

Opir Rumape  
Netty Ino Ischak  
Akram La Kilo

# INSEKTISIDA NABATI DARI ISOLAT TUMBUHAN Jure, Kecubung, dan Srikaya



**JURE**  
(*Datura metel* L)

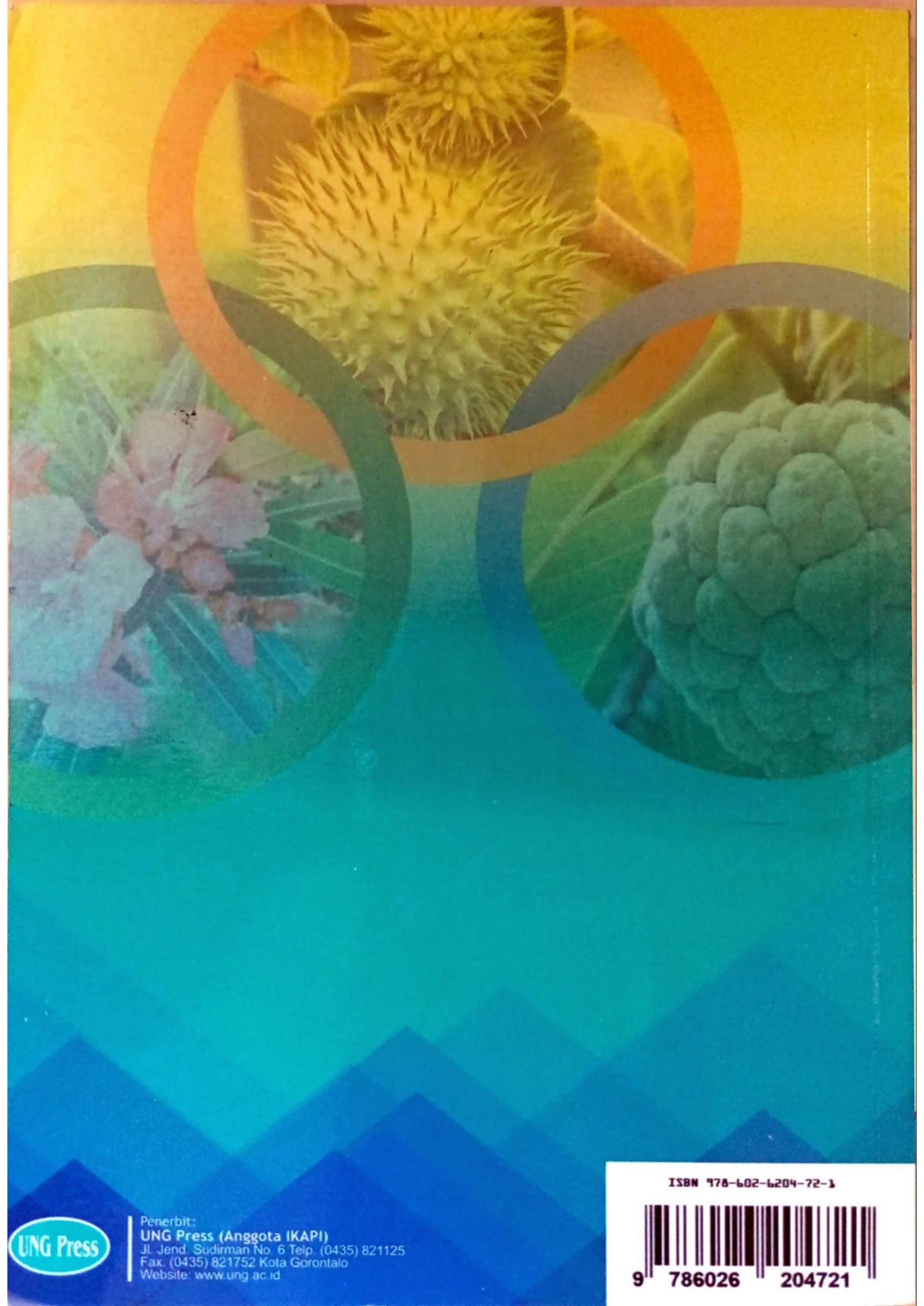
**KECUBUNG**  
(*Nerium indicum* Mill)

**SRIKAYA**  
(*Annona squamosa* L)

UNG Press

Penerbit:  
UNG Press (Anggota IKAPI)  
Jl. Jend. Sudirman No. 6 Telp. (0435) 821125  
Fax. (0435) 821752 Kota Gorontalo  
Website: www.ung.ac.id

ISBN : 978-602-6204-72-1



**UNG Press**

Penerbit:  
**UNG Press (Anggota IKAPI)**  
Jl. Jend. Sudirman No. 6 Telp. (0435) 821125  
Fax. (0435) 821752 Kota Gorontalo  
Website: [www.ung.ac.id](http://www.ung.ac.id)

ISBN 978-602-6204-72-1



9 786026 204721

**INSEKTISIDA NABATI  
DARI ISOLAT TUMBUHAN  
Jure, Kecubung, dan Srikaya**

# **INSEKTISIDA NABATI DARI ISOLAT TUMBUHAN**

**Jure, Kecubung, dan Srikaya**

Opir Rumape  
Netty Ino Ischak  
Akram La Kilo

ISBN : 978-602-6204-72-1



**Universitas Negeri Gorontalo Press**

**Anggota IKAPI**

Jl. Jend. Sudirman No.6 Telp. (0435) 821125

Kota Gorontalo

Website : [www.unq.ac.id](http://www.unq.ac.id)

## Katalog Dalam Terbitan (KDT)

© Opir Rumape; dkk.

### Insektisida Nabati dari Insolat Tumbuhan *Jure, Kecubung dan Sirikaya*

ISBN : 978-602-6204-72-1

i-viii, 113 hal; 14,5 Cm x 21 Cm

Desain Cover & Layout : Irvhan Male

Cetakan Pertama : Oktober 2018

Diterbitkan oleh : UNG Press Gorontalo

PENERBIT **UNG Press Gorontalo**

Anggota IKAPI

© 2018

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Isi diluar tanggungjawab percetakan

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini **tanpa izin tertulis** dari penerbit

#### UU No 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

##### Fungsi dan Sifat Hak Cipta pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

##### Hak terkait Pasal 49

1. Pelaku memiliki hak eksklusif untuk memberikan izin atau melarang pihak lain yang tanpa persetujuannya membuat, memperbanyak, atau menyiarkan rekaman suara dan/atau gambar pertunjukannya.

##### Sanksi Pelanggaran Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

# Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, atas karunia-Nya, sehingga penulisan buku dapat diselesaikan. Buku ini berisi tentang insektisida nabati, khususnya dari tumbuhan jure, kecubung, dan srikaya. Selain teori tentang insektisida, aktivitas biologi insektisida nabati, buku ini juga dilengkapi dengan prosedur pembuatan insektisida nabati dan aplikasinya sebagaimana hasil-hasil penelitian yang kami dapatkan. Hasil-hasil penelitian tersebut terlaksana atas hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT), Universitas Negeri Gorontalo, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Melalui buku ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak atas bantuan yang telah diberikan kepada peneliti. Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada: Prof. Dr. Syam Qamar Badu, M.Pd, Rektor Universitas Negeri Gorontalo, yang telah memberikan Penelitian PTUPT yang sedang peneliti lakukan, Prof. Dr. Evi Hulukati, M.Pd, Selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Gorontalo telah memberikan atau menyetujui adanya penelitian PTUPT ini, Dr. Akram La Kilo, M.Si. Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Gorontalo yang telah memberikan informasi sekaligus mengusulkan nama penulis untuk mendapatkan kesempatan memperoleh penelitian ini, dan Erni Mohammad, S.Pd., M.Si Kepala Laboratorium Kimia Universitas Negeri Gorontalo, yang telah memberikan izin menggunakan Laboratorium untuk melaksanakan sebagian pengujian sampel penelitian ini serta kepada semua dosen dan mahasiswa dan orang-orang yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Akhirnya, semoga Tuhan yang penuh rahmat, membalas budi dan kebaikan semua pihak yang telah rela memberikan bantuan demi penyelesaian buku ini.

Gorontalo, Oktober 2018

Tim Penulis,

# Daftar Isi

Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
<b>BAB I INSEKTISIDA NABATI.....</b>	<b>1</b>
1.1. Pengertian Insektisida Nabati.....	1
1.2. Macam-Macam Insektisida Alami .....	3
1.2.1 Insektisida Alami dari Mikroorganisme.....	3
1.2.2 Insektisida Alami dari Organisme Laut.....	4
1.2.3 Insektisida Alami dari Tumbuh-Tumbuhan.....	5
<b>BAB 2 AKTIVITAS BIOLOGI INSEKTISIDA NABATI.....</b>	<b>11</b>
2.1 Aktivitas Penghambatan Makan ( <i>Antifeedants</i> ) .....	11
2.2 Aktivitas Penolakan Makan ( <i>Revelen</i> ) .....	16
2.3 Insektisida Penarik Serang ( <i>Attractants</i> ) .....	19
2.4 Aktivitas Penundaan Peneluran ( <i>Oviparitas</i> ) .....	19
2.5 Aktivitas Pengatur Pertumbuhan Serangga.....	22
2.6 Aktivitas Kematian ( <i>Mortalitas</i> ) .....	24
<b>BAB 3 TUMBUHAN KECUBUNG .....</b>	<b>33</b>
3.1 Morfologi Tumbuhan Kecubung ( <i>Datura metel L</i> ) .....	33
3.2 Kandungan Kimia Tanaman Kecubung .....	35
3.3 Hasil Penelitian Sebagai Insektisida Nabati.....	36
3.3.1 Preparasi Sampel.....	36
3.3.2 Proses Ekstraksi Sampel .....	36
3.3.3 Uji Fitokimia.....	39
3.4 Uji Pemurnian.....	46
3.4.1 Pemisahan dan Pemurnian.....	46
3.4.2 Uji Kemurnian.....	49
3.4.3 Uji Efektivitas pada Serangga .....	50
3.5 Pengujian Atau Aplikasi Kemanjuran Insektisida Nabati Daun Kecubung Di Lapangan.....	61
3.5.1 Perbanyak Sederhana Serangga Uji.....	61
3.5.2 Ulat grayak sebagai serangga uji .....	62

<b>BAB 4 TUMBUHAN JURE .....</b>	<b>69</b>
4.1 Morfologi Tumbuhan Jure ( <i>Nerium indicum</i> Mill) .....	69
4.2 Kandungan Kimia .....	70
4.3 Hasil Penelitian Mendapatkan Insektisida Nabati .....	71
4.3.1 Ekstraksi Dan Fraksinasi.....	71
4.3.2 Pengujian Antimakan Ekstrak Jure.....	74
4.4 Prosedur Pemurnian Ekstrak Jure .....	76
4.5 Pengujian atau Aplikasi Kemanjuran Insektisida Nabati Daun Jure di Lapangan.....	78
4.5.1 Perbanyak Sederhana Serangga Uji.....	78
4.5.2 Ulat Grayak sebagai Serangga Uji.....	79
4.6 Hasil Uji Lapangan Isolat Daun Jure .....	82
 <b>BAB 5 TANAMAN SIRIKAYA .....</b>	 <b>85</b>
5.1. Morfologi Tanaman Srikaya .....	85
5.2. Kandungan Kimia .....	86
5.3. Hasil Penelitian Insektisida Nabati Biji Srikaya.....	86
5.3.1. Preparasi Sampel Biji Srikaya.....	86
5.3.2. Proses Pemurnian Fraksinat.....	89
5.3.3. Pemurnian Ekstrak Biji Srikaya.....	89
5.4. Pengujian Atau Aplikasi Kemanjuran Insektisida Nabati Dari Biji Srikaya Di Lapangan.....	94
5.4.1. Perbanyak Sederhana Serangga Uji.....	94
5.4.2. Ulat Grayak sebagai Serangga Uji.....	95
5.5. Data Hasil Uji Lapangan Isolat Biji Srikaya .....	98
 <b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>107</b>
6.1. Kesimpulan.....	107
6.2. Saran .....	108
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 <b>109</b>

# BAB 1

## INSEKTISIDA NABATI

### 1.1. PENGERTIAN INSEKTISIDA NABATI

Insektisida adalah bagian dari pestisida. Pestisida merupakan senyawa-senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan atau membunuh jasad pengganggu. Secara arti kata, pestisida mengandung arti yang sangat luas, mencakup sejumlah istilah lainnya yang lebih tepat.

Beberapa ahli memberikan pengertian tentang pestida. Terdapat beberapa golongan racun jasad pengganggu yang berakhiran dengan kata cide atau sida yang berasal dari perkataan latin yang berarti membunuh (Sastroutomo, 1992). Misalnya insektisida yaitu senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh serangga, fungisida digunakan untuk membunuh jamur.

Menurut Tarumingkeng (1992), pestisida berasal dari kata "pest" yang berarti "hama", dan "cide" yang berarti "membunuh". Jadi pestisida adalah mencakup bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan populasi jasad hidup yang merugikan manusia, tumbuhan, ternak dan sebagainya yang diusahakan manusia untuk kesejahteraan hidupnya, agar kerugian dan gangguan dapat ditekan seminimum mungkin.

Lebih lanjut Sastroutomo (1992), mengemukakan bahwa pestisida adalah senyawa kimia yang digunakan untuk membasmi semua jenis jasad pengganggu. Bagi para petani,

jasad pengganggu ini dapat meliputi serangga, dan kutu yang merusak dan memakan tanaman budidaya; gulma di sawah atau di kebun, gulma air yang menyumbat saluran air dan irigasi; semua penyakit tanaman budidaya yang disebabkan oleh jamur patogen, bakteri dan virus; nematoda; siput, tikus, dan burung yang memakan kecambah dan biji-bijian dalam jumlah yang sangat besar baik sewaktu di lapangan maupun di gudang.

Bagi orang diperkotaan, jasad pengganggu ini dapat berupa segala jenis lalat yang membawa kuman penyakit; nyamuk dan lipas; ngengat yang merusak pakaian; kutu yang menyerang buku; kutu-kutu menyerang tanaman hias; gulma di taman, rayap yang merusak kayu-kayu dan papan rumah serta perabotan.

Menurut sejarah bahwa pestisida telah lama dimanfaatkan manusia, yaitu permulaan adanya peradaban manusia itu sendiri. Pada tahun seribu Sembilan puluhan senyawa pemberantas gulma dan serangga secara organik yang pertama telah dibuat. Pada tahun 1939, Paul Muller menemukan senyawa DDT yang mempunyai sifat yang dapat membunuh serangga. Setelah perang Dunia Kedua, lebih banyak senyawa pestisida organik yang dibuat orang untuk berbagai macam kegunaan. Senyawa hidrokarbon berkhlorin juga mulai dihasilkan secara komersial.

Berdasarkan informasi dari Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) Amerika Serikat, pada saat ini tercatat sebanyak 2600 bahan aktif pestisida yang diperdagangkan di Negara ini. Dari jumlah ini, 575 berupa herbisida, 610 insektisida, 670 fungisida dan nematisida, 145 rodentisida, dan 600 jenis disinfektan. Di Malesia kadar penggunaan pestisida baik dalam jenis maupun bahan aktifnya telah meningkat dengan pesat dari tahun ke tahun.

## 1.2. MACAM-MACAM INSEKTISIDA ALAMI

Insektisida alami atau nabati adalah merupakan insektisida yang bahan dasarnya diperoleh atau berasal dari makhluk hidup seperti yang diperoleh dari mikroorganisme, organisme laut dan dari tumbuh-tumbuhan.

Ditinjau dari sumbernya insektisida alami dapat dibagi atas tiga kelompok yaitu Insektisida yang berasal dari mikroorganisme, dari organisme laut dan dari tumbuh-tumbuhan.

### 1.2.1 Insektisida Alami dari Mikroorganisme

Berbagai spesies dari bagian mikroorganisme yang dapat dibudidayakan merupakan sumber insektisida alami. Banyak senyawa aktif yang berasal dari mikroorganisme dapat bersifat sebagai insektisida sudah berhasil diisolasi dan diidentifikasi. Tahun 1975, para peneliti di Merck Company Inc. menemukan bahan alami hasil fermentasi biakan *Streptomyces avermitilis* yang diberi nama avermektin (*avermectin*) yaitu campuran delapan bahan-bahan alami yang sangat erat hubungannya, salah satu diantaranya yaitu avermektin B1a (2) yang menunjukkan aktivitas paling tinggi.

*Avermektin* memiliki aktifitas terhadap beberapa jenis serangga juga memiliki bioaktifitas terhadap nematoda dan tungau. *Avermektin* dapat mematikan larva *M. brassicae* dan *N. cincticeps* serta (Acarina: Tetranychidae). Cara kerjanya, avermektin ini berinteraksi dengan reseptor asam  $\gamma$ -aminobutirat dan merangsang pelepasan asam tersebut dari ujung syaraf dan meningkatkan pada reseptornya. Peningkatan  $\gamma$ -aminobutirat menghasilkan laju aliran ion klorida ke dalam sel yang mengakibatkan hiperpolarisasi dan terjadi eliminasi transduksi sehingga menghambat transmisi dalam syaraf. *Avermektin* bertindak sebagai antagonis GABA yang menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga sasaran.

Milbemisin (*Milbemycin*) diperoleh dari bakteri *Streptomyces hygroscopius* memiliki bioaktivitas insektisida yang tinggi. Campuran milbemisin A<sub>3</sub> dan A<sub>4</sub> telah dijadikan sebagai produk akarisida komersial. Semenjak tahun Sembilan puluhan akarisida ini telah digunakan untuk mengendalikan tungau dari famili Tetranychidae pada tanaman teh dan terung. Milbemisin merangsang keperluan pembentukan ion klorida pada otot tungkai lipas dengan mekanisme kerja membuka saluran ion klorida di dalam plasma membran syaraf dan sistem otot syaraf. Senyawa ini menunjukkan sifat racun yang sangat rendah terhadap mamalia.

Spinosad merupakan salah satu insektisida produk fermentasi mikroba atau bakteri yang aman bagi lingkungan karena sangat cepat mengalami penguraian di alam dan juga aman terhadap mamalia, ikan, burung dan serangga-serangga berguna karena memiliki toksinitas yang rendah. Pada tahun 1998, dari bakteri *Saccharopolyspora spinosa* berhasil diidentifikasi dua komponen hasil fermentasinya yang dikenal sebagai sipinosin A dan D.

Spinosad telah diuji di lapangan dan menunjukkan daya efikasi yang sangat baik. Insektisida alami ini efektif untuk mengendalikan beberapa serangga hama seperti *H. virescens*, *S. exigua*, *S. frugiperda*, *P. xylostella*, *Liriomyza* sp., *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae), *Empoasca rapae* (Homoptera: Cicadellidae), dan lain-lain.

### 1.2.2 Insektisida Alami dari Organisme Laut

Makhluk renik laut atau *Marine organisms* dan organisme perairan lainnya menunjukkan potensi yang cukup tinggi dalam eksplorasi senyawa-senyawa alami dan perkembangannya sebagai usaha dalam menemukan senyawa-senyawa penting yang efektif dalam pengendalian hama tanaman. Kesuksesan

pemasaran insektisida kartap yang senyawa modelnya diisolasi dari organisme cacing laut, *Lumbriconereis heteropoda* merupakan suatu bukti bahwa hewan atau organisme laut dapat dijadikan salah satu bahan insektisida alami. Racun nereistoxin yang berasal dari cacing laut tersebut dijadikan model senyawa dalam pengembangan insektisida kartap (*cartap*). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dari bahan alami, selain dapat digunakan sebagai agens pengendalian secara langsung dapat juga dijadikan sebagai model senyawa untuk keperluan sintesis.

Banyak senyawa kimia telah diisolasi dari jenis alga yang memiliki sifat sebagai insektisida terhadap berbagai spesies serangga hama. Asam domoat dan asam  $\alpha$ -kainat yang diisolasi dari alga merah *Chondria armata* memberikan pengaruh insektisida terhadap *P. americana*, *B. germanica*, dan *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Mekanisme kerja yang tepat senyawa-senyawa tersebut belum diketahui secara jelas namun diduga bekerja dengan mempengaruhi sistem syaraf serangga.

Senyawa metabolit sekunder dengan nama deoksipreparifenol dan Z-laureatin yang diekstrak dari spesies alga merah lain, *Laurencia naponica*, menunjukkan aktivitas biologi terhadap larva *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae).

### 1.2.3 Insektisida Alami dari Tumbuh-Tumbuhan

Penduduk Indonesia sudah lama mengetahui bahkan telah bertahun-tahun memanfaatkan tumbuh-tumbuhan untuk keperluan seperti mengobatis segala macam penyakit, dan menjaga kesehatan, serta untuk meningkatkan stamina. Orang-orang juga telah mengetahui bahwa ada spesies tanaman yang memiliki kemampuan dan ketahanan terhadap serangga bila disetarakan dengan spesies tanaman lainnya. Dasar yang digunakan untuk merujuk penggunaan tumbuhan sebagai insektisida adalah insektisida nabati atau insektisida botani.

Merujuk pada metode mencoba-coba atau *trial and error* orang-orang menemukan teknik-teknik ekstraksi, fraksinasi dan aplikasi. Kemudian dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sungguh luar biasa teristimewa dalam bidang ilmu kimia terutama dalam hal pengembangan alat-alat atau instrumen analisis, banyak senyawa kimia yang berasal dari tumbuhan telah diisolasi dan telah diidentifikasi bahkan telah disintesis.

Bila ditinjau dari bioaktivitasnya, senyawa-senyawa yang berasal dari tumbuhan memiliki dan bahkan menunjukkan berbagai macam aktivitas biologi pada serangga seperti penghambatan dan penolakan makan, penolakan penularan, mematikan telur (ovisida), menunda proses pergantian kulit, mempengaruhi dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan, menyebabkan kematian atau mortalitas, dan lain-lain.

Dalam beberapa dasawarsa terakhir ini telah banyak dilakukan upaya-upaya untuk penjelajahan lapangan untuk mendapatkan dan melakukan proses isolasi untuk mendapatkan senyawa-senyawa yang dapat menolak dan atau menghambat/menurunkan aktivitas makan serangga yang merusak tanaman. Sampai saat sekarang ini senyawa kimia tumbuhan yang memperlihatkan aktivitas penolakan dan penurunan makan sudah banyak dilaporkan. Terdapat berbagai spesies tumbuhan dari famili tanaman tertentu menunjukkan potensi yang tinggi untuk dapat dikembangkan lebih intensif lagi seperti anggota-anggota famili Zingiberaceae, Meliaceae, Asteraceae, Solanaceae, dan lain-lain.

Diketahui ada banyak senyawa kimia yang menunjukkan penghambatan aktivitas makan yang menyatu dalam kelompok senyawa tertentu seperti dari kelompok alkaloid, flavonoid,

sesquiterpen, terpenoid, dan lain-lain telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi, salah satu contoh adalah azadirakhtin senyawa aktif dari kelompok triterpenoid yang diisolasi dari biji mimba *A. indica* (Meliaceae). Banyak anggota famili Meliaceae yang kandungan senyawa kimianya dapat bertindak sebagai penghambat aktivitas makan serangga, seperti *A. harmasiana*, *Aphanamixis grandifolia*, *D. mollissimum*, *S. mahagoni*, *T. sureni*, dan lain-lain. beberapa senyawa dari kelompok limonoid seperti triklin yang diisolasi dari *Trichilia roka* dan hirtin yang diisolasi dari *T. hirta* bertanggung jawab atas aktivitas penghambatan makan serangga.

Senyawa sesquiterpen, 2,10-bisaboladien-1-on dan 11-asetoksi-5-angeloilokasi-silfinen-3-on adalah dua senyawa yang diisolasi dari tumbuhan *Senecio palmensis* (Asteraceae). Senyawa ini telah diujikan pada larva dan imago *L. decemlineata* baik dengan metode uji pilihan maupun non-pilihan maupun penghambat aktivitas makan hingga mencapai 98%.

Jenis lain yaitu *Polygonum hydropiper* telah diisolasi dari senyawa poligodial yang juga menunjukkan penghambatan aktivitas makan yang tinggi baik terhadap larva lepidoptora seperti larva *P. xylostella* dan beberapa anggota kelompok kutu-kutuan termasuk *M. persicae*. Tampaknya ada selektivitas kerja dalam senyawa dalam mempengaruhi aktivitas makan. Terdapat senyawa-senyawa yang dapat bekerja secara selektif pada golongan serangga tertentu tetapi tidak pada anggota golongan yang lain.

Diketahui pula berbagai senyawa kimia tumbuhan telah tercatat memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas peneluran atau bahkan menolak serangga untuk meneluri inang yang telah diberi senyawa tumbuhan tersebut. Terdapat

beberapa senyawa yang telah diisolasi seperti Triklin, sebuah senyawa aktif yang diisolasi dari *M.azedarach* (Meliceae) memberikan penghambatan aktivitas penularan pada berbagai spesies serangga. Selain itu, tiga senyawa monoterpenoid yaitu 3-karen, limonen, dan p-simen yang diisolasi dari minyak tusam dapat menghambat aktivitas peneluran *Delia antique*. Pada senyawa monoterpenoid yaitu 3-karen dan driman B menghambat aktivitas penularan serangga *P. xylostella*. Selanjutnya ekstrak *Curcuma longa* salah satu anggota famili Zingiberaceae diketahui juga mampu memberikan hambatan aktivitas peneluran bahkan dapat mematikan telur dan bersifat ovisida pada serangga *Tribolium castaneum* (Coleopatra: Tenebrionidae). Spesies Zingiberaceae lainnya yaitu *Z. Purpureum* bersifat ovisida pada telur *C. macalutus*.

Hasil ekstraksi tumbuhan dari family Meliaceae dapat memberikan penghambatan terhadap aktivitas makanan dan peneluran serangga juga dapat menghambat proses pertumbuhan dan perkembangan serangga. *A. argentea*, *A. odorata*, *A. elliptica*, *A. odoratissima*, *cedrela odorata*, *C. toona*, *Cikrassia tabularisa*, dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan beberapa serangga. Selain itu juga beberapa anggota famili Annonaceae telah diketahui mampu menghambat pertumbuhan larva *M. brassicae*, *C. binotalis* dan *P.xylostella*.

Berbagai ekstrak dan fraksi-fraksi dari tumbuhan yang dapat mengakibatkan kematian pada serangga merupakan tonggak dari pengembangan insektisida nabati dibandingkan dengan aktivitas lainnya. Kalau dilihat dari perkembangan insektisida sintetik maka beberapa golongan insektisida telah menggunakan model senyawa tumbuhan yang dapat bersifat insektisida atau mematikan. Insektisida golongan karbamat

merupakan salah satu golongan insektisida sintetik yang senyawa modelnya, fisostigmin berasal dari tumbuhan yang dikenal sebagai kacang calabar, *Physostigma venenosum*, (Papilionaceae).

Senyawa-senyawa aktif dari tumbuhan yang telah diisolasi dan diidentifikasi seperti dari spesies tumbuhan *Tanacetum* (= *Chrysanthemum*) *cinoliumerariaefolium*, *Nicotiana* spp., dan *Derris* spp. yang menghasilkan berturut-turut piretrin, nikotin, dan rotenone yang berhasil dikembangkan sebagai insektisida komersial yang mempunyai sifat mortalitas yang tinggi. Estrak-esthak tumbuhan tersebut mengakibatkan kematian pada berbagai sepsis serangga hama baik serangga hama pada bidang pertanian maupun rumah tangga.

Banyak sepsis tumbuhan dari berbagai famili menunjukkan pengaruh kematian atau mortalitas pada serangga dengan tingkat efikasi yang bervariasi. Dari famili Meliaceae, ekstrak *A. indica*, *A. odorata*, *Dysoxylum malabaricum*, *D. spectabilis*, *D. mollissium*, *M. azedarach*, *Swietenia mahogami*, *Aglaia harmsiana*, dan masih banyak lagi sepsies yang lain memberikan pengaruh kematian pada banyak spesies serangga termaksud hama utama pertanian. Selain *A. indica* yang telah dikembangkan secara intensif dan produk komersialnya telah dipasarkan, anggota lainnya dari famili Meliaceae mempunyai potensi yang sangat tinggi untuk mengikuti jejak *A. indica*. Ini tentunya masih membuka kesempatan yang sangat luas untuk penelitian-penelitian dasar maupun lanjutan.

Penelitian tentang insektisida nabati masih merupakan komoditi penting bagi para peneliti karena masih begitu luas dan bervariasi tumbuhan di dunia sebagai sumber insektisida. Hal ini juga termotivasi dalam melakukan proses eksplorasi

tumbuh-tumbuhan yang jumlahnya masih sangat berlimpah. Sampai saat sekarang diperkirakan baru 10% dari jumlah spesies tumbuhan di dunia yang telah dieksplorasi. Ini memberikan peluang pada kita semua untuk terus menggali dan melakukan penelitian-penelitian sehingga akan didapatkan spesies-spesies tumbuhan kandidat untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai produk komersial di masa mendatang.

# BAB 2

## AKTIVITAS BIOLOGI

### INSEKTISIDA NABATI

#### 2.1 AKTIVITAS PENGHAMBATAN MAKAN (ANTIFEEDANTS)

Proses pemilihan inang oleh serangga pemakan tumbuhan, untuk mendapatkan sumber makanannya, perhatian utama tertuju pada factor struktur dan morfologi fisik dari tumbuhan, namun tidak kalah penting adalah faktor kimia (senyawa-senyawa kimia) tumbuhan juga memberikan peranan yang sangat penting. Serangga dapat mengenali atau merasakan keberadaan senyawa kimia dalam jumlah/konsentrasi yang sangat rendah dalam makanannya atau inangnya (Bell *et al.* 1990) senyawa-senyawa yang telah dikenal baik oleh serangga akan menjadi penanda/signal yang menunjukkan bahwa tumbuhan tersebut adalah inang mereka sehingga senyawa-senyawa tersebut akan dijadikan sebagai senyawa penarik (attractant). Hal sebaliknya dapat berlaku yaitu kehadiran atau adanya senyawa-senyawa yang belum dikenal (*foreign compounds*) dapat mengakibatkan penolakan oleh serangga. Inilah yang di dasari oleh pemilihan inang serangga sehingga serangga akan memilih atau menjadikan jenis tumbuhan tertentu sebagai inang dan tidak memiliki jenis tumbuhan yang lain.

Penghambatan aktivitas makan atau dikenal dengan sebutan antifidan (*antifeedant*) adalah zat atau senyawa kimia

yang yang ketika dirasakan oleh serangga dapat menghasilkan penghentian aktivitas makan yang bersifat sementara atau permanen tergantung pada potensi atau kekuatan senyawa tersebut dalam memberikan aktivitasnya. Pengertian yang lebih spesifik tentang antifidan adalah senyawa-senyawa yang secara substansial tidak memberikan penolakan aktivitas makanan serangga tetapi cukup memberikan rasa ketidaksukaan pada serangga. Batasan kedua ini tidak memisahkan pengertian penghambatan makanan dan penolakan makan (*feeding deterrent*). Di lain pihak, Perry *et al.* (1997) menjelaskan bahwa antifidan adalah zat kimia yang aksi penolakan makannya tidak harus total hingga 100%, tetapi cukup membuat tumbuhan atau tanaman tersebut kurang disukai ketika serangga mencoba dan melakukan aktivitas makannya. Dengan demikian pengertian antifidan mencakup penolakan makan (tidak ada aktivitas makan sama sekali) dan penghambatan makan (ada aktivitas makan namun terhambat). Oleh karena itu kekuatan atau efektivitas antifidan dapat dinilai dari indeks penghambatannya.

Jenis senyawa kimia serta perbedaan konsentrasi dari keberadaan senyawa kimia dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap penghambatan aktivitas makan bagi serangga. Terdapat sekian banyak kumpulan senyawa kimia yang dapat menunjukkan sifat menghambat terhadap aktivitas makan serangga yaitu beberapa senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, terpenoid, quinon, dan flavonoid (Harborne 1988).

Pada bagian awal telah dikatakan bahwa telah banyak penelitian-penelitian yang dilakukan yang tak lain ditujukan untuk mengeksplorasi tumbuhan dan mengisolasi senyawa-senyawa yang dapat menolak dan atau menghambat/menurunkan aktivitas makan serangga banyak dilakukan.

Hingga sekarang sudah banyak dilaporkan senyawa kimia tumbuhan yang memberikan pengaruh penghambatan aktivitas makan pada serangga. Beberapa spesies tumbuhan dari berbagai famili menunjukkan potensi yang cukup tinggi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai agens pengendalian serangga hama seperti anggota-anggota famili Zingiberaceae, Meliaceae, Asteraceae, Solanaceae, dan lain-lain.

Terdapat sekian banyak ekstrak dari famili meliaceae, seperti *Aglaia cordata*, *Dysoxylum malabaricum*, *Melia dubia*, *Sandoricum koetjape*, *Swietenia mahogany*, dan *Trichilia roka* dapat menghambat aktifitas makan larva *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *S. mahogany*, *Aphanamixis grandifolia*, dan *Carapaguianensis* diketahui mampu memberikan efek penghambatan makan makan pada larva *P. xylostella* dengan intensitas penghambatan makan yang berbeda. Bahkan *A. grandifolia* juga memberikan pengaruh kematian pada larva yang sama yang diujikan dengan metode kontaminasi pecan. Namun demikian ekstrak batang spesies ini tidak memberikan pengaruh penghambatan aktivitas makan yang nyata. Sementara itu, ekstrak biji *A. harmsiana* pada rentang konsentrasi 0,019-0,135% dapat menghambat aktivitas makan larva *C. pavonana* instar III sebesar 60-97% (Wiyantono 1998). Ekstrak anggota Meliaceae lainnya seperti ekstrak biji *A. elliptica*, *D. Mollissimum*, dan *Tichilia trijuga* dapat menghambat aktivitas makan dapat menghambat aktivitas makan larva *C. pavonana* lebih dari 70% pada kosentrasi 0,05-0,25% (Carnelis 1998).

Padakeluarga Annonaceae, terutama ekstrak batang *polyalthia affinis*, *P lateriflora*, dan *P. rumphii* memberikan penghambatan aktivitas makan yang sangat baik pada larva *P. xylostella*. Ekstrak biji srikaya *Annona squamosa* yang diaplikasikan pada tanaman padi dapat mengakibatkan

turunnya persentase terjadinya penyakit tungro karena terjadi penurunan aktivitas makan pada vektor penyakit ini. Berdasarkan pengujian ekstrak-ekstrak dari tumbuhan selain memperlihatkan pengaruh langsung terhadap penurunan aktivitas makan serangga sasaran juga secara tidak langsung mengurangi perkembangan penyakit yang dikembangkan oleh serangga sebagai vector. Pada bagian lain ekstrak dari cabang atau ranting *p. sclerophylla* pada kadar 5% dapat menghambat aktivitas makan ulat *p. xylostella* mencapai kurang lebih 80% yang dilakukan dengan metode pilihan (Dadang & Ohsawa 2001b).

Demikian pula ekstrak dari umbi anggota keluarga Zingiberaceae, *Zingiber* spp. dan *Curcuma* spp. Menunjukkan bioaktivitas penghambatan makan wereng coklat, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). Demikian juga ekstrak rimpang lengkuas, *Alpinia galanga* mempunyai aktivitas penghambatan makan terhadap larva *p. xylostella* (Dadang et al. 1998). Ekstra rimpang tamu putih, *C. zeodaria* pada konsentrasi 3% dan 5% mampu menghambat aktivitas makanan *C. pavonana* hingga 75,4% dan 92,2% berturut-turut dan yang diuji dengan metode pilihan (Minarhayati 1990). Demikian juga dengan ekstrak rimpang tamu hitam, *C. aeruginosa* pada konsentrasi 4% yang dapat menghambat makan larva *C. pavonana* hingga 100% dan pada konsentrasi 2% dapat menghambat makanan hingga 98,7% yang diuji dengan metode pilihan (Nurhasyim 1990).

Terdapat spesies-spesies tumbuhan lainnya yang diketahui menunjukkan pengaruh yang sama terhadap larva *p. xylostella* diantaranya adalah *Cymbopogon citratus* (Poaceae), *Bruguiera palviflora* (Rhizophoraceae), *Lagerstroemia floribunda* (Lythraceae), *Uncaria tomentosa* (Rubiceae), dan *Ziziphus jujube* (Mimosaceae) yang dapat menghambat aktivitas makan larva lebih dari 75% (Dadan 1999). Sementara itu ekstrak methanol

*acorus calamus* (Araceae), *Pogostemon calibin* (Labiatae), *Lantana camaea* (Labiatae), dan *Vetiveria zizanioides* (Poaceae) memberikan pengaruh penolakan yang kuat terhadap kecoa *Periplaneta Americana* (Dictyoptera: Blattidae) pada konsentrasi 1% (Manik 2003).

Kandungan zat kimia yang berasal dari beberapa kelompok metabolit sekunder seperti sesquiterpenoid, alkaloid, dan terpenoid telah disosialisasi dan diidentifikasi. Dari hasil analisis tersebut sudah diketahui juga bahwa senyawa penghambat aktivitas makan terbaik berasal dari kelompok senyawa terpenoid yaitu azadirakhtin, yang dipisahkan dari *Indian neem tree, Azadirchta indica* (Meliaceae) (Harborne 1989). Hasil analisis menunjukkan bahwa Azadirakhtin dapat berfungsi menurunkan aktivitas makan berbagai jenis serangga, seperti *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), *S. frugiferda*, *S. exempta*, *Heliothis virescen* (Lepidoptera: Noctuidae), *Helicoverpa zea*, *H. armigera*, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae), dan *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) (Blaney et al. 1990). Pada konsentrasi 1 ppm, azadirakhtin dapat mengurangi aktivitas makan serangga *S. littoralis*, *S. frugiferda*, *H. virescen*, dan *H. armigera* dengan presentasi penolakan makan berturut-turut sebesar 99, 90, 77, dan 85 % (Blaney et al. 1990). Senyawa sesquiterpenoid, 2,10-bisaboladien-1-on dan 11-asetoksi-5-angeloikasi-silfinen-3-on yang diisolasi dari *Senecio palmensis* (Asteraceae) menghambat aktivitas makan larva dan imago *Leptinotarsa decimlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) hingga mencapai 98% baik dengan metode uji pilihan maupun tanpa pilihan. Ajugarin 1 yang diisolasi dari famili Labiate memberikan pengaruh penghambat makan pada beberapa larva Lepidoptera tetapi kurang efektif terhadap serangga dari kelompok Homoptera (kutu-kutuan). Kemudian poligodial yang

diisolasi dari *Polygonum hydropiper* mengakibatkan penghambatan makan yang tinggi pada larva *P. xylostella* pada konsentrasi 0,1% dan juga terhadap kutu daun *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) sehingga menurunkan juga terjadinya penularan virus Y kentang dan virus kuning bit. Sektivitas kerja telah telah terjdai pada senyawa-senyawa yang bekerja secara selektif hanaya pada golongan seraaai ngga tertentu tetapi juga terdapat senyawa yang bekerja pada beberapa golongan serangga lainnya.

*Mode of action* atau mekanisme kerja senyawa senyawa penghambat aktivitas makan (antifidan) belum diketahui dengan pasti, walaupun terdapat fakta sehubungan dengan interaksi beberapa senyawa seperti terpenoid dengan reseptor sensor serangga (Gershenzon & Croteau 1991 dalam Langenheim 1994). Kemampuan pengambat aktivitas makan dari azadirakhtin telah diketahui berhubungan dengan saraf gustatory larva Lipidoptera (Simmonds & Blaney 1984).

Oleh sebab perilaku makan dipadu oleh sensor informasi, mempelajari tanggap rangsangan dapat membantu dalam mengidentifikasi senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan yang mungkin yang dapat digunakan sebagai penghambat aktivitas makan atau sebagai antifedan (Schoonhoven 1986).

## 2.2 AKTRIVITAS PENOLAKAN MAKAN (REVELEN)

Penelitian tentang tanggap ransangan dan perilaku serta efek fisiologi saraf terhadap penolakan makan serangga telah dilakukan oleh para ahli entomologi untuk menjelaskan mekanisme yang jelas dan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang merespon terhadap aksi penolakan makan.serangga mempunyai reseptor termasuk kemoreseptor pada antenna,

bagian mulut, dan tarsus yang dapat membedakan berbagai senyawa kimia. Alkaloid spartein menghambat respon gula pada sensila galeal *Entomoscelis amaricana* (Coleoptera: Chrysomelidae) (Mitchell & Sutcliffe 1984). Satu rambut maksila larva *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae) berisi reseptor penolak yang distimulasikan pada berbagai macam alkaloid dan terpenoid. Kehadiran senyawa antifedan yang berupa alkaloid akan merangsang reseptor penolak dan akibatnya akan menghalangi serangga untuk makan (Schoonhoven 1986). Selanjutnya, Schoonhoven (1982) menyimpulkan bahwa antifedan mungkin (1) merangsang reseptor penolak yang spesifik, (2) merangsang reseptor secara umum, (3) merangsang aktivitas beberapa sel dan menghambat yang lainnya, (4) menghambat spesifik reseptor penstimulan makan (*phagostimulant*), dan (5) kadang-kadang menyebabkan tingginya pola implus yang tidak alami pada frekuensi yang tinggi.

Berpijak dari hal tersebut di atas, pengetahuan tentang penolakan serangga karena kehadiran senyawa kimia tertentu dapat dimanfaatkan dalam pengendalian serangga hama. Penolakan makan atau pengurangan aktivitas makan serangga merupakan salah satu aktivitas biologi yang dapat diaplikasikan dalam usaha mencari metode atau strategi baru dalam perlindungan tanaman.

Kelayakkan pemamfaatan senyawa-senyawa yang dapat menolak atau menghambat aktivitas serangga dalam sistem pengendalian serangga hama telah ditunjukkan dalam beberapa kasus walaupun masih terbatas pada skala kecil. Untuk skalah besar memang belum banyak dilaporkan tetapi jalan menuju kearah tersebut bukan hal yang tidak mungkin untuk dilakukan. Memang senyawa antifedan tidak cukup efektif apabila digunakan hanya sebagai agens pengendali tunggal (*single controlling agent*) tetapi akan memberikan peran yang penting

apabila antifidan ini dimasukkan sebagai salah satu komponen dalam sistem pengendalian terpadu. Mengingat pendekatan-pendekatan dalam pengendalian serangga hama semakin luas, maka kebutuhan akan senyawa-senyawa antifidan yang sesuai pada sistem yang digunakan akan semakin meningkat sehingga ini akan menantang untuk dilakukan penelitian.

Bahan kimia yang memiliki sifat menolak atau repellent adalah senyawa kimia yang mencegah terhadap kerusakan tanaman atau hewan yang disebabkan oleh serangga dengan membuat inang tidak menarik, tidak dapat dimakan atau dapat membahayakan serangga tersebut. Zat kimia yang bertindak sebagai repellent mengandung racun atau sama sekali tidak beracun. Insektisida penolak ini biasanya bersifat spesifik dan jarang bersifat umum. Macam-macam zat kimia yang bersifat penolak digolongkan dalam beberapa jenis sesuai fungsi dan perannya yaitu:

1. Penolak untuk serangga yang merayap seperti triklorobensin
2. Penolak untuk serangga pemakan tanaman seperti campuran Bordeaux
3. Penolak serangga yang meletakkan telur seperti penggunaan difenilamin untuk serangga lalat yang bertelur dalam luka hewan.
4. Penolak serangga pemakan kayu, seperti pentachlorophenol dan dieltrin.
5. Penolak serangga pemakan bahan pakaian, seperti Eulan dan Mitin
6. Penolak serangga pengisap darah seperti dimethyl phthalate.

Zat kimia penolak lainnya yang dipergunakan untuk serangga penghisap darah terutama serangga yang dapat menularkan penyakit pada manusia atau hewan (nyamuk, lalat, pinjal, tungau dan camplak yang dapat mengganggu atau menularkan penyakit pada manusia dan hewan.

### 2.3 INSEKTISIDA PENARIK SERANGGA (*ATTRACTANTS*)

Banyak serangga yang dapat tertarik oleh suatu zat kimia melalui stimulasi bau (*olfactory stimulation*). Bau alami ini akan menuntun mereka untuk mencari makan ataupun mencari inang, melakukan perkawinan, tempat tinggal ataupun mencari tempat meletakkan telur. Zat penarik telah digunakan untuk mengambil contoh populasi hama di suatu tempat tertentu atau untuk menarik hama serangga untuk masuk ke dalam perangkap yang mengandung zat racun. Macam-macam zat penarik yang telah mulai dikembangkan untuk mengendalikan hama serangga adalah feromon, makanan pemikat (*food lures*) dan pemikat perneluran (*Oviposition lures*) (Metcalf and Metcal, 1975)

### 2.4 AKTIVITAS PENUNDAAN PENELURAN (*OVIPARITAS*)

Pemilihan tumbuhan sebagai inang adalah suatu proses kegiatan untuk menemukan tumbuhan inang yang sesuai untuk aktivitas makan, perkawinan, dan juga tempat peletakan telur. Penemuan tanaman inang oleh serangga fitofag dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik (morfologi) tumbuhan, kimia tumbuhan, waktu, dan jarak. Kogan (1994) menyatakan bahwa secara umum ada lima fase dalam proses pemilihan inang yaitu, (1) penemuan habitat inang, (2) penemuan inang, (3) pengenalan inang, (4) penerimaan inang, dan (5) kesesuaian inang. Serangga yang sukses melalui lima tahap proses pemilihan inang tersebut akan dapat tinggal dan beraktivitas pada tanaman tersebut.

Pada kebanyakan serangga pemakan tumbuhan (fitofag), pemilihan tempat peletakan telur adalah hal yang penting dan menjadi titik yang paling kritis untuk kelangsungan hidup keturunannya. Sejak peletakan telur (fase kritis), serangga harus menemukan inang sesuai untuk keturunannya. Ini sangat tepat

karena serangga pradewasa terutama larva instar awal tertentu tidak mampu untuk mencari inang secara mandiri. Oleh karena pemilihan inang untuk peletakkan telur adalah tahap yang menentukan sehingga serangga dewasa atau imago harus menemukan inang yang paling sesuai untuk keturunannya. Telah diketahui bahwa menemukan inang tanaman dengan kualitas yang baik dan sesuai untuk larva atau ninafa serangga fitofag tergantung pada kemampuan serangga betina dalam menyeleksi senyawa kimia tanaman inang untuk peletakkan telurnya.

Faktor fisik dan kimia tumbuhan dapat menghalangi berbagai fase dalam proses pemilihan inang. Senyawa-senyawa sekunder tumbuhan memainkan peran penting dalam memandu serangga dalam proses penemuan inang untuk peletakan telur. Serangga mengenal secara baik tumbuhan tertentu karena kehadiran senyawa kimia tertentu sehingga tumbuhan tersebut dipilih sebagai tempat peletakkan telur. Pada tumbuhan yang sesuai, senyawa metabolit sekunder tumbuhan tersebut akan merangsang serangga untuk aktivitas peletakan telur. Sebaliknya jika terdapat senyawa yang tidak dikenal pada tumbuhan inang mungkin akan menghalangi serangga untuk meletakkan telur (Tabashink 1985). Kehadiran senyawa kimia yang tidak diketahui, seperti deteren (penolak) mungkin tidak dapat dipilih sebagai tempat peletakkan telur. Tumbuhan bukan inang pada umumnya mengandung senyawa deteren, maka serangga tidak akan memilih tumbuhan tersebut sebagai tempat peletakkan telur. Senyawa deteren tidak hanya ditemukan pada tumbuhan bukan inang, tetapi pada beberapa tumbuhan inang juga terdapat senyawa deteren namun kadang kala potensi atau kekuatan senyawa deteren dalam menolak serangga kurang kuat jika dibandingkan dengan senyawa yang bersifat sebagai

stimulant atau perangsang. Pada kasus lain, kadang-kadang pada kunjungan pertama sebelum serangga meletakkan telur akan dihasilkan senyawa kimia yang dapat menolak serangga lain yang akan meletakkan telur pada lokasi tersebut. Kemampuan imago betina dalam pencarian tempat untuk meletakkan telur tidak hanya dipengaruhi oleh senyawa kimia dari bagian luar tumbuhan tetapi juga dari senyawa yang dihasilkan serangga pada saat kunjungan pertama. Senyawa yang digunakan dalam menandai inang disebut dengan feromon (Schoonhoven *et al.* 1998). Sudah jelas bahwa kehadiran senyawa kimia dapat menyeleksi penemuan inang atau perilaku peletakkan telur oleh serangga. Dari titik pandang ini, aplikasi senyawa sekunder tumbuhan yang diekstrak dari tumbuhan lain (bukan inang) mungkin dapat mengganggu perilaku peletakkan telur oleh serangga.

Beberapa senyawa terpenoid menunjukkan potensi sebagai penghambat aktivitas peneluran *P.xylostella* seperti driman A, driman B, dan poliglodial (Qiu *et al.* 1998). Senyawa lain seperti toosendanin yang diisolasi dari *Melia toosendan* (Meliaceae) memberikan efek penghambat peneluran pada serangga (Chiu 1985). Penghambat peneluran tidak hanya terlihat dari senyawa asli tetapi juga dari ekstrak tanaman. Ekstrak *A. indica* menunjukkan penghambat aktivitas peneluran *P. xylostella* (Qiu *et al.* 1998). Ekstrak biji *A. indica* selain mempunyai pengaruh penghambat makan, juga mampu menghambat aktivitas peneluran *P. xylostella*. Ekstrak ini juga dapat menghambat aktivitas peneluran lalat buah *Bactroera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). Ekstrak biji *A. harmsiana* menurunkan aktivitas peletakkan telur imago *C. binotalis* hingga 44% (Wiyantono 1998). Ekstrak *Sphaeralcea emoryi* (Malvaceae) memberikan efek penolakan aktivitas peneluran pada kumbang *Anthonomus*

*grandis*. Ekstrak biji *Euchersta horsfieldii* (Papilionaceae), *S. mahagoni*, *ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Luffa acutangulata* (Cucurbitaceae), *anona glabra* (Annonaceae), dan *A. Montana* memberikan efek penolakan peneluran yang cukup tinggi pada kumbang *C. chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) (Dadang 1999). Sementara itu tepung rimpang *C. aeruginosa* dan *C. xanthorrhiza* yang akan diberika pada kacang hijau menurunkan jumlah telur yang diletakkan oleh kumbang *C. chinensis* (Inayah 1991).

Senyawa-senyawa tumbuhan lain yang dapat menghambat aktivitas peneluran serangga diantaranya adalah trikhilin, senyawa yang diisolasi dari *Melia azedarach* (Meliaceae) memberikan penghambat aktivitas peneluran berbagai spesies serangga. Dari minyak tusam yang telah diisolasi tiga senyawa monoterpenoid yaitu 3-karen, limonene, dan *p*-simen yang dapat menghambat aktivitas peneluran *Delia antique*.

Mengingat potensi yang cukup tinggi dalam mengganggu aktivitas peneluran serangga pada tumbuhan/tanaman ianang maka membuka jalan untuk memanfaatkan senyawa-senyawa sekunder tumbuhan sebagai agens pengendalian serangga hama. Penghambat atau penolakan aktivitas peneluran serangga hama akan mengurangi populasi pada keturuna berikutnya sehingga diharapkan populasi serangga hama akan terus menurun.

## 2.5 AKTIVITAS PENGATUR PERTUMBUHAN SERANGGA

Pertumbuhan dan perkembangan serangga dipengaruhi oleh kualitas (protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan lainnya) dan kualitas makanan yang dikonsumsi. Serangga-serangga yang mengkonsumsi sumber makanan yang sesuai akan tumbuh dan berkembang dengan baik. Sebaliknya serangga yang mengkonsumsi sumber makanan yang miskin za-zat nutrisi

yang diperlukan akan mengalami penghambatan dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Demikian juga serangga-serangga yang dalam makannya terdapat senyawa-senyawa kimia tertentu (senyawa asing) dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga sendiri. Senyawa-senyawa semacam itu banyak yang bersumber dari tumbuhan.

Ekstrak-ekstrak tumbuhan dari famili Meliaceae, *Aglaia argentea*, *Cedrela odorata*, *C. toona*, dan *Cikrassia tabularis* dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan beberapa serangga. Ekstrak *A. harmsiana* dapat memperpanjang lama hidup larva *C. binotalis* instar III selama 2,1 - 5,9 hari dan memperpanjang lama perkembangan dari larva instar III ke pupa selama 1,7 - 8,7 hari ketika larva diberikan perlakuan ekstrak pada konsentrasi 0,019 - 0,135 % (Wiyantono 1998). Ekstrak ranting *D. acutangulum* menghambat perkembangan *C. pavonana* yang cukup kuat hingga mematikan larva 93,1-100 % pada konsentrasi 0,90-2,50% (Irmayetri 2001). Juga beberapa anggota famili Annonaceae telah diketahui mampu menghambat pertumbuhan larva *M. brassicae*, *C. pavonana*, dan *P. xylostella*. Dan senyawa aktif, squamosindan asimisin telah diisolasi dari biji *Annona glabra*. Kemudian senyawa likarin telah diisolasi dari *Machilus japonica* (Lauraceae) yang dapat menurunkan pertumbuhan larva *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae).

Ekstrak ranting *A. odorata* yang didalamnya terkandung senyawa aktif rokaglamida dapat menghambat pertumbuhan larva penggerak batang jagung *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae), melalui pencampuran dengan pakan pada konsentrasi 12,5 - 100 ppm/berat basah dan 0,05 - 0,02 ppm, dan dapat menunda pembentukan serangga dewasa/imago (Ewete *et al.* 1996). Ekstrak buah *M. azaderach* secara signifikan dapat mempengaruhi tingkat perkembangan

dan pertumbuhan *P. xylostella* pada konsentrasi 2,0% (Chen *et al.* 1996). Ekstrak ini menghambat pertumbuhan larva dari instar II ke instar IV hingga 2,22 hari lebih lama dibandingkan kontrol pada konsentrasi 0,05 - 0,25 % (Carnelis 1998). Tanaman lain yang termasuk kedalam famili Piperaceae, seperti *Piper betle*, *P. guanacastensis*, *P. lanceiaifolium*, *P. obiquum*, *P. pseudolindenii*, *P. reticulatum*, *P. decurrens*, dan *p. carriloanum* telah dipelajari dan terlihat secara signifikan dapat mengurangi laju pertumbuhan larva *O. nubilalis* (Bernard *et al.* 1995). Ekstrak *C. zeodaria* pada konsentrasi 0,5% mampu mematikan larva *C. pavonana* hingga 95,6% karena larva-larva yang diperlukan gagal mencapai fase pupa (Minaharyati 1995). Sementara itu, ekstrak rimpang bangle, *Z. cassumunar* pada konsentrasi 1% memberikan efek mematikan telur (ovisida) pada *P. xylostella* hingga 86,4% (Cahyana 1991).

## 2.6 AKTIVITAS KEMATIAN (MORTALITAS)

Dari beberapa aktivitas biologi ekstrak tumbuhan, pengaruh kematian atau mortalitas (*mortality activity*) merupakan aktivitas biologi yang paling banyak diteliti. Pengaruh kematian yang dimaksud adalah kematian serangga yang berlangsung cepat setelah dilakukan aplikasi. Namun demikian, dapat saja kematian seekor serangga bukan karena pengaruh utama aktor kematian seperti racun syaraf, melainkan akibat pengaruh lain yang kemudian menyebabkan kematian serangga. Ekstrak *S. mahagoni* yang diberikan pada larva *P. xylostella* memberikan penghambatan aktifitas makan secara total (larva tidak akan makan pada daun perlakuan) sehingga menyebabkan tubuh larva mengecil dan akhirnya mengalami kematian. Demikian juga ekstrak yang bekerja dengan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dapat sekaligus memberikan pengaruh kematian pada serangga. Hal

lain yang dapat terjadi adalah kombinasi antara pengaruh non kematian dan kematian. Ekstrak tumbuhan dapat mengandung senyawa kimia yang dapat bersifat menghambat aktivitas makan serangga dan senyawa lain yang bersifat toksik, atau dapat juga satu senyawa memiliki dua aktivitas biologisekaligus seperti memiliki sifat sebagai penghambat aktivitas makan serangga sekaligus bersifat toksik. Jika hal ini terjadi dapat saja sifat penghambat aktivitas makan yang bekerja akan melemahkan kondidi serangga dan jika serangga memakan ekstrak tersebut maka peluang terjadi kematian akan lebih besar.

Beberapa jenis tumbuhan seperti piretrum (*Tanacetum (=Chrysanthemum) cinerariaefolium*), tembakau (*Nicotiana spp.*) dan akar tuba (*Derris spp.*) yang masing-masing mengandung senyawa aktif piretrin, nikotin, dan rotenone telah sukses dikembangkan sebagai insektisida komersial. *T. cinerariaefolium* bersama-sama dengan kacang calabar, *Physostigma venenosum* merupakan dua contoh kesuksesan yang memberikan inspirasi banyak orang dalam pengembangan insektisida nabati karena dari kedua tumbuhan tersebut telah berhasil dikembangkan dua golongan insektisida sistematis yaitu golongan piretroid dan karbamat yang dalam pengembangan kedua golongan insektisida sintetik tersebut telah menggunakan senyawa model yang diisolasi dari kedua spesies tumbuhan tersebut.

Ekstrak piretrum yang menghasilkan enam senyawa aktif dianggap sebagai dasar pengembangan insektisida nabati. Piretrin bekerja dengan mengganggu *ion channe* pada sistem syaraf pusat serangga. Kemudian rotenon dapat diesktrak paling sedikitnya dari tuju genus leguminosae yang bertindak sebagai racun pernafasan, memblok transport electron di ubiquinon, mencega oksidasi NADPH.

Senyawa nikotin yang diisolasi dari *Nicotiana* spp. (Solanaceae) telah digunakan secara luas selama lebih dari satu abad dan senyawa ini dapat menyebabkan keracunan dan kematian yang cepat yang terjadi dalam beberapa menit karena sistem respirasi serangga terganggu yang menyebabkan kelumpuhan lalu mati. Karena pengaruhnya terhadap serangga yang cukup prospektif ini, senyawa aktif nikotin nampaknya telah dijadikan senyawa model untuk mengembangkan senyawa tersebut menjadi produk komersial. Dari pengembangan senyawa nikotin ini telah disintesis senyawa imidaklorprid yang digolongkan ke dalam senyawa neonikotinoid. Senyawa ini mempunyai toksisitas yang lebih baik terhadap serangga namun lebih aman terhadap mamalia.

Dari banyak laporan menunjukkan bahwa banyak ekstrak tumbuhan yang memberikan pengaruh kematian pada serangga. Contoh yang paling umum adalah ekstrak biji *A. indica* yang memberikan pengaruh kematian pada berbagai serangga hama. Sekarang ini telah tersedia produk komersial insektisida nabati yang mengandung ekstrak biji *A. indica* seperti insektisida yang bermerek dagang *Pasti* yang diproduksi oleh Lembaga Pertanian Sehat (LPS). Sementara itu di luar negeri seperti Thailand, Amerika Serikat, German, dan India telah diproduksi insektisida nabati berbahan aktif ekstrak biji *A. indica* dengan berbagai merek dagang seperti Margosan-O, Nemazal, Azatin, dan lainnya untuk mengendalikan serangga hama baik di rumah tangga maupun di lapangan.

Azadirakthin merupakan salah satu bahan aktif yang diisolasi dari *A. indica* (Butterworth & Morgan 1968). Azadirakthin menyebabkan rangsangan yang berkaitan dengan pengendalian terhadap serangga dan aman terhadap

mamalia. Senyawa ini merupakan contoh terbaik dan sukses sebagai tanaman insektisida alami dengan beberapa aktivitas biologi termasuk aktivitas kematian. Telah dilaporkan bahwa azadirachtin memberikan efek kematian pada larva *P. xylostella* (Dadang & Ohsawa 1998). Spesies lain dari famili Meliaceae, *M. azadirach* telah dilaporkan mempunyai aktifitas kematian terhadap larva *P. xylostella* karena proses pergantian kulitnya terganggu (Chan *et al.* 1996).

Kesuksesan pengembangan tumbuhan *A. indica* dan adanya tuntutan masyarakat untuk mendapatkan produk pertanian yang lebih aman untuk dikonsumsi, menggugah masyarakat peneliti untuk mencari dan mengeksplorasi spesies-spesies lain seperti spesies-spesies yang sekerabat dengan *A. indica*. Hingga ini telah ditemukan beberapa spesies tumbuhan anggota famili Meliaceae seperti *M. azadirach*, *D. spectabilis*, *D. mollissimum*, *S. mahagoni*, *A. harmsiana*, *A. odorata*, dan lain-lain yang memberikan pengaruh kematian pada banyak spesies serangga. Bahkan salah satu produk tumbuhan lain dari famili Meliaceae telah dikomersialkan yaitu insektisida Toosendanin EC berbahan aktif toosendanin yang diisolasi dari *Melia toosendan* yang bekerja sebagai racun perut pada *P. rapae* dan *N. lugens*. Insektisida ini juga efektif untuk mengendalikan beberapa serangga hama lainnya terutama yang bertipe alat mulut menggigit mengunyah seperti *Plusia agnate* (Lepidoptera: Noctuidae), *Henosepilachana vigintioctopunctata* (Coleoptera: Noctuidae), dan *Heliothis assulta* (Lepidoptera: Noctuidae). Ekstrak biji *A. harmsiana* memberikan aktivitas kematian yang kuat hingga menyebabkan kematian lebih dari 90% ketika larva *C. pavonana* diberikan perlakuan ekstrak pada konsentrasi 0,135% dengan metode residu pada daun (Wiyantono 1998).

Ekstrak daun *D. acutangulum* memberikan pengaruh kematian pada larva *P.xylostella* sebesar 32 - 70,7 % ketika larva diberi perlakuan ekstrak pada konsentrasi 0,02 - 0,09 % (Hudaya 2003). Beberapa ekstrak biji aseton biji *Dysoxylum* yaitu *D. alliaceum*, *D. parasiticum*, *D.cauliflorum*, dan *D. caulostachyum* menunjukkan aktivitas insektisida secara kontak pada *C. maculates* (Priyono 1997). Sementara itu ekstrak ranting *A. odorata* memberikan pengaruh kematian yang cukup baik pada beberapa serangga hama seperti larva *P. xylostella*, *C. pavonana*, dan *P. saucia*. Salah satu senyawa yang bertanggung jawab yang menyebabkan kematian larva adalah rokaglamida. Tampaknya beberapa jenis anggota Meliaceae diluar spesies yang telah sukses dikembangkan memberikan harapan yang besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai produk komersial. Namun demikian masih membuka kesempatan yang sangat luas untuk penelitian-penelitian dasar maupun lanjutan pada spesies-spesies anggota Meliaceae lainnya.

Beberapa anggota famili Annonaceae telah diketahui memberikan efek kematian bagi berbagai spesies serangga, seperti *Annona glabra*, *A. montana*, *A. muricata*, *A. reticulata*, dan *A. squamasa* terhadap *C. chinenses* (Budiman 1992). Kecuali *A. glabra*, keempat spesies tumbuhan tersebut juga memberikan efek kematian pada *N. virescens*. Ekstrak *A. glabra* dan *A. squamasa* juga menunjukkan aktivitas yang kuat atau tinggi terhadap larva *C. pavonana* (Priyono et al. 1997). Kemudian *A. muricata* juga diketahui efektif terhadap serangga *C. maculates* yang mana dapat mematikan hamper 100% pada konsentrasi 0,365% (Priyono & Harahap, 1995). Sementara itu *A. reticulata*, *A. Montana*, *A. senegalensis*, *A. spinescens*, dan *A. squamasa* (kulit kayu atau buah) juga dilaporkan menyebabkan kematian

terhadap spesies serangga (Grainge & Ahmed 1988). Spesies lain dari Annonaceae yaitu *Polyalthia littoralis* memberikan efek kematian pada *P. xylostella*, *C. chinenses*, *N. virescens*, kemudian *P. rumphii* dan *Rollinia delisiosa* efektif terhadap *Epilachna vigintioctopunctata* (Coleopatra: Coccinellidae). Ekstrak air dari beberapa spesies Annonaceae juga menunjukkan efektivitas yang cukup tinggi seperti biji *A. glabra* dan *A. squamasa* memiliki daya bunuh tinggi terhadap larva *C. pavonana* dengan nilai LC<sub>50</sub> berturut-turut 0,51% dan 0,208% (Basana & Prijono 1994). Famili Annonaceae tampaknya mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati komersial setelah famili Meliceae.

Sejak penemuan uvaricin, senyawa asetogenin yang diisolasi dari *Uvaria accuminata*, banyak senyawa-senyawa dari kelompok ini telah diisolasi dari berbagai spesies anggota Annonaceae. Kelompok asetogenin selain bersifat insektisida (baik efek kematian, penghambatan pertumbuhan, dan perkembangan serangga maupun penghambat makan serangga) juga bersifat anti tumor, anti bakteri, dan anti jamur. Squamosin, asimisin, dan desacetiluaricin diisolasi dari biji *A. glabra* memberikan kematian yang tinggi pada *C. chinenses* pada dosis 0,5 µg/serangga. Squamosin juga toksik terhadap larva *P. xylostella*, *H. vigintioctopunctata*, dan *N. cincticeps* (Homoptera: Cicadellide) (Ohsawa *et al.* 1991). Selain itu, dari gigantetrois *A.*, senyawa yang diisolasi dari kulitkayu *Goniothalamus giganteus*, dan bulatarisin yang diisolasi dari *Rollinia mucosa*, dapat mengatasi resistensi kecoa Jerman, *Blatella germanica* (Dictyoptera: Blatellidae) yang dapat membunuh pada konsentrasi 1000 ppm (Alali *et al.* 1998). *Mode of action* dari asetogenin terlihat dari bulatarisin yang menghambat sistem

respirasi di mitokondria pada tempat yang spesifik yaitu di kelompok I pada mamalia dan serangga (AhmmadSahib *et al.* 1993). Penelitian tentang senyawa asetogenin masih terus dilakukan tidak hanya pada isolasi senyawa baru tetapi juga pengembangannya untuk kepentingan praktis karena asetogenin mungkin merupakan generasi kedua setelah penemuan azadirakhtin sebagai insektisida alami yang potensial khususnya dari tumbuhan.

Beberapa ekstrak rimpang anggota famili Zingiberaceae diketahui mempunyai efek kematian yang cukup tinggi terhadap serangga. Ekstrak *Z. Americans*, *C. aeruginosa*, dan *C. zeodaria* menimbulkan efek kematian terhadap serangga hamawereng coklat, *N. lugens*. Kemudian ekstrak rimpang *C. heyneana*, *A. galaga*, *C. aerruginosa*, dan *Boesenbergia pandurata* memberikan pengaruh kematian lebih dari 85% terhadap serangga *C. chinensis* yang diaplikasikan secara topical/kiontak. *A. galanga* juga diketahui menimbulkan efek kematian pada larva *P. xylostella* instar III. Ekstrak rimpang *C. aerugenosa* pada konsentrasi 2% dapat mematikan larva *C. pavonana* hingga 80% (Nurhasyim 1990). Spesies lain anggota Zingiberaceae yang diketahui memiliki aktivitas mematikan yaitu *C. xanthorrhiza*, *kaempferia galangal*, *K. rotunda*, dan *Z. cassumunar* terhadap larva *S. littoralis*. Kavikol yang diisolasi dari *A. galangal* memberikan pengaruh kematian pada *C. chinensis* dan *P. xylostella* (Dadang *et al.* 1998). *C. xanthorrhiza*, *C. zeodaria*, *K. galangal*, *K. pandurata*, *K. rotunda*, dan *Z. cassumunar* menyebabkan kematian terhadap *S. littoralis* dan beberapa senyawa aktifnya telah diisolasi yaitu benzil benzoate, *p*-metoksisinamat, xantorizol yang memiliki respon terhadap kematian larva (Panji *et al.* 1993 dan Nugroho *et al.* 1996). *Z. Americans*, *C. aeruginosa*, dan *C. zeodaria*

menyebabkan kematian pada wareng batang coklat *N. lugens* (Priyono *et al.* 1990).

Piperaceae adalah famili lain yang menunjukkan pengaruh kematian pada serangga. Ekstrak *P. bantamense*, *P. betle*, *P. longum*, dan *P. retrofractum* menunjukkan aktivitas mematikan pada *C. chinensis*, kemudian *P. betle* dan *P. nigrum* mengakibatkan efek kematian pada *n. virescenes*. *P. betle* dan *P. retrofractum* juga diketahui menunjukkan aktivitas kematian yang tinggi terhadap larva *P. xylostella*. Spesies lain seperti *P. tuberculatum* menunjukkan efek kematian yang sangat tinggi terhadap serangga *O. nubilalis* dan nyamuk *Aedes atropalpus* (Diptera: Culicidae) dibanding beberapa anggota Piperaceae lainnya. Diketahui pula bahwa beberapa spesies Piperaceae seperti *P. retrofractum* menunjukkan toksisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan anggota Meliaceae. Efek *knock down* yang cepat sering ditunjukkan oleh ekstrak Piperaceae yang menunjukkan sifat insektisida.

Pipersida, dihidropipersida, dan guinensis yang diisolasi dari *P. nigrum* menunjukkan aktivitas mematikan pada serangga *C. chinensis* dengan nilai LD<sub>50</sub> masing-masing 0,56, 0,23, dan 0,37 µg/serangga. Senyawa ini memiliki kerja yang cepat pada serangga dan sangat efektif untuk beberapa serangga yang menunjukkan beberapa resistensi terhadap piretroid, kerja bersamanya (sinergis) dapat meningkatkan efikasi hingga 4 kali. Namun dalam aplikasinya seringkali memberikan hasil yang tidak memuaskan karena ketidakstabilannya di lapangan.

Eksrak-ekstrak tumbuhan dari famili yang lain juga telah dilaporkan seperti famili Apiaceae (*Feoniculum vulgare*), Poaceae (*Cymbopogon citratus*), Ginkgoaceae (*Ginkgo biloba*), dan lain-lain. Walaupun telah banyak laporan atau publikasi, masih sangat