

Isolasi dan Uji Patogenitas Isolat Fungi Entomopatogen Terhadap Stadium Dewasa Nyamuk *Aedes aegypti*

SUPIYANTO*, EMANTIS ROSA, BAMBANG IRAWAN, NISMAL NUKMAL

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung

Diterima: 11 Maret 2019 - Disetujui: 12 April 2019
© 2019 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

This research aims to determine the effectiveness of four types of entomopathogenic fungi isolated from *Ae. aegypti* mosquitoes from Bandar Lampung to the mortality of adult stages of *Ae. aegypti* mosquitoes. This research was conducted in October 2018-January 2019 at the Microbiology Laboratory of FMIPA, University of Lampung. This research using factorial completely randomized design with two factor treatment. The first factor is type of isolate (*Mucor* sp., *Penicillium* sp., IL3 (unidentified), *Aspergillus* sp.) and second faktor is dilution (control, 10 (without dilution), 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³). Data were analyzed using ANOVA. If there are significant differences, then it is continued by the Duncan Test at the level of 5%. The results showed that the four types of fungi (*Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. and IL3) were able to cause mortality of *Ae. aegypti* mosquitoes with the highest killing power was in *Mucor* sp. 10 (without dilution) is 43.33%. But the most effective is *Mucor* sp. 10⁻³ because the highest dilution has been able to cause mosquito mortality by 30%.

Key words: *Ae. aegypti*, DHF, entomopathogenic fungi, isolate, dilution.

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus Dengue di beberapa negara tropis serta subtropis lainnya (Widiastuti & Kalimah, 2016). Vektor utama DBD yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk ini sangat efektif dalam penularan penyakit karena siklus hidupnya yang cepat dan menghisap darah berulang kali (*multy bitter*) selama siklus gonotropiknya (Sulistiorini, 2016).

Pengendalian terhadap populasi nyamuk *Ae. aegypti* telah banyak dilakukan mulai dari pengasapan (*fogging*), pemberantasan sarang nyamuk dan penggunaan bahan kimia sintetik.

Namun hal ini dapat menyebabkan resistensi nyamuk terhadap insktisida apabila penggunaannya dilakukan secara terus menerus. Di beberapa daerah, telah dilaporkan terjadi resistensi terhadap penggunaan bahan kimia. Diantara dampak tersebut, berpengaruh pada lingkungan serta menyebabkan kematian serangga non target (Widiastuti & Kalimah, 2016). Oleh sebab itu, perlu pengendalian secara hayati yaitu menggunakan fungi entomopatogen.

Fungi entomopatogen memiliki kelebihan diantaranya yaitu bersifat spesifik sehingga kemungkinan menyebabkan kematian serangga non target sangat kecil, dapat menyerang berbagai stadia (telur, larva, dan dewasa), relatif aman terhadap lingkungan dan kemungkinan menimbulkan resistensi sangat kecil (Irawan & Ekowati, 2017). Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu alternatif dalam mengatasi dan mengendalikan (biokontrol) populasi nyamuk di alam.

* *Alamat korespondensi:*

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. Blok A/17
Perumahan Nunyai Permai, Rajabasa. 082373982410.
Kode Pos: 35144. Telp.: +6282373982410.
E-mail: supiyanto1996@gmail.com.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 hingga Januari 2019 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

Isolasi dan Kultur Fungi Entomopatogen

Isolasi fungi menggunakan metode *moist chamber*. Nyamuk *Ae. aegypti* asal Bandar Lampung yang telah dimatikan dimasukkan ke dalam cawan petri lembab. Kemudian cawan ditutup rapat dan diinkubasi selama 1-2 minggu sampai tubuh nyamuk ditumbuhi fungi. Fungi yang telah tumbuh dimurnikan dan diambil 4 isolat fungi yang paling dominan. Kemudian fungi dikulturkan pada media PDA selama 21 hari dan diidentifikasi.

Perhitungan Kerapatan Spora

Perhitungan kerapatan spora menggunakan rumus Gabriel & Riyanto, (1989) sebagai berikut :

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

Keterangan:

C : kerapatan spora per ml larutan

t : jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati

n : jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)

0,25: faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada haemocytometer.

Bioassay

Nyamuk dewasa untuk uji pada penelitian ini berasal dari telur yang diperoleh dari FKH IPB, Jawa Barat. Masing-masing kurungan untuk *bioassay* berjumlah 15 ekor nyamuk. Uji virulensi fungi entomopatogen terhadap nyamuk dilakukan dengan cara menyempatkan isolat fungi ke tubuh nyamuk yang berada di dalam kurungan dengan beberapa konsentrasi yaitu 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan kontrol dengan pengulangan sebanyak 2 kali. Pengamatan dilakukan selama 4 hari setiap 24 jam setelah

perlakuan. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase mortalitas nyamuk.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, dengan 2 faktor yaitu jenis isolat (IL1, IL2, IL3, IL4) dan pengenceran (kontrol, 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}). Data hasil persentase mortalitas dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Isolasi dan Seleksi Fungi Entomopatogen

Berdasarkan hasil isolasi yang telah dilakukan, diperoleh empat isolat yang paling dominan untuk dilakukan uji efektivitasnya terhadap kematian stadium dewasa nyamuk *Ae. aegypti*. Isolat tersebut masing-masing yaitu IL1, IL2, IL3 dan IL4, selanjutnya diidentifikasi (Tabel 1).

Hasil pengamatan (Tabel 1) diperoleh 4 jenis fungi yaitu *Mucor* sp., *Penicillium* sp., IL3 (*Unidentified*) dan *Aspergillus* sp. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan Sanjaya *et al.* (2010) bahwa isolasi fungi entomopatogen dari larva *Spodoptera litura* ditemukan jenis fungi *Mucor* sp. Costa & Oliveira (1998) juga mengisolasi *Penicillium* sp. dari tubuh nyamuk. Selanjutnya Moraes *et al.* (2001) juga melaporkan hasil isolasi fungi *Aspergillus* sp. dari beberapa genus *Aedes* sp. dan *Culex* sp.

Kerapatan Spora

Fungi entomopatogen yang telah dikulturkan selanjutnya dilakukan pemanenan spora dan dilakukan perhitungan kerapatannya. Berdasarkan hasil perhitungan kerapatan spora menggunakan *haemocytometer*, diperoleh hasil kerapatan spora yang beragam (Tabel 2). Semakin tinggi pengenceran, tingkat kerapatan spora semakin rendah dan begitu juga sebaliknya semakin rendah pengenceran yang dilakukan maka kerapatan spora pun akan semakin meningkat.

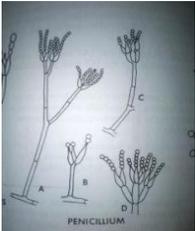
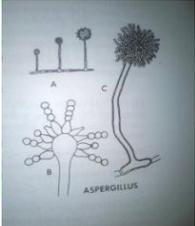
Hal ini sesuai dengan penelitian Supriyadi *et al.* (2017) yang menunjukkan semakin tinggi pengenceran yang dilakukan maka kerapatan spora semakin rendah.

Mortalitas Nyamuk *Ae. aegypti* Setelah Perlakuan

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa

perlakuan yang paling efektif dalam menyebabkan mortalitas *Ae. aegypti* yaitu *Mucor* sp. 10^{-3} . Hal ini karena pengenceran yang paling tinggi telah mampu menyebabkan mortalitas *Ae. aegypti* dengan persentase yang cukup tinggi sebesar 30%. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui bahwa persentase mortalitas nyamuk berbeda-beda pada berbagai tingkat pengenceran

Tabel 1. Hasil isolasi dan identifikasi isolat fungi yang berasal dari nyamuk *Ae. aegypti* di Bandar Lampung.

Isolat	Hasil pengamatan		Sumber literatur		Jenis isolat
	Deskripsi	Gambar	Deskripsi	Gambar	
IL1	Hifa nonseptata, memiliki sporangipore, koloni putih kekuningan, permukaan koloni berserabut, memiliki spora berbentuk bulat telur sampai lonjong dan kolumela bulat		Hifa nonseptata, sporangiospora tumbuh pada seluruh bagian miselium bentuk sederhana atau bercabang, spora halus dan kolumela berbentuk bulat, silinder atau seperti buah alpukat (Waluyo, 2004).	 (Sumber: Ellis, 2016).	<i>Mucor</i> sp.
IL2	Hifa berseptata, warna koloni awal putih menjadi hijau tua keabuan, konidia diatas phialid, konidiophore tegak.		Hifa berseptata, memiliki konidia, sterigma dan konidiaspora (Kurasein <i>et al.</i> , 2009). Koloni awal berwarna putih kemudian akan menjadi kehijauan (Pohan, 2009).	 (Sumber: (Barnett & Hunter, 1998)	<i>Penicillium</i> sp.
IL3	Hifa berseptata, koloni awal berwarna putih kemudian akan menjadi warna pink, Spora berbentuk bulat sampai lonjong dan memiliki pialid.		-	-	(Unidentified)
IL4	Hifa berseptata, konidiophor tegak, konidia bulat, koloni berwarna hijau kekuningan, mempunyai vesikel berbentuk bulat dan memiliki metula.		Hifa berseptata, koloni berwarna hijau, memiliki konidiophore, vesikel berbentuk bulat, phialid berada di atas vesikel, konidia bulat. (Koneman <i>et al.</i> , 1992).	 (Sumber : Barnett & Hunter, 1998)	<i>Aspergillus</i> sp.

isolat. Hal ini dapat disebabkan karena adanya mobilitas nyamuk uji saat penyemprotan berlangsung, sehingga konidia atau toksin yang berasal dari fungi entomopatogen tidak merata mengenai tubuh nyamuk. Nyamuk yang terkena semprotan paling tinggi akan memiliki peluang kematian tertinggi dan begitu juga sebaliknya. Selain itu dapat disebabkan juga oleh faktor ketahanan nyamuk dan waktu yang dibutuhkan fungi dalam menginfeksi nyamuk tersebut. Menurut Wulandari *et al.* (2018) yang menyebutkan bahwa perbandingan jumlah kematian hewan uji setiap konsentrasi dalam rentang waktu pengamatan tidaklah sama. Hal ini disebabkan

oleh daya tahan tubuh setiap serangga uji berbeda-beda.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jenis isolat dan pengenceran terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti*, maka dilakukan analisis ANOVA (Tabel 4). Berdasarkan tabel 4, diketahui bahwa pengaruh jenis isolat terhadap persentase mortalitas *Ae. aegypti*, menunjukkan perbedaan yang nyata. Kemudian pengaruh tingkat pengenceran terhadap persentase mortalitas *Ae. aegypti* juga menunjukkan perbedaan yang nyata. Sedangkan hasil interaksi antara isolat dan pengenceran terhadap persentase mortalitas *Ae. aegypti* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 2. Kerapatan spora fungi entomopatogen pada media PDA.

Pengenceran	Kerapatan spora/ml			
	<i>Mucor</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	IL3 (<i>unidentified</i>)	<i>Aspergillus</i> sp.
Kontrol	0	0	0	0
10 (tanpa pengenceran)	$7,0 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$	$6,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$
10^{-1}	$7,0 \times 10^6$	$1,45 \times 10^6$	$6,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$
10^{-2}	$8,0 \times 10^5$	$5,3 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$
10^{-3}	$6,5 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$6,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$

Tabel 3. Persentase mortalitas *Ae. aegypti* setelah terinfeksi fungi entomopatogen pada berbagai tingkat pengenceran.

Hari ke-	Isolat	Mortalitas nyamuk <i>Ae. aegypti</i> (%)				
		Pengenceran				
		Kontrol	10 (tanpa pengenceran)	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
1.	<i>Mucor</i> sp.	0	6,67	0	3,33	3,33
	<i>Penicillium</i> sp.	0	0	0	3,33	3,33
	IL 3	0	0	3,33	0	0
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	0	6,67	0	0
2.	<i>Mucor</i> sp.	0	13,33	0	3,33	6,67
	<i>Penicillium</i> sp.	0	3,33	0	6,67	10
	IL 3	0	0	3,33	3,33	0
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	0	13,33	3,33	0
3.	<i>Mucor</i> sp.	0	20	3,33	23,33	13,33
	<i>Penicillium</i> sp.	0	6,67	3,33	20	26,67
	IL 3	0	10	13,33	6,67	0
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	0	13,33	3,33	0
4.	<i>Mucor</i> sp.	0	43,33	10	26,67	30
	<i>Penicillium</i> sp.	0	13,33	23,33	20	30
	IL 3	0	13,33	13,33	6,67	0
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	6,67	13,33	16,67	6,67

Tabel 4. Hasil analisis ANOVA pengaruh jenis isolat dan pengenceran terhadap mortalitas *Ae. Aegypti*.

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	<i>p-value</i>
Corrected Model	5710,389(a)	20	285,519	2,286	,039
Intercept	7469,016	1	7469,016	59,795	,000
Isolat	1568,691	3	522,897	4,186	,020
Pengenceran	1939,490	4	484,873	3,882	,018
Ulangan	71,049	1	71,049	,569	,460
isolat * pengenceran	2131,159	12	177,597	1,422	,239
Error	2373,307	19	124,911		
Total	15552,711	40			
Corrected Total	8083,696	39			

Ket.: Bila *p-value* < α (0,05) maka terdapat perbedaan nyata atau pengaruh yang signifikan.

Tabel 5. Hasil uji lanjut duncan antara jenis isolat fungi entomopatogen terhadap persentase mortalitas *Ae. Aegypti*.

Isolat	N	Subset		<i>Duncan grouping</i>
		1	2	
<i>IL3 (unidentified)</i>	10	6,6650		a
<i>Aspegillus sp.</i>	10	8,6650		a
<i>Penicillium sp.</i>	10	17,3320	17,3320	ab
<i>Mucor sp.</i>	10		21,9970	b
Sig.		0,056	0,362	

Ket.: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf ($\alpha = 0,05$).

Tabel 6. Hasil uji lanjut duncan antara pengenceran fungi entomopatogen terhadap persentase mortalitas *Ae. aegypti*.

Pengenceran	N	Subset		<i>Duncan Grouping</i>
		1	2	
Kontrol	8	0,000		a
10 ⁻¹	8		14,9963	b
10 ⁻³	8		16,6663	b
10 ⁻²	8		17,4975	b
10 (tanpa pengenceran)	8		19,1637	b
Sig.		1,000	0,503	

Ket.: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf ($\alpha = 0,05$).

Oleh sebab itu, pada faktor jenis isolat dan pengenceran dilakukan uji lanjut DMRT untuk mengetahui perbedaan nyata atau pengaruh antar

isolat dan antar pengenceran terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* (Tabel 5; 6).

Berdasarkan tabel 5, diketahui bahwa IL3 (*unidentified*) tidak berbeda nyata dengan *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp., tetapi berbeda nyata dengan *Mucor* sp. Kemudian *Aspergillus* sp. tidak berbeda nyata dengan IL3 (*unidentified*) dan *Penicillium* sp., tetapi berbeda nyata dengan *Mucor* sp. Selanjutnya *Penicillium* sp. tidak berbeda nyata dengan IL3, *Aspergillus* sp. dan *Mucor* sp. Pada *Mucor* sp. terdapat perbedaan nyata dengan IL3 (*unidentified*) dan *Aspergillus* sp., tetapi tidak berbeda nyata *Penicillium* sp. Hal ini disebabkan karena setiap jenis fungi entomopatogen memiliki tingkat virulensi atau patogenitas yang berbeda-beda terhadap serangga. Seperti yang dilaporkan oleh Neves & Alves, (2004), infeksi fungi terhadap mortalitas serangga berbeda-beda tergantung pada jenis fungi, inang dan kondisi lingkungan.

Mucor sp. memiliki pengaruh paling tinggi terhadap mortalitas *Ae. aegypti*. Hal ini dapat disebabkan karena *Mucor* sp. memiliki kerapatan spora yang lebih tinggi dibandingkan dengan IL3, *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. pada pengenceran yang sama. Hal ini sesuai dengan penelitian Maharani *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa semakin tinggi tingkat kerapatan konidia maka tingkat mortalitas serangga *Helopeltis antonii* juga semakin tinggi. Kemudian Sanjaya *et al.* (2010) juga menyebutkan bahwa isolat fungi *Mucor* sp. mampu menyebabkan persentase kematian pada larva *Spodoptera litura* cukup tinggi yaitu sebesar 50 % setelah 7 hari pengujian dengan kondisi larva menjadi kaku dan ditumbuhi oleh fungi.

Fungi *Penicillium* sp. dari hasil analisis juga memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap mortalitas *Ae. aegypti*. Menurut laporan penelitian Suciati (2015) fungi ini diketahui dapat menghasilkan enzim ekstraseluler seperti lipase dan protease. *Penicillium* juga diketahui dapat menghasilkan beberapa jenis toksin antara lain *ochratoxin A*, *brevianamide A*, *penicillic acid*, dan *citrinin* yang menyebabkan kematian larva *Drosophila melanogaster* dan *Spodoptera littoralis*. Selain dapat menghasilkan enzim dan toksin tersebut, fungi ini juga diketahui dapat menghasilkan enzim kitinase (Paterson *et al.*, 1987; Patidar *et al.*, 2005).

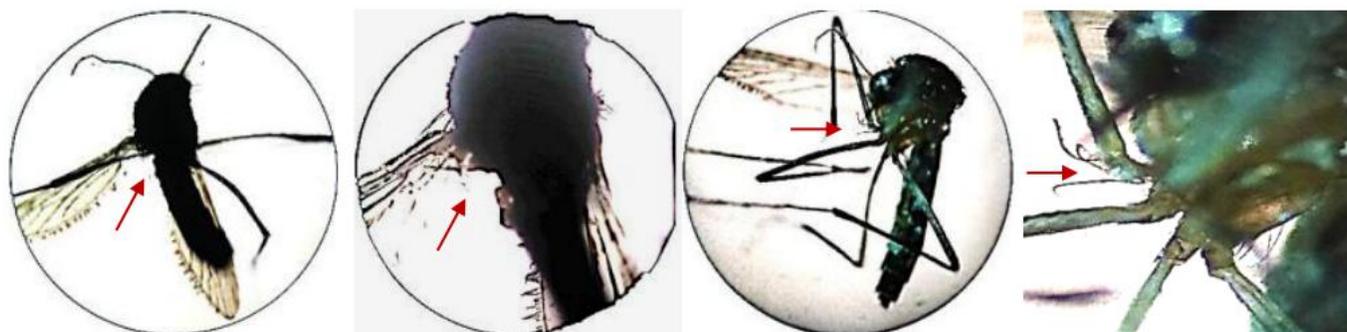
Aspergillus sp. pada penelitian ini juga merupakan salah satu fungi yang dapat menyebabkan mortalitas nyamuk uji. Namun daya bunuhnya lebih rendah dibandingkan dengan *Mucor* sp. dan *Penicillium* sp. Fungi *Aspergillus* sp. dilaporkan mampu menghasilkan enzim ekstraseluler seperti kitinase (Purkan *et al.*, 2016), protease dan lipase (Suciati *et al.*, 2015).

Fungi *Aspergillus* sp. termasuk kedalam kelompok fungi oportunistis yang memiliki kemampuan virulensi yang rendah dalam menginfeksi serangga. Namun pada beberapa penelitian menunjukkan daya virulensi fungi ini cukup tinggi, seperti pada penelitian Indrayani *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa *Aspergillus* sp. dapat menyebabkan mortalitas rayap lebih dari 50%. dengan menggunakan metode kontak. Selain itu fungi ini juga mampu menurunkan populasi *Helopeltis* sp. setelah dilakukan pengaplikasian (Supriyadi, 2017).

Isolat IL3 merupakan fungi entomopatogen yang menyebabkan persentase mortalitas paling rendah. Hal ini disebabkan karena IL3 diduga hanya dapat menghasilkan toksin atau enzim ekstraseluler seperti kitinase, protease atau lipase dengan jumlah yang sangat rendah.

Tabel 6 menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara kontrol dengan perlakuan 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} . Hasil ini menunjukkan bahwa setiap pengenceran berpengaruh terhadap persentase mortalitas *Ae. aegypti*. Namun antara perlakuan 10, 10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3} tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada perlakuan 10 (tanpa pengenceran), dengan kerapatan spora tertinggi memiliki pengaruh yang paling tinggi terhadap mortalitas *Ae. aegypti*. Hal sesuai dengan hasil penelitian Maharani *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa semakin tinggi tingkat kerapatan konidia maka tingkat mortalitas serangga *Helopeltis antonii* juga semakin tinggi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi virulensi fungi entomopatogen selain jenis dan kerapatan spora yaitu kelembaban, *viabilitas* spora, mobilitas dan daya tahan serangga uji serta aktivitas enzimatik atau toksin yang dihasilkan oleh fungi. Menurut laporan Roddom & Rath, (2000) *viabilitas*, pertumbuhan dan virulensi fungi entomopatogen



Gambar 1. Perubahan morfologi nyamuk yang terinfeksi fungi entomopatogen: (a) perbesaran 10x, (b) perbesaran 40x, dan (c) perbesaran 10x, (d) perbesaran 40x.

Metharizium sp. dipengaruhi oleh faktor fisik. Semakin tinggi kelembaban udara maka fungi ini semakin virulen dan virulensi akan semakin menurun dengan semakin menurunnya kelembaban.

Tingginya daya tahan dan mobilitas nyamuk uji juga mempengaruhi jumlah persentase kematian nyamuk tersebut. Seperti pada penelitian Wulandari *et al.* (2018) yang menyebutkan jumlah kematian larva nyamuk yang berbeda-beda disebabkan karena daya tahan tubuhnya berbeda. Selain itu stadia imago merupakan stadia yang memiliki perilaku mobilitas serangga yang cukup tinggi sehingga mengurangi efikasi cendawan yang diaplikasikan (Prayogo, 2010).

Proses infeksi fungi entomopatogen dapat dilakukan dengan cara masuk ke tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Konidia yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kulit tubuh secara mekanis dan atau secara kimiawi dengan bantuan enzim atau toksin (Herdatiarni *et al.*, 2014).

Produksi enzim ekstraseluler dan toksin dari fungi entomopatogen juga akan mempengaruhi dalam proses menginfeksi serangga uji seperti enzim kitinase, protease dan lipase. Menurut Shandu *et al.* (2012) Fungi yang menghasilkan enzim tersebut akan membantu dalam mendegradasi komponen utama penyusun kutikula serangga. Kemudian pada penelitian Herlinda *et al.* (2006) menyebutkan bahwa

meningkatnya virulensi *Beauveria bassiana* terhadap *Plutella xylostella* disebabkan karena pengaruh enzim protease dan kitinase yang diproduksi fungi tersebut. Enzim kitinase mampu menghidrolisis polimer kitin menjadi kitin oligosakarida atau monomer *N-asetilglukosamin*. Kitin pada kutikula dan membran pencernaan dapat terdegradasi oleh enzim kitinase yang dihasilkan fungi (Pradani *et al.*, 2015).

Pengamatan Perubahan Morfologi Kematian *Ae. aegypti*

Nyamuk yang telah mati dari hasil perlakuan diamati menggunakan mikroskop. Dari hasil pengamatan perubahan morfologi mortalitas nyamuk yang disebabkan oleh ke 4 fungi yang digunakan, hanya pada *Mucor* sp. dan *Aspergillus* sp. yang menunjukkan kerusakan cukup parah. Pada tubuh nyamuk yang ditunjukkan anak panah terjadi kerusakan dipangkal sayap pada bagian *thorax* yang disebabkan oleh infeksi *Mucor* sp. (Gambar 1a dan 1b) dan *proboscis* mengalami penggulangan yang ditunjukkan oleh anak panah pada Gambar 1c dan 1d.

Selain terjadi perubahan tersebut, tubuh nyamuk juga terlihat mengalami pengeringan. Hal ini dapat disebabkan karena aktivitas fungi entomopatogen dan enzim ekstraseluler atau toksin yang di hasilkan oleh fungi entomopatogen. Hal ini sesuai dengan penelitian Masyitah *et al.* (2017) yang mengatakan bahwa gejala umum kematian serangga uji yang terinfeksi fungi entomopatogen, tubuhnya mengalami kekeringan karena disebabkan oleh fungi yang masuk ke

tubuh serangga melalui kutikula yang berpenetrasi pada integumen sehingga menyebabkan perubahan fisiologi pada larva. Fungi entomopatogen juga mampu menghasilkan racun yang dapat merusak jaringan dan menyerap cairan tubuh larva menjadi mengering.

Umumnya mekanisme infeksi fungi entomopatogen melalui empat tahap. Pada tahap awal akan terjadi kontak antara propagul fungi dengan tubuh serangga inang. Kemudian pada tahap berikutnya yaitu menempel dan berkecambahnya propagaul fungi tersebut pada integumen serangga. Untuk mengalami perkecambahan, propagaul fungi memerlukan kelembapan yang tinggi. Pada tahap ketiga terjadi penetrasi atau penembusan dan invasi pada tubuh serangga. Dalam melakukan proses penembusan tersebut dapat dilakukan secara mekanis maupun dengan cara mengeluarkan enzim atau toksin secara kimiawi. Selanjutnya pada tahap keempat yaitu terjadinya proses penghancuran pada titik penetrasi dan blastospora akan terbentuk yang akan menyebar ke daerah hemolimfa dan menyerang jaringan lainya dengan membentuk hifa sekunder (Prayogo, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa keempat isolat fungi yaitu *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan IL3 menyebabkan mortalitas nyamuk *Ae. aegypti*. Perlakuan yang paling tinggi menyebabkan mortalitas nyamuk yaitu *Mucor* sp. 10 (tanpa pengenceran) sebesar 43,33 %, tetapi yang paling efektif adalah *Mucor* sp. 10⁻³ karena dengan pengenceran yang paling tinggi telah mampu menyebabkan mortalitas *Ae. aegypti* yang cukup tinggi yaitu sebesar 30 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas bantuan dana hibah PKM Penelitian tahun 2018 dengan Nomor kontrak

No.1020/B3.1/KM/2018 sehingga penelitian ini dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, H.L., and B.H. Hunter. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Fourth Edition. Mac.Millan Publishing Company. New York.
- Costa, G. L., and R.L. Oliveira. 1998. *Penicillium* species in mosquitoes from two Brazilian Regions. *Journal Basic Microbiol.* 38(5-6): 343-437.
- Ellis, D. 2016. Fungal description and antifungal susceptibility. <http://mycology.adelaide.edu.au/description/zygomycetes/mucor>. Diakses pada tanggal 8 Februari 2019.
- Gabriel, B.P., dan Riyanto. 1989. *Metarizhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, patologi, produksi dan aplikasinya. Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Herdatiarni, F., H. Toto, dan R. Rina. 2014. Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* sp. menggunakan serangga umpan pada komoditas jagung, tomat dan wortel organik di Batu, Malang. *Jurnal HPT.* 1(3): 2338-4336.
- Herlinda, S., M.D. Utama., Y. Pujiastuti, dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan viabilitas ppora *Beauveria bassiana* (Bals) akibat subkultur dan pengayaan, serta virulensinya terhadap larva *Plutella xylostella* (Linn). *Jurnal HPT Tropika.* 6(2): 70-78.
- Indrayani, Y., dan S. Yusuf. 2009. Isolasi dan identifikasi jamur kelas Hypomycetes sebagai bio-kontrol untuk menghambat aktifitas rayap terhadap kayu. *Jurnal Penelitian Untan.* 14(2): 73-87.
- Irawan, B., dan C.N. Ekowati. 2017. *Mikologi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Koneman, E.M., S.D. Allen., W.M. Janda., P.C. Schreckenber., and W.C. Winn. 1992. *Color atlas and text of diagnostic microbiology*. 4th Edition. J.B. Lippincott Company. USA.
- Kurasein, T., I. Sugoro., M.R. Pikolo., S. Hermanto, dan P. Aditiawati. 2009. Isolasi dan seleksi fungi pelaku solubilisasi batubara subbituminus. *Jurnal Biologi Lingkungan.* 3(2): 75-87.
- Maharani, S.A., F. Rohman, dan S. E. Rahayu. 2016. Uji efektifitas jamur entomopatogen *Beauveria Bassiana* Balsamo dan *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas terhadap mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret. <http://karya-ilmiah.um.ac.id.php/biologi/article>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2019.
- Masyitah I., F.S. Sitepu, dan S. Irda. 2017. Potensi jamur entomopatogen untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* F. pada tanaman tembakau in vivo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU.* 5(3): 484-493.
- Moraes, A.M.L., M. Corrado., V.L. Holanda, and P.C. Oliveira. 2001. *Aspergillus* from Brazilian mosquitoes -1. Genera *Aedes* and *Culex* from Rio De Janeiro State. *Mycotaxon-Ithaca Ny.* 78: 413-422.

- Neves, P.M.O.J., and S.B. Alves. 2004. Eksternal events related to the infection process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera:Termitidae) by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metharizium anisopliae*. *Journal of Neotropical Entomol.* 33(1): 51-56.
- Paterson, R.R.M., M.S.J. Simmonds and W.M. Blaney. 1987. Mycopedicidal effects of characterized extracts of *Penicillium* isolates and purified secondary metabolites (including mycotoxins) on *Drosophila melanogaster* and *Spodoptera Littoralis*. *Journal of Invertebrate Pathology.* 50(2): 124-133.
- Patidar, P., D. Agrawal, T. Banerjee, and S. Patil. 2005. Optimisation of process parameters for chitinase production by soil isolates of *Penicillium chrysogenum* under solid substrate fermentation. *Process Biochemistry Pengendaliannya.* 40(9): 2962-2967.
- Pohan. 2009. *Kapang Penicillium*. www.arthur@fk.unair.ac.id. diakses pada tanggal 9 Februari 2019-02-09.
- Pradani, F. Yanuar, dan M. Widawati. 2015. Mortalitas *Aedes albopictus* akibat infeksi horizontal *Beauveria bassiana* dan aktivitas enzim kitinase *B. bassiana*. Loka Litbang P2B2. Ciamis. Jawa Barat.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya mempertahankan keefektifan jamur entomopatogen untuk mengendalikan hama tanaman pangan. *J. Litbang Pert.* 25(2): 47-54.
- Prayogo, Y. 2010. Efikasi cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zare & Gams) untuk pengendalian hama kepik coklat pada kedelai. *Buletin Palawija.* 20: 47-61.
- Purkan, P., A. Baktir dan A.R. Sayyidah. 2016. Produksi enzim kitinase dari *Aspergillus niger* menggunakan limbah cangkang rajungan sebagai induser. *Journal Kimia Riset.* 1(1): 34-41.
- Roddom, L.F., and A.D. Rath. 2000. Isolation and characterization of *Metharizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* from subantarctic marquarie island. *Journal of Invertebrate Pathology.* 69(3): 285-288.
- Sandhu, S.S., A.K. Sharma, V. Beniwal, G. Goel, P. Batra, A. Kumar, S. Jaglan and S. Malhotra. 2012. Myco-biocontrol of insect pests: Factors involved, mechanism and regulation. *Journal of Pathogens.* 2012: 1-11.
- Sanjaya, S., Nurhani dan Halima. 2010. Isolasi, identifikasi, dan karakterisasi jamur entomopatogen dari larva *Spodoptera litura* (Fabricius). *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik.* 12(3): 136-141.
- Suciatmih, T. Kartika, dan S. Yusuf. 2015. Jamur entomopatogen dan aktivitas enzim ekstraselulernya. *Berita Biologi.* 14(2): 131-142.
- Sulistiyorini, E., U.K. Hadi, dan S. Soviana. 2016. Faktor penentu keberadaan larva *Aedes* spp. pada daerah endemis demam berdarah dengue tertinggi dan terendah di Kota Bogor. *Jurnal MKMI.* 12(3): 137-147.
- Supriyadi, D., F. Pasaru dan I. Lakani. 2017. Efikasi cendawan *Aspergillus* sp terhadap hama penghisap buah kakao *Helopeltis* sp. (Hemiptera: Miridae) pada tanaman kakao. *J. Agrotekbis.* 5(3): 300-307.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Universitas Muhammadiyah. Kota Malang.
- Widiastuti, D., dan I.F. Kalimah. 2016. Efek larvasida metabolit sekunder *Beauveria bassiana* terhadap kematian larva *Aedes aegypti*. *Spirakel.* 8(2): 1-8.
- Wulandari, E., N. Hariani dan B. Dharma. 2018. Efektifitas produk tepung jamur *Beauveria bassiana* sebagai larvasida alami larva nyamuk *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762. *Jurnal Ilmu Dasar.* 19(1): 45-50.