

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Biologi Hama *Spodoptera litura*

Dalam sistematika klasifikasi, Menurut Nugroho (2013) *Spodoptera litura* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom Animalia

Filum Arthropoda

Kelas Insekta

Ordo Lepidoptera

Famili Noctuidae

Genus Spodoptera

Spesies *Spodoptera litura*

Spodoptera litura (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan hama yang penting pada tanaman pangan maupun pada tanaman perkebunan, karena larva hama ini bersifat polifag. Larva hama ini sering menyebabkan kerusakan daun pada tanaman kacang-kacangan, jagung padi, bawang, slada, sawi, kapas, tembakau, dan tebu. Siklus hidup berkisar antara 30–60 hari. Larva yang baru keluar dari kelompok telur pada mulanya bergerombol sampai instar III (Erwin, 2000).

Larva berwarna hijau kelabu hitam. Larva terdiri V-VI instar. Lama stadia larva 17 - 26 hari, yang terdiri dari larva instar I antara 5 - 6 hari, instar 2 antara 3 - 5 hari, instar 3 antara 3 - 6 hari, instar 4 antara 2 - 4 hari, dan instar 5 antara 3 - 5 hari (Erwin, 2000).



Gambar 2.1 Larva *S. litura* Instar II
(Erwin, 2000)



Gambar 2.2 Larva *S. litura* Instar IV
(Erwin, 2000)

Larva mempunyai warna yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Ulat yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan, dan hidup berkelompok. Beberapa hari setelah makan, larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari, larva bersembunyi di dalam tanah atau tempat yang lembab dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari yang rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar (Erwin, 2000).

2.2 Ekologi dan Penyebaran Larva *Spodoptera litura*

Spodoptera litura di temukan di Eropa, Asia, Afrika, Australia, Amerika, dan biasanya banyak terdapat pada daerah yang beriklim panas. Di daerah tropis yang di temukan di Negara-negara seperti Indonesia, India, Arab, bagian selatan Yaman, Somalia, Ethiopia, Sudan, Nigeria, Mali, Kamerun dan Madagaskar (Hera, 1995).

Larva *Spodoptera litura* mulai ditemukan pada saat tanaman berumur dua minggu setelah tanam. Populasi *Spodoptera litura* mulai meningkat pada umur tanaman 3 minggu setelah tanam. Pada musim kemarau populasi *Spodoptera*

litura sangat tinggi dan kemampuan imagonya meletakkan telur sangat tinggi. Pada periode tersebut rata-rata populasi larva adalah 11,52 ekor per rumpun tanaman dengan intensitas serangan 63 % pada umur tanaman 7 minggu setelah tanam (Hera, 1995).



2.3 Tanaman Inang Larva *Spodoptera litura*

Tanaman inang adalah tanaman yang dapat memenuhi kebutuhan serangga baik yang berhubungan dengan perilaku maupun dengan kebutuhan gizi serangga. Hubungan antara tanaman inang dan serangga merupakan serangkaian proses interaksi antara lain mekanisme pemilihan tanaman inang. Pemanfaatan tanaman tersebut sebagai sumber makanan serta tempat berlindung dan tempat bertelur. Serangga berkembang biak lebih cepat pada tanaman inang yang sesuai dan sebaliknya perkembangan serangga menjadi lambat pada tanaman inang yang kurang sesuai. Perbedaan tingkat kesesuaian dapat terjadi baik pada tanaman yang sama maupun pada tanaman yang berbeda spesiesnya (Sudarmo, 1992). Tanaman yang biasa dijadikan inang oleh hama ini diantaranya tanaman cabai, kubis, kentang, padi, tembakau, dan tanaman pertanian lainnya. Tidak kurang dari 120 spesies tanaman dari jenis tanaman pangan, sayuran, perkebunan, tanaman hias, bahkan tanaman pelindung diserang oleh hama ini. Rami, teh, kapas, jarak, lada dan tembakau adalah diantara komoditi perkebunan yang termasuk inangnya (Widianingsih, 2009).

2.4 Gejala Serangan *Spodoptera litura*

Kerusakan daun yang diakibatkan larva yang masih kecil merusak daun dan meninggalkan sisa-sisa daun bagian atas, transparan dan tinggal tulang-tulang

daun saja. Larva instar lanjut merusak tulang daun dan buah. Pada serangan berat menyebabkan gundulnya tanaman (Sudarmo, 1992).

Larva *Spodoptera litura* disebut juga ulat grayak. Ngengat meletakkan telur pada permukaan daun bagian bawah sejak tanaman menghasilkan 4-5 daun. Saat keluar dari telur, ulat hidup bergerombol di sekitar permukaan daun sampai instar ke-III, dan fase ini ulat memakan daun dengan gejala transparan. Pada instar ke-IV ulat menyebar ke bagian tanaman atau tanaman sekitarnya (Subandrijo dkk, 1992). Kerusakan dedaunan ini disebabkan oleh serangan hama tanaman sebagaimana dijelaskan dalam firman Allah surat Al-Fiil (105) ayat 1-5 yaitu:

أَلَمْ تَرَ كَيْفَ فَعَلَ رَبُّكَ بِأَصْحَابِ الْفِيلِ ﴿١﴾ أَلَمْ يَجْعَلْ كَيْدَهُمْ فِي تَضْلِيلٍ ﴿٢﴾ وَأَرْسَلَ عَلَيْهِمْ طَيْرًا أَبَابِيلَ ﴿٣﴾ تَرْمِيهِمْ بِحِجَارَةٍ مِّن سِجِّيلٍ ﴿٤﴾ فَجَعَلَهُمْ كَعَصْفٍ مَّأْكُولٍ ﴿٥﴾

Artinya: Apakah kamu tidak memperhatikan bagaimana Tuhanmu telah bertindak terhadap tentara bergajah? Bukankah Dia telah menjadikan tipu daya mereka (untuk menghancurkan Ka'bah) itu sia-sia? Dan Dia mengirimkan kepada mereka burung yang berbondong-bondong, yang melempari mereka dengan batu (berasal) dari tanah yang terbakar, lalu Dia menjadikan mereka seperti daun-daun yang dimakan (ulat).” (QS. Al Fiil: 1-5).

Dari ayat di atas disebutkan perumpamaan pasukan Abrahah yang tewas dilempari batu oleh burung yang berbondong-bondong. Batu-batu yang berasal dari tanah yang terbakar”, akan ditimpahkan kepada musuh-musuh dan mengenai kulitnya serta menghancurkan tubuhnya, kejadian ini sama halnya dengan daun-daun yang dimakan ulat. Dan hal ini merupakan sunatullah. Dimana pasukan tentara Abrahah tewas menyerupai daun yang dimakan ulat karena batu panas yang dilemparkan oleh burung-burung ababil mengenai kulitnya dan membakarnya hingga habis. Sunnatulloh adalah hukum-hukum Allah yang

disampaikan untuk umat manusia melalui para Rosul, undang-undang keagamaan yang ditetapkan oleh Allah yang termaktub di dalam al-Quran, hukum (kejadian) alam yang berjalan tetap dan otomatis.

2.5 Nematoda Entomopatogen

Banyaknya dampak negatif pemakaian pestisida serta pembatasan pemakaian insektisida sintetik tertentu sebagai pengendali serangga hama, dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, maka peluang pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) secara hayati akan sangat besar untuk kelestarian lingkungan alam. Pengendalian secara hayati dengan pemakaian nematoda entomopatogen (NEP) yang sudah dilaksanakan secara luas di beberapa negara di Eropa, Australia, Asia, dan Amerika. Pemakaiannya di Indonesia masih sangat kecil dan terbatas. Di Indonesia pemanfaatan agens pengendali secara hayati dengan NEP untuk mengendalikan serangga hama baik pada tanaman perkebunan, pangan, rumput lapangan golf serta hortikultura menggunakan *Steinernema spp.* dan *Heterorhabditis spp.* sebagai isolat asli Indonesia, sehingga lebih mudah untuk diterapkan (Chaerani, 1996). Sebagaimana dijelaskan dalam firman Allah SWT surat Huud (11) 6, bahwa makhluk ciptaan-Nya memiliki manfaat, semua yang mengatur dan memberi rizki adalah Allah SWT :

﴿مُبِينٌ كَتَبَ فِي كُلِّ مَسْتَوْدَعٍ مَّا مَسْتَقَرُّهَا وَيَعْلَمُ رِزْقَهَا اللَّهُ عَلَىٰ إِلَّا الْأَرْضُ فِي دَابَّةٍ مِّنْ وَمَا﴾

Artinya: Dan tidak ada suatu binatang melata pun di bumi melainkan Allah-lah yang memberi rezkinya, dan Dia mengetahui tempat berdiam binatang itu dan tempat penyimpanannya. Semuanya tertulis dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh).

Ayat ini menjelaskan bahwa hewan terkecil pun bisa memberikan pengaruh yang positif bagi lingkungan yaitu sebagai pengendali serangga hama.

Karena setiap makhluk ciptaan Allah memiliki manfaat dan sudah diatur rizkinya, hal demikian merupakan bukti kebesaran Allah SWT.

Kedua genus tersebut memiliki beberapa keunggulan sebagai agensia pengendalian biologi serangga hama dibandingkan dengan musuh alami lain, yaitu daya bunuhnya sangat cepat, kisaran inangnya luas, aktif mencari inang sehingga efektif untuk mengendalikan serangga dalam jaringan, tidak menimbulkan resistensi, dan mudah diperbanyak. Nematoda *Heterorhabditis spp.* memiliki kisaran inang yang cukup luas, tetapi aman bagi vertebrata dan jasad bukan sasaran lainnya, dapat diproduksi secara massal baik dalam media *in vitro* maupun *in vivo* dengan biaya yang relatif murah, dapat diaplikasikan dengan mudah, serta kompatibel dengan agens pengendali hayati lain. Pada kondisi laboratorium yang optimal *nematoda entomopatogen* dapat menginfeksi 200 spesies serangga dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Orthoptera dan Isoptera (Samsudin, 2011).

Nematoda Entomopatogen (NEP) tersebut memiliki virulensi yang tinggi terhadap inangnya, membunuh inangnya lebih cepat (24–48 jam), dapat diproduksi secara massal secara *in vivo* (media hidup) maupun *in vitro* (media buatan), diaplikasikan dengan mudah dan kompatibel dengan cara pengendalian yang lain (Samsudin, 2011).

Nematoda adalah [cacing](#) dengan tubuh tak bersegmen, bulat panjang dengan kedua ujung lancip, sebagian besar hidup bebas namun ada juga yang [parasit](#). NEP juga bersifat sebagai vektor dari bakteri yang memarasit

serangga inang dengan penetrasi langsung melalui kutikula serangga dan lubang alami seperti spiracle, mulut, dan anus (Borror, 1982).



Gambar 2.5 Nematoda Entomopatogen secara mikroskopis (Subagiya, 2005)

2.5.1 Biologi *Heterorhabditis spp.*

Diantara spesies NEP yang diketahui efektif digunakan sebagai agensia hayati untuk mengendalikan hama tanaman adalah *Heterorhabditis spp.* *Heterorhabditis spp.* adalah nematoda yang bersimbiosis mutualisme dengan bakteri gram negatif dari famili Enterobacteriaceae. Kompleks nematoda-bakteri ini dalam lingkungan yang sesuai dapat menjadi agen pengendali hayati yang efektif terhadap hama sasaran. *Heterorhabditis spp.* membawa satu spesies bakteri simbiosis, *Photorhabdus luminescens*. Sel-sel bakteri *Photorhabdus luminescens* yang dorman disimpan dalam saluran pencernaan *Heterorhabditis spp.* Walaupun hidup di dalam tanah, namun sangat efektif terhadap hama-hama di permukaan tanah, seperti pemakan daun, penggerek batang atau pengorok daun (Borror, 1982).

Klasifikasi *Heterorhabditis spp.* menurut Samsudin (2011) adalah sebagai berikut :

Kingdom Animalia

Filum Nematoda

Kelas Secermentae

Ordo Rhabditida

Famili Rhabditidae

Genus Heterorhabditis

Species *Heterorhabditis spp.*

2.5.2 Perilaku (behavior) *Heterorhabditis spp.*

Heterorhabditis spp. mempunyai kecendrungan untuk menyebar di seluruh tanah dalam mencari inang. Strategi menjelajah adalah aktif mencari dan mengejar serangga inang, strategi ini digunakan untuk menginvasi inang yang diam. Strategi ini dikarakterisasikan dengan motilitas yang tinggi dan distribusi aktif keseluruhan profil tanah, kemampuan untuk orientasi, isyarat inang yang volatil dan penggantian lokasi pencarian setelah kontak inang (Subagiya, 2005).

Stadia JI menyimpan sejumlah besar cadangan makanan di dalam tubuhnya untuk melakukan mobilitas dan aktivitas mangsa serta menginfeksi inang. Selama belum menemukan inang daya tahan tubuhnya sangat bergantung pada cadangan makanan yang dimilikinya. Penipisan cadangan makanan ini selain menyebabkan penurunan viabilitas juga menurunkan efektivitas *Heterorhabditis spp.* (Subagiya, 2005).

2.5.3 Biologi *Steinernema sp.*

Nematoda *Steinernema* telah banyak digunakan sebagai agensia hayati. Teknik pengendalian hama ini berpotensi mengurangi ketergantungan pada

insektisida kimia, yaitu dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida. Selain mudah dikembangbiakkan dan memiliki kemampuan menginfeksi yang tinggi, nematoda ini juga mempunyai kisaran inang yang luas. *Steinernema spp.* dapat menginfeksi lebih dari 250 spesies serangga yang berasal dari 75 famili. *Steinernema spp.* dapat menimbulkan penyakit (patogenik) pada serangga. Patogenisitasnya terhadap serangga dibantu oleh interaksi mutualistik dengan bakteri simbion yang hidup dalam saluran pencernaannya (Sulisyanto, 1999).

Hubungan mutualistik ini memberikan beberapa keuntungan bagi nematoda, antara lain membunuh inang dengan cepat serta menyediakan nutrisi dan lingkungan yang sesuai bagi perkembangan dan reproduksi nematoda (Subagiya, 2005). Klasifikasi *Steinernema spp.* menurut Samsudin (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom Animalia

Filum Nematoda

Kelas Secernentea

Ordo Rhabditida

Famili Steinernematidae

Genus Steinernema

Spesies *Steinernema spp.*

2.5.4 Perilaku (Behavior) *Steinernema spp.*

Nematoda dapat berkembang biak dengan cepat hingga menghasilkan 2 sampai 3 generasi dalam tubuh serangga. Siklus hidup nematoda dari telur sampai menjadi dewasa memerlukan waktu kurang lebih 14 hari. Apabila terdapat nutrisi

yang melimpah siklus hidupnya dapat lebih cepat lagi dan sebaliknya apabila tidak tersedia nutrisi yang cukup maka daur hidup nematoda bisa lebih lama (Prabu, 2013).

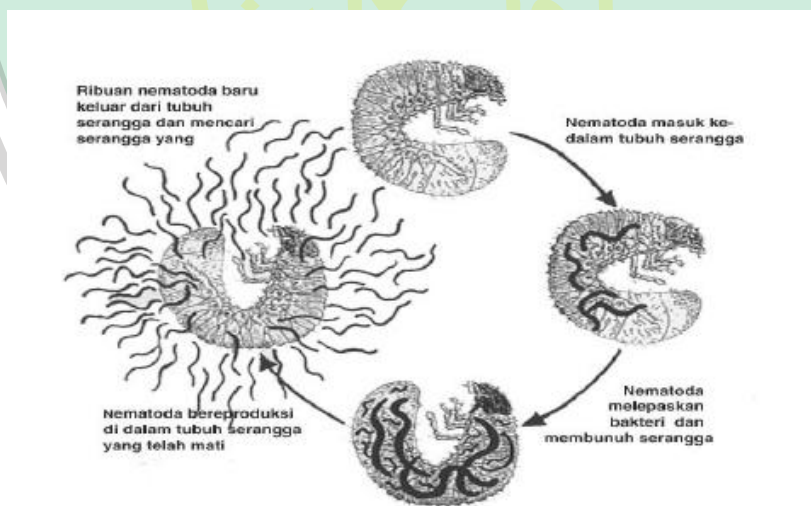
Nematoda ini bisa bertahan di dalam tanah dengan cara inaktif dalam jangka waktu tertentu dan akan melakukan migrasi ke tempat lain apabila tidak ada persediaan makanan yang cukup. Perpindahan nematoda dari suatu tempat ke tempat lain dapat terjadi secara pasif yakni dengan bantuan air, angin, atau terbawa oleh alat-alat pertanian. Gerakan aktif nematoda sangat lambat untuk mencapai jarak tertentu, sehingga memerlukan waktu yang lama (Prabu, 2013).

Simbiosis yang bersifat mutualisme (saling menguntungkan) terjadi antara nematoda *Steinernema spp.* dengan salah satu spesies bakteri yaitu *Xenorhabdus luminescens*. Dimana nematoda mendapatkan nutrisi yang dihasilkan oleh bakteri sedangkan bakteri merasa terlindungi oleh nematoda (Prabu, 2013).

2.5.5 Mekanisme Patogenitas Nematoda Entomopatogen

Juvenile infeksiif masuk ke dalam tubuh inang melalui mulut, anus, spirakel, atau menembus langsung melalui kutikula. Jika masuk melalui mulut atau anus, nematoda menembus dinding saluran pencernaan untuk memperbanyak didalam hemocoel dan jika melalui spirakel, nematoda entomopatogen menembus melalui dinding trakea. Ketika NEP memperbanyak diri di dalam hemocoel inang, mereka mengeluarkan bakteri yang akan memperbanyak diri dengan cepat di dalam hemolymph. Walaupun bakteri berperan utama dalam kematian serangga inang, nematoda juga menghasilkan toksin yang dapat mematikan serangga inang (Widianingsih, 2009).

Bakteri simbiotik, *Xenorhabdus* sp. (dalam Steinernematidae) dan *Photorhabdus* sp. (dalam Heterorabditidae), virulen terhadap berbagai serangga inang. Setelah dilepaskan oleh nematoda, bakteri membunuh serangga inang melalui infeksi bakteri dan melepaskan berbagai senyawa yang bertindak untuk mempertahankan cadaver di dalam tanah. Bakteri juga menyediakan sumber nutrisi untuk berkembangnya nematoda. Nematoda diberi makan oleh bakteri dari jaringan inang dan berkembang dengan cepat hingga dewasa, kemudian nematoda memasuki masa reproduksi dan menghasilkan telur. Semua nutrisi yang ada dalam tubuh inang akan menjadi sumber makanannya, selanjutnya nematoda akan berkembang menjadi generasi kedua dan ketiga yang akan keluar lagi dari bangkai inang dan mencari inang yang baru (Widianingsih, 2009). Mekanisme patogenitas nematoda entomopatogen ditunjukkan pada gambar 2.5.5



Gambar 2.5.5 Mekanisme patogenitas NEP (Widianingsih, 2009)

Hubungan simbiosis antara nematoda dengan bakteri menunjukkan dua peranan bakteri yaitu sebagai bakteri simbiosis di dalam tubuh nematoda entomopatogen dan sebagai patogen bagi serangga inang. Beberapa keuntungan

dari simbiosis tersebut adalah bakteri dapat mematikan serangga inang dengan cepat, menyediakan nutrisi yang cocok, dan membuat lingkungan yang cocok bagi perkembangan dan reproduksi nematoda. Bakteri simbiosis mampu memproduksi senyawa antimikroba seperti antibiotik, bakteriosin, dan fages yang dapat menghambat perkembangan mikroorganisme sekunder yang ada di dalam tubuh serangga inang. Selama perbanyakan nematoda, cadangan makanan di dalam bangkai serangga menurun sampai terbentuk *dauer juvenil*, kemudian bakteri disimpan kembali oleh *dauer juvenile* (Chaerani, 1996).

Keefektifan nematoda ini ditentukan oleh patogenesitasnya, sedang patogenesitas dipengaruhi oleh mekanisme infeksi. Kematian serangga sasaran karena infeksi nematoda melalui permukaan kulit lebih lambat dibandingkan dengan infeksi melalui mulut. Nematoda sebanyak 2–11 ekor yang menginfeksi larva serangga sudah mampu mematikan larva tersebut dalam waktu 2–3 hari setelah inokulasi. Semakin tinggi konsentrasi inokulum maka semakin tinggi pula jumlah nematoda yang menginfeksi, namun juvenil infektif akan menurun (Chaerani, 1996).

2.5.6 Gejala Infeksi Nematoda Entomopatogen

Secara umum gejala dan tanda inang yang terinfeksi oleh nematoda entomopatogen adalah serangga akan berhenti bergerak dan makan, pertama kali terjadi perubahan warna di ujung abdomen dari coklat muda hingga ke abu-abuan kemudian ke seluruh tubuh larva dan lama kelamaan akan menjadi hancur. Semua cadaver serangga yang terinfeksi nematoda akan memiliki karakteristik yang berbeda dan tetap utuh selama lebih dari seminggu, sementara itu nematoda

menyelesaikan siklus hidupnya. Serangga yang mati dari sesuatu yang bukan disebabkan oleh infeksi nematoda akan membusuk dan hancur dalam sehari atau dua hari setelah mati (Sulisyanto, 1999).

Gejala pada inang yang terinfeksi nematoda entomopatogen adalah inang mati dengan tubuh lembek dan elastis. Inang yang terinfeksi Steinernematidae kutikulanya akan berwarna hitam kecoklatan atau karamel dan jika terinfeksi Heterorhabditidae kutikula inang akan berwarna keunguan. Hal ini disebabkan oleh adanya reaksi bakteri simbiosis yang dikeluarkan oleh nematoda pada saat didalam tubuh serangga inang (Sulisyanto, 1999).

Gejala dan tanda serangga yang terinfeksi nematoda dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu efek internal, eksternal dan perilaku. Gejala umum yang terjadi adalah serangga akan berhenti bergerak dan makan, lalu terjadi perubahan warna. Kematian serangga akan terjadi secara *septicemia* dalam waktu beberapa jam sampai tiga hari tergantung temperatur dan spesies nematoda (Chaerani, 1996).

2.5.7 Siklus Hidup Nematoda Entomopatogen

Nematoda menyelesaikan satu siklus hidup atau generasi memerlukan waktu 1 minggu dengan perkembangan telur—juvenil I—juvenil II—juvenil III – juvenil IV – juvenil V – dewasa, dengan perkembangan sebagai berikut (Chaerani, 1996):

- telur, J I, J II dan dewasa, ada di dalam tubuh inang (serangga,ulat)
- J III, J IV, J V, keluar dari tubuh inang ke tanah lembab.
- J III, paling efektif untuk membunuh serangga, sedangkan J IV, dan J V tidak efektif

- J III disebut Infektif Juvenil (I J)

Nematoda hidup dalam tanah yang lembab, basah, daerah perakaran, vegetasi rimbun, kedalaman 0 – 10 cm dari permukaan tanah. Temperatur yang sesuai bagi nematoda adalah 19 derajat sampai 29⁰C dan kelembaban 100%. Hambatan terjadi <10 derajat Celsius dan diatas 33⁰C. Tipe tanah liat menghambat pergerakan nematoda, sehingga penyebaran di dalam tanah liat sangat terbatas (Chaerani, 1996).

Kelembaban 75% dan suhu 25⁰C dapat menghambat keluarnya juvenile infektif NEP dari inang ulat yang terinfeksi. Nematoda masih infektif pada temperatur tinggi jika terdapat jumlah oksigen yang banyak dan mampu bertahan selama 43 hari pada oksigen 0,5% suhu 20⁰C. Faktor biotis yang menghambat atau musuh nematoda ialah cendawan nematofagus dari beberapa genus *Carterbaria*, *Dactylaria*, *Dactitella* dan *Arthobotrys* mengurangi infeksi NEP pada hama uret (Inang). Tungau *Mesostigmata*, *Gamasellodes*, *vernivorax* dan *Colembolla Hypogaster scotii* dapat memangsa NEP (Chaerani, 1996).

2.5.8 Pemanfaatan NEP Sebagai Bioinsektisida

Sebagai agens pengendali hayati, NEP harus memenuhi kondisi lingkungan tertentu antara lain menghindari sinar ultra violet (UV) serta sebelum dan sesudah aplikasi harus disemprot dahulu dengan air untuk menjaga kelembaban. Penggunaan NEP dalam PHT dewasa ini menggunakan beberapa spesies seperti *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis megidis* dan *Heterorhabditis indicus* yang banyak dipasarkan di Amerika, Australia, Eropa, China dan Asia. Pengembangan dan

pemanfaatan NEP melalui tahapan mulai eksplorasi, identifikasi, perbanyakan massal dan penyimpanan (Samsudin, 2011).

2.5.9 Histologi Larva *Spodoptera litura* yang terinfeksi NEP

Menurut Sanjaya (2010) **Pemanfaatan NPV (Nuclear Polyhedrosis Virus) untuk menginfeksi larva *Spodoptera litura*** terjadi kerusakan pada membran basal dan menyebar hingga membran peritrofik. Hasil sayatan histologys pada perut larva *Spodoptera litura* setelah perawatan selama 24 jam menunjukkan kerusakan pada lapisan terluar dari tengah usus larva yang membran peritrofik. Ketika dibandingkan dengan kontrol, profil membran peritrofik perlakuan ini mulai hancur menuju lumen usus tengah. Selanjutnya, setelah 48 jam infeksi SINPV, penyebaran virus dalam tubuh larva serangga mulai memasuki daerah yang lebih dalam, di mana sel-sel penyusun usus tengah (sel regeneratif) mulai mengalami degradasi sehingga tampaknya bergerak menuju lumen usus. Setelah 72 jam pengobatan, tingkat kerusakan jaringan pada usus tengah mulai menyebar, hingga mencapai membran basal. Kerusakan sel-sel ini diperkirakan oleh infeksi SINPV dalam tubuh larva uji yang terjadi karena PIB proses yang memakan. Setelah 96 jam pengobatan, usus yang membentuk jaringan semakin jelas, sehingga sulit untuk menemukan bagian-bagian penyusunnya. Hal ini mungkin disebabkan oleh proses infeksi virus yang telah memasuki tahap lanjutan. Virus yang telah mengalami replikasi pada pertengahan usus wilayah mulai dilepas kehemosol dan akan serangan bagian lain dari tubuh.