

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Tanaman Nimba (*Azadirachta indica* Juss)

1. Sistematika.

Menurut Galih (1991), tanaman nimba mempunyai kedudukan sistematika sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae (Magnoliopsida)
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Sapindales
Famili	: Meliaceae
Genus	: <i>Azadirachta</i>
Spesies	: <i>Azadirachta indica</i> Juss

2. Ciri-ciri Umum.

Nimba adalah tanaman tropik, termasuk famili *Meliaceae* yang banyak menawarkan kegunaan bagi manusia melalui penggunaan yang efektif dari berbagai bagian tanamannya (Larson, 1993). Di Indonesia tanaman nimba banyak tumbuh di daerah Jawa Timur. Menurut Grainge dan Ahmed (1986), tanaman nimba termasuk tanaman perenial, dapat hidup pada ketinggian 1 – 3000 meter di atas permukaan laut. Menurut Jaya (1998), tanaman nimba tahan tumbuh di

daerah kering yang curah hujannya hanya 300 mm per tahun, bahkan di lahan marginal pun nimba dapat tumbuh.

Batang. Tanaman nimba berupa pohon, tingginya mencapai 8 – 15 meter, diameter batangnya dapat mencapai 1 meter. Kulit batang yang tua kasar, beralur membujur; percabangannya banyak (Galih, 1991).

Daun. Nimba berdaun majemuk tersusun spiral, terkumpul rapat pada ujung rantingnya. Helai anak daunnya berjumlah 8 – 16 helai. Anak daunnya melengkung ke arah sisi luar atau sisi bawah. Pinggiran daunnya bergerigi dengan pangkalnya yang runcing, asimetris; dan ujungnya runcing atau hampir meruncing. Permukaan daun licin atau hampir licin. Panjang anak daun berkisar antara 3 – 10,5 cm dan lebarnya 0,5 – 3,5 cm; panjang tangkai daunnya antara 1 – 3 mm. Kanopinya berbentuk payung yang rimbun, rindang (Galih, 1991).

Bunga. Bunga nimba berbentuk malai, tumbuh di ketiak-ketiak daun paling ujung, panjang berkisar antara 5 – 30 cm, licin atau berambut pendek halus. Bunga berbau harum, berwarna putih. Di pulau Jawa pohon nimba berbunga pada bulan Maret – Desember; sedang di India masa berbunganya pada bulan Januari – Mei, dan buahnya masak pada bulan Mei – Agustus (Galih, 1991).

Buah. Buah nimba merupakan buah drupa berbentuk memanjang, licin, berwarna hijau kekuning-kuningan, panjangnya 1,5 – 2 cm, berisi 1 biji berkayu, dengan suatu kantung ujung, terdiri dari 1 ruangan. Produksi buah dalam 4 – 5 tahun dan menjadi lebih produktif pada umur 10 tahun; tanaman ini dapat hidup lebih dari 200 tahun. Tumbuhan dewasa dapat menghasilkan buah sebanyak 30 – 50 kg setiap tahun (Galih, 1991). Menurut Ketkar (1976 dalam Suwitaningsih, 1996), bahwa buah nimba berwarna hijau ketika muda dan kuning

kehijauan setelah matang. Komposisi buah nimba terdiri dari : 23,8 % kulit, 47,5 % daging buah, 18,6 % tempurung dan 10,1 % biji.

3. Bahan Senyawa Bioaktif.

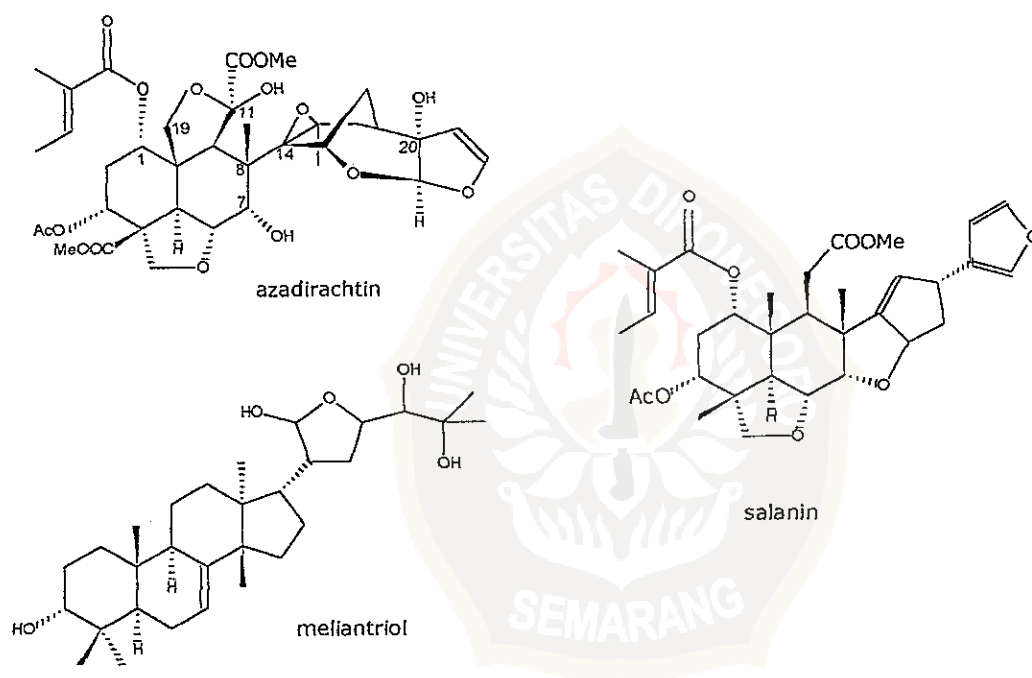
Senyawa bioaktif yang terdapat pada nimba terdiri dari berbagai macam komponen yang telah pernah diekstraksi para ahli seperti : minyak nimba (neem oil), berbagai jenis asam lemak, senyawa nimbin, nimbinin, nimbidin, nimbilide, quercetin, sitosterol. Ditemukan pula senyawa nimbalins A, nimbalins B, azadirachtin, desacetylnimbin, 22,23-dihidro-23b-metoxymargocinolide, nimocinolode, isonimocilonode, isonimbocinolide, desacetylnimbinolide, desacetylisonimbinonide, triterpenoida, deacetylazadirachtol, dan meliantriol.

Bahan senyawa aktif lainnya terdapat juga seperti : azaradion, azdiradion, 14-epoxyazaradion, gedunin, nimbinem, 6-deacetylnimbinen, salanin, 3-deacetylsalannin, dan alkanes. Bahan senyawa bioaktif ini terutama terdapat pada buah, biji, dan daun-daunnya yang berupa beberapa senyawa triterpenoids, antara lain tetranortri terpenoids dan salah satu gugusannya adalah berupa azadirachtin. Azadirachtin ini strukturnya menunjukkan adanya beberapa persamaan dengan hormon-hormon steroid yang berperan dalam proses produksi dan mengatur proses pertumbuhan pada serangga., seperti juga pada mamalia dan diperkirakan dapat berpengaruh pula pada pertumbuhan gonade dari hewan-hewan yang lebih tinggi.

Azadirachtin merupakan insektisida yang paling potensial dan berfungsi sebagai "antifeedant" dan pengatur pertumbuhan, sehingga dapat menghambat proses pertumbuhan serangga. Azadirachtin ini terdiri dari gugusan atau

komponen-komponen azadirachtin A dan azadirachtin B yang merupakan komponen terbesar dan azadirachtin C serta azadirachtin D yang jumlah prosentasenya lebih kecil (Galih, 1991).

Bahan senyawa bioaktif yang terdapat dalam nimba cukup kompleks, tetapi menurut Jones (1989, dalam Jacobson, 1990), hanya terdapat tiga senyawa yang menunjukkan adanya senyawa yang bersifat insektisidal yang tinggi yaitu : azadirachtin, salanin dan meliantriol. Rumus bangun dari ketiga senyawa tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 01. Rumus bangun senyawa azadirachtin, salanin dan meliantriol (Anonim, 1992)

B. Biologi Serangga *Heliothis armigera* Hubner

1. Sistematika.

Menurut Borror *et al.* (1992), *H. armigera* mempunyai kedudukan sistematika sebagai berikut :

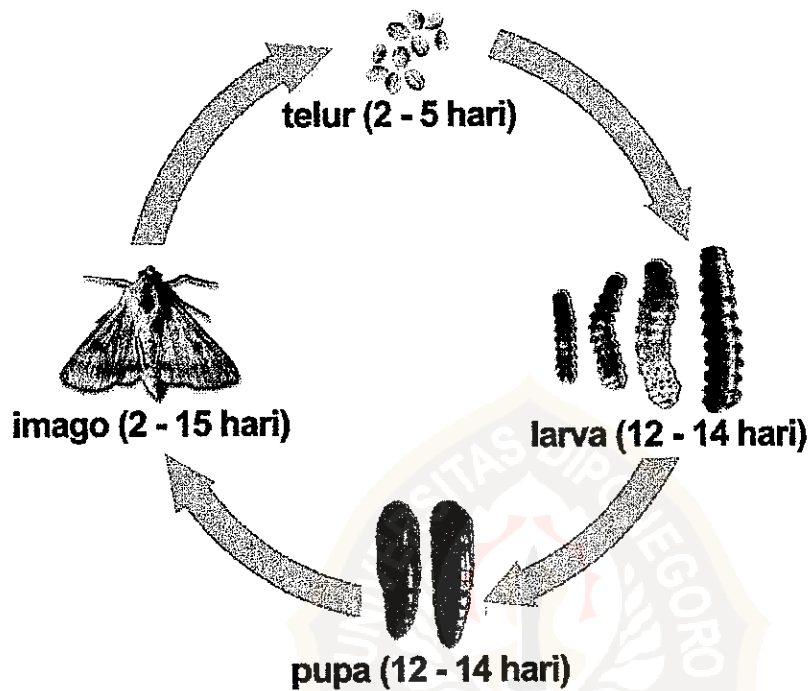
Divisi	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Sub Kelas	: Pterygota
Ordo	: Lepidoptera
Sub Ordo	: Frenate
Famili	: Noctuidae
Sub Famili	: Noctuinae
Genus	: <i>Heliothis</i>
Spesies	: <i>Heliothis armigera</i> Hbn

2. Distribusi.

Distribusi serangga ini sangat luas di seluruh dunia, baik di daerah-daerah beriklim tropika maupun sub tropika (David, 1976 dalam Istiadi, 1998). *H. armigera* terkenal sebagai perusak tanaman jagung baik yang terdapat di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Bagian tanaman jagung yang dirusaknya terutama adalah buahnya. Selain merusak tanaman jagung juga merusak tanaman tomat, sorghum, kacang polong, kacang panjang dan yang sejenis (Kartasapoetra, 1987). Bahkan menurut Metcalf and Metcalf (1993), di Amerika rata-rata tanaman jagung yang dimakan oleh hama *H. armigera* mencapai 810.000 Ha setiap tahunnya.

3. Siklus Hidup.

Menurut Grzimek (1975), serangga *H. armigera* mengalami metamorfosis sempurna. Serangga ini mengalami pergantian bentuk selama perkembangan pasca embrio yaitu melalui stadia telur, larva, pupa dan imago.



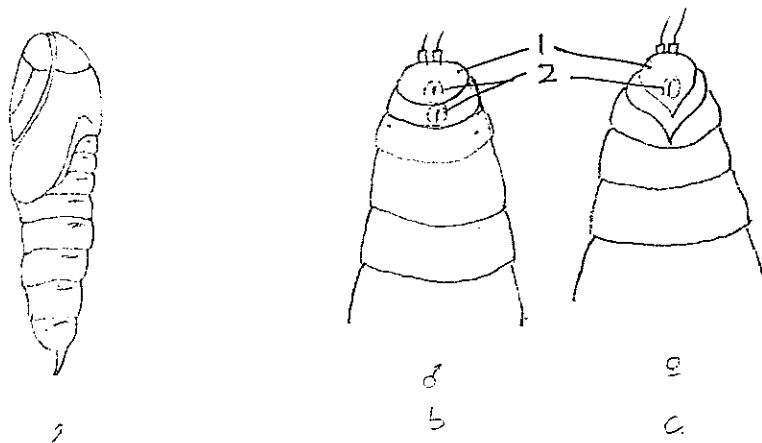
Gambar 02. Siklus hidup serangga *H. armigera*

Stadia Telur. Telur dihasilkan oleh ngengat *H. armigera* betina. Banyaknya telur yang dapat dihasilkan ngengat betina berkisar antara 500 hingga 3000 butir telur dengan rata-rata diatas 1000 butir. Telur berbentuk bulat agak lonjong dengan ukuran panjang 0,049 mm dan lebar 0,47 mm, diletakkan pada daun atau rambut buah pada tanaman jagung. Telur berwarna krem, kemudian berubah menjadi gelap apabila akan menetas. Lama penetasan telur adalah 2 – 5

hari (Metcalf and Metcalf, 1993). Telur-telur yang dihasilkan ngengat tidak semuanya menetas. Telur yang tidak menetas pada umumnya berwarna kecoklatan dan tidak mempunyai bintik mata (Anonim, 1988 dalam Rahayu, 1995).

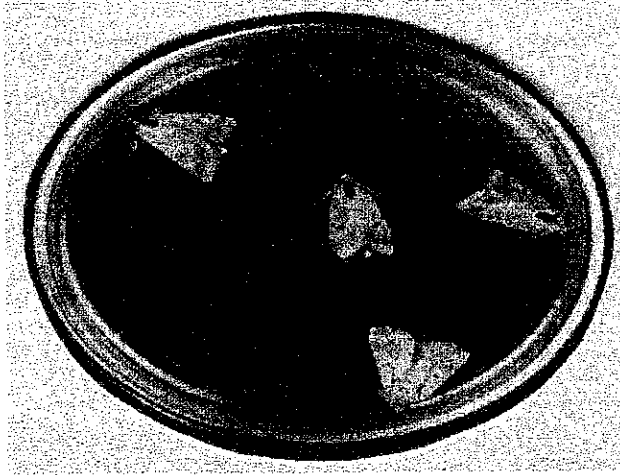
Stadia Larva. Larva yang baru keluar dari telur panjangnya mencapai 1,44 mm, berwarna putih kekuningan dengan kepala berwarna hitam. Larva memiliki rambut yang pendek pada permukaan tubuhnya (Anonim, 1992). Larva muda ditemukan di daun atau di rambut jagung, sedangkan larva yang lebih tua biasanya ditemukan di dalam buah. Larva yang tumbuh sempurna mempunyai panjang 34,5 mm dan mempunyai warna bervariasi dari hijau kekuningan, hijau kecoklatan sampai hitam dan dilengkapi garis-garis lateral dan bintil-bintil hitam yang ditumbuhi rambut. Mulai instar ke tiga biasanya bersifat kanibal (Kalshoven, 1981). Lama stadia ulat kurang lebih 12 – 14 hari.

Stadia Pupa. Pupa berwarna kemerahan atau coklat cerah mengkilat. Sedangkan pupa yang hampir menjadi ngengat berwarna gelap. Pupa mempunyai ukuran panjang 15 – 22 mm dan lebar 4 – 6 mm. Serangga *H. armigera* mempunyai pupa tipe obtek (Borrer *et al.* 1992). Pada stadia pupa, individu jantan dan betina mudah dibedakan. Individu jantan, pada kedua segmen terakhir masing-masing terdapat lubang berbentuk bulat agak lonjong, sedangkan individu betina hanya pada segmen terakhir saja yang mempunyai lubang berbentuk bulat. Lama stadia pupa ini adalah 12 – 14 hari. Setelah stadia pupa, akan keluar menjadi stadia dewasa (ngengat).



Gambar 03. Pupa *H. armigera*
 Keterangan : a. Pupa *H. armigera*, tipe obtek
 b. Pupa *H. armigera* jantan
 c. Pupa *H. armigera* betina
 1. Segmen terakhir pada pupa
 2. Ciri khas yang membedakan jenis kelamin

Stadia Ngengat. Ngengat *H. armigera* mempunyai panjang tubuh 20 – 50 mm. Warna pada bagian punggung kecoklatan dengan bulu halus. Warna sayap luar kecoklatan dan kelihatan tebal dengan beberapa bintik berwarna hitam. Sayap dalam lebih transparan, berwarna coklat muda dengan venasi sayap yang lebih jelas. Rentangan sayapnya 30 – 40 mm. (Subiyakto dan Karton, 1988 dalam Rahayu, 1995). Sayap ngengat jantan berwarna coklat suram dengan bintik gelap, bulat yang terdapat pada pusat sayap. Sedang sayap ngengat betina berwarna coklat cerah dan tidak mempunyai bintik gelap, bulat pada pusat sayapnya. Abdomen ngengat betina cenderung lebih besar menggelembung, sedangkan pada ngengat jantan cenderung lebih kecil dan ramping (Anonim, 1988; Gothama, 1988 dalam Rahayu, 1995).



Gambar 04. Ngengat *H. armigera* Hbn.

Keterangan : a. jantan
b. betina

C. Metamorfosis Serangga

Banyak serangga berganti bentuk selama perkembangan pasca embrio, perubahan ini disebut metamorfosis. Beberapa serangga mengalami sangat sedikit perubahan dalam bentuk, dan yang muda dengan yang dewasa sangat mirip kecuali mengenai ukuran. Pada kasus lain, yang muda dan yang dewasa sangat berbeda dalam rupa maupun dalam hal bentuk.

Ada sedikit keragaman dalam metamorfosis yang terjadi dalam kelompok-kelompok serangga yang berbeda. Menurut Borror *et al.* (1992), keragaman ini secara kasar dapat dikelompokkan menjadi dua tipe umum, yaitu : metamorfosis sederhana (tidak sempurna) dan metamorfosis sempurna. Pada metamorfosis sederhana, sayap-sayap (bila ada) berkembang di luar selama tahapan-tahapan pradewasa, dan biasanya tidak ada tahapan kepompong (pupa) sebelum pergantian kulit berakhir. Pada metamorfosis sempurna, sayap-sayap (bila ada) berkembang di bagian dalam selama tahapan-tahapan pradewasa dan terdapat tahapan

kepompong (pupa) sebelum pergantian kulit berakhir. Pada tahapan pupa serangga biasanya tidak bergerak, tetapi sejumlah perubahan yang cukup besar terjadi dalam tahapan ini.

Perubahan-perubahan selama metamorfosis dilaksanakan oleh dua proses, yaitu : histolisis dan histogenesis. Histolisis adalah suatu proses dimana struktur-struktur larva terpecah hancur menjadi bahan yang dapat digunakan dalam perkembangan struktur-struktur dewasa. Histogenesis adalah proses perkembangan struktur-struktur dewasa dari produk-produk histolisis. Sumber-sumber utama dari bahan untuk histogenesis adalah hemolimfe, lemak badan dan jaringan-jaringan yang larut seperti urat-urat daging larva. Struktur-struktur ektoderm, seperti sayap-sayap dan tungkai, berkembang dibawah kutikula larva sebagai penebalan-penebalan epidermis yang disebut piringan imaginal. Jaringan ini melakukan respon dengan cara yang sangat berbeda dari jaringan-jaringan larva lain terhadap lingkungan hormon serangga. Organ-organ lain dapat dipertahankan dari larva ke dewasa atau mungkin secara sempurna dibangun kembali dari sel-sel generatif (Borror *et al.* 1992).

D. Sistem Endokrin Serangga

Beberapa organ pada seekor serangga dikenal menghasilkan hormon, fungsi utamanya yaitu mengontrol proses reproduksi, pergantian kulit dan metamorfosis. Zat-zat kimiawi yang serupa hormon-hormon vertebrata, termasuk androgen estrogen dan insulin, telah dideteksi pada serangga, tetapi fungsinya belum diketahui (Borror *et al.* 1992).

Kelenjar endokrin yang ikut serta di dalam proses pergantian kulit adalah sel getah saraf (“neurosecretory cell”) dari otak, kelenjar protorax dan corpus allatum (Sastrodihardjo, 1984). Sel-sel neuroskretik di dalam otak dalam neuron-neuron yang menghasilkan satu atau lebih hormon memainkan peranan dalam pertumbuhan, metamorfosis dan aktifitas-aktifitas reproduksi. Salah satu dari hormon ini, yang umumnya disebut hormon otak atau hormon protorasikotropik (PTTH) memainkan suatu peranan penting dalam pergantian kulit oleh rangsangan sepasang kelenjar pada protorax untuk menghasilkan hormon ekdison yang menyebabkan apolisis (Borror *et al.* 1992). Menurut Sastrodihardjo (1994), ada kemungkinan bahwa otak tidak hanya mengeluarkan satu macam hormon, tetapi campuran berbagai hormon. Para ahli entomologi Jepang telah berhasil mengekstraksi zat dari otak serangga yang diperkirakan sebagai hormon otak. Zat itu ternyata sama dengan senyawa kolesterol. Tetapi ini tidak berarti bahwa hormon otak adalah kolesterol. Oleh rangsangan luar, sel getah saraf mengeluarkan hormon tersebut yang kemudian dibawa oleh hemolimfe ke kelenjar protorax. Kelenjar ini mengeluarkan hormon yang disebut ekdison, yang susunannya sudah dapat dipastikan oleh Karlson (seseorang berkebangsaan Jerman), yaitu merupakan suatu steroid. Ekdison selalu dianggap sebagai hormon yang bertanggung jawab terhadap pergantian kulit serangga. Dapat ditunjukkan bahwa ekdison bekerja langsung pada kromosom. Hal ini dapat dilihat oleh adanya gejala pembengkakan (puffing) pada kromosom setelah dikenai ekdison. Gejala ini merupakan akibat pembuatan DNA dan RNA di tempat itu, yang berhubungan langsung dengan sintesa protein. Rangsangan yang menyebabkan keluarnya hormon otak dapat berupa perubahan cuaca atau rangsangan mekanik.

E. Pestisida

Pestisida berasal dari kata “pest” yang berarti hama dan “cide” yang berarti membunuh. Pestisida mencakup bahan-bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan populasi jasad hidup yang merugikan manusia serta tumbuhan, ternak dan sebagainya yang diusahakan manusia untuk kesejahteraan hidupnya, agar kerugian dan gangguan dapat ditekan seminimal mungkin.

Berbagai pestisida yang dikenal terutama dalam bidang pertanian dan kesehatan masyarakat adalah : insektisida (pembunuh serangga), fungisida (pembunuh cendawan/jamur), herbisida (pembunuh gulma/tumbuhan pengganggu), akarisisida (pembunuh tungau dan caplak), rodentisida (pembunuh binatang pengerat), nematisida (pembunuh nematoda), helmintisida (pembunuh cacing) dan termitisida (pembunuh rayap).

Dalam praktek, pestisida digunakan bersama-sama dengan bahan lain. Untuk pengencerannya digunakan minyak tanah dan air, sedangkan untuk mempermudah dalam penyebaran dan penyemprotan, pestisida biasanya dicampur dengan tepung. Adapun sebagai bahan penarik dan pengumpan serangga, pestisida digunakan bersama dengan atraktan (misalnya feromon) (Tarumingkeng, 1992).

F. Pertahanan Tanaman

Kekebalan atau resistensi terhadap suatu penyakit tidak hanya dimiliki oleh golongan binatang saja, tetapi juga oleh golongan tanaman. Suatu tanaman yang kebal terhadap serangga dapat diartikan mempunyai sifat khusus untuk mengurangi akibat kerusakan oleh serangannya atau kurang disukai oleh serangga (dihindari serangga) (Sastrodihardjo, 1984).

Di dalam ekosistem keberadaan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh adanya berbagai jenis herbivora yang memakannya, sehingga tanaman tidak dapat berkembang bebas. Apabila serangan herbivora tersebut tetap dibiarkan berlanjut tentunya keberadaan tanaman tersebut lama-kelamaan akan berkurang sehingga dapat habis atau punah. Namun tidak selalu terjadi hal yang demikian, karena setiap organisme selalu berusaha mempertahankan eksistensinya di alam. Dalam rangka mempertahankan diri terhadap serangan hama tanaman secara evolusioner mampu menyusun mekanisme pertahanan dan penyesuaian diri terhadap serangan berbagai jenis herbivora.

Cara tanaman untuk mempertahankan diri dari serangan hama antara lain dengan membentuk hasil metabolisme sekunder yang berupa senyawa-senyawa biokimia yang menyebabkan tanaman tidak disukai atau senyawa tersebut dapat meracuni herbivora yang memakannya. Setiap tanaman mampu mengembangkan senyawa-senyawa pertahanan yang khas yang ditujukan untuk serangga herbivora tertentu.

Tanaman, selain mampu membentuk senyawa allelokemi untuk pertahanan diri juga mengembangkan berbagai sifat fisik dan morfologis yang dapat mengurangi serangan herbivora seperti pembentukan kulit yang keras, adanya duri dan rambut yang panjang, dan lain-lainnya. Sifat-sifat pertahanan tadi umumnya dibawa oleh gen-gen tertentu. Dengan berkembangnya waktu pada tanaman tertentu terdapat sumber gen ketahanan yang sangat kaya dan bervariasi (Untung, 1996).

G. Insektisida Botani

Insektisida botani adalah insektisida yang bahan aktifnya diambil dari bahan aktif yang terkandung dalam tumbuh-tumbuhan. Kalau bahan aktif tersebut sudah diketahui susunan kimianya maka baru manusia berusaha membuat turunannya. Sekarang insektisida botani mulai banyak dikembangkan terutama dari golongan piretroid (Baehaki, 1989).

Insektisida botani (nabati) diambil secara langsung dari tanaman atau dari hasil tanaman. Insektisida jenis ini termasuk insektisida yang paling tua dan banyak digunakan untuk pengendalian hama jauh sebelum insektisida kimiawi ditemukan dan dikembangkan. Tetapi karena kesulitan dalam pengadaan bahan baku atau bahan dasar dan sifat kurang persistennya maka penggunaannya semakin berkurang.

Beberapa jenis insektisida botanik klasik (lama) adalah Piretrum yang diambil dari ekstrak bunga krisan *Chrysantemum sp* (Asteraceae) dengan senyawa aktifnya antara lain Piretrin I, II, Sinerin I,II dan Jasmolin. Piretrum dapat diekstrak dengan petroleum ether, aceton, asam acetat glasial, ethylene dichloride, atau methanol. Piretrum sangat tidak stabil oleh pengaruh cahaya, kelembaban dan udara. Piretrum adalah racun kontak dan hampir tidak mempunyai sifat racun perut karena cepat dihidrolisis menjadi hasil yang tidak toksik. Daya kerjanya menyerang sistem syaraf pusat dan cepat menimbulkan kelumpuhan.

Jenis lain adalah Rotenon, yang diambil dari akar tanaman *Derris elliptica* dan *D. malaccensis* dengan senyawa aktif antara lain deguelin, ellipton, malakol, sumatrol, dan toksikarol. Rotenon berupa kristal berwarna putih sampai kuning, titik leburnya 163°C, larut dalam larutan polar dan tidak larut dalam air.

Sekarang ini telah banyak diteliti jenis insektisida botani dari banyak jenis tanaman antara lain dari tanaman *A. indica*, *Tithonia diversifolia*, *Nicotiana tabaccum*, *Tagetes spp*, *Ageratum conyzoides* dan lain sebagainya. Tanaman yang banyak menjanjikan untuk dikembangkan sebagai bahan insektisida botani adalah tanaman-tanaman yang tergolong dalam familia *Meliaceae*, *Rutaceae*, *Asteraceae*, *Annonaceae*, *Labiatae* dan *Canellacea*.

Penggunaan insektisida botani pada dasarnya adalah memanfaatkan senyawa-senyawa metabolik skunder asal tumbuhan. Senyawa metabolik skunder dari tumbuhan ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai insektisida botani karena spektrumnya relatif sempit, residunya mudah terdegradasi oleh lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan atau aman bagi lingkungan. Namun demikian kelemahan insektisida botani adalah kurang persisten di lingkungan sehingga penggunaannya di lapangan perlu adanya strategi yang tepat sasaran dan tepat waktu (Hadi, 2000).

