

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Serangga Hama dan Pengendaliannya

Masalah yang diakibatkan hama tanaman sudah tidak asing bagi para petani baik tanaman pangan, hortikultura, maupun perkebunan (Surachman dan Suryanto, 2007). Hama diartikan sebagai organisme baik mikroba, tanaman, dan atau binatang yang menyebabkan luka pada manusia, hewan ternak, tanaman budidaya, bahan simpanan, gedung, dan lainnya. Hama pada tanaman pertanian meliputi mikroba patogen penyebab penyakit (virus, mikroplasma, bakteri, fungi), nematoda parasit tanaman, gulma, vertebrata (rodensia, burung, mamalia), artropoda (serangga, tungau, dan millipedes), serta moluska (Purnomo, 2010).

Serangga merupakan hewan multiseluler yang paling dominan di bumi. Serangga memiliki enam kaki dan tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kepala, toraks, dan abdomen (Chapman, 2013). Lebih dari 700.000 spesies serangga telah diidentifikasi, tetapi hanya 25% yang telah dipelajari secara rinci, yang sebagian kecilnya merupakan serangga yang bertindak sebagai hama bagi tanaman yang diusahakan manusia (Purnomo, 2010). Contoh serangga yang bertindak sebagai hama antara lain rayap pohon (*Neotermes tectonae*), kutu daun (*Aphis* sp.), oleng-oleng (*Duomitus ceramicus*), dan belalang kayu (*Valanga nigricornis*) (Hidayat dkk., 2014). Menurut Purnomo (2010), ada beberapa kategori yang digunakan untuk menggolongkan serangga hama, yaitu:

1. Cara makan

Berdasarkan tipe alat mulutnya, serangga hama digolongkan menjadi dua, yaitu tipe pemakan (*chewing type*) dan tipe penghisap (*sucking type*). Serangga hama tipe pemakan mempunyai mandibula yang digunakan untuk menggigit dan mengunyah makanan sehingga tanaman yang terserang oleh serangga hama jenis ini akan menunjukkan kerusakan seperti lubang pada daun atau buah dan gerakan pada batang. Contoh serangga hama tipe pemakan adalah ulat Lepidoptera, belalang, kumbang dan larvanya.

Serangga hama tipe penghisap mempunyai modifikasi alat mulut untuk menghisap cairan tanaman. Golongan ini tidak mengunyah makanannya. Beberapa serangga hama tipe penghisap menghasilkan saliva selama aktivitas makannya, yang menyebabkan terjadinya distorsi pertumbuhan tanaman atau menyebabkan toksik pada daun. Contoh serangga hama tipe penghisap adalah kutu, wereng, kutu putih, dan kutu perisai.

2. Lokasi makan

Setiap serangga hama memiliki lokasi makan spesifik pada tanaman, seperti daun, batang, ranting, kulit pohon, tunas, bunga, buah, biji, akar, dan umbi. Sebagai contoh, penggerek batang tidak akan menjadi pemakan daun. Serangga dengan tipe metamorfosis sempurna umumnya hanya makan pada satu lokasi bagian tanaman pada saat masih berupa larva.

3. Kerusakan

Serangan serangga hama yang menyebabkan penurunan kualitas dan hasil panen secara langsung, karena serangannya langsung pada bagian tanaman yang akan dipanen disebut sebagai hama yang menyebabkan kerusakan langsung. Ulat yang mampu mendefoliasi daun tanaman dan belalang yang menghabiskan daun dan batang tanaman merupakan contoh dari hama yang menyebabkan kerusakan langsung. Sedangkan serangga hama yang menyebabkan kerusakan tidak langsung, merupakan tipe serangga hama yang menyebabkan hilangnya hasil tanaman yang diakibatkan aktivitas serangga hama yang menimbulkan tingkat stress yang tinggi pada tanaman.

Penggunaan pestisida secara besar-besaran oleh petani di Indonesia untuk mengendalikan hama mulai dilakukan sejak awal tahun 1970, namun strategi tersebut menyebabkan ketergantungan petani terhadap penggunaan pestisida semakin tinggi (Kartohardjono, 2011). Pada umumnya petani mengandalkan penyemprotan pestisida untuk mengatasi serangan serangga hama, tetapi semakin intensif penyemprotan pestisida, serangga hama semakin tahan sehingga petani menyemprotkan pestisida dengan interval yang semakin pendek dan dosis yang semakin tinggi, serta pencampuran pestisida tanpa memperhatikan kompatibilitasnya (Moekasan dkk., 2012). Penggunaan pestisida tanpa didasari pengetahuan bioekologi hama dan teknik aplikasi yang benar mengakibatkan tidak tercapainya tujuan pengendalian dan menimbulkan dampak negatif, antara lain:

1. Pencemaran lingkungan

Banyak jenis pestisida yang mengandung klorin (DDT, Heptaklor, BHC, Aldrien, Endrin, Klordane) yang berbahaya bagi lingkungan karena dapat mematikan manusia dan hewan, serta mempunyai sifat yang tidak dapat diuraikan secara hayati (*non biodegradable pesticides*). Jenis-jenis pestisida ini dapat bertahan sangat lama dalam tanah tanpa dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Sembel, 2010). Dampak negatif pestisida tidak hanya terbatas pada daerah tempat pestisida tersebut digunakan, namun meluas melalui rantai makanan yang dikenal dengan istilah efek bola salju (Kardinan, 2011).

2. Terjadinya ledakan hama kedua (resurgensi)

Resurgensi hama terjadi ketika musuh alami hama tersebut hilang karena penggunaan pestisida, sehingga ketika serangga hama kembali menyerang tidak ada musuh alami yang dapat menekan populasi serangga hama (Purnomo, 2010). Menurut Kardinan (2011), penggunaan pestisida mengakibatkan populasi hama meledak karena hama terstimulasi untuk memproduksi keturunan, jumlah telur meningkat serta daur hidup lebih singkat sehingga populasi meningkat dengan cepat. Serangga dewasa memiliki kemampuan makan yang meningkat, serta musuh alami terbunuh sehingga pertumbuhan hama semakin tinggi.

3. Ledakan hama sekunder

Ledakan hama sekunder terjadi ketika penggunaan pestisida membunuh musuh alami yang mengontrol spesies yang tidak menjadi hama utama. Tanpa musuh alami, spesies ini akan meningkat populasinya dan menjadi hama sekunder (Purnomo, 2010).

4. Resistensi hama

Resistensi hama terjadi ketika penggunaan pestisida secara ekstrim efektif mematikan sebagian besar populasi serangga hama, akan tetapi terkadang terdapat beberapa populasi hama yang masih hidup karena secara fisiologi berbeda dan toleran terhadap pestisida tersebut. Populasi hama yang toleran terhadap pestisida tersebut menjadi resisten terhadap pestisida dan populasinya akan terus meningkat (Purnomo, 2010). Perkembangan resistensi lebih cepat terjadi pada pestisida tunggal dibandingkan dengan pestisida ganda atau campuran (Kardinan, 2011).

Alternatif yang lebih aman untuk mengatasi hama diperlukan untuk meminimalisir dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia baik bagi produk maupun lingkungan sekitarnya. Pengendalian hayati merupakan salah satu alternatif pengendalian hama serangga. Pengendalian hayati merupakan proses penurunan populasi hama secara alami karena aksi atau tekanan alami dari predator, parasit, antagonis, atau penyakitnya (Purnomo, 2010). Jenis musuh alami yang dapat mengurangi populasi hama adalah parasitoid, predator, patogen (jamur, bakteri, virus, rekitzia), nematoda, dan

mikroorganisme lainnya (Kartohardjono, 2011). Salah satu agen pengendali hayati yang berpotensi untuk dikembangkan adalah cendawan entomopatogen (Herlinda dkk., 2012).

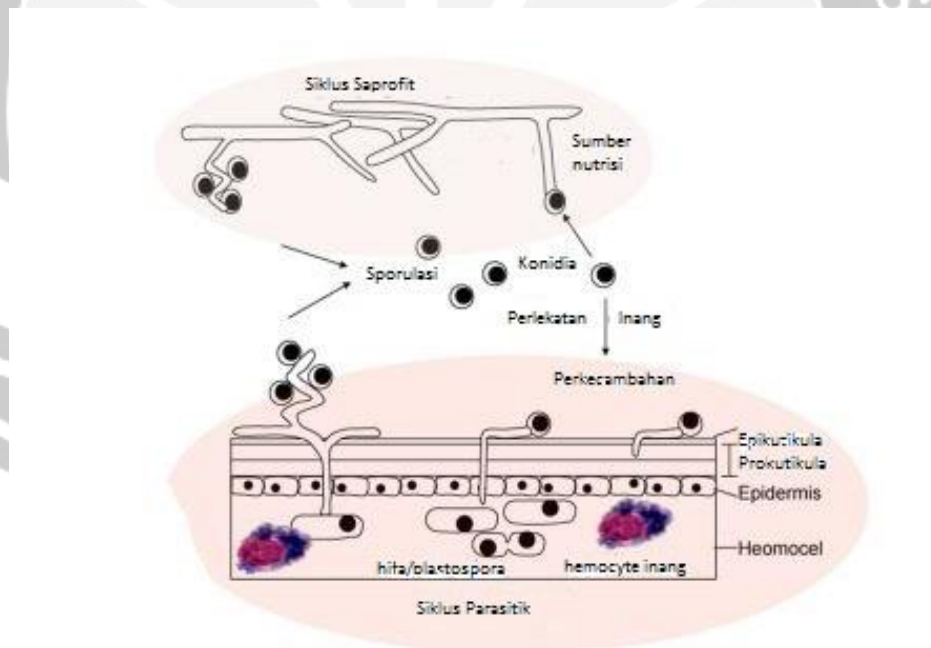
B. Cendawan Entomopatogen

Cendawan entomopatogen merupakan kelompok cendawan yang menginfeksi serangga. Beberapa cendawan entomopatogen yang terkenal adalah *Namuraea rileyi*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana* (Tarigan dkk., 2013). Cendawan entomopatogen merupakan pengendali populasi serangga yang penting di alam (Güerri-Agulló dkk., 2011). Pengaruh infeksi cendawan patogen tidak hanya bersifat mematikan, tetapi juga mempengaruhi pertumbuhan serangga, perubahan fisiologi, dan menurunkan kemampuan reproduksinya (Kaur dkk., 2011). Secara garis besar, cendawan terdiri atas hifa yang berupa benang halus dan konidia yang berupa butiran mikroskopis (Purnomo, 2010).

Spora cendawan entomopatogen memasuki inangnya terutama dari bagian luar setelah mengadakan kontak dengan integumen. Spora yang melekat dengan integumen akan membentuk tabung kecambah yang mampu menembus integumen secara mekanis dan kimia. Penembusan secara kimia dilakukan dengan mengeluarkan enzim-enzim yang mampu mengurai komponen-komponen penyusun kutikula serangga (Hasnah dkk., 2012). Enzim-enzim pendegradasi kutikula yang dihasilkan oleh cendawan entomopatogen adalah protease, kitinase, dan lipase. Enzim-enzim ini akan menghidrolisis polimer

protein dan kitin yang merupakan komponen utama dari kutikula serangga (Svedese dkk., 2013).

Siklus hidup cendawan entomopatogen terdiri dari dua fase yaitu fase vegetatif dan fase generatif dengan menggunakan miselium sebagai unit pertumbuhan. Tipe spora atau konidianya terdiri dari tipe aseksual (*anamorpha*) dan tipe seksual (*telemorpha*) yang keduanya berperan penting dalam siklus hidupnya, terutama pada saat kondisi lingkungan kurang mendukung maupun saat keterbatasan inang yang sesuai (Soetopo dan Indrayani, 2007). Siklus hidup cendawan entomopatogen dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus hidup cendawan entomopatogen (Ortiz-Urquiza dkk., 2014)

Penggunaan cendawan entomopatogen sebagai agen pengendali hayati lebih aman terhadap organisme nontarget, hewan, dan manusia, karena umumnya cendawan entomopatogen memiliki kisaran inang yang spesifik

(Yusuf dkk., 2013). Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan cendawan entomopatogen yaitu mempunyai kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup yang pendek, dan dapat bertahan dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Artanti dkk., 2013). Cendawan entomopatogen merupakan agen pengendali hayati yang didahulukan dalam sistem pengendalian hama terpadu (Güerri-Agulló dkk., 2011).

C. *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin

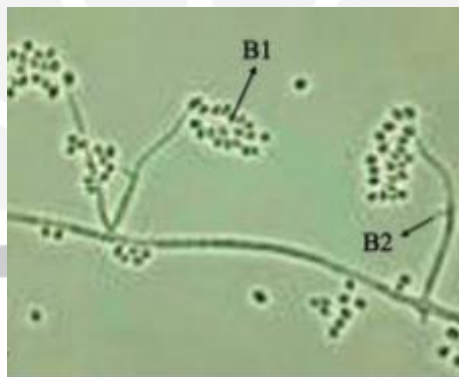
Beauveria bassiana merupakan spesies cendawan entomopatogen yang memiliki kemampuan untuk menginfeksi lebih dari 700 spesies serangga dan tungau (Li dkk., 2011). *Beauveria bassiana* dalam taksonomi dikelompokkan ke dalam jenis kapang *imperfecti*, divisi Deuteromycota, kelas Hyphomycetes (Jaronski dan Goettel, 1997). *Beauveria bassiana* hidup di tanah dan bersifat fakultatif patogen, apabila cendawan ini tidak sedang menginfeksi serangga, maka cendawan ini akan hidup secara saprofit (Güerri-Agulló dkk., 2011).

Beauveria bassiana adalah jamur mikroskopik yang berbentuk benang-benang halus (hifa), kemudian hifa-hifa membentuk koloni yang disebut miselia (Rosmini dan Lasmini, 2010). Hifa *Beauveria bassiana* memiliki lebar 1 - 3 μm dan pada ujungnya akan membentuk konidiofor yang menghasilkan konidia (spora aseksual). Konidia memiliki dinding yang licin dengan diameter 2 - 3 μm dan bersifat hidrofobik. Koloni yang terbentuk akan tampak seperti kapas dan berwarna putih (Mudrončková dkk., 2013). Bentuk koloni

Beauveria bassiana dan bentuk hifa dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Koloni *Beauveria bassiana* pada medium PDA (Ahmad, 2008)



Gambar 3. Konidia (B1) dan hifa (B2) *Beauveria bassiana* dengan pewarnaan laktofenol (Ahmad, 2008)

Beauveria bassiana dapat menginfeksi serangga melalui kutikula maupun lewat saluran pencernaan, dan kemudian membunuh serangga tersebut menggunakan racun, serangga akan mati akibat paparan racun dan desikasi (Mudrončková dkk., 2013). Selama proses infeksi, *Beauveria bassiana* menghasilkan sejumlah enzim seperti protease, kitinase, dan lipase yang berfungsi untuk mendegradasi kutikula serangga inang dan memfasilitasi perlekatan konidia *Beauveria bassiana* pada kutikula serangga inang, biasanya

Beauveria bassiana mempenetrasi bagian kutikula yang lebih tipis seperti persendian, ruang antar segmen, dan bagian mulut. Selain itu, cendawan ini juga memproduksi beberapa jenis toksin seperti *beauvericin*, *beauverolide*, *bassianolide*, *bassiacridin*, dan asam oksalit yang menyebabkan kematian sel serangga (Zimmerman, 2007). Serangga yang terinfeksi ditandai dengan gejala lemah, kurang aktif, nafsu makan berkurang, kemudian serangga menjadi kaku dan seluruh tubuhnya ditutupi oleh hifa berwarna putih (Sianturi dkk., 2014). Serangga yang terinfeksi *Beauveria bassiana* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Infeksi *Beauveria bassiana* pada berbagai stadium larva *Helicoverpa armigera* (Soetopo dan Indrayani, 2007)

Beauveria bassiana dapat menginfeksi pada semua tahap dari siklus hidup serangga mulai dari telur, larva, sampai serangga dewasa (Wahyudi, 2008). Variasi virulensi cendawan dipengaruhi oleh faktor dalam (densitas konidia dan daya kecambah) dan faktor lingkungan (Hasyim dan Aswana, 2003). Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat virulensi *Beauveria bassiana* antara lain:

1. Densitas konidia dan daya kecambah

Semakin tinggi densitas konidia dan daya kecambah, berarti semakin banyak jumlah konidia yang ada, menyebabkan semakin besar pula kemungkinan kontak cendawan dengan serangga, sehingga semakin cepat cendawan menginfeksi dan mematikan serangga (Mudrončková dkk., 2013).

2. Suhu

Suhu optimum untuk perkembangan, patogenisitas, dan kelulusan hidup cendawan umumnya antara 20 – 30° C (Soetopo dan Indrayani, 2007). Menurut Budi dkk. (2013), suhu untuk perkembangan optimum *Beauveria bassiana* adalah 23 – 25° C.

3. Kelembapan

Kelembapan yang tinggi dibutuhkan untuk perkecambahan konidia, terutama kelembapan di lingkungan mikro di sekitar konidia sangat penting dalam proses perkecambahan dan produksi konidia (Soetopo dan Indrayani, 2007). Kelembapan yang diperlukan untuk perkembangan optimum *Beauveria bassiana* adalah 92% (Budi dkk., 2013).

4. Sinar matahari

Beauveria bassiana sangat sensitif terhadap suhu tinggi, kekeringan, dan radiasi ultraviolet (Mudrončková dkk., 2013). Intensitas cahaya matahari dengan rata-rata panjang gelombang antara

290 – 400 nm dapat merusak konidia cendawan (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Beauveria bassiana mudah dibiakkan secara massal, memiliki kompatibilitas dengan beberapa bahan kimia, memiliki kisaran inang yang luas, dan aman bagi vertebrata sehingga cendawan ini telah banyak digunakan sebagai pengendali hama pertanian dan kehutanan (Li dkk., 2011). Selain itu, apabila serangga dapat bertahan dari infeksi *Beauveria bassiana*, maka serangga tersebut mengalami deformasi dan menurunkan kemampuan reproduksinya. Apabila telur atau pupa terinfeksi, telur atau pupa tersebut akan gagal berkembang atau stadia berikutnya mengalami deformasi (Kaur dkk., 2011). Kelebihan lain dari spesies ini yaitu mampu menunjukkan sifat antagonis bagi patogen tanaman dengan antibiosis dan kompetisi (Jia dkk., 2013).

D. Belalang Kayu (*Valanga nigricornis* Burm.)

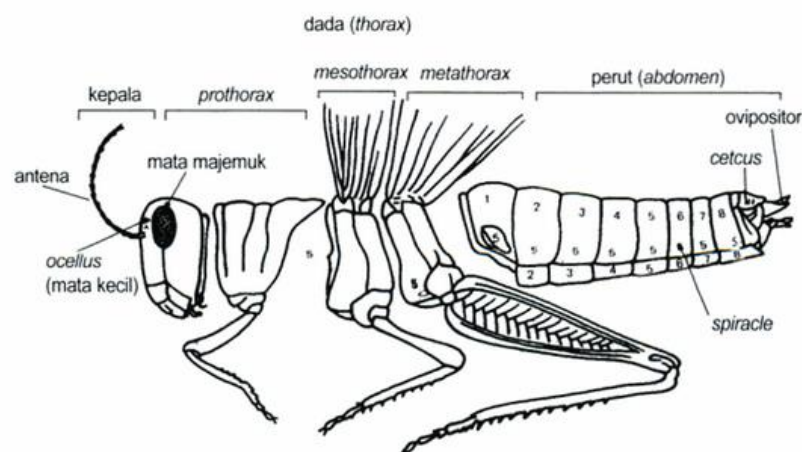
Menurut Hidayat dkk. (2014), klasifikasi dari belalang kayu adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Arthropoda
Class : Insecta
Order : Orthoptera
Family : Acrididae
Genus : *Valanga*
Species : *Valanga nigricornis* Burm.

Menurut Hidayat dkk. (2014), belalang kayu merupakan belalang berukuran besar yang hidup di semak-semak dan pepohonan. Belalang ini

dapat melakukan reproduksi dengan cepat dan melakukan migrasi secara besar-besaran. Nimfa dan imago memakan daun dan merupakan serangga yang menyerang berbagai jenis tanaman. Belalang kayu terutama menyerang pada bagian daun, daun akan terlihat rusak karena terserang oleh serangga ini. Apabila terdapat populasi dengan jumlah yang banyak, hama ini bisa menghabiskan daun bersama dengan tulang-tulangnya.

Belalang kayu memiliki ciri-ciri warna tubuh abu-abu kecoklatan, memiliki bercak-bercak terang di femur belakang, tibia belakang berwarna kemerahan atau ungu, sayap bawah pada dasarnya berwarna merah. Nimfa belalang kayu umumnya berwarna kelabu dan kuning, tetapi ada juga yang berwarna kuning tua dan hitam kecoklatan. Panjang belalang betina dewasa dari kepala sampai ekor sekitar 58 – 71 mm, sedangkan jantan dewasa sekitar 49 – 63 mm (Pracaya, 2008). Struktur tubuh dan belalang kayu dewasa dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

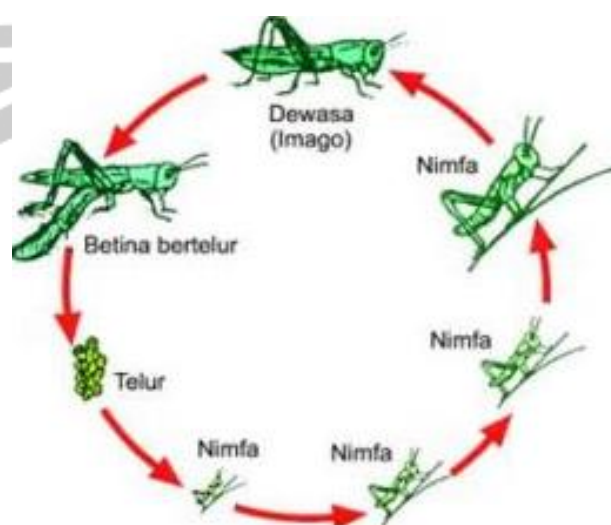


Gambar 5. Struktur tubuh belalang (Pracaya, 2008)



Gambar 6. Belalang kayu (*Valanga nigricornis* Burm.) (Hidayat dkk., 2014)

Belalang kayu berkembang biak dengan bertelur dan mengalami metamorfosis tidak sempurna. Telur-telur belalang kayu diletakkan di dalam tanah dengan kedalaman 5 – 8 cm yang terlindungi busa yang mengeras. Nimfa yang baru saja menetas akan keluar dari lubang tanah, kemudian naik ke atas pohon. Nimfa tetap tinggal di atas pohon hingga dewasa dan memiliki sayap (Pracaya, 2008). Siklus hidup belalang kayu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Siklus hidup belalang kayu (Widiastuti, 2012)

E. Hipotesis

1. *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin dapat mengendalikan hama belalang kayu (*Valanga nigricornis* Burm).
2. Konsentrasi optimal *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin dalam mengendalikan belalang kayu (*Valanga nigricornis* Burm.) adalah 10^8 konidia/ml.

