

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II**TINJAUAN PUSTAKA****2.1 Pemanfaatan Tumbuhan Sebagai Insektisida**

Senyawa insektisida yang berasal dari tumbuhan, merupakan golongan insektisida yang telah lama digunakan dalam pengendalian hama. Para petani zaman Romawi Kuno dilaporkan telah menggunakan bahan insektisida dari berbagai jenis tumbuhan, termasuk minyak zaitun (*Olea sp.*), untuk melindungi tanaman dari serangan hama (Smith dan Secoy, 1975).

Penggunaan insektisida nabati makin meningkat sejak akhir abad VII, yang ditandai dengan penggunaan cairan perasan daun tembakau (*Nicotiana tabacum*) untuk pengendalian sejenis kepik jala (Tingidae) pada tanaman persik di Perancis (Smith dan Secoy, 1981; West dan Hardy, 1961). Di daerah Kaukasus - Iran, Tepung bunga piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) telah digunakan dalam pengendalian hama sejak awal tahun 1880 (Martin dan Woodcock, 1983; Shepard, 1951). Senyawa insektisida dari akar tuba (*Derris elliptica*) dilaporkan telah digunakan untuk mengendalikan hama tanaman pala.

Sejak awal penggunaannya hingga masa Perang Dunia II insektisida nabati yang mengandung nikotin (dari daun



Nicotiana sp.), piretrin (dari bunga piretrum) dan rotenon (dari akar *Derris sp.*, dan *Linchocarpus sp.*) digunakan secara luas untuk pengendalian hama di berbagai negara. Lebih dari 650 jenis tumbuhan digunakan secara tradisional di daerah-daerah tertentu, terutama di wilayah dunia yang sedang berkembang (Secoy dan Smith, 1983).

Penemuan sifat insektisida DDT telah mendorong produksi dan penggunaan insektisida organik sintetik dalam skala besar, dan sejak akhir Perang Dunia II penggunaan insektisida nabati secara bertahap tergeser oleh insektisida sintetik.

Kebangkitan kembali minat dalam penelitian insektisida nabati sejak tiga dasa warsa terakhir telah menghasilkan tambahan informasi mengenai kandungan metabolit sekunder tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama. Berbagai jenis tumbuhan dalam famili Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Rutaceae, Labiatae, Piperaceae dan Cennelaceae dianggap sebagai sumber insektisida nabati yang potensial (Alkofahi *et al.*, 1989; Champagne *et al.*, 1989; Jacobson, 1989; Miyakado *et al.*, 1989). Di Indonesia informasi masalah insektisida nabati telah dipublikasikan oleh Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat-obatan (Balitro) Bogor pada tahun 1993 (Koerniati *et al.*, 1993) yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Daftar Tumbuhan di Indonesia yang dapat digunakan sebagai Pestisida Nabati

No.	Species	Famili	Nama Daerah	Bahan Aktif	Bagian Tanaman Yang diambil	Pengaruh Racun
1.	<i>Azadirachta indica</i> A. Juse	Mellaceae	Mimba (Ind)	Azadirachtin (Zanno Nakanishe)	Biji, minyak (bubuk,tepung)	Membunuh langsung (insektisida, Nematisida)
2.	<i>Anona reticulata</i> Linn	Anonaceae	Durian Belanda (Ind..) Nangka Wailanda (Snd.)	Alkaloid	Kulit,kayu, Tunas	Insektisida
3.	<i>Piper Squamosa</i>	Ceneratolium asteraceae	Pyrethrum (Ind.)	Pyrethrin I,II Cenerin I, II	Bunga, serpihan anakan	Insektisida, antifidan
4.	<i>Derris elliptica</i>	Leguminoceae	Tuba (Ind.) Tua (Sunda)	Rotenon	Akar (tepung)	Daya racunnya tinggi terhadap serangga namun tidak beracun
5.	<i>Abrus precatorius</i> Linn	Leguminoceae	Saga (Ind.) Saga areuy (Snd)	Pemanisglycyrrhizine, Toalbumin, abrineflavonoids glycoside	Biji	Racun, daya kerjanya seperti racun ular
6.	<i>Sapindus rarak</i>	Sapindaceae	Lamuran (Ind.) Rereh (Snd.) Lerak (Jw.)	Glukosida saponin/sapogenin	Daging buah	Hemolesis serangga cacing tanah dan ikan
7.	<i>Ricinus communis</i> Linn	Euphorbiaceae	Jarak (Ind.) Jarak (Snd.) Jarak (Jw.)	Minyak, Ricinus Alkaloid; Rocinin	Biji Daun	Ampas biji racun tikus dan kecoa, agensi rasi, hemolisis
8.	<i>Piper betle</i> Linn	Piperaceae	Ibun (Ind.) Sirih (Snd) Sedah (Jw)	Phenol, Chavocol	Buah	Memiliki daya bunuh bakteri 5 kali dari pada phenol biasa

9.	<i>Ocimum basilicum</i> Linn	Labiatae	Balakama (Ind.) Klompes (Snd.) Kemangen (Jw)	Clerodanes Linaloolbebe rapas ses- qus terenes.	Daun Biji	Minyak untuk larva sida nya muk, kumbang.
10.	<i>Pangium eksplaitasidule</i> Reinw.	Flacourtiaceae	Kepayang (Ind) Pacung, Picung (Snd) Pakem (Jw)	Asam sia- nida yang tinggi	Buah	Pemberantas serangga pe- rusak tanam- an budidaya
11.	<i>Dioscorea hispida</i> Dennst.	Dioscoreaceae	Bitule (Ind) Gadung (Snd.) Gadung (Jw.)	Alkaloid padat (Dioscorine)	Umbi (ditum buk halus)	Pembangkit kejang (Insek tisida)
12.	<i>Croton tiglium</i> Linn	Euphorbiaceae	Cerakin (Ind.) Kemalikian (Snd) Pencakar (Jw.)	Toxalbum in : crotin	Biji	Aglutirasi, hemolisis
13.	<i>Pachirrgizus erosus</i> Urban	Euphorbiaceae	Bangkawang (Ind.) Bang (Snd) Bangkawang (Jw.)	Derrid (retonoid)	Daun, Biji	Memperlihat kan mortali- tas yang ting- gi pada ulat- ulat Plutela dan crocidolomia
14.	<i>Lantana camara</i>	Verbeneceae	Sente (Ind) Saliara (Snd)		Bungan , Daun	AF, ulat-ulat ja- gung borwn plant hopper lalat.
15.	<i>Datura metel</i> Linn	Solaneceae	Kecubung	Alkaloid : hiosimin sko- polamin	Biji	Racun syaraf kema-tian
16.	<i>Jatropha curcas</i> Linn	Euphorbiaceae	Jarak pagar	Toxalbum in : curcin sapogenein, glukosa	Biji, Kulit pohon getah	Racun lambung
17.	<i>Eupatorium triplinerve</i> Vahl.	Compositae	D. Panahan	Leaves 0,5 % oil	Daun	
18.	<i>Syzyglum aromaticum</i>	Myrtaceae	Cengkeh	Eugenol	Minyak dari daun bunga	

Sumber : Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat-obatan (Balitro) Bogor, tahun 1993

Di dalam upaya pencarian sarana pengendali hama dari bahan tumbuhan dapat dilakukan melalui pendekatan sebagai berikut (Priyono, 1993).

1. *Pengujian sejumlah besar tumbuhan yang dipilih secara acak*

Sifat insektisida tumbuhan *Ryania speciosa* (Flacourtiaceae) diungkapkan dalam pengujian dengan menggunakan sekitar 2500 jenis tumbuhan (Heal *et al.*, 1950). Senyawa insektisida dari batang *Ryania speciosa* dengan bahan aktif ryanodin pernah digunakan untuk mengendalikan penggerek batang jagung *Ostrinia nubialis*.

2. *Penapisan senyawa aktif dalam tumbuhan tertentu berdasarkan penggunaan tumbuhan tersebut dalam pengendalian hama secara tradisional*

Azadirachtin diisolasi dari tanaman mimba. Daun dan buahnya telah lama digunakan untuk pengendalian hama di sawah maupun penyimpanan.

3. *Pengujian sifat insektisida suatu tumbuhan berdasarkan penggunaannya dalam pengobatan tradisional atau tentang pengetahuan biologis lainnya*

Senyawa penghambat eksdisis plumbagin dan anti makan warburganal diisolasi dari tumbuhan yang biasa digunakan dalam pengobatan tradisional di Afrika. Penggunaan akar

tuba untuk pengendalian hama diduga dilandasi oleh pengetahuan tentang penggunaannya sebagai racun ikan.

4. *Pengujian sifat insektisida tumbuhan yang berkerabat dekat dengan tumbuhan lain yang telah diketahui mengandung senyawa insektisida*

Adanya berbagai jenis senyawa limonoid yang bersifat sebagai anti makan dan penghambat perkembangan serangga dalam tumbuhan meliaceae diungkapkan setelah diketahuinya azadirachtin dari biji mimba. Penemuan aktivitas insektisidal asimisin dari tanaman *Asimina triloba* telah mendorong pengkajian sifat insektisidal tumbuhan *Annonaceae* lainnya.

5. *Pencarian senyawa golongan tertentu dari berbagai jenis tumbuhan*

Efektivitas azadirachtin sebagai anti makan dan penghambat perkembangan serangga telah mengilhami pencarian senyawa limonoid lain yang aktif terhadap serangga dari berbagai jenis tumbuhan. Penemuan senyawa asetogen asimisin (dari *A. triloba*) dan squamisin (dari srikaya) telah mendorong pencarian senyawa asetogenis lain dari sejumlah tumbuhan *Annonaceae*.

6. *Pengujian sifat insektisida suatu tumbuhan berdasarkan pengamatan ekologi*

Isolasi senyawa ajugarin dari tumbuhan *Ajuga remota* didasarkan pada pengamatan oleh Kubo (Kubo *et al.*, 1976) bahwa tumbuhan itu di Afrika tidak diserang oleh ulat grayak *Spodoptera exempta*, sedangkan tumbuhan di sekitarnya diserang oleh ulat tersebut.

Dalam kaitan dengan penggunaan insektisida nabati oleh petani, Ahmed *et al.*, (1984) memberikan kriteria sebagai berikut.

- (1) Tumbuhan sumber sebaiknya merupakan tanaman tahunan sehingga tidak perlu menanam kembali setelah bagian yang mengandung bahan insektisida dipanen.
- (2) Tumbuhan sumber tidak harus dibongkar setelah bagian yang mengandung bahan insektisida dipanen (sebaiknya bukan bagian batang atau akar yang dimanfaatkan).
- (3) Tumbuhan sumber memiliki kegunaan lain yang cukup ekonomis, misalnya sebagai sumber makanan, bahan obat-obatan atau bahan industri

2.2 Aktivitas Insektisida

Insektisida dapat meracuni serangga bila sejumlah tertentu molekul insektisida dapat mencapai dan berinteraksi dengan organ sasaran. Kemampuan insektisida untuk meracuni serangga dipengaruhi oleh proses fisiologis dan biokimia yang dialami oleh insektisida tersebut dari tempat aplikasi menuju bagian sasaran.

Menurut Prijono (1988) proses fisiologi dan biokimia yang dapat mempengaruhi aktivitas insektisida meliputi : (1) penetrasi insektisida melalui integumen atau adsorpsi oleh dinding saluran pencernaan, (2) translokasi ke bagian sasaran, (3) pengikatan dan penyimpanan pada bagian tubuh tertentu, (4) metabolisme oleh beberapa enzim pengurai dalam tubuh dan pembuangan ke luar tubuh, (5) penetrasi melalui lapisan pelindung organ sasaran dan interaksi insektisida tersebut dengan organ sasaran.

a. Penetrasi/adsorpsi

Penghalang pertama yang harus dilewati oleh insektisida yang bersifat racun kontak adalah lapisan kulit luar atau integumen serangga yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu epikutikula, eksokutikula, dan endokutikula, satu lapis sel hipodermis dan membran dasar.

Penetrasi insektisida melalui kutikula serangga merupakan suatu proses difusi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti polaritas senyawa insektisida, jenis pelarut yang digunakan dan afinitas insektisida terhadap komponen kutikula (Priyono, 1988). Pelarut yang dapat melarutkan lemak, seperti aseton sering digunakan dalam pengujian aktivitas insektisida.

Menurut Priyono (1988) difusi insektisida dalam kutikula dapat berlangsung dalam dua arah. Pendapat yang umum menyatakan bahwa insektisida berdifusi secara vertikal, dari lapisan kutikula terluar melalui lapisan yang lebih dalam menuju hemolimfa. Pendapat lain menyatakan insektisida secara horizontal sepanjang lapisan lilin epikutikula kemudian masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem trachea. Sistem trachea berhubungan langsung dengan jaringan tubuh serangga sehingga insektisida dapat ditranslokasikan secara langsung ke jaringan tubuh yang menjadi sasaran insektisida.

b. Translokasi

Insektisida yang telah mencapai hemolimfa akan terbawa aliran hemolimfa dan disebarkan ke seluruh tubuh. *Hemosit* atau *lipoprotein* dapat bertindak sebagai pembawa insektisida ke organ sasaran (Priyono, 1988).

c. Pengikatan dan penyimpanan

Jenis-jenis insektisida tertentu memiliki afinitas yang kuat terhadap jaringan tubuh tertentu atau terhadap protein dalam hemolimfa. Menurut Prijono (1988), DDT mudah berikatan dengan jaringan lemak dan tersimpan di dalamnya dalam waktu yang cukup lama. Dalam hal tertentu, insektisida yang diserap oleh *protein* atau *hemosit* tidak dapat dilepaskan kembali ke dalam hemolimfa sehingga mengurangi jumlah insektisida yang dapat mencapai organ sasaran.

d. Metabolisme dan pembuangan

Metabolisme insektisida dapat dibagi dua tahap, yaitu tahap primer dan sekunder. Tahap pertama melibatkan reaksi oksidasi, hidrolisis, reduksi dan reaksi enzimatik lain yang menghasilkan senyawa polar. Pada tahap kedua, sebagian hasil reaksi tahap pertama akan diikat oleh senyawa polar tertentu yang terdapat dalam tubuh membentuk konjugat yang larut dalam air. Konjugat ini kemudian dikeluarkan dari tubuh bersama-sama dengan kotoran serangga (Prijono, 1988). Dari segi aktivitas insektisida, pembuangan senyawa yang bersifat polar tak banyak berpengaruh karena senyawa tersebut biasanya tidak beracun. Proses ekskresi dapat mempengaruhi aktivitas

insektisida bila yang dikeluarkan adalah senyawa semula atau metabolik yang cukup beracun.

e. Interaksi dengan organ sasaran

Bagian sasaran, seperti sistem saraf, dilindungi oleh selaput yang bersifat lipofilik. Insektisida yang bersifat non-polar tidak akan menemui kesulitan untuk menembus lapisan pelindung tersebut dan mencapai organ sasaran, aktivitas insektisida bergantung pada afinitas insektisida dengan bagian sasaran (Priyono, 1988).

2.3 Jenis dan Mekanisme Aktivitas Insektisida Asal Tumbuhan

Senyawa aktif insektisida asal tumbuhan dihasilkan sebagai suatu cara dari tumbuhan untuk melindungi dirinya dari serangan serangga hama yakni dengan mempergunakan pertahanan kimiawi (Rosenthal, 1986). Pertahanan ini dapat bersifat rumit. Beberapa tumbuhan mengeluarkan toksin yang meracuni pemakannya, sedangkan yang lainnya menghasilkan senyawa-senyawa kompleks yang mengganggu siklus pertumbuhan serangga (hormon mimics, hormon antagonis), memproduksi senyawa kimia yang bersifat antimakan atau memproduksi senyawa kimia yang bersifat modifikasi perilaku serangga (penolak, penarik).

a. Senyawa racun

Senyawa racun yang dikeluarkan oleh tumbuhan selain dapat membunuh serangga dapat juga menghambat pertumbuhannya, bila sifat racunnya agak lemah. Ekstrak jenis tumbuhan meliaceae memiliki aktivitas penghambat perkembangan terhadap serangga. Senyawa aktif yang berperan adalah senyawa limonoid atau terpenoid lain. Sebagai contoh, azadirachtin dari biji dan bagian lain tumbuhan *Azadirachta indica* (mimba), (Jacobson, 1989). Aktivitas hambatan pertumbuhan serangga oleh senyawa azadirachtin disebabkan oleh gangguan terhadap pelepasan neuro hormon dari *corpora cardiaca* yang selanjutnya mengakibatkan terjadinya gangguan terhadap pengaturan kadar hormon perkembangan (ekdison dan juvenil) dalam tubuh serangga (Rembold, 1989).

Pengaruh hambatan perkembangan *C. binotalis* oleh *A. glabra* yang mengandung acimisin dan squamisin karena adanya penghambatan transfer elektron pada situs I (antara NADH dan Ubiquinon, dalam rantai transpot elektron) pada proses respirasi sel (Lounderhousen *et al.*, 1991). Hal ini diperjelas oleh Lewis *et al.*, (1993), Cara kerja acimisin dan squamisin adalah menghambat pembentukan energi metabolik (ATP) yang



selanjutnya akan menghambat berbagai aktivitas hidup organisme yang bersangkutan.

b. Anti makan

Menurut Wright (1967) senyawa lain yang dihasilkan oleh suatu tumbuhan dapat bersifat sebagai senyawa anti makan. Senyawa ini tidak membunuh atau mengusir serangga, tetapi menghambat makan serangga tersebut.

Senyawa anti makan merupakan senyawa apabila dirasakan dapat menyebabkan berhentinya proses makan sementara atau seterusnya, tergantung pada potensinya. Menurut Martono (1994), perilaku makan serangga diatur oleh informasi indera dengan jumlah reseptor penerimanya beragam, tergantung pada jenis serangga. Indera perasa pada serangga ditangkap oleh dua rambut halus pada tiap maksila dan sepasang pada papila di bagian dalam labrum (epifarinks) yang mengandung neuron kemosensitif. Sel-sel perasa ini sangat khas untuk jenis serangga yang berbeda, misalnya ada yang peka terhadap gula, mineral, asam amino. Apabila sel ini terangsang akan mendorong serangga untuk makan. Pada larva sistemnya dilengkapi dengan reseptor untuk mengatasi bahan-bahan penghambat daya makan, seperti alkaloid, terpenoid atau azadirachtin.

Menurut Ruslan *et al.*, (1989), senyawa anti makan mempunyai salah satu dari beberapa sifat berikut.

1. Merangsang reseptor menolak makan.
2. Menghambat reseptor fagostimulan untuk sementara waktu.
3. Merubah pola aktivitas total dan atau memicu beberapa atau semua sel khemoreseptor.
4. Merangsang kegiatan dari beberapa sel dan menghambat yang lain.

Sejumlah tumbuhan Rutaceae, terutama jenis-jenis jeruk (*Citrus spp.*) juga mengandung senyawa limonoid, misalnya limonin, yang bersifat senyawa anti makan. Senyawa alkaloid yang bersifat anti makan juga telah diisolasi dari beberapa jenis tumbuhan rutaceae seperti *Zanthophyllum monophyllum* dan *Teclea trichocarpha* diketahui mengandung senyawa insektisidal isobutilamida tak jenuh (Jacobson, 1989).

Menurut Isman (1995), senyawa azadirachtin yang dihasilkan dari tanaman mimba dapat berfungsi sebagai anti makan, yaitu mempengaruhi pheripella khemosensilla. Pengaruh anti makan azadirachtin sebagai hasil stimulasi indera penolak atau penghambatan reseptor (Simonds dan Blancy, 1984).

Penggunaan senyawa anti makan sebagai pengendali hama mempunyai kelebihan dan kekurangan. Senyawa anti makan tidak mengganggu serangga lain yang berguna dan pada umumnya tidak terlalu toksik. Sebaliknya, hanya serangga pemakan lapisan permukaan saja yang dapat dikendalikan. Kekurangan yang lain adalah diperlukan perlindungan yang menyeluruh, dan biasanya tanaman yang baru tidak akan terlindungi (Ruslan, *et al.*, 1989).

c. Khemosterilant

Khemosterilant merupakan senyawa kimia yang dapat mereduksi atau menghilangkan kemampuan reproduksi dari hewan. *Khemosterilant* telah digunakan sebagai senyawa untuk sterilisasi serangga (Busvine, 1971). Tingkah laku kawin dan lamanya hidup tidak terpengaruhi oleh senyawa ini, tetapi ada beberapa tahap dalam reproduksi yang terganggu, sehingga dapat menekan jumlah generasi turunan pertama yang dihasilkan. Pengurangan tersebut juga disebabkan karena oviposisi dihambat, telur tidak menetas, larva tidak menjadi kepompong atau kepompong tidak sempurna (Kilgore dan Doult, 1967).

Hasil penelitian daya kerja senyawa aktif β -asarone yang dihasilkan oleh tumbuhan *Acorus calamus* menunjukkan bahwa terdapat penghambatan aktivitas dari sel interstitial pada

ovarium, saat spermatogenesis dan saat perkembangan embrio *Dysdercus koenigii* (Saxena *et al.*, 1977).

d. Penolak serangga

Menurut Ros (1979) Senyawa kimia yang dikeluarkan oleh *Acorus calamus* dapat berperan sebagai penolak serangga. Sifat menolak disebabkan karena senyawa kimianya mengganggu proses fisiologis yang terjadi pada sel reseptor kimia, atau senyawa kimia mengeluarkan suatu aroma yang tidak disukai oleh organ pencium.

e. Hormon juvenil

Hormon juvenil merupakan suatu hormon yang memegang peranan penting dalam proses pergantian kulit serangga. Titer hormon juvenil (jumlah hormon yang ada dalam darah) menentukan jenis stadium yang akan dialami oleh serangga. Serangga tidak dapat bermetamorfose menjadi pupa kecuali bila titer hormon juwana cukup rendah (Sulaksono, 1979).

Juvenoids merupakan senyawa yang menyerupai hormon juvenil yang dihasilkan tumbuhan untuk melindungi dari serangan serangga yang dapat mematikan dalam waktu singkat

atau hanya dapat memperpanjang masa hidup larva sehingga menyebabkan kerusakan yang lebih berat pada tanaman (Priyono, 1993).

Juvenoids pertama yang berhasil diisolasi telah membuktikan bahwa tumbuhan melindungi dirinya dengan memblokir hormon juvenil serangga ataukah dengan memproduksi senyawa yang sama atau yang mirip dengan hormon itu. Suatu lawan hormon juwana (hormon anti juvenil) dapat membunuh larva serangga karena menyebabkan pergantian kulit ke tingkat dewasa secara prematur (Rosenthal, 1986). Tumbuhan *Ageratum houstonianum* mengandung senyawa kromena, yaitu prococeme II, yang bersifat sebagai lawan hormon juvenil (anti juvenil hormon). Penapisan dari 343 ekstrak jenis tumbuhan terhadap senyawa yang menyerupai hormon juvenil dilaporkan oleh Martin Jacobson (Jacobson, 1975). Ekstrak dari dua jenis tumbuhan menunjukkan aktivitas juvenil tinggi dalam *Tennebio mollitor* sedangkan lima ekstrak tumbuhan mempunyai aktivitas tinggi pada *Oncepeltus fasciatus*, tetapi tidak disebutkan tentang isolasi senyawa aktifnya.

2.4 Tumbuhan *Aglaia odorata* Lour

Aglaia odorata Lour merupakan tumbuhan yang berupa perdu tegak dengan tinggi 2 sampai 5 meter. Bunganya kecil berwarna kuning dan sering dicampurkan dengan daun teh untuk menambah keharumannya (Heyne, 1987).

Menurut Benson (1957) dan Lawrence (1951) kedudukan taksonomi *A. odorata* sebagai berikut.

- Divisi : Spermatophyta
- Kelas : Angiospermopsitae
- Ordo : Rurales
- Famili : Meliaceae
- Genus : *Aglaia*
- Species : *Aglaia odorata* Lour

Tumbuhan ini sering ditanam di kebun dan pekarangan atau tumbuh liar di ladang yang cukup mendapat sinar matahari. Daunnya majemuk menyirip ganjil yang tumbuh berseling, panjang sekitar 13 cm dengan 3 - 9 helai daun dengan tangkai pendek, permukaan licin mengkilap terutama daun muda. Bentuk anak daun bulat lonjong, panjang 1,5 sampai 11 cm dan lebar 1 - 4,5 cm, pangkal runcing dengan tepi rata (Gambar 2.1)(Wijayakusuma, *et al.*, 1995).

Species ini berasal dari Cina dan telah menyebar luas di Indonesia dengan nama pacar cina, culan (Sunda), dan pacar

culam (Jawa). Di Taiwan tumbuhan ini dipakai sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan penyakit batuk dan influenza (Janpraset *et al.*, 1993).



Gambar 2.1 : Tanaman *Aglaia odorata* Lour

2.5 Biologi *Crocidolomia binotalis* zeller

Crocidolomia binotalis merupakan salah satu hama yang paling merusak tanaman kubis dan sangat merugikan karena menyerang kubis sejak masih di persemaian sampai menjelang

panen, dan mengurangi hasil serta kualitas produksi (Iman, *et al.*, 1986). Umumnya hama ini merusak tanaman kubis yang sudah membentuk krop, tetapi tanaman yang masih muda juga dirusaknya. Larva yang baru menetas makan jaringan daun dan meninggalkan luka bagian atas sehingga terjadi bercak-bercak seperti bekas gigitan.

Menurut Nielsen dan Common (1991), kedudukan taksonomi *C. binotalis* sebagai berikut.

Ordo : Lepidoptera
Superfamili : Pyraloidea
Famili : Pyralidae
Genus : *Crocidolomia*
Species : *Crocidolomia binotalis* zeller

a. Stadium telur

Warna telur umumnya hijau terang dan terletak di bagian bawah daun kubis. Sebelum penetasan warna telur berubah menjadi orange, coklat kekuningan dan coklat tua. Telur diletakkan dalam bentuk kelompok yang tumpang tindih dengan anggota berkisar 48 kelompok. Ukuran kelompok telur bervariasi antara 1,0 x 2,0 mm. Periode inkubasi telur antara 4 - 6 hari pada suhu 26,0 - 33,2⁰C dengan persentase penetasan 92,4 persen (Othman, 1982).

b. Stadium larva

Larva yang baru menetas hidup berkelompok. Larva mempunyai ciri-ciri kepala hitam, tubuh hijau terang dan titik-titik gelap, mempunyai garis putih memanjang, tiga pada bagian dorsal dan satu pada masing-masing bagian lateralnya. Dalam keadaan pertumbuhan normal larva mempunyai ukuran 15,21 mm.

Stadium larva mempunyai lima instar dengan waktu berlangsungnya masing-masing adalah 2-4 hari (instar I), 1-3 hari (instar II), 1 - 3 hari (instar III), 1 - 5 hari (instar IV), dan 3 - 7 hari (instar V). Periode total larva berkisar 11 - 17 hari pada suhu 26,0 - 33,2⁰C dengan kelembaban 54,1-87,8 % (Othman, 1982). Sedangkan Prijono dan Hassan (1992) hanya menemukan empat instar dan stadium larva 8 - 12 hari.

Larva lebih menyukai daun muda dan titik tumbuh serta seringkali memakan habis semuanya. Hal ini nampak lebih jelas pada saat larva memasuki instar stadium III. Jika Larva menyerang kubis selama pembentukan krop, maka larva tersebut akan menembus ke dalam dan membuat terowongan sehingga tanaman rusak (Sastrosiswoyo dan Setiawati, 1992).

c. Stadium pupa

Serangga ini biasanya membentuk pada permukaan tanah. Pupa berwarna coklat kekuningan dan kemudian menjadi coklat gelap. Ukuran pupa berkisar 3 x 10 mm. Stadium pupa bervariasi antara 9 sampai 13 hari pada suhu 26,9 – 33,2⁰ C dengan kelembapan 54,2 – 87,8 % (Othman, 1982)

d. Dewasa

Ngengat betina berwarna kelabu kecoklatan, sepanjang pinggiran luar sayap depan berwarna sedikit lebih gelap (Esguerra dan Gabriel, 1969). Rentangan sayap mencapai ukuran 20-25 mm, sayap depan tertutup oleh warna coklat dan ditandai oleh beberapa garis melintang serta di tepi terdapat bintik putih kelabu. Sayap belakang berwarna kekuningan dan agak transparan dengan pinggiran luar lebih gelap. Serangga jantan mudah dibedakan dari betina oleh adanya seberkas rambut keras berwarna gelap yang terdapat pada pinggiran sayap depan di bagian anterior dekat pangkal. Tubuh serangga jantan (11-14 mm) lebih panjang dari pada yang betina (8,0-11,0 mm). Rentangan sayap betina (24,0-26,0 mm) lebih panjang dari pada yang jantan (22,0-25,0 mm). (Othman, 1982; Prijono dan Hassan, 1992).

Rata-rata ngengat betina keluar lebih awal dari pada ngengat jantan. Ngengat aktif pada malam hari tetapi tidak tertarik pada cahaya, dan siang hari bersembunyi di celah-celah daun kubis. Ngengat betina dapat hidup selama 6 – 24 hari.

Di Bogor, seluruh perkembangan hidupnya dari telur sampai imago diselesaikan dalam 22-30 hari (Kalshoven, 1981), sedang di Bandung 24-31 hari dengan rata-rata 24 hari (Sastrodihardjo, 1982) dan di Australia untuk betina 23-28 hari, rata-rata 24,8 hari dan untuk jantan 24-29 hari, rata - rata 25,1 hari (Priyono dan Hassan, 1992).

e. Ekologi

C. binotalis tersebar luas di daerah tropis maupun di daerah beriklim sedang. Species itu ditemukan di Afrika Barat, selatan dan Timur, Australia, Birma, Sri Lanka, India, Asia Tenggara (Indonesia, Filipina, Papua Neugini) dan kepulauan Pasifik (Pulau Caroline, Pulau Cook, Fiji, Marianas, New Caledonia, Niue, Pulau Norfolk, Samoa Amerika, Samoa Barat, Pulau Solomon dan Tonga) (Holloway, *et al.*, 1987; Kalshoven, 1981; Nayar *et al.*, 1981).

Di Indonesia khususnya Pulau Jawa, *C. binotalis* dapat ditemukan di dataran rendah maupun dataran tinggi (Kalshoven, 1981).

2.6 E k s t r a k s i

Banyak senyawa insektisida dalam tumbuhan yang tidak dapat diekstraksi secara efisien dengan menggunakan air sehingga perlu diekstraksi dengan menggunakan pelarut organik yang sesuai. Bahan tanaman yang digunakan dikering-udarkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan airnya guna memudahkan proses pemurnian ekstrak lebih lanjut. Pengeringan pada suhu agak tinggi dalam oven atau di bawah sinar matahari dapat menurunkan kandungan bahan aktifnya (Priyono, 1994).

Bahan aktif insektisida dalam tumbuhan biasanya dapat larut dalam berbagai jenis pelarut. Selain kelarutan senyawa aktif, dalam pemilihan pelarut perlu dipertimbangkan kemudahan proses pemurnian ekstrak yang dihasilkan untuk kepentingan penelitian bahan aktifnya atau kemudahan dalam formulasi untuk penggunaan secara langsung. Sebagai contoh, ekstrak yang mengandung bahan aktif cukup polar dan akan digunakan dalam bentuk semprotan (pengencer air) lebih mudah diformulasikan bila dalam ekstraksi digunakan pelarut yang cukup polar dari pelarut non polar (Priyono, 1994).

Biasanya untuk pelarut ekstraksi tumbuhan digunakan air atau metanol - air. Metanol mempunyai polaritas yang besarnya berada di antara polaritas etanol dan air. Dengan demikian dapat

diharapkan ekstraksi dengan menggunakan metanol akan dapat menarik semua kandungan yang ada dalam bahan tumbuhan. Untuk membuat suatu ekstrak metanol, bagian daun dari tanaman segar dihancurkan dengan waring blender, kemudian dimaserasi dalam metanol air (4:1). Ekstrak lalu disaring, ampas dimaserasi ulang selama 1 malam 2 kali berturut-turut dengan pelarut, lalu disaring. Kumpulan filtrat kemudian dikisatkan sampai bebas dari pelarut organik dengan menggunakan pengisat gasing vakum (rotavapor) pada suhu 40 derajat celcius (Ruslan, *et al.*, 1989).

2.7 Pengujian

Dalam pengujian awal aktivitas insektisida nabati umumnya digunakan serangga pemakan daun, misal larva Lepidoptera atau Coleoptera sebagai serangga uji, karena pengaruh perlakuan mudah terlihat. Serangga yang digunakan pada larva instar III, karena serangga pemakan daun mulai menimbulkan kerusakan yang nyata pada fase tersebut (Priyono, 1994). Perlakuan ekstrak dapat dilakukan dengan meneteskan ekstrak pada potongan daun dengan luasan tertentu, mencelupkan daun dalam suspensi ekstrak atau dengan penyemprotan. Pada metode penetesan, ekstrak dilarutkan dalam pelarut yang mudah menguap, misal

aseton, kemudian sejumlah volume tertentu larutan ekstrak diteteskan pada daun (misal diameter 2 cm) dengan menggunakan *syringe*.

Dalam pengujian aktivitas insektisida, potensi insektisida merupakan perubah yang tidak diketahui, yang akan ditentukan menggunakan serangga uji. Dalam hal ini titik berat pengujian adalah potensi insektisida.

Prijono (1988) dan Martono (1994) memberikan garis besar cara uji aktivitas untuk mengetahui potensi insektisida, seperti metode aplikasi topikal (penetasan), metode residu pada permukaan gelas, metode residu kertas saring, pengujian metode celup dan uji pakan.

Menurut Prijono (1988) penentuan aktivitas suatu insektisida didasarkan pada efektivitas suatu zat kimia dalam menimbulkan respon biologik. Respon serangga uji terhadap perlakuan insektisida yang umum diamati adalah kematian. Efektivitas insektisida yang dapat membunuh serangga uji biasa dinyatakan dengan LD_{50} (Lethal Dose) atau LC_{50} (Lethal Concentration).

Metode yang paling umum digunakan dalam pengujian insektisida racun kontak terhadap serangga adalah aplikasi topikal (*topical application*). Pada metode ini insektisida dilarutkan dalam pelarut yang mudah menguap dan relatif tidak

beracun, misal aseton, kemudian diteteskan pada permukaan bagian tubuh tertentu (Priyono, 1988). Penetasan larutan insektisida umumnya dilakukan dengan menggunakan *syringe* yang dipasang pada *microapplicator*.

Dengan menggunakan metode aplikasi topikal, jumlah insektisida yang dikenakan secara kontak pada tubuh serangga dapat diketahui dengan pasti, sehingga hasil pengujian yang diperoleh dapat memberikan keterangan yang berharga mengenai aktivitas kontak suatu insektisida terhadap serangga tertentu. Di samping itu, peralatan yang digunakan dalam metode aplikasi topikal dapat dikalibrasi dengan mudah sehingga hasil pengujian di satu tempat dapat segera dibandingkan dengan hasil pengujian di tempat lain. Namun demikian, hasil pengujian dengan metode aplikasi topikal tidak dapat digunakan untuk menafsirkan secara langsung efisiensi insektisida di lapang (Busvine, 1971).

Pada pengujian aktivitas insektisida terhadap berbagai jenis larva dan kutu daun, insektisida sering diberikan dalam bentuk lapisan residu pada daun. Lapisan residu pada daun dapat dibuat dengan menyemprotkan cairan insektisida dengan menggunakan menara semprot potter atau mencelupkan daun tersebut dalam cairan insektisida. Pelarut yang digunakan dalam metode ini serupa dengan dalam metode celup. Metode ini juga

dimaksudkan untuk meniru cara penggunaan insektisida di lapang. Bila larva digunakan sebagai serangga uji, larva tersebut kemungkinan mati bukan hanya karena kontak dengan insektisida tetapi juga karena makan insektisida tersebut. Dalam hal ini, racun kontak suatu insektisida tidak dapat dipisahkan dari efek racun perutnya (Busvine, 1971).

Pengujian insektisida racun perut dewasa ini hanya dilakukan secara terbatas karena sebagian besar insektisida racun perut dengan bahan aktif senyawa anorganik kini sudah tidak digunakan lagi. Di antara insektisida yang umum digunakan saat ini, beberapa insektisida seperti bahan aktif *Bacillus thuringiensis* dan *diflubenzuron* bekerja terutama sebagai racun perut. Sebagian insektisida organik yang bersifat sebagai racun kontak dapat juga bekerja sebagai racun perut (Martono, 1994).

Pengujian insektisida racun perut dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan insektisida pada daun atau mencelup daun tersebut dalam cairan insektisida (penyemprotan insektisida dapat dilakukan dengan menggunakan menara semprot Potter). Daun tersebut kemudian diberikan pada serangga uji yang biasanya telah dipuasakan terlebih dahulu selama beberapa jam. Sebelum diberikan pada serangga uji, daun yang telah dikenai insektisida telah dipotong-potong menjadi beberapa bagian

dengan ukuran seragam, misal dalam bentuk lingkaran dengan diameter 2 cm atau bujur sangkar dengan sisi 1 cm. Dengan demikian banyaknya makanan yang diberikan pada setiap serangga seragam dan memudahkan penghitungan jumlah racun yang termakan. Jumlah racun yang termakan dapat diperkirakan dari luas areal daun atau berat daun yang termakan (Busvine, 1971).

Pengujian aktivitas biologis bertujuan untuk mengamati kemampuan bahan ekstrak yang dapat mempengaruhi perkembangan serangga. Menurut Martono (1994), uji aktivitas biologis secara garis besar dapat dilakukan dengan uji pilih, uji anti makan, dan uji aktivitas pengganggu metamorfosis.

2.8 Faktor Penentu Keragaman Hasil Pengujian

Pengujian dengan menggunakan ekstrak kasar dapat memberikan hasil yang beragam tergantung pada jenis ekstrak yang digunakan, faktor serangga uji dan faktor lingkungan. Kandungan bahan aktif dalam tumbuhan sering beragam, tergantung keragaman genetik tanaman, keadaan geografi daerah asal tumbuhan tersebut dan musim saat pemanenan bagian yang mengandung bahan insektisida. Selain itu cara penanganan bagian tumbuhan tersebut dan cara ekstraksi dapat mempengaruhi efektivitas ekstrak yang diperoleh.

Menurut Prijono (1994) faktor dalam serangga yang dapat mempengaruhi hasil ujian adalah spesies, fase perkembangan serangga, umur, jenis kelamin dan ukuran.

Perbedaan kepekaan antar spesies serangga terhadap senyawa bioaktif tertentu dapat disebabkan oleh perbedaan sifat sistem penghalang masuknya senyawa tersebut ke dalam tubuh serangga (perbedaan ketebalan kutikula), perbedaan ketebalan bagian sasaran atau perbedaan kemampuan metabolik serangga dalam menguraikan dan menyingkirkan bahan racun dari tubuhnya (Prijono 1988).

Perbedaan kepekaan terhadap senyawa bioaktif di antara fase perkembangan yang berbeda dalam daur hidup serangga (antara telur, larva, pupa dan imago) dapat dikaitkan dengan perubahan anatomi, fisiologi dan ukuran serangga yang terjadi selama perkembangan serangga tersebut. Perbedaan kepekaan di antara serangga pradewasa dan dewasa lebih mungkin terjadi pada serangga yang mengalami metamorfosis bertahap, karena pada kelompok yang disebut terakhir bentuk serangga dewasa tidak jauh berbeda dengan nimfa instar akhir (Arnason, *et al.*, 1989).

Perbedaan kepekaan terhadap senyawa bioaktif di antara serangga pradewasa dengan umur yang berlainan disebabkan oleh pertumbuhan dan perubahan yang berkaitan dengan proses

ganti kulit. Pada fase yang tidak aktif (telur atau pupa), reorganisasi anatomi dan perubahan dalam metabolisme merupakan faktor penting. Kepekaan serangga dewasa dipengaruhi oleh perubahan cara makan, kematangan seksual dan proses penuaan (Arnason, *et al.*, 1989).

Serangga jantan kadang-kadang lebih peka terhadap senyawa bioaktif daripada serangga betina. Penyebab perbedaan tersebut tidak diketahui dengan pasti, tetapi diduga karena perbedaan kandungan lemak (mengikat senyawa aktif sehingga tidak dapat mencapai sasaran) dan kemampuan dalam menguraikan senyawa tersebut (Priyono, 1988).

Serangga yang berukuran lebih besar (umur relatif sama) seringkali lebih tahan terhadap senyawa bioaktif daripada serangga yang lebih kecil, walaupun dosis yang diberikan telah dikoreksi dengan bobot badan. Perbedaan kepekaan ini kemungkinan berkaitan dengan perbedaan luas permukaan jaringan sasaran, karena kerja suatu racun kerap kali melibatkan permukaan jaringan. Pada serangga kecil senyawa aktif diduga dapat lebih cepat mencapai bagian sasaran dalam konsentrasi yang cukup untuk menimbulkan peracunan dibandingkan pada serangga yang lebih besar (Priyono, 1988).

Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi hasil pengujian adalah suhu, kelembapan, makanan, kepadatan populasi dan pencahayaan (Priyono, 1988).

Pada kisaran suhu tertentu, daya racun senyawa bioaktif umumnya meningkat dengan makin tingginya suhu, karena peningkatan suhu akan mempercepat terjadinya interaksi senyawa tersebut dengan bagian sasaran atau mempercepat terbentuknya metabolit yang lebih beracun. Beberapa senyawa tertentu, misal piretrin, menunjukkan kecenderungan sebaliknya, karena peningkatan suhu akan meningkatkan laju penguraian senyawa tersebut.

Pengaruh kelembapan pada kepekaan serangga terhadap senyawa bioaktif lebih bersifat tidak langsung, yaitu sebagai akibat pengaruhnya terhadap penguapan air dari tubuh serangga dan terhadap keadaan fisik sediaan insektisida uji. Serangga lebih peka terhadap senyawa aktif yang berbentuk bubuk pada kelembapan rendah, karena pada keadaan tersebut pelukaan yang terjadi pada kulit luar serangga (akibat goresan bubuk tadi) akan mengakibatkan penguapan air yang lebih besar dibandingkan pada kelembapan tinggi. Sebaliknya, serangga umumnya lebih peka terhadap senyawa aktif dalam bentuk residu lapisan tipis pada kelembapan tinggi, karena pada keadaan

tersebut lapisan residu lebih basah sehingga lebih mudah menempel pada tubuh serangga (Priyono, 1988).

Baik dari segi kuantitas maupun kualitas, makanan untuk pembiakan serangga dapat mempengaruhi kemampuan bertahan hidup serangga dan ketahanannya terhadap senyawa bioaktif. Beberapa jenis tanaman inang serangga tertentu selain mengandung zat gizi juga mengandung senyawa sekunder yang dapat mempengaruhi metabolisme senyawa bioaktif. Bila metabolisme tersebut menghasilkan senyawa yang kurang beracun, maka serangga akan lebih tahan terhadap senyawa bioaktif tadi, dan sebaliknya (Priyono, 1988).

Kepadatan populasi dapat mengakibatkan pengaruh tidak langsung; misal, serangga dari biakan yang padat biasanya berukuran lebih kecil, dan akibat intervensi terus-menerus antara individu satu dengan yang lain, serangga tersebut akan memiliki laju metabolisme yang lebih tinggi. Pada keadaan tersebut, proses penyerapan senyawa bioaktif dan peracunan bagian sasaran dapat berlangsung lebih cepat (Martono, 1994).

Intensitas cahaya dapat mempengaruhi aktivitas berbagai jenis serangga. Hal tersebut dapat berpengaruh secara langsung pada kepekaan serangga terhadap senyawa bioaktif melalui pengaruhnya terhadap laju metabolisme, atau secara langsung

sebagai akibat dari pengaruhnya terhadap mobilitas serangga
(Priyono, 1988).