

Jamur Metarhizium Sebagai Agen Hayati Pengendali Hama Tanaman

**OLEH :
CHIMAYATUS SOLICHAH
MOFIT EKO POERWANTO
DANAR WICAKSONO**



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA**

**JAMUR METARHIZIUM
SEBAGAI AGEN HAYATI
PENGENDALI HAMA
TANAMAN**

Chimayatus Solichah
Mofit Eko Poerwanto
Danar Wicaksono

**Penerbit
LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta
2022**

JAMUR METARHIZIUM SEBAGAI AGEN HAYATI PENGENDALI HAMA TANAMAN

Chimayatus Solichah
Mofit Eko Poerwanto
Dinar Wicaksono

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis

Desain Sampul : Nirmana Desain

Cetakan Pertama, 2022
ISBN: 9 786233 891417

Diterbitkan oleh:

Penerbit LPPM UPN Veteran Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur , Yogyakarta,
55283
Telp. (0274) 486188,486733, Fax. (0274) 486400

Dicetak Oleh:

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
UPN Veteran Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur , Yogyakarta,
55283
Telp. (0274) 486188,486733, Fax. (0274) 486400

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kegiatan dengan buku **Jamur Metarhizium Sebagai Agen Hayati Pengendali Hama Tanaman** telah selesai dilaksanakan.

Buku ini disusun dalam rangka membantu kalangan akademik, petani maupun masyarakat umum dalam menerapkan konsep PHT khususnya pemanfaatan agen hayati sebagai pengendali hama tanaman. Salah satu agen hayati yang dapat digunakan sebagai pengendali OPT adalah jamur Metarhizium.

Buku ini akan membahas secara komprehensif bagaimana jamur ini dapat mengendalikan hama pada tanaman secara hayati. Buku ini terdiri atas 4 bagian utama. Bagian pertama membahas tentang pengertian dan jenis-jenis agen hayati, serta pengembangannya. Bagian ke dua menjelaskan tentang taksonomi, morfologi dan pertumbuhan jamur metarizium, mekanisme menginfeksi, cara isolasi, cara perbanyak serta metode aplikasi penggunaan jamur metarhizium. Bagian ke tiga mendeskripsi tentang jenis-jenis hama yang dapat

dikendalikan dengan jamur metarhizium. Bagian terakhir dari buku ini membahas tentang potensinya sebagai agen hayati dalam mengendalikan berbagai jenis hama.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan buku ini. Kekurangan yang ada akan menjadi cambuk untuk melaksanakan perbaikan dalam penulisan buku kegiatan yang lebih baik di masa yang akan datang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi sivitas akademika, dosen, mahasiswa dan masyarakat di masa sekarang maupun yang akan datang.

Hormat Kami

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	v
1. Agen Hayati	1
1.1. Pengertian	2
1.2. Jenis-jenis Agen Hayati.....	3
1.3. Pengembangan Agen Hayati.....	11
2. Jamur Metarhizium.....	13
2.1. Taksonomi.....	16
2.2. Morfologi dan Pertumbuhannya.....	16
2.3. Mekanisme Menginfeksi.....	19
2.4. Isolasi.....	22
2.5. Cara Perbanyakan.....	26
2.6. Metode Aplikasi.....	33
3. Jenis Hama Yang Dapat Dikendalikan Dengan Jamur Metarhizium.....	35
3.1. Kumbang Tanduk <i>Oryctes rhinoceros</i>	36
3.2. Uret	41
3.3. Kutu Daun.....	49
3.4. Ulat <i>Spodoptera litura</i>	61
4. Potensi Jamur Metarhizium Sebagai Agen Hayati.....	65
Daftar Pustaka.....	70

DAFTAR GAMBAR

1.	Contoh predator.....	5
2.	Contoh parasitoid dari ordo Hymenoptera.....	6
3.	Miselium jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> dalam petridish.....	5
4.	Metarhizium (perbesaran 400x).....	18
5.	Perkecambahan konidia jamur entomopatogen setelah 24 jam masa inkubasi.....	19
6.	Uret yang terinfeksi Metarhizium.....	24
7.	Koloni Metarhizium setelah inkubasi 4 hari di PDA.....	26
8.	Cara kerja perbanyak jamur Metarhizium.....	32
9.	Beberapa jenis kumbang tanduk yang sering ditemui di perkebunan kelapa.....	40
10.	Uret <i>Lepidiota stigma</i>	46
11.	Uret <i>Leucopholis rorida</i>	47
12.	Berbagai jenis uret yang menyerang tanaman perkebunan dan fase imagonya.....	48
13.	Morfologi <i>Aphis gossypii</i>	53
14.	Nimfe <i>B. tabaci</i>	55
15.	Imago <i>D. citri</i>	60
16.	Ulat <i>Spodoptera litura</i>	63



Agen Hayati

Guna mengurangi dampak buruk penggunaan bahan kimia sintetik dalam bidang pertanian, perlu kiranya pemahaman tentang pemanfaatan Agens Hayati (Biological control agent) dalam sistem budidaya pertanian; khususnya dalam pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT).

Pemakaian pupuk kimia berlebihan dan tidak berimbang serta pestisida sintetik yang tidak terkendali dalam jangka waktu lama akan berakibat buruk terhadap lingkungan, tanah dan tanaman itu sendiri.

“Disadari atau tidak, penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang diaplikasikan secara terus menerus

mengakibatkan tanah menjadi keras, sifat lebih asam, meningkatkan hama dan penyakit tanaman, menjadi residu di setiap produk, hama penyakit lebih resisten, terjadinya pencemaran air, tanah dan udara, serta mengganggu keseimbangan ekosistem.

Oleh karena itu untuk mengendalikan dampak buruk penggunaan pupuk dan pestisida sintetik, maka perlu dilakukan budidaya tanaman sehat melalui pengembangan pertanian organik serta mencari alternatif pengendalian yang ramah lingkungan sehingga produk aman untuk dikonsumsi dapat terwujud, salah satunya dengan memanfaatkan agen hayati.

1.1. Pengertian Agen Hayati

Agen hayati (*Biological control agents*) adalah mikroorganisme, baik yang terjadi secara alami seperti bakteri, cendawan, virus dan protozoa, maupun hasil rekayasa genetik (*genetically modified microorganisms*) yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Selain berasal dari golongan mikroorganisme, rupanya predator, parasitoid, dan patogen dapat pula dimanfaatkan sebagai kelompok agen hayati dalam menekan hama maupun penyakit pada tanaman pertanian.

Dalam tahap perkembangannya agen hayati dapat digunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau organisme pengganggu tumbuhan dalam proses produksi, pengelolaan hasil pertanian keperluan lainnya. Perlu adanya campur tangan manusia dalam pengendalian OPT dengan memperbanyak dan melepaskan agen hayati ke pertanaman. Pengendalian hayati didasari oleh berbagai pengetahuan dasar ekologi khususnya teori tentang pengaturan populasi oleh pengendali alami serta keseimbangan ekosistem. Musuh alami yang terdiri atas predator, parasitoid, dan patogen adalah pengendali alami utama hama yang bekerja secara “terkait kepadatan populasi” sehingga agen hayati tersebut tidak dapat dilepaskan dari kehidupan serta perkembangbiakan hama.

1.2. Jenis-jenis Agen Hayati

Pada dasarnya agen hayati dibedakan menjadi 4 kelompok yaitu :

1. Predator
2. Parasitoid
3. Patogen serangga
4. Antagonis patogen tumbuhan.

1.2.1. Predator

Predator ialah binatang atau serangga yang memangsa binatang atau serangga lain untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Predator biasanya mempunyai ukuran tubuh lebih besar dari pada mangsanya.

Predator dapat digolongkan :

a. Binatang Menyusui

Beberapa jenis binatang merupakan predator hama tanaman antara lain : Harimau sebagai pemangsa Babi Hutan; Kucing sebagai pemangsa Tikus.

b. Burung (Aves)

Banyak jenis burung yang dapat dimanfaatkan sebagai predator hama penting, terutama pemangsa berbagai jenis Ulat daun dan tikus.

c. Laba-laba

Laba- laba banyak yang hidup sebagai pemangsa terhadap serangga termasuk hama penting seperti : Wereng Coklat, Wereng Hijau, Penggerek batang, Belalang, Walang sangit dan lain lain.

d. Serangga (Insecta)

Predator dari kelas serangga memiliki anggota species yang sangat banyak jumlahnya. Serangga yang paling banyak sebagai predator ialah dari anggota

Kumbang (Coleoptera), Capung (Odonata), Lalat (Diptera) dan beberapa spesies yang lain.

Contoh serangga predator adalah : Kumbang kubah, Capung dan Belalang yang menjadi predator Kutu Aphis dan Wereng Coklat dan lain lain.



(PIXABAY/ROB VAN DEN BERG)

Gambar 1. Contoh predator: a. Kumbang kubah, b. belalang sembah, c. jangkrik

1.2.1. Parasitoid

Parasitoid ialah serangga yang hidupnya menumpang pada atau didalam tubuh inang (hama) dan menghisap cairan tubuh hama, Akibatnya serangga hama tersebut akan mati. Serangga parasitoid biasanya mempunyai ukuran tubuh lebih kecil dibandingkan inangnya.

Contoh parasitoid adalah sejenis tabuan Apanteles, Stenobracon yang memarasit larva Penggerek batang, *Trichogramma* spp. parasitoid telur penggerek batang dan lain lain.



Sumber Foto * Dokumentasi foto fakultas pertanian Universitas Andalas
(www.faperta.unand.ac.id)

Gambar 2. Contoh parasitoid dari ordo Hymenoptera

1.2.3. Patogen Serangga

Bakteri

Bakteri patogen serangga yang telah banyak dimanfaatkan dan diproduksi secara komersil sebagai insektisida mikroba adalah *Bacillus thuringiensis*.

Bakteri *Bacillus thuringiensis* (famili Bacillaceae) menghasilkan zat (metabolik sekunder) yang bersifat

antibiotik, racun *Bacillus thuringiensis* termasuk golongan pembentuk spora anaerob, merupakan spesies yang kompleks dan terdiri atas lebih dari 20 jenis (serotipe/subspesies). Jenis-jenis ini menghasilkan racun yang bersifat insektisida.

Cendawan

Cendawan pengendali hayati yang berfungsi sebagai entomopatogen seperti *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Hirsutella saussurei*, *Nomuraea rileyi* dan *Paecilomyces*. Cendawan entomopatogen mempunyai kapasitas berkembang biak tinggi, siklus hidup pendek, dapat membentuk spora yang bertahan lama di alam, aman, selektif dan kompatibel dengan berbagai insektisida kimia. Keberhasilan pemanfaatan cendawan ini di lapangan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (suhu, kelembaban dan sinar matahari).

Virus

Virus serangga yg ditemukan di lapang umumnya tergolong famili Baculoviridae, dan dibagi menjadi 3 subgrup, yaitu :

- Subgrup A : Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV)
- Subgrup B : Granulosis Virus (GV)

- Subgrup C : Nonoccluded Baculovirus (NOB)

Subgrup A adalah subgrup yang paling banyak digunakan saat ini.

Proses infeksi terjadi dengan cara polihedra yang menempel pada permukaan tanaman termakan oleh larva, sehingga masuk ke dalam saluran pencernaan.

Gejala Serangan terjadi pada ulat (larva) yang terinfeksi menunjukkan gejala tingkah laku yang abnormal, yaitu cenderung bergerak ke bagian atas menuju pucuk tanaman. Ulat yang semula berwarna pucat keputihan berubah menjadi hitam mengkilat. Aktifitas makan berkurang bahkan berhenti, tubuh menjadi lemas, dan kemudian mati dengan menggantung tertumpu pada kaki palsu. Badan ulat yang terinfeksi bila pecah mengeluarkan cairan yang berwarna putih seperti susu. Gejala penyakit biasanya muncul apabila infeksi sudah sampai pada tahap lanjut.

1.2.4. Agen Antagonis Patogen Tumbuhan

Mekanisme antagonis patogen tumbuhan dalam menekan populasi dapat berupa hiperparasitisme, kompetisi terhadap ruang dan hara, serta antibiosis dan lisis.

Agen antagonis patogen tumbuhan adalah mikroorganisme yang menekan aktivitas patogen dalam menimbulkan penyakit. Agen tersebut tidak dapat mengejar inang yang telah masuk ke dalam tanaman. Efektifitasnya dapat dilihat dengan tidak berkembangnya penyakit tersebut.

Agen Antagonis Patogen Tumbuhan terdiri dari :

Bakteri

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat menghasilkan spora, bersifat aerobik, gram negatif, banyak ditemukan pada daerah rizosfir dan tanah, serta lebih efektif pada tanah netral dan basa. Penanaman pada tanah yang lembab dapat meningkatkan populasi *Pseudomonas fluorescens*. Kolonisasi akar oleh *Pseudomonas fluorescens* merupakan persyaratan sebagai agen biokontrol.

Tipe mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* dengan *Pseudomonas tolaasii* berupa kompetisi unsur hara. Dapat menekan perkembangan *Fusarium* sp. melalui kompetisi terhadap unsur Fe yang tersedia.

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat diaplikasikan pada benih saat sebelum tanam. Aplikasi pada benih dapat menekan penyakit rebah kecambah (damping-off) yang disebabkan cendawan *Rhizoctonia solani*.

Cendawan

Agen antagonis patogen tumbuhan yang dari golongan cendawan yang telah banyak dikembangkan saat ini adalah *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium* sp. Cendawan *Trichoderma* spp efektif pada tanah masam. Penurunan pH tanah sampai 6 - 6,5 menggunakan belerang pada tanah yang mengandung *Trichoderma* spp dapat menekan penyakit busuk akar pada bunga Lili. Cendawan ini sangat menyukai bahan yang banyak mengandung selulosa, seperti sisa-sisa batang jagung. *Trichoderma hamatum* sensitif terhadap penurunan Fe yang ditimbulkan oleh *P. Fluorescens*, sehingga kedua agen antagonis ini tidak kompatibel bila diaplikasikan bersama-sama.

Proses Antagonis *Trichoderma* spp aktif menyerang *Rhizoctonia solani* dan *Phytium* sp. menghasilkan enzim kitinase dan β -1.3-glukanase, dengan proses antagonis parasitisme. Sedangkan *Gliocladium* sp.

yang bersifat antagonis terhadap beberapa patogen tular tanah, seperti *Fusarium moniliforme* dan *Sclerotium rolfsii*, dengan cara kerja antagonis berupa parasitisme, kompetisi dan antibiosis.

Cendawan *Gliocladium* sp. dapat diaplikasikan melalui tanah (*G. Roseum*) dan melalui perlakuan benih (*G. Virens*). *Trichoderma* spp. diaplikasikan 70 hari setelah tanam sebanyak 140 kg /ha.

1.3. Pengembangan Agen Hayati

Pengembangan agen hayati dilakukan secara bertahap dengan melakukan beberapa kegiatan, diawali dengan mengeksplorasi dan mengetahui potensi agen hayati dalam menekan perkembangan OPT pada pertanaman, melakukan kajian/pengujian dan memasyarakatkan pemanfaatannya. Eksplorasi agen hayati dilakukan dengan tahapan/prosedur yaitu :

- Isolasi (merupakan kegiatan untuk memisahkan mikroorganisme (agens hayati) dari inangnya, sehingga diperoleh isolat murni. Isolasi dapat dilaksanakan dengan berbagai metode sesuai dengan jenis dan sifat mikroorganismenya;

- Identifikasi (dilakukan untuk mengetahui jenis dan peran agens hayati sebagai musuh alami hama atau patogen tanaman);
- Uji keefektifan skala laboratorium (in vitro), yang dilakukan untuk mendapatkan musuh alami yang berpotensi sebagai sarana / agens pengendali OPT. Pengujian dilakukan dengan mengacu kaidah Postulat Koch;
- Uji keefektifan skala rumah kaca, dilakukan untuk mengetahui pengaruh agens hayati terhadap OPT pada pertanaman dalam lingkungan yang terkendali;
- Uji keefektifan lapangan, berupa demo plot (demplot) untuk menguji keefektifan agen hayati pada lahan pertanaman dengan standar mutu yang mendekati skala laboratorium;
- Penyediaan isolat murni, ditujukan untuk menjamin kualitas /mutu agens hayati yang selanjutnya dapat diperbanyak dan diaplikasikan di tingkat petani melalui Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH) maupun langsung kepada petani dengan bimbingan petugas yang kompeten.



Jamur Metarhizium

Dengan semakin ketatnya peraturan pemakaian bahan kimia, karena efek merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan, pengendalian hayati atau biokontrol merupakan salah satu strategi untuk mengatasi masalah hama pertanian yang diyakini memiliki dampak pencemaran lingkungan yang minim. Salah satu teknik pengendalian hayati yang dapat digunakan yaitu dengan pemanfaatan jamur entomopatogen.

Berbagai jenis jamur entomopatogen dapat diperoleh dari dalam tanah menggunakan metode umpan serangga (Samson *et al.* 1988). Untuk mendeteksi

keberadaan jamur entomopatogen di dalam tanah telah dilakukan dengan berbagai media selektif. Salah satu media selektif yang digunakan umumnya berupa umpan serangga Galleria. Umpan Galleria dapat memerangkap spesies jamur entomopatogen, antara lain adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. Keberadaan dan distribusi jamur entomopatogen di dalam tanah pertanian secara intensif telah banyak dieksplorasi di luar negeri (Keller *et al.*, 2003, Meyling & Eilenberg, 2007).

Kelebihan penggunaan jamur entomopatogen sebagai pengendali populasi serangga hama adalah cara ini mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup relatif pendek dan mampu membentuk spora yang tahan terhadap pengaruh lingkungan.



Gambar 3. Miselium jamur *Metarhizium anisopliae* dalam petridish

Jamur ini dapat dijadikan sebagai salah satu agen hayati pengendali serangga, baik serangga yang menyerang tanaman maupun organisme antagonis yang ada di dalam tanah dan dapat menyebabkan penyakit bila menginfeksi serangga, sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian. Serangga hama tersebut antara lain adalah uret, kepik hama, walang sangit, penggerek jagung, kumbang kelapa, belalang, wereng coklat, dan banyak hama serangga lain.

Penggunaannya dilakukan dengan cara menebarkan spora jamur ke daerah tinggal serangga, seperti daerah perkawinan serangga. Jamur yang ditebarkan selanjutnya akan menginfeksi larva dari hasil perkawinan tersebut. Cara ini ternyata dapat menghasilkan tingkat infeksi yang tinggi.

2.1. Taksonomi *Metarhizium anisopliae*

Klasifikasi *Metarhizium anisopliae* dalam sistematika jamur, menurut Alexopoulos *et al.* (1996) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
Divisio : Amastigomycotina
Classis : Deuteromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Moniliaceae
Genera : *Metarhizium*
Species : *Metarhizium anisopliae*

2.2. Morfologi dan pertumbuhan *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium anisopliae termasuk jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen merupakan jamur yang bersifat parasit terhadap serangga. Terdapat lebih

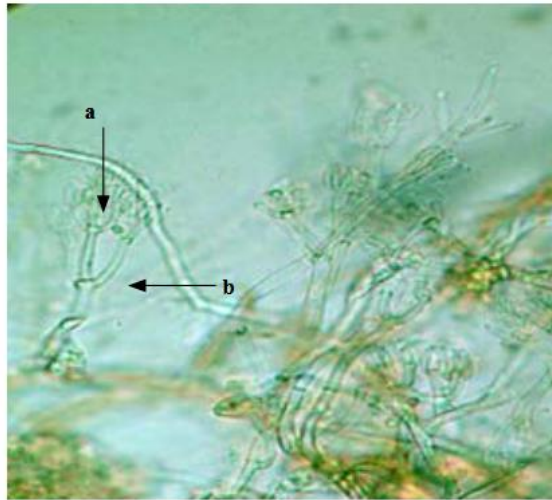
dari 700 spesies jamur entomopatogen yang dapat menginfeksi serangga hama (Lacey *et al.*, 2001). *Metarhizium anisopliae* tidak hanya bersifat saprofit, tetapi juga memiliki kemampuan parasit bagi beberapa ordo serangga seperti Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Isoptera, dan Hemiptera.

Metarhizium anisopliae dapat tumbuh optimal pada suhu 22-27°C, dengan pH berkisar antara 3,3-8,5 (Pracaya, 2004). Perbanyakkan koloni jamur *Metarhizium anisopliae* biasa dilakukan pada media jagung, PDA, dan beras (Prayogo & Tengkan, 2002).

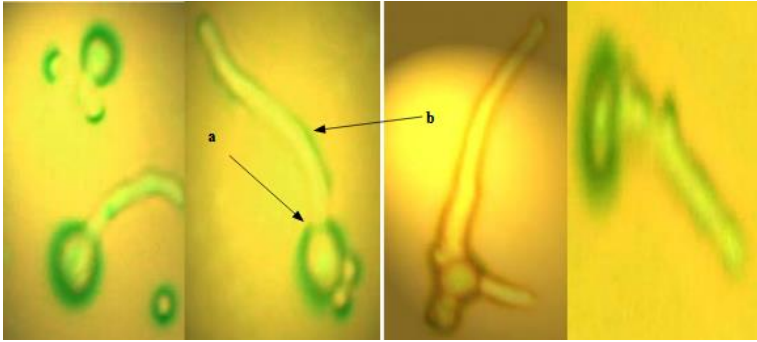
Di awal pertumbuhan, koloni jamur *Metarhizium anisopliae* berwarna putih. Seiring bertambahnya umur, warna koloni akan berubah menjadi hijau gelap. Miselium *Metarhizium anisopliae* bersekat, konidiofor berlapis, bersusun tegak, dan bercabang yang dipenuhi oleh spora. Konidia berkecambah pada kelembaban 90%. Patogenitas meningkat seiring dengan meningkatnya kelembaban udara. Patogenitas jamur *Metarhizium anisopliae* menurun pada kelembaban 86% (Pracaya, 2004).

Metarhizium mempunyai miselium yang bersekat, konidiofor tersusun tegak dengan ukuran bervariasi antara (4-13,4) x (1,4-2,5) μm , berlapis dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia, konidia bersel satu berwarna

hialin, dan berbentuk bulat silinder. Konidia berukuran panjang 4-7 μm dan lebar 1,43x3,2 μm . Mempunyai fialid dengan ukuran bervariasi antara (6,1-12,9) x(1,7-3,5) μm . Koloni jamur berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur (Samson *et al.*,1999) (Gambar 4).



Gambar 4. *Metarhizium* (perbesaran 400x): a. konidia, b. fialid (*Metarhizium* (400x) : a. conidia, b. phialide)



Gambar 5. Perkecambah konidia jamur entomopatogen setelah 24 jam masa inkubasi (a) konidia, (b) tabung kecambah (perbesaran 400x) (Conidia germination of entomopa-thogenic fungi after 24 hours incubation (a) conidia, (b) germ tubes (400x))

2.3. Mekanisme Menginfeksi

Jamur *Metarhizium anisopliae* memproduksi racun Cyclic peptide yang disebut destruxin, senyawa ini tersusun dari lima asam amino yaitu prolin, isoleusin, methyl-valin, methyl-alanin, dan beta-alanin (Liu *et al.*, 2004 dalam Magfira *et al.*, 2022). Destruxin memiliki efek yang menyebabkan kelainan fungsi lambung tengah, hemocyt, tubulus malphigi dan jaringan otot pada inang.

Destruxin telah digunakan sebagai insektisida generasi baru (Tampubolon *et al.*, 2013).

Spora *Metarhizium anisopliae* masuk ke tubuh serangga melalui kulit. Spora yang telah masuk dalam tubuh serangga mulai membentuk hifa mulai dari jaringan epidermis hingga seluruh jaringan tubuh serangga dipenuhi oleh hifa. Setelah inang terbunuh kumpulan hifa tersebut akan membentuk spora primer dan sekunder, bergantung pada kondisi cuaca, saat cuaca mendukung spora muncul pada kutikula serangga (Saenong & Alfons, 2009). Infeksi dan penyebaran spora dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu angin, kelembaban, dan padatan inang.

Angin yang kencang dan kelembaban tinggi dapat membantu penyebaran spora dan pemerataan infeksi pada seluruh individu pada populasi inang. Larva mati yang terserang jamur *Metarhizium anisopliae* nantinya akan mengeras dan kaku. Pada kulit larva akan tertutup oleh tepung putih yang Akan berubah warna menjadi hijau tua (Pracaya, 2004)

Infeksi jamur entomopatogen pada serangga terjadi akibat adanya kontak konidia (konidiospora) secara pasif dengan bantuan angin. Konidia menembusi kutikula serangga dengan bantuan enzim pengurai (Feron, 1985).

Enzim tersebut, antara lain kitinase, lipase, amilase, fosfatase, esterase, dan protease serta racun dari golongan destruksin, beauverisin, dan mikotoksin yang menghambat produksi energi dan protein. Akibat gangguan toksin tersebut, gerakan serangga menjadi lambat, perilaku tidak tenang, kejang-kejang, dan akhirnya mati. Setelah serangga mati, jamur membentuk kladiospor di dalam tubuh serangga (Lee & Hou, 2003).

Infeksi jamur entomopatogen dapat terjadi melalui sistem pernafasan serangga dan celah di antara segmen tubuh serta bagian cauda (ekor) serangga. Dari dalam tubuh serangga tumbuh hifa (hyphal bodies) menyebar melalui jaringan haemocoel. Jamur *M. anisopliae* menghasilkan destruksin (enzim perusak) yang mengakibatkan serangga mengalami paralisis dan mati setelah 3-14 hari. Pada permukaan tubuh serangga mati ditumbuhi konidia (Hasyim *et al.*, 2009) yang menyebar dan menginfeksi serangga lain (Bateman *et al.*, 1996). Pertumbuhan jamur sangat bergantung pada suhu dan kelembaban. Suhu yang sesuai untuk pertumbuhan jamur berkisar antara 20-30°C dengan kelembaban di atas 90%.

2.4. Isolasi

Penggunaan isolat yang diisolasi dari daerah tempat uret akan dikendalikan sangat dianjurkan sebab isolat telah terbiasa hidup pada ekosistem yang sama. Isolasi dapat dilakukan menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA). Media dibuat dengan komposisi rebusan 200 gram kentang ditambah 20 gram dextrose dan 15-20 gram agar. Kemudian sterilisasi dengan sihi 121 °C selama 15-20 menit.

Uret yang terinfeksi *Metarhizium* memiliki ciri busuk kering dan diselimuti oleh spora jamur berwarna hijau. Pada beberapa keadaan terjadi infeksi bakteri yang ditandai dengan terdapat sisi basah pada sebagian tubuh uret. Bagian basah ini harus dihindari sebab bakteri yang menginfeksi akan lebih cepat tumbuh dari pada *Metarhizium* sehingga menggagalkan isolasi.

Bakteri yang menyebabkan busuk pada uret yang telah diinfeksi *Metarhizium* adalah patogen sekunder yang menginfeksi setelah uret mati karena *Metarhizium*, sehingga bakteri tersebut bukan merupakan penyebab uret mati.

Uret yang terinfeksi dibersihkan dari tanah dan kotoran yang melekat menggunakan kuas dan hindari penggunaan air atau bahan disinfektan basah seperti alkohol. Uret kemudian dipotong secara melintang. Jaringan yang kita isolasi adalah jaringan di bawah dan melekat pada kutikula. Jaringan lain dapat dibuang. Jaringan tersebut kemudian dipotong kecil 5 x 10 mm. Kegiatan tersebut di atas dapat dilakukan di luar Laminar Air Flow.



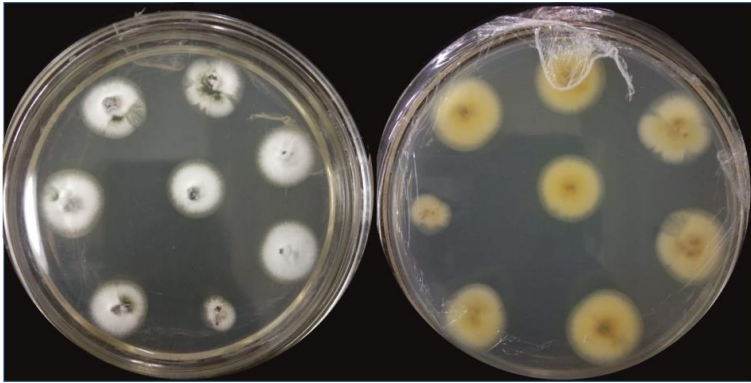
Gambar 6. Uret yang terinfeksi *Metarhizium*. Uret mengalami busuk kering dan terselimuti spora berwarna hijau tua (a dan b). B) Penampang melintang saat dipotong (c dan d).

Potongan jaringan tersebut dicelup dalam alkohol 70% selama 1 menit lalu dicelup aquades steril selama 1 menit dan dikeringanginkan di atas tisu steril hingga kering. Proses tersebut bertujuan untuk mensanitasi permukaan luar jaringan. Potongan jaringan kemudian diletakkan pada PDA di dalam cawan petri. Kegiatan tersebut di atas dilakukan di Laminar Air Flow.

Jaringan yang diletakkan pada PDA diinkubasi selama 2 minggu. *Metarhizium* tumbuh cukup lambat sehingga dapat kalah kompetisi ruang (PDA) dengan jamur atau bakteri lain jika tumbuh. Oleh karena itu penambahan asam laktat atau Chloramphenicol pada PDA diperlukan serta pengamatan hasil inkubasi setiap hari.

Asam laktat atau Chloramphenicol dapat ditambahkan pada media PDA untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Asam laktat dapat ditambahkan pada saat menuang PDA pada cawan petri namun Chloramphenicol ditambahkan pada saat memuat media sebelum sterilisasi.

Apabila ditemukan jamur berwarna putih pada bagian atas dan kuning di bagian bawah, murnikan pada media PDA baru.



Gambar 7. Koloni *Metarhizium* setelah inkubasi 4 hari di PDA terlihat dari sisi atas (kanan) dan bawah (kiri).

2.5. Cara Perbanyakan

Pengendalian hayati adalah salah satu jenis pengendalian hama. Salah satu penentu dalam keberhasilan pengendalian hayati adalah bagaimana Agen Pengendali Hayati (APH) diformulasi. Formulasi ditujukan untuk membuat produk dalam bentuk yang siap digunakan dan dapat mengoptimalkan daya infeksi, membuat lebih stabil, aman bagi pengguna dan mudah digunakan. Formulasi harus dikembangkan mempertimbangkan cara penggunaan dan bahan aktif.

Selain itu juga perlu mempertimbangkan bagaimana produk ini dikirim, dipasarkan dan di simpan.

Bicara tentang bahan aktif dalam menyiapkan formulasi APH, maka bahan aktif yang dimaksud berupa organisme hidup. Makhluk hidup yang harus dapat bertahan hidup dan kita harapkan mampu memperbanyak diri dengan normal. Sehingga formulasi harus dapat menjaga viabilitas bahan aktif baik saat disiapkan, disimpan saat digunakan, hingga setelah diaplikasi organisme tersebut harus tetap hidup di lingkungan.

Organisme hidup yang kita gunakan dapat berupa sel, spora, virus, atau partikel multiselular lain seperti hifa dan sebagainya. Partikel ini sama sekali tidak boleh rusak atau bahkan inaktif. Sehingga kita perlu memahami karakteristik organisme hidup yang kita paka. Seperti toleransi suhu, kelembapan dan faktor fisik lain, toleransi kimiawi termasuk pH, toleransi cahaya dan sebagainya.

Karakter lain yang juga penting untuk dipahami adalah cara kerja. Apakah melakukan kompetisi ruang, memparasit, atau menghasilkan racun. Seandainya racun yang dihasilkan adalah komponen utama maka menyiapkan APH untuk menghasilkan semakin banyak racun akan sangat membatu. Tetapi lain halnya lagi jika ternyata racun tersebut hanya dikeluarkan jika telah

menginfeksi inang. Maka formulasi harus memastikan APH ini tetap hidup di lingkungan hingga bertemu inang untuk dapat menginfeksi dan menghasilkan racun setelahnya.

Selain memastikan APH hidup dan aktif, juga pula memperhatikan bagaimana produk ini diedarkan dan disimpan. Dalam penjualan sebagai produsen tidak dapat mengendalikan bagaimana produk ini disimpan. Namun efikasi yang buruk jika produk ini rusak dalam penyimpanan menjadi tanggungjawab produsen. Sebagian APH tentu memiliki masa aktif atau dalam produk lain kita sebut kadaluarsa. Beberapa pula disebutkan harus langsung digunakan setelah disiapkan. Sebagian menuntut pendingin dalam penyimpanan, lainnya meminta untuk tercega dari suhu tinggi dan cahaya matahari.

Setelah mempertimbangkan bahan aktif dan bagaimana produk ini disimpan dan diedarkan, kemudian perlu mempertimbangkan kenyamanan produk ini untuk digunakan dan kecocokan dengan metode aplikasi yang digunakan masyarakat. Walaupun masyarakat juga memiliki daya untuk menyesuaikan metode dan alat dengan perkembangan APH terbaru.

Mikroorganisme adalah partikel alami yang dapat mengendap selama digunakan. Ini menyulitkan aplikasi daun yang kebanyakan menggunakan aplikasi semprot.

Mikroorganisme ini pula mudah tercuci dari permukaan daun. Suhu dan kelembapan udara yang beragam dipermukaan daun juga menjadi masalah serius pada aplikasi di permukaan daun. Radiasi ultraviolet menjadi penghambat yang paling merugikan pada APH yang diaplikasikan di daun.

Hingga kini aplikasi APH di permukaan daun tidak selalu berhasil terutama pada pengelolaan penyakit. Ditambah pula dengan patogen yang telah masuk ke dalam jaringan tanaman sehingga lebih terjaga dari stress lingkungan termasuk keberadaan APH di luar. Hanya beberapa bakteri patogen tumbuhan yang mengkolonisasi permukaan luar daun saja mudah untuk dikendalikan. Oleh karena itu memastikan APH terdistribusi dengan rata di permukaan daun sangat penting.

Sifatnya yang mudah mengendap, suhu udara, UV tidak menjadi masalah pada aplikasi di tanah atau pupuk padat seperti kompos atau pupuk kandang. Bahkan sifatnya yang mudah mengendap justru penting pada aplikasi tanah. Namun, aplikasi mikroorganisme ke dalam tanah akan menimbulkan kompetisi dengan organisme lain yang sudah lebih dulu berada di dalam tanah atau pupuk padat. Tekstur, kimia, dan mikrobiologi tanah menjadi tantangan pada aplikasi tanah, sehingga beberapa APH

yang berhasil di satu daerah belum tentu hidup di daerah lain.

Perlakuan APH pada benih dianggap paling efektif karena melibatkan sebagian kecil bagian tanaman. Jika APH telah mengkolonisasi benih, seiring dengan pertumbuhan benih APH ini juga tumbuh mengkolonisasi jaringan tanaman. Hal ini lebih efektif dari pada memastikan APH mengkolonisasi akar yang sudah tumbuh karena memastikannya hidup dalam tanah sebelum menemukan akar sudah sulit.

Walau begitu tetap ada yang melakukan aplikasi tanah secara langsung baik dengan granular atau bubuk. Namun menumbuhkan APH pada bahan organik seperti seresah daun, sekam padi dan sebagainya lalu membiarkannya memperbanyak diri sebelum diaplikasi ke tanah dianggap lebih efisien.

Eksplorasi dilakukan di lapangan dengan cara mencari yang terinfeksi jamur *Metarhizium* kemudian dilakukan isolasi di laboratorium. Isolasi jamur dilakukan dengan cara membersihkan uret dengan alkohol kemudian mengambil potongan bagian uret di bawah kutikula dan diletakkan pada media PDA dalam petridish, diinkubasi selama 7 hari kemudian dimurnikan sampai diperoleh isolat murni *M. anisopliae* pada media PDA dalam

petridish. Kemudian dilanjutkan dengan pemurnian jamur pada media agar miring.

Selanjutnya dilakukan perbanyakan pada media padat yang berupa jagung pecah giling. Bahan yang berupa jagung dibersihkan dan dicuci dengan air sehingga kotoran yang bercampur didalamnya dapat terpisahkan dari bahan, kemudian dikukus setengah matang menggunakan dandang, disiram air hangat beberapa kali dan diaduk untuk mempercepat matangnya bahan.

Semua bahan diangkat setengah matang yang ditandai dengan daging buahnya sudah empuk dan ditaruh di atas meja untuk dikeringanginkan, kemudian dicampur dengan larutan Chloramphenicol sebagai anti bakteri dan diaduk merata. Selanjutnya bahan media dimasukkan dalam kantong plastik sebanyak 200 g dan ditutup rapat kemudian dilakukan sterilisasi menggunakan *autoclaf*.

Setelah dingin kemudian diinokulasikan dengan isolat murni *M. anisopliae* dari tabung miring dan diinkubasikan dalam keadaan suhu kamar selama dua minggu hingga dihasilkannya jamur F1. Dari hasil perbanyakan F1 selanjutnya diperbanyak lagi pada media jagung seperti cara di atas sehingga diperoleh jamur F2. Jamur F2 ini yang diaplikasikan pada lahan yang ingin dikendalikan hama uretnya.



Gambar 8. Cara kerja perbanyak jamur *Metarhizium*

2. 6. Metode Aplikasi

Sasaran *Metarhizium* adalah fase larva dan pupa yang berada di dalam tanah. Sehingga aplikasi dilakukan pada tanah. Pada umumnya aplikasi *Metarhizium* dilakukan dengan mencampurnya pada pupuk padat seperti pupuk kandang dan kompos. Hal ini dimaksudkan karena serangga dewasa terkadang memilih pupuk padat sebagai tempat meletakkan telur. Saat telur menetas larva akan diinfeksi oleh *Metarhizium*. Selain itu hal ini dimaksudkan untuk mengurangi biaya aplikasi karena sejalan dengan aplikasi pupuk padat.

Menurut Harjaka *et. al.* (2011) aplikasi 10 Kg per Ha dengan penambahan 10 Kg setiap 4 bulan setelah tanam dan 10 Kg saat 6 bulan dapat menekan populasi uret *Lepidiotia stigma* pada pertanaman tebu dan meningkatkan hasil lebih dari 60%.

Cara lain aplikasi *metarhizium* penggunaannya pun juga cukup mudah bisa dilakukan dengan cara dikocorkan atau dicampurkan dengan pupuk kandang. Dengan cara pengkocoran bisa dilakukan dengan dosis *Metarizium* 100 gram kemudian dilarutkan air dalam drum isi 200 liter kemudian dicampur dengan molase / gula cair 500 ml. Aplikasinya dilakukan pada hama uret di daerah potensi sarang. Gejala terinfeksi pada uret bisa dilihat pada waktu

1 – 2 minggu kemudian. Aplikasi 100 gram metarizium ini digunakan untuk lahan seluas 1000 m². Aplikasi pencampuran dengan pupuk kandang memerlukan metarizium 100 gram. Pupuk kandang yang diperlukan 50 kg untuk indukan dan diperam selama 2 minggu agar spora lebih berkembang dan aktif pupuk kandang indukan 50 kg bisa dicampur dengan pupuk kandang 1 ton untuk luas lahan 1000 m². Campuran ini kemudian disebar merata pada daerah perakaran tanaman. Waktu yang tepat untuk aplikasi adalah pada lahan yang akan ditanami tebu dan diulang lagi pada saat pembumbunan 1 umur 3-4 minggu serta pada saat pembubunan ke 2 umur 2-3 bulan setelah tanam. Disebarkan pada barisan tanaman yang terserang hama.



Jenis Hama Yang Dapat Dikendalikan Dengan Jamur Metarhizium

Isolat yang berasal dari berbagai daerah geografis dan jenis inang yang berbeda dapat memberikan keragaman yang tinggi dari aspek karakter fisiologi dan patogenitasnya. (Herlinda *et al.*, 2005 dalam Athifa *et al.*, 2018). Widariyanto *et al.* (2017) menambahkan, perbedaan patogenisitas juga dapat disebabkan adanya perbedaan karakter fisiologi antar jamur, seperti daya kecambah, jumlah konidia, laju pertumbuhan koloni, kemampuan sporulasi, dan metabolisme sekunder (enzim dan toksin) yang dihasilkan.

Metarhizium anisopliae termasuk jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen merupakan jamur yang bersifat parasit terhadap serangga. Terdapat lebih

dari 700 spesies jamur entomopatogen yang dapat menginfeksi serangga hama (Lacey *et al.*, 1997). *Metarhizium anisopliae* tidak hanya bersifat saprofit, tetapi juga memiliki kemampuan parasit bagi beberapa ordo serangga seperti Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Isoptera, dan Hemiptera (Prayogo *et al.*, 2002).

Jenis-jenis hama yang dapat dikendalikan menggunakan jamur terdiri atas beberapa ordo antara lain kumbang badak *Oryctes rhinoceros*, beberapa jenis uret, Kutu daun dan berbagai jenis ulat.

3.1. Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros*

Klasifikasi *Oryctes rhinoceros* dalam sistematika hewan menurut Kalshoven (1981), adalah sebagai berikut :

Phylum : Arthropoda

Classis : Insecta

Ordo : Coleoptera

Famili : Scarabaeidae

Genera : *Oryctes*

Species : *Oryctes rhinoceros* L.

Oryctes rhinoceros termasuk dalam famili Scarabaeidae dan ordo Coleoptera, salah satu hama pada tanaman kelapa dan disebut juga hama penggerek pucuk kelapa. *Oryctes rhinoceros* tersebar merata disetiap daerah di Indonesia. *Oryctes rhinoceros* pada stadium dewasa menyerang titik tumbuh sehingga terjadi kerusakan pada daun muda kelapa. *Oryctes rhinoceros* pada fase telur, larva dan pupa berada di tanah, hidup pada media yang memiliki banyak sisa-sisa bahan organik di sekitar pohon kelapa.

Imago *Oryctes rhinoceros* memiliki kepala berbentuk seperti badak karena terdapat cula tunggal. Imago jantan memiliki cula lebih menonjol dibanding imago betina. Imago betina memiliki bulu lebat pada ujung abdomen, sedangkan imago jantan tidak. Imago *Oryctes rhinoceros* secara keseluruhan berwarna hitam, tubuh bagian bawah berwarna coklat kemerahan, panjang tubuhnya mencapai 5 cm, memiliki dua sayap, tiga pasang kaki, pada bagian ekor terdapat bulu-bulu halus.

Oryctes rhinoceros menempatkan telurnya pada gundukan bahan organik yang lapuk, seperti gergaji kayu, tunggul kelapa, sampah yang lapuk, kotoran ternak dan lainnya (Mulyono, 2007). Imago betina *Oryctes 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 *Oryctes rhinoceros* berwarna putih, dan berbentuk oval. Ukuran telur 2,3 – 3,5 mm dan menetas setelah 8-12 hari.

Larva *Oryctes rhinoceros* berwarna putih tulang, berbentuk silinder, berkerut-kerut, melengkung dan memiliki panjang sekitar 60-100 mm. Stadia larva terbagi menjadi 3 masa instar, dan berlangsung selama 82-207 hari (Susanto *et al.*, 2003). Masa instar I terjadi selama 12-21 hari, masa instar II terjadi selama 22-60 hari, dan instar III selama 60-165 hari. Prepupa terjadi setelah larva. Prepupa berlangsung selama 8-13 hari. Bentuknya terlihat seperti larva hanya ukurannya lebih kecil dan cenderung diam. Prepupa bergerak jika diganggu. Pupa berwarna coklat kekuningan, ukuran mencapai 50 mm dan berlangsung selama 17-28 hari (Susanto *et al.*, 2003).

Oryctes rhinoceros satu ekor menggerek 4-6 hari tanaman kelapa sebelum pindah ke tanaman lain. *Oryctes rhinoceros* terbang ke pucuk tanaman saat malam hari dan mulai menggerek dari satu ketiak pelepah bagian atas pucuk tanaman. Panjang lubang gerekkan mencapai 4,2 cm dalam sehari. Gerekkan dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan apabila sampai ke titik tumbuh dapat

mematikan tanaman (Silitonga *et al.*, 2013). *Oryctes rhinoceros* dapat mematikan tanaman muda hingga 25%. Imago *Oryctes rhinoceros* juga menyerang pangkal pelepah yang belum membuka.

Bekas gerakan akibat serangan *Oryctes rhinoceros* akan diikuti oleh kumbang *Rhynchoporus* sp. atau bakteri atau cendawan sehingga terjadi pembusukan yang lebih parah. Tanaman tetap dapat hidup namun pertumbuhan terhambat dan produksi berkurang. Kerusakan yang timbul akibat serangan *Oryctes rhinoceros* ditandai dengan bentuk daun kelapa yang terpotong membentuk huruf V.



Gambar 9. Beberapa jenis kumbang tanduk yang sering ditemui di perkebunan kelapa

Oryctes rhinoceros merupakan hama yang mudah dikendalikan menggunakan jamur *Metarhizium anisopliae*. Larva *Oryctes rhinoceros* merupakan inang yang cocok untuk pertumbuhan *Metarhizium anisopliae*, sehingga jamur ini mampu memproduksi miselium dengan cepat disekitar tubuh inangnya. Inang yang mudah untuk berkembangnya jamur *Metarhizium anisopliae* adalah larva *Oryctes rhinoceros*. Berdasarkan penelitian

sebelumnya larva *Oryctes rhinoceros* setelah diaplikasikan jamur *Metarhizium anisopliae* untuk mencapai mortalitas 50% dengan konsentrasi konidia/ml sebesar 1×10^8 adalah 7,54 hari.

3.2. Uret

Uret (dari bahasa Jawa) atau **gayas** (di sebagian Sumatra) adalah tahap larva dari serangga anggota ordo Coleoptera, terutama suku Scarabaeidae. Uret biasanya ditemukan di sekitar sisa-sisa sampah atau di dalam tanah yang mengandung banyak bahan organik. Beberapa uret juga dapat dijumpai di dalam batang pohon sebagai penggerek.

Kerusakan terberat tanaman akibat serangan uret biasanya disebabkan oleh larva instar ke 3. Stadia larva umumnya berada di tanah atau sekitar tanah, sedangkan pada stadia dewasa (imago) kumbang dapat terbang jauh serta tertarik dengan cahaya.

Hama uret ini juga mempunyai kisaran inang yang sangat luas yaitu salak, pisang, labu, semangka, cabai, kacang, jagung, karet, kelapa, kopi, tebu dan tanaman lainnya.

Serangan uret pada tanaman muda memanfaatkan akar sebagai sumber makanan untuk melangsungkan sebagian dari siklus hidupnya. Hama ini tinggal di sekitar perakaran, merusak leher akar, kulit dan kambium akar dan akar rambut pada sistem perakaran tanaman muda. Kerusakan ini akan menghambat aliran zat hara, melemahkan pohon dan dapat mematikan pohon.

Serangan uret pada pohon-pohon yang telah dewasa biasanya tidak menimbulkan masalah, karena sistem perakarannya sudah berkembang dengan baik. Hama ini sering juga menimbulkan kerusakan hebat pada bibit tanaman perkebunan, industri maupun hutan di persemaian. Uret yang paling terkenal sangat menghantui adalah *Lepidiota stigma* yang menyerang tanaman tebu yang ditanam pada lahan berpasir yang dapat mengakibatkan gagal panen.

Berbagai jenis uret yang menyerang tanaman perkebunan antara lain *Holotrichia serrata* pada perkebunan karet, *Euchlora viridis* pada tanaman muda rasamala, *Lepidiota stigma*, *Leucopholis rorida* dan *Holotrichia helleri* pada tanaman campuran sengon dengan jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.).

3.2. 1. Uret *Lepidiota stigma*

Klasifikasi *Lepidiota stigma* dalam sistematika hewan, menurut Fabricius (1798) adalah sebagai berikut :

Phylum : Arthropoda

Classis : Insecta

Ordo : Coleoptera

Famili : Melolonthidae

Genera : *Lepidiota*

Species : *Lepidiota stigma* S.

Lepidiota stigma (Coleoptera : Scarabeidae) merupakan salah satu hama pada tanaman tebu. Hama ini banyak ditemukan pada tanaman tebu yang tumbuh di tanah berpasir dan tidak ditemukan pada tanah berlempung. *Lepidiota stigma* tersebar di pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, dan Bali. Hama ini termasuk serangga univoltine atau menghasilkan satu generasi dalam satu tahun (Harjaka *et al.*, 2011).

Awal musim penghujan merupakan masa penerbangan kumbang secara serentak. Perkembangan telur hingga larva instar ke tiga berlangsung selama 6-9 bulan. Perkembangan telur hingga dewasa membutuhkan waktu 385 hari. Larva stadia instar kedua dan ketiga adalah fase yang dapat merusak akar tebu. Serangan *Lepidiota stigma* Di pulau Jawa terjadi secara umum pada

bulan Januari - April. Kerusakan yang diakibatkan oleh serangan *Lepidiota stigma* yaitu gejala layu permanen dan lebih parahnya dapat mengakibatkan kematian (Setyaningsih, 2010 dalam Harjaka, 2011). Rumpun tanaman tebu yang terserang akan roboh ketika digoyangkan, terasa ringan dan mudah dicabut, karena banyak akar yang berkurang dan pangkal batang rusak akibat serangan hama *Lepidiota stigma* (Harjaka, 2011).

Imago *Lepidiota stigma* meletakkan telur pada tanah yang lembab dan di kedalaman 5 - 30 cm, telur menetas pada 1 - 2 minggu kemudian. Larva muda memakan perakaran di sekitar dan sisa - sisa tanaman mati. Larva yang sudah tumbuh besar akan memakan perakaran tanaman yang tumbuh. Perkembangan larva terjadi hingga instar 4 dan pada instar 2 - 3 merupakan stadia yang paling merugikan (Milner *et al.*, 2003). Larva *Lepidiota stigma* instar ke tiga panjang mencapai 7 cm, warna putih kekuningan dan pada ujung abdomen terdapat pola perambutan sejajar. Selama fase larva, *Lepidiota stigma* aktif memakan akar tanaman di musim hujan dan memasuki musim kemarau di bulan Juli larva berubah menjadi pupa. Hal itu menunjukkan bahwa *Lepidiota stigma* potensial sebagai hama perusak akar (Harjaka *et al.*, 2010).

Uret hama perusak akar relatif tidak mudah dikendalikan karena berhabitat dalam tanah dan ketika dewasa aktif malam hari. Pengendalian terhadap telur dan pupa *Lepidiota stigma* juga tidak mudah dilakukan karena keberadaannya dalam tanah sulit diamati (Harjaka, 2010).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, larva *Lepidiota stigma* setelah diaplikasikan jamur *Metarhizium anisopliae* untuk mencapai mortalitas 50% dengan konsentrasi konidia/ml sebesar 1×10^6 , membutuhkan waktu 10^7 hari (3 bulan 27 hari) (Harjaka dkk., 2011).

Kumbang *Lepidiota stigma* berwarna coklat keabuan, tubuhnya ditutupi sisik renik berwarna kuning atau putih kekuningan. Bila sisik-sisiknya lepas, warna tubuhnya menjadi coklat tua mengkilap. Pada ujung elitra terdapat bercak putih berukuran $\pm 1,5$ mm yang terdiri dari sisik renik yang berwarna putih dan tumbuh sangat rapat. Panjang tubuh kumbang betina 4,3–5,3 cm dan lebarnya 2,2–2,7 cm, sedangkan panjang tubuh kumbang jantan adalah 4,2–5,3 cm dan lebarnya 2,0–2,6 cm. Uret dewasa dapat mencapai panjang 7,5 cm. cara bergerak uret pada permukaan tanah sama seperti pada *L. Rorida* (Intari & Natawiria, 1973).

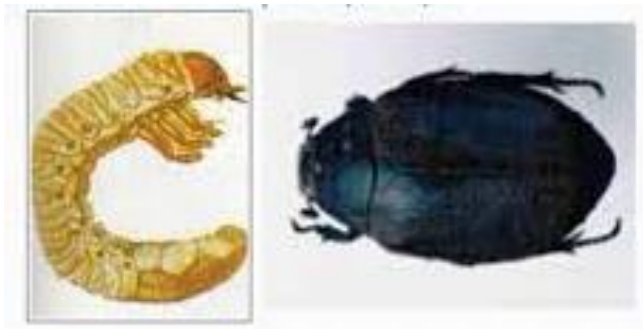


Gambar 10. Uret *Lepidiota stigma*

3.2.2. Uret *Leucopholis rorida*

Kumbang *Leucopholis rorida* berwarna coklat tua pada bagian atas dan bagian bawahnya berwarna coklat kemerahaan, permukaan tubuhnya ditutupi sisik renik berwarna putih kekuning-kuningan. Pada bagian belakang kepala dan pangkal antena tumbuh bulu-bulu halus berwarna kuning kecoklatan. Panjang tubuh kumbang betina 2,4-3,5 cm, lebarnya 1,3-1,8 cm. Panjang tubuh kumbang jantan adalah 2,0-3,0 cm dan lebarnya 1,0-1,6

cm Panjang tubuh uret dapat mencapai 5 cm, bentuknya melengkung seperti huruf C, berwarna putih kekuningan. Tubuh uret dapat merentang dengan baik tetapi bila diletakkan pada permukaan tanah posisi tubuhnya akan miring dan hanya bisa bergerak dengan menggunakan salah satu sisi tubuhnya (Intari & Natawiria, 1973).

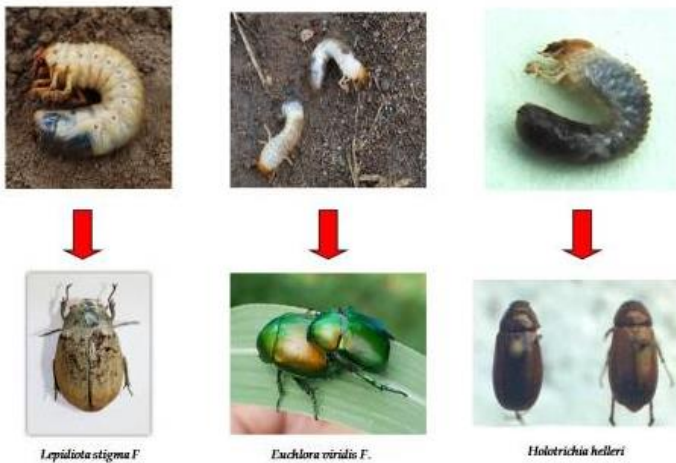


Gambar 11. Uret *Leucopholis rorida*

3.2.3. Uret *Euchlora viridis*

Bagian dorsal (atas) kumbang *Euchlora viridis* berwarna hijau mengkilap, bagian ventralnya (bawah) berwarna hijau dengan kilapan berwarna merah tembaga. Tungkai dan segmen pertama antena berwarna hijau mengkilap. Secara morfologis antena kumbang betina dan kumbang jantan sukar dibedakan. Panjang tubuhnya 1,7–

2,7 cm dan lebarnya 1,0–1,5 cm. Uret berwarna putih, panjangnya mencapai 4,5 cm, tubuhnya dapat direntangkan dengan baik dan dapat bergerak dengan menggunakan kaki-kakinya (Intari & Natawira, 1973).



Gambar 12. Berbagai jenis uret yang menyerang tanaman perkebunan dan fase imagonya , a. *Lepidiota stigma*; b. *Exopholis* sp.; c. *Euchlora viridis*; d. *Holotrichia helleri* (dari berbagai sumber)

3.3. Kutu Daun

Berbagai jenis kutu daun yang dapat diendalikan dengan jamur metarhizium antara lain *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, dan *Diaphorina citri*

3.3.1. *Aphis gossypii*

A. gossypii sering terlihat di helai daun, ranting, cabang, batang dan tangkai buah tumbuhan inang. *A. gossypii* dapat menyebabkan daun mengecil dan keriting, lalu berangsur-angsur menguning dan layu. Koloni *A. gossypii* di bagian pucuk tunas menyebabkan pucuk tunas tepinya mengulung atau melengkung. *A. gossypii* dapat mengisap nutrisi tumbuhan inang, bekas tusukannya menyebabkan muncul bercak-bercak klorotik. Tumbuhan inang yang rusak jumlah bunga berkurang. Koloni kutu daun menyebabkan bunga dan polong gugur, jumlah polong turun dan ukuran kacang kedelai mengecil. Selain itu, kutu daun dapat menghasilkan eksudat berjamur yang berwarna hitam menutupi permukaan daun dan batang, sehingga eksudat itu mengganggu proses fotosintesis (Rice & O'neil, 2008 dalam Riyanto *et al.*, 2016).

A. gossypii dapat menjadi vector penyakit virus tumbuhan. Menurut Blackman & Eastop (2007) dan Wang *et al.*, (1998) dalam Riyanto *et al.* (2016) menyatakan

bahwa lebih dari 50 penyakit virus tumbuhan ditularkan oleh *A. gossypii*. menginformasikan *A. gossypii* sangat efektif sebagai vektor penyakit virus tembakau (TEV) dan turnip mosaic potyvirus (TuMV). *Aphis gossypii* merupakan vektor penyakit virus pada tanaman, misalnya sebagai vektor penyakit *Citrus Tristeza Virus* (CTV) serta penyakit virus mosaik pada mentimun dan tembakau.

Biologi *Aphis gossypii* (Glover) Imago bersayap (alate). Imago *A.gossypii* bersayap memiliki panjang 1,1-1,7 mm. Kepala dan toraks berwarna hitam, abdomen kuning kehijauan dan ujung abdomen lebih gelap. Venasi sayap berwarna coklat. Imago betina oviparous berwarna gelap hijau keungu-unguan seperti warna imago jantan. Imago viviparous memproduksi keseluruhan 70 - 80 keturunan dengan rata-rata 4,3 ekor nimfa per hari. Periode reproduksi imago sekitar 15 hari, sedangkan periode postreproduksi imago lima hari. Suhu optimal untuk reproduksi 21°C-27°C. Warna tubuh *A. gossypii* bervariasi mulai dari kuning, hijau dan hijau gelap sampai hitam (Gambar 13a dan Gambar 13b). Nimfa yang berkembang menjadi imago bersayap dapat berwarna kuning dan mensekret warna putih, berupa tepung lilin pada tubuhnya. *A. gossypii* yang berwarna gelap dapat berkembang lebih cepat, meletakkan keturunan lebih

banyak dan tubuhnya lebih besar dari pada yang berwarna cerah. Faktor yang menyebabkan *A. gossypii* berwarna gelap adalah suhu dingin, panjang hari dan kandungan nutrisi tumbuhan inang (Godfrey *et al.*, 2000 dalam Riyanto *et al.*, 2016; Capinera, 2007).

Imago tidak bersayap (apterous). Imago *A. gossypii* betina partenogenetik tanpa sayap memiliki panjang 1-2 mm. Warnanya bervariasi mulai dari hijau cerah sampai hijau gelap, kadang-kadang putih, kuning dan hijau muda. Ujung tungkai tibia dan tarsi serta kornikel berwarna hitam. Kepala dan toraks berwarna hitam, abdomen berwarna hijau kekuningan, kecuali ujung abdomen lebih gelap. Kauda mempunyai dua atau tiga pasang setae. Pada koloni yang padat dihasilkan *A. gossypii* yang berwarna kuning dengan ukuran tubuh lebih kecil (Capinera, 2007). Kutu daun ini memiliki rata-rata masa hidup 16,1 hari. Imago *gossypii* dapat memproduksi tetesan madu, gula dan keturunan yang lebih tinggi pada suhu 26,7°C dari pada suhu 15,6°C atau 32,2°C. Imago *A. gossypii* tidak bersayap mempunyai kauda lebih terang dengan dua sampai tiga rambut di setiap sisinya (Gambar 13c dan Gambar 13d) (Denmark, 1990).

Nimfa *A. gossypii* berwarna abu-abu sampai hijau, kadang-kadang mempunyai tanda hitam pada kepala, toraks dan bakal sayap serta abdomen berwarna hijau kehitam-hitaman. Selain itu, tubuh nimfa *A. gossypii* dapat berwarna pudar, ditutupi oleh sekresi lilin. Periode nimfa sekitar tujuh hari (Capinera, 2007). Nimfa *A. gossypii* dapat berkembang menjadi imago bersayap dan imago tidak bersayap (Gambar 13e).

Telur *A. gossypii* hanya ditemukan di negara 4 musim. Telur yang baru diletakkan berwarna kuning, tetapi segera menjadi hitam mengkilat. Telur-telur itu diletakkan pada tumbuhan *Catalpa bignoniodes* dan *Hibiscus syriacus* (Capinera, 2007). Telur yang diletakkan rata-rata berjumlah 5 butir setiap hari selama 16-18 hari.



Gambar 13. Morfologi *Aphis gossypii*. Imago bersayap warna hitam (a), imago bersayap warna kuning (b) (Capinera, 2007), imago tidak bersayap warna hijau (c) (Miyazaki, 2001) dan imago tidak bersayap warna kuning (d) (Capinera, 2007) dan nimfa (↓) (Ghidu, 2005)

3.3.2. *Bemisia tabaci*

Hama kutu kebul (*B. tabaci*) termasuk serangga ordo Homoptera, famili Aleyrodidae dan genus Bemisia (Kalshoven, 1981). Biologi dari serangga ini adalah sebagai berikut:

Telur berbentuk bulat memanjang, berukuran 0,2-0,3 mm, mempunyai pedisel atau tangkai telur yang pendek. Telur diletakkan di bagian bawah daun. Telur menetas berkisar 7 hari, pada mulanya berwarna kuning

pucat, kemudian berubah menjadi kuning coklat, dan pada umur 2 hari mulai tampak dua bintik merah kecoklatan.

Nimfa yang baru menetas berukuran 0,3 mm, nimfa instar ke-1 berbentuk bulat telur dan pipih, berwarna kuning kehijauan, dan bertungkai yang berfungsi untuk merangkak. Nimfa instar ke-2 sampai ke-4 tidak bertungkai dan berukuran 0,4-0,8 mm.

Pupa berbentuk oval, agak pipih, berukuran 0,6 mm. Warnanya hijau pucat keputih-putihan sampai kekuning-kuningan. Menurut Tengkanu (1986) seperti halnya telur, pupa dibentuk pada permukaan daun bagian bawah. Pupa berbentuk oval berukuran 1,16 mm dan 0,80 mm, berwarna suram atau kuning gelap dengan pori-pori pada bagian punggung dan ada bintik-bintik. Bagian sentral dilengkapi dengan jumbai-jumbai. Kutu putih dewasa berumur 6 hari berwarna kuning agak keputih-putihan.

Imago berukuran ± 1 mm dengan sayap berwarna putih dan ditutupi tepung seperti lilin. Imago yang berumur 1-4 hari dapat langsung menghasilkan telur tanpa melakukan perkawinan. Untuk makan dan bertelur imago memilih daun-daun muda dan telurnya diletakkan pada permukaan daun bagian bawah. Jumlah telur yang dihasilkan 14-77 butir. Umur imago betina rata-rata 21,6

hari dan imago jantan 1 sampai 7 hari. Perbandingan serangga jantan dan betina dalah 3:2 (Tengkano, 1986).

Serangan yang disebabkan oleh *B. tabaci* dibagi atas 3 tipe: (1) kerusakan langsung, (2) kerusakan tidak langsung, dan (3) penularan virus. Kerusakan langsung pada tanaman disebabkan oleh imago dan nimfa yang menghisap cairan daun mengakibatkan daun tanaman mengalami klorosis, layu, gugur daun dan mati.



Gambar 14. Nimfe *B. tabaci* (kiri) dan Imago *B. tabaci* (kanan)

Bemisia tabaci menghasilkan ekskresi berupa madu yang merupakan media yang baik untuk pertumbuhan embun jelaga yang berwarna hitam (*Cladosporium* sp. dan *Alternaria* sp.) menyebabkan proses fotosintesis tidak berjalan dengan normal. Imago betina *B. tabaci* menghasilkan embun jelaga yang lebih banyak selama siklus hidup mereka. Sebagian besar

spesies kutu putih tidak dapat diidentifikasi melalui karakter morfologi pada imagonya, tetapi genus dan spesiesnya lebih mudah diketahui melalui struktur nimfa instar empat akhir (prepupa) atau disebut pupal case. Contohnya adalah pada dua spesies kutu putih yaitu *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) atau greenhouse whitefly dan *B. tabaci* (tobacco whitefly) yang perbedaan bentuk dan ukuran pupanya dipengaruhi oleh kutikula tanaman inangnya.

Telur *B. tabaci* bentuknya lonjong (oval), warnanya putih bening ketika baru diletakkan, kemudian kecokelatan menjelang menetas. Telur berdiameter 0,25 mm, dan biasanya diletakkan pada permukaan bawah daun. Jumlah telur yang dihasilkan seekor betina mencapai 28-300 butir tergantung pada tanaman inang dan suhu lingkungan. Nimfa yang baru menetas berwarna putih bening, bentuknya agak bulat (ovate), panjangnya 0,3-0,7 mm. Nimfa instar pertama ini paling aktif bergerak (crawler stage) untuk mendapatkan bagian daun yang cocok sebagai sumber nutrisi selama menyelesaikan stadia nimfa. Sekali menemukan tempat tersebut, biasanya nimfa tidak berpindah-pindah lagi hingga menjadi imago. Panjang pupa mencapai 0,7 mm, memiliki sepasang bintik

merah yang kemudian berfungsi sebagai mata setelah menjadi imago. Periode nimfa mencapai 2-4 minggu.

Menurut Coudriet *et al.* (1985), Betina dewasa *B. tabaci* yang keluar dari selubung pupa (pupal case) memiliki panjang tubuh ± 1 mm berwarna kuning terang dengan sepasang sayap berwarna putih, dan seluruh tubuhnya tertutup oleh semacam bubuk putih berkilau (waxy). Melalui analisa morfometrik, dapat dibedakan jantan dan betina melalui bentuk sayap. Sayap depan dan belakang *Bemisia* betina umumnya lebih besar dibanding yang dimiliki oleh serangga jantan. Perkembangan siklus hidup *B. tabaci* dari telur hingga imago sangat beragam dan sangat dipengaruhi oleh tanaman inangnya. Lama stadia telur hingga imago $\pm 30-40$ hari. *B. tabaci* merupakan serangga arrhenotokous, yaitu dapat menghasilkan telur infertil yang akan menjadi imago jantan, dan telur fertil menjadi imago betina. Populasi dewasanya didominasi oleh imago betina yang cenderung hidup lebih lama dibanding imago jantan. Peletakan telur dimulai 1-8 hari setelah kawin, dan umur imago mencapai 6-55 hari, tergantung suhu lingkungan.

3.3.3. *Diaphorina citri*

D. citri mempunyai tiga stadium hidup yaitu telur, nimfa, dan dewasa. Telur berwarna kuning terang berbentuk seperti buah alpokat, diletakkan secara tunggal atau berkelompok di kuncup permukaan daun daun muda, atau ditancapkan pada tangkai- tangkai daun setelah 2-3 hari, telur menetas menjadi nimfa.

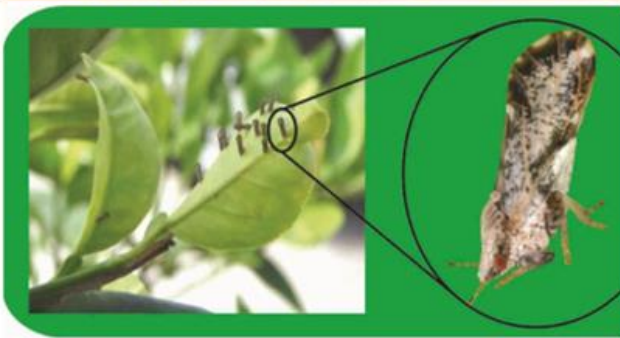
Nimfa yang baru menetas hidup berkelompok ditunas- tunas dan kuncup untuk menghisap cairan tanaman. Setelah berumur 2 atau 3 hari, nimfa menyebar dan menyerang daun- daun muda. Nimfa berwarna kuning sampai coklat dan mengalami 5 kali pergantian kulit. Nimfa lebih merusak tanaman dari pada kutu dewasanya. Stadium nimfa berlangsung selama 17 hari.

Pada kondisi panas siklus hidup dari telur sampai dewasa berlangsung antara 16-18 hari, sedangkan pada kondisi dingin berlangsung selama 45 hari. perkawinan segera berlangsung setelah kutu menjadi dewasa dan segera bertelur setelah terjadi perkawinan. Seekor betina mampu meletakkan 800 butir telur selama masa hidupnya.

D. citri mampu menghasilkan 9-10 generasi dalam 1 tahun. Stadium dewasa ditandai oleh adanya sayap sehingga mudah meloncat apabila terkena sentuhan. Serangga dewasa berwarna coklat tua, dengan panjang

tubuh 2-3 mm. apabila sedang menghisap cairan sel tanaman, *D. citri* memperlihatkan posisi menungging. *D. citri* lebih aktif pada saat tanaman jeruk dalam fase istirahat, *D. citri* dewasa hinggap pada daun tua dan menghisap cairan selnya. Stadium dewasa ini bisa bertahan hidup selama 80-90 hari.

Kutu dewasa pertama yang membentuk koloni pada awal periode pertunasan sering kali sangat infeksiif dan membawa bakteri penyebab penyakit pada tunas-tunas baru. Populasi *D. citri* yang viruliferous dari suatu populasi sangat bervariasi, tingkat penularan yang sangat tinggi ditentukan oleh ketepatan kutu menusukkan stiletnya pada tanaman sakit. Pada kondisi alamiah, penyebaran CVPD tergantung pada jumlah inokulum bakteri pada tanaman, kepadatan populasi vector, lamanya periode inoculation feeding.



Gambar 15. Imago *D. citri*

3.3.4. Ulat *Spodoptera litura*

Umumnya larva *S. litura* mempunyai titik hitam arah lateral pada setiap abdomen. Larva muda berwarna kehijau-hijauan, instar pertama tubuh larva berwarna hijau kuning, panjang 2,0 sampai 2,74 mm dan tubuh berbulu-bulu halus, kepala berwarna hitam dengan dengan lebar 0,2-0,3 mm. Instar kedua, tubuh berwarna hijau dengan panjang 3,75-10,0 mm, bulu-bulunya tidak terlihat lagi dan pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam meningkat pada bagian dorsal terdapat garis putih memanjang dari toraks hingga ujung abdomen, pada toraks terdapat empat buah titik yang berbaris dua-dua. Larva instar ketiga memiliki panjang tubuh 8,0-15,0 mm dengan lebar 0,5-0,6 mm.

Pada bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Instar ke empat, ke lima dan ke enam agak sulit dibedakan. Untuk panjang tubuh instar ke empat 13-20 mm, instar kelima 23-35 mm, dan instar keenam 35-50mm. Mulai instar ke empat warna bervariasi, mempunyai kalung/bulan sabit berwarna hitam pada segmen abdomen yang ke empat dan ke sepuluh.

Pada sisi lateral dan dorsal terdapat garis kuning. Ulat Spodoptera litura yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklat-coklatan. Ulat berkepompong dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon) berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm. Imago berupa ngengat dengan warna hitam kecoklatan, pada sayap depan ditemukan spot-spot berwarna hitam dengan strip-strip putih dan kuning. Sayap belakang biasanya berwarna putih.

Imago betina meletakkan telur pada malam hari, telur diletakkan secara berkelompok pada permukaan daun tanaman bawang merah dan telurnya berbentuk oval. Kelompok telur ditutupi oleh rambut-rambut yang halus yang berwarna putih, kemudian telur berubah menjadi kehitam-hitaman pada saat akan menetas. Telur diletakkan pada malam hari secara berkelompok, dalam satu kelompok telur terdapat kurang lebih 80 butir telur, yang diletakkan pada permukaan daun, peletakan telur selain pada daun bawang dan juga pada gulma yang tumbuh disekitar pertanaman bawang merah.

Seekor serangga betina dapat menghasilkan kurang lebih 2000 sampai 3000 butir telur. Dalam suatu kelompok telur terdapat 30-100 butir bahkan dapat mencapai 350 butir. Telur-telur dapat menetas dalam waktu 2-5 hari dan

telur umumnya menetas pada pagi hari. Seekor ngengat betina dapat meletakkan telur 2000-3000 telur. Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian datar melekat pada daun (kadang-kadang tersusun dua lapis), berwarna cokelat kekuning-kuningan diletakkan berkelompok masing-masing berisi 25-500 yang bentuknya bermacam-macam pada daun atau bagian tanaman lainnya.

Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina. Ulat yang telah menjadi kepompong dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon), berwarna cokelat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm. Siklus hidup berkisar antara 30-60 hari. Lama stadium telur 2-4 hari, larva yang terdiri dari 6 instar adalah 20-46 hari, sedangkan stadium pupa berkisar 8-11 hari.

Ulat Spodoptera litura yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi tubuh berwarna cokelat tua atau hitam kecoklat-cokelatan dan hidup secara berkelompok. Larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Beberapa hari kemudian tergantung ketersediaan makanan. Hama ini, pada siang hari bersembunyi dalam tanah (tempat yang lembab) dan menyerang tanaman pada malam hari. Biasanya ulat

berpindah ketanaman lain secara bergerombol dalam jumlah banyak.



Gambar 16. Ulat *Spodoptera litura*



Potensi Jamur *Metarhizium* Sebagai Agen Hayati

Mekanisme infeksi *Metarhizium anisopliae* dapat terjadi melalui 4 tahap yaitu :

1. Inokulasi, yaitu kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Propagul cendawan *Metarhizium anisopliae* berupa konidia karena merupakan cendawan yang berkembang biak secara tidak sempurna. Dalam proses ini senyawa mukopolisakarida memegang peranan yang sangat penting.

2. Penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Pada tahap ini, cendawan dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada integumen, seperti protein asam amino dan fenol yang merupakan senyawa stimulan bagi jamur.
3. Penetrasi dan invasi, dalam melakukan penetrasi menembus integumen, cendawan membentuk tabung kecambah. Titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen. Jamur juga membentuk apresorium untuk menembus integumen. Penembusan dilakukan secara mekanis dan kimia dengan mengeluarkan enzim atau toksin.
4. Tahap destruksi atau penghancuran dekat dengan titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain. Contoh zat toksin yang dikeluarkan oleh jamur adalah destruxin. Bila jamur tidak menghasilkan toksin, maka kematian serangga dapat diakibatkan oleh hilangnya nutrisi tubuh yang diserap oleh jamur tersebut.

Potensi jamur *Metarhizium* dalam mengendalikan hama cukup tinggi. Seperti hasil penelitian Thamarai-Chelvi *et al.* (2010b) dalam Indrayani (2017) melaporkan bahwa aplikasi jamur *M. anisopliae* pada konsentrasi 8×10^9 konidia/mL efektif mengendalikan populasi hama uret dan meningkatkan produktivitas tebu. Hasil penelitian lainnya juga mengungkapkan bahwa aplikasi jamur *M. anisopliae* bersama-sama dengan jamur *B. bassiana* sangat potensial meningkatkan pengendalian spesies *Holotrichia serrata*.

Populasi spesies *H. serrata* mampu dikendalikan dengan menggunakan jamur *M. anisopliae* hingga populasi turun mencapai 81% pada pertanaman tebu di India. Hasil penelitian lainnya di India juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan populasi *H. serrata* sebesar 92% pada 60 hari setelah dikendalikan dengan jamur *M. anisopliae* dengan dosis 4×10^9 konidia/ha (Manisegaran *et al.*, 2011). Penggunaan jamur *M. anisopliae* pada dosis 1×10^{13} konidia/ha yang setara dengan 100 kg/ha sama efektifnya dengan insektisida kimia chlorpyrifos dalam menekan populasi *H. serrata* (Srikanth & Singaravelu, 2011 dalam Indrayani, 2017). Selain itu, penambahan bahan organik kompos pada jamur *M. anisopliae* juga

efektif meningkatkan mortalitas *H. serrata* (Yadav *et al.*, 2004 dalam Indrayani, 2017).

Beberapa hasil penelitian pemanfaatan jamur *M. anisopliae* di Australia juga menunjukkan bahwa jamur tersebut sangat potensial mengendalikan hama uret pada tanaman tebu. Samson *et al.* (2010) menyatakan bahwa penurunan populasi hama uret pada tebu PC (plant cane) dan RC (ratoon cane) berturut-turut mencapai 50 - 60% dan 70 - 90% setelah dilakukan pengendalian dengan jamur *M. anisopliae* dengan dosis $3,3 \times 10^{13}$ konidia/ha. Salah satu hasil penelitian yang cukup berdampak positif terhadap pengembangan jamur *M. anisopliae* dalam pengendalian *Lepidiotia stigma* menunjukkan bahwa aplikasi *M. anisopliae* di lapangan efektif mengurangi populasi *L. stigma* dan meningkatkan produksi tebu hingga lebih dari 60% (Harjaka *et al.*, 2011).

Konsentrasi kerapatan spora terbaik yang dapat diimplementasi sebagai tindakan pengendalian terhadap larva *Crocidolomia binotalis* adalah kerapatan spora 10^8 , yang berada pada perlakuan jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dengan persentase mortalitas berturut-turut adalah 100% dan 75% (Manurung, 2022). Hasil penelitian lain yang telah dilakukan oleh Sopialena *et al.* (2022) menyimpulkan bahwa beberapa jamur

entomopatogen (jamur *Metarhizium anisopliae* lokal, *Beauveria bassiana* Bals lokal, *Metarhizium anisopliae* komersial dan *Beauveria bassiana* Bals komersial) efektif dalam mengendalikan populasi Hama Kutu *Aphis craccivora* C.L. Koch. Sedangkan efektivitas jamur entomopatogen (jamur *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* Bals) isolat lokal Kalimantan Timur dan isolat komersial tidak berbeda nyata dalam menekan populasi hama Kutu Daun *Aphis craccivora* C.L. Koch.

Kerapatan konidia jamur entomopatogen berpengaruh terhadap mortalitas hama di lapangan. Hasil percobaan di lapangan menunjukkan bahwa aplikasi formulasi kering jamur *M. anisopliae* isolat UGM dan Tegineneng serta *B. bassiana* dapat menyebabkan mortalitas *Helopeltis* spp. Formulasi kering yang diaplikasikan di lapangan adalah formulasi yang baru dibuat dan belum mengalami masa penyimpanan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa mortalitas *Helopeltis* spp. cukup tinggi pasca aplikasi ketiga jenis jamur entomopatogen tersebut. Aplikasi formulasi kering *M. anisopliae* isolate UGM, Tegineneng serta *B. bassiana* di lapangan sangat efektif dalam mengendalikan hama *Helopeltis* spp. (Irawan *et al.*, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Athifa, S., S. Anwar, & B. A. Kristanto. 2018. Pengaruh keragaman jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas larva hama *Oryctes rhinoceros* dan Lepidoptera stigma. *J. Agro Complex* 2:120-127.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn & N. F. Johnson, 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Capinera, J.L. 2007. Melon aphid or cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Insecta: Hemiptera: Aphididae). <http://creatures.ifas.ufl.edu>. Diakses tanggal 27 juni 2022.
- Fadhilah, L.N. & M.T. Asri. 2019. Keefektifan Tiga Jenis Cendawan Entomopatogen terhadap Serangga Kutu Daun *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) pada Tanaman Cabai. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>. *LenteraBio* 8(1) : 56-61.
- Ferron, P. 1985. Fungal control. *Comprehensive Insect Physiology. Biochem. Pharmacol* 12: 313-346.
- Ghidu GM. 2005. *Melon aphid*. Desktop Publishing by Rutgers' Cook College Resource center. Rutgers Cooperative Research & Extension, (NJAES,) Rutgers, The State University of New Jersey.

- Harjaka, T., E. Martono & Witjaksono. 2010. Uret Perusak Akar Pada Rumput Halaman Kampus. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 16(2): 95-101.
- Harjaka, T., E. Martono, Witjaksono, & B.H. Sunarminto. 2011. Potensi jamur *Metarhizium anisopliae* untuk pengendalian uret perusak akar tebu. Semnas Pesnab IV di Jakarta. 12 hlm.
- Hasyim, A., Nuraida & Trizelia. 2009. Patogenisitas Jamur Entomopatogen Terhadap Stadia Telur dan Larva Hama Kubis *Crociodolomia pavonana* Fabricius. *Jurnal Hortikultura*. 19(3):334-343.
- Indrayani, I.G.A.A. 2017. Potensi Jamur *Metarhizium anisopliae* (METSCH.) Sorokin Untuk Pengendalian Secara Hayati Hama Uret Tebu *Lepidiota stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Perspektif* 16 (1): 24-32.
- Intari, S.E. & Natawiria, D. 1973. *Hama uret pada persemaian dan tegakan muda*. Laporan LPH No. 167. Bogor.
- Irawan, N. Purnomo, Indriyati & L. 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. *J. Agrotek Tropika* 3(1): 138-143
- Kalshoven, LGE. 1981. *The pests of crops in Indonesia*. (edited by PA. Van Der Laan). PT. Ichtiar Baru Van Hoeve, Jakarta.

- Keller, S, Kessler, P & Schweizer, C 2003, 'Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*'. *Biocontrol*, vol. 48, pp. 307-19.
- Kurniawan, H.A. & Fitria. 2021. Neraca Kehidupan Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Agrinula : Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan* 4 (1): 22-26.
- Lacey, L. A. 1997. *Manual Of Techniques In Insect Pathology*. Academic Press. San Diego.
- Lee, P.C & R.F. Hou. 2003. Pathogenesis of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* in the smaaler brown plant hopper *Laodhelpax striatulus*. *J. Entomol.* 9 : 13-19
- Magfira, A., A. Himawan & S. Tarmadja. 2022. Aplikasi Jamur *Beauveria bassiana* Dan *Metarhizium anisopliae* Untuk Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*). *Agroista: Jurnal Agroteknologi* 6 (1): 61-69.
- Manisegaran, S., S.M. Lakshmi, & V. Srimohanapriya. 2011. Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin against *Holotrichia serrata* (Blanch) in sugarcane. *Journal of Biopesticides* 4(2): 190-193.

- Manurung, A.A. 2022. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* Untuk Mengendalikan Hama *Crocidolomia binotalis* Pada Tanaman Kubis *Brassica oleracea* di Laboratorium. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian [JIMTANI]* 2 (2):1-9.
- Meyling, NV & Eilenberg, J. 2007, 'Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control', *Biological Control*, vol. 43, pp. 145-155.
- Milner, R.J., P. Samson & R. Morton. 2003. Persistence of Conidia of *Metarhizium anisopliae* In Sugarcane Fields: Effect of Isolate and Formulation On Persistence Over 3.5 Years. *Biocontrol Science and Technology*. 13: 507-516.
- Pracaya, 2004. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Prayogo, Y. & W. Tengkano. 2002. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kecambah, Sporulasi dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Isolat Kendalpayak pada Larva *Spodoptera litura*. SAINTEKS. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian* 4: 233–242.
- Riyanto, D. Zen & Z. Arifin. 2016. Studi Biologi Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera: Aphididae). *Jurnal Pembelajaran Biologi* 3(2): 146-152.

- Saenong, M.S. & J.B. Alfons. 2009. Pengendalian Hayati Hama Penggerek Batang Jagung *Ostrinia furnacalis* Guenee (Lepidoptera : Pyralidae). *Jurnal Budidaya Pertanian* 5(1):1-10
- Samson, P.R., R.J. Milner, G.K. Ballard, & D.M. Hogorth. 1999. Development of *Metarhizium* as biopesticides for sugarcane pest management, current progress and future prospects, pp. 156-163. In *Proceedings of the 1999 Conference of the Australian Society of Sugarcane Pest Technologist, Town Ville Queensland, Australia*.
- Silitonga, D.E., Bakti D & Marheni. 2013. Penggunaan Suspensi Baculovirus Terhadap *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Argoekoteknologi*, 1(4): 1018-1028.
- Sopialena, A. Sahid & J. Hutajulu. 2022. Efektivitas Jamur *Metarhizium anisoplae* Dan *Beauveria bassiana* Bals Lokal Dan Komersial Terhadap Hama Kutu Daun (*Aphis craccivora* C.L. Koch) Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal AGRIFOR* 21 (1): 1412-6885.
- Susanto, A., Sudharto & A.E. Prasetyo. 2011. Informasi Organisme Pengganggu Tanaman Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros* Linn. *Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, Vol H-0003.

Tampubolon DY, Pangestningsih Y, Zahara F & Manik F. 2013. Uji patogenitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3): 783-793.

Widariyanto, R., M.I. Pinem, & F. Azahra. 2017. Patogenitas beberapa cendawan entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*) terhadap *Aphis glycines* pada tanaman kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi* FP USU 5(1): 8- 16.

PROFIL PENULIS

Dr. Ir. Mofit Eko Poerwanto, MP.



Lahir di Yogyakarta 5 Desember 1965. Pendidikan S1 diselesaikan di jurusan Ilmu Hama Tanaman Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta pada tahun 1990, sedangkan pendidikan S2 dan S3 juga di jurusan yang sama pada tahun 2000 dan 2010. Penulis aktif meneliti hama tanaman yang bertindak sebagai vector CVPD pada naman jeruk, meneliti ekstrak tanaman yang mampu berfungsi sebagai insektisida nabati, melakukan inovasi system deteksi tingkat serangan hama melalui teknologi digital image dan teknologi informasi. Berbagai hibah penelitian yang antara lain bersumber dari ACIAR (Australia), Kemenristekdikti, LPDP Kemenkeu, perusahaan pestisida telah banyak diterima. Aktif di berbagai jurnal nasional maupun internasional baik sebagai penulis maupun reviewer.

Ir. Chimayatus Solichah, MP



Lahir di Semarang 17 April 1965. Lulus S2 dari Jurusan Ilmu Hama Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada tahun 2000 dan lulus S1 dari universitas yang sama tahun 1990. Penulis aktif melakukan berbagai penelitian khususnya di bidang pengendalian hayati. Pada saat ini menjadi dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian

UPN “Veteran” Yogyakarta.

Danar Wicaksono lahir di Sleman 5 April 1993, menyelesaikan studi Hama dan Penyakit Tumbuhan



Fakultas Pertanian UGM pada tahun 2014 dan melanjutkan studi pascasarjana program studi Fitopatologi di universitas yang sama. Tahun 2017 hingga 2019 bekerja sebagai peneliti Penyakit Tumbuhan di Perusahaan APRIL, Riau. Pada saat ini menjadi dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN

“Veteran” Yogyakarta.

JAMUR METARHIZIUM SEBAGAI AGEN HAYATI PENGENDALI HAMA TANAMAN

Chimayatus Solichah

Mofit Eko Poerwanto

Danar Wicaksono

Salah satu masalah terbesar dalam budidaya pertanian adalah adanya serangan hama yang dapat menurunkan hasil pertanian. Biasanya, petani menggunakan pestisida sintetik untuk mengendalikan hama tersebut, apabila penggunaannya kurang bijaksana akan berakibat buruk terhadap lingkungan, tanah dan tanaman itu sendiri, sehingga perlu dicari alternatif bahan yang lebih aman digunakan dan ramah terhadap lingkungan. Salah satunya yaitu jamur *Metarhizium* yang efektif mengendalikan berbagai spesies serangga hama yang hidup di atas dan di bawah permukaan tanah.

Beberapa kelebihan dari penggunaan agen hayati *Metarhizium*, antara lain, selektivitasnya tinggi dan tidak menimbulkan ledakan hama baru, dapat menyebar, dan pengendalian dapat berjalan dengan sendirinya. Jamur *Metarhizium* dapat dibiakkan pada media alternatif, misalnya jagung dan beras yang mudah didapatkan. Untuk pengendalian hama yang berada di dalam tanah, aplikasi dapat dilakukan bersamaan dengan pemupukan menggunakan kompos sehingga lebih efisien waktu dan tenaga. Aplikasi untuk hama yang berada di atas permukaan tanah dapat dilakukan dengan cara melarutkan jamur *Metarhizium* dalam formulasi kering ke dalam air dan menyemprotkan pada hama sasaran.

ISBN 978-623-389-141-7



9 786233 891417