

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jamur Entomopatogen

Jamur patogen serangga adalah jamur yang menjadi parasit pada serangga. Jamur ini hidup, tumbuh, dan berkembang dengan mengambil nutrisi dari inang yang ditumpanginya sehingga inangnya tidak mampu melakukan metabolisme yang kemudian diikuti kematian. Jamur ini dapat menyerang stadium telur, larva, pupa maupun dewasa serangga inangnya. Jamur patogen masuk ke tubuh serangga melalui berbagai cara seperti luka, lubang alami seperti mulut, kulit, dan hidatoda, dan dengan langsung menembus permukaan tubuh. Beberapa jamur patogen hanya dapat masuk dengan satu cara sedang yang lainnya dapat masuk melalui 2 cara atau lebih (Semangun, 2003)

Penyerangan pada serangga inang oleh jamur patogen serangga dilakukan melalui penetrasi langsung pada kutikula. Pada awalnya spora jamur melekat pada kutikula, selanjutnya spora berkecambah mempenetrasi kutikula dan masuk ke hemosol. Jamur akan bereproduksi di tubuh serangga dan membentuk hifa. Serangga akan mati, sedangkan jamur akan melanjutkan siklus hidupnya (BPTP Jabar, 1999 *dalam* Mandarina, 2008). Setelah tubuh serangga inang dipenuhi oleh massa miselium, tubuh tersebut akan mengeras dan berbentuk seperti mumi yang berwarna putih, hijau (Herlinda *et al.*, 2008). Setelah itu, spora akan diproduksi untuk menginfeksi inang lainnya. Proses perkembangan jamur patogen masuk ke dalam tubuh serangga langsung masuk kedalam tubuh melalui kulit atau integumen. Setelah konidia¹³ jamur masuk ke dalam tubuh serangga, jamur memperbanyak dirinya melalui pembentukan hifa dalam jaringan epikutikula, epidermis, hemocoel, serta jaringan-jaringan lainnya. Pada akhirnya semua jaringan dipenuhi oleh miselia jamur. Proses perkembangan jamur dalam tubuh inang sampai inang mati berjalan sekitar 7 hari. Setelah inang terbunuh, jamur membentuk konidia primer dan sekunder yang dalam kondisi cuaca yang sesuai menyebarkan sporanya melalui angin, hujan, air, dan lain - lain (Untung, 2006).

Macam Jamur Entomopatogen

Entomopatogen adalah suatu istilah yang diberikan kepada satu jenis atau satu kelompok mikroorganisme yang keberadaannya dialam menjadi patogen terhadap jenis-jenis serangga. Jamur entomopatogen dapat diartikan sebagai jamur yang mampu membunuh serangga. Jamur entomopatogen sebagian besar

berasal dari kelas Deuteromycetes seperti *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* dan *Nomuraea* (Wahyudi, 2008).

Jamur *Beauveria bassiana* Bals. *Beauveria bassiana* adalah jamur mikroskopik dengan tubuh berbentuk benang-benang halus (hifa). Jamur ini tidak dapat memproduksi makanan sendiri, oleh karena itu dia bersifat parasit terhadap serangga inangnya. Jamur ini umumnya ditemukan pada serangga yang hidup di dalam tanah, tetapi juga mampu menyerang serangga pada tanaman atau pohon (Hidayana, 2002). *Beauveria bassiana* merupakan jamur entomopategonik. *B. bassiana* merupakan salah satu musuh alami yang dianjurkan untuk mengendalikan wereng coklat pada tanaman padi (BPTP Sumatera Utara, 2005).

Menurut Alexopoulos dan Blacwell (1962) cit. Susanto (2007) jamur *Beuveria bassiana* diklasifikasikan pada kerajaan Mycota, divisi Mastigomicatae, kelas Sordariomycetes, ordo Hypocreales, famili Moniliaceae, genus *Beauveria* dan spesies *Beauveria bassiana* Bals.

Secara rinci karakteristik gambar dan struktur sel jamur *B. bassiana* yaitu *B. bassiana*, memiliki hifa pendek, hialin lurus dan tebal, konidia bulat dan bersel satu. Warna koloni semua isolat *B. bassiana* secara makroskopis adalah putih, sedangkan secara mikroskopis konidia bewarna hialin (bening), berbentuk bulat dan memiliki satu sel (Gambar 1). Hal ini mendukung hasil penelitian Suharto *et al.* (1998) yang menyatakan spora *B. bassiana* berbentuk bulat, bersel satu, hialin dan terbentuk secara tunggal.



Gambar 1. Jamur *Beauveria bassiana* (Bals)

***Metarhizium anisopliae*.** *M. anisopliae* adalah jamur yang dikelompokkan ke dalam divisio Amastigomycotina (Tanada dan Kaya, 1993). Jamur ini merupakan jamur tanah bila dalam keadaan saprofit tetapi memiliki kemampuan sebagai patogen pada beberapa ordo serangga seperti Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera dan Isoptera sebanyak 204 isolat *M. anisopliae* berhasil diisolasi dari tanah, Burgner (1998) menemukan bahwa suhu

optimum pertumbuhan jamur ini adalah 25°C. Kisaran pH untuk pertumbuhan jamur ini antara 3,3 – 8,5. Klasifikasi jamur *M. anisopliae* menurut Alexopoulos *et al.* (1996), adalah kingdom Mycetes, divisi Amastigomycotina, kelas Deuteromycetes, ordo Moniliales, famili Moniliaceae, genus Metarhizium, spesies *Metarhizium anisopliae*.

M. anisopliae memiliki kemampuan infeksi yang sangat luas pada berbagai jenis serangga dan sangat penting dalam mengontrol populasi serangga di alam. Penggunaan *M. anisopliae* dilaporkan telah diaplikasikan secara luas di beberapa negara seperti Italia, Kanada, Tazmania, Swiss, dan beberapa negara lainnya (Herdiana, 2011).

Karakteristik gambar dan struktur sel jamur *M. anisopliae* yaitu mempunyai miselium yang bersekat konidia bersel satu berwarna hialin dan berbentuk bulat, konidia berukuran panjang 4-7 µm dan lebar 1,43-3,2 µm. Koloni jamur berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan semakin bertambahnya umur (Nuraida, 2009). Sedangkan dalam penelitian Nunihlawati (2012) warna semua isolat *M. anisopliae* secara makroskopis diawal pertumbuhan berwarna putih, kemudian berubah menjadi warna hijau gelap. Secara mikroskopis spora hialin, berbentuk silindris dan membentuk rantai (Gambar 2). Hal ini diperjelas oleh Barnett dan Hunter (1972) yang menyatakan spora *M. anisopliae* bersel satu, hialin, dan berbentuk bulat silinder.



Gambar 2. Kenampakan mikroskopis jamur *M. anisopliae*; (a) konidiofor (b) konidiospora (Soewarno *et al.*, 2012)

Jamur *Paecilomyces*. Klasifikasi jamur *Paecilomyces* sp. menurut Alexopoulos *et al.* (1996) tergolong pada kingdom Fungi, divisi Ascomycota, kelas Eurotiomycetes, ordo Eurotiales, famili Trichocomaceae, genus *Paecilomyces*, spesies *Paecilomyces* sp.

Karakteristik gambar dan struktur sel jamur *Paecilomyces* yaitu *Paecilomyces* memiliki konidia berbentuk oval dengan ukuran bervariasi antara 2-

4, hifa bersepta dan hialin (Prayogo, 2004) Kenampakan jamur *Paecilomyces* sp. dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Jamur *Paecilomyces* (Prayogo, 2004)

Hasil penelitian Sunarto *et al.* (2012) jamur *Paecilomyces fumosoroseus* dimanfaatkan sebagai musuh alami yang digunakan untuk pengendalian pada serangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman buncis disebabkan produksi buncis di Indonesia masih rendah dibandingkan negara lain, karena serangan nematoda bengkak akar hampir pada kerugian pada tanaman buncis di Indonesia mencapai 41%. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan yang mengandung *P. fumosoroseus* mampu menurunkan indeks gall akar, jumlah telur, dan mampu meningkatkan berat segar bagian atas tanaman, menurunkan jumlah larva II *Meloidogyne* spp.

Jamur *Nomuraea rileyi*. Filum Deuteromycotina merupakan keluarga besar berbagai jamur Imperfecti (jamur tidak sempurna), termasuk *N. rileyi* yang berkembang biak secara aseksual (anamorfik) dengan spora pasif yang disebut konidia. Penelitian terhadap berbagai genus dan spesies jamur dari kelas Hypomycetes sudah banyak dilakukan dan salah satu yang siklus hidupnya telah dikarakterisasi secara lengkap adalah *N. rileyi*. Jamur ini sangat efektif terhadap larva-larva Lepidoptera. Larva yang terinfeksi *N. rileyi* biasanya menunjukkan gejala “mumifikasi” atau pengerasan yang diikuti dengan pertumbuhan miselium pada seluruh permukaan tubuhnya. Konidiofor yang terbentuk dari miselium memproduksi konidia yang warnanya hijau kekuningan atau biru kehijauan (Indrayani, 2011).

Klasifikasi jamur *Nomuraea rileyi* menurut Tanada dan Kaya (1993) adalah : kingdom Fungi, divisi Deuteromycotina, kelas Hypomycetes, ordo Moniliales, famili Moniliaceae, genus *Nomuraea*, spesies *Nomuraea rileyi*. Menurut Prayogo (2004), Karakteristik gambar dan struktur sel jamur *N. rileyi* yaitu memiliki konidia

berbentuk oval tidak bersepta dan dalam kelompok bewarna hijau pucat, hifa tipis dan halus dan hialin agak berpigmen (Gambar 4).



Gambar 4. Jamur *N. rileyi* (Prayogo, 2004)

Seperti jamur umumnya, suhu dan kelembaban lingkungan juga sangat mempengaruhi perkembangan *N. rileyi*. Kelembaban tinggi (80-90%) lebih dibutuhkan dalam proses perkecambahan dibanding dengan kelembaban rendah (<60%), terutama untuk melakukan kontak dengan kutikula serangga. Sebaliknya, untuk pembentukan konidia dan melakukan penyebaran secara horizontal pada inang lain biasanya terjadi pada kelembaban lingkungan yang lebih rendah (50-60%). Pada kelembaban tinggi miselium *N. rileyi* akan tumbuh dari larva yang telah bermumifikasi dan memproduksi konidiofor sebagai alat invasi ke seluruh bagian internal serangga (Indrayani, 2011).

Jamur *Cordyceps militaris*. Menurut Holliday *et al.* (2005), jamur *Cordyceps militaris* dapat diklasifikasikan sebagai berikut kingdom Fungi, filum Ascomycota, kelas Ascomycetes, ordo Hypocreales, famili Clavicipitaceae, genus *Cordyceps*, spesies *Cordyceps militaris* Fries. Semua jenis *Cordyceps* sp. adalah endoparasitoid, terutama pada serangga, sehingga mereka disebut sebagai jamur entomopatogen. *C. militaris* merupakan jamur entomopatogen khususnya pada larva dan pupa Lepidoptera (Schgal & Sagar, 2006). Jamur ini bersifat *soil borne* karena infeksi mulai terjadi pada saat larva turun ketanah untuk berkepompong (Wibowo dkk, 1994). Pada kondisi lapangan, *C. militaris* tumbuh baik pada tempat-tempat lembab di sekitar piringan kelapa sawit dan di gawangan. Menurut hasil penelitian kepompong terinfeksi cukup tinggi dan bervariasi tergantung pada keadaan lingkungan dan mediatertutama kelembapan (Purba *et al.* 2006). *Cordyceps* dikenal sebagai jamur entomopatogen yang membentuk badan buah

pada serangga inangnya dan dikenal terdapat 750 spesies dari jamur ini (Gambar 5).



Gambar 5. Badan Buah Jamur *C. militaris* (Holliday *et al.* 2005)

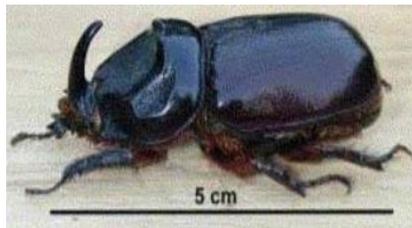
Askospora yang berada pada integument dari larva dan pupa melakukan penetrasi melalui pembuluh, dan mempunyai kemampuan untuk menghidrolisa lapisan kitin dari larva maupun pupa tersebut. Setelah infeksi, muncul badan hifa berbentuk silindris pada haemocoel pupa, kemudian badan hifa meningkat dan menyebar pada tubuh serangga (Schgal & Sagar, 2006).

Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit

Hama yang sering menyerang tanaman kelapa sawit di antaranya ulat api, dan ulat kantong, tikus, rayap, Adoretus dan Apogonia, serta babi hutan. Adapun penyakit yang menjadi masalah pada tanaman kelapa sawit di antaranya yaitu penyakit-penyakit daun pada pembibitan. Penyakit busuk pangkal batang (*Ganoderma*), penyakit busuk tandan buah (*Marasmius*), dan penyakit busuk pucuk (spear rot) (Pahan, 2006). Hama yang menyerang kelapa sawit antara lain kumbang badak *Oryctes rhinoceros* Linnaeus (Coleoptera: Scarabaeidae), dan ulat api (Lepidoptera: Limacodidae) (Susanto *et al.* 2010).

Hama Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros*). Menurut (Zaini, 1991) Klasifikasi hama ini adalah yaitu kerajaan Animalia, filum Arthropoda, kelas Insecta ordo Coleoptera, famili Scarabaeidae, genus *Oryctes*, spesies: *Oryctes rhinoceros* L. Kumbang ini berukuran 40-50 mm, berwarna coklat kehitaman, pada bagian kepala terdapat tanduk kecil (Gambar 6). Pada ujung perut yang betina terdapat bulu-bulu halus, sedang pada yang jantan tidak berbulu. Kumbang menggerek pupus yang belum terbuka mulai dari pangkal pelepah, terutama pada tanaman muda diareal peremajaan (Purba. 2005). Serangan dari *O. rhinoceros* ini dapat dilihat bekas gerekannya yang dibuatnya. Pada tanaman muda serangan hama ini

dapat menyebabkan kematian. Pada waktu hama ini mengebor pucuk tanaman biasanya juga merusak bagian daun yang muda yang belum terbuka (janur) hingga waktu daun terbuka akan terlihat bekas potongan yang simetris berbentuk segitiga atau seperti huruf V. Akibatnya, mahkota daun tampak compang camping tidak teratur sehingga bentuknya tidak bagus lagi (Firmansyah, 2008).



Gambar 6. Imago *Oryctes rhinoceros* (Firmansyah, 2008)

Pengendalian hama *O. rhinoceros* ini dapat dilakukan dengan menggunakan agens hayati salah satunya jamur entomopatogen. Prayogo *et al*, (2005) menyatakan bahwa *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang tersebar luas diseluruh dunia dan telah lama digunakan sebagai agens hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain ordo coleoptera. Salah satu jamur entomopatogen yang berpotensi untuk mengendalikan hama *O. rhinoceros* adalah *Metarhizium anisopliae*. Walaupun jamur ini dapat menginfeksi begitu banyak serangga, ternyata intensitas serangan terbesar dan inang yang terbaik untuk berkembang biak adalah larva *O. rhinoceros*. Semua stadia *O. rhinoceros* kecuali telur dapat diinfeksi oleh jamur ini. Sifat jamur ini yang dapat menginfeksi hampir semua stadia *O. rhinoceros* itulah yang menjadi dasar untuk memanfaatkan jamur ini sebagai agens hayati hama tersebut (Sambiran dan Hosang, 2007). Marheni *et al.* (2011), mengatakan dengan dosis 20 g/ 715,33 cm³ *M. anisopliae* dalam media jagung mampu mematikan larva *O. rhinoceros* pada tanaman kelapa sawit dalam waktu 21 hari setelah perlakuan dalam skala laboratorium. Selain itu pengendalian hayati hama kelapa sawit dapat menggunakan entomopatogenik, yaitu jamur *Cordyceps militaris* (Prawirosukarto *et al.* 2003). *C. militaris* merupakan agen pengendali hayati yang berpotensi untuk mengendalikan populasi hama, cendawan ini merupakan cendawan entomopatogenik dari kelas Ascomycetes, ordo Clavicipitales dan famili Clavicipitaceae (Prawirosukarto *et al.* 1996). Cendawan entomopatogen *Cordyceps* sp. lokal pada media bekatul padi dengan dosis 25 g/cm³ (260 x 107

konidia/ml) terbaik dalam mematikan larva *O. rhinoceros* L. dengan mortalitas total sebesar 87,50%, waktu awal kematian 279,75 jam, dan *Lethal Time* 50 dicapai dalam 365,25 jam setelah aplikasi.

Hama ulat api. Menurut Norman dan Basri (1992), ulat api yang memiliki banyak jenis, antara lain *Setothosea asigna*, *Setora nitens*, *Darna trima*, *Darna diducta*, *Darna bradleyi*, *Thosea vestusa*, *Thosea bisura*, *Susica pallid*, dan *Birhamula chara*. Spesies yang ditemui diperkebunan kelapa sawit adalah *Setothosea asigna*, *Setora nitens*, dan *Darna trima*. Pada perkebunan kelapa sawit *S. nitens* merupakan salah satu jenis yang paling sering ditemukan.

Klasifikasi *S. nitens* menurut Kalshoven (1981) tergolong pada filum Arthropoda, kelas Insekta, ordo Lepidoptera, famili Limacodidae, genus *Setora*, spesies *Setora nitens* Walker.



Gambar 7. Larva *S. nitens* (Prawirosukarto, 2003)

Ulat muda biasanya bergerombol di sekitar tempat peletakkan telur dan mengikis daun mulai dari permukaan bawah daun kelapa sawit serta meninggalkan epidermis daun bagian atas. Bekas serangan terlihat jelas seperti jendela-jendela memanjang pada helaian daun, sehingga akhirnya daun yang terserang berat akan mati kering seperti bekas terbakar. Mulai instar ke 3 biasanya ulat memakan semua helaian daun dan meninggalkan lidinya saja dan sering disebut gejala melidi (Buana dan Siahaan, 2003). Ambang ekonomi dari hama ulat api untuk *S. asigna* dan *S. nitens* pada tanaman kelapa sawit rata-rata 5-10 ekor perpelepah untuk tanaman yang berumur tujuh tahun ke atas dan lima ekor larva untuk tanaman yang lebih muda (Prawirosukarto, 2003).

Alternatif dalam pengendalian hama ulat api *S. asigna* yang lebih ramah lingkungan, murah dan banyak tersedia di alam seperti jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan hama ulat api *S. asigna* misalnya cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Sinaga,

2010). Salbiah *et al*, (2009) menyatakan bahwa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* 35 g/l air dengan kerapatan konidia $45,5 \times 10^6$ kon/ml mampu mengendalikan hama ulat api *S. nitens* sebesar 100% selama 12 hari. Suziani (2011) menambahkan bahwa pengendalian hama ulat api *S. asigna* dapat juga menggunakan cendawan entomopatogen *C. militaris*. Jamur *C. militaris* perlu mendapat perhatian karena jamur tersebut berpotensi tinggi untuk mengendalikan populasi ulat api. Jamur ini menyerang ulat api pada fase larva dan berkembang pada larva sampai dengan fase pupa (Wahyu, 2004).

Teknik Eksplorasi Jamur Entomopatogen

Eksplorasi dilakukan dengan dua metode guna mendapatkan spesies agens hayati. Pertama, menggunakan umpan serangga (*insect bait method*) seperti dilakukan Hasyim & Azwana (2003). Serangga umpan yang biasa digunakan ialah larva *Tenebrio molitor* Linn. (ulat hongkong). Kedua mencari serangga terinfeksi jamur, bakteri, maupun virus dilapang. Kemudian serangga terinfeksi yang ditemukan diisolasi untuk mendapatkan agens hayati yang diinginkan.

Metode Umpan Serangga (*Insect Bait Method*) Jamur entomopatogen dapat diperoleh dari dalam tanah menggunakan metode umpan serangga. Umumnya serangga yang digunakan sebagai umpan adalah *T. Molitor* (ulat hongkong). Infeksi jamur entomopatogen terjadi akibat adanya kontak konidia melalui sistem pernafasan serangga dan celah di antara segmen tubuh serta bagian ekor serangga.

Konidia melakukan penetrasi melalui kutikula serangga dengan bantuan enzim pengurai, antara lain kitinase, lipase, amylase, fosfatase, esterase, dan protease serta racun dari golongan destruksin, beauverisin, dan mikotoksin yang menghambat produksi energi dan protein. Akibat gangguan dari toksin tersebut, gerakan serangga menjadi lambat, perilaku tidak tenang, kejang-kejang, dan akhirnya mati. Setelah serangga mati jamur membentuk kladiospor di dalam tubuh serangga, selanjutnya tubuh serangga akan ditumbuhi oleh konidia jamur.

Metode *Dilution Plate* Proses isolasi patogen serangga menggunakan mekanisme *Dilution Plate*, diadopsi dari teknik isolasi yang dilakukan oleh Djauhari dan Sastrahidayat (2007). Secara sederhana proses ini dilakukan dengan

memasukkan tanah dan diencerkan pada aquades tertentu hingga pengenceran yang diinginkan. Suspensi hasil pengenceran kemudian ditanam pada media pertumbuhan untuk bakteri dan jamur. Proses pengenceran ini juga dapat dilakukan pada tanah gambut. Beberapa jamur yang didapatkan dari proses pengenceran ialah *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium chrysogenum*, dan *Mucor* sp (Saragih, 2008).