

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Insektisida Alami

Pengendalian kimiawi merupakan pengendalian jasad pengganggu yang sampai saat ini dianggap paling ekonomis. Cara penggunaannya yang mudah, harga yang relatif murah, hasil yang dengan cepat dapat segera terlihat adalah kelebihan pengendalian jasad pengganggu dengan menggunakan bahan kimia. Sifat-sifat kemudahan diatas terutama dimiliki oleh bahan - bahan pestisida sintetik (Martono, 1993).

Sebelum revolusi hijau penggunaan insektisida berasal dari tanaman (insektisida alami) cukup memasyarakat dikalangan petani, namun semenjak revolusi hijau dilaksanakan penggunaan insektisida alami desak oleh insektisida sintetik dan berangsur-angsur nyaris lenyap sebagai akibat persaingan dengan insektisida sintetik.

Akhir-akhir ini baru disadari bahwa kerugian yang dialami pada penggunaan insektisida sintetik harus dicarikan jawaban yang lebih baik dan aman dari teknologi sebelumnya, khususnya dampak samping yang merugikan terhadap kesehatan dan lingkungan hidup

manusia secara umum. Sehingga insektisida sintetik yang merupakan komponen penting dalam pengendalian hama terpadu dapat dicarikan alternatif substitusinya (Kemala, Syafril dan Ludi, 1993).

Pemahaman terhadap ekologi dan ilmu-ilmu lingkungan saat ini mendorong kembali ditinjaunya pemanfaatan bahan tumbuhan sebagai insektisida. Penelitian tentang pemanfaatan bahan yang dimiliki aktivitas biologis terhadap jasad pengganggu setiap saat terus bertambah. Pendekatan-pendekatan yang dilakukan dalam mengendalikan jasad pengganggu tanaman dalam bidang pertanian misalnya, dikenal usaha Pengendalian Hama Terpadu, tidak lagi hanya mengutamakan pendekatan peningkatan produksi dan pemberantasan populasi jasad pengganggu. Pertimbangan keamanan dan kelestarian lingkungan memegang peranan semakin penting. Oleh karenanya insektisida kimiawi bukan lagi merupakan komponen pengendalian yang paling pokok melainkan satu saja dari beberapa komponen pengendalian yang mungkin diterapkan (Martono, 1993).

Dalam rangka pengadaan dan pemanfaatan insektisida botani ini, perlu diteliti potensi dan permasalahan pengembangan berbagai jenis tanaman penghasil

insektisida yang pernah digunakan, sedangkan yang belum pernah diusahakan perlu dijajagi kemungkinan pemanfaatannya. Usaha ini membuka peluang bagi para peneliti untuk kembali mengungkap rahasia alam, yaitu memanfaatkan produk tumbuhan yang diketahui dapat berfungsi sebagai insektisida yang sejak dulu telah digunakan oleh nenek moyang, dan bagi dunia bisnis, bila usaha ini telah berkembang akan memberi dampak terhadap peningkatan agroindustri di pedesaan, yang pada gilirannya akan memberi nilai tambah bagi pembangunan nasional (Kemala dkk, 1993).

Menurut George dan Sherrington (1984 dalam Mariani, 1990), beberapa fungsi dari metabolit sekunder yang telah diketahui adalah :

1. Berperan dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan.
2. Sebagai proteksi tanaman terhadap serangan mikrobia.
3. Membuat atau menyebabkan tanaman tidak enak dimakan bagi hewan pemakan daun.
4. Menarik hewan polinator tetapi menolak predator.
5. Berfungsi sebagai proteksi tanaman terhadap serangan atau gangguan serangga, sebagai insektisida.

Pertahanan tanaman terhadap serangan serangga secara kimia dapat bersifat toksik bagi serangga hama. Tumbuhan akan mengeluarkan toksik yang mampu meracuni pemakan atau penyerangnya. Sedangkan tumbuhan yang lain akan menghasilkan semua senyawa kimia yang mampu mengganggu siklus hidup serangga (hormon mimic, hormon antagonic), senyawa anti makan (antifeedant) atau memproduksi senyawa kimia yang bersifat memodifikasi perilaku serangga (penolak atau reppelant, penarik atau antractant) (Dahelmi, 1989).

Penggunaan bahan nabati sebagai bahan insektisida saat ini mulai dipertimbangkan kembali, beberapa diantaranya bahkan sudah mulai dipakai pada tingkat lapangan. Sesungguhnya banyak diantara bahan insektisida organosintetik yang dikembangkan dari produk nabati, seperti carbamat (Chrysanthemum), piretroid sintetik sedang dikenal juga telah banyak dipakai (nikotin dari *Nicotiana tabacum*, rotenon dari *Derris*).

Pertimbangan dipergunakannya kembali bahan nabati sebetulnya semula merupakan jawaban atas keinginan untuk kembali ke alam, ternyata akibat samping penggunaan bahan organik sintetik memiliki dampak

negatif yang amat luas. Dasar yang dijadikan pegangan adalah bahwa produk alami setidaknya lebih dekat dengan alam sehingga efek residu pendek, beberapa diantaranya memiliki efektifitas yang cukup tinggi kemudian diaplikasikan pada tingkat petani (Martono, 1994).

Untuk pengembangan tumbuhannya sendiri, Ahmed dan Grainge (1984) memberikan kriteria sebagai berikut: (i) sumber bahan merupakan tanaman tahunan sehingga tidak perlu ada penanaman kembali setelah diambil bahan mentahnya, (ii) tidak rusak / harus diganti setelah pemanenan bahan mentah dan (iii) memiliki nilai ekonomis tambahan misalnya sebagai tanaman pangan, obat, pakan atau tanaman industri.

Menurut Jacobson (1975), bahwa senyawa-senyawa aktif biologis selain bersifat racun atau toksin dapat pula mempengaruhi siklus hidup serangga hama. Kelompok senyawa tersebut disebut sebagai insektisida alami dan sering disebut sebagai senyawa pengendali jasad pengganggu alami. Akhir-akhir ini perhatian kembali terhadap senyawa anti makan mulai meningkat berkat penelitian dari Munukanta (1970).

Idealnya suatu senyawa anti makan dapat diserap dan diedarkan kedalam sistem tumbuhan, sehingga

tumbuhan dapat terlindung dari serangan serangga hama. Hal yang menarik dari senyawa anti makan adalah umumnya tidak bersifat fitotoksik dan tidak memperlihatkan gangguan fisiologis serta toksisitasnya rendah atau tidak ada sama sekali terhadap hewan vertebrata (Dahelmi, 1989).

Senyawa anti makan didefinisikan oleh Munukanta, Silvestien dan Nakajima, (1970), sebagai senyawa kimia yang menghambat proses makan tetapi tidak membunuh secara langsung. Serangga masih sering mendekati tumbuhan yang diperlukan tersebut dan bisa mati kelaparan. Sifat anti makan bukanlah senyawa pembunuh dalam arti sesungguhnya dan serangga tidak diusir atau dijauhkan dari makanan yang dibutuhkan tersebut.

Penggunaan senyawa anti makan sebagai pengendali hama tentunya memiliki keuntungan. Keuntungan dari senyawa tersebut diantaranya bersifat anti makan bagi serangga hama dan tidak toksik terhadap serangga lainnya yang berguna. Sebaliknya hanya serangga hama pemakan lapisan permukaan saja yang dapat dikendalikan (Tjokronegoro, 1987).

## B. Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumber Bahan

Menurut Sutisna, Hidayat, Widodo dan Didih, (1987), di Indonesia tercatat sekitar 54 jenis tumbuhan yang mengandung bahan insektisida, sebagian besar diantaranya pernah tercatat sebagai tanaman koleksi dikebun-kebun percobaan. Sedang di negara Pilipina, yang agroekologinya yang tidak jauh berbeda dengan Indonesia, tercatat tidak kurang dari 200 jenis tanaman yang diketahui mengandung bahan pestisida, 100 jenis diantaranya mengandung bahan aktif insektisida (Rejesus, 1987).

Indonesia dengan kekayaan alamnya yang tidak ternilai, memiliki lahan pertanian yang belum tergarap sangat luas dan potensial terutama diluar Pulau Jawa, sehingga bagi pengembangan suatu komoditas pertanian (termasuk tanaman insektisida) potensi lahan cukup. Demikian pula dengan kesesuaian lingkungan yang cocok bagi pertumbuhan tanaman insektisida, hal ini dapat ditunjukkan dengan banyaknya jenis tanaman insektisida yang tumbuh subur, baik yang telah diusahakan maupun yang belum diusahakan yang tumbuh liar di hutan dan di lahan pertanian lainnya (Sastrodiharjo, 1992).

Eksplorasi jenis-jenis insektisida baru yang sesuai lingkungan antara lain dilakukan dengan mencari tumbuhan yang mengandung bahan-bahan insektisida. Kegiatan eksplorasi saat ini mulai digiatkan lagi di negara-negara maju, antara lain karena diketahui bahan insektisida dari tumbuhan lebih mudah diuraikan menjadi baha-bahan yang tidak berbahaya. Kegiatan ini dimulai dari menguji kemampuan tumbuhan yang bersangkutan terhadap jasad-jasad pengganggu tanaman tertentu, mengekstraksi bahan yang bersifat insektisida dari bahan tumbuhan tersebut dan kemudian mengidentifikasi bahan-bahan itu (Martono, 1993).

Eksplorasi bahan serupa yang dilakukan di Indonesia dapat membantu inventarisasi kemampuan tumbuhan sebagai sumber bahan insektisida yang murah, mudah diperoleh, dan sesuai dengan lingkungan. Pada saat kemudian, identifikasi bahan akan dapat dilanjutkan menuju ke sintesisnya secara laboratoris sehingga jika diperoleh cara formulasi yang tepat, pengadaan bahan insektisida dari tumbuhan dapat ditingkatkan menjadi usaha industri. Namun pada tingkat awal, apabila cara aplikasi yang lebih mudah dan cukup manjur telah didapatkan serta tingkat biaya yang



dibutuhkan tidak mahal, tentunya pengembangan teknologi tepat guna dan ekonomis harus dijadikan pilihan. Kecenderungan untuk melakukan penelitian adaptatif memang ada, karena pengalaman dan bukti yang menunjukkan bahwa bahan yang hendak diadaptasi itu kelak memiliki kemampuan nyata tidaklah dapat diabaikan. Tetapi tentunya sumber bahan yang ada di dalam negeri juga memberikan kemungkinan untuk pengembangan bahan insektisida ( Martono, 1993 ).

Penelitian pernah dilaksanakan pada akhir tahun limapuluhan sampai dengan awal tahun enampuluhan. Hasil yang dicapai baru pada tahap awal (Anonim, 1987). Sejak tahun enampuluhan sampai dengan pertengahan tahun delapanpuluhan, pelaksanaan penelitian baru mengarah pada tahap pengembangan dan terhambat oleh gerakan revolusi hijau, karena penggunaan insektisida kimia atau sintetik yang dilaksanakan secara gencar. Dan baru pada awal tahun sembilanpuluhan, penelitian terhadap pemanfaatan dan penggunaan insektisida alami mendapat perhatian kembali, setelah dirasakan adanya dampak negatif terhadap lingkungan dari penggunaan insektisida sintesis tersebut.

Pelaksanaan penelitian terhadap pemanfaatan dan penggunaan insektisida alami yang terputus-putus tersebut menyebabkan informasi dan data yang dihasilkan belum dapat dijadikan dasar bagi pengembangan komoditas bahan insektisida. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian yang berkelanjutan dan terpadu, mulai dari aspek tanamannya sendiri sampai pada aspek pemasaran sehingga dapat ditentukan arah dan strategi dari pengembangan komoditas bahan insektisida secara jelas (Kemala dkk, 1993 ).

Eksplorasi bahan tumbuhan, terutama yang telah diketahui kemampuannya sebagai pengendali kehidupan serangga, sekitar 20 - 30 tahun terakhir ini memang mulai giat kembali dikembangkan di berbagai negara. Cara-cara penelitiannya, yang bertujuan mendapatkan bahan metabolik sekunder bioaktif, terutama terhadap serangga ( Mandhava, 1986 ). Kegiatan-kegiatan tersebut berdasarkan fakta dan pemahaman bahan insektisida sintetik hasil industri membawa akibat negatif yang berjangka panjang (Martono, 1993).

Revolusi hijau telah dapat meningkatkan produksi pangan. Salah satu komponen yang berperan dalam menunjang kesuksesan produksi tersebut adalah peranan

dari insektisida sintetik. Pemakaian insektisida ini ternyata mempunyai daya bunuh terhadap hama dan penyakit cukup luas sehingga bukan khasiatnya yang dapat dinikmati akan tetapi efek samping dari penggunaan bahan insektisida sintetik juga dapat dirasakan antara lain resurgensi, resistensi dan banyaknya residu yang masih tersisa pada produk yang siap dipakai. Dengan kata lain telah mencemari lingkungan hidup manusia. Disamping menimbulkan dampak terhadap lingkungan, juga penggunaan insektisida sintetik selama dua dasawarsa terakhir ini telah berakar terhadap kebiasaan petani dalam pengendalian hama dan penyakit yang menyerang pada komoditas pertanian yang diusahakan. Kebiasaan ini didorong oleh keinginan hasil pertanian yang berlebihan. dan produk tinggi, mutu harus prima dan penampilan harus menarik, sehingga menyebabkan petani berusaha melindungi tanamannya dari gangguan hama dan penyakit semaksimal mungkin tanpa kontrol (Kemala dkk, 1993).

Dengan semakin diperketatnya kebijaksanaan dalam penggunaan insektisida di Indonesia, maka penelitian-penelitian tersebut mendapat peran penting sebagai penelitian yang berusaha mencari alternatif

baru disamping penggunaan insektisida sintetik. Eksplorasi bahan tumbuhan juga berarti inventarisasi sumber daya terbaru, yang lebih memberi jaminan kelestarian lingkungan dibanding misalnya produksi agrokimia,. Sebagai suatu negara tropis dengan keanekaragaman tumbuhan yang amat tinggi, kekayaan flora Indonesia memiliki potensi sangat besar untuk pemanfaatan bahan insektisida alami dari tumbuhan (Martono, 1993 ).

Usaha-usaha demikian pada umumnya langsung mengarah pada masalah pemanfaatan bahan tumbuhan yang bersangkutan. Masalah-masalah lain seperti budidaya, perlindungan dari jasad pengganggu, pemuliaannya untuk mendapatkan jenis-jenis yang menghasilkan metabolit sekunder secara optimal atau pelestarian plasma nutfahnya belum banyak diteliti. Apabila pemanfaatannya saja yang ditekankan, maka jaminan akan mendapatkan bahan tumbuhan yang secara ekonomis memang agak sulit terlaksana. Langkah dalam pemanfaatan ini, pembudidayaan atau pelestariannya barangkali masih dianggap sebagai langkah yang dilakukan setelah pemanfaatan terbukti secara ekonomis amat menguntungkan ( Priyono, 1993 ).

Sesungguhnya memang dapat dipahami, meski diketahui pula bahwa kandungan bahan metabolit sekunder yang bersifat bioaktif umumnya masih rendah ( Mandhava, 1986).

Artinya untuk mendapatkan jumlah bahan bioaktif yang memadai dibutuhkan jumlah bahan mentah cukup banyak. Tanpa usaha-usaha budidaya maka jenis-jenis tumbuhan yang aktifitasnya tinggi, namun langka ( *Derris sp* misalnya saat ini sudah sulit dicari ) akan dengan mudah menjadi lebih langka lagi.

Ada beberapa jenis insektisida botani yang telah lama dikenal dan dikembangkan adalah :

#### 1. Nikotin

Tembakau mengandung nikotin yang telah lama dimanfaatkan sebagai bahan insektisida alami yaitu sebagai racun kontak dan racun perut. Nikotin untuk pertama kali dipakai sebagai insektisida pada tahun 1763. Nikotin didapatkan dari *Nicotiana tabacum* dengan kadar nikotin 2-5 % dan *Nicotiana rustica* dengan kadar nikotin 5-14 % . Nikotin umumnya terdiri atas 97% alkaloid dari tembakau yang diperdagangkan. Meskipun nikotin sangat beracun

terhadap serangga hama tapi kurang banyak digunakan disebabkan oleh :

- Cepat menguap dan terurai
- Bau tidak enak
- Aktivitas terbatas pada serangga hama yang kecil-kecil saja, bertubuh lunak seperti *Aphid*.

## 2. Rotenon

Tanaman yang mengandung rotenon dapat digunakan untuk meracuni ikan pada beberapa negara. Sumber ekonomi yang penting dari rotenon berasal dari *Derris elliptica* dan *Derris malaccensis*. Kebaikan dari insektisida ini adalah bahwa insektisida ini sangat aktif sebagai racun kontak dan racun perut terhadap berbagai spesies serangga hama.

## 3. Piretrum

Piretrum ditemukan dalam bunga tanaman *Chrysanthemum cinerarifolium* dari famili Compositae. Senyawa alamiah ini telah digunakan untuk memberantas serangga hama di Asia Tenggara. Piretrum untuk pertama kali digunakan tahun 1800, yang di ekstrak dari bunga *C.cinerarifolium*. Piretrum berisi 20-30 % bahan aktif, tetapi setelah difiltrasi dan di ekstraksi kembali konsentrasinya 90-100 % bahan

aktif. Setelah perang dunia kedua penggunaan dari piretrum terdesak oleh bahan pestisida sintetik. Namun penggunaan piretrum meningkat kembali setelah ternyata hama-hama berkembang menjadi resistensi terhadap bahan insektisida sintetik. Bahan insektisida piretrum dapat digunakan untuk mengendalikan serangga rumah, hama gudang dan hama pada sayuran dan buah-buahan. Kelebihan dari piretrum adalah tidak mempengaruhi spesies musuh alami tertentu, tidak membahayakan lebah yang berguna, burung, ikan, binatang-binatang besar dan manusia. Kelemahannya adalah piretrum dalam formulasi hembusan kadang dapat menimbulkan reaksi alergi tapi gejala itu segera menghilang setelah insektisida tersebut disingkirkan (Baehaki, 1993).

### C. *Plutella xylostella*

#### 1. Sistematika

Kedudukan dari ulat daun kubis *P. xylostella* dalam sistematika menurut Kalshoven (1981) adalah :

Kingdom : Animalia  
Phylum : Arthropoda  
Kelas : Insekta  
Ordo : Lepidoptera  
Famili : Plutellidae  
Genus : *Plutella*  
Spesies : *Plutella xylostella*

#### 2. Morfologi

Imago (Gambar 02. a,b,c) berwarna coklat keabuan dan pada sayapnya terdapat dua pasang. Sayap belakang transparan sedang kedua sayap depan terdapat tiga buah titik yang berbentuk segitiga berwarna kuning pucat. Bila sayap dalam keadaan tertutup atau pada posisi istirahat, titik segitiga tersebut menyerupai sisi - sisi dari berlian. Ciri yang khas tersebut membuat serangga ini disebut "*Diamondback Moth*". Di kedua pasang sayap terdapat bulu-bulu yang cukup panjang dibagian sisi. Tubuh secara keseluruhan



panjangnya 9 mm, sedang panjang bentangan sayap dapat mencapai 15 mm (Hill, 1979).

### 3. Siklus hidup

Selama hidupnya serangga *P. xylostella* (Gambar 01) dapat mengalami metamorfosis lengkap dengan beberapa kali perubahan stadia yaitu stadia telur, larva, pupa dan imago. Perkembangan dari masing-masing stadia dipengaruhi oleh keadaan iklim disekitarnya. Makin tinggi suhu udara sekitarnya maka makin pendek berlangsungnya perkembangan tiap stadia. Di daerah dataran rendah sampai ketinggian 250 m diatas permukaan air laut, maka daur hidup ulat kubis lebih pendek bila dibandingkan dengan di daerah dataran tinggi yang bersuhu rendah (Anonim, 1989).

Telur. Telur (Gambar 02.d) berbentuk oval dan berwarna keabu-abuan sampai kekuning-kuningan. Telur yang baru saja diletakkan pada daun berwarna kuning pucat, kemudian berubah menjadi coklat keabuan. Lama perkembangan dari stadia telur adalah  $\pm$  3 hari. Ukuran telur dengan lebar 0,26 mm dan panjang 0,48 mm.

Larva. Larva (Gambar 02.e) yang baru saja menetas dari telur berukuran kecil dengan kepala berwarna

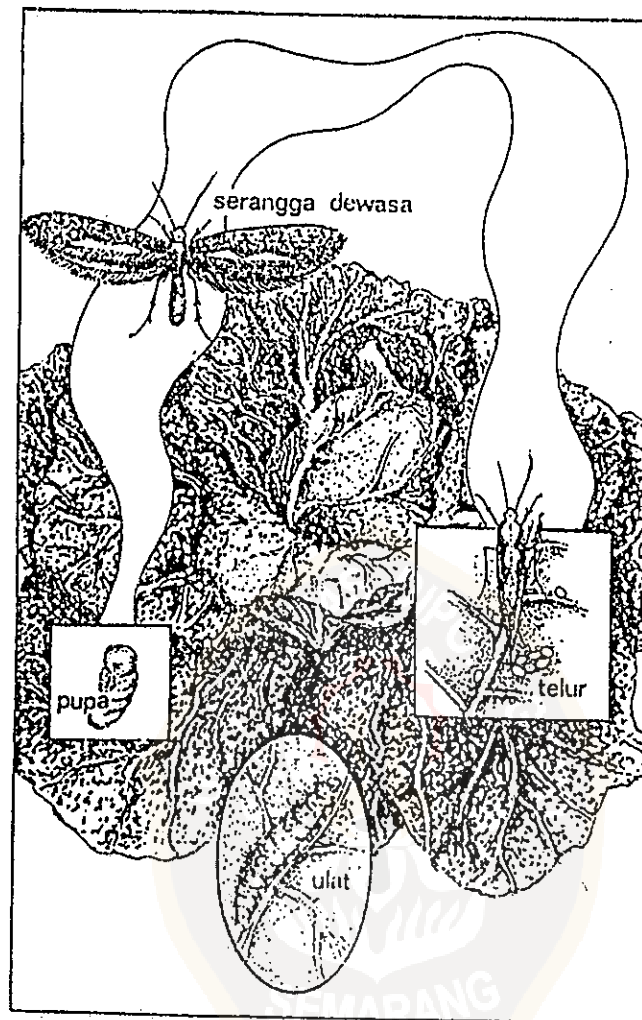
berwarna gelap. Selama berbentuk larva mengalami 4 stadia yang biasanya meliputi stadia larva instar satu dengan lama perkembangan 2-3 hari, larva instar dua lama perkembangannya selama 2-3 hari, dan larva instar ketiga lama perkembangannya selama 2-3 hari serta larva instar keempat lama perkembangannya  $\pm$  3 hari. Jadi waktu yang diperlukan untuk perkembangan selama stadia larva adalah  $\pm$  12 hari. Larva berbentuk bulat panjang dengan ukuran panjang tubuh 0,75 - 1,0 cm. Tubuh larva berwarna hijau kekuningan sampai hijau tua dengan kepala terdapat bintik-bintik. Ulat ini sering bersembunyi dibagian bawah daun. Bila keempat stadia tersebut telah selesai segera akan membentuk kepompong yang berwarna abu-abu keputihan. Kepompong ini dibentuk dalam waktu 24 jam selanjutnya akan berubah menjadi pupa.

Pupa. Pupa (Gambar 02.f) terbangkus dalam selubung yang terbuat dari jalinan benang, ukuran pupa dengan panjang  $\pm$  9 mm. Kokon berukuran 4 x 10 mm, dengan kedua ujungnya terbuka yang berfungsi sebagai keluarnya imago. Stadium pupa berlangsung

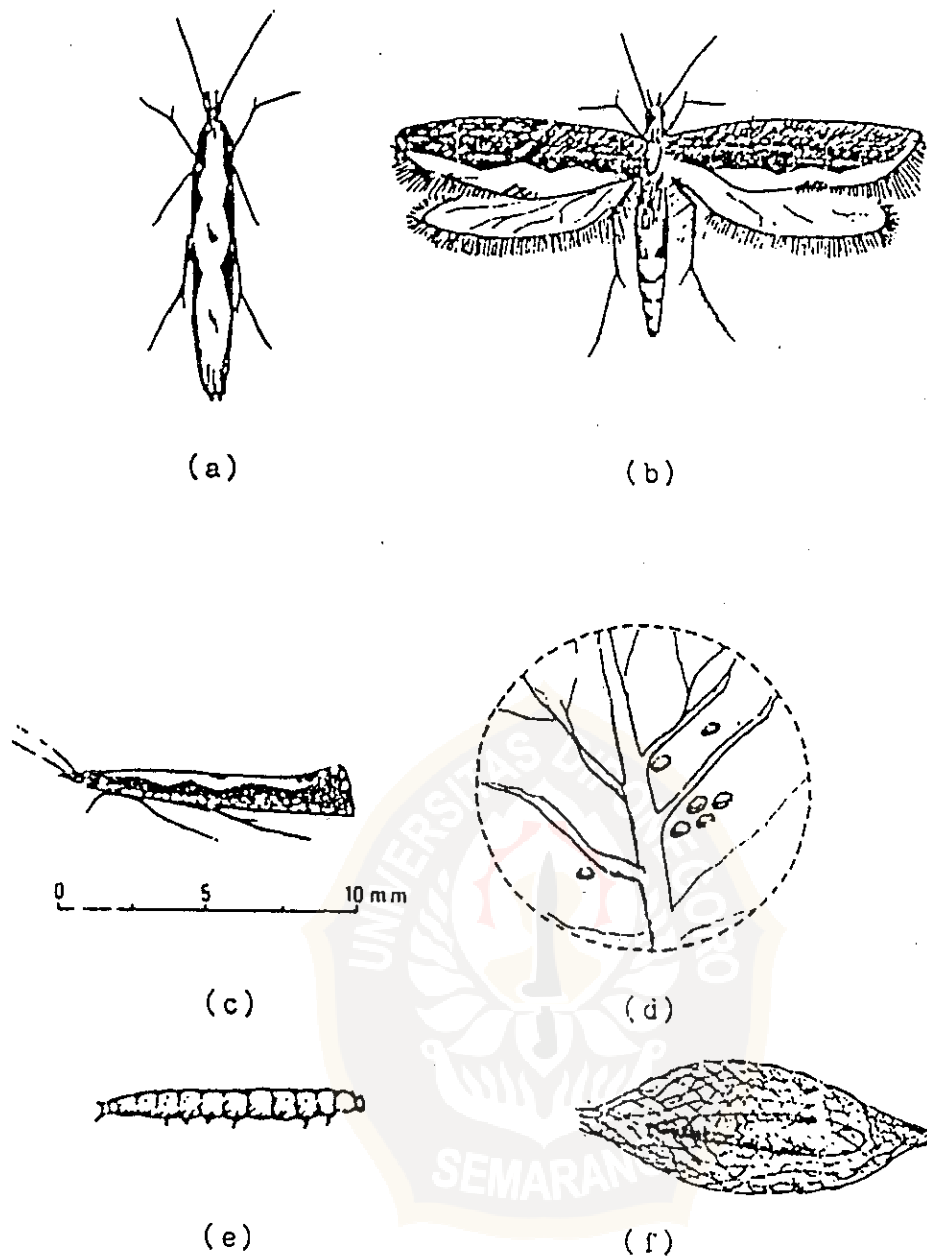
selama 4 - 6 hari, kemudian pupa akan berkembang menjadi kupu-kupu yang berusia  $\pm$  20 hari.

Imago. Imago (Gambar 02. a,b,c) berwarna coklat kelabu dan mempunyai dua pasang sayap. Sayap belakang kelihatan transparan, sedang pada kedua sayap depan terdapat tiga buah titik yang berbentuk segitiga berwarna kuning pucat (Kalshoven, 1981).





Gambar 01. Siklus hidup *P. xylostella* (Anonim, 1989)



Gambar 02. *Plutella xylostella* (Kalshoven, 1981)

- a, c : Imago pada posisi istirahat
- b : Imago dengan sayap terbentang
- c : Telur di antara tulang daun
- e : Larva
- f : Pupa

#### D. *Lantana camara*

##### 1. Sistematika

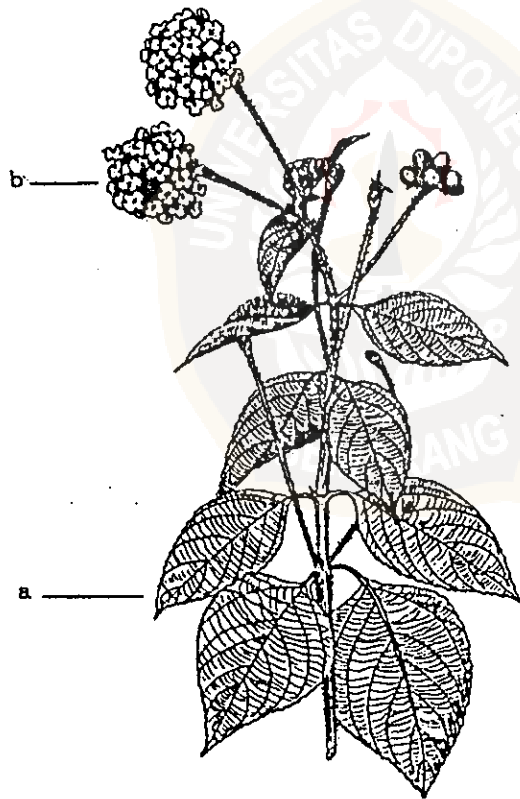
Kedudukan dari tanaman *L. camara* dalam sistematika menurut Tjitrosoepomo (1989) adalah sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Gymnospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub kelas	: Sympetalae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Verbenaceae
Genus	: <i>Lantana</i>
Spesies	: <i>Lantana camara</i>

##### 2. Morfologi

Salah satu jenis tanaman yang mengandung bahan insektisida botani adalah tanaman *Lantana camara*. Secara sistematika *L. camara* termasuk dalam famili Verbenaceae dengan ciri-ciri morfologi sebagai berikut batang berbentuk segi empat, berbulu dan ada yang berduri. Daun berbentuk bulat telur, bergerigi dengan bagian pangkal tumpul dan ujungnya meruncing. Daun bila diremas akan mengeluarkan bau yang khas

yaitu seperti bau kotoran ayam maka disebut pula tanaman tembelekan. Tanaman berupa perdu yang tumbuh merambat atau tumbuh tegak. Bunga berbentuk tabung lonceng dengan 3-5 karangan. Warna bunga ada yang merah, kuning dan putih. Buah pada waktu muda berwarna hijau setelah tua berwarna biru kehitaman. Penyebaran tanaman *L. camara* kebanyakan didapatkan di daerah tropik dan tumbuh baik di daerah dataran tinggi (Tjitrosoepomo, 1989).



Gambar 03. *Lantana camara* (Tjitrosoepomo, 1989)

Keterangan : a. daun

b. bunga

### 3. Kandungan Bahan Kimia

Senyawa kimia yang terdapat pada daun *L. camara* (tembelean) adalah alkaloid. Alkaloid merupakan suatu golongan senyawa organik yang terbanyak ditemukan di alam. Hampir seluruh alkaloid berasal dari tumbuhan dan tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Senyawa alkaloid paling sedikit mengandung sebuah atom nitrogen.

Hampir semua alkaloid yang ditemukan di alam mempunyai keaktifan fisiologis, ada yang bersifat racun, ada pula yang berguna dalam pengobatan. Alkaloid dapat ditemukan pada berbagai bagian tumbuhan seperti pada daun, ranting dan biji. Kandungan alkaloid pada tumbuhan tahunan seperti pada tembelean  $\pm 10 - 15 \%$ .

Senyawa alkaloid pada tumbuhan *L. camara* bersifat anti makan bagi serangga yang menghambat makan dari serangga. Serangga akan kelaparan dan mati dalam keadaan makanan yang cukup. Senyawa 4-(dimethyl-triazeno)-acetenilidine dari golongan alkaloid juga bersifat sebagai anti makan dan mampu menghambat makan pada ulat grayak tetapi kurang



efektif pada tungau. Alkaloid pada tanaman tembelekan juga mampu mengendalikan *Dysdercus cingulatus* (Baehaki, 1993).

