



BIOLAVARSIDA JAMUR *Trichoderma* sp. TERHADAP KEMATIAN LARVA *Aedes aegypti*

Ananda Suci Bazhafah¹⁾, Ratna Stia Dewi^{1,2*)}, Firda Yanuar Pradani³⁾

¹Program IFakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno 63, Grendeng, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

²Pusat Riset Biodiversitas dan Maritim, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno Karangwangkal –Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

³Loka laboratorium Kesehatan Masyarakat Pangandaran, Jl raya Pangandaran km 3 dsn kamurang, desa Babakan, pangandaran

*E-mail: ratna.dewi0509@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*, dengan laporan banyak kasus penyebab kematian. Pengendalian nyamuk dapat dilakukan pada tahap larva dengan memanfaatkan jamur entomopatogen untuk mengendalikan serangga. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui apakah jamur *Trichoderma* sp. berpotensi menjadi biolavarsida, mengetahui pengaruh konsentrasi jamur *Trichoderma* sp. terhadap kematian larva *Aedes aegypti*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan replikasi sebanyak 3 ulangan. Penelitian ini dilakukan dengan cara identifikasi pada kematian larva *A. aegypti* setelah dilakukan perlakuan 3 taraf konsentrasi yaitu konsentrasi jamur *Trichoderma* sp. 105, 104, 103 dan dinalisis secara deskriptif dengan melakukan perbandingan menggunakan control. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jamur *Trichoderma* sp. berpotensi dalam pengendalian larva karena mampu menyebabkan kematian pada larva. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai biokontrol larva *Aedes aegypti* masih bisa dikembangkan dengan peningkatan konsentrasi konidia yang diberikan. Konsentrasi *Trichoderma* sp. sebesar 103 mampu menyebabkan kematian larva *Aedes aegypti*.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, biolavarsida, larva, *Trichoderma* sp.

ABSTRACT

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a disease transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito, and many cases of death have been reported. Mosquito control can be done at the larval stage. Utilization of entomopathogenic fungi to control insects. The aim of this research is to find out whether the fungus *Trichoderma* sp. has the potential to become a biovaricide, knowing the effect of the concentration of the fungus *Trichoderma* sp. against the death of *Aedes aegypti* larvae. The method used in this study is an experimental method using a completely randomized design (CRD) with replication of 3 replicates. This study was conducted by identifying the death of *A. aegypti* larvae after treatment with 3 concentration levels, namely the concentration of *Trichoderma* sp. 105, 104, 103 and analyzed descriptively by comparing using a control. *Trichoderma* sp. has the potential to control larvae because it can cause death of larvae. Utilization of *Trichoderma* sp. as biocontrol for *Aedes aegypti* larvae can still be developed by increasing the concentration of conidia provided. Concentration of *Trichoderma* sp. of 10³ can cause the death of *Aedes aegypti* larvae

Keywords: *Aedes aegypti*, biolavarcide, larvae, *Trichoderma* sp.

1. PENDAHULUAN

A. aegypti adalah jenis nyamuk penyebab penyakit DBD sebagai pembawa utama (primary vektor) virus dengue. Nyamuk *A. aegypti* siklus hidupnya mempunyai empat fase yaitu dari mulai telur, jentik, pupa, sampai menjadi nyamuk dewasa. Nyamuk jenis ini mempunyai siklus hidup sempurna. Spesies ini meletakkan telurnya pada kondisi permukaan air yang bersih secara individual. Telur yang memiliki bentuk elips warnanya hitam dan juga terpisah satu dengan yang lain. Telurnya dapat menetes dalam waktu 1-2 hari kemudian akan berubah menjadi jentik (Susanti & Suharyo, 2017).

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Di Indonesia DBD salah satu masalah kesehatan masyarakat karena penderitanya tiap tahun semakin meningkat serta penyebarannya yang begitu cepat. Penyakit DBD dapat ditularkan pada anak-anak yang berusia kurang dari 15 tahun hingga pada orang dewasa (Kemenkes RI, 2018). Kasus DBD di Indonesia masih terjadi setiap tahun. Data dari Kementerian Kesehatan RI, pada tahun 2014 terjadi 100.347 kasus DBD, dengan 907 orang meninggal. Tahun 2015 kasus DBD meningkat menjadi 129.650 kasus dengan 1.071 orang meninggal. Tahun 2016 kasus DBD kembali meningkat menjadi 202.314 kasus dengan 1.593 kematian. Pada tahun 2017 sebanyak 68.407 penderita dan 493 kematian. Pada tahun 2018 sebanyak 53.075 dan 344 kematian. Tahun 2019 per 29 Januari 2019 dilaporkan sebanyak 13.683 kasus dengan 133 kematian (Kemenkes RI, 2019; Kasenda dkk., 2020).

Pengendalian populasi nyamuk *A. aegypti* sangat penting dalam rangka pengendalian penyakit DBD. Berbagai tindakan telah dilakukan dalam upaya pengendalian DBD antara lain melalui pengasapan (*fogging*), gerakan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) maupun abatisasi. Namun demikian, sampai saat ini permasalahan DBD belum juga dapat teratasi. Bahkan muncul permasalahan baru berupa meluasnya fenomena resistensi nyamuk terhadap berbagai jenis insektisida. Pengendalian nyamuk dapat dilakukan pada tahap larva. Pengendalian larva nyamuk yang selama ini sering digunakan adalah pengendalian secara kimiawi. Hal ini dapat menekan populasi vektor secara cepat. Namun, pengendalian dengan cara ini bila dilakukan secara berulang-ulang kurang efektif karena dapat menyebabkan resistensi bagi larva, kematian bagi hewan predator larva dan pencemaran lingkungan. Untuk itu diperlukan metode alternatif pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode yang ramah lingkungan yaitu pengendalian hayati menggunakan musuh alami nyamuk tersebut (Widiastuti & Kalimah, 2017).

Jamur entomopatogen merupakan salah satu jamur yang bersifat heterotrof. Karena sifat heterotroph, jamur entomopatogen hidup sebagai parasit pada serangga (Permadi dkk., 2018). Pengendalian hayati yang banyak digunakan untuk mengendalikan serangga di lapangan yaitu, jamur entomopatogen (Reddy *et al.*, 2016). Pemanfaatan jamur entomopatogen untuk mengendalikan serangga memiliki kelebihan dalam kapasitas produksi yang tinggi, siklus dari jamur entomopatogen relatif singkat dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk (Rosmayuningsih dkk., 2014). Jamur entomopatogen merupakan kelompok besar lebih dari 500 spesies yang dapat parasit pada serangga. Sebagian besar kelompok taksonomi jamur mengandung genus entomopatogen, seperti *Metarhizium*, *Trichoderma*, *Beauveria*, *Verticillium*, dan *Entomophthora* (Ghosh & Pal, 2016).

Trichoderma sp. merupakan jamur yang dapat menjadi agen biokontrol karena bersifat antagonis. Aktivitas antagonis tersebut meliputi persaingan, parasitisme, predasi, atau pembentukan toksin seperti antibiotik. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang habitatnya di tanah, termasuk class Ascomycetes yang mempunyai spora hijau. Jamur ini mempunyai potensi degradasi dekomposisi berbagai macam substrat heterogen di tanah, interaksi positif dengan inang, dan memproduksi enzim. *Trichoderma* sp berpotensi besar dalam mengendalikan populasi larva nyamuk terutama pada larva *A. aegypti*. Oleh karena itu isolat *Trichoderma* sp. dimanfaatkan sebagai biolavarsida alami (Agastya dkk., 2018). Beberapa penelitian melaporkan bahwa aktivitas antagonistik *Trichoderma* sp. dihasilkan melalui mekanisme yang berbeda, seperti produksi antibiotik, kompetisi untuk nutrisi dan ruang, serta produksi enzim-enzim hidrolitik. *Trichoderma* sp. berpotensi besar dalam mengendalikan populasi larva nyamuk terutama pada larva *A. aegypti*.

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah suhu, dikarenakan dapat mempengaruhi banyaknya spora yang berkecambah, kecepatan dan tipe perkecambahan. Pada umumnya suhu minimum untuk perkecambahan spora adalah 1-3°C dan suhu maksimum adalah 30-

36°C, sedangkan suhu optimumnya tergantung pada masing-masing jenis patogen. Jamur *Trichoderma* sp. dapat berkembang baik pada suhu normal ruangan dan pada tempat yang cahayanya tercukupi. Pada umumnya jamur *Trichoderma* sp. hidup di tanah yang lembab, asam dan peka terhadap cahaya secara langsung. Pertumbuhan *Trichoderma* sp. Yang optimum membutuhkan media dengan pH 4-5. Kelembaban yang dibutuhkan berkisar antara 80-90%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah jamur *Trichoderma* sp. berpotensi menjadi biolavarsida dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi jamur *Trichoderma* sp. terhadap kematian larva *A. aegypti*.

2. METODELOGI PENELITIAN

2. 1. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), stirrer, gelas beker, batang pengaduk, cawan petri, jarum ose, api bunsen, dan erlenmeyer. Sementara itu, bahan yang digunakan adalah isolat jamur *Trichoderma* sp., kentang 250 gr, dextrose d-glucose 20 gr, agar 20 gr, akuades, spiritus, dan alkohol.

2. 2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan replikasi sebanyak 3 ulangan. Penelitian ini dilakukan dengan cara identifikasi pada kematian larva *A. aegypti* setelah dilakukan perlakuan 3 taraf konsentrasi yaitu konsentrasi jamur *Trichoderma* sp. 10^5 , 10^4 , 10^3 dan melakukan perbandingan menggunakan kontrol. Sampel yang digunakan adalah 300 larva instar III nyamuk *A. aegypti*. Setiap pengulangan berisikan 25 larva. Kemudian data yang didapatkan akan dianalisa dengan Analisis variansi.

2. 3. Peremajaan jamur pada Media PDA

Kentang dicuci bersih kemudian di potong menjadi kotak-kotak kecil, dan dilakukan penimbangan kentang sebanyak 250 g, Dextrose sebanyak 20 g, agar sebanyak 20 g, dan akuades sebanyak 1000 ml. Kentang direbus dan ditambahkan 1000 ml akuades, lalu rebus hingga volume air menjadi setengahnya (500 ml). lama waktu perebusan berkisar 30 menit. Setelah itu, hasil rebusan kentang disaring dengan menggunakan kain saring tipis sehingga diperoleh cairan ekstrak kentang yang bening. Selanjutnya, ekstrak kentang diletakkan pada gelas beker sambil dipanaskan menggunakan stirrer, kemudian ditambahkan akuades kembali hingga volumenya menjadi 1000 ml. setelah itu, ditambahkan dextrose dan agar sambil dipanaskan dan diaduk hingga homogen. Alat dan bahan disterilisasikan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Jamur *Trichoderma* sp. dari biakan murni lalu diinokulasikan secara aseptis. Sebelum melakukan proses inokulasi, meja kerja disterilkan dengan cara disemprot alkohol 70%. Selanjutnya, api bunsen dinyalakan dan jarum ose disiapkan. Inokulasi dilakukan di dekat nyala api. Sebelum diinokulasikan, jarum ose dibakar terlebih dahulu sampai ujung jarum berwarna merah atau berpijar. Cawan petri yang sudah berisi media PDA kemudian dibuka secara perlahan dan tepi cawan dibakar terlebih dahulu sebelum jamur diinokulasikan. Jamur diambil menggunakan ose yang steril, setelah diinokulasikan, tepi cawan dibakar kembali untuk menghindari kontaminasi. Jamur pada media PDA kemudian diinkubasi selama 7 x 24 jam.

2. 4. Perbanyak jamur pada media beras

Alat dan bahan disiapkan, kemudian beras dicuci hingga bersih dan ditiriskan. Beras yang sudah ditiriskan dimasukkan ke dalam dandang/panci pengukus, kemudian dikukus di atas pengapian kompor gas selama 10 – 15 menit (nasi setengah matang). Beras/ Nasi setengah matang kemudian didinginkan selama ± 30 menit sampai kering benar (mengurangi uap air bekas rebusan). Beras/ nasi setengah matang yang sudah dingin dimasukkan ke dalam wadah plastik yang sudah disiapkan sebanyak 10 sendok makan atau ukuran 100 g menggunakan sendok sambil menyalakan lilin untuk menjaga higienitas disekitar pengemasan. Kemudian beras yang sudah dimasukkan ke dalam kantong plastik tersebut di kukus kembali selama 1 jam. Setelah 1 jam dikukus, beras dalam plastik didinginkan kembali sampai betul-betul dingin pada wadah/nampan besar yang sudah disiapkan. Beras yang sudah dingin dicampurkan dengan bibit isolat *Trichoderma* sp. dengan sendok yang terlebih dahulu di netralkan

dengan alkohol dan dihangatkan di lilin (selama proses pencampuran lilin harus tetap menyala), tiap plastik dicampurkan dengan 1/3 sendok bibit *Trichoderma* sp. plastik dikocok agar beras dan bibit *Trichoderma* sp. tercampur dengan merata. Lalu, ujung plastik yang terbuka dilipat kemudian diikat dengan menggunakan stepler bagian pinggir dan tengah. Bagian pinggir yang lain dilonggarkan sedikit supaya mudah membuka saat *Trichoderma* sp. jadi. Kemudian disimpan di tempat yang minim pencahayaan dan suhu kamar agak lembap, amati perubahan warna beras dari hari ke-4 sampai hari ke-14. Beras yang berisi jamur *Trichoderma* sp. akan terjadi perubahan warna beras menjadi hijau muda sampai hijau tua sebagai tanda bibit *Trichoderma* sp. berkembangbiak dan *Trichoderma* sp. siap untuk digunakan. Setelah 2 - 4 hari, *Trichoderma* sp diaduk agar pertumbuhan *Trichoderma* sp. merata. Tanda proses perbanyakkan *Trichoderma* sp. dikatakan sudah berhasil apabila media beras berubah warna menjadi warna hijau yang merata (Dusun dkk., 2020).

2. 5. Pengambilan larva *A. aegypti*

Alat dan bahan disiapkan, wadah nampan diisi air terlebih dahulu, lalu, larva *A. aegypti* instar III dipilih secara acak. Larva yang dipilih berjumlah 300 larva dan larva aktif bergerak. Larva *Aedes* dipindahkan ke wadah nampan menggunakan pipet. Larva yang sudah diletakkan di nampan, kemudian di pindahkan ke dalam gelas beker yang berisi larutan jamur dengan konsentrasi berbeda. Larva ini akan dilakukan untuk pengujian biolavarsida dengan masing-masing ulangan sebanyak 25 larva.

2. 6. Pembuatan suspensi jamur

Alat dan bahan disiapkan, media beras yang berisi jamur ditimbang sebanyak 50 g. Kemudian, media beras yang berisi jamur dimasukkan ke dalam gelas beker 250 ml dan ditambahkan akuades secukupnya. Lalu dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer agar spora yang menempel pada media beras dapat lepas. Gelas beker ditutup menggunakan *plastic wrap*. Setelah itu, disiapkan 3 buah gelas beker untuk dilakukan pengenceran jamur. Pengenceran jamur dilakukan dengan pengenceran 1:9. Sebanyak 180 ml akuades dan 20 ml larutan jamur *Trichoderma* sp. dicampurkan. Pengenceran dilakukan sebanyak 3 kali (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), pada masing-masing pengenceran lalu dihitung kerapatan sporanya.

2. 7. Perhitungan kerapatan spora jamur

Mikroskop disiapkan dan haemocytometer diletakkan pada meja mikroskop dan meneteskan suspensi tepat pada ruang hitungnya sebanyak 1 tetes suspensi tepat pada ruang hitungnya sebanyak 1 tetes. Suspensi yang diteteskan merupakan jamur *Trichoderma* sp. yang diambil dari pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} , lalu suspensi ditutup dengan penutup preparat (*cover glass*) dan dijaga agar tidak terjadi gelembung udara di dalam kotak-kotak haemocytometer. Selanjutnya, preparat diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x dan dihitung jumlah spora dalam setiap kotak.

Uji kerapatan konidia dengan rumus (Indriyanti dkk., , 2016):

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

Keterangan :

S = kerapatan spora

t = banyaknya konidia yang dihitung pada bidang hitung (a,b,c,d,e)

d = tingkat pengenceran

n = banyaknya kotak kecil yang diamati, (yaitu $5 \times 16 = 80$ kotak kecil)

0,25 = faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada Haemocytometer

2. 8. Uji Biolavarsida

Tiga suspensi jamur yang telah dihitung kerapatan sporanya disiapkan. Lalu, disiapkan sebanyak 12 gelas beker yang telah diisi dengan 180 ml akuades. Kemudian, suspensi jamur dengan konsentrasi 10^5 dari suspensi biakan (pengenceran) dipindahkan sebanyak 20 ml menggunakan mikropipet ke dalam tiga gelas beker (tiga ulangan), langkah yang sama dilakukan pada konsentrasi 10^4 dan 10^3 , setelah itu, diaduk menggunakan batang pengaduk agar homogen. Larva *Aedes* yang telah

disiapkan dimasukkan ke dalam 12 gelas beker dengan masing-masing ulangan sebanyak 25 larva. Setelah itu, diamati kematian larva dan perubahan yang terjadi selama 24 jam dalam 9 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan jamur *Trichoderma* sp. di bawah mikroskop, jamur tersebut memiliki hifa bersekat, konidia berwarna hijau dan berbentuk bulat, dan percabangan hifa membentuk sudut siku pada cabang utama (**Gambar 1**). Pada media PDA, jamur *Trichoderma* sp. tumbuh berwarna hijau muda sampai hijau tua, melingkar kosentris, hifa berwarna putih yang kemudian berubah menjadi hijau. Hal ini sesuai dengan Sudantha (1997) yang menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. adalah jamur yang paling umum dijumpai dalam tanah khususnya tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Jamur mempunyai ciri morfologi koloni berwarna hijau muda sampai hijau tua, hifa bersekat, berukuran (1,5-12 μm), dan percabangan hifa membentuk sudut siku pada cabang utama. Konidium berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek, berukuran (2,8-3,2) x (2,5-2,8) μm , dan ber dinding halus. Konidiofor bercabang mendukung fialid, yang berjumlah 3 atau lebih secara bergerombol, dan agak ramping. Jamur dapat hidup baik secara *saprofit* maupun *parasit* pada jamur lain, dan perkembangan secara aseksual dengan menghasilkan konidium yang berkecambah membentuk individu baru.



Gambar 1. Jamur *Trichoderma* sp. pada mikroskop

Hasil analisis variansi dari jumlah kematian larva menunjukkan bahwa konsentrasi konidia yang diberikan berpengaruh terhadap mortalitas larva ($P < 0,05$) seperti terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil analisis variansi pengaruh konsentrasi konidia *Trichoderma* sp. terhadap kematian larva *A. aegypti*

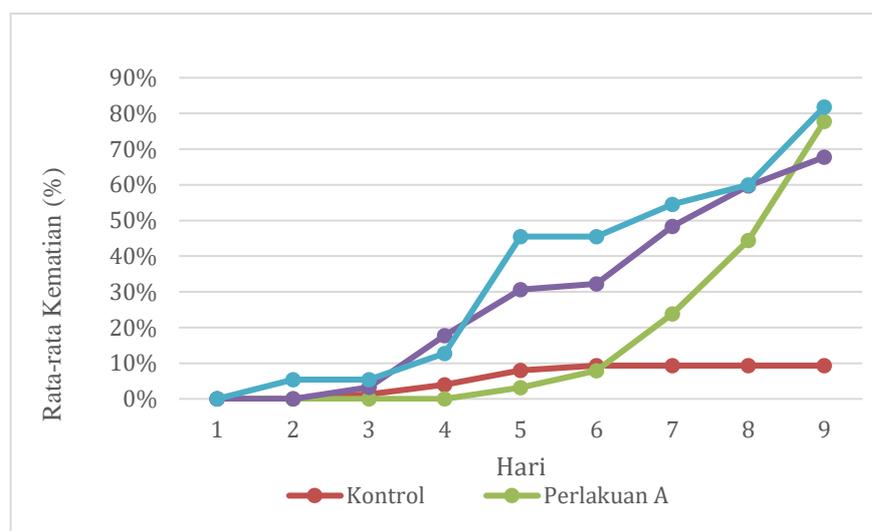
Jumlah kematian	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	f	Sig
Perlakuan	3	375,583	125,194	10,731	0,004
Galat	8	93,33	11,667		
Total	11	468,917			

Hasil penelitian mengenai pengaruh setiap konsentrasi terhadap kematian larva menunjukkan adanya perbedaan nyata atau signifikan antara konsentrasi *Trichoderma* sp terhadap kematian larva *A. aegypti*. Kematian ini disebabkan karena infeksi jamur yang disebabkan oleh *Trichoderma* sp. Uji lanjut dilakukan untuk mengetahui konsentrasi konidia *Trichoderma* sp yang menimbulkan kematian. Hasil analisis lanjut yang dilakukan pada konsentrasi konidia memperlihatkan bahwa rata-rata kematian tertinggi terdapat pada konsentrasi $0,9 \times 10^3$, kemudian diikuti dengan konsentrasi sebesar $1,7 \times 10^5$. Lalu rata-rata kematian lebih kecil terdapat pada konsentrasi $0,95 \times 10^4$ (**Tabel 2**).

Pada kontrol kematian sebesar 9,5%, pada konsentrasi konidia 10^3 kematian sebesar 81,9%, pada konsentrasi konidia 10^4 kematian yang sebesar 67,7%, dan pada konsentrasi konidia 10^5 kematian sebesar 77,8% (**Tabel 2**). Pemanfaatan *Trichoderma sp.* sebagai biokontrol larva *A. aegypti* masih bisa dikembangkan dengan peningkatan konsentrasi konidia yang diberikan. Penelitian kali ini menunjukkan efek pemberian konidia *Trichoderma sp.* yang cukup efektif membunuh larva *A. aegypti*. Menurut Ismail & Tenrirawe, (2011) bahwa karakter kecepatan pertumbuhan yang tinggi pada *Trichoderma sp.* merupakan salah satu faktor penting yang menentukan potensi sebagai agen hayati. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Djafaruddin (2000) yang menjelaskan bahwa faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis yang dapat mengendalikan patogen adalah memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi sehingga mampu berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan dan penguasaan ruang yang pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan patogen (Hs dkk., 2014). Peneliti menduga faktor lain yang menyebabkan rendahnya kematian adalah metode aplikasi konidia yang kurang tepat sehingga konidium tidak melekat sempurna pada larva.

Tabel 2. Rata-rata kematian larva *A. aegypti* pada setiap perlakuan

Perlakuan	Rata-rata Kematian	P
Kontrol	9,5%	0,004
$0,9 \times 10^3$	81,9%	
$0,95 \times 10^4$	67,7%	
$1,7 \times 10^5$	77,8%	



Gambar 2. Persentase Kematian Larva *A. aegypti* pada setiap perlakuan
(Ket: Perlakuan A = $1,7 \times 10^5$, perlakuan B = $0,95 \times 10^4$, dan perlakuan C = $0,9 \times 10^3$)

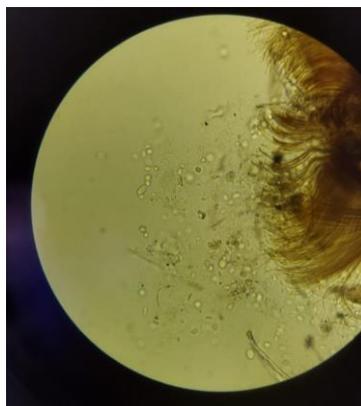
Berdasarkan **Gambar 2** persentase kematian larva didapati pada hari ke-1 sampai hari ke-5 belum banyak kematian yang terjadi. Namun, pada hari ke-5 terjadi peningkatan kematian pada larva. Pada perlakuan A, B, dan C pada hari ke-6 sampai hari ke-9 semakin mengalami peningkatan kematian. Menurut Wahyudi (2002) jamur entomopatogen membutuhkan waktu untuk menyebabkan kematian serangga inangnya, dikarenakan konidia jamur yang menempel pada kutikula harus berkecambah membentuk hifa terlebih dahulu agar dapat menembus kutikula. Kaur *et al.* (2011) menyatakan bahwa jamur entomopatogen menyebabkan kematian serangga inang dengan menyerap nutrisi dan menyebarkan racun pada hemolymph sehingga dapat mempengaruhi perkembangan dan fisiologis serangga terutama reproduksi (Artikasari dkk., 2019).

Dari hasil pengamatan secara morfologi pada penggunaan *Trichoderma sp.* hari ke-2 sampai hari ke-9 didapati larva yang terinfeksi menunjukkan adanya gejala yaitu gerakan larva mulai lamban dan lemah, selanjutnya larva mulai kaku dan warna tubuh berubah menjadi sedikit cerah daripada sebelumnya. Ukuran tubuh lebih mengecil dan tubuh menjadi kering (**Gambar 3**). Selanjutnya, larva yang mati akan mengapung dipermukaan air. Hal ini sesuai dengan penelitian Irna dkk., (2017) yang

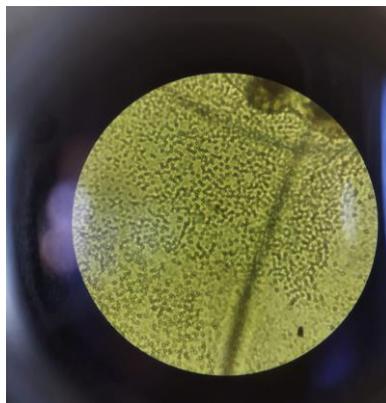
mengatakan bahwa gejala umum kematian serangga uji yang terinfeksi fungi entomopatogen, tubuhnya mengalami kekeringan karena disebabkan oleh fungi yang masuk ketubuh serangga melalui kutikula yang berpenetrasi pada integumen sehingga menyebabkan perubahan fisiologi pada larva. Fungi entomopatogen juga mampu menghasilkan racun yang dapat merusak jaringan dan menyerap cairan tubuh larva menjadi mengering. Menurut Habibah (2016) menyatakan bahwa larva *A. aegypti* yang terinfeksi jamur *Trichoderma harzianum* akan terlihat mengecil, menjadi kaku dan tubuh larva akan berwarna bening serta larva akan mengapung pada permukaan air.



Gambar 3. Perbedaan larva yang mati pada kontrol dan pada perlakuan jamur *Trichoderma* sp.



(a)



(b)



(c)

(d)

Gambar 4. Infeksi *Trichoderma* terhadap tubuh larva. (a) Konidia menempel pada *mouth brush* larva (b) Konidia menempel pada abdomen larva (c) konidia menempel pada bulu-bulu larva (d) konidia menempel pada thorax larva.

Hasil pengamatan di bawah mikroskop pada hari ke-2 terlihat bahwa adanya kumpulan konidia yang menempel pada larva (**Gambar 4**). Hal ini menyebabkan kematian pada larva akibat infeksi jamur *Trichoderma* sp. Bila dilihat dari pengamatan di bawah mikroskop, di dalam tubuh larva yang mati terdapat konidia yang menempel pada kutikula larva. Tubuh larva yang paling banyak diisi oleh konidia adalah pada bagian abdomen. Namun, ditemukan juga konidia pada bagian thorax dan caput. Pada hari keempat belum ditemukan adanya perubahan larva menjadi pupa. Hal ini diduga, efek dari *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan larva menuju tahap pertumbuhan berikutnya. Menurut Tanirawe (2013), menyatakan bahwa proses infeksi jamur entomopatogen pada serangga terjadi akibat adanya kontak konidia (konidiospora) secara pasif. Konidia menembusi kutikula serangga dengan bantuan enzim pengurai. Enzim tersebut antara lain kitinase, lipase, amilase, protease, serta racun dari golongan dekstruksi dan mikotoksin yang menghambat energi dan protein. Akibat gangguan toksin tersebut gerakan menjadi lambat, perilaku tidak tenang, kejang-kejang dan akhirnya mati. Setelah serangga mati, jamur membentuk kladiospor didalam tubuh. Kematian serangga sasaran oleh jamur entomopatogen sangat dipengaruhi oleh jumlah konidia yang diinokulasikan, keadaan suhu dan kelembaban lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan jamur. Toksin yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen memegang peranan penting yang dapat membunuh inang dengan cara merusak struktur organik, sehingga terjadi dehidrasi dalam sel, menyebabkan tidak terjadinya regenerasi jaringan.



Gambar 5. Larva yang mati dan hidup pada perlakuan

Pada beberapa konsentrasi masih ditemukan larva yang hidup dengan pergerakan yang kurang aktif (**Gambar 5**). Pada larva yang masih hidup tersebut mengalami pertambahan instar. Hal ini kemungkinan terjadi akibat keterbatasan penelitian pada pemilihan larva yang hanya pada usia dan ukuran. Sifat morfologis berupa tebal dan tipis kutikula dapat mempengaruhi infeksi jamur, semakin tipis kutikula maka proses infeksi jamur entomopatogen lebih mudah. Pada penelitian ini instar yang digunakan adalah larva instar III, dan seiring semakin tingginya instar maka daya tahan tubuh larva pun semakin tinggi karena memiliki kutikula yang sudah tebal. Sifat fisiologis yang meliputi kecepatan penguraian insektisida pada serangga tahan dan serangga peka, serta perbedaan kecepatan pengangkutan insektisida ke bagian tubuh yang penting. Sifat biokimia, yaitu kemampuan serangga untuk mengalami inaktivasi terhadap insektisida, dan sifat perilaku, yaitu kemampuan serangga menghindari racun melalui pergerakan yang lincah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa Jamur *Trichoderma* sp. berpotensi dalam pengendalian larva karena mampu menyebabkan kematian pada larva dengan pemanfaatannya sebagai

biokontrol larva *A. aegypti* masih bisa dikembangkan dengan peningkatan konsentrasi konidia yang diberikan, konsentrasi *Trichoderma* sp. sebesar 10^3 mampu menyebabkan kematian larva *A. aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agastya, I. M. I., Ameliawati, P., & Fikrinda, W. (2018). Eksplorasi dan identifikasi Jamur Patogen Serangga di Rhizosfer Lahan Kering Kabupaten Malang. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 18(1), 13. <https://doi.org/10.25181/jppt.v18i1.673>
- Artikasari, W., Rosa, E., & Irawan, B. (2019). Isolasi dan Aplikasi Fungi Entomopatogen dari Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Biologi Papua*, 11(2), 87–93. <https://doi.org/10.31957/jbp.833>
- Dusun, D. I., Desa, S., Anwar, M., Rizal, A., Sarlan, M., Rini, E. P., & Nashruddin, M. (2020). Pelatihan Perbanyak *Trichoderma* sp. Dengan Media Beras di dusun Solong Desa Pesanggrahan Kecamatan Montong Gading Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 60–66.
- Ghosh, S. K., & Pal, S. (2016). Entomopathogenic potential of *Trichoderma longibrachiatum* and its comparative evaluation with malathion against the insect pest *Leucinodes orbonalis*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-5053-x>
- Habibah, F. (2016). Penentuan Lc50 Jamur *Trichoderma harzianum* terhadap larva *Aedes aegypti*.
- Hs, G., Taufik, M., & Herman, D. (2014). Efektifitas *Trichoderma* Indigenus Sulawesi Tenggara Sebagai Biofungisida Terhadap *Colletotrichum* sp. Secara In-Vitro Effectiveness of *Trichoderma* Indigenus of Southeast Sulawesi as Biofungicide Against *Colletotrichum* sp. In-Vitro. *Jurnal Agroteknos Maret*, 4(1), 38–43.
- Indriyanti, D.R., Masitoh., & B. Priyono. (2016). Keefektifan *Metarhizium Anisopliae* Yang Dibiakkan Di Media Beras Dan Yang Disimpan Di Media Kaolin Terhadap Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros*. *Life Science*, 5(1).
- Irna, M., Fitriany, sitepu suzanna, & Irda, S. (2017). Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Agroekoteknologi Fp Usu*, 53(4), 130.
- Kasenda, S. N., Pinontoan, O. R., & Sumampouw, O. J. (2020). Pengetahuan dan Tindakan tentang Pencegahan Demam Berdarah Dengue. *Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(4), 1–6.
- Kaur, S. P., Rao, R., & Nanda, S. (2011). Amoxicillin: A broad spectrum antibiotic. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(3), 30–37.
- Mar'atiningsih, L., Mulia, Y. S., Sulaeman, & Onggowaluyo, J. S. (2012). Pemanfaatan Jamur Entomopatogen Dari Larva Nyamuk Mati Sebagai Pengendalian Hayati Larva *Aedes aegypti*. 11(2), 213–216.
- Permadi, M. A., Lubis, R. A., & Sari, D. (2018). Eksplorasi Cendawan Entomopatogen Dari Berbagai Rizosfer Tanaman Holtikultura Di Beberapa Wilayah Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. *Agritech*, 20(1), 23–32.
- Reddy, G. V. P., Antwi, F. B., Shrestha, G., & Kuriwada, T. (2016). Evaluation of toxicity of biorational insecticides against larvae of the alfalfa weevil. *Toxicology Reports*, 3, 473–480. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2016.05.003>
- Rosmayuningsih, A., Rahardjo, B. T., & Rina Rachmawati. (2014). Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera : Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. *Jurnal HPT*, 2(2), 28–37.
- Susanti, S., & Suharyo, S. (2017). Hubungan Lingkungan Fisik Dengan Keberadaan Jentik *Aedes* Pada Area Bervegetasi Pohon Pisang. *Unnes Journal of Public Health*, 6(4), 271–276. <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i4.15236>
- Widiastuti, D., & Kalimah, I. F. (2017). Efek Larvasida Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana* Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Spirakel*, 8(2). <https://doi.org/10.22435/spirakel.v8i2.6162.1-8>