

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi *Heliothis armigera* Hubner

1. Sistematika dan Siklus Hidup

Menurut Lilies, 1991, kedudukan *Heliothis armigera*, Hubner dalam sistematika adalah sebagai berikut :

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Mandibulata

Classis : Insecta

Subclassis : Pterigota

Ordo : Lepidoptera

Famili : Noctuidea

Genus : *Heliothis*

Spesies : *Heliothis armigera*,
Hubner.

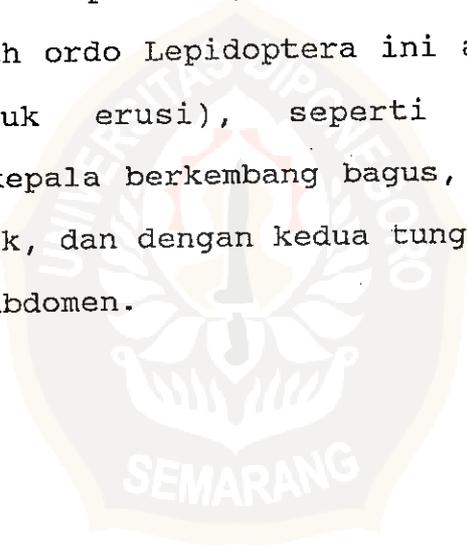
Heliothis armigera, Hubner dalam siklus hidupnya mengalami metamorfosa sempurna yaitu melalui stadia telur - larva - pupa - imago (ngengat).

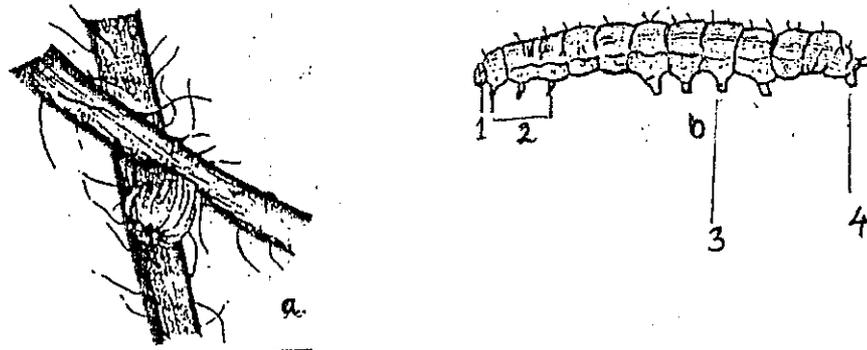
Waktu untuk menyelesaikan satu generasi dari peletakan telur sampai ngengat mati, adalah 34-45 hari (Kalshoven, 1981).

Stadia telur. Telur diletakkan terpisah satu sama lain pada permukaan daun bagian bawah atau pada rambut-rambut tongkol yang masih segar. Telur

berwarna kuning sampai dengan coklat. Bentuk bulat telur, dengan panjang berkisar 0,5 mm, dan lebar 0,4 mm. Telur yang masih baru kelihatan transparan selanjutnya berwarna gelap dengan bintik hitam saat akan menetas, yaitu sekitar 2 - 5 hari (Kalshoven, 1981; Subiyakto, 1991a).

Stadia larva. Larva yang baru keluar dari telur, panjangnya sekitar 1,75 mm dan lebar 0,2 mm. Warna larva putih kekuningan dengan kepala hitam. *H. armigera* Hubner merupakan serangga yang mengalami metamorfosis sempurna. Menurut Borror, Delong, dan Triplehorn, 1976, tipe larva yang dimiliki oleh ordo Lepidoptera ini adalah eurisi-form (bentuk erusi), seperti ulat, tubuh silindris, kepala berkembang bagus, tetapi sangat pendek, dan dengan kedua tungkai toraks dan kaki palsu abdomen.





Gambar 1 : Telur *H. armigera* pada rambut-rambut jagung (a) dan stadia larva *H. armigera* (b) (Kalshoven, 1981; Borrer dkk, 1976).

Keterangan :

1. Kepala.
2. Kaki thoraks.
3. Kaki palsu abdomen.
4. Anus.

Lama stadia larva antara 13 - 21 hari dengan 6 kali instar. Pergantian instar ditandai dengan pergantian kulit / molting. Instar satu dengan instar berikutnya dibedakan atas ukuran, warna tubuh dan besar tubuhnya. Pada instar III - V warna tubuh bervariasi antara hijau, hijau-kuning, hitam coklat, hitam atau campuran warna diatas. Pada bagian lateral atau sisi tubuh, terdapat garis-garis memanjang gelap dan terang, serta sedikit berbulu. Ada sifat khusus dari larva ini, yaitu sifat kanibal yang ditunjukkan tidak lebih dari dua individu dalam satu tongkol jagung. Larva

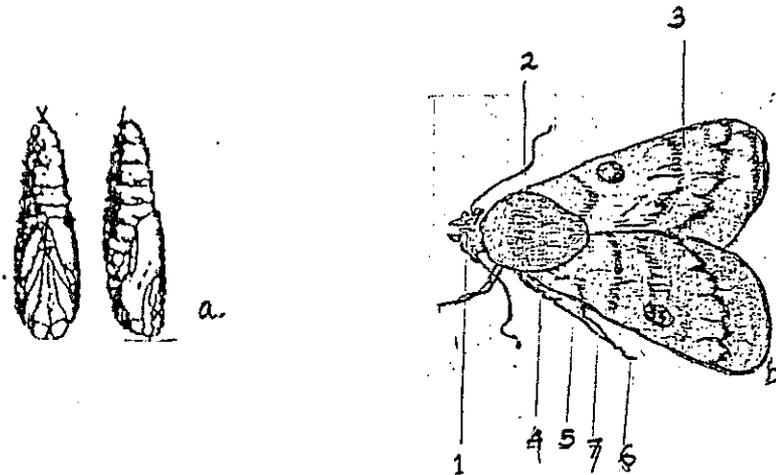
yang tumbuh sempurna mempunyai ukuran panjang sampai dengan 34,5 mm (Kalshoven, 1981; Subiyakto, 1991a; Subiyakto, 1991b).

Stadia pra pupa. Stadia ini berkisar antara 2 - 4 hari dan sebenarnya masih dalam bentuk larva, hanya aktivitas makan berkurang atau bahkan berhenti. Larva kelihatan lemah dan pucat serta cenderung membenamkan diri dalam pasir atau tanah. Larva tersebut membentuk pupa didalam tanah (Subiyakto, 1991a).

Stadia pupa. Pupa diletakkan di tanah, warna kemerahan atau coklat cerah menjadi coklat tua pada saat akan menjadi ngengat, panjang pupa 16 mm. Menurut Borrer et. al, 1976, tipe pupa pada serangga ini adalah obtek yaitu dengan embelen-embelen yang menempel pada tubuh. Perkembangan pupa sekitar 10 - 14 hari. Pada stadia pupa ini dapat dibedakan antara kedua jenis kelamin serangga ini, dengan adanya perbedaan morfologi pupanya (Kalshoven, 1981).

Stadia ngengat. Ngengat jantan berwarna coklat cerah sampai suram, yang betina berwarna coklat cerah, sayap depan yang jantan mempunyai bintik gelap-bulat, yang terdapat pada pusat sayap dan tidak dijumpai pada betina (Subiyakto, 1991a). Panjang tubuh 2-2,5 cm, rentang sayap 3 - 4 cm.

Betina dapat memproduksi telur sampai lebih dari 1000 butir telur pada beberapa malam (Subiyakto, 1991a, Dennis, 1982).



Gambar 2 : Pupa tipe obtek pada *H. armigera* (a) dan stadia ngengat *H. armigera* (b) (Kalshoven, 1981).

Keterangan :

1. Kepala.
2. Antena.
3. Sayap.
4. Scutum.
5. Tibia.
6. Femur.
7. Tarsus.

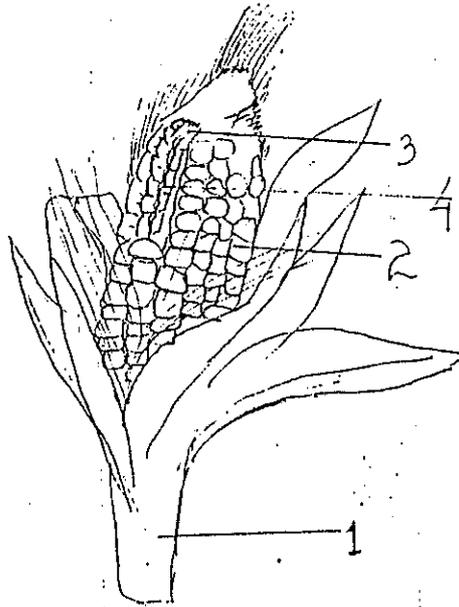
2. Distribusi *H. armigera*

Penggerek tongkol jagung merupakan hama tanaman jagung yang cukup penting di Indonesia. Serangan penggerek tongkol jagung ini tersebar dipulau Jawa dan sekitarnya. Selain di Indonesia, hama ini dijumpai di daerah-daerah tropis dan subtropis serta wilayah yang bertemperatur hangat di seluruh dunia (Kalshoven, 1981; Dennis, 1982).

Distribusi di lapangan dimulai dari ngengat yang akan tersebar dan menurunkan keturunan berbentuk telur. Populasi ngengat bertambah pada bulan Desember - Juli dan berkurang pada bulan Agustus - November (Subiyakto, 1991a).

3. Peranan *H. armigera* sebagai hama

Sesuai dengan sifatnya *H. armigera* sebagai insekta polifag yang mempunyai inang tanaman jagung, kapas, tembakau, kedelai, tomat, kacang-kacangan bahkan akhir-akhir ini tanaman padi juga ikut terserang. Oleh karena itu *H. armigera* mempunyai peranan penting sebagai hama pada banyak tanaman produktif. Pada tanaman jagung hampir sekitar 30 % produksi dapat hilang bila hama ini menyerang. Satu larva mampu merusak 12 buah jagung selama hidupnya, hal ini karena sifatnya yang suka berpindah meskipun makanannya belum habis. Bila pucuk dan tongkol jagung sudah tidak ada lagi, larva ini akan menyerang daun tanaman jagung tersebut (Subiyakto, 1991b). Larva instar satu dapat menyerang titik tumbuh dan pucuk tanaman jagung. Larva instar dua dan berikutnya menyerang tongkol buah jagung secara karakteristik yaitu badan larva berada diluar pucuk atau tongkol sedangkan kepala didalam (Kalshoven, 1981).



Gambar 3 : Tipe penyerangan *H. armigera* pada jagung (Subiyakto, 1991b).

Keterangan :

1. Tangkai bunga jagung.
2. Tongkol jagung.
3. Kepala larva yang masuk tongkol.
4. Badan larva.

4. Pengendalian *H. armigera*.

Menurut Subiyakto (1991a), ada berbagai macam cara pengendalian hama ini :

a. Pemakaian varietas tahan hama.

Dengan menanam varietas jagung yang tahan hama misalnya tanaman berpelelepah panjang.

b. Pelestarian musuh alami.

Musuh alami yang berasosiasi rapat dengan hama ini cukup banyak. sebagai contoh : *Trichogramma sp.*

c. Penggunaan insektisida dan bioinsektisida.

Insektisida kimia yang sering digunakan untuk

mengendalikan hama ini adalah dari golongan endosulfan. Peningkatan penggunaan insektisida kimia secara berlebihan menyebabkan kedudukan *H. armigera* yang semula sebagai hama sekunder menjadi hama yang cukup serius.

Hal ini dikarenakan resistensi hama ini oleh insektisida kimia tersebut (Hasse, 1986 dalam Subiyakto, 1991a). Oleh karena itu dapat digunakan alternatif lain sebagai pengendali yaitu bioinsektisida misalnya *Bacillus thuringiensis*.

Pemantauan pengendalian hama ini dilakukan apabila ada lebih dari 4 tanaman dari 25 tanaman contoh terdapat larva dengan ukuran panjang kurang dari 1,5 cm atau dijumpai instar I - III pada tanaman (Subiyakto, 1991a).

B. Bioinsektisida *Bacillus thuringiensis*

Bioinsektisida *B. thuringiensis* merupakan agensia pengendali hama secara alamiah yang cukup efisien. Bioinsektisida ini berkembang sebagai akibat berkembangnya kemajuan di bidang bioteknologi khususnya yang memanfaatkan bakteri patogen terhadap serangga hama (Huffaker dan Messenger, 1976).

1. Sistematika dan Morfologi

Menurut Holt (1977), kedudukan *Bacillus thuringiensis* dalam sistematika adalah sebagai berikut :

Devisio : Protophyta

Clasis : Shizomycetes

Ordo : Eubacteriales

Famili : Bacillaciae

Genus : Bacillus

Spesies : *Bacillus thuringiensis*,
Berliner.

Bakteri ini dikenal luas setelah diketemukannya penyebab penyakit dari kupu-kupu Mediterania, *Anagasta sp* oleh Berliner pada tahun 1911 (Huffaker dan Messenger, 1976).

Sel bakteri ini berdiameter 1,0 - 1,2 μm dan panjangnya 3 - 4 μm . *B. thuringiensis* terdapat di tanah dan dapat hidup dimana-mana (kosmopolitan). Sifat bakteri ini adalah gram positif aerobik fakultatif dan organotrof. Temperatur yang dibutuhkan minimum 10 - 15 °C dan maksimum 40 - 45° C. Pada kondisi normal, bakteri ini membelah diri kadang-kadang membentuk suatu rantai yang terdiri dari 5 - 6 sel bakteri (streptobasil) tetapi sering terlihat tunggal (Oka, 1957). Sel vegetatif *B. thuringiensis* mempunyai ujung tumpul, dalam

media setengah cair bersifat semi motil, dalam media agar yang mengandung glukosa 8 % ternyata sel vegetatif berukuran lebih besar yaitu 6 - 9 x 1,25 - 1,5 μm . Bakteri ini membentuk spora dengan posisi sub terminal (Schlegel, 1994).



Gambar 4 : Bagan bentuk khas dari sel pembentuk spora *B. thuringiensis*, spora sub terminal tanpa pembengkakan sel induknya dengan kristal protein (Schlegel, 1994).

Keterangan : 1. spora.
2. kristal protein.
3. sel induk.

B. thuringiensis mengandung bahan-bahan fisik antara lain acetosin, lechitinase, pulcherrimin, enzim protheolitik, dan urease dan suatu formasi asam dari sukrosa dan salicin (Buchanan dan Gibbons, 1974).

2. Proses Infeksi Bakteri *B. thuringiensis*

B. thuringiensis mempunyai kemampuan membunuh larva ordo serangga tertentu, yang didasarkan pada potensi toksin (endotoksin) yang terdapat dalam sel. Tahap-tahap sporulasi dari *B. thuringiensis* maupun spora yang terbentuk mirip

dengan anggota dari genus *Bacillus* yang lain. Sedangkan yang membedakan antara *B. thuringiensis* dengan anggota genus *Bacillus* yang lain adalah kemampuannya membentuk satu atau lebih kristal paraspora selama tahap sporulasi ketiga dan keempat (Andrews, Bibilibas and Bulla, 1985). Umumnya terjadi 2 - 3 jam setelah pertumbuhan eksponensial berakhir. Paraspora kristal tersebut bersifat toksik terhadap beberapa serangga dari ordo Lepidoptera, Diptera dan Coleoptera. Kristal toksin *B. thuringiensis* mengandung protoksin glikoprotein yang berubah menjadi toksin setelah pro-toksin tersebut larut dalam pencernaan serangga yang peka (Andrews, 1989) Kristal toksin ini memegang peranan penting karena aktifitasnya sebagai bioinsektisida. Terdapat hubungan yang nyata antara bentuk kristal paraspora dengan kisaran daya bunuhnya. Varietas yang memiliki daya bunuh terhadap serangga ordo Lepidoptera, memiliki kristal toksin yang berbentuk bipiramida dan jumlahnya hanya satu pada tiap sel (Anonim, 1994a).

Keunggulan *B. thuringiensis* adalah kemampuannya untuk membentuk kristal protein didalam selnya, yang sangat potensial sebagai racun serangga (entomotoksin). Ada empat jenis

entomotoksin yang dibentuk oleh *B. thuringiensis*, yaitu alfa eksotoksin, beta eksotoksin, gamma eksotoksin dan delta endotoksin (Anonim, 1994a).

Alfa eksotoksin merupakan enzim fosfolipase C yang diproduksi dan dikeluarkan dari sel pada saat bakteri tumbuh. Kemampuannya antara lain dapat mencerna fosfolipida dalam jaringan tubuh serangga sasarannya (Anonim, 1994a).

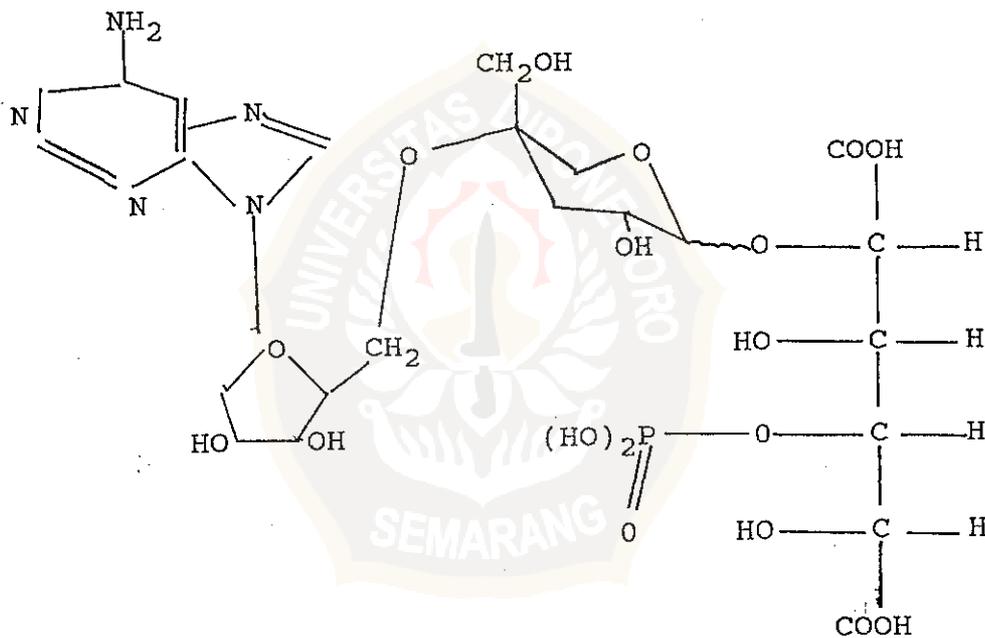
Beta eksotoksin diproduksi selama pertumbuhan bakteri dan dieskresikan keluar sel. Toksin ini termotoleran dan berpengaruh pada saat molting dan dapat membunuh larva maupun pupa (Sjamsuriputra, 1984; Anonim, 1994a).

Gamma eksotoksin juga diproduksi selama pertumbuhan bakteri dan dieskresikan keluar sel. Toksin ini juga merupakan suatu fosfolipida. Kerjanya mempengaruhi fosfolipida inangnya, diduga dapat melepaskan asam-asam lemak dan substansi-substansi fosfolipida dalam jaringan serangga sasaran (Sjamsuriputra, 1984).

Delta endotoksin dikenal pula sebagai kristal protein, karena bentuknya yang seperti kristal, walaupun bukan kristal dalam pengertian umum. Toksin ini dibentuk dari protein didalam sel dan baru keluar pada waktu sel mengalami autolisis. Efek langsung dari toksin ini menyebab-

kan suatu septisemia yang diakhiri kematian larva serangga sasaran (Anonim, 1994b). Masing-masing toksin ini mempunyai kisaran serangga yang berbeda. Alfa eksotoksin mempengaruhi larva Hymenoptera, beta eksotoksin dapat membunuh ordo Diptera dan sebagian ordo Lepidoptera dan delta endotoksin menyerang serangga dari ordo Lepidoptera (Sjamsuriputra, 1984 Anonim, 1994b).

Quraishi, 1977 mengemukakan struktur kimia toksin dari *B. thuringiensis* sebagai berikut :



Gambar 4 : Struktur kimia toksin *B. thuringiensis* (Quraishi, 1977).

B. thuringiensis menyerang serangga sasaran melalui racun perut. Kematian serangga disebabkan *B. thuringiensis* masuk dan merusak usus inangnya.

Bakteri yang termakan, didalam perut serangga (larva) akan mengalami lisis sehingga kristal protein endotoksin dan spora dapat keluar dari selnya. Kristal protein yang bersifat protoksin ketika masih berada dalam sel bakteri akan dirombak menjadi toksin aktif didalam usus tengah larva ("midgut") dengan bantuan enzim protease (tripsin) yang disekresi oleh alat pencernaan larva, Dalam suasana alkalis, toksin ini akan melisiskan epitel dinding usus dan akhirnya larva mengalami kematian (Burgeus dan Hussey, 1971). Apabila biakan *B. thuringiensis* yang telah mengalami sporulasi diberikan kepada serangga, satu diantara tiga akibat utamanya akan terjadi, tergantung pada sulit tidaknya serangga tersebut diserang dan tergantung juga pada dosis yang diberikan. Akibat yang ditimbulkan :

- a. Serangga-serangga yang diracuni oleh kristal-kristal beracun, menjadi lumpuh, diperlihatkan dengan adanya perubahan patologis pada jaringan-jaringannya, dan kemudian akan mati sebelum pertumbuhan bakteri yang sesungguhnya ataupun infeksi yang terjadi oleh bakteri.
- b. Serangga-serangga menunjukkan tanda-tanda keracunan (antara lain berhenti makan) dan rusaknya epithelium usus tengah yang

memungkinkan masuknya bakteri dalam darah dan berakibat suatu septisemia yang mematikan dengan atau tanpa terjadinya pertumbuhan bakteri sebelumnya didalam perut serangga.

- c. Serangga-serangga relatif tidak rusak oleh kristal, tetapi dapat mati, bila haemocoelnya terkena racun protein, sehingga menimbulkan suatu septisemia (De Barjac dan Bennefoi, 1962 dalam Huffaker dan Messenger, 1976).

Pada umumnya serangga yang peka terhadap *B. thuringiensis* memiliki pH 10 - 12 di dalam pencernaannya. Pada kisaran pH tersebut kristal protein akan larut dan bekerja sebagai toksin (Carlton dan Gonzales, 1985).

B. thuringiensis memiliki banyak (varietas) dan tiap subspecies tersebut mempunyai daya bunuh yang berbeda. Namun hanya subspecies tertentu yang berguna melindungi tanaman yang dipakai sebagai bioinsektisida. Setiap varietas *B. thuringiensis* memiliki kisaran daya bunuh yang terbatas terhadap jenis golongan serangga tertentu. *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* dan var. *Israelensia* adalah varietas yang sudah banyak diteliti dan dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hama tanaman *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* merupakan organisme penting pertanian karena kemampuannya membunuh

larva Lepidoptera sedangkan var. *Israelensia* mempunyai kemampuan membunuh serangga Diptera (Anonim, 1994a). Diantara belasan bioinsektisida dari agensia *B. thuringiensis* yang terdaftar di dunia, di Indonesia hanya terdapat dari golongan var. Kurstaki dengan nama dagang Dipel, Thuricide dan Bactospine (Arifin, 1994 dalam Anonim, 1994b).

3. Aplikasi *B. thuringiensis*

Walaupun aman, *B. thuringiensis* harus digunakan secara hati-hati. Efektifitasnya hanya 1 - 4 hari setelah penyemprotan. Umumnya *B. thuringiensis* hanya membunuh serangga pada stadia larva. Bila penyemprotan terlalu dini akan mematikan telur serangga, padahal telur tidak memakan tanaman, sehingga pemakaian bioinsektisida tidak efisien. Oleh karena itu saat penyemprotan yang paling tepat pada saat pertama kali terlihat larva serangga muncul (Johnson 1984 dalam Anonim, 1994b) *B. thuringiensis* sebagian besar dikemas dalam bentuk cair yang bisa diencerkan dan dimasukkan dalam sprayer, sedang yang lain berupa bubuk yang dicampurkan air sebelum diaplikasikan, misalnya produk yang bermerek dagang Thuricide. *B. thuringiensis* dalam bentuk kemasan cepat terurai dalam air ataupun terkena cahaya, sehingga penyemprotan harus lebih sering agar efektifitasnya

tinggi. *B. thuringiensis* bisa disemprotkan pada pagi atau sore hari karena siang hari *B. thuringiensis* akan cepat rusak terkena sinar matahari. Bioinsektisida ini dapat disimpan pada tempat yang sejuk dengan suhu sekitar 21°C (Anonim, 1994a). Thuricide ini efektif digunakan pada hama beberapa tanaman pertanian (Tabel 1).

Tabel 1 : Efektifitas *B. thuringiensis* var. kurstaki pada hama tanaman pertanian (Wudianta, 1992).

| Hama | Inang | Konsentrasi | 200-400 l/ha |
|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|
| * <i>Plutella xylostella</i> | kubis | 3-4 gr/lt | 200-400 l/ha |
| * <i>Setora nitens</i> | kelapa sawit | 1-2 gr/lt | 200-400 l/ha |
| * <i>Chilo sacchariphagus</i> | tebu | 2-3 gr/lt | 200-400 l/ha |

4. Keuntungan penggunaan *B. thuringiensis*

Menurut Huffaker dan Messenger, 1976, keuntungan menggunakan bakteri *B. thuringiensis* sebagai entomopatogen adalah :

- a. Relatif lebih aman karena tidak mencemari