagian ujung yang kehitaman serta pupa larviform (Gambar 2).

Analisis sidik ragam menunjukkan aplikasi PPS buprofezin berpengaruh nyata pada malformasi pupa. Nilai rerata malformasi pupa cenderung meningkat dengan peningkatan konsentrasi aplikasi buprofezin. Pada Tabel 1 dapat dilihat perlakuan $200\mu\text{g/ml}$ menyebabkan malformasi pupa tertinggi yaitu 65,44% sedangkan perlakuan $10\mu\text{g/ml}$ menyebabkan malformasi pupa sebesar 47,33%.



Gambar 1. Persentase mortalitas kumulatif lalat buah pada 10 hari setelah aplikasi buprofezin

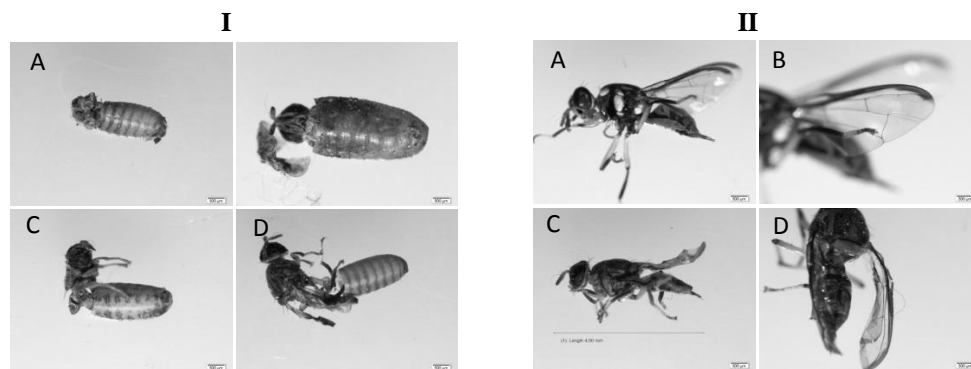


Gambar 2. Perubahan bentuk pupa lalat buah (A) pupa normal, (B) pupa dengan puparium transparan, (C) pupa dengan ujung yang kehitaman, (D) pupa terdistorsi, (E) pupa larviform

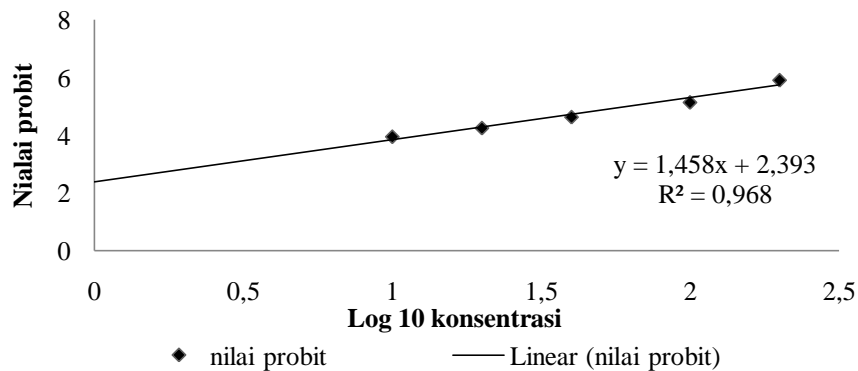
Tabel 1. Rerata persentase malformasi pupa lalat buah pada 10 hari setelah aplikasi PPS buprofezin

Perlakuan	Malformasi (%)
Kontrol (aquadest)	0,00a
10µg/ml	47,33a
20µg/ml	47,77a
40µg/ml	49,16a
100µg/ml	57,91ab
200µg/ml	65,44b

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata pada uji BNJ Tukey HSD dengan taraf 5%
 - Untuk keperluan analisis data telah ditransformasikan ke $\text{Arcsin } \sqrt{x + 0,5}$



Gambar 3. Perubahan bentuk imago lalat buah. I. (A-D) imago yang gagal keluar, II. imago. (A) imago normal, (B) sayap yang sempurna, (C) imago dengan sayap yang berkembang tidak sempurna, (D) sayap yang terbentuk tidak sempurna

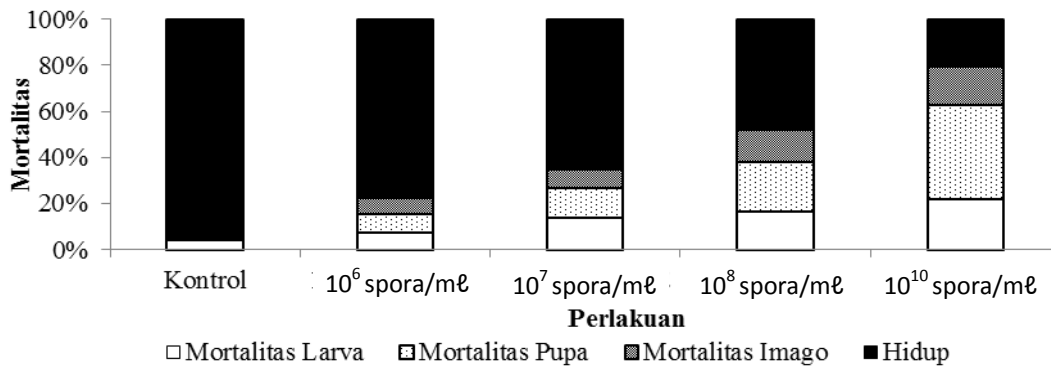


Gambar 4. Analisis probit buprofezin pada berbagai konsentrasi bahan aktif

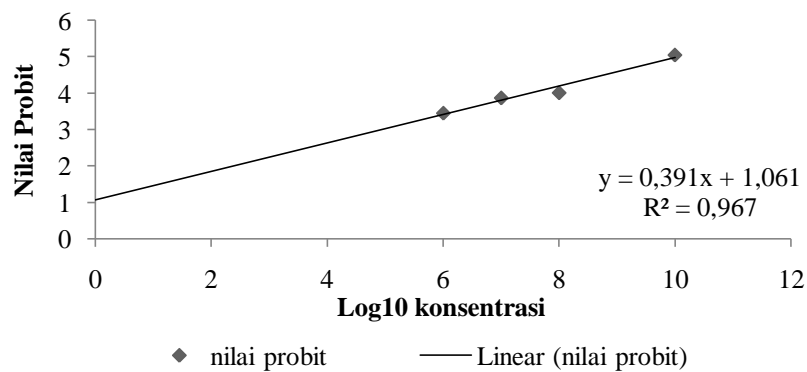
Kematian yang terjadi pada imago lalat buah disebabkan oleh kegagalan munculnya imago dan kelainan morfologis pada imago lalat buah. Kelainan yang terjadi meliputi sayap atau tungkai yang berkembang tidak sempurna (Gambar 3).

Berdasarkan dari hasil analisis probit dapat diketahui bahwa LC_{50} buprofezin diperoleh pada $59,98\mu\text{g b.a/ml}$ dengan

persamaan $y = 1.4582x + 2.393$ dan nilai R^2 sebesar 0,9685 (Gambar 4). Hal ini menunjukkan efek *knock down* buprofezin terhadap lalat buah yang rendah. Nilai LC_{50} digunakan sebagai acuan untuk pengujian pengaruh kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan buprofezin terhadap mortalitas dan perkembangan lalat buah.



Gambar 5. Persentase mortalitas kumulatif lalat buah pada setiap fase setelah 10 hari aplikasi *B. bassiana*



Gambar 6. Analisis probit jamur entomopatogen *B. bassiana*

Pengaruh Jamur Entomopatogen *B. bassiana* terhadap Mortalitas dan Perkembangan Lalat Buah

Mortalitas pada fase pupa tertinggi terdapat pada lalat buah yang diaplikasi jamur entomopatogen (Gambar 5). Trend mortalitas umumnya meningkat sesuai dengan peningkatan kerapatan spora. Persentase mortalitas tertinggi terdapat pada fase pupa yang mencapai 4-20% dari total persentase mortalitas lalat buah.

Hasil analisis probit terhadap konsentrasi aplikasi jamur entomopatogen dapat diketahui bahwa nilai LC_{50} *B. bassiana* berada pada rentang kerapatan spora 1×10^{10} spora/ml dengan nilai R^2 sebesar 0,96 (Gambar 6.). Nilai LC_{50} digunakan sebagai acuan untuk pengujian pengaruh kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan buprofezin terhadap mortalitas dan perkembangan lalat buah.

Pengaruh Kombinasi Jamur Entomopatogen *B. bassiana* dan PPS Buprofezin terhadap Mortalitas dan Perkembangan Lalat Buah

Persentase mortalitas kumulatif lalat buah setelah aplikasi kombinasi *B. bassiana* dengan buprofezin disajikan pada Tabel 2. Pada perlakuan tunggal aplikasi buprofezin tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap mortalitas lalat buah. aplikasi tunggal buprofezin menyebabkan mortalitas terendah yaitu sebesar 29,47%. Hal ini menunjukkan efek *knock down* buprofezin ringan terhadap lalat buah. Mortalitas tertinggi disebabkan oleh aplikasi tunggal jamur *B. bassiana* dengan kerapatan 1×10^{10} spora/ml yaitu sebesar 44,53%. Tidak ditemukan gejala mikosis pada aplikasi kombinasi buprofezin dan *B. bassiana*.

Tabel 2. Persentase mortalitas kumulatif lalat buah pada 10 hari setelah aplikasi kombinasi *B. bassiana* dengan buprofezin

Perlakuan	Mortalitas (%)
Kontrol (aquadest)	2,67a
60µg b.a/ml + 10 ¹⁰ spora/ml	39,87b
60µg b.a/ml	29,47a
10 ¹⁰ spora/ml	44,53c

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata pada uji BNJ Tukey HSD dengan taraf 5%
 - Untuk keperluan analisis data telah ditransformasikan ke Arcsin \sqrt{x}

Tabel 3. Rerata malformasi pupa lalat buah pada aplikasi kombinasi *B.bassiana* dengan PPS buprofezin

Perlakuan	Malformasi Pupa (%)
Kontrol (aquadest)	0,00a
60µg b.a/ml + 1010spora/ml	56,05b
60µg b.a/ml	47,62b
1010 spora/ml	0,00a

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh nyata pada uji BNJ Tukey HSD dengan taraf 5%
 - Untuk keperluan analisis data telah ditransformasikan ke Arcsin $\sqrt{x + 0,5}$

Penambahan PPS buprofezin, pada aplikasi kombinasi menyebabkan perubahan atau kelainan bentuk pupa. Hasil analisis sidik ragam terhadap rerata persentase malformasi pupa lalat buah setelah aplikasi kombinasi jamur entomopatogen dan PPS buprofezin menunjukkan pengaruh tidak nyata. Rerata persentase malformasi pupa lalat buah setelah aplikasi kombinasi jamur entomopatogen dan PPS buprofezin disajikan pada Tabel 3.

Pada penelitian ini diketahui bahwa kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan PPS berbahan aktif buprofezin mampu menyebabkan mortalitas pada lalat buah lebih rendah (39,87%) dibandingkan pada aplikasi tunggal jamur *B.bassiana* (44,53%) serta menyebabkan perubahan bentuk pada pupa lalat buah sebesar 44,09%. Tetapi kombinasi aplikasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan buprofezin menyebabkan malformasi pada pupa dan imago sehingga mampu menurunkan kemampuan bertahan hidup dari lalat buah.

Nilai LC₅₀ jamur *B. bassiana* adalah pada kerapatan spora 10¹⁰ spora/ml diduga disebabkan umur biakan yang masih awal yaitu 7 HSI serta kondisi biakan jamur *B. bassiana* yang tidak optimal sehingga menurunkan viabilitas biakan jamur *B. bassiana*. Pada metode perbanyakan yang digunakan Mar, *et. al.* (2012), konidia dipanen ketika usia biakan 14 HSI, sedangkan Malarvannan, *et. al.* (2010) menggunakan konidia yang dipanen dari isolat yang telah dibiakkan pada media PDA selama 15 hari dan kemudian disimpan pada 25±1°C dengan kelembaban relatif 70-75%. Menurut Wiryadiputra (1994) pertumbuhan optimal jamur *B. bassiana* pada suhu 20-25°C dan konidia akan tumbuh baik dan optimum pada kelembaban relatif 80-92%.

Nilai LC₅₀ pada buprofezin yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan hasil yang serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Tiwari *et. al* (2012) yaitu nilai LC₅₀ buprofezin yang diaplikasikan pada nimfa instar 3 kutu jeruk *Diaphorina citri* Kuwayama masing-masing sebesar

21,25-33,85%. Pada penelitian ini terjadi penurunan efektifitas buprofezin pada LC₅₀ menjadi 24,91%. Hal ini diduga disebabkan karena penyimpanan larutan buprofezin yang terlalu lama sehingga menyebabkan terjadinya pengendapan dari formulasi dasar pestisida. Selain itu penurunan efektifitas pestisida dapat disebabkan karena kurang tercampurnya pestisida dengan pelarut. Penggunaan pelarut dan perekat yang tepat menjadi salah satu tolak ukur keefektifan aplikasi pestisida.

Hasil pengamatan didapatkan malformasi larva, pupa dan imago pada perlakuan aplikasi PPS buprofezin. Buprofezin tidak mematikan serangga secara langsung melainkan menghambat proses pembentukan khitin, dan menghambat kinerja prostaglandin yang menyebabkan kegagalan ekdisis. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Khater (2012) yaitu larva lalat rumah *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae) yang terpapar benzophenylurea (BPU) dengan dosis 1ppm mengalami malformasi larva dan pupa masing-masing sebesar 23,3 dan 56,5%, dan mengurangi kemunculan imago sebesar 66,7%. Penyimpangan bentuk yang terjadi meliputi penyusutan ukuran, larva yang menjadi lunak dan larva dengan kutikula yang tipis. Sedangkan penyimpangan bentuk pada pupa meliputi pupa terdistorsi dan kegagalan ekdisis imago. Dhadialla (2005) mengemukakan bahwa cara kerja buprofezin serupa dengan BPU walaupun memiliki struktur kimia yang berbeda. Buprofezin menghambat penggabungan ³H-glucose and GlcNAc menjadi khitin. Sebagai akibat kekurangan khitin, prokutikula pada larva yang telah terpapar kehilangan elastisitas sehingga serangga tersebut tidak dapat berganti kulit. Selain itu, buprofezin juga dapat berfungsi sebagai penghambat prostaglandin yang dapat mengakibatkan tekanan pada proses ekdisis dan menurunkan sintesis DNA. Untuk keperluan penelitian serupa selanjutnya sebaiknya dilakukan uji viabilitas, uji pertumbuhan vegetatif serta uji

kompatibilitas pada aplikasi kombinasi antara jamur entomopatogen *B. bassiana* dan pengatur pertumbuhan serangga berbahan aktif buprofezin (10¹⁰ spora/ ml dan 60µg b.a/ml). Selain itu pengkondisian pada penyimpanan dan usia isolat jamur entomopatogen *B. bassiana* merupakan salah satu faktor penentu keefektifan aplikasi jamur entomopatogen *B. bassiana*.

KESIMPULAN

Aplikasi kombinasi antara jamur entomopatogen *B. bassiana* (10¹⁰ spora/ml) dan PPS berbahan aktif buprofezin (60µg b.a/ml) menurunkan persentase mortalitas lalat buah sebesar 4,73% dibandingkan dengan aplikasi tunggal *B. bassiana*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dan PPS berbahan aktif buprofezin tidak efektif untuk pengendalian lalat buah

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W.S. 1925. A Methods of Computing The Effectiveness on an Insecticide. *J Econ, Ent.* 18:56-267.
- Brown, A. E. 2005. *Insecticides and Related Pest Control Chemicals for Production Agriculture, Ornamentals, and Turf.* Pesticide Information Leaflet No. 43
- Dhadialla, T.S., A Retnakaran, G. Smaghee. 2005. *Insect Growth and Development Disrupting Insecticide.* Elsevier BV. Indianapolis, USA. p 37-44.
- 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.
- Jin, S.F, M.G. Feng, S.H. Ying, W.J. Mu and J.Q. Chen. 2009. *Evaluation Of Alternative Rice Planthopper Control*

- By The Combined Action Of Oil-Formulated *Metarhizium Anisopliae* And Low-Rate Buprofezin. Pest Management Article. 67:36-43
- Khater, H.F. 2012. Ecosmart Biorational Insecticides: Alternative Insect Control Strategies, Insecticides-Advances in Integrated Pest Management, Farzana Perveen (Ed.), ISBN:978-953-307-780-2, InTech, Available at <http://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/ecosmart-biorational-insecticides-alternative-insect-control-strategies.html>. Verified 27 Februari 2013.
- Malarvannan, P. D. Murali, S.P. Shanthakumar, V.R. Prabavathy dan S. Nair. 2010. Laboratory Evaluation Of The Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* against the Tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* Fabricius (Noctuidae: Lepidoptera). Journal of Biopesticides 3(1 Special Issue):126-131.
- Nasreen, A.G. Mustafa and M. Ashfaq. 2005. Mortality of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) after exposure to some insecticides; laboratory studies. South Pacific Studies. 26(1):4.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Cendawan Entomopatogen Untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. Jurnal Litbang Pertanian. 25(2):47-54
- Siddall, J.B. 1976. Insect growth regulators and insect control: A critical appraisal. Environ. Health Press.14:119-126.
- Tiwari, S. 2012. Effects Of Buprofezin And Diflubenzuron On Various Developmental Stages Of Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*. Pest Manag Sci. 68:1405 – 1412
- Wiryadi Putra, S. 1994. Prospek dan Kendala Pengembangan Jamur *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Hayati. Pelita Perkebunan. 10(3): 92 – 99