

II. TINJAUAN PUSTAKA

Ekosistem Tanah Gambut sebagai Habitat Jamur Serangga

Tanah gambut terbentuk dari timbunan bahan organik berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang sedang atau sudah mengalami proses dekomposisi. Tingkat dekomposisi tanah gambut dibedakan menjadi 3, yaitu gambut tebal (*fibrist*) yaitu gambut dengan lebih dari 2/3 bahan organik kasar, gambut sedang (*hemist*) yaitu gambut dengan lebih dari 1/3 hingga 2/3 bahan organik kasar, dan gambut tipis (*saprist*) yaitu gambut dengan bahan organik kasar kurang dari 1/3 (Noor, 2010). Kesuburan tanah gambut tipis paling tinggi daripada gambut sedang dan tebal (Alwi *et al.*, 2005). Kalimantan Tengah memiliki tiga jenis gambut yaitu gambut tebal, sedang, dan tipis (Akbar *et al.*, 2012; Widyati, 2011).

Ekosistem tanah gambut menyediakan habitat bagi sejumlah spesies organisme seperti archaea, bakteri, jamur, protista, hewan dan tumbuhan (Nuyim, 2000). Lahan gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3-5 (Agus dan Subiksa, 2008). Kondisi gambut yang masam, menyebabkan jamur berperan sebagai mikroorganisme dominan (Thormann dan Rice, 2007). *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *verticillium*, *Cladosporium*, *Mortierella*, dan *Mucor* merupakan jenis jamur yang biasa ditemukan dominan pada tanah gambut (Thormann, 2005).

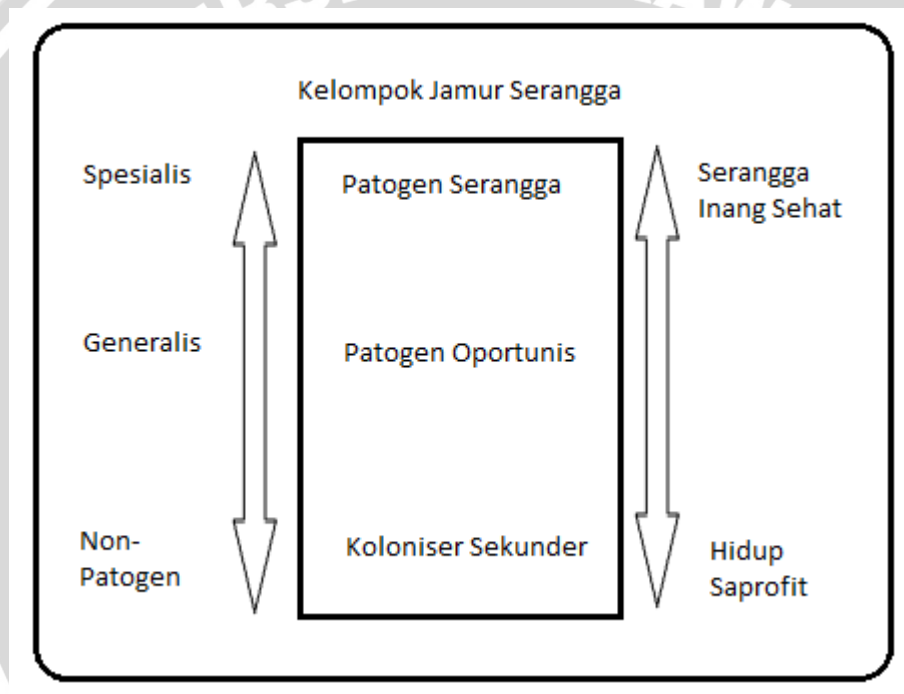
Tanah gambut juga habitat bagi jamur patogen serangga. Jamur patogen serangga yang hidup di tanah gambut adalah *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces* sp. dan *Verticillium* sp. Jamur patogen serangga *B. bassiana*, *Isaria fumosorosea* dan *M. anisopliae* dilaporkan pernah diisolasi dari tanah gambut di Polandia (Kolczarek dan Jankowski, 2014).

Jamur Serangga

Beberapa jamur serangga memiliki patogenisitas yang tinggi terhadap serangga, seperti *Beauveria* spp., *Metarhizium anisopliae*, dan *Paecilomyces* spp. (Keller dan Zimmerman, 1989; Klingen dan Haukeland, 2006), namun jamur serangga lain ditemukan mampu menyebabkan mortalitas pada serangga

meskipun patogenitasnya rendah terhadap serangga (Gunde-Cimermanetal.,1998; Ali-Shtayeh *et al.*, 2002).

Sun *et al.*(2008) membagi jamur kedalam 3(tiga)kelompokberdasarkan tingkat patogenitas jamurserangga, yaitu patogen serangga, patogen oportunist, dan kolonisersekunder. Menurut Deshpande (2011) jamur sebagai patogen serangga mampu menginfeksi serangga inang yang sehat dengan kriteria serangga inang spesifik/ spesialis, patogen oportunist menginfeksi serangga inang yang sakit dengan serangga inang yang lebih luas, sedangkan koloniser sekunder tumbuh setelah serangga inang mati/ non patogen (Gambar 1)



Gambar 1. Kelompok jamur serangga (Deshpande, 2011)

Patogen Serangga

Patogen serangga merupakanpatogenmikroorganismeyang dapat menyebabkansakitpada seranggahama (Sun *et al.*, 2008). Patogen serangga memiliki kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidup pendek, bersifat selektif, relatif mudah diproduksi, dan kemungkinan sangat kecil menyebabkan resistensi pada serangga target (Hall, 1973).

Mekanisme patogen serangga dalam menyebabkan kematian serangga inang menurut Prayogo dan Suharsono (2005) melalui4 (empat) tahap.

Tahap pertama inokulasi, yaitu kontak antara propagul jamur dengan tubuh serangga inang. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul jamur pada integumen serangga. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi pada tubuh serangga secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Tahap keempat adalah destruksi atau penghancuran pada titik penetrasi dan terbentuk blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain.

Kelompok jamur sebagai patogen serangga antara lain *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *Tolypocladium inflatum* dan *Nomuraea rileyi* (Sun dan Liu, 2008; Sun et al., 2008; Vidhate et al., 2013; Anwar et al., 2015).

Patogen Oportunis

Patogen oportunis merupakan patogen mikroorganisme yang sifatnya bukan patogen serangga tetapi dapat menginfeksi serangga lemah dan menghasilkan virulensi yang rendah (Sun dan Liu, 2008). Mekanisme infeksi patogen oportunis muncul pada serangga lemah dapat melalui luka atau imunitas lemah akibat adanya malnutrisi dan/ atau pengaruh lingkungan (Scheffer, 1991 dalam Scully dan Bidochka, 2006). Patogen oportunis dalam beberapa literatur sebelumnya disebut sebagai patogen lemah. Humber (1997) mengemukakan bahwa patogen lemah memiliki jangkauan inang yang lebih luas daripada patogen serangga.

Kelompok jamur sebagai oportunist antara lain *Aspergillus flavus*., *Absidia* sp., *Fusarium* sp., *F. solani*, *F. oxysporum*, *Penicillium* sp., *P. brasilianum*, *P. chrysogenum*, *Cladosporium cladosporioides*., *Mucor* spp., *Mortierella* sp., *Acremonium* sp., *Trichoderma* sp., *Clonostachyrosea f. rosea* dan *Lecythophora* sp. (Sun dan Liu, 2008; Sun et al., 2008; Suciati mih, 2012; Vidhate et al., 2013; Anwar et al., 2015).

Koloniser Sekunder

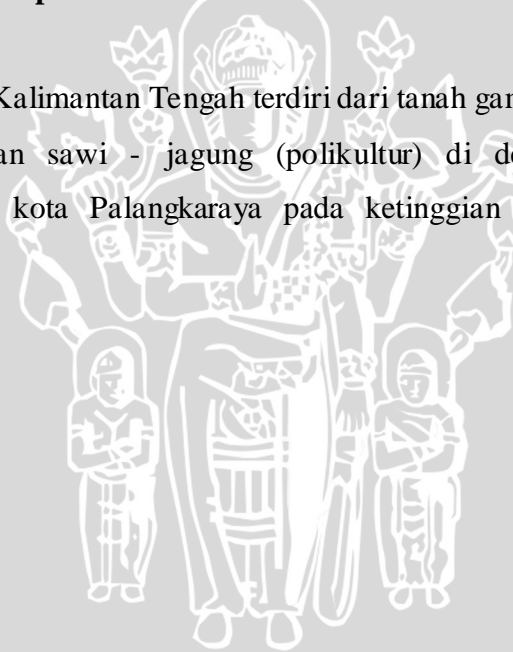
Koloniser sekunder merupakan mikroorganisme yang tumbuh setelah serangga mati dan tidak menyebabkan kematian pada serangga (Sun dan Liu, 2008). Koloniser sekunder sebagai organisme yang hidup pada bahan organik yang telah

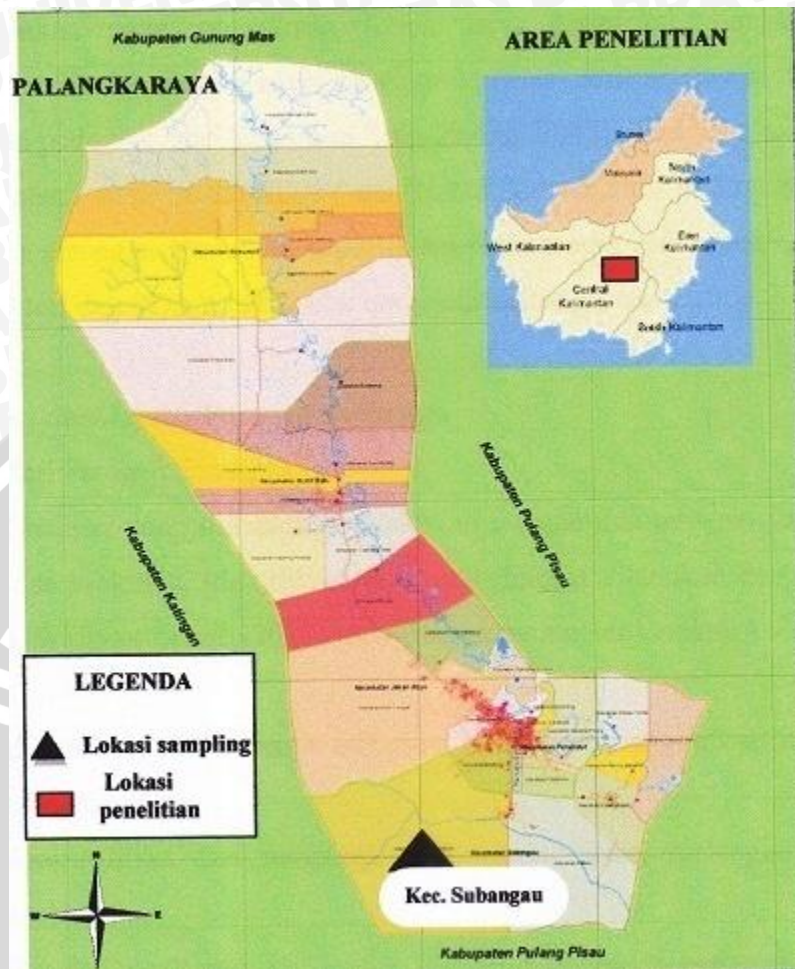
mati atau hidup sebagai organisme saprofit. Kolonisasi sekunder mengabsorpsikanannya dengan cara menguraikan organisme mati untuk diserap bahan organiknya. Sebagian besar kolonisasi sekunder mengeluarkan enzim hidrolase pada substrat makanan untuk mendekomposisi molekul kompleks menjadi molekul sederhana sehingga mudah diserap oleh hifa (Sunarsih, 2008).

Kelompok jamur sebagai kolonisasi sekunder antara lain *Trichoderma* sp., *T. harzianum*, *T. koningii*, *Absidioglauca*, *Fusarium* *aqueoductum*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*, *Penicillium italicum*, *Rhizopusoryzae*, *Clonostachy* sp. dan *Talaromyces flavus* (Sun dan Liu, 2008; Sun *et al.*, 2008; Vidhate *et al.*, 2013; Anwar *et al.*, 2015).

Isolat Jamur Patogen Oportunis dari Tanah Gambut di Kalimantan Tengah Asal Isolat

Tanah gambut Kalimantan Tengah terdiri dari tanah gambut yang ditanami sawi (monokultur) dan sawi - jagung (polikultur) di desa Kalampangan, kecamatan Sebangau, kota Palangkaraya pada ketinggian 25 dan 28 mdpl (Gambar 2).





Gambar 2. Peta asal isolat jamur pada tanah gambut - desa Kalampangan kecamatan Sebangau - Palangkaraya (Serdani, 2015)

Perbedaan pola tanam pada asal isolat yaitu monokultur dan polikultur mempengaruhi ketersediaan jumlah jamur pada masing-masing tanah gambut. Perbedaan polikultur dan monokultur sebagai berikut:

Polikultur. Pada pola tanam ini dilakukan dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama. Dengan pemilihan yang tepat sistem ini dapat memberikan keuntungan antara lain:

- mengurangi serangan OPT, karena tanaman yang satu dapat membantu mengurangi serangan OPT lainnya.
- Menambah kesuburan tanah
- Siklus hidup hama atau penyakit dapat terputus, karena adanya rotasi tanaman.
- Memperoleh hasil panen yang beragam

Apabila pemilihan jenis tanaman tidak sesuai, sistem polikultur dapat memberi dampak negatif, seperti persaingan unsur hara antar tanaman maupun organisme pengganggu tanaman (OPT) bertambah sehingga sulit untuk melakukan pengendalian (Pracaya, 2007). Erwiyono (2009) menyatakan dengan menganeekaragamkan tingkatan antar tajuk tanaman dan tingkatan ke dalam perakaran dapat mengurangi resiko penurunan jumlah mikroorganisme tanah.

Kandungan bahan organik yang tinggi pada pola tanam polikultur meningkatkan jumlah jamur di dalam tanah (Sapieha-Waszkiewicz *et al.*, 2005). Penelitian Sosa-Gomez *et al.* (2001) menunjukkan bahwa keberadaan jamur serangga lebih tinggi pada pola pertanian menggunakan tanaman pagar dan hutan daripada lahan pertanian monokultur.

Monokultur. Pola tanam ini adalah menanam satu jenis tanaman pada lahan dengan waktu yang sama. Teknik budidaya relatif mudah tetapi mudah terserang hama dan penyakit. Monokultur adalah implikasi dari penyederhanaan keanekaragaman, hasil akhirnya akan memerlukan campur tangan manusia untuk membentuk ekosistem buatan dalam pemakaian bahan kimia sintetis yang meningkatkan produksi hanya sementara saja, tetapi berdampak pada kerusakan lingkungan (matinya serangga penyerbuk dan musuh alami, resistensi, resurgensi, perubahan status hama, dan tanaman lebih rentan) dan nilai-nilai sosial (keracunan dan penyakit serta pencemaran (Tobing, 2009).

Ketergantungan pupuk kimia pada monokultur juga sangat besar, namun penggunaan pupuk hanya bertumpu pada penambahan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sehingga terjadi kerusakan dalam tanah baik secara abiotik maupun biotik. (Prosser *et al.*, 2007).

Isolat Jamur Patogen Oportunis

Penelitian isolasi jamur serangga dari tanah gambut di Kalimantan Tengah diperoleh jamur serangga sebanyak 14 isolat (Risbianti, 2015; Serdani, 2015). Isolat yang diperoleh dikelompokkan sebagai jamur serangga oportunis berdasarkan morfologis (Tabel 1).

Tabel 1. Isolat jamur tanah gambut Kalimantan Tengah.

No.	Kode Isolat	Genus	Asal	Peneliti
1	GP-Fus1	<i>Fusarium</i>	Polikultur	Risbianti, 2015
2	GP-Fus2	<i>Fusarium</i>	Polikultur	Risbianti, 2015
3	GP-Fus4	<i>Fusarium</i>	Polikultur	Risbianti, 2015
4	GP-Tri1	<i>Trichoderma</i>	Polikultur	Risbianti, 2015
5	GP-Tri2	<i>Trichoderma</i>	Polikultur	Risbianti, 2015
6	GP-Asp3	<i>Aspergillus</i>	Polikultur	Serdani, 2015
7	GM-Asp	<i>Aspergillus</i>	Monokultur	Risbianti, 2015
8	GM-Tri	<i>Trichoderma</i>	Monokultur	Risbianti, 2015
9	GM-Acr	<i>Acremonium</i>	Monokultur	Serdani, 2015
10	GP-Asp	<i>Aspergillus</i>	Polikultur	Risbianti, 2015
11	GP- Mor2	<i>Mortierella</i>	Polikultur	Serdani, 2015
12	GM-Mor1	<i>Mortierella</i>	Monokultur	Serdani, 2015
13	GM-Mor3	<i>Mortierella</i>	Monokultur	Serdani, 2015
14	GM-Fus	<i>Fusarium</i>	Monokultur	Serdani, 2015

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan Serdani (2015) dan Risbianti (2015) dapat diketahui bahwa terdapat lima genus jamur yang berbeda di antaranya *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Acremonium*, dan *Mortierella*.

Fusarium Spesies dari genus jamur *Fusarium* umum diketahui sebagai patogen pada tanaman, serangga, dan manusia. *Fusarium* memiliki karakteristik yang unik, dimana beberapa isolat pada spesies yang umum diketahui sebagai patogen tumbuhan juga mampu menginfeksi serangga (Majumdar *et al.*, 2008).

Sebanyak lebih dari 13 spesies *Fusarium* yang patogenik terhadap serangga, meliputi serangga pada genus Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, dan Lepidoptera (Teeter-Basch *et al.*, 1983; Humber, 1992). Sun dan Liu (2008) menyatakan bahwa jamur *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Sny. & Hans. dan *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. dapat menghasilkan mortalitas pada larva *G. mellonella* masing-masing sebesar 93,3% dan 86,7%.

Spesies dan strain pada *Fusarium* mampu memproduksi metabolit sekunder seperti *trichothecenes*, *fuminosin*, dan *beauvericin* yang merupakan metabolit sekunder pada jamur patogen serangga seperti *Beauveria bassiana* dan *Paecilomyces fumoroseus* (Pelliza *et al.*, 2011).

Aspergillus Spesies dari genus *Aspergillus* diketahui sebagai patogen pada tanaman, serangga, manusia, dan hewan. Sebagai contoh *Aspergillus flavus* sebagai penyebab penyakit pada tanaman jagung dan kacang tanah, *Aspergillus*

fumigatus sebagai penyebab aspergillosis pada manusia, dan beberapa jamur dari spesies *Aspergillus* dilaporkan menginfeksi serangga (St. Leger *et al.*, 2000).

Jamur *Aspergillus* sp. diketahui menghasilkan aflatoksin yang disekresikan pada tubuh inangnya (Suwarno *et al.*, 2012). Kumar *et al.*, (2004) mengemukakan penyakit *aspergillosis* pada ulat sutra *Bombyx mori* disebabkan oleh *A. flavus*. Penelitian Dermawati (2006) menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus* sp. mampu menyebabkan mortalitas larva *Bombyx mori* 6,67 % hingga 60%.

Trichoderma Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur tanah yang umumnya bersifat saprofit yang secara alami menyerang jamur patogen tumbuhan dan bersifat menguntungkan bagi tanaman (Gusnawaty *et al.*, 2014). Vanninen, (1996) dalam Ghosh dan Pal, (2016) menyatakan bahwa jamur *Trichoderma* termasuk dalam genus jamur yang mampu menyebabkan penyakit pada serangga. Penelitian Ghosh dan Pal, (2016) menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma longibrachiatum* dilaporkan dapat membunuh serangga *Leucinodes orbonali*.

Jamur *Trichoderma* sp. memproduksi enzim protease yang sama dengan yang diproduksi oleh jamur patogen serangga lain. Enzim protease ini memiliki peran dalam aktivitas patogen serangga dan antifungal oleh jamur *Trichoderma* (Shakeri dan Foster, 2007).

Acremonium *Acremonium* memiliki peran yang luas di lingkungan, dimana dari 105 spesies dapat hidup sebagai saprofit pada berbagai substrat, parasit pada hewan, antagonis, herbisida, atau endofit (Rahmawati dan Toruan-Mathlus, 2009). Beberapa spesies jamur *Acremonium* dilaporkan mampu menyebabkan mortalitas pada serangga. Penelitian Steenberg dan Humbert (1999) menunjukkan bahwa jamur *Acremonium* mampu menyebabkan mortalitas *Bemisia tabaci* hingga 77,2 % dan pada *Musca domestica* hingga 70,9 %. Gams (1971) dan Balazy *et al.* (1987) dalam Steenberg dan Humbert (1998) menemukan bahwa spesies jamur *Acremonium* diisolasi dari kadaver arthropoda.

Mortierella Genus *Mortierella* umumnya memiliki peran sebagai dekomposer dan/atau siklus karbon. Pada penelitian Edgington *et al.* (2014) menunjukkan bahwa *Mortierella signyensis* dapat menyebabkan mortalitas *Musca*

domesticase sebesar 38,3%, sedangkan *M. alpina* dapat menyebabkan mortalitas *Musca domesticase* sebesar 33,00%. Produksi enzim kitinase dan subtilisin protease oleh *Mortierella signyensis* dan *M. alpina* diduga mampu menembus kutikula serangga inang sehingga menyebabkan adanya aktivitas patogenisitas.

Tenebrio molitor

Klasifikasi *T. molitor*

Berdasarkan klasifikasi, *T. molitor* atau ulat hongkong termasuk ke dalam kingdom Animalia, filum Arthropoda, kelas Insecta, ordo Coleoptera, famili Tenebrionidae, genus *Tenebrio*, spesies *Tenebrio molitor* (Sitompul, 2006). Tenebrionidae adalah satu kelompok yang besar dan beragam, tetapi tidak dapat dibedakan oleh tarsus 5-5-4, rongga-rongga koksa tertutup dibelakang, mata biasanya berlekuk, sungut hampir selalu 11 ruas baik sebagai bentuk benang atau merjan, dan lima sterna abdomen yang kelihatan (Sitompul, 2006).



Gambar 3. Ukuran panjang *T. molitor*; (a) larva, (b) kulit larva setelah *molting*, (c) pupa (bagian belakang dan depan), (d) kumbang Dewasa (*T. molitor*) (Sitompul, 2006).

Telur *T. molitor* berbentuk oval dan sangat sulit dilihat dengan ukuran panjangnya 1 mm. Ukuran panjang larva 30-35 mm, tubuhnya keras dan berwarna kuning kecoklatan. Ukuran pupa panjangnya sekitar 20 mm dan kumbang berwarna hitam mengkilat sekitar 15-20 mm (Salem, 2002).

Telur serangga yang berbeda sangat besar variasi penampilannya, kebanyakan telur adalah bulat, oval, atau memanjang. Kebanyakan telur serangga diletakkan dalam satu situasi dan mereka memberikan sejumlah perlindungan, pada waktu menetas akan mempunyai kondisi yang cocok bagi perkembangannya. Kumbang betina meletakkan telur satu-satu atau dibungkus dengan substansi yang

dapat mengeras menjadi masa telur atau didalam suatu kantong yang dikenal sebagai ootheca (Sitompul, 2006).

Bentuk larva kumbang sangat bervariasi, namun pada umumnya mempunyai kepala yang mudah dibedakan dari toraks (Rachmawati, 2006). Larva merupakan bentuk siklus hidup kedua dan mempunyai 13-15 segmen berwarna coklat kekuning-kuningan pada bagian tubuh (Salem, 2002). Instar-instar awal seperti cacing, dan yang muda pada tahapan ini disebut larva. Instar-instar larva yang berbeda tetapi sama dalam bentuk dan berbeda dalam ukuran (Sitompul, 2006).

Pada instar larva terakhir, serangga berganti bentuk menjadi satu tahapan yang disebut dengan pupa. Serangga pada waktu pupa tidak makan dan tidak aktif dikenal sebagai stadium istirahat, berwarna pucat, mirip mumi kumbang dewasa (Sitompul, 2006). Pupa kumbang bertipe exarate, artinya dilengkapi dengan anggota tubuh yang bebas, terlihat dari luar, serta tidak berpegang erat pada substrat tempat berkembangnya pupa. Pada fase ini kumbang tidak makan, dan tidak aktif bergerak, tetapi didalam tubuh pupa terjadi perubahan besar organ-organ larva menjadi organ kumbang dewasa. Tahap akhir setelah pupa yaitu dewasa. Dewasa pucat warnanya bila serangga muncul pertama kali dari pupa, dan sayap-sayapnya adalah pendek, lunak dan berkerut. Tubuh kumbang akan mengalami pengerasan (sklerotisasi) yang kuat dan berwarna lebih gelap, biasanya memerlukan waktu dari beberapa jam sampai waktu yang lama tergantung jenisnya (Sitompul, 2006).

Seperti kebanyakan serangga, kumbang mempunyai dua pasang sayap, pasangan sayap depan tebal seperti kulit keras, disebut elytra, sebagai pelindung. Pada saat istirahat tepi dalam kedua elytra bertemu pada satu garis lurus dipunggung. Pasangan sayap belakang tipis (membraneus), dalam keadaan istirahat terlipat dibawah pasangan sayap depan dipergunakan untuk terbang (Sitompul, 2006).

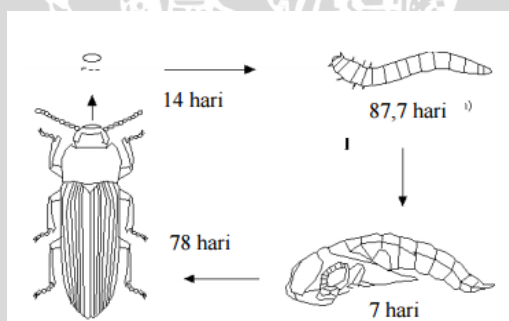
Ulat hongkongatauulattepung adalah tahapan larva dari kumbang *T. molitor* dan merupakan hama butiran serta produk butiran. Kumbang dalam genus *Tenebrio* memakan produk butira-butiran baik pada tahapan larva maupun

dewasa. Sebagian besar hama butiran dapat hidup pada butiran yang disimpan dengan kadar air 11,5 - 14,5%. *T. molitor* mampu bertahan hidup pada kisaran suhu 25-27°C. *T. molitor* berpotensi sebagai hama gudang (Sitompul, 2006).

Siklus Hidup *T. molitor*

T. molitor mempunyai siklus hidup yang terdiri dari empat tahap yaitu telur, larva, pupa dan serangga dewasa atau yang dikenal dengan metamorfosis sempurna (Gambar 4). Metamorfosis adalah perubahan bentuk yang dialami mulai dari bertelur sampai serangga dewasa (Rachmawati, 2006).

Telur. Telur *T. molitor* berbentuk oval, berukuran panjang 1 mm dan sangat sulit dilihat (Salem, 2002). Kebanyakan telur serangga diletakkan dalam satu situasi dimana mereka memberikan sejumlah perlindungan sehingga pada waktu menetas akan mempunyai kondisi yang cocok bagi perkembangan serangga. Kumbang betina meletakkan telur satu-satu atau dibungkus dengan substansi yang dapat mengeras menjadi masa telur atau di dalam suatu kantong yang dikenal sebagai ooteka (Amir dan Kahono, 2003).



Gambar 4. Siklus hidup *T. molitor* (Rachmawati, 2006).

Larva. Bentuk larva kumbang sangat bervariasi, namun pada umumnya mempunyai kepala yang mudah dibedakan dari toraks (Amir dan Kahono, 2003). Larva merupakan bentuk siklus hidup kedua dan mempunyai 13-15 segmen berwarna coklat kekuning-kuningan pada bagian tubuh (Salem, 2002).

Pupa. Pupa merupakan tahapan siklus hidup ulat tepung yang tidak makan dan tidak minum, berwarna kuning dan mirip mumi kumbang dewasa (Amir dan Kahono, 2003). Pupa *T. molitor* ini dapat mencapai panjang sekitar 15 mm, lebar 5 mm dan berwarna putih ketika pertama kali terbentuk kemudian berubah menjadi berwarna coklat kekuningan (Rachmawati, 2006).

Kumbang. Setelah pupa berumur sekitar 7 hari, kulit pupa pecah dan keluar kumbang. Pada saat baru keluar dari pupa, tubuh kumbang masih lunak dan pucat, sering disebut sebagai “teneral” (Amir dan Kahono, 2003). Kumbang *T. molitor* dewasa berwarna coklat gelap dengan panjang mulai dari 17 sampai 25 mm. Kumbang betina yang telah dewasa akan bertelur (Rachmawati, 2006).

Reproduksi *T. molitor*. Reproduksi adalah kemewahan fungsi tubuh yang secara fisiologis tidak vital bagi kehidupan individual tetapi sangat penting bagi kelanjutan keturunan suatu jenis atau bangsa hewan. Pada umumnya, reproduksi baru dapat berlangsung sesudah hewan mencapai masa pubertas dan diatur oleh kelenjar-kelenjar endokrin dan hormon-hormon yang dihasilkan. Pada kumbang betina terdapat sepasang indung telur (ovari) yang terdiri dari ovariol. Tiap ovariole merupakan suatu buluh sel epitel yang berisi telur yang berbeda-beda perkembangannya. Kumbang jantan memiliki sistem reproduksi yang terdiri dari sepasang kelenjar kelamin, testes, saluran-saluran keluar dan kelenjar tambahan. Spermatogenesis pada kumbang jantan diselesaikan ketika mencapai tahapan dewasa (Rachmawati, 2006).

Pada serangga terdapat feromon yang merupakan aksi “bau” pada sistem syaraf pusat yang dapat mempengaruhi tingkah laku. Feromon merupakan senyawa kimia yang terdapat pada serangga untuk komunikasi antar individu serangga, penarik lawan jenis dan mekanisme dalam menemukan makanannya. Faktor fisik (suhu, cahaya, kelembaban, angin dan lain-lain) dan faktor makanan mempengaruhi kemampuan perkembangbiakan pada serangga (Rachmawati, 2006).

Telur yang dihasilkan serangga berbeda-beda jumlah, bentuk dan besarnya. Terkadang serangga betina bertelur satu tetapi dalam keadaan ekstrim serangga bisa bertelur lebih dari satu juta (Pracaya, 2003). Kumbang *T. molitor* dapat melontarkan 275 telur dalam waktu 22 sampai 137 hari (Rachmawati, 2006).