

Patogenitas Isolat Jamur Entomopatogenik *Metarhizium anisopliae* terhadap Lalat Rumah *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)

Noni Yunizar¹, Rahmawati¹, Kustiati¹*

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*Email korespondensi: kustiati@fmipa.untan.ac.id

Abstract

Metarhizium anisopliae is one of the entomopathogenic fungi that can be used to control house fly, *Musca domestica*. The aim of this study is to determine the effectiveness of fungus *Metarhizium anisopliae* in killing house flies. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatment concentration of *Metarhizium anisopliae* fungal suspension concentration of 1×10^6 conidia/mL, 3×10^6 conidia/mL, 5×10^6 conidia/mL, 7×10^6 conidia/mL, 9×10^6 conidia/mL with each repetition three times. The fungal pathogenicity was determined by the lethal time of 50% flies (LT₅₀) for each concentration using Probit analysis. The result of this study showed that the time required to killing 50% of flies in consecutive concentrations was 7 days with concentrations ranging from 3×10^6 conidia/mL until 5×10^6 conidia/mL. In conclusion, the fungus *Metarhizium anisopliae* is effectively deadly pest house flies *Musca domestica*.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*, *Musca domestica*, entomopathogen, biological control.

PENDAHULUAN

Musca domestica atau lalat rumah merupakan salah satu serangga yang banyak terdapat di seluruh dunia. Sekitar 95% dari berbagai spesies lalat yang sering dijumpai di sekitar rumah dan kandang peternakan adalah lalat spesies ini. Lalat rumah dianggap sebagai serangga pengganggu di bidang kesehatan, karena merupakan vektor mekanis beberapa penyakit pada manusia dan hewan yang disebabkan oleh virus, bakteri, protozoa, dan cacing. Selain berperan dalam penularan dan penyebaran patogen, lalat rumah juga dapat menimbulkan ketidaknyamanan dari kebersihan (Lestari *et al.*, 2005).

Hingga saat ini, salah satu cara yang paling sering dilakukan untuk mengendalikan lalat rumah adalah dengan menggunakan insektisida. Namun, penggunaan insektisida tersebut telah menimbulkan resistensi pada lalat rumah. Selain secara kimiawi, pengendalian lalat rumah dapat dilakukan secara biologi dengan menggunakan agen biologi, seperti jamur mikroskopis. Beberapa penelitian telah berhasil mengisolasi berbagai jamur entomopatogen yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama seperti *Beauveria bassiana*, *Duddingtonia flagrans*, dan *Metarhizium* sp. Jamur *Metarhizium* sp. tergolong paling umum digunakan karena efektif dalam berbagai tingkat perkembangan serangga mulai dari telur, larva, pupa dan imago. Hal ini karena jamur *M. anisopliae* dilaporkan bersifat toksik

terhadap serangga seperti nimfa *Sogatella frucifera*, (Herlinda *et al.*, 2008) dan telur *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygalidae) (Samuels *et al.*, 2002), serta larva *Phragmatoecia castanae* (Prasasya, 2008).

Penggunaan agen hayati jamur entomopatogen sebagai pestisida biologi diharapkan dapat menjadi solusi untuk pengendalian serangga tanpa menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu jamur entomopatogen yang potensial digunakan sebagai agen hayati adalah *M. anisopliae*. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Amiruddin (2012) menunjukkan bahwa persentase kematian tertinggi larva lalat *Musca domestica* dengan jamur *M. anisopliae* pada konsentrasi $5,1 \times 10^{10}$ konidia/mL mencapai 93,33%. Penelitian efek jamur patogenik *M. anisopliae* terhadap imago lalat rumah belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan aplikasi isolat jamur *M. anisopliae* terhadap imago lalat *Musca domestica*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2017 hingga Februari 2018 di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Zoologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Cara Kerja

Sterilisasi alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian, seperti cawan petri, gelas ukur, dan tabung reaksi dicuci

menggunakan deterjen lalu dibilas dengan air hingga bersih dan dibiarkan kering. Peralatan yang telah kering kemudian dibungkus dengan kertas merang dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan dua atm selama 15 menit.

Pembuatan Medium PDA (Patato Dextrose Agar)
Sebanyak 19,5 gram serbuk medium PDA dimasukkan ke dalam gelas beker, kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai 500 ml selanjutnya dipanaskan hingga mendidih. Medium PDA yang telah mendidih ditambahkan dengan 1 ml larutan *Ciprofloxacin* (250mg dalam 100 ml akuades) yang berfungsi sebagai antibakteri, kemudian dihomogenkan. Medium PDA tersebut disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 2 atm selama 15 menit. Medium PDA yang telah steril dituang secara aseptis sebanyak ±15 ml ke dalam cawan petri. Cawan petri yang berisi medium PDA ditutup dan dibiarkan selama 15 menit hingga medium PDA memadat.

Pembiakan Jamur Metarhizium anisopliae
Isolat jamur *Metarhizium anisopliae* yang diperoleh dari BPTP (Badan Proteksi Tanaman Perkebunan) hasil isolasi dari *Orytes rhinoceros*, ditumbuhkan dalam medium PDA pada suhu 26°C selama 14 hari menggunakan metode tusuk. Pada awal pertumbuhan koloni jamur ini berwarna putih, setelah 14 hari mulai tumbuh banyak dan berubah menjadi warna hijau gelap saat konidia matang yang menandakan bahwa jamur tersebut siap untuk diujikan terhadap lalat *Musca domestica*

Pemeliharaan Lalat Musca domestica
Lalat rumah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tempat pembuangan sampah sementara pasar, tempat pembuangan akhir dan peternakan yang berada di Pontianak. Sampel lalat rumah dari populasi lapangan dipelihara dalam kotak kasa berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm di laboratorium pada suhu ruangan. Lalat rumah yang digunakan sebagai hewan uji merupakan generasi pertama hasil perkembangbiakan di laboratorium. Pakan imago terdiri atas campuran susu bubuk 50 gram, ragi 1 gram dan gula 50 gram diberikan secara berlebihan dalam wadah terpisah dengan air untuk minum. Setiap populasi disediakan *ovitrap* dengan menggunakan tisu yang sudah dibasahi susu 5% sebagai tempat perletakkan telur bagi lalat betina. Setelah 24 jam, *ovitrap* yang telah mengandung larva instar pertama dipindahkan ke medium larva yang terdiri atas campuran dedak dan pakan ayam dengan perbandingan 2:1 dan dicampur dengan 3 bagian

air, hingga menjadi pupa. Pupa dipelihara dalam kurungan terpisah hingga muncul menjadi imago lalat rumah dan lalat yang sudah berumur 5–6 hari selanjutnya digunakan sebagai lalat percobaan (Kustiati *et al.*, 2016).

Pembuatan Suspensi dan Penghitungan Spora Jamur Metarhizium anisopliae

Pembuatan suspensi konidia dilakukan dengan cara mengambil koloni jamur dari biakan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 30 ml aquades steril, selanjutnya divorteks sampai seluruh jamur menjadi homogen. Suspensi yang telah terbentuk digunakan sebagai stok dan dihitung jumlah sporanya menggunakan haemositometer dengan mikroskop. Perhitungan spora jamur *Metarhizium anisopliae* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{t}{n \times 0,25} \times 10^6$$

C adalah kerapatan spora per ml larutan, t adalah jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati, n adalah jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil), dan 0,25 adalah faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil *haemocytometer*.

Uji Hayati

Sebelum dilakukan uji hayati, terlebih dahulu dipersiapkan lima larutan perlakuan konsentrasi suspensi jamur anggota spesies *M.anisopliae*, yaitu 1×10^6 , 3×10^6 , 5×10^6 , 7×10^6 , 9×10^6 konidia/ml akuades dalam tabung reaksi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V1.N1 = V2.N2$$

keterangan:

V1: Volume awal suspensi jamur *M.anisopliae* (ml)

N1: Konsentrasi awal suspensi jamur *M.anisopliae* (spora/ml)

V2: Volume pengeceran media uji (ml), total volume 10 (ml)

N2: Konsentrasi pengeceran jamur *Metarhizium anisopliae* (spora/ml)

Lima tabung reaksi yang masing-masing telah diisi dengan 9 ml, 7 ml, 5 ml, 3 ml dan 1 ml aquades dimasukkan suspensi jamur anggota spesies *Metarhizium anisopliae* berturut-turut 1 ml, 3 ml, 5 ml, 7 ml, dan 9 ml. Penginfeksi lalat uji diberikan sebagai minum. Sebanyak 3 ml dari tiap-tiap perlakuan disemprotkan pada cawan kecil dan diletakan dalam toples perlakuan. Selanjutnya, ke dalam toples perlakuan, yang sudah berisi larutan perlakuan dan gula pakan

serta ditutup dengan menggunakan potongan *stocking* berbahan kain katun, dimasukkan 10 individu lalat uji. Toples berisi lalat dengan hanya diberi akuades digunakan sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali setelah perlakuan selama 14 hari. Jumlah lalat yang mati dicatat, kemudian diinkubasi dan diisolasi jamur yang tumbuh pada tubuh lalat untuk dilakukan pengamatan secara mikroskopis.

Analisis Data

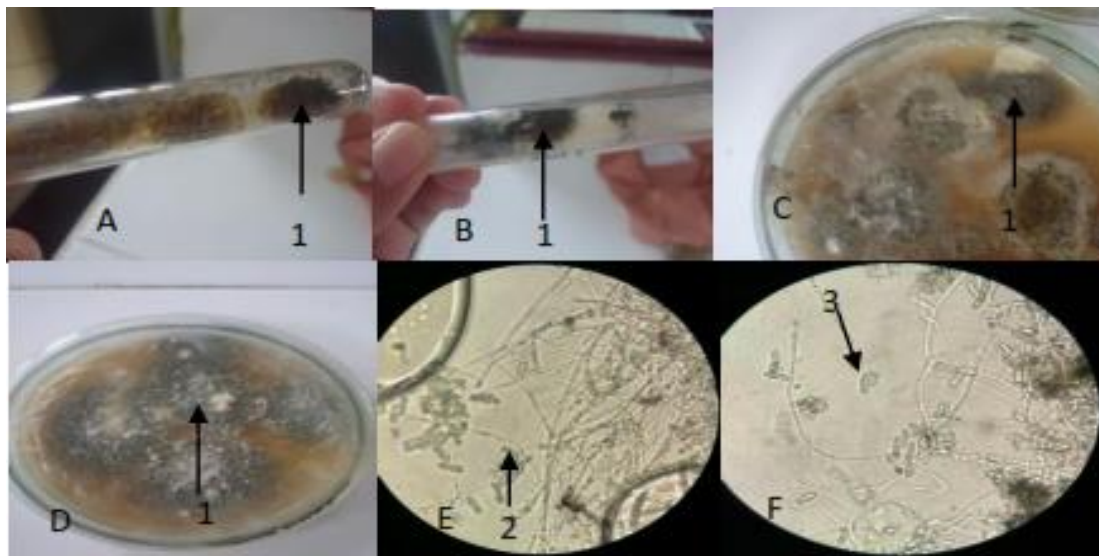
Data berupa jumlah kematian lalat setiap harinya dianalisis secara probit dengan bantuan software Microsoft Excel 2010 untuk menentukan nilai waktu kematian 50% (LT_{50}) untuk tiap – tiap konsentrasi perlakuan (Finney, 1971 dalam Amiruddin *et al.*, 2012). Setelah nilai waktu kematian 50% (LT_{50}) diperoleh kemudian data dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakter Morfologis Isolat Jamur anggota spesies *Metarhizium anisopliae*

Hasil pengamatan secara makroskopis karakteristik koloni jamur anggota spesies *M. anisopliae* strain *Orytes rhinoceros* yang akan digunakan untuk menginfeksi lalat tampak berwarna hijau gelap. Sedangkan secara mikroskopis, jamur memiliki miselium bersekat, dan konidiofor bercabang yang dipenuhi spora atau disebut konidia, yang berbentuk bulat lonjong. Isolat koloni jamur anggota spesies *M. anisopliae* yang tumbuh pada lalat rumah setelah perlakuan memiliki karakter yang sama dengan koloni jamur anggota spesies *M. anisopliae* strain *Orytes rhinoceros* (Gambar 1).



Gambar 1. Morfologi jamur anggota spesies *Metarhizium anisopliae* secara makroskopis. A. Isolat jamur anggota spesies *M. anisopliae* berasal dari *O. rhinoceros* berumur 28 hari, B. Isolat jamur anggota spesies *M. anisopliae* yang tumbuh dari *M. domestica* setelah terinfeksi *M. anisopliae* berasal dari *O. rhinoceros* berumur 21 hari, C. Isolat jamur anggota spesies *M. anisopliae* berasal dari *O. rhinoceros* berumur 14 hari, D. Isolat jamur anggota spesies *M. anisopliae* yang tumbuh dari *M. domestica* setelah terinfeksi berumur 14 hari, E. & F. Pengamatan secara mikroskopis (perbesaran 400x), 1. Koloni jamur anggota spesies *M. anisopliae*, 2. Miselium jamur anggota spesies *M. anisopliae*, 3. Konidia jamur anggota spesies *M. anisopliae*.

Siklus hidup lalat *Musca domestica*

Hasil pengamatan siklus hidup lalat *Musca domestica* dimulai dari periode telur hingga menjadi imago dari masing-masing populasi memiliki perbedaan waktu untuk tumbuh. Lalat

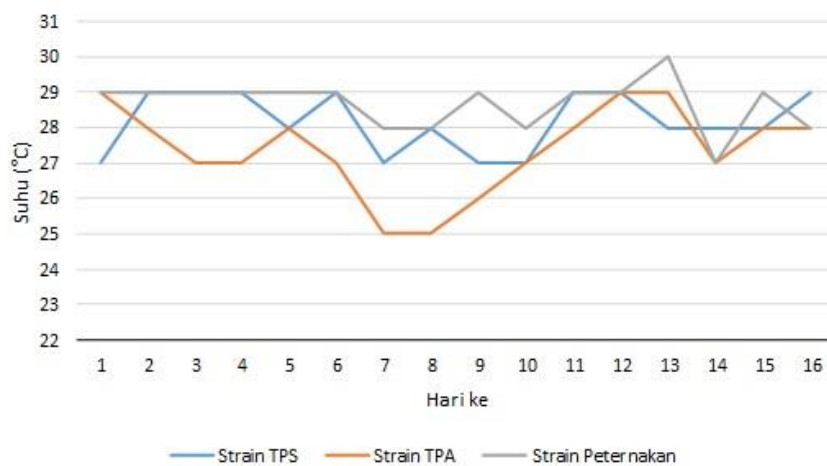
rumah yang dikoleksi dari TPA menyelesaikan perkembangannya dari telur menjadi imago lebih lama dibandingkan lalat rumah yang dikoleksi dari TPS dan peternakan ayam (Tabel.1).

Tabel 1. Siklus hidup lalat *Musca domestica*

Asal Populasi Lalat Rumah	Telur (jam)	Larva (jam)			Pupa (hari)
		Instar 1	Instar 2	Instar 3	
TPS Pasar	7-8	23 – 25	47 – 49	95 – 97	6- 8
TPA	6-7	23 – 25	71 – 73	119-121	6 – 8
Perternakan Ayam	6-7	23 – 25	47 – 49	95 – 97	5 – 7

Perbedaan waktu perkembangan lalat rumah disebabkan oleh suhu lingkungan. Pemeliharaan lalat rumah yang diambil dari TPS pada tanggal 10–26 September 2017, dengan kisaran suhu ruang 27–29°C. Pemeliharaan lalat rumah yang diambil dari tempat pembuangan sampah akhir

pada tanggal 3–18 November 2017 dengan kisaran suhu 25–29°C. Pemeliharaan lalat rumah yang diambil dari peternakan ayam dilaksanakan pada tanggal 15–30 Desember 2017 dengan kisaran 27–30°C. Pengukuran suhu ruang di Laboratorium Zoologi (Gambar 2).



Gambar 2. Suhu harian pemeliharaan lalat *M.domestica*

Tabel 2. Uji Hayati *Metarhizium anisopliae* terhadap lalat *Musca domestica*

Konsentrasi (konidia/ml)	Strain Lalat Rumah					
	TPS Pasar		TPA		Perternakan Ayam	
	LT ₅₀ (FI 95%)	Slope ± SD	LT ₅₀ (FI 95%)	Slope ± SD	LT ₅₀ (FI 95%)	Slope ± SD
1x10 ⁶	8,68 (7,77 – 9,70)	5,542 ± 0,18	7,99 (6,32 – 10,11)	2,196 ± 0,45	9,93 (7,42 – 13,30)	1,753 ± 0,57
3x10 ⁶	7,45 (6,05 – 9,18)	2,520 ± 0,39	9,91 (7,73 – 12,70)	2,097 ± 2,95	8,30 (6,40 – 10,77)	1,971 ± 0,50
5x10 ⁶	8,02 (7,23 – 8,86)	6,462 ± 0,15	7,14 (5,63 – 9,05)	2,166 ± 0,46	7,74 (5,99 – 9,98)	2,005 ± 0,49
7x10 ⁶	7,77 (6,96 – 8,69)	5,621 ± 0,18	7,12 (5,43 – 9,34)	1,869 ± 0,53	6,99 (5,07 – 9,65)	1,551 ± 0,65
9x10 ⁶	5,59 (4,75 – 6,59)	3,440 ± 0,29	9,63 (7,17 – 12,92)	1,731 ± 0,58	7,07 (5,75 – 8,70)	2,554 ± 0,39

Uji Hayati Jamur M. anisopliae terhadap Lalat Musca domestica

Hasil pengamatan uji hayati jamur anggota spesies *Metarhizium anisopliae* terhadap lalat rumah *M. domestica*, memiliki nilai LT_{50} yang berbeda dari masing-masing populasi lalat rumah (Tabel 2).

Pembahasan

Karakteristik koloni jamur *Metarhizium anisopliae* yang diisolasi dari *Orytes rhinoceros* sebagai koloni awal dan jamur *M. anisopliae* setelah diinfeksi pada lalat *Musca domestica* memiliki ciri karakter miselium dan konidia yang sama, hal ini menunjukkan bahwa isolat jamur *M. anisopliae* yang menginfeksi lalat rumah *M. domestica* adalah berasal dari isolat jamur spesies *M. anisopliae* strain *O. rhinoceros*. Pertumbuhan koloni jamur anggota spesies *M. anisopliae* berwarna putih di awal pertumbuhan. Warna koloni menjadi hijau tua menandakan bahwa konidia sudah matang ketika berumur 7 hari.

Hasil pengamatan uji hayati dari jamur *M. anisopliae* efektif terhadap imago lalat *M. domestica* karena menyebabkan mortalitas sebesar 50% dalam waktu 7 hari dari hari penginfeksian jamur entomopatogen dengan konsentrasi yaitu 3×10^6 konidia/ml– 5×10^6 konidia/ml. Amiruddin (2012) melakukan uji hayati jamur anggota spesies *M. anisopliae* terhadap lalat *M. domestica* pada fase larva dengan konsentrasi $8,317 \times 10^6$ konidia/ml dapat menyebabkan mortalitas lalat sebesar 50% .

Waktu efektif yang diperlukan untuk mematikan hewan uji strain TPS sebanyak 50% dengan konsentrasi 3×10^6 konidia/ml dan dengan slope 2,520 yaitu 7,45 hari. Selanjutnya waktu efektif yang diperlukan untuk mematikan hewan uji populasi TPA sebanyak 50% dengan konsentrasi 5×10^6 konidia/ml dan slope 2,166 yaitu 7,14 hari. kemudian waktu efektif yang diperlukan untuk mematikan hewan uji populasi peternakan sebanyak 50% dengan konsentrasi 5×10^6 konidia/ml dan slope 2,005 yaitu 7,74 hari.

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa jamur *M. anisopliae* efektif bersifat patogen terhadap hewan uji populasi TPS dibandingkan hewan uji populasi TPA dan populasi peternakan, dilihat dari konsentrasi rendah mampu mematikan hewan uji dalam waktu 7 hari, sedangkan dengan konsentrasi yang sama hewan uji populasi TPA memiliki waktu lebih cepat dibandingkan hewan uji populasi peternakan. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan waktu perkembangan hewan uji yang

disebabkan oleh suhu lingkungan. Perkembangan siklus hidup lalat rumah dimulai dari fase telur hewan uji populasi TPS lebih lama karena suhu ruang rendah yaitu 27°C , hewan uji populasi TPA fase menjadi larva lebih lama arena suhu ruang $25-28^{\circ}\text{C}$, fase menjadi pupa lebih cepat terjadi pada hewan uji populasi TPS dengan suhu ruang 28°C , kemudian fase dari pupa menjadi imago lebih cepat terjadi pada hewan uji populasi TPS dengan suhu $28-29^{\circ}\text{C}$. Menurut Chapman JW & D Goulson (2000) semakin tinggi suhu semakin cepat perubahan larva instar ketiga menjadi pupa.

Jamur *M. anisopliae* mampu menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga antara tiga dan empat belas hari setelah infeksi, tergantung dari jenis dan ukuran (Widiyanti & Muyadihardja, 2004). Hewan serangga *Plutella xylostella* dengan konsentrasi lebih rendah dari konsentrasi hewan uji populasi TPS yaitu 1×10^6 konidia/ml dengan nilai LT_{50} yaitu 2,24 hari (Nunilahwati *et al.*, 2013), konsentrasi tinggi yaitu 10^7 konidia/ml terhadap serangga *Brontispa longissima* dengan nilai LT_{50} 25,67 jam (Irwan, 2016) dan *Conopomorpha cramerella* dengan nilai LT_{50} 3,4 hari (Trizelia, 2013). Konsentrasi serangga penyerbuk *Trigona* sp mematikan 50% pada konsentrasi 10^{10} konidia/ml (Yanti, 2013), sedangkan pada fase telur serangga *Spodoptera litura* mematikan sekitar 18,67-75,38% pada konsentrasi 10^8 konidia/ml (Trizelia, 2011). *M. anisopliae* mampu efektif mematikan serangga *Nephotettix virescent* Distant sebesar 87,75% (Rosmini dan Sri Anjar Lasmini, 2010).

Jamur *M. anisopliae* memiliki aktivitas larvisidal karena menghasilkan *cyclopeptida*, *destruxin* dan *desmethyldestrusin*. Jamur anggota spesies *M. anisopliae* menghasilkan endotoksin yang mematikan yaitu destruxins. Senyawa destruxin A, B, C, D, E dan *demethyl destruxintin* dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru. Efek *destruxin* berpengaruh pada organel target yaitu mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus yang menyebabkan parasitis sel dan kelainan fungsi terhadap lambung tengah, tubulus malphigi, hemocit dan jaringan otot (Widiyanti & Muyadihardja, 2004). Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa jamur *M. anisopliae* efektif sebagai jamur entomopatogen terhadap imago lalat *M. domestica*, hal ini ditunjukkan dari konsentrasi rendah dapat mematikan lalat uji sebesar 50% (LT_{50}) dan pertumbuhan jamur *M. anisopliae* pada lalat rumah yang sudah mati terinfeksi jamur anggota spesies *M. anisopliae*. Nilai LT_{50} pada populasi

lalat rumah pasar dahlia yaitu 7,45 hari dengan konsentrasi 3×10^6 konidia/ml. Populasi lalat rumah TPA Rasau LT₅₀ sebesar 7,14 hari dengan konsentrasi 5×10^6 konidia/ml dan populasi lalat rumah perternakan ayam LT₅₀ sebesar 7,74 hari dengan konsentrasi 5×10^6 konidia/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin M, Umrah & Alwi M, 2012, 'Keefektifan *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Pengendali hayati terhadap Larva Lalat *Musca domestica* L', *Biocelebes*, hlm. 48-55, ISSN: 1978-6417.
- Chapman JW & D Goulson, 'Environmental Versus Genetic Influence on Fluctuating Asymmetry in The House Fly, *Musca domestica*' *Biol. J. Linn*, 2000; 70,403 – 413, diakses tanggal 26 Mei 2018, <http://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2000.tb01231.x>.
- Herlinda, S., Hartono. Irsan, C. 2008. *Efikasi Bioinsektisida Formulasi Cair Berbahan Aktif Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. dan Metarhizium Sp. pada Wereng Punggung Putih (Sogatella furcifera Horv. Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2008, Palembang.*
- Irwan, 2016, 'Potensi Bioinsektisida Formulasi Cair Berbahan Aktif *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL dan *Metarhizium* sp. untuk Mengendalikan Wereng Coklat pada Tanaman Padi', *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, Vol. 5, no.3, hal. 25-30.
- Kustiati, Yusmalinar S, Susanti S, Rahayu R, Heriani N, Ahmad I, 2016, 'Resistensi lalat rumah *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae) dari empat kota di Indonesia terhadap permetrin dan propoksur', *Jurnal Entomologi Indonesia*, Vol. 12, no. 3, hal. 123-124.
- Lestari, Yuniar., Boewono, Damar T. dan Irvati, Susi, 2005, 'Efektivitas Ekstrak Etanol Beberapa Jenis Tanaman terhadap Mortalitas Lalat *Musca domestica* di laboratorium', *Sains Kesehatan*, Vol. 18, no. 1.
- Nunilahwati H, Herlinda S, Irsan C, Pujiastuti Y, Khodijah & Meidelima D, 2013, 'Uji Efikasi Bioinsektisida Jamur Entomopatogen Berformulasi Cair terhadap *Plutella xylostella* (L.) di Laboratorium', *J. HPT Tropika*, vol. 13, no. 1,hal. 52-60.
- Prasasya, 2008. *Uji Efikasi Jamur Entomopatogen Beauveria bassiana balsano dan Metarhizium anisopliae (Metch). Sorokin terhadap Mortalitas Larva Phragmatoecia castanae Hubner di Labolatorium*, Skripsi, Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Rosmini dan Lasmini S.A, 2010, 'Identifikasi Cendawan Entomopatogen Lokal dan Patogenitasnya terhadap Hama Wereng Hijau (*Nephotettix virescens* Distant.) Vektor Virus Tungro pada Tanaman Padi Sawah di Kabupaten Donggala', *Jurnal Agroland*, vol. 17, no. 3, hal. 205-212.
- Samuels, R.I, Coracini, D.L.A., Dos Santos, C.A. Martins, Gava, C.A.T. 2002. 'Infection of *Blissus antillus* Eggs by the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*'. *Biological Control* vol. 23, no. 3, hal. 269-273.
- Trizelia, Syahrawati, MY, dan Mardiah, A, 2011, 'Patogenitas Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap Telur *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae)', *J. Entomol. Indon.*, vol. 8, no. 1, hal. 45-54.
- Trizelia, Nurbailes, dan Ernawati, D, 2013, 'Virulensi Beberapa Isolat Jamur Entomopatogen *Metarhizium* SPP. terhadap Hama Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Gracillariidae)', *J.HPT Tropika*, vol. 13, no. 2, hal. 151-158.
- Widiyanti, Ni Luh P.M. dan Muyadihardja, S. 2004. *Uji Toksisitas Metarhizium anisopliae terhadap Larva Nyamuk Aedes Aegypti. Media Litbang Kesehatan Volume XIV Nomor 3 Tahun 2004.*
- Yanti, I, 2013, *Pengaruh Jamur Entomopatogen (Metarhizium anisopliae) terhadap Mortalitas Serangga Penyerbuk (Trigona sp.)*, Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung.