



Mortalitas dan Kerusakan Jaringan pada Setiap Gejala Infeksi Larva *Oryctes rhinoceros* L. Akibat Perlakuan Cendawan *Metarhizium anisopliae*

Dyah Rini Indriyanti, Indah Budi Damayanti[✉], Ning Setiati, Bambang Priyono

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 1 Februari 2017

Disetujui: 1 Maret 2017

Dipublikasikan: 1 April 2017

Keywords:

Metarhizium anisopliae,
mortality, *Oryctes rhinoceros* L.
tissue damage

Abstrak

Kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) merupakan hama utama tanaman kelapa di Indonesia. Pengendalian *O. rhinoceros* dapat dilakukan dengan menggunakan cendawan entomopatogen *M. anisopliae*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemberian cendawan *M. anisopliae* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* dan menganalisis kerusakan jaringan larva *O. rhinoceros* pada setiap gejala infeksi akibat perlakuan cendawan *M. anisopliae*. Hasil penelitian menunjukkan Pemberian konsentrasi *M. anisopliae* yang berbeda dapat menyebabkan mortalitas pada larva *O. rhinoceros*. Larva pada hari ke 12 setelah aplikasi pada perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) sudah mengalami kematian sebesar 100%. Sedangkan larva pada perlakuan P1 (1 gram *M. anisopliae*) membutuhkan waktu yang lebih lama. *M. anisopliae* merusak jaringan larva *O. rhinoceros* dengan tingkatan kerusakan yang berbeda pada setiap tahapan gejala infeksi. Gejala infeksi yang muncul yakni bercak cokelat (*melanisasi*), kaku (*mumifikasi*), muncul hifa putih (*mikosis*) dan muncul koloni cendawan berwarna hijau tua.

Abstract

Horn beetle (*Oryctes rhinoceros* L.) is the main pest of coconut plants in Indonesia. Control of *O. rhinoceros* can be performed using entomopathogenic fungus *M. anisopliae* (Moslim et al., 2009). The aim of this study was to analyze the effect of *M. anisopliae* fungus on mortality of *O. rhinoceros* larvae and to analyze tissue damage of *O. rhinoceros* larvae in each infection symptom due to the treatment of *M. anisopliae* fungus. The results of the study showed that different concentrations of *M. anisopliae* can cause mortality in *O. rhinoceros* larvae. Larvae on the 12th day after application on P3 treatment (4 grams of *M. anisopliae*) have experienced 100% death. Whereas larvae in P1 treatment (1 gram *M. anisopliae*) took longer. *M. anisopliae* damages the tissue of *O. rhinoceros* larvae with different levels of damage at each stage of the infection symptoms. Symptoms of infection that appear are brown spots (*melanisasi*), stiffness (*mummification*), white hyphae appear (*mycosis*) and dark green colonies appear.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunungpati, Semarang

E-mail: indahbudidamayanti@gmail.com

p-ISSN 2085-191X

e-ISSN 2338-7610

PENDAHULUAN

Kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) berdistribusi di sebagian besar negara-negara yang ditumbuhi tanaman kelapa di dunia. Kumbang ini merupakan salah satu hama utama pada perkebunan kelapa (Gopal *et al.* 2002). Kumbang *O. rhinoceros* merusak tanaman kelapa dengan cara memakan pelepah kelapa yang masih muda sehingga menyebabkan kerusakan pada jaringan tanaman kelapa yang sedang berkembang (Varma 2013). Pohon kelapa yang terserang hama *O. rhinoceros* akan menunjukkan gejala daun yang seperti tergantung dan akan terlihat jelas ketika pelepah daun membuka. Guntingan daun berbentuk seperti huruf “V” hal ini merupakan ciri khas dari serangan hama *O. rhinoceros* (Lobalohin *et al.* 2014).

Salah satu teknik pengendalian *O. rhinoceros* ialah dengan cendawan entomopatogen. Cendawan entomopatogen telah dipelajari secara intensif untuk mengendalikan berbagai macam spesies serangga hama termasuk hama kelapa kumbang *O. rhinoceros* (Moslim *et al.* 2009). *M. anisopliae* merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang dilaporkan telah berhasil menginfeksi 200 spesies serangga dari berbagai tanaman yang berbeda (Islam *et al.* 2014). Cendawan *M. anisopliae* banyak digunakan untuk pengendalian hama karena memiliki kelebihan antara lain memiliki produksi konidia yang tinggi, siklus hidup relatif pendek dan mampu membentuk konidia yang tahan terhadap pengaruh lingkungan (Rosmayuningsih *et al.* 2014).

Pemanfaatan cendawan *M. anisopliae* telah banyak dilakukan namun masih jarang yang melakukan penelitian tentang kerusakan jaringan pada larva *O. rhinoceros* akibat cendawan *M. anisopliae* masih jarang dilakukan. Mekanisme infeksi yang disebabkan cendawan *M. anisopliae* secara histopatologi pernah dilakukan pada larva *Anastrepha fraterculus* (Bechara 2010). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh cendawan *M. anisopliae* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* serta menganalisis kerusakan jaringan larva *O. rhinoceros* yang disebabkan oleh cendawan *M. anisopliae*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang, Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Salatiga dan Laboratorium Diagnostik Waspada Semarang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2015 sampai dengan April 2016.

Persiapan larva *O. rhinoceros*.

Larva *O. rhinoceros* diperoleh dari lapangan di Jepara, Jawa Tengah Indonesia. Larva *O. rhinoceros* yang digunakan dalam penelitian ini ialah larva instar 3 yang memiliki ukuran panjang 5-8 cm dengan warna putih kekuningan. Larva yang digunakan ialah larva sehat dengan ciri-ciri aktif bergerak, bila terkena cahaya matahari segera masuk ke dalam tanah, tubuhnya bersih tanpa ada luka.

Persiapan cendawan *M. anisopliae*.

Cendawan entomopatogen *M. anisopliae* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari BPT-BUN Salatiga, yang ditumbuhkan pada media jagung pecah giling dan berwarna hijau tua. Sebelum diaplikasikan cendawan *M. anisopliae* dihitung kerapatan dan viabilitasnya terlebih dahulu. Cendawan *M. anisopliae* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kerapatan konidia sebesar $7,32 \times 10^8$ dan viabilitas 90,39%. Perhitungan kerapatan dan viabilitas cendawan *M. anisopliae* ini dilaksanakan di BPT-BUN Salatiga.

Persiapan media pemeliharaan larva.

Media pemeliharaan berisi campuran antara pupuk kandang dengan cendawan *M. anisopliae* dengan berbagai konsentrasi. Komposisi media pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

Po = 0 gram *M. anisopliae* + 100 gram pupuk kandang

P1 = 1 gram *M. anisopliae* + 100gram pupuk kandang

P2 = 2 gram *M. anisopliae* + 100 gram pupuk kandang

P3 = 4 gram *M. anisopliae* + 100 gram pupuk kandang

campuran media tersebut dimasukan ke dalam wadah gelas plastik dengan ukuran tinggi 13,2 cm, diameter atas 8,9 cm, diameter bawah 5,7 cm dan volume 821,41 cm³. Wadah tersebut diberi penutup plastik yang telah dilubangi.

Aplikasi *M. anisopliae* pada larva.

Campuran pupuk kandang dan *M. anisopliae* dengan berbagai konsentrasi dimasukan ke dalam gelas plastik, kemudian larva dimasukan ke dalam media. Larva di masukan ke dalam media satu ekor tiap gelas. Selanjutnya media pemeliharaan di tutup dengan plastik penutup yang sudah dilubangi sebelumnya. Gelas plastik diberi label kemudian ditempatkan pada rak di Laboratorium.

Pengawetan larva *O. rhinoceros*.

Larva *O. rhinoceros* yang menunjukkan tanda-tanda terinfeksi cendawan *M. anisopliae* berupa kemunculan bercak coklat (*melanisasi*), kaku (*mumifikasi*), muncul hifa putih (*mikosis*) dan muncul konidia hijau segera diawetkan dengan cara direndam dalam larutan formalin 10%.

Pengamatan.

Ada dua kegiatan pengamatan yang dilakukan yaitu: pengamatan mortalitas larva dilakukan selama 15 hari mulai dari hari pertama setelah aplikasi sampai hari ke 15 setelah aplikasi. Parameter yang diamati adalah mortalitas larva. Pengamatan kerusakan jaringan pada larva *O. rhinoceros* dimulai saat larva menunjukkan gejala terinfeksi cendawan *M. anisopliae*. Larva yang menunjukkan gejala terinfeksi diawetkan dengan formalin 10%, kemudian dibuat slide preparat pada hari ke 12. Ada empat macam jaringan yang diamati yaitu, larva yang timbul bercak cokelat (*melanisasi*), larva kaku (*mumifikasi*), larva yang ditumbuhi hifa putih (*mikosis*) dan larva yang ditumbuhi koloni cendawan hijau tua. Slide preparat jaringan larva yang terinfeksi pada setiap tahapan selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x.

Data dan analisis data.

Mortalitas larva dihitung berdasarkan jumlah larva mati selama 15 hari pengamatan. Presentase mortalitas disajikan dalam bentuk grafik dan dianalisis secara deskriptif. Kemudian analisis tingkat kerusakan jaringan disajikan secara deskriptif dengan cara menganalisis perubahan struktur jaringan larva *O. rhinoceros* pada empat gejala infeksi.

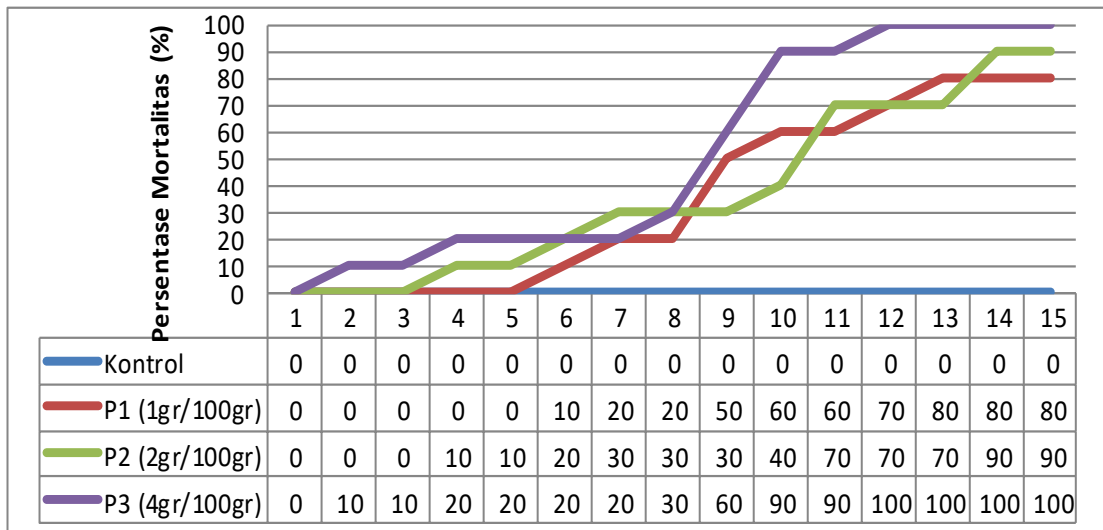
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat perlakuan *M. anisopliae*

Pengamatan perbedaan dosis *M. anisopliae* yang diaplikasikan pada larva *O. rhinoceros* berpengaruh pada presentase kematian larva selama 15 hari pengamatan. Pemberian dosis *M. anisopliae* juga berpengaruh pada presentase waktu kemunculan koloni cendawan *M. anisopliae* pada tubuh larva *O. rhinoceros*. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan cendawan *M. anisopliae* mampu menyebabkan larva *O. rhinoceros* terinfeksi dan mati. Pada umumnya larva mengalami kematian sejak hari ke 2 setelah aplikasi. Mortalitas larva *O. rhinoceros* semakin cepat bila dosis *M. anisopliae* yang diberikan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Wahyuni *et al.* (2013) bahwa patogenitas (virulensi) cendawan dipengaruhi oleh konsentrasi konidia karena konidia berperan utama dalam pemencaran dan proses infeksi.

Semakin tinggi konsentrasi *M. anisopliae* maka semakin banyak konidia yang menempel pada bagian integumen larva *O. rhinoceros* sehingga mempermudah terjadinya proses infeksi dan mempercepat pertumbuhan konidia menjadi hifa dan menyebabkan sistem metabolisme larva *O. rhinoceros* terganggu

(Holong *et al.* 2015). Selain jumlah konidia umur larva juga dapat mempengaruhi kecepatan mortalitas larva. Umur larva yang semakin tua dapat menurunkan kepekaan larva terhadap cendawan entomopatogen (Sari & Widyaningrum 2014). Hal ini dapat menjadi alasan mengapa beberapa larva belum mengalami kematian sampai pada akhir penelitian. Umur larva dalam penelitian ini memang tidak bisa dipastikan sama karena larva diperoleh dari lapangan dan hanya dipilih berdasarkan ukuran tubuhnya saja. Hasil pengamatan presentase mortalitas *O. rhinoceros* selama 15 hari dapat dilihat pada Grafik 1.



Grafik 1. Presentase mortalitas larva *O. rhinoceros* selama 1-15 hari.

Data hasil pengamatan aplikasi *M. anisopliae* dengan beberapa konsentrasi berpengaruh terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* pada hari ke 1-15 setelah aplikasi. Pada kelompok kontrol (Po) semua larva tetap sehat dan hidup sampai akhir penelitian. Larva pada perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) pada hari ke 12 sudah mengalami kematian sebesar 100%. Sedangkan larva pada perlakuan P1(1 gram *M. anisopliae*) dan P2 (2 gram *M. anisopliae*) membutuhkan waktu lebih dari 15 hari untuk mematikan semua larva. Kematian larva pertama terjadi pada perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) di hari ke-2 setelah aplikasi dengan presentase mortalitas sebesar 10%. Kemudian pada hari ke 6 mortalitas juga mulai terjadi pada perlakuan P1 dan P2 dengan jumlah presentase mortalitas sebesar 10% pada perlakuan P1 (1 gram *M. anisopliae*) dan 20% pada perlakuan P2 (2 gram *M. anisopliae*). Terjadi peningkatan mortalitas pada perlakuan P1 (1 gram *M. anisopliae*) dan P3 (4 gram *M. anisopliae*) pada hari ke 9 dengan jumlah presentase mortalitas sebesar 50% pada P1(1 gram *M. anisopliae*) dan 60% pada P3 (4 gram *M. anisopliae*). Kemudian pada hari ke 12 pada perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) presentase mortalitas telah mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan *M. anisopliae* membutuhkan beberapa tahapan untuk menginfeksi larva *O. rhinoceros* (Marheni *et al.* 2011).

Mekanisme infeksi *M. anisopliae* dapat digolongkan menjadi empat tahapan (Feimoser *et al.* 2003). Tahap pertama adalah inokulasi dimana pada tahap ini terjadi kontak antara propagul cendawan dengan tubuh larva. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi dengan cara menembus integumen dan membentuk tabung kecambah (*appressorium*). Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastopora yang kemudian beredar di dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya.

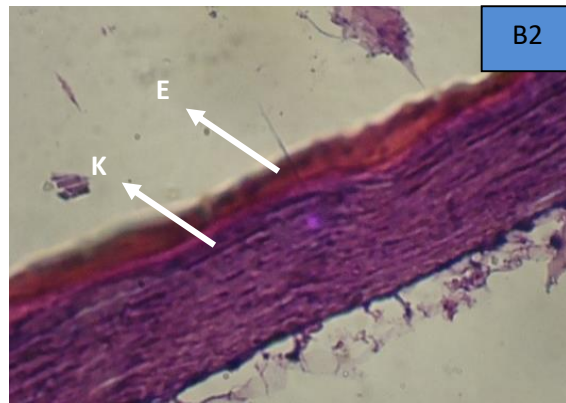
Gambaran kerusakan jaringan *O. rhinoceros* pada setiap gejala infeksi akibat pemberian cendawan *M. anisopliae*.

Gejala infeksi akibat cendawan *M. anisopliae* terdiri dari empat tahapan yakni bercak coklat (*melanisasi*), kaku (*mumifikasi*), hifa putih (*mikosis*) dan kemunculan koloni jamur berwarna hijau tua. Larva

secara morfologi dan mikroskopik pada kelompok kontrol tanpa perlakuan cendawan *M. anisopliae* tercantum pada Gambar A1 dan B1.



Gambar A1. Larva Sehat



Gambar B2. Jaringan Larva Sehat

Keterangan: (K) Kutikula dan (E) Epidermis.

Pada Gambar A1 terlihat larva sehat yang tidak diberi perlakuan *M. anisopliae* memiliki jaringan yang sehat. Larva sehat memiliki ciri-ciri aktif bergerak bila diganggu, berwarna putih tanpa ada luka. Gambar A1 adalah larva *O. rhinoceros* sehat dan Gambar B1 merupakan gambaran larva *O. rhinoceros* yang telah dibuat slide preparat dengan pewarnaan HE (Hematoxylin-Eosin). Beberapa larva pada perlakuan ini mampu hidup menjadi pupa dan dewasa. Pada slide preparat dapat dilihat lapisan jaringan larva. Lapisan jaringan larva *O. rhinoceros* (Gambar B1) tampak bagian kutikula dan epidermis. Kedua lapisan tersebut terlihat utuh tidak terdapat adanya kerusakan.



Gambar A2. Larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* hari ke 2 setelah aplikasi



Gambar B2. Jaringan larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* hari ke 2 setelah aplikasi dengan perbesaran 400x

Keterangan: (K) Kutikula, (E) Epidermis dan (H) Hifa.

Larva yang terinfeksi *M. anisopliae* ditandai dengan adanya gejala berupa munculnya bercak cokelat (Gambar A2) yang muncul pada hari ke dua setelah aplikasi. Larva yang menunjukkan gejala berupa bercak coklat ini pertama kali didapat dari perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*). Perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) lebih cepat menunjukkan gejala infeksi pada larva karena jumlah konidia yang diaplikasikan pada perlakuan ini lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Beberapa larva yang mulai ditumbuhi bercak cokelat masih menunjukkan keaktifan yang baik, namun ada beberapa larva yang akan bergerak hanya bila diganggu.

Bercak coklat pada tubuh larva *O. rhinoceros* tersebut adalah melanin yang merupakan respon pertahanan tubuh dari serangan cendawan *M. anisopliae* (Schmid & Hempel 2005). Pembentukan melanin ini dikenal dengan sebutan melanisasi yang dilakukan oleh enzim phenoloxidase. Melanisasi pada larva banyak terjadi pada bagian bawah tubuh, dada, abdomen dan bagian ruas antar tubuh. Setelah aplikasi konidia akan menempel pada kutikula serangga dan melakukan proses germinasi (Sanjaya *et al.* 2013). Pada tahapan ini *M. anisopliae* telah berhasil melakukan germinasi pada kutikula larva dan penetrasi pada tubuh larva. Kemampuan cendawan *M. anisopliae* melakukan penetrasi pada kutikula larva *O. rhinoceros* ialah dengan cara menghasilkan enzim. Germinasi dan pertumbuhan *M. anisopliae* pada permukaan kutikula dipercepat dengan adanya aktivitas enzim hidrolitik (protease, kitinase dan lipase) serta faktor lain (Urquiza & Keyhani 2011).

Jaringan larva yang mengalami melanisasi terlihat adanya perkembangan hifa di dalam jaringan. Berdasarkan Gambar B2 jaringan larva hifa yang tumbuh pada jaringan larva *O. rhinoceros* akan mengeluarkan senyawa yang mengganggu sistem imun pada serangga (Gabarty *et al.* 2014). Senyawa tersebut adalah destruksin yang lama kelamaan akan menyebabkan larva mati. Senyawa destruksin ini akan terus-menerus di produksi oleh cendawan *M. anisopliae* selama berada didalam tubuh larva.



Gambar A3. Larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* pada hari ke 6 setelah aplikasi



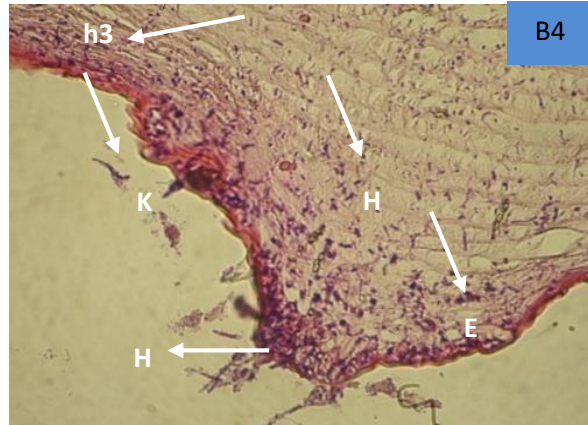
Gambar B3. Jaringan larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* pada hari ke 6 setelah aplikasi dengan perbesaran 400x

Keterangan: (K) Kutikula, (E) Epidermis, (S) Spirakel dan (M) Miselium.

Gejala infeksi selanjutnya adalah kaku (*mumifikasi*). Pada gejala infeksi ini larva akan mengalami kondisi tubuh yang mengeras karena jaringan dan cairan tubuh larva *O. rhinoceros* habis diserap oleh cendawan *M. anisopliae* (Prayogo *et al.* 2005). Gejala kaku (*mumifikasi*) secara umum muncul pada hari ke 6 setelah aplikasi. Jaringan larva yang menunjukkan gejala ini telah dipenuhi oleh miselium dan hifa cendawan *M. anisopliae* (Gambar B3). Lapisan epidermis pada jaringan larva terlihat sudah mulai mengalami kerusakan yang cukup berat. Kerusakan ini disebabkan oleh senyawa toksik destruksin. Larva yang terinfeksi pada tahapan ini yang semula agresif akan menjadi lesu dan lamban kemudian mati. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh (Holong *et al.* 2015) bahwa serangga yang terinfeksi *M. anisopliae* menunjukkan gejala infeksi malas bergerak (aktivitas makan berkurang/lambat). Menurut (Tefera & Pringle 2007) kematian yang terjadi pada serangga yang terinfeksi *M. anisopliae* ialah karena diproduksinya senyawa beracun oleh *M. anisopliae*. Senyawa beracun yang diproduksi *M. anisopliae* akan menyebabkan kerusakan pada jaringan serta sistem pencernaan serangga yang akhirnya dapat menyebabkan serangga kehilangan nafsu makan kemudian mati. Hifa juga terlihat terkumpul pada spirakel hal ini sesuai seperti yang disampaikan oleh (Toledo *et al.* 2010) cendawan entomopatogen *M. anisopliae* memasuki tubuh larva melalui celah-celah tubuh dan spirakel.



Gambar A4. Larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* pada hari ke 8 setelah aplikasi



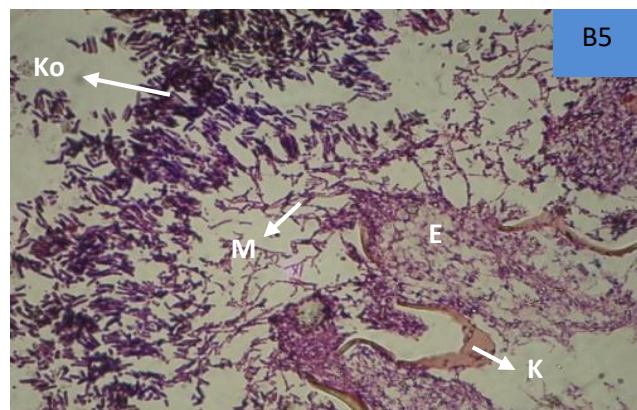
Gambar B4. Jaringan larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* pada hari ke 9 setelah aplikasi dengan perbesaran 400x

Keterangan: (E) Epidermis, (K) Kutikula, (M) Miselium dan (H) Hifa.

Larva yang mengalami mumifikasi pada hari ke enam tiga hari kemudian pada umumnya akan ditumbuhi oleh hifa putih di tubuhnya (Gambar A4). Kemunculan hifa putih di luar tubuh larva menandakan bahwa nutrisi yang terkandung di dalam tubuh larva telah habis akibat aktifitas pertumbuhan dan perkembangan cendawan *M. anisopliae*. Jaringan larva pada tahapan ini mengalami kenaikan tingkat kerusakan, dimana hifa sudah mulai memenuhi bagian dalam jaringan epidermis larva dan bahkan tampak pula hifa yang keluar menembus kutikula larva (Gambar B4). Seperti yang disampaikan oleh (Desyanti & Santoso 2007) bahwa *M. anisopliae* akan keluar dari dalam tubuh serangga melalui kutikula serangga jika bagian dalam tubuh serangga sudah tidak lagi dapat digunakan sebagai sumber nutrisi.



Gambar A5. Larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* pada hari ke 12 setelah aplikasi.



Gambar B5. Jaringan larva *O. rhinoceros* terinfeksi *M. anisopliae* pada hari ke 12 setelah aplikasi dengan perbesaran 400x.

Keterangan: (K) Kutikula, (E) Epidermis, (M) Miselium dan (Ko) Konidia.

Hifa putih yang tumbuh pada tubuh larva pada hari ke sembilan 2-4 hari berikutnya akan berubah warna menjadi koloni cendawan berwarna hijau tua (Gambar A5). Kemunculan konidia hijau pada tubuh larva ini merupakan gejala tahap akhir dari infeksi cendawan *M. anisopliae* pada tubuh larva *O. rhinoceros*. Kemampuan hifa untuk muncul pada bagian luar tubuh larva tergantung pada kondisi kutikula pada larva. Bila kondisi kering dan lembab konidia akan mampu menembus kutikula dan menutupi tubuh serangga

dengan konidia (Priyadarshini & Lekeshmanaswamy 2014). Beberapa larva ditemukan mati tanpa ada kemunculan hifa di bagian luar tubuhnya sampai pada hari ke 15. Menurut (Prayogo *et al.* 2005) cendawan tidak selalu tumbuh keluar integumen, bila keadaan kurang mendukung perkembangan saprofit cendawan hanya akan berlangsung di dalam tubuh larva tanpa menembus keluar integumen dan cendawan akan membentuk struktur khusus untuk dapat bertahan yakni arthospora. Jaringan larva pada tahapan ini terlihat sudah sangat rusak. Tampak kutikula dan epidermis sudah rusak miselium dan konidia bertambah banyak dan konidia siap menginfeksi inang baru (Gambar B5). Terbentuknya konidia dari cendawan menandakan bahwa telah terjadi satu siklus dari cendawan entomopatogen *M. anisopliae* (Marheni *et al.* 2011).

Faktor lingkungan berupa suhu lingkungan, pH tanah, kelembaban dan kadar air dalam tanah juga mempengaruhi kemampuan konidia *M. anisopliae* melakukan perkecambahan. Suhu pada pengamatan berkisar 25-29 °C, pH 7 dan kelembaban 83-99%. Walaupun kondisi suhu dalam pengamatan belum mencapai suhu optimum namun masih termasuk ke dalam batas suhu untuk pertumbuhan cendawan, sehingga cendawan masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Kondisi kelembaban udara saat pengamatan sudah mencapai tahap maksimum. Batasan suhu untuk pertumbuhan cendawan ialah antara 5°–35°C dengan pertumbuhan yang optimal terjadi pada suhu 25 °C, Sedangkan pada suhu 15 °C dan 35 °C pertumbuhan cendawan dapat tetap berlangsung namun menjadi lambat (Dimbi *et al.* 2004). Kondisi pH tanah saat pengamatan sudah termasuk ke dalam batas pH optimum untuk pertumbuhan cendawan adalah 2,5-10,5 (Matsumoto 2006). Kelembaban udara yang baik dan maksimum untuk pertumbuhan konidia ialah berkisar antara 80-92% (Rosmayuningsih *et al.* 2014).

SIMPULAN

Pemberian konsentrasi *M. anisopliae* yang berbeda dapat menyebabkan mortalitas pada larva *O. rhinoceros*. Larva pada hari ke 12 setelah aplikasi pada perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) sudah mengalami kematian sebesar 100%. Sedangkan larva pada perlakuan P1 (1 gram *M. anisopliae*) membutuhkan waktu yang lebih lama. Pengamatan pada hari ke 15 presentase mortalitas larva tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (4 gram *M. anisopliae*) sebesar 100% dan terendah pada perlakuan P1 (1 gram *M. anisopliae*) sebesar 80%.

Kerusakan jaringan larva *O. rhinoceros* dalam setiap gejala infeksi akibat perlakuan cendawan entomopatogen *M. anisopliae* berbeda. Larva yang terserang cendawan entomopatogen *M. anisopliae* terdiri dari empat gejala infeksi yakni, muncul bercak coklat (*melanisasi*) pada hari ke 2 setelah aplikasi dan pada jaringan terlihat adanya hifa di bagian lapisan kutikula dan epidermis larva *O. rhinoceros*, , pada hari ke 6 setelah aplikasi larva menunjukkan gejala kaku (*mumifikasi*) pada jaringan terlihat rusak dan dipenuhi miselium dan hifa , pada hari ke 9 setelah aplikasi muncul hifa putih (*mikosis*) jaringan larva dipenuhi miselium dan hifa sudah mulai menembus kutikula, dan muncul koloni cendawan berwarna hijau tua yang pada jaringan miselium telah menyebar dan telah terlihat adanya konidia yang sudah terlepas.

DAFTAR PUSTAKA

- Chelico L, Haughian JL & Khachatourians GG. 2005. Nucleotide excision repair and photoreactivation in the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Beauveria nivea*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinosus* and *Verticillium lecanii*. *Journal of Applied Microbiology* 100: 964-972.
- Desyanti YS, Hadi, Yusuf S & Santoso T. 2007. Keefektifan beberapa spesies cendawan entomopatogen untuk mengendalikan rayap tanah *Captotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: rhinotermitidae) dengan metode kontak dan umpan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 5(2): 68-77.
- Dimbi S, Maniania NK, Lux SA & Mueke JM. 2002. Effect of constant temperatures on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* to three species of African tephritid fruit flies. *Biocontrol* 49: 83-94.
- Gabarty A, Salem HM, Fouda MA, Abas AA & Ibrahim AA. 2014. Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 7: 95-100.

- Gopal M, Gupta A & Thomas GV. 2005. Prospect of using *Metarhizium anisopliae* to check the breeding of insect pest, *oryctes rhinoceros* L. in coconut leaf vermicomposting sites. *Bioresource Technology* 97: 1801-1806
- Holong EM, Syahrial O & Fatimah Z. 2015. Uji Efektifitas suspensi *Baculovirus oryctes* dan *Metarhizium anisopliae* (Metch.) sorokin terhadap *Brontispa longissima* Gestro. (coleoptera: chrysomelidae) di laboratorium. *Jurnal Online Argoekoteknologi* 3(1): 124-128
- Islam MT, Omar D & Shabanimofrad. 2013. Molecular identification and virulence of six isolates of *Metarhizium anisopliae* (deuteromycotina: hypomycetes) to *Bemisia tabaci* Q biotype. *Journal of Asia-Pasific Entomology* (14): 1-16.
- Lobalohin S, Noya SH & Hasinu JV. 2014. Kerusakan tanaman kelapa (*cocos nucifera* L.) akibat Serangan Hama *Sexava* sp dan *Oryctes rhinoceros* di Kecamatan Teluk Elpaputih Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Budidaya Pertanian* 10(1): 35-40.
- Marheni, Hasanuddin, Pinde & Suziani W. 2011. Uji Patogenesis jamur *Metarhizium anisopliae* dan jamur *Cordyceps militaris* terhadap larva penggerek pucuk kelapa sawit (*Oryctes rhinoceros*) (coleoptera: scarabaeidae) di laboratorium. *Jurnal Ilmu Pertanian KULTIVAR* 5(1): 32-40.
- Matsumoto KS. 2006. Fungal chitinase. *Enzyme* 661 (186): 289-304.
- Moslim R, Kamarudin N & Wahid MB. 2009. Pathogenicity of granule formulations of *Metarhizium anisopliae* against the larvae of the oil palm rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros* (L.). *Journal of Oil Palm Research* 21(6): 602-612.
- Prayogo Y, Wedanimbi T & Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera Litura* pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(1): 19-20.
- Priyadarshini T & Lekeshmanaswamy M. 2014. Larvicidal effect of fungus *Metarhizium anisopliae* on *Aedes aegypti*. *SIRJ-HMS*, 1(1): 27-30.
- Rosmayuningsih A. Rahardjo BT & Rachmawati R. 2014. Patogenitas jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama kepinding tanah (*Stibaropus molginius*) (hemiptera: cydnidae) dari beberapa formulasi. *Jurnal HPT* 2(2): 28-37.
- Sari LA & Widyaningrum T. 2014. Patogenitas spora jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas hama *Hypothenemus hampei* (Ferrari) sebagai bahan ajar biologi SMA kelas X. *JUPEMASI-PBIO* 1(1): 26-32.
- Schmid P & Hempel. 2005. Evolutionary ecology of insect immune defenses. *Annu. Rev. Entomology* 50: 529-551.
- Tefera T & Pringle KL. 2007. Mortality and maize leaf compumption of chilo partellus (lepidoptera: pyralidae) larvae treated with *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *International Journal of Pest Management* 50(1): 29-34.
- Toledo AV, Lenicov R & Lastra L. 2010. Histopathology caused by entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, in the adult planthopper, *Peregrinus maidis*, a maize virus vector. *Journal of Insect Science* 10(35): 1-10.
- Urquiza AO & Keyhani NO. 2013. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insect* 4: 357-374.
- Wahyuni DT, Isnawati & Suparno G. 2013. Patogenitas cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) terhadap larva instar III *Spodoptera exigua* (lepidoptera: noctuidae). *Lentera Bio* 2(2): 173-178.
- Yamini V. 2013. Efficacy of ecofriendly management against rhinoceros beetle grub in coconut. *Jbiopest* 6(2): 101-103.
- Zimmermann G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology* 17(9): 879-920.