



**MORTALITAS LARVA *Oryctes rhinoceros* AKIBAT
PERLAKUAN LARUTAN METABOLIT SEKUNDER
Beauveria bassiana DAN *Beauveria bassiana* DALAM
FORMULASI KAOLIN**

Skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi

oleh
Tria Cahyanti
4411415031

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi berjudul *Mortalitas Larva Oryctes rhinoceros akibat Perlakuan Larutan Metabolit Sekunder Beauveria bassiana dan Beauveria bassiana dalam Formulasi Kaolin* ini benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang atau pihak lain yang terdapat dalam skripsi sini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi hukum yang dijatuhkan apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan karya ini.

Semarang, 3 Desember 2019



Tria Cahyanti
4411415031

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* akibat Perlakuan Larutan Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana* dan *Beauveria bassiana* dalam Formulasi Kaolin “ disusun oleh:

Nama : Tria Cahyanti

NIM : 4411415031

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 13 Desember 2019 dan disahkan oleh Panitia Ujian.



Dr. Sugianto, M. Si.
NIP. 196102191993031001

Penguji I

Prof. Dr. Ir. P. Widiyaningrum, M.S.
NIP. 196004191986102001

Sekretaris

Dr. dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes.
NIP. 196907091998032001

Penguji II

Drs. Bambang Priyono, M.Si.
NIP. 195703101988101001

Anggota Penguji/Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P.
NIP. 196304071990032001

MOTTO

Cendawan *Beauveria bassiana* efektif sebagai agen pengendali hayati serangga hama yang ramah lingkungan.

PERSEMBAHAN

Untuk Jurusan Biologi FMIPA UNNES,
BPTPHP Salatiga Jawa Tengah dan
masyarakat Desa Jeruk Wangi Jepara.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* akibat Perlakuan Larutan Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana* dan *Beauveria bassiana* dalam Formulasi Kaolin “ sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian payung Prof. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang dihadapi, namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan studi strata 1 Jurusan Biologi FMIPA UNNES.
2. Dekan FMIPA UNNES yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNNES yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P. selaku dosen pembimbing sekaligus dosen penelitian payung yang selalu membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S. dan Drs. Bambang Priyono, M.Si. selaku dosen penguji yang berkenan menelaah dan memberi masukan yang sangat berarti dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Staff Dosen dan Pegawai Laboratorium Jurusan Biologi FMIPA UNNES yang telah banyak memberikan pengetahuan selama menimba ilmu di Jurusan Biologi ini.

7. Bapak Muji Slamet, S.P. selaku Peneliti Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan (BPTPHP) Salatiga, terima kasih telah memberikan kesempatan dan kerja samanya untuk melakukan penelitian ini.
8. Bapak Ja'i di Desa Jerukwangi, Kecamatan Bangsri, Kabupaten Jepara yang telah membantu dalam mencarikan larva *Oryctes rhinoceros* sebagai bahan penelitian ini.
9. Ibunda tersayang Suyati dan ayahanda tercinta Ponidi, kakak-kakak tersayang Siti Mardiyatun dan Mulyani serta keluarga besar, terima kasih telah memberikan dukungan, dorongan doa, motivasi, nasihat dan pengorbanan materilnya selama menempuh studi di FMIPA UNNES.
10. Yuni dan Sausan yang telah membantu dan saling mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini.
11. Laila, Hana, Sausan, Shindi, Ephi, Widha, Arinta dan Hany, terima kasih telah memberikan suport, dorongan doa, motivasi, nasihat hingga terselesaikannya skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan naskah skripsi ini.

Terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan dan diberikan balasan. Aamiin. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Semarang, 3 Desember 2019

Tria Cahyanti

ABSTRAK

Cahyanti, Tria. 2019. Mortalitas Larva *Oryctes rhinoceros* akibat Perlakuan Larutan Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana* dan *Beauveria bassiana* dalam Formulasi Kaolin . Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Prof. Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P.

Oryctes rhinoceros (Kumbang tanduk) merupakan hama utama tanaman kelapa di Indonesia. Pengendalian *O. rhinoceros* dapat dilakukan dengan menggunakan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keefektifan jamur *B. bassiana* dalam formulasi kaolin dan larutan metabolit sekunder terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*. Populasi dalam penelitian ini adalah larva *O. rhinoceros* yang diperoleh dari Desa Jeruk Wangi, Kecamatan Bangsri, Kabupaten Jepara. Sampel yang digunakan adalah 30 larva *O. rhinoceros* instar 3 dengan berat tubuh 10-16 gr dengan panjang tubuh 7-10 cm. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari tiga perlakuan dengan 10 ulangan yaitu kontrol, 2 gr *B. bassiana* dalam formulasi kaolin dan 25 ml larutan metabolit sekunder dalam media pupuk kandang sebanyak 200 gr. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali sampai seluruh larva perlakuan mati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *B. bassiana* dalam formulasi kaolin mati dalam keadaan tubuh mengeras dan ditumbuhi hifa jamur yang berwarna putih seperti tepung pada permukaan tubuh larva. Larva *O. rhinoceros* pada perlakuan larutan metabolit sekunder mati dalam keadaan tubuh lunak dan tidak ditumbuhi hifa jamur pada permukaan tubuh larva. *B. bassiana* dalam formulasi kaolin lebih cepat mematikan larva *O. rhinoceros*. Larva mulai mati pada hari ke 8 setelah perlakuan dan kematian total (100%) terjadi pada hari ke 20 setelah perlakuan. Larutan metabolit sekunder mematikan larva *O. rhinoceros* mulai hari ke 14 dan pada hari ke 20 setelah perlakuan kematian larva *O. rhinoceros* menjadi 40%.

Kata Kunci: *Beauveria bassiana*, larutan metabolit sekunder, *Oryctes rhinoceros*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Penegasan Istilah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kumbang Tanduk (<i>Oryctes rhinoceros</i>).....	6
2.2 Cendawan <i>Beaveria bassiana</i>	9
2.3 <i>Beaveria bassiana</i> dalam Bentuk Formulasi Kaolin.....	11
2.4 Metabolit Sekunder.....	11
2.5 Metabolit Sekunder <i>Beaveria bassiana</i>	13
2.6 Penelitian Terkait.....	14
2.7 Kerangka Berfikir.....	16
2.8 Hipotesis.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Populasi dan Sampel.....	19
3.3 Variabel Penelitian.....	19
3.4 Rancangan Penelitian.....	19

3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.6 Prosedur Penelitian.....	20
1. Persiapan.....	20
2. Perlakuan.....	22
3. Pengamatan.....	23
3.7 Data, Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Gejala dan Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> akibat Terinfeksi <i>B. bassiana</i> dalam formulasi kaolin.....	25
4.2 Gejala dan Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> akibat Terinfeksi Larutan Metabolit Sekunder <i>B. bassiana</i>	29
4.3 Keefektifan <i>B. bassiana</i> dalam Formulasi Kaolin dan Larutan Metabolit Sekunder terhadap Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i>	33
BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Simpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
DAFTAR LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Metamorfosis <i>O. rhinoceros</i>	7
2.2. Siklus Hidup <i>O. rhinoceros</i>	8
2.3. Konidia dan Konidiofor <i>B. bassiana</i>	10
2.4. Kerangka berfikir perlakuan <i>B. bassiana</i> dalam formulasi kaolin.....	16
2.5. Kerangka berfikir perlakuan larutan metabolit sekunder <i>B. Bassiana</i>	17
3.1. Skema Rancangan Penelitian.....	23
4.1. Larva <i>O. rhinoceros</i> akibat terinfeksi jamur <i>B. bassiana</i>	26
4.2. Persentase akumulasi kematian larva <i>O. rhinoceros</i> akibat terinfeksi <i>B. bassiana</i> dibandingkan kontrol.....	27
4.3. Larva <i>O. rhinoceros</i> akibat terinfeksi metabolit sekunder <i>B. bassiana</i>	29
4.4. Persentase akumulasi kematian larva <i>O. rhinoceros</i> akibat perlakuan larutan metabolit sekunder (MS) dibandingkan kontrol.....	31
4.5. Larva <i>O. rhinoceros</i> yang masih hidup akibat perlakuan metabolit sekunder.....	32
4.6. Persentase akumulasi kematian larva <i>O. rhinoceros</i> akibat perlakuan kontrol, perlakuan <i>B. bassiana</i> (BB) dan perlakuan larutan metabolit sekunder (MS).....	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Data, Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Penelitian.....	43
2. Data Mortalitas <i>O. rhinoceros</i>	45
3. Data Pengukuran Faktor Abiotik.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertanian merupakan suatu bidang usaha yang cukup berpengaruh di dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Salah satunya yaitu sektor perkebunan kelapa. Tanaman perkebunan mempunyai peranan yang cukup besar, terutama dalam penyediaan lapangan pekerjaan, menambah pendapatan dari ekspor perkebunan serta meningkatkan perekonomian masyarakat (Patty, 2011). Luas areal perkebunan kelapa di Indonesia yaitu 3.500.726 Ha, dengan produksi kelapa 2.922.190 ton (Statistik Perkebunan Indonesia, 2019). Salah satu daerah di Jawa Tengah yang banyak menghasilkan kelapa yaitu di Jepara. Menurut data Statistik Perkebunan kelapa di Indonesia, produktifitas kelapa di Jepara pada tahun 2014 berkisar 11.114 ton dan mengalami penurunan pada tahun 2017 sehingga menjadi 9.361 ton (Statistik Perkebunan Indonesia, 2019). Hal ini terjadi karena salah satunya serangan hama *Oryctes rhinoceros* L (Coleoptera: Scarabaeidae) yang menyerang tumbuhan kelapa tersebut (Hidayanti, 2015).

O. rhinoceros sering disebut dengan kumbang tanduk. *O. rhinoceros* merupakan hama utama tanaman kelapa di Jawa. Di luar Jawa selain menyerang tanaman kelapa hama ini juga menyerang kelapa sawit. Akibat serangan hama *O. rhinoceros* pelepah daun kelapa akan rusak. Gejala serangan hama *O. rhinoceros* nampak pada daun yang sudah terbuka, ditandai dengan adanya guntingan yang berbentuk huruf “V” terbalik (Bandu *et al.*, 2018). Menurut Siahaya (2014), imago dari *O. rhinoceros* dapat menggerek pucuk pohon kelapa dengan maksud mencari bagian yang muda dan lunak serta yang mengandung air. Pucuk daun bekas gergakan kumbang tersebut setelah berkembang atau membuka tampak bagaikan digunting segitiga atau seperti kipas. Jika titik tumbuh dari pohon kelapa tersebut ikut tergerak, maka daun kelapa tidak akan tumbuh daun baru lagi dan akhirnya akan mati.

Luas sebaran hama *O. rhinoceros* dapat disebabkan karena banyaknya jenis tumpukan bahan organik seperti batang kelapa dan batang sawit yang sudah lapuk.

Kotoran sapi, serbuk gergaji, sekam padi serta tumpukan sampah yang mengalami proses pembusukan juga dapat dijadikan tempat berkembangbiak dan sumber bahan makanan bagi kumbang tersebut (Ruskandi & Odah, 2004).

Akibat adanya serangan hama tersebut, cara pengendalian yang sering dilakukan di beberapa perkebunan kelapa yaitu dengan insektisida kimia. Menurut Soetopo & Igga (2015), penggunaan insektisida yang tidak bijaksana dapat menimbulkan masalah. Masalah tersebut antara lain: meningkatnya resistensi hama terhadap insektisida kimia, terjadinya ledakan populasi serangga hama sekunder, meningkatnya risiko keracunan pada manusia dan hewan ternak, terkontaminasinya air tanah, menurunnya biodiversitas, dan bahaya-bahaya lain yang berkaitan dengan lingkungan. Timbulnya masalah-masalah tersebut menjadi stimulan yang meningkatkan minat terhadap upaya pengendalian hama secara terpadu (PHT). Sistem PHT lebih menonjolkan keterpaduan penggunaan beberapa komponen pengendalian secara alami, seperti musuh alami (parasitoid, predator, dan patogen serangga), pengendalian secara fisik dan mekanik, pengendalian dengan menanam varietas tahan dan insektisida nabati.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan peran agen hayati seperti cendawan entomopatogen. Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan cendawan entomopatogen yakni mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidup yang pendek, dan dapat bertahan dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Wahyono, 2006). Salah satu cendawan entomopatogen yang potensial dalam pengendalian hama di lapangan adalah *Beauveria bassiana* (*B. bassiana*).

Di Indonesia, hasil penelitian *B. bassiana* telah banyak dipublikasikan, terutama dari tanaman pangan untuk mengendalikan telur serangga hama *Cylas formicarius* pada ubi jalar (Artanti *et al.*, 2005), *Cosmopolites sordidus* pada bonggol pisang (Hasyim, 2006), *Nezara viridula* pada sayur-sayuran (Sably, 2012), Larva *Oryctes rhinoceros* pada tanaman kelapa dan kelapa sawit (Sihombing *et al.*, 2014), *Aphis glycines* pada kedelai (Pertiwi *et al.*, 2016), Symphylid pada akar tanaman

nanas (Simarmata *et al.*, 2016), *Helopeltis* sp. pada buah kakao (Indriyanti *et al.*, 2017a) dan larva *Spodoptera litura* pada tembakau (Indriyanti *et al.*, 2017b).

Cendawan entomopatogen *B. bassiana* memiliki produk berupa konidia dan metabolit. Saat ini produk bioinsektisida sudah ada yang diolah menjadi larutan metabolit sekunder dari *B. bassiana*. Penggunaan metabolit sekunder *B. bassiana* dapat menjadi metode alternatif yang murah dan ramah lingkungan. Widiastuti & Kalimah (2016), sudah melakukan penelitian yang menggunakan metabolit sekunder *B. bassiana* untuk mengendalikan larva *Aedes aegypti*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metabolit sekunder jamur *B. bassiana* menyebabkan kematian larva instar III *Ae. aegypti* dimulai pada hari pertama. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam metabolit sekunder jamur *B. bassiana* terdapat senyawa yang memiliki efek larvasida yaitu toksin beauverin. Namun, pemanfaatan metabolit sekunder *B. bassiana* sebagai agen pengendali hayati *O. rhinoceros* belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu perlu dilakukannya penelitian menggunakan larutan metabolit sekunder *B. bassiana* terhadap larva *O. rhinoceros* serta penelitian perbandingan keefektivan antara *B. bassiana* dalam formulasi kaolin dengan larutan metabolit sekunder *B. bassiana* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana gejala dan mortalitas larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *B. bassiana* dalam formulasi kaolin?
2. Bagaimana gejala dan mortalitas larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi larutan metabolit sekunder *B. bassiana*?
3. Bagaimana keefektifan *B. bassiana* dalam formulasi kaolin dan larutan metabolit sekunder terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis gejala dan mortalitas larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *B. bassiana* dalam formula kaolin.
2. Menganalisis gejala dan mortalitas larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi larutan metabolit sekunder *B. bassiana*.
3. Menganalisis keefektifan *B. bassiana* dalam formulasi kaolin dan larutan metabolit sekunder terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*.

1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Praktis
Memberi informasi mengenai keefektifan antara cendawan *B. bassiana* dalam formulasi kaolin dan larutan metabolit sekunder dalam upaya pengendalian larva *O. rhinoceros*.
2. Manfaat teoritis
Sumber referensi bagi peneliti terkait pengendalian hayati pada *O. rhinoceros* menggunakan cendawan *B. bassiana* dalam formulasi kaolin maupun larutan metabolit sekunder.

1.5. Penegasan Istilah

1. Larva *Oryctes rhinoceros*

Larva *O. rhinoceros* yang digunakan pada penelitian ini yaitu larva instar 3 diperoleh dari lapangan. Larva *O. rhinoceros* memiliki berat badan 10–16 gram dengan panjang tubuh 7-10 cm. Larva *O. rhinoceros* yang digunakan dalam keadaan sehat, yaitu dengan ciri-ciri tubuh berwarna putih tulang, permukaan kulit kencang dan halus serta aktif dalam bergerak. Larva *O. rhinoceros* diambil dari perkebunan kelapa milik masyarakat Desa Jeruk Wangi, Kecamatan Bangsri, Kabupaten Jepara.

2. *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana adalah salah satu jenis cendawan entomopatogen yang digunakan sebagai pengedali berbagai jenis hama. Penelitian menggunakan konidia *B. bassiana* dalam formulasi kaolin yang diproduksi oleh Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan (BPTPHP) Salatiga.

3. Larutan metabolit sekunder *B. bassiana*

Larutan metabolit sekunder *B. bassiana* diperoleh dari Balai Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan (BPTPHP) Salatiga. Larutan metabolit sekunder *B. bassiana* yang digunakan yaitu berwarna putih.

4. Keefektifan Perlakuan

Perlakuan dikatakan efektif dilihat dari grafik cepat kematian larva *O. rhinoceros* akibat perlakuan. Keefektifan dalam penelitian ini diamati dari lamanya waktu kematian larva *O. rhinoceros* akibat *B. bassiana* dalam formulasi kaolin maupun larutan metabolit sekunder. Waktu dihitung sejak awal perlakuan. Semakin cepat larva *O. rhinoceros* mati, maka semakin efektif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

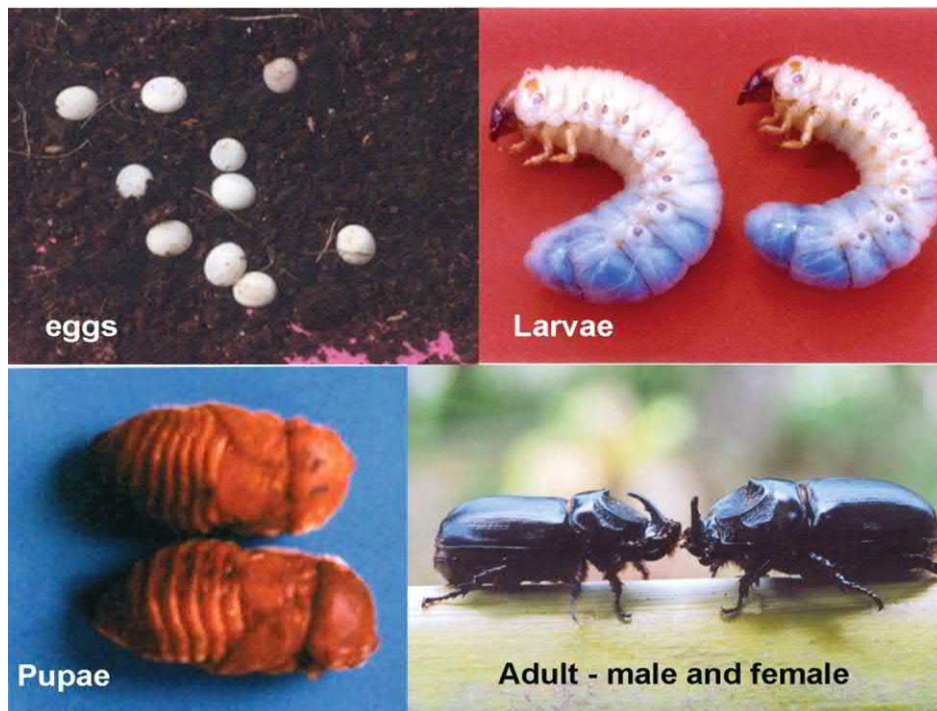
2.1 Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*)

Oryctes rhinoceros sering disebut dengan kumbang tanduk. *O. rhinoceros* merupakan hama utama penyerang tanaman kelapa di Jawa, sedangkan di luar Jawa selain menyerang tanaman kelapa hama ini juga menyerang kelapa sawit. Hama *O. rhinoceros* merusak pelepah daun kelapa.

Klasifikasi *O. rhinoceros* menurut Kalshoven (1981) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Phylum : Arthropoda
Class : Insecta
Ordo : Coleoptera
Family : Scarabaeidae
Genus : *Oryctes*
Species : *Oryctes rhinoceros* L

Menurut Lobalohin *et al.* (2014), menyatakan bahwa imago *O. rhinoceros* berwarna gelap sampai hitam, bagian punggung berbentuk cembung dan bersisi lurus, pada bagian kepala terdapat satu tanduk dan terdapat cekungan dangkal pada permukaan punggung ruas di belakang kepala. *O. rhinoceros* pada bagian atas berwarna hitam mengkilat dan bagian bawah berwarna coklat merah tua, dengan panjang 3-5 cm, memiliki dua sayap, tiga pasang kaki, pada bagian ekor terdapat bulu-bulu halus. Imago jantan *O. rhinoceros* mempunyai tanduk lebih panjang dari tanduk betina. Pada imago betina terdapat bulu yang tumbuh pada ujung abdomennya, sedangkan pada imago jantan bulu-bulu tersebut hampir tidak ditemukan (Purba, 2006).

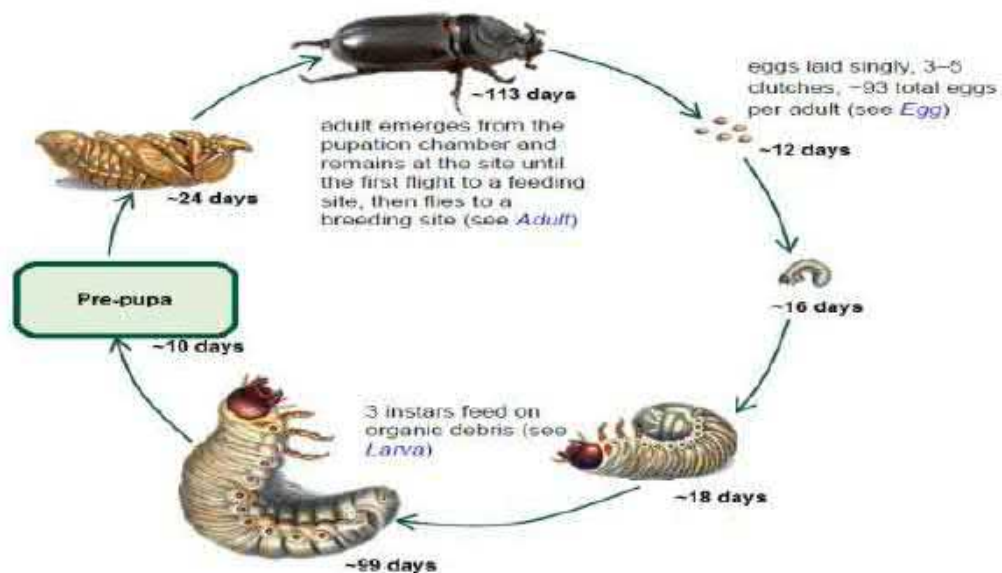


Gambar 2.1. Metamorfosis *O. rhinoceros* (Josephraj Kumar *et al.*, 2018)

Perkembangbiakan *O. rhinoceros* dimulai dari telur, larva, prepupa, pupa hingga menjadi imago (Gambar 2.1). *O. rhinoceros* betina menempatkan telurnya pada gundukan bahan organik yang lapuk, seperti gergaji kayu, tunggul kelapa, sampah yang lapuk, kotoran ternak dan lainnya (Mulyono, 2007). Menurut Allorerung dan Hosang (2003), menyatakan bahwa imago betina *O. rhinoceros* dapat bertelur 3 sampai 4 kali selama hidupnya, dan sekali bertelur dapat memproduksi 30 butir telur. Telur diletakkan sedalam 5-15 cm dari permukaan tanah. Telur *O. rhinoceros* berwarna putih, dan berbentuk oval. Ukuran telur 2,3–3,5 mm dan menetas setelah 8-12 hari (Gambar 2.2).

Larva *O. rhinoceros* berwarna putih tulang, berbentuk silinder, berkerut-kerut, melengkung dan memiliki panjang sekitar 60-100 mm. Tubuh larva terdiri atas tiga bagian, yaitu kepala (caput), thorax (dada), dan abdomen (perut). Stadia larva terbagi menjadi 3 masa instar. Masa instar I terjadi selama 11-12 hari, masa instar II terjadi selama 12-21 hari, dan instar III selama 60-165 hari (Pracaya, 2009).

Selama stadia larva, *O. rhinoceros* akan terus makan sampai memasuki tahap prepupa. Pada tahap ini larva *O. rhinoceros* tidak dapat makan lagi. Prepupa berlangsung selama 8-13 hari. Prepupa sekilas terlihat seperti larva namun ukurannya lebih kecil dan berwarna coklat dan cenderung diam. Prepupa bergerak jika diganggu. Ukuran prepupa bisa mencapai 50 mm (Soesanto *et al.*, 2011). Stadia selanjutnya adalah pupa, ukuran pupa sekitar 4,5-6 cm dan berlangsung selama 20-25 hari (Mulyono, 2007).



Gambar 2.2. Siklus hidup *O. rhinoceros* (USDA, 2015)

Imago *O. rhinoceros* biasanya terbang ke tajuk kelapa pada malam hari dan masuk melalui salah satu ketiak pada bagian atas tajuk. *O. rhinoceros* membuat lubang hingga menembus pangkal pelepah daun muda sampai di tengah pucuk dan tinggal pada lubang ini selama 5-10 hari. Setelah *O. rhinoceros* menggerek ke batang tanaman, kumbang akan memakan pelepah daun muda yang sedang berkembang, dan bekas gigitan kumbang akan menyebabkan daun seperti tergunting dan akan semakin jelas terlihat setelah pelepah daun terbuka. Gejala serangan hama *O. rhinoceros* nampak pada daun yang sudah terbuka, ditandai dengan adanya guntingan yang berbentuk huruf “V” terbalik (Bandu, 2018). Menurut Siahaya (2014), imago dari *O. rhinoceros* dapat menggerek pucuk pohon kelapa dengan maksud mencari bagian

yang muda dan lunak serta yang mengandung air. Pucuk daun bekas gerakan kumbang tersebut setelah berkembang atau membuka tampak bagaikan digunting segitiga atau seperti kipas. Jika titik tumbuh dari pohon kelapa tersebut ikut tergerek, maka daun kelapa tidak akan tumbuh daun baru lagi dan akhirnya akan mati.

Imago *O. rhinoceros* bila sore hari, mencari pasangan dan kemudian kawin. Berdasarkan siklus hidup *O. rhinoceros* yang bertelur pada tumpukan bahan organik yang sedang mengalami proses pembusukan (kompos) dan akan menetas pada tumpukan bahan organik tersebut juga, maka dengan penambahan cendawan entomopatogen yang dapat membunuh larva atau pupa dari telur yang sudah menetas akan menghentikan siklus hidup kumbang badak tersebut (Hidayanti & Yuniarti, 2013).

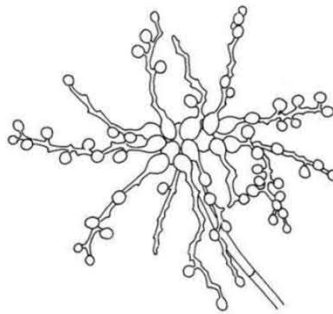
2.2 Cendawan *Beauveria bassiana*

B. bassiana termasuk cendawan entomopatogen, yaitu cendawan yang dapat menimbulkan penyakit pada serangga. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* dikenal sebagai penyakit *white muscardine* karena miselium dan konidium (spora) yang dihasilkan berwarna putih, bentuknya oval dan tumbuh secara zig-zag pada konidiofornya (Soetopo & Indrayani, 2007). Menurut Soesanto (2007), klasifikasi *B. bassiana* sebagai berikut :

Kerajaan : Fungi
 Filum : Ascomycota
 Kelas : Sordariomycetes
 Ordo : Hypocreales
 Famili : Cordycipitaceae
 Genus : Beauveria
 Spesies : *Beauveria bassiana* Bals.

Secara mikroskopis cendawan *B. bassiana* memiliki hifa berukuran lebar 1–2 μm dan berkelompok dalam sekelompok sel-sel konidiofor berukuran 3–6 μm x 3 μm . Hifa bercabang-cabang dan menghasilkan sel-sel konidiofor yang berbentuk

seperti botol, dengan leher kecil, dan panjang cabang hifa dapat mencapai lebih dari 20 μm dan lebar 1 μm (Gambar 2.3). Cendawan ini tidak membentuk kladospora, namun dapat juga membentuk blastospora (Ahmad, 2008) serta mempunyai miselia yang bersekat berwarna putih (Talanca, 2005). Selain itu, konidia *B. bassiana* memiliki bentuk bervariasi, yaitu globose, elips, silindris, dan koma. Konidia berbentuk elips berukuran 2,90–4,20 μm x 1,80–2,50 μm , bentuk silindris berukuran 3,30–4,80 μm x 2,10–2,50 μm , dan bentuk koma berukuran 1,90–2,50 μm . Cendawan ini hidup kosmopolitan dan berisifat haploid (Nonci, 2004).



Gambar 2.3. Konidia dan konidiofor *B. bassiana* (Talanca, 2005)

B. bassiana merupakan parasit agresif untuk berbagai jenis serangga dan menyerang baik dalam tahapan larva maupun usia serangga dewasa. Spora *B. bassiana* sangat kecil, hanya beberapa micron. Hifa dan spora tidak berpigmen sehingga koloni tampak berwarna putih. Secara alami, *B. bassiana* terdapat di dalam tanah sebagai jamur saprofit. Kondisi tanah seperti kandungan bahan organik, suhu, kelembaban, dan pola makan serangga dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur di dalam tanah (Purnama *et al.*, 2015).

Menurut Soetopo dan Indrayani (2007), mikotoksin yang dihasilkan *B. bassiana* dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan inti sel serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi. Selain itu, toksin tersebut dapat menghambat pembusukan yang disebabkan bakteri pada tubuh serangga sehingga cendawan dapat melakukan mumifikasi dengan baik pada tubuh serangga.

Gejala awal yang terlihat pada serangga yang terinfeksi *B. bassiana* yaitu serangga menjadi lemah, kepekaan dan aktivitas makan menjadi berkurang sehingga pada akhirnya serangga akan mati. Serangga yang mati karena terinfeksi menunjukkan gejala berupa terdapat bercak kehitaman atau bercak berwarna gelap pada kulit yang disebabkan oleh penetrasi cendawan pada kutikula serangga (Vega *et al.*, 2007). Bila kondisi lingkungan cukup lembab maka pada permukaan tubuh akan ditumbuhi miselium cendawan yang berwarna putih sehingga menutupi tubuh serangga.

2.3 *Beauveria bassiana* dalam Formulasi Kaolin

Cendawan *B. bassiana* dapat dibuat beberapa jenis formulasi supaya dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama, praktis, dan dapat lebih mudah diaplikasikan (Suwahyono, 2010). Cendawan *B. bassiana* formulasi kaolin dapat dibuat dengan cara menumbuhkan cendawan *B. bassiana* pada media beras atau jagung giling, kemudian setelah masa inkubasi selama ± 2 minggu beras atau jagung giling yang telah ditumbuhi cendawan *B. bassiana* dikeringkan di dalam lemari pendingin pada suhu 5-15° C selama 12 hari, setelah itu dihaluskan dengan cara diblender lalu diayak. Media yang telah halus kemudian ditambahkan kaolin dan zeolite sebagai bahan pembawa (Suwahyono, 2010).

Menurut Prayogo *et al.* (2005), keefektifan cendawan entomopatogen dalam menginfeksi inang dapat dipengaruhi oleh kerapatan konidia, frekuensi aplikasi, umur inang, dan waktu penyimpanan cendawan entomopatogen. Cendawan *B. bassiana* dalam formulasi kering (kaolin) pada masa simpan 1-6 bulan menyebabkan mortalitas *Helopeltis* spp. lebih tinggi dibandingkan dengan masa simpan 7-12 bulan di laboratorium (Irawan *et al.*, 2015).

2.4 Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder adalah hasil metabolisme organisme atau mikroba yang dibuang karena tidak ada manfaatnya bagi kehidupan organisme atau mikroba tersebut. Metabolit sekunder umumnya dibentuk di akhir pertumbuhan. Misalnya

antibiotika, enzim, hormon, dan toksin (Soesanto, 2015). Senyawa metabolit sekunder dihasilkan pada kondisi tertentu dan tidak diproduksi secara terus menerus tetapi hanya untuk tujuan tertentu. Produksi senyawa metabolit sekunder dengan jumlah terbatas dan dengan struktur yang berbeda merupakan sifat uniknya. Fungsi metabolit sekunder adalah sebagai adaptasi stress lingkungan, pelindung terhadap sinar ultra violet, pertahanan terhadap patogen dan sebagai alelopati (Dalimunthe *et al.*, 2017).

Hasil metabolit sekunder dapat menyebabkan suatu agen pengendali hayati (APH) mempunyai tingkat kemampuan yang tinggi atau rendah dalam mengendalikan hama di lapangan. Keberhasilan APH tersebut sangat tergantung dan ditentukan dengan seberapa banyak jumlah dan jenis metabolit sekunder yang dihasilkan. Peran metabolit sekunder APH dapat secara tunggal dan ganda. Peran tunggal jika hanya satu jenis metabolit sekunder saja yang berguna. Umumnya metabolit sekunder APH berperan ganda. Hal ini sering nampak pada hasil aplikasi APH, selain dapat mengatasi atau mengendalikan hama juga dapat berpengaruh kepada tanamannya, khususnya terhadap pertumbuhan tanaman (Soesanto, 2015).

Senyawa metabolit sekunder yang telah ditemukan sudah sangat banyak, tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal dibandingkan dengan potensi sumbernya. Sekitar 14-28% ekstrak tanaman dapat digunakan sebagai obat, serta sekitar 74% mempunyai fungsi medisinal (Cavoski *et al.*, 2011). Pestisida nabati dapat diperoleh dari tanaman beserta metabolit sekundernya. Pemanfaatan metabolit sekunder sebagai pestisida nabati mengalami peningkatan. Hal tersebut disebabkan karena banyak dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan pestisida kimia. Misalnya, timbul resistensi hama penyakit, kerusakan lingkungan serta resiko keracunan dari pestisida kimiawi (Dalimunthe *et al.*, 2017). Produk metabolit sekunder bersifat non fitotoksik dan mudah terdegradasi yang digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama (Syakir, 2011).

2.5 Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana*

Metabolit sekunder *B. bassiana* di antaranya bassianin, bassiacridin, beauvericin, bassianolide, siklosporin A, asam oksalat, beauverolides, tenellin dan oosporein, Antibakteri, Antijamur, Antinematodal, Mikotoksin, sitotoksis, Beauvericin, Enniatins, Isarolides, dan Bassianolide (insecticidal). Metabolit sekunder *B. bassiana* mampu menghambat pertumbuhan beberapa jamur patogen tanaman dengan konsentrasi rendah. Jamur patogen tanaman yang dihambat pertumbuhannya oleh metabolit sekunder *B. bassiana*, antara lain jamur *Alternaria tenuis*, *Aspergillus niger*, *A. parasiticus*, *Fusarium avenaceum*, *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, dan *Penicillium* sp. (Soesanto, 2015).

Metabolit sekunder *B. bassiana* mempunyai kemampuan untuk menghasilkan zat-zat yang berperan sebagai insektisida biologis, sehingga dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme pada organisme pengganggu tanaman (Soesanto, 2016). Metabolit sekunder *B. bassiana* mempunyai sifat yang menguntungkan antara lain:

1. Mudah larut dalam air, sehingga dapat menyatu dengan air dan tidak membutuhkan perata atau perekat.
2. Tidak meninggalkan residu di dalam jaringan tanaman, sehingga produk pertanian aman terhadap bahaya residu.
3. Tidak mudah menguap, membuat metabolit sekunder APH tahan lama di alam.
4. Jumlah metabolit sekunder yang dibutuhkan hanya sedikit, tetapi memberikan manfaat yang besar.
5. Mudah diaplikasikan dengan beragam cara dan dalam berbagai kondisi karena tidak terpengaruh oleh perbedaan lokasi dan cuaca atau iklim.
6. Dapat dipadukan dengan pemupukan organik ketika diaplikasikan, sehingga dapat menghemat biaya kerja.
7. Manfaat ganda dapat diakibatkan oleh aplikasi metabolit sekunder APH, baik terhadap organisme pengganggu tanaman perkebunan sasaran maupun pertumbuhan dan produksi tanaman inangnya.

2.6 Penelitian Terkait

B. bassiana merupakan cendawan yang mempunyai prospek untuk pengendalian serangga hama (Hasnah *et al.*, 2012). Di Indonesia, hasil penelitian *B. bassiana* telah banyak dipublikasikan, terutama dari tanaman pangan. Soetopo & Indrayani (2007) menyatakan bahwa pengendalian hama tanaman perkebunan dapat dilakukan dengan menggunakan cendawan *B. bassiana*. Aplikasi yang efektif adalah dengan cara penyemprotan pada kanopi tanaman agar terjadi kontak dengan hama sasaran, atau ditaburkan/disemprotkan pada permukaan tanah, atau dicampur dengan tanah atau kompos.

Cendawan *B. Bassiana* juga digunakan untuk pengendalian hama *Helopeltis* spp. pada buah kakao (Indriyanti *et al.*, 2017a). Data penelitian menunjukkan persentase mortalitas *Helopeltis* spp semakin meningkat setiap minggunya serta dosis 30 g/L merupakan dosis yang direkomendasikan untuk pengendalian *Helopeltis* spp.

Kerapatan dan viabilitas spora pada konsentrasi *B. bassiana* 1 gr sebesar $3,06 \times 10^8$ dan 92,92% dapat membunuh larva *Spodoptera litura* pada tembakau (Indriyanti *et al.*, 2017b). Cendawan *B. bassiana* juga telah dicoba untuk mengendalikan populasi serangga ordo Coleoptera. *B. bassiana* mampu menyebabkan mortalitas total larva *O. rhinoceros* sebesar 77,5% pada dosis 30 g/m² (Salbiah *et al.*, 2013).

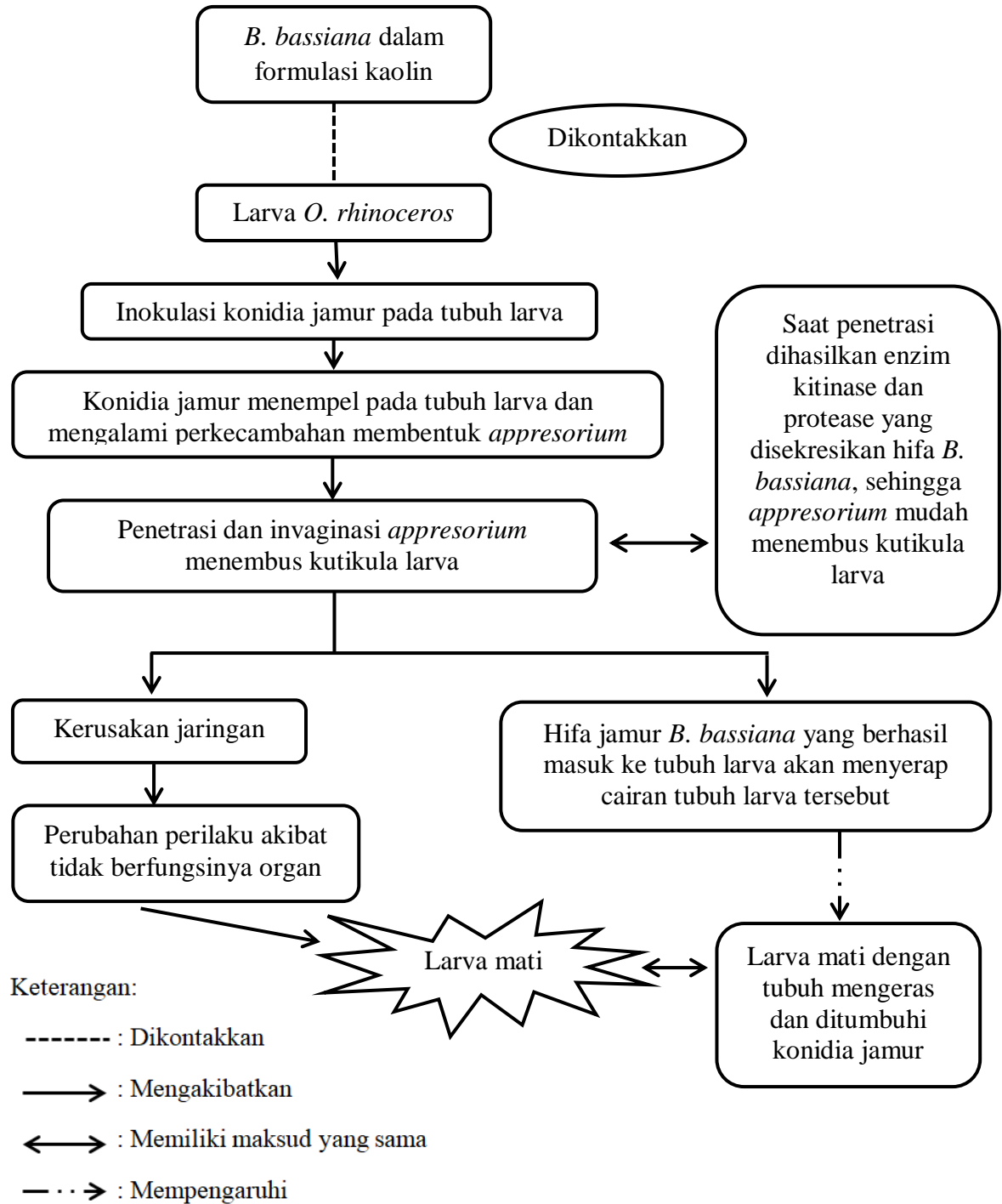
Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *B. bassiana* dapat mengendalikan serangga hama *Cylas formicarius* pada ubi jalar (Artanti *et al.*, 2005), *Cosmopolites sordidus* pada bonggol pisang (Hasyim, 2006), *Nezara viridula* pada sayur-sayuran (Sably, 2012), Larva *Oryctes rhinoceros* pada tanaman kelapa dan kelapa sawit (Sihombing *at al.*, 2014), *Aphis glycines* pada kedelai (Pertiwi *et al.*, 2016) dan Symphyliid pada akar tanaman nanas (Simarmata *et al.*, 2016).

Cendawan entomopatogen *B. bassiana* memiliki produk berupa konidia dan metabolit. Saat ini produk bioinsektisida sudah ada yang diolah menjadi larutan metabolit sekunder dari *B. bassiana*. Widiastuti & Kalimah (2016), sudah melakukan penelitian yang menggunakan metabolit sekunder *B. bassiana* untuk mengendalikan larva *Aedes aegypti*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metabolit sekunder jamur

B. bassiana menyebabkan kematian larva instar III *Ae. aegypti* dimulai pada hari pertama. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam metabolit sekunder jamur *B. bassiana* terdapat senyawa yang memiliki efek larvasida yaitu toksin beauverin

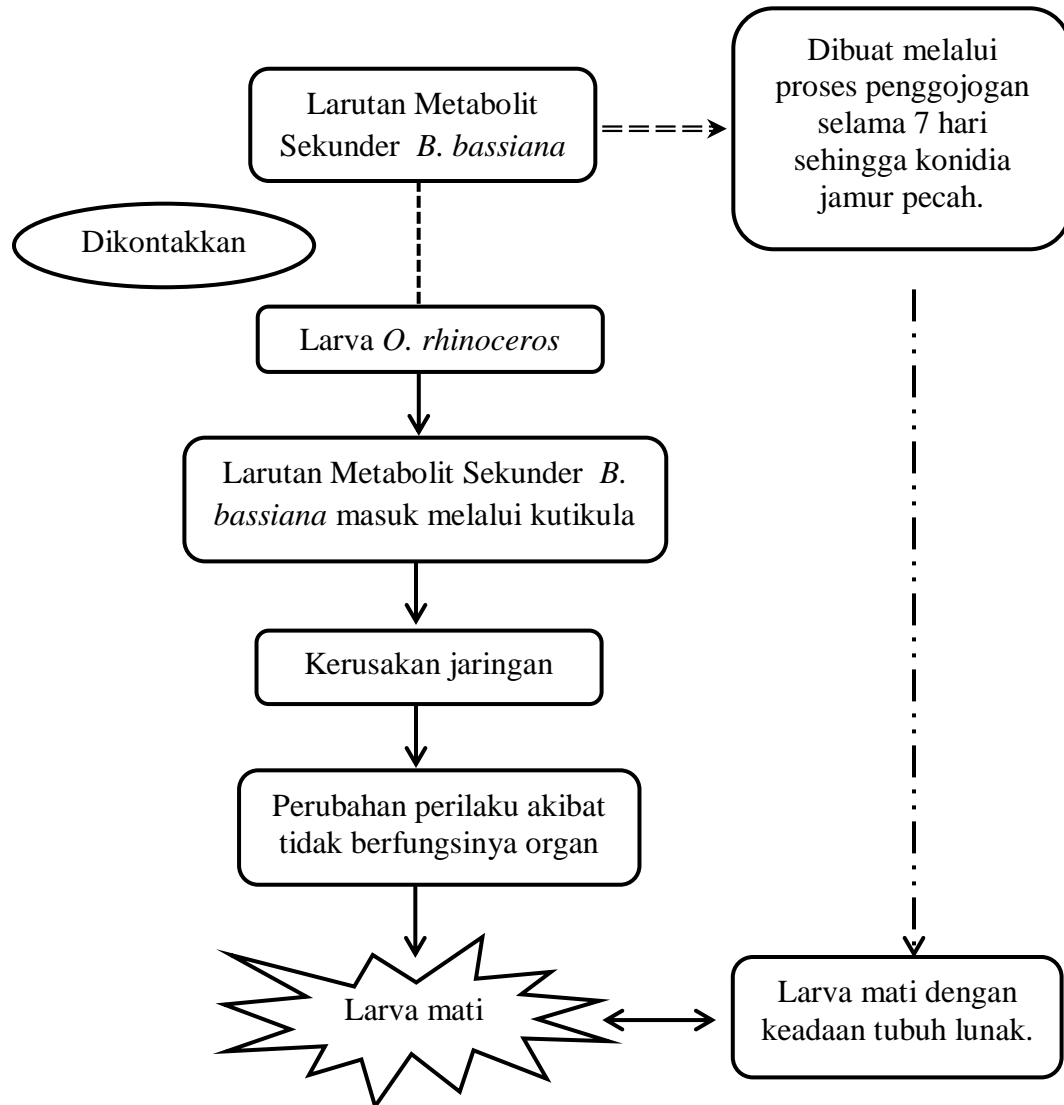
2.7 Kerangka Berfikir

2.7.1 Perlakuan *B. bassiana* dalam Formulasi Kaolin



Gambar 2.4. Kerangka berfikir perlakuan *B. bassiana* dalam formulasi kaolin

2.7.2 Perlakuan Larutan Metabolit Sekunder *B. bassiana*



Keterangan:

----- : Dikontakkan

====> : Dibuat

————> : Mengakibatkan

←————> : Memiliki maksud yang sama

-...> : Mempengaruhi

Gambar 2.5. Kerangka berfikir perlakuan larutan metabolit sekunder *B. bassiana*

2.8 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *B. bassiana* dalam formulasi kaolin menunjukkan gejala tertentu dan mengalami kematian.
2. Larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi larutan metabolit sekunder *B. bassiana* menunjukkan gejala tertentu dan mengalami kematian.
3. *B. bassiana* dalam formulasi kaolin lebih efektif dalam mematikan larva *O. rhinoceros* dibandingkan dengan larutan metabolit sekunder.

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

Gejala larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *B. bassiana* yaitu ditandai dengan perubahan warna tubuh, terdapat bintik-bintik hitam (nekrotik) pada kutikula larva, bentuk tubuh larva mengkerut, terjadinya perubahan tingkah laku pada larva, dan larva mati dalam keadaan tubuh keras serta ditumbuhi hifa berwarna putih seperti tepung. Mortalitas larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi *B. bassiana* tinggi, dapat menyebabkan kematian larva hingga 100% pada hari ke 20 setelah perlakuan.

Gejala larva *O. rhinoceros* akibat perlakuan larutan metabolit sekunder yaitu terjadi perubahan tingkah laku pada larva, tubuh larva berubah warna dari putih tulang menjadi coklat setelah itu menjadi coklat kehitaman. Larva mati dalam keadaan tubuh lunak serta tidak diselimuti hifa pada permukaan tubuhnya. Mortalitas larva *O. rhinoceros* akibat perlakuan larutan metabolit sekunder cukup rendah yaitu hanya 40%.

B. bassiana dalam formulasi kaolin lebih cepat mematikan larva *O. rhinoceros* dibandingkan larutan metabolit sekunder. *B. bassiana* dalam formulsi kaolin dapat mematikan larva mulai hari ke 8 setelah perlakuan dan kematian total (100%) terjadi pada hari ke 20 setelah perlakuan, sedangkan larutan metabolit sekunder mematikan larva *O. rhinoceros* mulai hari ke 14 setelah perlakuan sebanyak 10% dan pada hari ke 20 setelah perlakuan kematian larva *O. rhinoceros* menjadi 40%.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan larutan metabolit sekunder *B. bassiana* untuk mengendalikan larva *O. rhinoceros*. Fokus mengenai jumlah kandungan metabolit sekunder destruksin *B. bassiana* dalam larutan tersebut dan dosis larutan metabolit sekunder yang efektif untuk mengendalikan larva *O. rhinoceros*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. Z. 2008. *Pemanfaatan Cendawan untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kesehatan Ternak*. J Litbang, 27: 84-92
- Allorerung, D dan M. L. A. Hossang. 2003. *Kelapa (Cocos nucifera L)*. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain (Puslitbangtri): Jakarta.
- Artanti, D., Trimulyono, G., & Prayogo, Y. 2005. *Mengendalikan Telur Hama Penggerek Ubi Jalar (Cylas formicarius)*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya: Surabaya
- Bandu, M.L., D. Tarore dan R.W. Tairas. 2018. *Serangan Hama Kumbang (Oryctes rhinoceros L.) pada Tanaman Kelapa (Cocos nucifera L.) di Desa Mapanget Kecamatan Talawaan Kabupaten Minahasa Utara*. Jurusan Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian, Universitas Samratulangi: Manado.
- Biamaatmadja. R.E. I, Djumali M & Yose D. 2006. *Uji coba Penggunaan Entomopatogen terhadap Penanggulangan Serangga Hama Penggerek Batang Gmelina*. Rimba Kalimantan Fakultas Kehutanan Unmul 11(1): 36–42.
- Cavoski, I., P. Caboni & T. Miano. 2011. *Natural Pesticides and Future Perspectives In Margarita Stoytcheva*. Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management. (169-190). Rijeka : In Tech Europe.
- Dalimunthe, C.I. & A. Rachmawan. 2017. *Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman Karet*. *Jurnal Warta Perkaretan*, 1(36): 15-28.
- Hasnah., Sussana dan S Husin. 2012. *Keefektifan Cendawan Beauveria bassiana Vuill terhadap Mortalitas Kepik Hijau Nezara viridula L. pada Stadia Nimfa dan Imago*. *Jurnal Floratek*, 7: 13-24.
- Hasyim, A. 2006. *Evaluasi Bahan Carrier dalam Pemanfaatan Jamur Entomopatogen, Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin untuk Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang, Cosmopolites sordidus GERMAR*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, 16(3): 202–210.
- Hidayanti, E. 2015. *Fluktuasi Serangan OPT Utama Tanaman Kelapa Triwulan II*. Surabaya: BBPPTP Surabaya.

- Hidayanti E & Yuniarti F. 2013. *Tingkat Serangan Kumbang Badak Kelapa Oryctes rhinoceros*: Jawa Timur.
- Indriyanti, D. R., Faizah, S. N., & Slamet, M. 2017a. Efficacy of *Beauveria bassiana* Against *Helopeltis* Sp . on Cacao (*Theobroma cacao*). *International Journal of Scientific & Technology Research*, 10(6): 14-17.
- Indriyanti, D. R., Mahmuda, S., & Slamet, M. 2017b. Effect of *Beauveria bassiana* Doses on *Spodoptera litura* Mortality. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(6): 206-210.
- Indriyanti, D. R., Indah, N., & Slamet, M. 2017c. The Effect of Water Content of Medium Containing *Oryctes rhinoceros* Larvae on *Metarhizium anisopliae* Pathogenicity. *Biosaintifika*, 9(2): 363-369.
- Indriyanti, D. R., I.B. Damayanti, N. Setiati & Y.A. Mareta. 2018. Mortality and Tissue Damage of *Oryctes rhinoceros* Larvae Infected by *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(13): 2279-2286.
- Irawan, N., Purnomo, Indriyati dan Lestari Wibowo. 2015. Pengujian Formulasi Kering *Metarhizium anisopliae* Isolat UGM dan Tegineneng Serta *Beauveria bassiana* Isolat Tegineneng untuk Mematikan *Helopeltis* Spp. di Laboratorium dan di Lapangan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1): 138-143.
- Josephraj Kumar A., Chandrika Mohan, Prathibha P.S., Rajkumar, Nalinakumari T., Nair C.P.R. 2018. *The Coconut Palm (Cocos nucifera L.)*. Research and Development Perspectives. Springer: Singapore.
- Lobalohin S. Saartje H N & Jeffij V H. 2014. Kerusakan Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera*) 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 and 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.
- Mulyono. 2007. Kajian Patogenitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama *Oryctes rhinoceros* L. Tanaman Kelapa pada Berbagai Waktu Aplikasi. *Tesis*. Surakarta: Program Pasca sarjana Universitas Sebelas Maret.
- Nonci, N. 2005. Bioekologi dan Pengendalian Kumbang *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(2): 63–69.

- Patty, Zeth. 2011. Analisis Produktivitas dan Nilai Tambah Kelapa Rakyat (Studi kasus di 3 kecamatan di Kabupaten Halmahera Utara). *Jurnal Agroforestri*, 6:2.
- Pertiwi, S. P., Hasibuan, R., & Wibowo, L. 2016. *Pengaruh Jenis Formulasi Jamur Entomopatogen Beauveria bassiana terhadap Pertumbuhan Spora dan Kematian Kutu daun Kedelai (Aphis glycines Matsumura)*. Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 4(1): 55–61.
- Pracaya. 2009. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prayogo Y., Tengkan W., dan Marwanto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(1): 19-26.
- Purba, R.Y. 2006. *Sistem dan Aplikasi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit: Medan.
- Purnama, H, N. Hidayati, dan E. Setyowati. 2015. *Pengembangan Produksi Pestisida Alami dari Beauveria bassiana dan Trichoderma Sp. menuju Pertanian Organik*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 18(1): 1-9.
- Rosfiansyah. 2009. Pengaruh Aplikasi *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Heterorhabditis* sp. terhadap Serangan Hama Ubi Jalar *Cylas formicarius* (Fabr.) (Coleoptera: Brentidae). *Tesis*. Bogor: Program Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Ruskandi dan Odah Setiawan. 2004. Teknik Pengendalian Hama Pemakan Daun Kelapa Melalui Infus Akar. *Buletin Teknik Pertanian*, 9(2): 70-73.
- Sably, H. 2012. *Keefektifan Cendawan Beauveria bassiana Vuill terhadap Mortalitas Kepik Hijau Nezara viridula L .* Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh, 7: 13–24.
- Salbiah, D., J. Hennie Loah dan Nurmayani. 2013. Uji Beberapa Dosis *Beauveria bassiana* terhadap Larva Hama Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera; Scarabaeidae) pada Kelapa Sawit. *Jurnal Teknobiologi*, IV(2): 137-142.
- Siahaya, V.G. 2014. Coconut Plant Damaged Attack by *Sexava nubila* and *Oryctes rhinoceros* in Kairatu Distric, West Seram Regency. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 10: 93-99.

- Sihombing, R. H., Oemry, S., dan Lubis, L. 2014. Uji Efektifitas Beberapa Entomopatogen pada Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera : Scarabaeidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian, USU, Medan*, 2(2337): 1300–1309.
- Simarmata, D.R.N, L. Wibowo dan Affandi. 2016. *Uji Aplikasi Jamur Beauveria bassiana (Balsamo) Vuill. terhadap Symphylid di Laboratorium*. Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung , 4(1): 62–65.
- Seosanto, L., E. Mugiastuti, dan R.F. Rahayuniati. 2011. Inventarisasi dan Identifikasi Patogen Tular Tanah dan Tanaman Kentang di Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Holtikulura*, 21(3): 254-264.
- Soesanto, L. 2015. *Metabolit Sekunder Agensia Pengendali Hayati: Terobosan Baru Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Perkebunan*. Fakultas pertanian, Universitas Jenderal Soedirman: Purwokerto.
- Soesanto, L. 2016. Metabolit Sekunder. Materi Pelatihan Metabolit Sekunder disampaikan pada pertemuan pelatihan metabolit sekunder tanggal 25 s/d 27 Mei 2016 di BBPPTP Surabaya.
- Soesanto, L. 2017. *Pengantar Pestisida Hayati, Adendum Metabolit Sekunder Agensia Hayati*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Soetopo D., & Indrayani I. 2007. *Status Teknologi dan Prospek Beauveria bassiana untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan*. *Perspektif*, 6(1): 29–46.
- Statistik Perkebunan Indonesia. 2019. *Kelapa 2017-2019*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Penerbit Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Susanto, A., A.E. Prasetyo, Sudharto, H. Priwiratama, T. A. P. Roziasha, T.A.P. 2012. Pengendalian Terpadu *Oryctes rhinoceros* di Perkebunan Kelapa Sawit. *Seri Kelapa Sawit Populer 10*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Suwahyono, U. 2010. *Cara Membuat dan Petunjuk Penggunaan Biopestisida*. Penebar Swadaya. Jakarta. 164 hlm.
- Syakir, M. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. *Seminar Nasional Pestisida Nabati IV*. Jakarta. Oktober 2011.

- Talanca, A.H. 2005. *Bioekologi Cendawan Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin*. Prosiding Seminar Nasional Jagung. Hlm 482–487.
- USDA (United States Departement of Agriculture). 2015. *Oryctes rhinoceros (L.) Coleoptera: Scarabidae*. Environmental Assessment, 1-180.
- Vega, E.F, Posada, F, Aime, M.C, Ripoll, M.P, dan Infante F. 2007. *Entomopathogenic Fungal Endophytes*. Biological control, 46: 72–82
- Wahyudi, P. 2008. Enkapsulasi Propagul Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Menggunakan Alginat dan Pati Jagung sebagai Produk Mikoinsektisida. *Jurnal Ilmu kefarmasian Indonesia*, 6(2): 51-56.
- Wahyono TE, 2006. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen Serangga dalam Penanggulangan *Helopeltis antonii* dan akibat Serangannya pada Tanaman Jambu Menté. *Buletin Teknik Pertanian*, 11(1): 1722.
- Widiastuti, D., & Kalimah, I. F. 2016. *Larvicidal Effect Of Beauveria bassiana Secondary Metabolite Against Aedes aegypti Larvae. Spirakel*. Balai Litbang P2B2 Banjarnegara, 8(2): 1–8.
- Yuningsih dan T. Widyaningrum. 2014. *Uji Patogenitas Spora Jamur Metarhizium anisopliae terhadap Mortalitas Larva Oryctes rhinoceros Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X. Progam Studi Pendidikan BIologi*, Universitas Ahmad Dahlan, 1(1): 53-59