

**TUGAS MAKALAH  
M.K PENGENDALIAN HAMA TANAMAN (PHT)**

***Prospek Insektisida yang Berasal Dari Tumbuhan  
untuk Menanggulangi Organisme Pengganggu  
Tanaman***

**Dosen Mata Kuliah :  
Herman Soeriaatmadja**

**Oleh :  
Intan Ratna Dewi A.  
1509 2006 0001  
Ilmu Tanaman/Ekofisiologi Tanaman**



**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS PADJADJARAN  
BANDUNG  
2007**

## I. PENDAHULUAN

Pestisida (sida, *cide* = racun) sampai kini masih merupakan alat utama yang digunakan dalam pengendalian hama. Karena sifatnya sebagai racun itulah maka selama manusia menggunakan pestisida masalah "buah simalakama" selalu saja menghantui kita. Tidak digunakan kita rugi, menggunakannya kita juga rugi, karena pada hakikatnya tidak ada pestisida yang benar-benar "*target specific*". Jenis-jenis insektisida modern yang dikembangkan dari racun hasil alami dan kini populer seperti piretroid sintetis masih sangat beracun bagi semua jenis ikan, sehingga penggunaannya akan sangat mempengaruhi rantai makanan. Apalagi jika piretroid memiliki sifat persisten seperti halnya hidrokarbon-berklor (HK) atau organoklorin (misalnya DDT, chlordane, dieldrin dsb.).

Belum lagi kita berbicara mengenai dosis atau takaran banyaknya bahan aktif pestisida yang seringkali digunakan secara berlebihan. Memang dosis yang besar memberikan peluang kematian yang lebih pasti bagi hama tetapi juga kerusakan yang lebih besar bagi sistem kehidupan alam. Di antara racun kimia biosida yang digunakan manusia, dan di antara bahan-bahan kimia beracun yang digunakan untuk pengelolaan pertanian, bangunan dan kesehatan masyarakat, golongan pestisida merupakan bagian yang paling besar. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pestisida merupakan kelompok bahan kimia beracun yang paling banyak digunakan dalam lingkungan hidup manusia dewasa ini.

Kebijaksanaan penggunaan pestisida seharusnya hanya merupakan salah satu strategi manajemen dalam konteks pengendalian hama terpadu [*integrated pest management*; IPM atau pendalian hama secara terpadu yang lazim disingkat

PHT]. Dalam konteks IPM hama bangunan, penggunaan pestisida (mencakup insektisida dan fungisida) hanya merupakan salah satu di antara berbagai cara yang dapat dilakukan, seperti sanitasi lingkungan, penggunaan kayu awet dsb.

Karena pestisida adalah racun yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme bukan sasaran (*non target organisms*), penggunaannya harus didasarkan atas pertimbangan ekologis yang sangat bijaksana, dan hanya merupakan taktik yang bersifat darurat, dalam arti bahwa keadaan memaksa kita untuk menggunakannya pada suatu saat tertentu sambil menunggu cara-cara lain yang lebih aman, dan dengan pertimbangan keselamatan manusia dan kelestarian lingkungan [lingkungan hidup]; pelestarian lingkungan.

Keadaan darurat yang dimaksud adalah jika terjadi hal-hal yang dapat menghambat pembangunan dan kesejahteraan hidup manusia dalam skala yang luas misalnya wabah, epidemi hama padi (yang sangat menentukan nasib orang banyak), epidemi penyakit yang ditularkan serangga misalnya malaria, epidemi demam berdarah dsb. Namun "taktik darurat" menjadi hal yang dianggap biasa. Petani dianjurkan menyemprot sawahnya dengan pestisida karena target produksi yang ditetapkan perlu dicapai, dan sebagainya. Hal ini terjadi karena saat ini kita masih berusaha mengembangkan strategi , pengendalian hama secara terpadu bebas racun yang seefektif penggunaan "racun darurat" (dalam hal ini pestisida) untuk mengatasi masalah-masalah hama ini, dan setiap ahli lingkungan mungkin mengakui betapa peliknya masalah ini. Penemuan baru sering kali menimbulkan beberapa masalah baru. DDT; hidrokarbon berklor dan senyawa-senyawa racun golongan HK (Hidrokarbon berklor atau organoklorin) lainnya (endrin, chlordane dll.) yang ditemukan menjelang Perang Dunia Kedua telah membantu umat manusia dalam mengatasi berbagai wabah seperti epidemi malaria dan typhoid serta berbagai peningkatan produksi pertanian yang kita

kenal sebagai salah satu komponen revolusi hijau (*green revolution*). "Kesuksesan" ini berlangsung sampai akhir dekade 60-an. Salah satu kelemahan HK adalah hampir semua HK bersifat spektrum lebar, hampir tidak pandang bulu, serangga bukan sasaran bahkan itik, ikan dan manusia walau dengan dosis yang rendah sekalipun terkena dampaknya karena sifatnya yang akumulatif dan biomagnifikatif.

Penemuan kemudian memastikan beberapa masalah antara lain, senyawa sintetik HK dapat menimbulkan resistensi. Dan yang lebih gawat lagi adalah bahwa senyawa ini merupakan racun kronis yang persisten, yang dapat mengalami biomagnifikasi serta berakumulasi dalam organ makhluk hidup. Derivatnya dapat bertahan dalam lingkungan untuk jangka waktu beberapa generasi umat manusia. Inilah penyebab utama sehingga sebagian besar negara-negara yang telah mapan telah melarang penggunaan insektisida hidrokarbon-berklor walaupun beberapa negara berkembang, mungkin karena "bantuan" negara yang ekonominya kuat, pertimbangan ekonomis dan kondisi kesehatan masyarakatnya memerlukan penanggulangan darurat (malaria, demam berdarah dsb.) masih menggunakannya<sup>1[3]</sup>.

Gelombang kedua pestisida modern setelah HK, yang dianggap lebih "aman" dari HK namun sebagian besar merupakan racun saraf yang bersifat akut, yaitu terutama golongan organofos pestisida organofosfat (OF) dan karbamat. Walaupun kurang mencemari lingkungan, karena relatif mudah terurai oleh faktor-faktor hayati dan alami lingkungan, sampai kini pestisida jenis organofosfat dan karbamat ini telah menelan korban jiwa manusia dalam jumlah yang tidak sedikit karena sifat racun akutnya. Sifat *target specificity* OF dan

---

karbamat ini juga kurang sehingga tidak jarang kita mendengar bahwa ayam yang menelan biji yang diawetkan dengan OF dan karbamat ikut terberantas.

### **Kini dan antisipasi kita**

Gelombang yang kini berlangsung adalah pengembangan pestisida yang sangat selektif (tidak mempengaruhi organisme bukan sasaran) seperti hormon anti pertumbuhan dan bahan kimia derivat hasil alam (sintetik) serta analog-analognya. Walaupun sejalan dengan kemajuan dalam bidang-bidang ilmu hayat, kimia dan kedokteran, dikonstatir bahwa sebagian pestisida baru ini merupakan bahan kimia yang bersifat imunotoksik, karsinogenik dan bahkan hampir semua karsinogenik dapat berlaku sebagai teratogenik dan mutagenik. Namun usaha-usaha ke arah penggunaan pestisida yang lebih aman tidak akan berhenti, dengan berprinsip: mengembangkan pestisida dengan dosis yang aman bagi mamalia serta dasar-dasar yang logis dalam penentuan toksisitas secara selektif untuk jenis hama sasaran, dan berdampak negatif minimum bagi manusia. Inilah dasar klasik yang senantiasa dipegang, sesuai petuah yang diberikan oleh ilmuwan, dokter dan pelopor toksikologi, Paracelsus pada abad Renaissance : "Semua bahan adalah racun -- tak ada yang bukan racun -- hanyalah dosis yang tepat yang menentukan apakah bahan itu racun atau obat ". Salah satu golongan insektisida yang kini memberi harapan baik adalah sintetik bahan alamiah, khususnya piretroid (bahan nabatinya adalah pyrethrum, dari tumbuhan *Chrysanthemum*) yang sejak dahulu kala sudah dikenal sebagai racun ikan. Beberapa di antara piretroid ini 5 tahun terakhir telah mulai muncul di pasaran (berakhiran - thrin seperti cypermethrin, permethrin dll.). Piretroid sintetik memang sudah sejak tahun 70-an diketahui memiliki persistensi dalam tanah sehingga sesuai bagi pengendalian rayap tanah (persistensinya hampir sama

dengan chlordane) tetapi tidak akumulatif dan praktis sangat kurang beracun bagi mamalia [dengan LD50 (otp) sekitar 1500 mg/kg]. Toksisitasnya yang demikian rendah bagi mamalia juga memberi peluang baginya untuk digunakan sebagai pestisida hama rumah (*household pests*). Tetapi salah satu kelemahannya adalah golongan pestisida ini sangat beracun bagi ikan (rantai makanan !). Kita harapkan saja bahwa iklim tropis kita akan mampu menguraikannya menjadi asam atau alkohol yang kurang berbahaya sebelum mereka tercuci ke sungai-sungai dan danau-danau kita. Atau daya afinitasnya terhadap partikel tanah kita harapkan merupakan jaminan bahwa mereka akan terurai sendirinya di dalam tanah setelah berpuluh-puluh tahun sehingga tidak sempat mencemari perairan kita. Tapi kita belum tahu peranan golongan piretroid ini dalam ikhwal karsinogenisitas dan "genisitas-genisitas" lainnya seperti mutagenisitas, teratogenisitas yang mengerikan itu.

Masih pada gelombang ini, para pakar muncul dengan temuan baru yaitu: mengubah perilaku hama agar mereka tidak mau menyerang sasaran atau bersikap "acuh" saja. Beberapa insektisida seperti formamidine (chlordimeform dsb.) dan acylurea merupakan beberapa contoh. Tetapi toksisitas golongan ini luar biasa, ada serangga yang bukan saja tidak mau makan tetapi menjadi melompat-lompat dsb. sehingga dikuatirkan, jika kita keliru menelannya pada dosis yang membahayakan, seperti kata Paracelcus, kitalah yang kena getahnya. Inilah keberatan-keberatan terhadap penggunaannya, mudah-mudahan belum ada yang lolos ke negara kita. Penelitian mengenai penggunaan antibiotika sudah sejak setelah PDII telah dimulai tetapi sampai kini baru dua produk yang dikenal yaitu BT (Thuricide) yaitu racun delta-endotoksin yang berasal dari bakteri *Bacillus thuringiensis* yang sangat beracun bagi ulat kupu dan ngengat. Yang

kedua adalah Avermectins yang berasal dari *Streptomyces avermitilis* yang digunakan bagi kutu daun dan hama ternak.

Jenis-jenis peniru hormon (*hormone mimics*) merupakan salah satu yang dikembangkan beberapa telah masuk pasaran seperti methoprene yang meniru hormon juvenil sehingga hama yang diberi insektisida ini tak mampu mencapai dewasa. Pengembangan teknik-teknik pengendalian dengan "hi-tech" seperti jantan mandul dsb. sampai kini lebih banyak bersifat akademik (bukan praktek) demikian pula dengan rekayasa genetika. Tapi bukan mustahil jika di kemudian hari kita akan menikmati hasil-hasil "hi-tech" ini, termasuk untuk mengendalikan hama bangunan kita.

Banyaknya permasalahan serta dampak negatif yang ditimbulkan terhadap penggunaan insektisida kimia, kiranya upaya terbaik yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) yang melibatkan pengendalian serangga pengganggu secara kimiawi, biologis, kultur teknis dan penggunaan varietas resisten terhadap hama tertentu. Penggunaan bioinsektisida dapat dijadikan salah satu alternatif dalam menanggulangi organisme pengganggu tanaman.

## II. ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT)

Pada budidaya tanaman umumnya, OPT merupakan salah satu kendala yang perlu diperhatikan dan ditanggulangi. Perkembangan serangan OPT yang tidak dapat dikendalikan, akan berdampak kepada timbulnya masalah-masalah lain yang bersifat sosial, ekonomi, dan ekologi. Ada beberapa jenis OPT, yaitu berupa hama, yang menjadi faktor pembatas yang penting terutama karena dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil produksi. Serangan OPT dapat terjadi sejak di pertanaman sampai penyimpanan dan sebagai akibat dari penerapan teknik budidaya yang belum memadai, mengakibatkan rendahnya produktivitas dan mutu hasil sehingga belum dapat memenuhi sasaran yang ditetapkan.

HAMA merupakan salah satu faktor pembatas yang menghambat peningkatan produksi tanaman pertanian. Berbagai jenis organisme pengganggu yang dikenal sebagai hama telah banyak ditemukan di lahan pertanian. Hama pengganggu ini umumnya berupa serangga, seperti belalang, tungau, kumbang, kupu-kupu dan sebagainya.

Pada tingkat petani, pengendalian hama pengganggu ini seringkali dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis insektisida kimia yang sesuai untuk hama tertentu. Hal ini dilakukan manakala cara manual maupun cara lainnya kurang efektif mengingat serangan hama yang semakin meluas dan parah hingga dapat merugikan secara ekonomis.

Cara pemberantasan hama yang semata-mata hanya didasarkan atas penggunaan insektisida kimia apalagi dilakukan secara berlebihan, dapat menimbulkan berbagai masalah yang tidak diinginkan. Dampak yang muncul misalnya terjadinya resistensi (kekebalan) pada hama sasaran, munculnya hama-



hama sekunder, merusak lingkungan bahkan lebih jauh lagi dapat menyebabkan terjadinya gangguan keseimbangan ekosistem. Kemungkinan juga dapat berefek tidak baik bagi kesehatan petani itu sendiri, karena terhirup atau terhisap insektisida tersebut.

Prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah :

1. Fisik, membunuh organisme pengganggu secara manual
2. Biologi, memanfaatkan peranan agens hayati seperti predator dan patogen
3. Kultur teknis, dengan penanaman varietas toleran, pengaturan jarak tanam, pengaturan drainase, pemupukan berimbang, penjarangan buah, dll.
4. Kimiawi, merupakan alternatif terakhir, dengan mempertimbangkan ambang ekonomi.

### III. INSEKTISIDA TUMBUHAN

#### 3.1 Pendahuluan

Hutan tropis basah yang diperkirakan menyimpan jenis-jenis tumbuhan yang memiliki bioaktivitas. Keberadaan tumbuhan sebagai sumber insektisida pada hutan tropis agaknya lebih menjanjikan. Hutan tropis merupakan sumber hayati yang kaya berbagai spesies tumbuh-tumbuhan. Sebagai salah satu sumber daya alam, hutan harus dikelola dan dimanfaatkan sebaik-baiknya. Selain tumbuhannya dapat dimanfaatkan untuk produksi kayu, dalam beberapa hal secara langsung ataupun tidak tumbuhan hutan dapat dimanfaatkan untuk tujuan non-kayu. Untuk jangka panjang pengusahaan hutan non-kayu ini tidak kalah pentingnya bila dikelola secara tepat. Salah satu pengusahaan hutan non-kayu yang dapat dikembangkan selain sebagai sumber bahan bangunan dan bahan obat-obatan tradisional juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber insektisida.

Insektisida tumbuhan memiliki kelebihan tertentu yang tidak dimiliki oleh insektisida sintetik. Di alam, Insektisida tumbuhan memiliki sifat yang tidak stabil sehingga memungkinkan dapat didegradasi secara alami (Arnason *et al.*, 1993; Isman, 1995). Selain dampak negatif yang ditimbulkan pestisida sintetik seperti resistensi, resurgensi dan terbunuhnya jasad bukan sasaran (Metcalf, 1986), dewasa ini harga pestisida sintetik relatif mahal dan terkadang sulit untuk memperolehnya. Di sisi lain ketergantungan petani akan penggunaan insektisida cukup tinggi. Hal ini menyebabkan orang terus mencari pestisida yang aman atau sedikit membahayakan lingkungan serta mudah memperolehnya. Alternatif yang bisa dikerjakan di antaranya adalah memanfaatkan tumbuhan yang

memiliki khasiat insektisida (Schumetterer, 1995) khususnya tumbuhan yang mudah diperoleh dan dapat diramu petani sebagai sediaan insektisida.

### **3.2 Potensi Tumbuhan Tropis Sebagai Insektisida tumbuhan**

Indonesia memiliki flora yang sangat beragam, mengandung cukup banyak jenis tumbuh-tumbuhan yang merupakan sumber bahan insektisida yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama. Dewasa ini penelitian tentang famili tumbuhan berpotensi sebagai insektisida tumbuhan dari penjuru dunia telah banyak dilaporkan. Lebih dari 1500 jenis tumbuhan telah dilaporkan dapat berpengaruh buruk terhadap serangga (Grainge & Ahmed, 1988). Di Filipina, tidak kurang dari 100 jenis tumbuhan telah diketahui mengandung bahan aktif insektisida (Rejesus, 1987). Laporan dari berbagai propinsi di Indonesia menyebutkan lebih 40 jenis tumbuhan berpotensi sebagai pestisida nabati (Direktorat BPTP & Ditjenbun, 1994). Hamid & Nuryani (1992) mencatat di Indonesia terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Famili tumbuhan yang dianggap merupakan sumber potensial insektisida nabati adalah Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae dan Rutaceae (Arnason *et al.*, 1993; Isman, 1995), namun hal ini tidak menutup kemungkinan untuk ditemukannya famili tumbuhan yang baru. Didasari oleh banyaknya jenis tumbuhan yang memiliki khasiat insektisida maka penggalian potensi tanaman sebagai sumber insektisida tumbuhan sebagai alternatif pengendalian hama tanaman cukup tepat.

Anggota Meliaceae yang paling banyak diteliti adalah nimba/mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dengan bahan aktif utama azadirachtin (limonoid). Tanaman ini tersebar di daratan India. Di Indonesia tanaman ini banyak ditemukan di sekitar provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur). Ekstrak biji tanaman mimba mengandung senyawa aktif utama azadiraktin. Senyawa aktif

dari tanaman ini memiliki aktivitas insektisida, antifeedant dan penghambat perkembangan (Schmutterer & Singh 1995) serta berpengaruh terhadap reproduksi berbagai serangga (Schmutterer & Rembold 1995). Sediaan insektisida komersial dengan formulasi dasar ekstrak nimba (neem) telah dipasarkan di Amerika Serikat dan India (Wood *et al.* 1995, Parmer 1995). Selain bersifat sebagai insektisida, jenis-jenis tumbuhan tertentu juga memiliki sifat sebagai fungisida, virusida, nematisida, bakterisida, mitisida maupun rodentisida.

Selain tanaman di atas, *Aglaia* sp. (Meliaceae) merupakan salah satu tanaman yang akhir-akhir ini banyak diteliti aktivitasnya. Daerah penyebaran tanaman ini meliputi India, Cina bagian selatan, Asia Tenggara, Australia bagian utara dan kepulauan di Samudra Pasifik. Di Indonesia tumbuhan dapat ditemui tumbuh di pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Philipina, Sulawesi, Bali dan Flores. Janpraset *et al.* (1993) berhasil mengidentifikasi senyawa aktif yang bersifat insektisida dari ranting *A. odorata* (Meliaceae) (culan, pacar cina) sebagai rokaglamida. Senyawa aktif utama yang bersifat insektisida ini termasuk dalam golongan benzofuran. Pada daun *A. odorata* selain rokaglamida juga ditemukan dan tiga senyawa turunannya, yaitu desmetilrokaglamida, metil rokaglat dan rokaglaol (Ishibashi *et al.*, 1993). Rokaglamida juga telah diisolasi dari empat spesies *Aglaia* lain, yaitu dari akar dan batang *A. elliptifolia* (Wu *et al.*, 1997), ranting *A. duppereana* (Nugroho *et al.*, 1997), dan buah *A. elliptica* serta daun *A. harmsiana*. Tiga jenis tanaman yang disebutkan terakhir tumbuh dengan baik di Kebun Raya Bogor. Aktivitas ekstrak bagian tanaman *Aglaia* selain dapat bersifat sebagai insektisida dapat juga bersifat sebagai *antifidan* dan/atau penghambat perkembangan.

Beberapa spesies tanaman famili Annonaceae ternyata cukup berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Jenis-jenis tanaman famili Annonaceae yang disebutkan di atas umum dijumpai di Indonesia. Ekstrak biji tanaman srikaya (*Annona squamosa*) dan nona seberang (*A. glabra*) mempunyai aktivitas insektisida yang tinggi terhadap *Crocidolomia binotalis* (Basana & Prijono, 1994; Prijono *et al.*, 1995). Sementara itu Budiman (1994) melaporkan ekstrak biji tanaman *A. reticulata*, *A. montana*, *A. deliciosa* dan *Polyalthia littoralis* efektif terhadap serangga gudang *Callosobruchus chinensis*. Senyawa aktif utama dalam *A. squamosa* dan *A. glabra* adalah squamosin dan asimisin yang termasuk golongan asetogenin (Mitsui *et al.*, 1991).

### **3.3 Penelitian Insektisida tumbuhan**

Hingga sejauh ini informasi ataupun penelitian tentang pemanfaatan insektisida tumbuhan masih sangat terbatas. Penggalan dan pemberdayaan tumbuhan lokal sebagai sumber insektisida belum pernah dilaporkan. Guna menjaga punahnya suatu jenis tumbuhan dan guna menggali potensi kekayaan daerah baik potensi sumber daya alam atau sumber daya manusia perlu kiranya dilakukan studi etnobotani pemanfaatan tumbuhan sebagai insektisida.

Sejak zaman dahulu suku bangsa lokal sudah sering menggunakan tumbuhan untuk berbagai keperluan, seperti ramuan obat tradisional, racun mamalia, racun ikan, dan sediaan insektisida pengendali hama, selain untuk keperluan sandang, pangan, dan papan. Tumbuhan yang dimanfaatkan tersebut bervariasi dari tumbuhan yang perdu hingga tumbuhan berbentuk pohon. Di antara tumbuhan tersebut tumbuh secara alami di sekitar hutan dan di tepian sungai, dan sebahagian tumbuhan lain sengaja ditanam untuk keperluan-keperluan tertentu.

Hasil studi etnobotani pemanfaatan tumbuhan sebagai pestisida di daerah hutan penyangga Taman Nasional Bukit Baka - Bukit Raya (Kabupaten Sintang) dan Taman Nasional Gunung Palong (Kabupaten Ketapang) mengungkapkan bahwa tidak kurang dari 53 jenis tumbuhan pernah dimanfaatkan petani dan masyarakat setempat sebagai pestisida. Jumlah jenis tumbuhan ini tentunya akan bertambah bila dilakukan studi etnobotani pada kabupaten-kabupaten lainnya. Dari sejumlah tanaman yang digunakan sebagai pestisida, 19 jenis tumbuhan digunakan petani sebagai insektisida, sedangkan sisanya digunakan sebagai racun hewan lainnya.

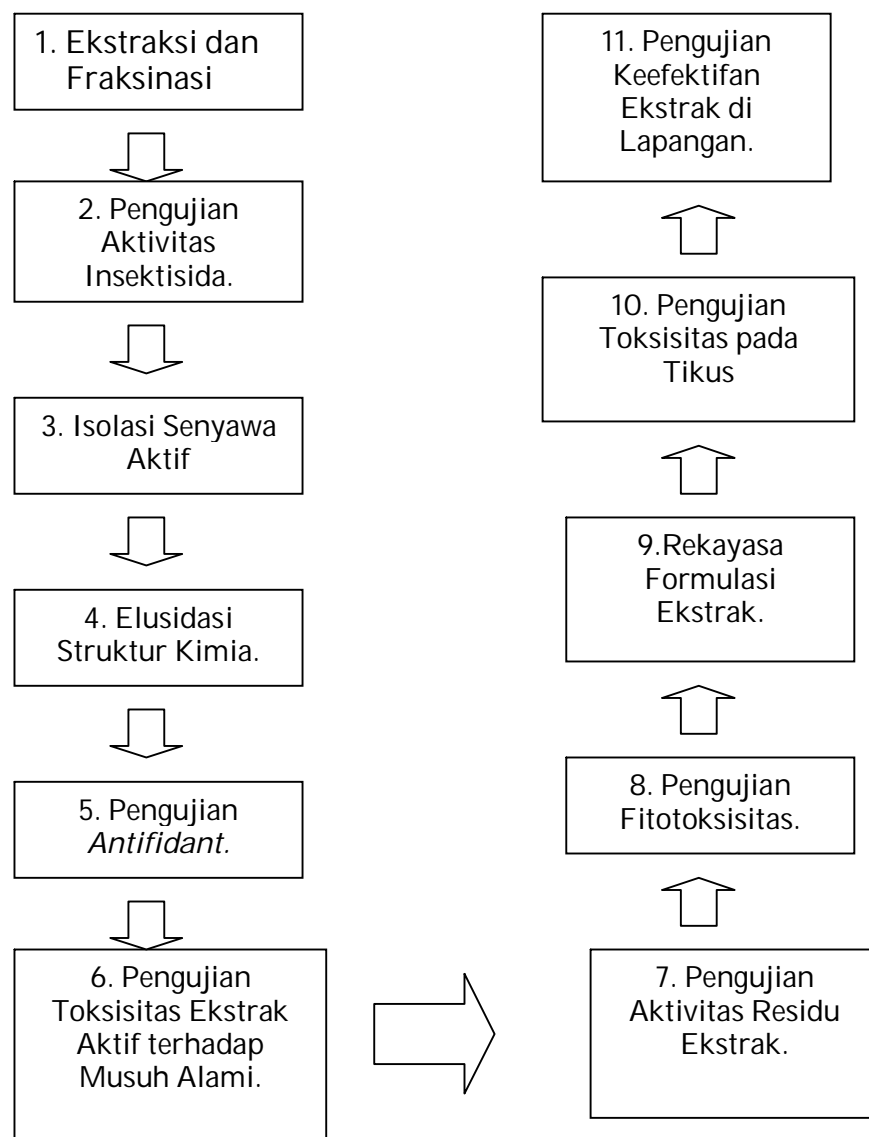
Jenis tumbuhan yang pernah dimanfaatkan sebagai insektisida tumbuhan pada suatu tempat dengan tempat lainnya sangat beragam, sedangkan cara pemanfaatannya umumnya relatif hampir sama. Umumnya terdapat beberapa cara yang biasa dilakukan petani, antara lain dengan :

1. penyemprotan cairan perasan tumbuhan,
2. penyebaran atau penempatan/ penanaman bagian tumbuhan di sudut-sudut tertentu pada lahan pertanian,
3. pengasapan (pembakaran bagian tanaman yang mengandung bahan insektisida),
4. penggunaan bagian tumbuhan untuk pengendalian hama di penyimpanan.

Pengetahuan tentang pemanfaatan insektisida tumbuhan ini secara sederhana diwarisi dari generasi sebelumnya. Generasi-generasi tua yang masih hidup di sekitar hutan kini keberadaannya sangat terbatas. Meskipun ada, hanya sedikit generasi tua yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam memanfaatkan tanaman sebagai pestisida untuk diwariskan kepada generasi muda. Selain itu, kebanyakan generasi muda tidak tertarik lagi mempelajari dan

meneruskan warisan tersebut. Dengan demikian bahaya hilangnya *warisan* telah di depan mata. Hasil survey juga mengungkapkan bahwa adanya beberapa jenis tumbuhan yang tidak ditemukan lagi di lapangan. Hal ini merupakan permasalahan tersendiri bagi usaha menggali potensi sumber insektisida tumbuhan.

### 3.4 Teknik Pembuatan Insektisida tumbuhan



Gambar 3.1. Bagan Teknik Pembuatan Insektisida Tumbuhan  
(Sumber : Edi Syahputra.2001)

**1. Ekstraksi dan Fraksinasi Bahan Tumbuhan.** Bahan tumbuhan dihancurkan dengan mesin penggiling hingga menjadi serbuk. Serbuk bahan disaring dengan saringan kawat kasa berjalanan 1 mm. Serbuk halus diekstrak menggunakan pelarut etanol dengan perbandingan berat bahan : pelarut 1 : 10. Ekstraksi dilakukan dengan metode perendaman (maserasi) selama 24 jam. Ekstrak bahan tanaman disaring dengan kertas saring, kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* (Buchi R-114) pada suhu 55 – 60 °C dan pada tekanan 580 - 600 mmHg. Ekstrak kasar yang dihasilkan dipartisi dalam corong pemisah dengan menggunakan pelarut-pelarut yang sesuai menjadi tiga fraksi yaitu fraksi heksana, fraksi etil asetat dan fraksi air. Masing-masing fraksi heksana dan etil asetat diuji aktivitas insektisidanya. Fraksi yang terbukti memiliki aktivitas yang tinggi selanjutnya difraksinasi menggunakan beberapa teknik kromatografi dengan fase tetap silika gel.

**2. Pengujian Aktivitas Insektisida.** Pengujian bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya sebagai insektisida. Semua fraksi hasil setiap tahapan pemurnian diuji aktivitasnya pada larva serangga uji *Crocidolomia binotalis*. Pengujian bioaktivitas insektisida dilakukan dengan metode percobaan makan dan percobaan kontak. Pengujian aktivitas insektisida dilakukan dengan beberapa taraf konsentrasi. Ekstrak dengan konsentrasi tertentu dioleskan merata pada setiap permukaan pakan serangga dengan sonde mikro (*microsyringe*). Pakan yang digunakan adalah potongan-potongan daun brokoli ( $\Phi$  3 cm). Potongan pakan yang diberi perlakuan ditempatkan dalam cawan petri ( $\Phi$  9 cm) yang dialasi kertas tissue. Dengan kuas, ke dalam setiap cawan petri dimasukkan 15 ekor larva instar II. Pengamatan mortalitas larva uji dilakukan setiap hari hingga larva mencapai instar IV. Penentuan nilai  $LC_{50}$  (*lethal*



*concentration*) dilakukan dengan analisis probit dengan program komputer (SAS Institut 1990).

**3. Isolasi Senyawa Aktif.** Isolasi dilakukan dengan teknik kromatografi (kolom kromatografi, TLC dan HPLC). Fraksi etil asetat dipisahkan fraksi aktifnya menggunakan kolom kromatografi gel silika dengan elusi bertingkat. Campuran pelarut yang digunakan n-heksana, kloroform, etil asetat, dan metanol. Aktivitas fraksi diuji dengan uji hayati terhadap larva instar II *C. binotalis*.

**4. Elusidasi Struktur Kimia.** Elusidasi struktur kimia dilakukan dengan teknik spektrometri, spektometri massa dan NMR.

**5. Pengujian Antifidant.** Pengujian antifidan dilakukan dengan percobaan pilihan, di mana serangga uji diberi pilihan makan dengan dan tanpa ekstrak. Pengujian dilakukan dengan beberapa taraf konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan untuk setiap jenis ekstrak adalah konsentrasi sub letal. Pada perlakuan kontrol, serangga uji hanya diberi makan daun yang diolesi dengan pelarut (tanpa ekstrak). Ekstrak dengan konsentrasi tertentu dioleskan merata pada setiap permukaan pakan serangga dengan sonde mikro (*microsyringe*). Pakan yang digunakan adalah berupa sayuran, misalnya potongan daun brokoli. Potongan pakan yang diberi perlakuan ditempatkan dalam cawan petri yang dialasi kertas tissue. Dengan kuas, ke dalam setiap cawan petri dimasukkan 15 ekor larva. Sebelum perlakuan semua daun ditimbang untuk mengetahui bobot segarnya. Dari tiap daun yang digunakan diambil dan ditimbang berat basah satu contoh potongan daun untuk penentuan kadar air. Contoh daun tersebut dikeringkan dalam oven suhu 100 °C selama 2 hari dan selanjutnya ditimbang

untuk mendapatkan berat kering. Lama pemberian pakan perlakuan dan kontrol dilakukan selama 48 jam, selanjutnya sisa daun perlakuan dan kontrol yang tinggal ditimbang untuk mendapatkan berat daun yang dikonsumsi. Indeks hambatan makan (IHM) dihitung dengan rumus:

$$IHM = (BK - BP) / (BK + BP)$$

BK = bobot daun kontrol yang dimakan, BP = bobot daun perlakuan yang dimakan.

## **6. Pengujian Toksisitas Ekstrak Aktif terhadap Musuh Alami.**

Percobaan dilakukan dengan metode kontak pada permukaan gelas. Percobaan menggunakan imago betina *Eriborus argenteopilosus*. Pelarut yang digunakan adalah campuran pelarut aseton-metanol. Sejumlah tertentu ekstrak dimasukkan ke dalam tabung selanjutnya sambil menguapkan pelarutnya tabung diputar-putar agar larutan membasahi seluruh permukaan dalam tabung. Sebagai kontrol, tabung hanya diberi perlakuan pelarut saja. Setelah tabung kering, sepuluh ekor imago betina dimasukkan ke dalam tabung dan dibiarkan kontak selama 2 jam. Kemudian imago tersebut dipindahkan ke dalam kurungan plastik-kasa yang telah diberi larutan madu 10% yang diserapkan pada kapas. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas imago hingga 3 hari.

## **7. Pengujian Aktivitas Residu Ekstrak.**

Umur residu ekstrak yang digunakan adalah berkisar dari 0 hari hingga 14 hari setelah penyemprotan. Pengujian menggunakan metode residu pada daun. Misalnya Daun brokoli yang telah mencapai umur residu diberikan sebagai pakan larva. Pemberian pakan daun perlakuan dan kontrol dilakukan selama 2 hari, selanjutnya larva dipelihara dan diberi pakan daun segar tanpa perlakuan hingga berkepompong.

Pengamatan dilakukan setiap hari pada mortalitas larva hingga saat berkepompong. Persentase mortalitas larva perlakuan dikoreksi dengan persentase mortalitas larva kontrol menggunakan rumus Abbott (1925):

$$P_t = (P_o - P_c) / (100 - P_c) \times 100\%$$

Di mana  $P_t$  adalah persentase kematian terkoreksi,  $P_o$  adalah persentase kematian teramati dan  $P_c$  adalah persentase kematian kontrol. Persentase mortalitas larva terkoreksi terhadap waktu dipetakan. Waktu paruh dihitung berdasarkan persamaan regresi hubungan antara waktu dan mortalitas dengan menggunakan rumus:

$$WP = (50 \times b) + a$$

Di mana WP adalah waktu paruh, b adalah kemiringan garis regresi dan a adalah intersep (Immaraju *et al.*, 1994).

**8. Pengujian Fitotoksisitas.** Pengujian fitotoksisitas dilakukan pada bibit tanaman kubis. Pengujian dilakukan dengan menyemprot bibit tanaman (umur 3 minggu) dengan ekstrak aktif yang dicampur dengan air menggunakan *sprayer*. Konsentrasi penggunaan ekstrak di lapang 4 kali nilai  $LG_{99}$  percobaan di laboratorium. Pengamatan fitotoksisitas dilakukan terhadap gejala nekrotis pada bagian daun tanaman pada beberapa hari setelah penyemprotan. Pengamatan tingkat kerusakan tanaman atau fitotoksisitas dilakukan dengan pengamatan visual dengan cara skoring sebagai berikut: 0 = tidak ada kerusakan, 0 – 5% bentuk atau warna daun tanaman tidak normal; 1 = keracunan ringan, 5 – 20%

bentuk atau warna daun tanaman tidak normal; 2 = keracunan sedang, 20 - 50% bentuk atau warna daun tanaman tidak normal; 3 = keracunan berat, 50–70% bentuk atau warna daun tanaman tidak normal; 4 = keracunan sangat berat, lebih 75% bentuk warna daun tanaman tidak normal.

**9.Rekayasa Formulasi Ekstrak.** Percobaan bertujuan untuk mencari komposisi formulasi ekstrak yang optimal dan efektif dalam pengendalian hama serta mudah diaplikasikan di lapangan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan formulasi tersebut adalah ekstrak ditambah dengan kombinasi bahan-bahan lainnya, seperti pelarut, pengemulsi, perekat dan tabir cahaya. Rekayasa formulasi dilakukan dengan membuat variasi komposisi di antara bahan tersebut hingga diperoleh komposisi yang optimal. Untuk mengetahui teknik aplikasi di lapangan dengan benar, maka sebelum aplikasi dilakukan uji stabilitas formulasi ekstrak dalam sediaan insektisida.

**10. Pengujian Toksisitas pada Tikus.** Untuk mengantisipasi pengaruh samping penggunaan ekstrak tumbuhan pada kesehatan mamalia yang dilakukan percobaan toksisitas ekstrak terhadap mencit. Mencit yang digunakan dalam pengujian berumur 1 bulan. Mencit diberi ekstrak dengan konsentrasi tertentu (setara dengan residu ekstrak di lapang). Pemberian dilakukan 2 kali per minggu dengan metode oral. Setelah beberapa waktu mencit yang telah diberi perlakuan dibedah dan diamati pertumbuhan uterus dan hatinya.

**11. Pengujian Keefektifan Ekstrak di Lapangan.** Pengujian keefektifan ekstrak di lapangan dilakukan pada luasan tertentu. Pengujian dilakukan pada pertanaman brokoli. Sebelum penyemprotan ekstrak dilakukan

pencatatan jenis-jenis hama yang terdapat di sekitar lahan. Tiga hari setelah penyemprotan ekstrak dilakukan pengamatan terhadap efikasi ekstrak.

### **3. 5 Manfaat Insektisida tumbuhan**

Pengendalian juga dapat menggunakan pestisida tumbuhan/nabati yang akrab lingkungan, disebut demikian karena bahan kimia nabati ini dapat mudah terurai, dapat dibuat oleh petani karena bahan baku tersedia disekitar lokasi, dan harga pembuatan yang terjangkau.

Kelemahan pestisida nabati adalah:

1. Daya tahan yang singkat (sangat mudah berubah/terurai), oleh karena itu volume aplikasi harus direncanakan dengan cermat agar efisien,
2. Konsentrasi larutan yang dihasilkan masih tidak konsisten karena sangat tergantung pada tingkat kesegaran bahan baku.
3. Diperlukan standar pengolahan untuk tiap tanaman dan standar aplikasi penggunaan bagi pengendalian OPT.

## IV. BEBERAPA PESTISIDA NABATI YANG DAPAT MENGENDALIKAN HAMA DAN PENYAKIT

### 4.1 Mimba (*Azadirachta indica*)

Tanaman ini telah lama dikenal dan mulai banyak digunakan sebagai pestisida nabati menggantikan pestisida kimia. Tanaman ini dapat digunakan sebagai insektisida, bakterisida, fungisida, acarisida, nematisida dan virisida. Senyawa aktif yang dikandung terutama terdapat pada bijinya yaitu azadirachtin, meliantriol, salannin, dan nimbin.

Tanaman ini dapat mengendalikan OPT seperti : *Helopeltis* sp.; *Empoasca* sp.; Tungau jingga (*Erevipalpis phoenicis*), ulat jengkal (*Hyposidra talaca*), *Aphis gossypii*, *Epilachna varivestis*, *Fusarium oxysporum*, *Pestalotia*, sp.; *Phytophthora* sp.; *Heliothis armigera*, *pratylenchus* sp.; *Nilaparvata lugens*, *Dasynus* sp.; *Spodoptera litura*, *Locusta migratoria*, *Lepinotarsa decemlineata*, *palnoccocus citri*, *Agrotis ipsilon*, *Callosobruchus chinensis*, *Alternaria tenuis*, *Carpophilus hemipterus*, kecoa, *Cryptolestes pussillus*, *Corcyra cephalonnomia*, *Crocidolomia binotalis*, *Dysdercus cingulatus*, *Earias insulana*, *Helycotylenchus* sp.; *Meloidogyne* sp.; *Musca domestica*, *Nephotettix virescens*, *Ophiomya reticulipennis*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sitophilus* sp.; *Sogatella furcifera*, *Tribolium* sp.; tungro pada padi, *Tylenchus filiformis*.



Gambar 4.1. *Azadirachta indica* ([www.google.com](http://www.google.com))

Cara pemanfaatan tanaman ini sebagai pestisida nabati dapat dilakukan dengan:

1. Biji nimba dikupas / daun dimba ditumbuk lalu direndam dalam air dengan konsentrasi 20 – 25 gram/l;
2. Endapkan selama 24 jam kemudian disaring agar didapat larutan yang siap diaplikasikan;
3. Aplikasi dilakukan dengan cara disemprotkan atau disiramkan;
4. Sedangkan untuk pengendalian hama gudang dilakukan dengan cara membakar daun atau batang hingga didapatkan abu, lalu sebarkan/letakkan didekat sarang atau dijalur hama tersebut mencari makan.

#### **4.2 Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* VIS)**

Tanaman ini lebih dikenal sebagai bunga chrysan, banyak ditanam dipekarangan (taman) dan juga sebagai obat mata. Tanaman ini mulai banyak digunakan sebagai pestisida nabati menggantikan pestisida kimia. Tanaman ini dapat berfungsi sebagai insektisida, fungisida, dan nematisida. Senyawa aktif dari tanaman ini terdapat pada bunga bersifat racun kontak yang dapat mempengaruhi sistem syaraf pusat serangga, menghambat perkembangan serangga dengan penetasan telur.

Aplikasi dari tanaman ini dapat digunakan untuk mengendalikan *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Helopeltis* sp.; *Cricula trifenestrata*, *Plutella xylostella*, *Hyalopterus pruni*, *Macrosephum rosea*, *Drosophilla* spp.; *Empoasca fabae*, ulat jengkal, *Thrips Choristoneuro pinus*, *Doleschallia polibete*, *Agrotis ipsilon*, *Callosobruchus chinensis*, *Carpophilus hemipterus*, kecoa *Cryptolestes pussillus*, *Corcyra cephalonica*, *Crocidolomia binotalis*, *Dysdercus cingulatus*, *Earias insulana*, *Epilachna varivestis*, *Fusarium* sp.; *Locusta migratoria*,

*Musca domestica*, *Nephotettix virescens*, *Nilaparvata lugens*, *Ophiomya reticulipennis*, *Planococcus citri*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sitophilus* sp.; *Spodoptera litura*, *Tribolium* sp, *Helycotylenchus* sp.; *Meloidogyne* sp.; *Pratylenchus* sp.; *Tylenchus filiformis*.



**Gambar 4.2.** Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* VIS)

Cara pemanfaatan tanaman ini sebagai pestisida nabati dapat dilakukan dengan:

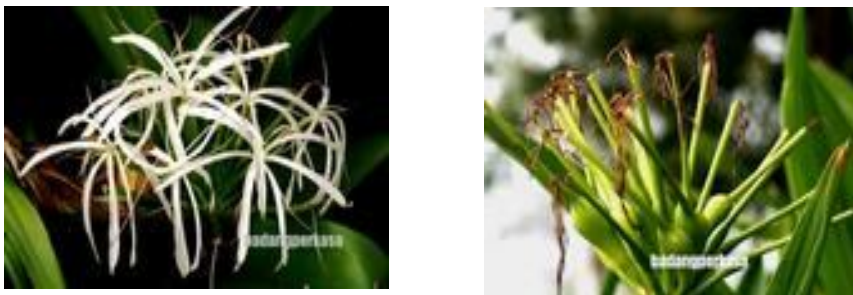
1. Mahkota bunga dikeringkan lalu ditumbuk;
2. Hasil penumbukan direndam dalam air dengan konsentrasi 20 gram/l selama 24 jam;
3. Hasil endapan kemudian disaring agar didapatkan larutan yang siap diaplikasikan;
4. Aplikasi dilakukan dengan cara penyemprotan;
5. Aplikasi dapat dilakukan dalam bentuk tepung yang dicampur dengan bahan pembawa seperti kapur dan bedak atau menggunakan alkohol, acetone atau minyak tanah sebagai pelarut.



### 4.3 Bakung (*Crinum asiaticum* L.)

Tanaman ini telah lama digunakan sebagai bahan obat tradisional depresan sistem syaraf pusat. Tanaman ini dapat digunakan sebagai pengganti pestisida yang berfungsi sebagai bakterisida, dan virisida. Senyawa dari tanaman ini mengandung alkaloid yang terdiri dari likorin, hemantimin, krinin dan krianamin.

Tanaman ini bermanfaat untuk menekan /menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.



**Gambar 4.3.** Bakung (*Crinum asiaticum* L) ([www.google.com](http://www.google.com))

Cara pemanfaatan tanaman ini sebagai pestisida nabati dapat dilakukan dengan:

1. Menumbuk daun dan atau umbi ldu direndam dalam air dengan konsentrasi 25 – 50 gram/l selama 24 jam.
2. Larutan hasil perendaman ini disaring agar didapat larutan yang siap diaplikasikan.
3. Aplikasi dilakukan dengan cara penyemprotan.

### 4.4 Sirih (*Piper betle* L.)

Tanaman sirih dengan banyak nama daerah merupakan tanaman yang telah lama dikenal sebagai bahan baku obat tradisional, dapat digunakan sebagai bahan pestisida alternatif karena dapat digunakan/bersifat sebagai fungisida dan bakterisida. Senyawa yang dikandung oleh tanaman ini antara lain profenil fenol

(fenil propana), enzim diastase tanin, gula, amilum/pati, enzim katalase, vitamin A,B, dan C, serta kavarol. Cara kerja zat aktif dari tanaman ini adalah dengan menghambat perkembangan bakteri dan jamur.



Gambar 4.4. Sirih (*Piper betle* L.)

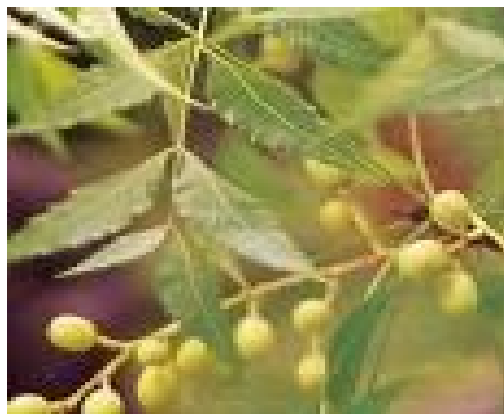
Tanaman ini walaupun belum secara efektif dapat mengendalikan *Phytophthora* sp.; *Fusarium oxysporum*, *Streptococcus viridans* dan *Staphylococcus aureus*. Cara pemanfaatan tanaman ini sebagai pestisida nabati dapat dilakukan dengan:

1. Daun sirih ditumbuk lalu direndam dalam air dengan konsentrasi 25 – 50 gram/l selama 24 jam,
2. Setelah itu disaring agar didapatkan larutan yang siap diaplikasikan.
3. Aplikasi dilakukan dengan cara penyiraman larutan semprot ke sekitar tanaman yang sakit atau dengan mengoleskan larutan pada bagian yang terserang (sakit).

#### 4.5 Mindi (*Melia azedarach* L.)

Tanaman mindi dikenal dengan nama mindi kecil, banyak digunakan dalam industri sebagai bahan baku sabun. Tanaman ini dapat digunakan sebagai pestisida nabati karena dapat bersifat sebagai insektisida, fungisida, dan nematisida. Senyawa aktif yang dikandung antara lain margosin (sangat beracun bagi manusia), glikosida flavonoid dan aglikon.

Tanaman ini dapat digunakan untuk mengendalikan / menekan OPT seperti *Hidari irava*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera abyssina*, *Myzus persicae*, *Orsealia oryzae*, *Alternaria tenuis*, *Aphis citri*, *Bagrada crucifearum*, *Blatella germanica*, Kecoa, Jangkrik, Kutu, Belalang, *Heliothis virescens*, *H. Zea*, *Helminthosporium* sp.; *Holocrichia ovata*, *Locusta migratoria*, *Meloidogyne javanica*, *Nephotettox virescens*, *Nilaparvata lugens*, *Ostrina furnacalis*, *Panochychus citri*, *Sagotella furcifera*, *Tribolium castaneum*, *Tryporyza incertulas*, *Tylenchus filiformis*.



Gambar 4.5. Mindi (*Melia azedarach* L)

Cara pemanfaatan tanaman ini sebagai pestisida nabati dapat dilakukan dengan:

- a). Biji mindi dikupas / daun dimba ditumbuk lalu direndam dalam air dengan konsentrasi 25 – 50 gram/l selama 24 jam,
- b). Larutan yang dihasilkan disaring agar didapatkan larutan yang siap diaplikasikan.
- c). Aplikasi dilakukan dengan cara penyemprotan. Kulit buah dan kulit batang dapat digunakan sebagai mulsa (dikeringkan).

#### 4.6 Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)

Tanaman cengkeh telah lama dikenal masyarakat, baik sebagai bumbu dapur maupun bahan baku industri (rokok, kosmetik, obat) dengan nilai komersial yang tinggi. Sejak jaman kolonial tanaman ini banyak ditanam hampir di seluruh wilayah Indonesia terutama di Maluku dan Sulawesi. Tanaman ini dapat digunakan sebagai pestisida nabati karena dapat digunakan sebagai insektisida, fungisida, bakterisida, dan nematisida. Senyawa aktif yang dikandung oleh tanaman ini dapat menghambat/menekan pertumbuhan/perkembangan cendawan penyebab penyakit, hama, nematoda dan bakteri.

OPT yang dapat dikendalikan antara lain: *Fusarium* sp.; *Phytophthora* sp.; *Rigidoporus* sp.; *Sclerotium* sp.; *Dacus* sp.; *Stegobium panicum*. *Pseudomonas solanacearum*, *Radopholus similis*, *Meloidogyne incognita*.



Gambar 4.6. Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)

Cara pemanfaatan tanaman ini sebagai pestisida nabati dapat dilakukan dengan:

1. Daun, bunga atau tangkai bunga ditumbuk hingga menjadi tepung, dapat juga diekstrak (laboratorium),
2. Sebarkan tepung/minyak tersebut pada tanaman atau sekitar perakaran yang terserang dengan dosis 50 gram/pohon, jika menggunakan serasah daun cengkeh dosis yang digunakan 100 gram/pohon.
3. Pada tanaman dengan serangan ringan dapat dilakukan penyayatan pada akar kemudian diolesi dengan tepung/ minyak cengkeh.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Untuk mengantisipasi punahnya suatu jenis tanaman, studi etnobotani tentang pemanfaatan tumbuhan sebagai pestisida harus terus dilakukan, khususnya pada daerah yang penduduk aslinya masih melakukan kegiatan pertanian sebagai mata pencaharian utama. Selain itu juga dilakukan kegiatan inventarisasi untuk mengetahui keberadaan dan ketersediaan tumbuhan. Sebagai usaha konservasi terhadap tumbuhan, dilakukan penanaman kembali tumbuhan yang diduga berkhasiat pestisida.
2. Setelah data bioaktivitas tumbuhan serta data keamanannya diketahui, penelitian di masa mendatang salah satunya diarahkan terhadap penyediaan sumber bahan baku. Untuk penggunaan insektisida tumbuhan yang berorientasi pada penerapan usaha tani berinput rendah (sederhana), penyediaan bahan baku merupakan satu kendala yang pasti akan di hadapi. Kendala ini dapat diatasi dengan cara menanam tumbuhan tersebut dalam skala luas. Khusus tumbuhan berkayu penanaman komoditas ini dapat disertakan dalam program konservasi tanaman hutan di hutan tanaman, hutan tanaman industri (HTI) misalnya. Pada hutan tanaman ini akan diperoleh multi hasil, batang tumbuhan dimanfaatkan sebagai kayu, sedangkan daun dan kulit batangnya dapat digunakan sebagai sumber bahan baku insektisida. Dengan demikian hutan alami akan terbebas dari kerusakan-kerusakan akibat pengambilan bagian tanaman.

3. Manajemen hama dan penyakit, mencakup kegiatan-kegiatan pengendalian OPT yang dapat menyebabkan penurunan produksi dan mutu, dengan memperhatikan aspek keamanan produk dan kelestarian lingkungan serta sumber daya alam. Pengendalian OPT dilakukan dengan prinsip Pengendalian Hama Penyakit Terpadu (PHT).

## **5.2 Saran**

Uraian pada makalah ini perlu disempurnakan lagi baik dari segi teknis dan non teknis, mengingat potensi digunakannya tumbuhan sebagai bahan bioinsektisida sangatlah besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.
- Arnason, J.T., S. Mackinnon, A. Durst, B.J.R. Philogene, C. Hasbun, P. Sanchez, L. Poveda, L. San Roman, M.B. Isman, C. Satasook, G.H.N. Towers, P. Wiriyachitra, J.L. McLaughlin. 1993. Insecticides in Tropical Plants with Non-neurotoxic Modes of Action. p. 107-151. In K.R. Downum, J.T. Romeo, H.A.P. Stafford (eds.), *Phytochemical Potential of Tropical Plants*. New York: Plenum Press.
- Basana, I.R., D. Prijono. 1994. Insecticidal Activity of Aqueous Extracts of Four Species of *Annona* (Annonaceae) against Cabbage Head Caterpillar, *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Bul. HPT.* 7:50-60.
- Bentz, J., J.W. Neal. 1995. Effect of A Natural Insecticide from *Nicotiana glauca* on The Whitefly Parasitoid *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 88: 1611-1615.
- Bowers, W.S., T. Ohta, J.S. Cleere, P.A. Marsella. 1976. Discovery of Insect Anti-juvenile Hormones in Plants. *Science* 193: 542-547.
- Budiman, C.P. 1994. Kajian Manfaat Bahan Tanaman Famili Annonaceae sebagai Pestisida Alami untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan. Dalam H. Siswomihardja, U. Damiati, Hidayat, I. Kamal, E.T. Purwani, M. Sinuraya, Basuki, Andrizal, Sutripriarso (eds.), *Kumpulan Makalah Seminar Pemanfaatan Bahan Alami Dalam Upaya Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan*. Jakarta: Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu dan Direktorat Bina Perlindungan Tanaman dan Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Pangan.
- Coats, J.R. 1994. Risks from Natural versus Synthetic Insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 489-515.
- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Perkebunan [DBPTP] dan Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun]. 1994. Upaya Pemanfaatan Pestisida Nabati dalam Rangka Penerapan Sistem Pengendalian Hama Terpadu. Dalam Dj. Sitepu, P. Wahid, M. Soehardjan, S. Rusli, Ellyda, I. Mustika, D. Soetopo, Siswanto, I.M. Trisawa, D. Wahyuno, M. Nuhardiyati (eds.), *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*, Bogor, 1-2 Desember 1993. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Edi Syahputra. 2001. Makalah Falsafah Sains . Program Pasca Sarjana / S3. Dari <http://www.google.com>. Diakses tanggal 1 Desember 2007



- Grainge, M., S. Ahmed. 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. New York: Wiley.
- Hamid, A., Y. Nuryani. 1992. Kumpulan Abstrak Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani, Bogor. P.1. Dalam S. Riyadi, A. Kuncoro, dan A.D.P. Utami. Tumbuhan Beracun. Malang: Balittas.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia, Jilid II & III. Diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan Jakarta. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Immaraju, J., S. Wells, W. Ruggero, R. Nelson, B. Selby. 1994. Relative residual activities of azadirachtin, hydroazadirachtin and tetrahydroazadirachtin. Proc. Brighton Crop Protection Conference. p 53-58 Institut Pertanian Bogor
- Ishibashi, F., C. Satasook, M.B. Isman, G.H.N. Towers. 1993. Insecticidal 1*H*-Cyclopentatetrahydro [b]benzofurans from *Aglaia odorata*. Phychemistry 32: 307-310.
- Isman, M.B., J.T. Arnason, G.H.N. Towers. 1995. Chemistry and Biological Activity of Ingredients of Other Species of Meliaceae. p. 652-666. In H. Schmutterer (ed.), The Neem Tree: Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purpose. Weinheim (Germany): VCH.
- Janprasert, J., C. Satasook, P. Sukumalanand, D.E. Champagne, M.B. Isman, P. Wiriyachitra, G.H.N. Towers. 1993. Rocaglamide, A Natural Benzofuran Insecticide from *Aglaia odorata*. Phytochemistry 32: 67-69.
- Kabelan Kurnia. 2002. Hama dan Insektisida Mikroba. [Http://www.sriwijayapost.com](http://www.sriwijayapost.com). Diakses tanggal 1 desember 2007
- Kristian Bayu K dan Alvonsus Rudianto. 2007. Bioinsektisida Alternatif. <http://www.indobiogen.or.id> Diakses tanggal 1 Desember 2007
- Manajemen Hama dan Penyakit. <http://www.organicindonesia.org>. Diakses tanggal 20 November 2007
- Metcalf, R.L. 1986. The Ecology of Insecticides and The Chemical Control of Insect. p. 251-294. In M. Kogan (ed.), Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice. New York: John Wiley & Son.
- Nugroho, B.W., R.A. Edrada, B. Gussregen, V. Wray, L. Witte, P. Proksch. 1997. New Insecticidal Rocaglamide Derivatives from *Aglaia deperreana* (Meliaceae). Phytochemistry 44: 1455-1461.
- Parmar, B. S. 1995. Results with commercial neem formulations produced in India. In H. Schmutterer (eds), The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. And Other Meliaceous Plants. Sources of Unique Natural Products for Integrate Pest Managemant, Medicine, Industry and Other Purposes. pp. 453-470. VCH Weinheim. New York, Basel, Cambridge, Tokyo.

- Prijono D & E. Hassan. 1993. Effects of Neem (*Azadirachta indica* A. Jussieu) Extract on Feeding, Development, Reproduction, Longevity and Oviposition of *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Bul HPT*. 6(2):55-65.
- Prijono, D. 1988. Penuntun Praktikum Pengujian Insektisida. Bogor: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian IPB.
- Prijono, D., M.S. Gani, E. Syahputra. 1995. Screening of Insecticidal Activity of Annonaceous, Fabaceous, and Meliaceous Seed Extracts against Cabbage Head Caterpillar, *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)". *Bul HPT*. 8: 74-77.
- Rajesus, B.M. 1987. Botanical pest control research in the Philippines. *Philipp. Ent.* 7(1):1:30
- Rudi C. Tarumingkeng. 2006. Manajemen Deteriorasi Hasil Hutan. <http://tumoutou.net>. Diakses tanggal 18 November 2007.
- SAS Institut. 1990. SAS/STAT User's Guide, Version 6, fourth edition, Volume 2. North Carolina: SAS Institut Inc.
- Schmutterer, H. & R. P. Singh. 1995. List of insect pest susceptible to neem products. In H. Schmutterer (ed.), *The Neem Tree- Source of Unique Natural products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. pp. 326-365. VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo.
- Schmutterer, H. 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. *J. Appl. Entomol.* 121:121-128.
- Schmutterer, H. & H. Rembold. 1995. List of insect pest susceptible to neem products. In H. Schmutterer (ed.), *The Neem Tree-Source of Unique Natural products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. pp. 195-204. VCH. Weinheim, New York, Basel, Tokyo.
- Schmutterer, H. (ed.). 1995. *The Neem Tree Azadirachta indica* A. Juss. and Other Meliaceous Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH, Weinham-Germany.
- Wood, T., W. Ruggero & R. Nelson. 1995. Performance profile for the neem-based insecticide ALIGN™. In *The Neem Tree- Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. pp. 445-453. VCH, Weinheim. New York, Basel, Cambridge, Tokyo.

Wu, T.S., M. J. Liou, C. S. Kuoh, C. M. Teng, T. Nagao, K. H. Lee. 1997.  
Cytotoxic and Antiplatelet Aggregation Principles from *Aglaia ellipfolia*.  
J. Nat. Prod. 60: 606-608.

