

**EKSPLORASI BAHAN NABATI YANG BERPOTENSI SEBAGAI
BIOLARVASIDAL DAN REPELLENT TERHADAP
NYAMUK *Culex fatigans***

SELESAI

PAMERAN

01 OCT 1997

Ketua Peneliti :

TRI NURHARIYATI

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

.Dibiayai Oleh : SUDR-ADB LOAN No.1013 - INO

Kontrak : 1059/VI.3/AC.CON/VIII/95

Nomor Urut : 10

TANAMAN OBAT

kkc
kk
581.634
Nov
e-1

**EKSPLORASI BAHAN NABATI YANG BERPOTENSI SEBAGAI
BIOLARVASIDAL DAN REPELLENT TERHADAP
NYAMUK *Culex fatigans***

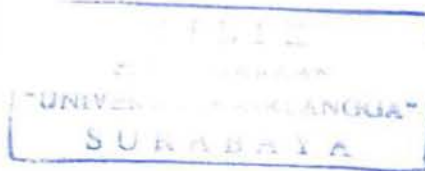


30001149731418

3000114973141 - 8

Ketua Peneliti :

TRI NURHARIYATI



LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

.Dibiayai Oleh : SUDR-ADB LOAN No.1013 - INO
Kontrak : 1059/VI.3/AC.CON/VIII/95
Nomor Urut : 10

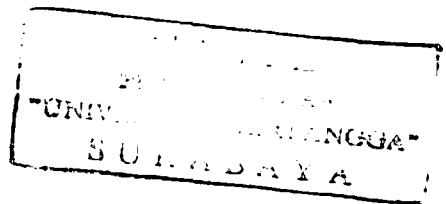


DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA

EKSPLORASI BAHAN NABATI YANG BERPOTENSI SEBAGAI
BIOLARVASIDAL DAN REPELLENT TERHADAP
NYAMUK *Culex fatigans*

3000114973141

Peneliti :
Tri Nurhariyati
Salamun
Alfiah Hayati



Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
Dibiayai Oleh : SUDR-ADB Loan No.1013-INO 1995/1996
SK Ketua Lembaga Penelitian Universitas Airlangga
Nomor : 036/JO3.12/PL/1996
Tanggal 28 Maret 1995
Nomor : 10



LEMBAGA PENELITIAN

Jl.Darmawangsa Dalam 2 Telp. (031) 42322 Surabaya 60286

IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

=====

1. a. Judul Penelitian : Eksplorasi Bahan Nabati Yang Berpotensi Sebagai Biolarvasidal Dan Repellent Terhadap Nyamuk Culex fatigans
- b. Macam Penelitian : (v) Dasar () Terapan, () Pengembangan.
- c. Kategori Penelitian : () I () II (v) III
2. Kepala Proyek Penelitian
 - a. Nama Lengkap Dengan Gelar : Tri Nurhariyati, S.Si.
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Pangkat/Golongan dan NIP : Penata Muda/IIIa/132086389
 - d. Jabatan Sekarang : Asisten Ahli Madya
 - e. Fakultas / Jurusan : MIPA/Biologi
 - f. Universitas : Airlangga
 - g. Bidang Ilmu Yang Diteliti : Tanaman obat dan entomologi kesehatan
3. Jumlah Tim Peneliti : 3 orang
4. Lokasi Penelitian : FMIPA Universitas Airlangga
5. Kerjasama dengan Instansi Lain
 - a. Nama Instansi : -
 - b. Alamat : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 8 bulan
7. Biaya Yang Diperlukan : 6.000.000,-
8. Seminar Hasil Penelitian
 - a. Dilaksanakan Tanggal : 19 Agustus 1996
 - b. Hasil Penilaian : () Baik Sekali (v) Baik
() Sedang () Kurang

Surabaya, 23 sept 1996

Kepala Proyek Penelitian,

Tri Nurhariyati
Tri Nurhariyati, S.Si.

NIP. 132 086 389

Mengetahui :
Dekan, Fakultas

Drs. Herjana
Drs. Herjana, M.Sc.

NIP. 130 355 371

Mengetahui :
Ketua Lembaga Penelitian Unair,

Prof. Dr. Soer Chelies Zaini
Prof. Dr. Soer Chelies Zaini
NIP. 130 355 372

Tri Nurhariyati



RINGKASAN PENELITIAN

EKSPLORASI BAHAN NABATI YANG BERPOTENSI SEBAGAI BIOLARVASIDAL DAN REPELLENT TERHADAP NYAMUK *Culex fatigans* (Tri Nurhariyati, Salamun dan Alfiah Hayati, 1996 : 59 pages)

Tingginya populasi nyamuk *Culex fatigans* akan meningkatkan resiko bagi penduduk kota terhadap penularan filariasis. Pengendalian nyamuk vektor sampai sekarang yang paling banyak digunakan adalah insektisida kimia. Akan tetapi penggunaan insektisida kimia yang kurang tepat dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, membunuh organisme bukan sasaran dan menyebabkan resistensi vektor. Beberapa tanaman telah diketahui mengandung berbagai senyawa aktif yang berdaya insektisidal dan dapat dimanfaatkan sebagai pengganti insektisida kimia. Oleh karena itu penggunaan insektisidal dari tanaman mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari tanaman yang berdaya larvasidal dan tanaman yang berdaya tolak terhadap nyamuk *Culex fatigans*.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dalam 4 tahap, yaitu (1) koleksi tanaman, (2) ekstraksi tanaman, (3) kolonisasi nyamuk *Culex fatigans*, dan (4) uji hayati. Variabel penelitian adalah angka kematian larva instar III *Culex fatigans* selama masa pendedahan 24 jam dan jumlah nyamuk yang hinggap pada umpan selama 80 menit. Data yang terkumpul dianalisis dengan analisis probit (95% CL) dan Anava.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan : (1) Urutan sensitifitas larva instar III nyamuk *Culex fatigans* terhadap ekstrak tanaman berturut-turut dari tinggi ke rendah adalah *Derris elliptica* ($LC_{50} = 12,89$ mg/l), *Annona reticulata* (61,88 mg/l), *Annona muricata* (115,97 mg/l), *Annona squamosa* (251,61 mg/l), *Nicotiana tabacum* (271,67 mg/l), *Azadirachta indica* (964,55 mg/l), *Eclipta prostrata* (970,91 mg/l), *Toona sureni* (1356,49 mg/l), dan *Erythroxylon novogranatense* (1474,24 mg/l). (2) Urutan efek repellent ekstrak tanaman dengan konsentrasi 25% terhadap *Culex fatigans* dari tertinggi ke terendah adalah *Foeniculum vulgare*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia aromatica*, *Cymbopogon nardus*, *Citrus aurantifolia*, *Melaleuca leucadendron*, *Eucalyptus plathyllus*, *Canarium odoratum*, dan *Rosa sp.*

(L.P. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unair ;
1059/VI.3/AC-CON/VIII/95, 25 Agustus 1995)

RESEARCH SUMMARY

EXPLORATION OF BIOLARVASIDAL AND REPELLENT PLANTS AGAINST MOSQUITO OF *Culex fatigans* (Tri Nurhariyati, Salamun and Alfiah Hayati, 1996 : 59 pages)

High population density of *Culex fatigans* is a serious problem in Indonesia, especially in the big cities. Filariasis disease is transmitted by this species. Entomological approach for the vector control by chemical insecticides causes environmental pollution, toxic to non target organism and develops resistancy to the vector. Various species of plants are known to contain different active substances showing insecticidal activities and many of them could be utilized as the alternatives of chemical insecticides. So that it would give promising for vector control.

The studies were designed to exploring plants which showed larvasidal and repellent activities towards larvae and mosquitoes of *Culex fatigans*, respectively.

This studies were carried out under laboratory condition with four steps, namely (1) collecting plants, (2) chemical extraction from choiced plants, (3) rearing of *Culex fatigans*, and (4) bioassay. Research variables were mortality of third instar *Culex fatigans* larvae for 24 hours and number biting of *Culex fatigans* on arm for 80 minute. Collected data was followed by probit analysis (95% CL) and Anova analysis.

The results could be concluded (1) extract of *Derris elliptica* caused the highest mortality of third instar *Culex fatigans* larvae ($LC_{50} = 12,89$ mg/l), followed by *Annona reticulata* (61,88), *Annona muricata* (115,97 mg/l), *Annona squamosa* (251,61 mg/l), *Nicotiana tabacum* (271,67 mg/l), *Azadirachta indica* (964,55 mg/l), *Eclipta prostrata* (970,91 mg/l), *Toona sureni* (1356,49 mg/l), and *Erythroxylon novogratense* (1474,24 mg/l). (2) extract of *Foeniculum vulgare* at the concentration 25% was the highest repellent of *Culex fatigans*, followed by *Cinnamomum verum*, *Eugenia aromatica*, *Cymbopogon nardus*, *Citrus aurantifolia*, *Melaleuca leucadendron*, *Eucalyptus platiphylus*, *Canangium odoratum*, and *Rosa sp.*

(Rest. Inst. Mathematics and Natural Science Faculty
Airlangga University ; 1059/VI.3/AC-CON/VIII/95
August, 25 1995)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga kami dapat menyelesaikan dan menyusun laporan penelitian ini.

Pada kesempatan pertama, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Pengelola DIP Proyek Pengembangan 6 Universitas (SUDR - ADB) tahun 1995/1996, Pimpinan Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Pimpinan dan Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga yang telah berkenan memberi kesempatan melakukan penelitian.

Penulis juga menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Drs. Mulyadi, MS. yang telah membantu dalam pembuatan ekstrak, Drs. Djuandi dan Drs. Moh. Affandi MS. yang telah mengirim bahan tanaman dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna, namun penulis berharap laporan ini dapat memberikan informasi ilmiah bagi ilmu pengetahuan dan berguna dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.

Surabaya, juli 1996

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Permasalahan	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Nyamuk <i>Culex fatigans</i>	7
2.2. Insektisida Nabati	12
2.3. Senyawa Penolak	19
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Bahan Penelitian	27
3.2. Alat Penelitian	29
3.3. Cara Penelitian	30
3.4. Rancangan Penelitian	38
3.5. Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Nicotiana tabacum</i>	40
Tabel 2	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Erythroxylon novo-granatense</i>	40
Tabel 3	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Eclipta prostrata</i>	40
Tabel 4	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Annona muricata</i>	41
Tabel 5	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Annona squamosa</i>	41
Tabel 6	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Annona reticulata</i>	41
Tabel 7	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Azadirachta indica</i>	42
Tabel 8	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Toona sureni</i>	42
Tabel 9	Jumlah larva <i>C. fatigans</i> yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak <i>Derris elliptica</i>	42
Tabel 10	Nilai LC_{50} beberapa ekstrak tanaman terhadap larva instar III <i>C. fatigans</i> masa pendedahan 24 jam	43
Tabel 11	Jumlah nyamuk <i>C. fatigans</i> yang hinggap pada umpan selama 80 menit pada berbagai ekstrak tanaman	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1	Daur hidup nyamuk <i>Culex</i>	10
Gambar 2	Struktur molekul dari beberapa senyawa bioaktif terhadap serangga, asal tumbuhan	18
Gambar 3	Rumus kimia monoterpena	25
Gambar 4	Rumus kimia seskuiterpenoid	26
Gambar 5	Nilai LC_{50} beberapa ekstrak tanaman terhadap larva instar III nyamuk <i>Culex fatigans</i>	44
Gambar 6	Histogram efek repellent terhadap nyamuk <i>Culex fatigans</i> pada berbagai ekstrak tanaman	54

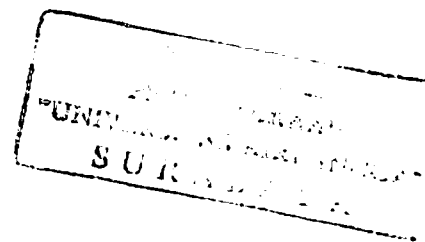
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Penyakit filariasis adalah salah satu masalah kesehatan di Indonesia. Vektor penular yang terpenting dari penyakit tersebut adalah nyamuk *Culex fatigans*, *Anopheles* dan *Aedes* (Soedarto, 1990). Di daerah rural (pedesaan) berbagai spesies dari genus nyamuk yaitu *Anopheles*, *Aedes* dan juga *Mansonia* dapat bertindak sebagai vektor, sedangkan nyamuk yang hidup di daerah perkotaan yaitu nyamuk *Culex fatigans* adalah salah satu vektor utama penularan parasit ini. Di kota-kota besar kepadatan populasi nyamuk vektor didominasi oleh nyamuk *Culex fatigans* yang menjadikan saluran-saluran limbah kota (got) sebagai tempat perindukan yang utama. Tingginya populasi nyamuk ini akan meningkatkan resiko bagi penduduk kota terhadap penularan filariasis, apalagi jika nyamuk *Culex fatigans* telah menjadi kebal terhadap berbagai insektisida yang banyak digunakan masyarakat (Soedarto, 1983).

Berbagai upaya pengendalian nyamuk vektor telah dilakukan. Sampai sekarang yang paling banyak digunakan adalah insektisida kimia, karena penggunaannya lebih mudah dan memberikan hasil yang memuaskan dalam waktu yang singkat. Penggunaan insektisida yang



kurang tepat dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, membunuh organisme bukan sasaran dan menyebabkan resistensi vektor. Oleh karena itu para peneliti telah banyak yang menggunakan cara lain untuk memberantas vektor. Salah satu cara yang banyak diteliti dan mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan adalah menggunakan insektisida nabati dari tumbuh-tumbuhan. Insektisida ini aman bagi manusia sebab setelah digunakan akan cepat terurai menjadi senyawa yang tidak terakumulasi dan kemungkinan terjadinya resistensi pada vektor juga kecil (Nunik, 1986 dalam Eny Wahyu, 1989).

Senyawa kimia yang berkhasiat sebagai insektisida nabati antara lain adalah nikotin, piretrin, rotenon dan azadirachtin (Nayar et al., 1979). Dalam pustaka beberapa spesies dari famili Annonaceae juga dilaporkan berdaya insektisidal. Dari survai lapangan didapat keterangan bahwa ekstrak daun *Annona muricata* juga pernah dipakai sebagai pestisida tradisional dalam melindungi tanaman padi (Tjokronegoro, 1987). Walaupun senyawa organik dalam bagian-bagian tumbuhan Annonaceae yang aktif sebagai insektisida belum diketahui secara pasti, tetapi mekanisme kerja insektisidal beberapa diantaranya sebagian telah terungkap. Dalam kajian awal daya insektisida ekstrak biji *Annona squamosa* terhadap ulat hongkong (*M. dermestoides*), Manaf (1988) menyimpulkan bahwa ekstrak biji secara nyata mempengaruhi laju

konsumsi oksigen dan metamorfosis serangga uji. Sedangkan hasil pengkajian awal Mardihusodo (1992) menyimpulkan bahwa infus 10% dari isi biji dan daun *A. muricata* berdaya insektisidal. Dari hasil penelitian Tjokronegoro (1987) menyatakan bahwa isolat aktif dalam *A. muricata* mempunyai rumus molekul $C_{35}H_{64}O_4$. Penelusuran berdasarkan keaktifan insektisida menyimpulkan bahwa senyawa tersebut adalah insektisida baru.

Cara lain untuk menanggulangi dan mencegah meluasnya penyakit filariasis adalah dengan melindungi manusia dari gigitan nyamuk tersebut dengan pemakaian kawat nyamuk, kelambu dan penolak nyamuk (repellent). Repellent adalah bahan-bahan yang mempunyai kemampuan untuk menjauhkan serangga dari manusia sehingga dapat dihindari gigitan serangga atau gangguan oleh serangga terhadap manusia. Repellent digunakan dengan cara menggosokkannya pada tubuh atau menyemprotkannya pada pakaian (Soedarto, 1992).

Senyawa penolak dan senyawa penarik (attractant) yang berasal dari tumbuh-tumbuhan antara lain adalah minyak atsiri. Minyak atsiri dihasilkan oleh kelenjar khusus dari tanaman dan mempunyai bau yang khas dan tajam. Minyak atsiri yang digunakan sebagai senyawa penarik misalnya adalah eugenol dan geraniol. Sedangkan yang digunakan sebagai senyawa penolak adalah citronella dan minyak sereh (Little, 1972 ; Nayar et al, 1979).

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka penelitian mengenai tumbuh-tumbuhan yang berkhasiat sebagai larvasidal dan

tumbuh-tumbuhan yang mengandung minyak atsiri sebagai daya penolak terhadap *Culex fatigans* menarik untuk dikembangkan. Mengingat di Indonesia tumbuh berbagai jenis tanaman, sehingga perlu dilakukan eksplorasi bahan nabati yang berpotensi biolarvasidal dan penolak terhadap nyamuk vektor penyakit.

Dalam penelitian ini tumbuh-tumbuhan yang digunakan sebagai biolarvasidal terhadap nyamuk *Culex fatigans* dipilih 9 spesies tumbuhan yaitu *Nicotiana tabacum*, *Erythroxylon novogranatense*, *Eclipta prostrata*, 3 spesies tanaman Annaceae yaitu *Annona muricata*, *Annona squamosa* dan *Annona reticulata*, 2 spesies tanaman Meliaceae yaitu *Azadirachta indica* dan *Toona sureni* dan *Derris elliptica*.

Sedangkan eksplorasi tanaman sebagai penolak terhadap nyamuk *Culex fatigans* didorong oleh dugaan bahwa minyak atsiri mempunyai bau khas yang dapat menolak jenis serangga tertentu. Untuk penelitian ini dipilih 9 spesies tumbuhan yaitu *Canarium odoratum*, *Citrus aurantifolia*, *Eucalyptus platyphyllus*, *Melaleuca leucadendron*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia aromatica*, *Foeniculum vulgare*, *Rosa sp* dan *Cymbopogon nardus*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan sebagai berikut.

1. Berapakah LC_{50} larvasidal ekstrak daun dari *Nicotiana tabacum*, *Erythroxylon novogranatense*, *Eclipta prostrata*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *Azadirachta indica*, *Toona sureni* dan akar *Derris elliptica* terhadap larva instar III nyamuk *Culex fatigans* ?
2. Bagaimanakah urutan sensitivitas larva nyamuk *Culex fatigans* terhadap ekstrak tanaman tersebut di atas ?
3. Apakah ekstrak bunga dari *Canangium odoratum*, *Rosa sp*, *Eugenia aromatica*, daun dari *Eucalyptus platiphyllus*, *Melaleuca leucadendron*, *Cinnamomum verum*, daun dan bongkol daun *Cymbopogon nardus*, buah *Foeniculum vulgare* dan kulit buah *Citrus aurantifolia* berpengaruh terhadap jumlah nyamuk *Culex fatigans* betina yang hinggap pada umpan ?
4. Bagaimanakah urutan daya penolak ekstrak tanaman tersebut terhadap nyamuk *Culex fatigans* betina ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui LC_{50} larvasidal ekstrak daun dari *Nicotiana tabacum*, *Erythroxylon novogranatense*, *Eclipta prostrata*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *A. reticulata*, *Azadirachta indica*, *Toona sureni* dan akar *Derris elliptica* terhadap larva instar III nyamuk *Culex fatigans*.

2. Mengetahui urutan sensitivitas larva instar III nyamuk *Culex fatigans* terhadap ekstrak tanaman tersebut di atas.
3. Mengetahui pengaruh ekstrak bunga dari *Canarium odoratum*, *Rosa sp*, *Eugenia aromatica*, daun dari *Eucalyptus platiphyllus*, *Melaleuca leucadendron*, *Cinnamomum verum*, daun dan bongkol daun *Cymbopogon nardus*, buah *Foeniculum vulgare* dan kulit buah *Citrus aurantifolia* terhadap jumlah nyamuk *Culex fatigans* betina yang hinggap pada umpan.
4. Mengetahui urutan daya penolak ekstrak tanaman tersebut terhadap nyamuk *Culex fatigans*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi ilmiah mengenai sensitivitas larva instar III nyamuk *Culex fatigans* dan daya penolak nyamuk *Culex fatigans* terhadap ekstrak tanaman tersebut di atas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Nyamuk *Culex fatigans*

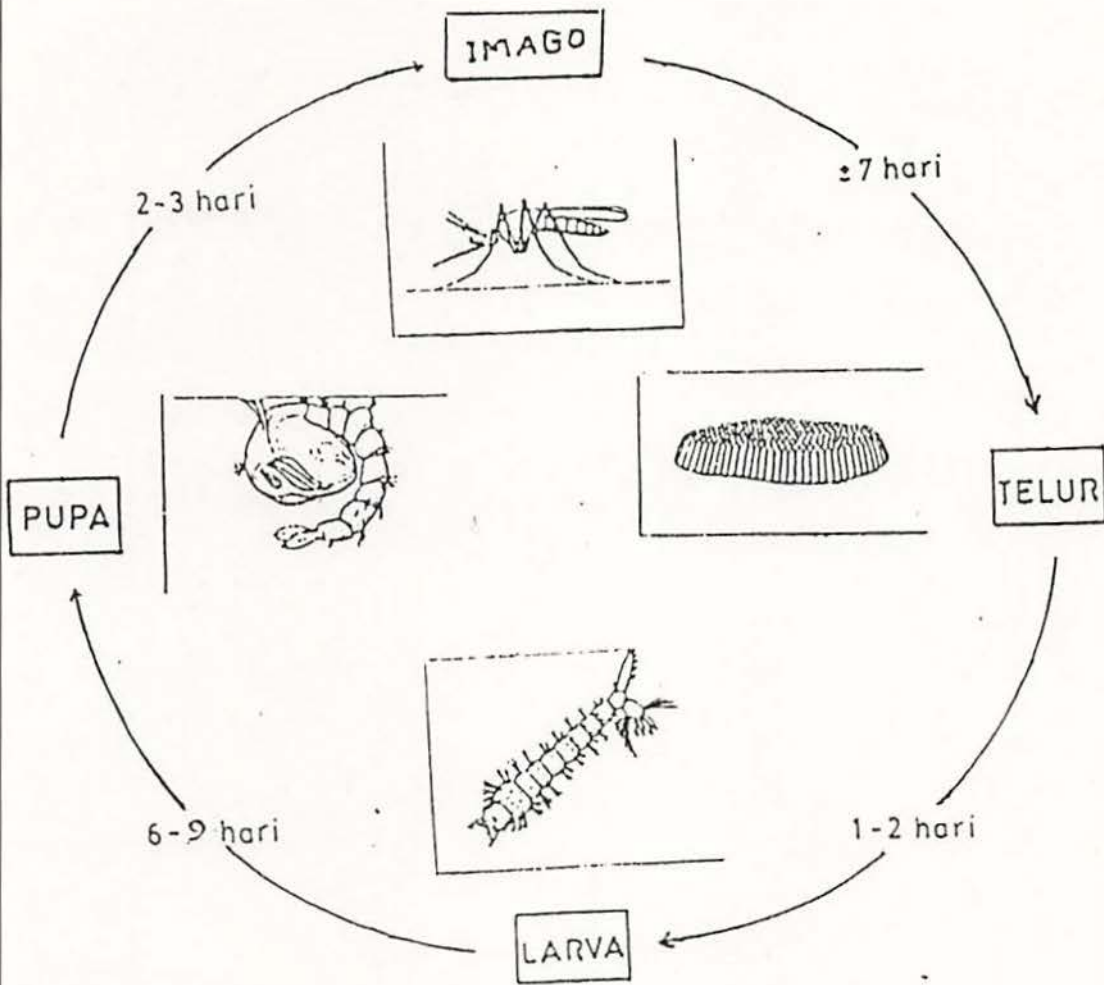
Nyamuk *Culex pipiens quinquefasciatus* yang sering disebut sebagai *Culex fatigans* merupakan salah satu vektor penularan penyakit filariasis yang disebabkan oleh mikrofilaria (Soedarto, 1990). Nyamuk *Culex fatigans* (Diptera:Culicidae) hidup domestik, senang tinggal di dalam rumah. Suatu penelitian untuk memantau populasi *Culex fatigans* di Surabaya telah dilakukan tahun 1983. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa 86,3 % rumah tinggal di Surabaya memiliki genangan-genangan air yang potensial untuk menjadi sarang nyamuk *Culex fatigans* dan dari larva nyamuk yang dijumpai pada saluran-saluran kota (got) hampir 100 % adalah larva *Culex fatigans* (Soedarto, 1983).

Di Indonesia, filariasis banyak dijumpai di luar Jawa termasuk daerah-daerah tujuan transmigrasi. Sedangkan para transmigran umumnya berasal dari pulau Jawa dan Bali yang merupakan daerah-daerah yang non endemik filariasis. Oleh karena penduduk asal Jawa dan Bali tidak memiliki kekebalan alami terhadap filariasis yang umumnya tidak terdapat di

daerah asalnya, maka dengan cepat akan mengalami penularan penyakit ini. Penderita filariasis kerap kali tanpa gejala dan keluhan yang khas tetapi mereka infeksiif untuk manusia lainnya oleh karena di dalam darahnya mengandung mikrofilaria yang dapat ditularkan oleh nyamuk. Dalam hal ini ia bertindak sebagai carrier filariasis. Jika carrier kembali ke Jawa-Bali, mereka dapat menjadi sumber penularan bagi penduduk yang peka terhadap penyakit ini, terutama jika di daerah tempat kembali para carrier tersebut didapatkan vektornya misalnya *Culex fatigans* (Soedarto, 1992).

Nyamuk *Culex fatigans* mengalami metamorfosa sempurna yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Telur, larva dan pupa *Culex fatigans* memerlukan air untuk kehidupannya. Telur nyamuk *Culex fatigans* diletakkan berderet-deret seperti rakit. Telur dari subfamili Culicinae ini tidak mempunyai pelampung (Soedarto, 1992). Telur nyamuk *Culex fatigans* di dalam air dengan suhu 20-40° C akan menetas dalam waktu 1 - 2 hari. Larva nyamuk *Culex fatigans* tubuhnya memanjang tanpa kaki dengan bulu - bulu sederhana yang tersusun secara bilateral simetris. Larva ini mengalami 4 stadium perkembangan yang secara berturut-turut disebut larva instar I, II, III dan IV. Pertumbuhan dan perkembangan larva lamanya 6 - 9 hari. Larva instar I panjangnya 1 - 2 mm, duri-duri (spinae)

pada dada belum jelas dan corong pernafasan (siphon) belum menghitam. Larva instar I menjadi larva instar II antara hari ke 1 - 2. Larva instar II berukuran 2,5 - 3,5 mm, duri-duri dada belum jelas dan corong pernafasan sudah mulai menghitam. Larva instar II menjadi larva instar III antara hari ke 2-3. Larva instar III berukuran 4-5 mm, duri-duri dada sudah jelas dan corong pernafasan berwarna coklat kehitaman. Larva instar III menjadi larva instar IV antara hari ke 3 - 7. Sedangkan larva instar IV berukuran 5-6 mm, duri-duri dada dan perut jelas, ukuran dada lebih besar dari kepala dan corong pernafasan berwarna coklat kehitaman. Larva instar IV menjadi pupa antara hari ke 7-9. Pupa *Culex fatigans* tubuhnya bengkok dengan bagian kepala-dada (cephalo-thorax) lebih besar dibandingkan perutnya. Pada bagian dorsal thorax terdapat alat pernafasan dan pada perut ruas terakhir terdapat sepasang pengayuh yang berguna untuk berenang. Bentuk pupa yaitu fase tanpa makan yang aktif dan sangat sensitif terhadap pergerakan air, hanya berlangsung 2-3 hari (Harold, 1979; Anonim, 1983).



Gambar 1. Daur hidup nyamuk *Culex* (Harold, 1979)

Nyamuk *Culex fatigans* dewasa, bersifat domestik, yang hidup di sekitar tempat tinggal manusia dan hidupnya berhubungan erat dengan hidup manusia. Kebiasaan nyamuk *Culex fatigans* beristirahat di dalam rumah yaitu pada benda-benda yang bergantung, berwarna gelap dan tempat-tempat lain yang terlindung. Nyamuk dewasa betina tidak aktif siang hari dan kegiatan menghisap darah umumnya terjadi pada malam hari. Nyamuk betina menyukai darah mamalia terutama darah manusia, akan tetapi dalam keadaan terpaksa ia juga menghisap darah unggas. Waktu untuk menghisap darah umumnya dimulai jam 19.00 dan berakhir pukul 06.00 dengan puncaknya pada tengah malam (Bram, 1967 dalam Soedarto, 1992).

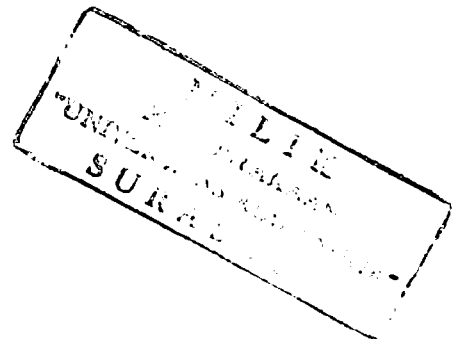
Tubuh nyamuk *Culex fatigans* dewasa terdiri atas tiga bagian yaitu caput, thorax, dan abdomen. Pada bagian caput terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena dan sepasang palpus maxillaris. Antena terdiri atas 15 ruas, setiap ruas mempunyai bulu-bulu, pada yang betina bertipe pilose dan pada yang jantan bertipe plumose. Alat mulut yang betina tipe penusuk-penghisap dan termasuk antropagus yaitu menghisap darah manusia, sedang nyamuk jantan bagian mulutnya lemah sehingga tidak mampu menembus kulit manusia, karena itu tergolong fitophagus yaitu menghisap cairan tumbuhan. Thorax tersusun atas tiga bagian yaitu prothorax, mesothorax dan metathorax yang masing-masing terdapat sepasang kaki. Pada

thorax juga terdapat sepasang sayap dan sepasang halter yang berfungsi sebagai alat keseimbangan pada waktu terbang. Bagian abdomen terdiri 8 ruas dan pada ruas terakhir terdapat alat kelamin yang disebut cerci (Harold, 1979; Soedarto, 1992).

2.2. Insektisida Nabati

Insektisida dapat digolongkan dalam beberapa cara antara lain berdasarkan jalan masuknya ke dalam tubuh serangga dan berdasarkan sifat kimianya (Nayar *et al.*, 1979). Jika ditinjau dari jalan masuknya ke dalam tubuh serangga, insektisida dibagi dalam 3 kelompok yaitu :

- (1) racun perut (*stomach poison*) yaitu insektisida yang baru mempunyai daya bunuh bila masuk dalam pencernaan serangga. Pada insektisida macam ini jelaslah harus masuk melalui atau bersama makanan.
- (2) racun kontak (*contact poison*), yaitu insektisida yang dapat membunuh serangga bila terkena bagian tubuhnya. Disini yang terpenting adalah terkenanya serangga yang ingin dibunuh dengan zat kimia yang dipergunakan, jadi masuk ke dalam tubuh melalui jaringan tubuh luar. Insektisida ini mematikan urat saraf serangga,



(3) racun saluran pernafasan (*fumigant*) yaitu insektisida yang dapat membunuh serangga bilamana masuk ke dalam sistem pernafasan (*trachea*). Insektisida yang dipergunakan di sini ialah dalam bentuk gas (Nayar *et al.*, 1979; Rismunandar, 1986).

Menurut sifat kimianya, insektisida dikelompokkan menjadi dua, yaitu insektisida anorganik dan insektisida organik. Insektisida anorganik adalah jenis-jenis insektisida yang rumus bangunnya tidak mengandung atom karbon. Biasanya berbentuk kristal dan berwarna putih hampir menyerupai garam. Insektisida anorganik ini antara lain adalah arsenik, sulfur, merkuri, boron, talium, antimoni, selenium dan fluorida. Insektisida organik adalah senyawa organik yang berasal dari hewan, misalnya *nereistoxin*, berasal dari tumbuh-tumbuhan antara lain adalah nikotin, piretrin, rotenon dan *azadirachtin* dan senyawa organik sintetis antara lain adalah organoklorin (DDT dan BHC), dinitrifenol, tiosianal dan karbamat (Nayar *et al.*, 1979 ; Sastroutomo, 1992).

Insektisida nabati merupakan senyawa beracun yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Senyawa bioaktif yang mempunyai aktivitas insektisida antara lain adalah nikotin, piretrin, rotenon, dan *azadirachtin* (Bonner, 1950 ; Nayar *et al.*, 1979). Penggunaan racun-racun tumbuhan pada umumnya menunjuk-

kan tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan racun senyawa anorganik, karena molekulnya yang sebagian besar terdiri dari nitrogen, oksigen, karbon dan hidrogen yang mudah terpecah menjadi senyawa-senyawa yang tidak berbahaya (Tjokronegoro, 1987).

Nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) sebagai insektisida nabati, pertama kali digunakan pada tahun 1690. Pada waktu itu, ekstrak tembakau yang dikenal sebagai nikotin telah digunakan untuk membunuh serangga-serangga penghisap tanaman hias. Setelah itu nikotin secara komersil dijual untuk digunakan sebagai insektisida di rumah-rumah, kebun atau sawah. Secara komersil nikotin dihasilkan oleh dua sumber yaitu tembakau yang biasa diperdagangkan (*Nicotiana tabacum*) dan tembakau jenis liar (*Nicotiana rustica*). Selain tembakau, nikotin juga didapat dari tumbuh-tumbuhan antara lain adalah *Erythroxyton sp*, *Dobosia sp* dan *Eclipta sp* (Sastroutomo, 1992 ; Swain, 1963). Struktur nikotin adalah β - piridil - α - N - metilpirodin atau menurut tata nama yang benar dan yang dipakai sekarang adalah 1 - 3 - (1 - metil - 2 - pirolidil) piridin. Nikotin adalah senyawa alkaloid yang berbentuk minyak, tidak berwarna, tidak berbau, titik didih $246,1^{\circ} C/730,5$ mm dengan berat jenis 1,009. Nikotin bersifat sebagai racun perut, racun kontak dan fumigasi (Henry, 1949 ; Brown, 1961).

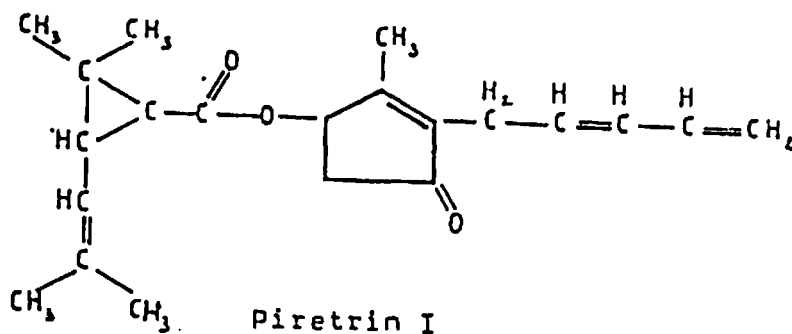
Piretrum diperoleh dari ekstrak bunga *Chrysanthemum*, serbuknya pertama kali digunakan sebagai insektisida di daerah Asia pada tahun 1800. Pada saat ini negara Kenya merupakan penghasil utama piretrum. Obat semprot piretrum merupakan insektisida rumah yang paling ideal, karena aktifitasnya yang cepat serta paling aman, baik terhadap manusia maupun hewan-hewan piaraan. Senyawa piretrum merupakan campuran 4 komponen yaitu piretrin I & II dan sinerin I & II. Rumus bangunnya hampir serupa satu dengan yang lainnya dengan R1 dan R2 yang berbeda rumus esternya. Piretrum adalah racun kontak dan diduga insektisida ini mempunyai pengaruh terhadap ganglia dari sistem saraf pusat serangga. Piretrum tidak pernah digunakan di lahan-lahan pertanian karena harganya yang mahal dan sifatnya yang tidak stabil terhadap cahaya. Tetapi baru-baru ini beberapa senyawa sintetis semacam piretrin telah diproduksi dan dikenal sebagai piretroid sintetis. Senyawa-senyawa golongan ini sangat stabil dari pengaruh cahaya dan pada umumnya sangat efektif terhadap segala hama tanaman pertanian (Nayar *et al.*, 1979; Sastroutomo, 1992).

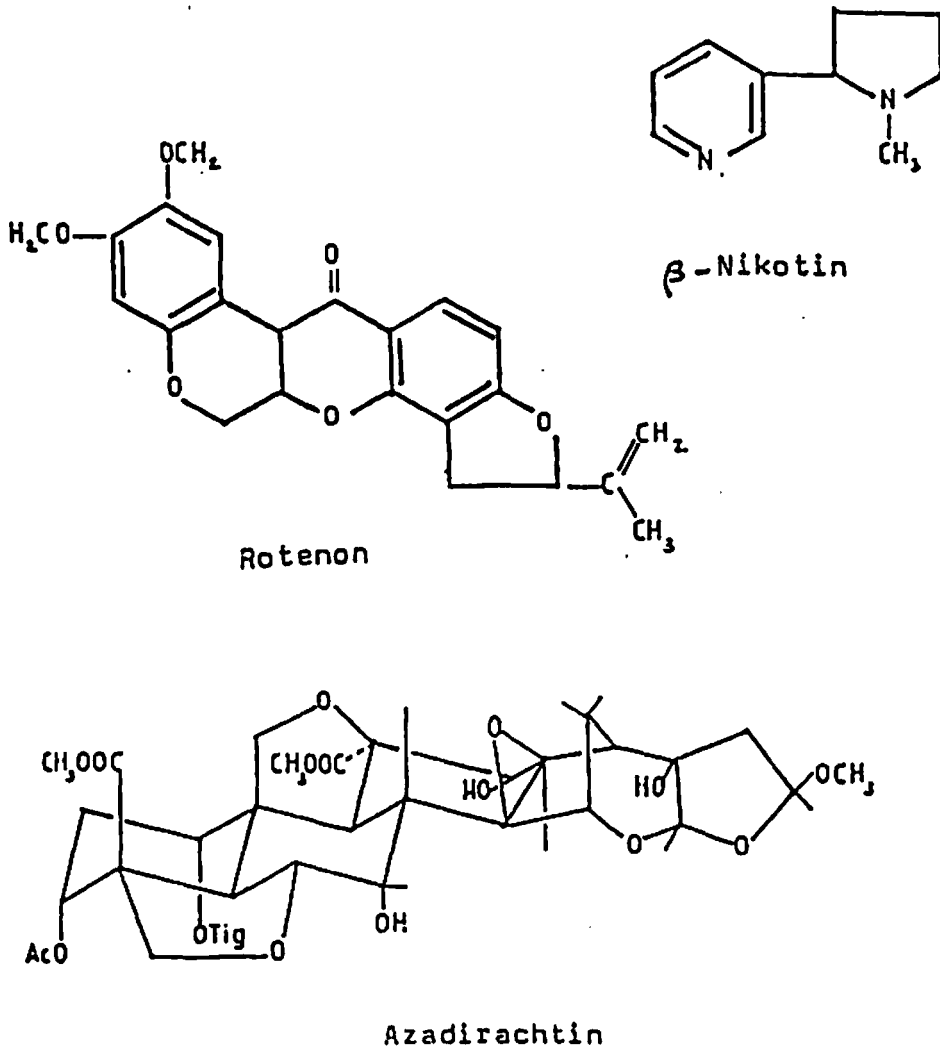
Rotenon ($C_{23}H_{22}O_6$), pertama kali digunakan pada tahun 1848, sebagai pembunuh ulat pemakan daun, tetapi baru diisolasi pada tahun 1902. Di Indonesia akar *Derris sp* (tuba) sejak lama digunakan sebagai racun ikan. Selain dari genus

Derris, rotenon juga ditemukan dalam *Lonchocarpus* dan *Tephrosia*. Rotenon tidak berbahaya untuk mamalia, akan tetapi rotenon sangat toksik untuk sebagian besar serangga, sebagai racun perut dan racun kontak. Rotenon berbentuk kristal berwarna putih, tidak berbau, titik lebur 163° C, berat molekul 394,4, larut dalam sebagian besar pelarut organik dan tidak larut dalam air (Claus, 1961 ; Nayar et al., 1979).

Azadirachtin adalah senyawa yang dapat menghambat makan (anti feedant) dan menghindari makan pada serangga. Azadirachtin yang terdapat pada beberapa jenis *Meliaceae* sebagai penolak serangga sebenarnya sudah lama diketahui orang, misalnya saja di India, masyarakat sudah lama menggunakan daun *Azadirachta indica* (nimbo) sebagai pengusir serangga dari penyimpanan padi dan pakaian. Menurut Schmutterer dan Ascher (1984) dalam Gionar (1989), bahan aktif yang terkandung dalam ekstrak tumbuhan *Azadirachta indica* dapat berperan sebagai anti feedant terhadap serangga, menghambat pertumbuhan dan juga menyebabkan penghambatan pada proses ganti kulit pada serangga. Azadirachtin mempunyai rumus molekul $C_{33}H_{44}O_{16}$ dengan titik lebur $154-158^{\circ}$ C. Selain *Azadirachta indica*, tanaman *Meliaceae* lain yang juga berpotensi karena kandungan bahan aktifnya adalah *Xylocarpus mollucencis* dan *Toona ciliata*

Selain senyawa - senyawa bioaktif di atas, tumbuh-tumbuhan dari famili Annonaceae seperti *Annona reticulata* dan *Annona squamosa* dilaporkan berdaya insektisidal. Dari survai lapangan didapat keterangan bahwa ekstrak daun *Annona muricata* juga pernah dipakai sebagai pestisida tradisional dalam melindungi tanaman padi. Walaupun kandungan senyawa organik dalam bagian-bagian tumbuhan Annonaceae tersebut yang aktif sebagai insektisida belum diketahui secara pasti, namun tjokronegoro (1987) telah berhasil mengisolasi senyawa aktif yang terkandung dalam daun *Annona muricata* L. dan hasilnya dilaporkan bahwa aktifitas ekstraknya disebabkan oleh dua isolat aktif yang dinamainya AML - 1 dan AML - 2. Dan AML - 1 telah dapat diisolasi dan dimurnikan sehingga dari spektrum massa dapat ditentukan rumus molekulnya yaitu $C_{35}H_{64}O_4$. Penelusuran pustaka lewat komputer sudah dilakukan dan sampai saat ini belum ditemukan senyawa insektisidal yang mempunyai sifat-sifat kimiawi dengan rumus molekul seperti AML - 1. Atas dasar ini maka untuk penemuan tersebut sedang dalam proses dipatankan di Jepang.





Gambar 2. Struktur molekul dari beberapa senyawa bioaktif terhadap serangga, asal tumbuhan (Tjokronegoro, 1987)

2.3. Senyawa Penolak

Senyawa penolak adalah bahan-bahan kimia yang mempunyai kemampuan untuk menjauhkan manusia dari serangga-serangga pengganggu dan serangga-serangga yang menjadi vektor penyakit, karena manusia dapat terhindar dari gigitan serangga dan gangguan oleh serangga. Senyawa penolak digunakan dengan cara menggosokkannya pada tubuh atau menyemprotkannya pada pakaian. Oleh karena itu senyawa penolak harus memenuhi syarat yaitu tidak mengganggu pemakainya, tidak lengket, berbau menyenangkan bagi pemakai dan orang-orang disekitarnya, tidak menimbulkan iritasi pada kulit, tidak beracun, tidak merusak pakaian dan daya pengusir terhadap serangga hendaknya bertahan cukup lama (Soedarto, 1992).

Senyawa penolak dan senyawa penarik merupakan senyawa-senyawa yang mempengaruhi perilaku serangga tetapi menimbulkan respon yang berlawanan. Dalam pertanian daya tolak digunakan untuk mengusir hama tanaman. Daya tolak bila cukup berdaya guna merupakan sifat yang menguntungkan dalam pengendalian hama, yang tidak perlu diidentikkan dengan pemberantasan hama. Senyawa penarik dapat dipergunakan untuk keperluan pengendalian hama sebagai perangkat yang kemudian harus dilanjutkan dengan cara lain (dimatikan atau disterilkan) (tjokronegoro, 1987).

Zaman dahulu banyak ditemukan senyawa penolak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, misalnya lada penolak untuk kucing, citronela (minyak atsiri) penolak untuk nyamuk, piretrum memberi efek penolak selain juga bersifat insektisidal untuk lalat, nyamuk dan serangga terbang lainnya (Tjokronegoro, 1987). Pada saat ini senyawa penolak dari tumbuh-tumbuhan masih banyak yang diteliti banyak orang. Penelitian mengenai bahan alam yang berkhasiat sebagai penolak nyamuk, terutama diarahkan pada bahan-bahan yang berbau harum seperti minyak atsiri. Hwang *et al.* (1985) menyatakan bahwa beberapa senyawa monoterpenoid berkhasiat sebagai penolak nyamuk. Minyak atsiri dihasilkan oleh suatu kelenjar khusus dari tanaman mempunyai bau yang khas, dapat bersifat sebagai senyawa penarik terhadap umpan atau sebagai senyawa penolak. Minyak atsiri yang bersifat sebagai senyawa penarik misalnya adalah eugenol dan geraniol. Sedangkan yang bersifat sebagai senyawa penolak antara lain adalah citronela dan minyak cedar (Nayar *et al.*, 1979 ; Tjokronegoro, 1987).

Minyak atsiri adalah campuran alamiah lipofilik yang komponennya terdiri atas turunan isoprena. Zat yang menyebabkan bau wangi, harum atau bau yang khas pada tumbuhan yang mengandung minyak atsiri adalah terpenoid. Secara ekonomi senyawa tersebut penting sebagai dasar wewangian alam dan

juga untuk rempah-rempah serta senyawa cita rasa di dalam industri makanan. Semua terpenoid berasal dari molekul isoprena. Terpenoid terdiri atas beberapa macam senyawa diantaranya adalah komponen minyak atsiri yaitu monoterpena dan seskuiterpena yang mudah menguap (C_{10} dan C_{15}). Titik didih monoterpena $140 - 180^{\circ} C$, sedang titik didih seskuiterpena lebih besar dari $200^{\circ} C$. Di samping itu fenil propena dan ftalida termasuk minyak atsiri juga. Untuk mengisolasi dari jaringan tumbuhan sekarang monoterpena dan seskiterpena dipisahkan dengan ekstraksi dengan memakai eter, eter minyak bumi atau aseton. Minyak atsiri pada umumnya larut pada sebagian besar pelarut organik. Cara klasik untuk mengisolasi minyak atsiri ialah memisahkannya dari jaringan segar dengan menyuling uap, tetapi langkah tersebut jarang dilakukan karena ada bahaya terbentuknya senyawa jadian pada suhu yang dinaikkan (Harborne, 1987).

Minyak atsiri mempunyai bau khas pada tanaman ditemukan pada bagian yang bervariasi. Karena minyak atsiri mudah menguap bila terbuka di udara, maka minyak atsiri disebut juga minyak ateriis. Akibat dari terjadinya penguapan tersebut segera dapat kita rasakan, seperti misalnya rasa pedas pada lombok (*Capsicum annum*) dan jahe (*Zingiber officinale*), rasa nyereang pada kulit buah jeruk (*Citrus sp*), tercium harum pada

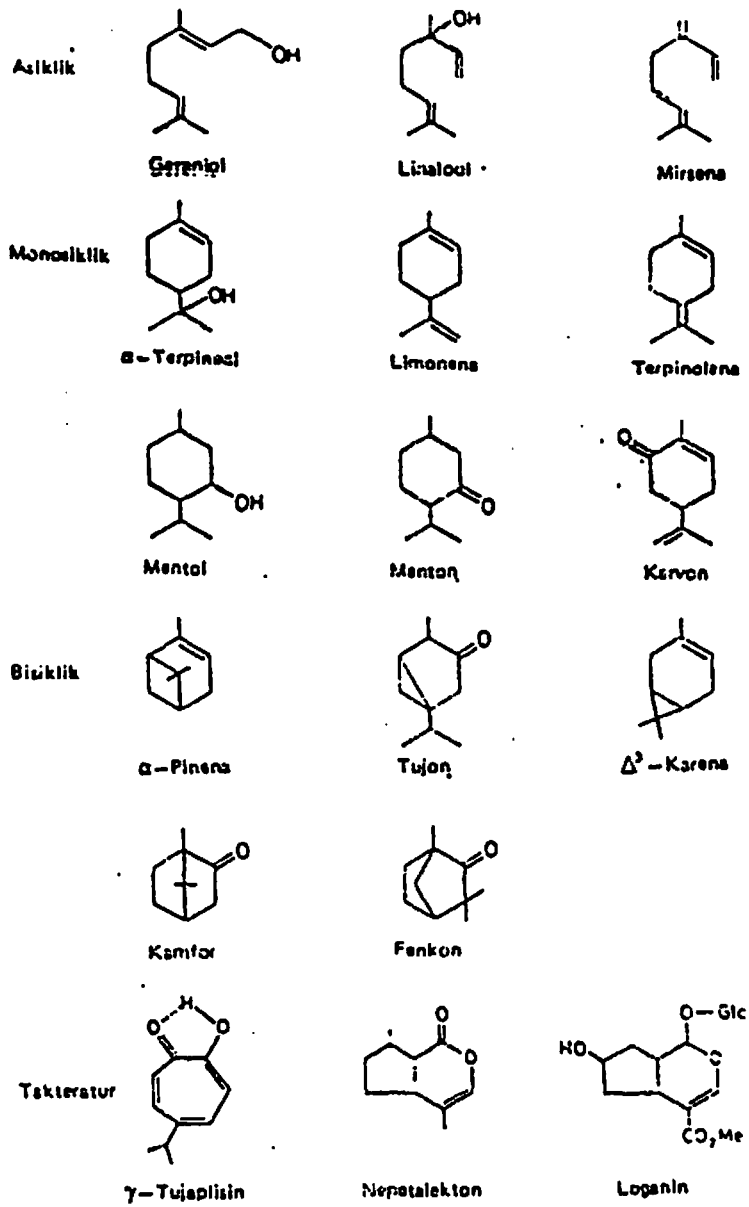
bunga melati, kenanga dan mawar dan tercium bau merangsang pada pinus. Hal tersebut disebabkan karena terjadi penguapan minyak yang terkandung dalam sel tumbuh-tumbuhan. Minyak yang mudah menguap (minyak eteris) termasuk ke dalam suatu rangkaian isoprena seperti misalnya minyak sereh, minyak kayu putih, minyak mawar dll. Dalam sel tumbuh-tumbuhan minyak atsiri (eteris) berupa tetes-tetes minyak yang membias cahaya. Tergantung pada famili suatu tanaman, minyak atsiri bisa terjadi dalam alat sekresi yang berupa rambut kelenjar pada Labiatae modifikasi sel parenkim pada Piperaceae, pembuluh minyak (vittae) pada Umbelliferae, dalam rongga sekresi lysigenous atau shizogenous pada Pinaceae dan Rutaceae. Minyak atsiri ini mungkin dibentuk secara langsung oleh protoplasma, melalui dekomposisi lapisan resinogen dari dinding sel atau melalui hidrolisis dari glikosida-glikosida tertentu. sedangkan bagian-bagian tanaman yang mengandung minyak atsiri, jika terjadi pada seluruh jaringan tanaman, misalnya pada konifer, pada buah bagian perikarp pada Umbelliferae, pada kulit kayu dan daun misalnya pada *Cinnamomum*, mahkota bunga dan kulit buah misalnya pada jeruk, sedangkan pada tanaman mawar kandungan minyak atsiri terbanyak pada daun-daun mahkota bunga. Fungsi minyak atsiri bagi tanaman sendiri adalah untuk menolak serangga supaya tidak merusak bunga, daun, atau bagian tanaman lainnya dan dapat juga

berfungsi sebagai penarik serangga untuk membantu proses penyerbukan bunga (Claus, 1961; Fahn, 1990).

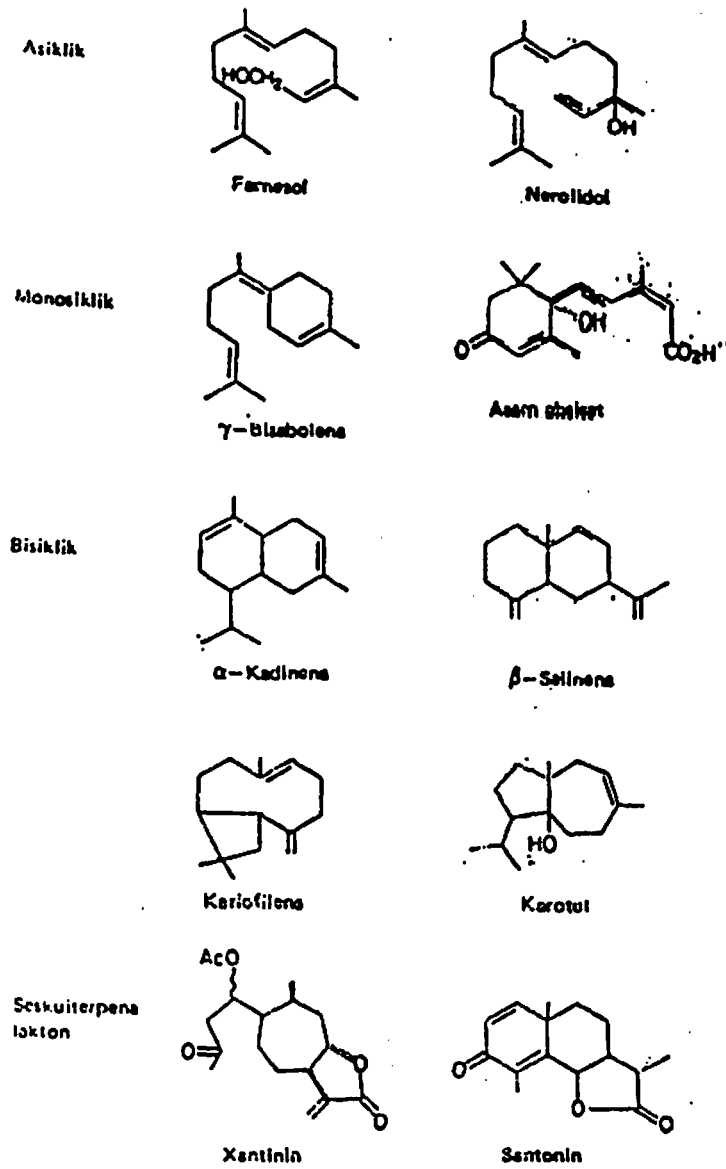
Minyak atsiri yang terkandung dalam suatu tanaman dapat diperoleh dengan beberapa cara, antara lain adalah ekstraksi dan penyulingan dengan uap air. Famili tanaman yang kaya akan minyak atsiri antara lain Myrtaceae misalnya *Eucalyptus sp*, *Eugenia sp* dan *Melaleuca sp*. Daun *Eucalyptus sp* mengandung minyak atsiri dengan komponen-komponen antara lain eucalyptol (sineol), terpineol, seskuiterpena alkohol dan terpen. Bunga cengkeh (*Eugenia aromatica*) mengandung eugenol dan kariofilen. Daun dari *Melaleuca leucadendron* mengandung eucalyptol (sineol), 1 - pinen, terpineol, 1 - limonena dan seskuiterpena alkohol. Famili Gramineae misalnya *Cymbopogon sp* (sereh) mengandung minyak atsiri dengan komponen-komponen antara lain citronella, citral, geraniol, dipenten, eugenol, limonen dan kadinen. Pada tanaman Umbelliferae misalnya *Foeniculum vulgare* (adas), bijinya mengandung kamfena, dipentena, limonena, felandrena, pinena dan sebagainya. Famili Lauraceae misalnya *Cinnamomum sp* (kayu manis). Daun *Cinnamomum verum* mengandung eugenol, monoterpena hidrokarbon (kamfena, karena, pinena, felandren, simena dan sebagainya) dan terpinena. Famili Rutaceae misalnya adalah *Citrus aurantifolia* yang mengandung d - limonen, linolool, 1,4 - sineol, β - felandren, terpinena, α - citral, β -citral, kamfena, citronellol, geraniol,

terpineol, α -pinena, β -pinena dan α -terpenen. Dari famili Rosaceae misalnya *Rosa sp* (bunga mawar) yang mengandung zat citral, citronellol, geraniol, linolool dan eugenol. Sedangkan dari famili Annonaceae misalnya *Canarium odoratum* (bunga kenanga) mengandung minyak atsiri dengan komponen-komponen antara lain geraniol, linolool ester, seskuiterpene, pinen dan eugenol (Harborne, 1979 ; Duke, 1987).





Gambar 3. Rumus kimia monoterpena (Harborne, 1987)



Gambar 4. Rumus kimia seskuiterpenoid (Harborne, 1987)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

1. Bahan tanaman

Bahan tanaman yang digunakan pada penelitian untuk ekstrak uji biolarvasidal adalah sebagai berikut.

1. Daun *Nicotiana tabacum* L. (tembakau).
2. Herba *Eclipta prostrata* L. (orang-arang).
3. Daun *Erythroxylon novogranatense* (Morris) Heron. (koka).
4. Daun *Annona muricata* L. (sirsak).
5. Daun *Annona squamosa* L. (srikaya).
6. Daun *Annona reticulata* L. (buah nona).
7. Daun *Azadirachta indica* A. Juss. (nimbo).
8. Daun *Toona sureni* (Bl.) Merr (suren).
9. Akar *Derris elliptica* Bent (tuba).

Sedangkan bahan tanaman yang digunakan pada penelitian untuk ekstrak uji repellent adalah sebagai berikut.

1. Bunga *Canangium odoratum* (Lmk) Hook & Thoms (kenanga).
2. Bunga *Rosa sp* (mawar).
3. Bunga *Eugenia aromatica* (L) O.K. (cengkeh).
4. Daun *Eucalyptus platiphyllus* (eukaliptus).
5. Daun *Melaleuca leucadendron* L. (kayu putih).

6. Daun *Cinnamomum verum* J.S. Presl (manis jangan).
7. Daun dan bongkol daun *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle
(sereh dapur)
8. Kulit buah *Citrus aurantifolia* (Crismm. & Fanz.) Swingle
(jeruk nipis).
9. Buah *Foeniculum vulgare* Mill (adas).

2. Bahan kimia untuk ekstrak

Bahan yang digunakan dalam pembuatan ekstrak tanaman adalah sebagai berikut.

1. Ethanol (ETOH) 96% ; untuk pelarut ekstrak tanaman uji biolarvasidal
2. n - heksana ; untuk pelarut ekstrak uji repellent.

3. Bahan kolonisasi nyamuk

Bahan yang digunakan untuk kolonisasi nyamuk adalah sebagai berikut.

1. Madu (Royal Jelly) dan larutan gula (sukrosa) 10% ; untuk makanan nyamuk.
2. Marmut ; sumber makanan darah untuk nyamuk.
3. Pelet pakan iele 521 ; untuk makanan larva.
4. Air PAM ; untuk media penetasan telur, kolonisasi larva dan pupa.

3.2. Alat Penelitian

1. Alat pembuatan ekstrak

Alat yang digunakan untuk pembuatan ekstrak adalah sebagai berikut.

1. Vacum evaporator ; untuk menguapkan pelarut ekstrak.
2. Shaker ; untuk pengocokan bahan ekstrak.
3. Kertas saring ; untuk menyaring bahan ekstrak.
4. Botol bermulut lebar ; untuk tempat perendaman bahan ekstrak

2. Alat kolonisasi nyamuk

Alat yang digunakan untuk kolonisasi nyamuk *Culex fatigans* adalah sebagai berikut.

1. Sangkar nyamuk, ukuran 30x30x120 cm ; untuk pemeliharaan nyamuk.
2. Aspirator ; untuk pemindahan nyamuk.
3. Loyang plastik berukuran 30x20x6 cm ; untuk pemeliharaan larva dan pupa.
4. Pipet mulut lebar ; untuk pemindahan larva dan pupa.
5. Cangkir plastik dan kapas ; untuk tempat makanan nyamuk.
6. Cangkir plastik ; untuk tempat pupa.
7. Sangkar kayu, ukuran 40x40x80 cm ; untuk pemeliharaan marmot.

- B. Sangkar kawat, ukuran 20x10x5 cm ; untuk fiksasi marmot pada saat digunakan sebagai makanan nyamuk.

3. Alat untuk uji hayati

Alat yang digunakan untuk uji hayati (biolarvasidal dan repellent) adalah sebagai berikut.

1. Neraca analitik ; untuk menimbang ekstrak uji biolarvasidal.
2. Gelas ukur ; untuk mengukur volume pelarut ekstrak (pengenceran).
3. Gelas plastik ; untuk tempat uji biolarvasidal.
4. Penangas air, cawan petri dan pengaduk ; untuk homogenisasi ekstrak biolarvasidal.
5. Sangkar nyamuk, ukuran 30x30x30 cm untuk tempat uji repellent.

3.3. Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di dalam laboratorium. Penelitian dilakukan dalam 4 tahap.

1. Pengambilan sampel.
2. Pembuatan ekstrak tanaman.
3. Kolonisasi (rearing) nyamuk *Culex fatigans*
4. Uji hayati.

Tahap 1 : Pengambilan sampel

Sampel tanaman untuk bahan ekstrak uji biolarvasidal dan uji repellet diperoleh dari Kebun Raya Purwodadi dan Kebun Percobaan Manoko Lembang - Bandung. Setelah diambil dari lapangan, semua bahan ekstrak dibersihkan dari tanah dan kotoran lain yang menempel, dengan cara dicuci dengan air mengalir. Kemudian semua bahan ekstrak dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

Sampel hewan yang digunakan dalam uji biolarvasidal digunakan larva instar III (L3) nyamuk *Culex fatigans* yang didapat langsung dari alam dan diambil dari genangan air (got) di jalan Sidotopo wetan Surabaya. Uji repellent menggunakan nyamuk *Culex fatigans* betina yang dikolonisasi di dalam Laboratorium.

Tahap 2 : Pembuatan ekstrak tanaman

Ekstrak uji biolarvasidal diekstraksi dengan cara maserasi dengan pelarut ethanol 96%. Pertama-tama, bahan ekstrak yang sudah kering ditumbuk hingga menjadi serbuk. Serbuk dimasukkan dalam botol bermulut lebar dan ditambahkan pelarut ethanol 96%. Pembuatan ekstrak dilakukan per 100 gram serbuk dalam 350 ml pelarut. Kemudian dilakukan pengocokkan dengan tangan selama 15 menit dan dilanjutkan dengan menggu-

nakan shaker selama ± 24 jam. Setelah itu disaring dengan kertas saring, sambil sekali-kali dikocok. Filtrat ditampung, sedangkan ampas dikembalikan lagi dalam botol dengan ditambah lagi pelarut ethanol, dikocok, disaring seperti prosedur di atas dan dilakukan berulang-ulang hingga filtrat yang terbentuk benar-benar bening. Selanjutnya filtrat ekstrak diuapkan pelarutnya dengan menggunakan vacum evaporator. Setelah pelarut ethanol 96% sudah menguap semuanya, ekstrak kental dan pekat yang diperoleh dianggap sebagai ekstrak dengan konsentrasi 100%.

Ekstrak uji repellent dibuat di laboratorium kimia organik dengan bantuan Drs. Mulyadi Tanjung, MS. Pembuatan ekstrak dilakukan dengan cara maserasi. Sebelum dilakukan ekstraksi, bahan ekstrak (tanaman) yang sudah kering, ditumbuk hingga menjadi serbuk. Kemudian diekstraksi dengan menggunakan pelarut n-heksana dan dilakukan berulang-ulang sampai tidak berwarna (ekstrak negatif terhadap asam sulfat pekat). Kemudian ekstrak n - heksana diuapkan pelarutnya dengan vacum evaporator dan dihasilkan total minyak atsiri.

Tahap 3 : Kolonisasi (rearing) nyamuk

Larva yang diambil dari genangan air (got) diidentifikasi menurut Vector Control in International Health yang

diterbitkan WHO (1972). Larva yang sudah diidentifikasi dipelihara sampai dewasa, kemudian diidentifikasi lagi dan kemudian dilakukan kolonisasi. Cara kerja kolonisasi nyamuk *Culex fatigans* dilakukan menurut petunjuk Limsuwan et al. (1987). Urutan kerja kolonisasi nyamuk dikelompokkan dalam 4 tahap, yaitu tahap koleksi telur, pemeliharaan larva, pemeliharaan pupa dan pemeliharaan nyamuk.

Koleksi telur dilakukan dengan cara kerja sebagai berikut.

1. Gelas diisi air sampai permukaan air kurang lebih 3 cm dari bibir atas gelas.
2. Gelas tersebut diletakkan di dalam sangkar nyamuk yang sebelumnya nyamuk-nyamuk tersebut sudah diberi makanan darah marmot (dengan cara memasukkan marmot yang sudah difiksasi ke dalam sangkar nyamuk selama 12 jam, mulai jam 18.00 sampai 06.00 dan dilakukan selama 3-4 hari) dan gelas dibiarkan selama 4-6 hari.
3. Gelas diambil dari sangkar nyamuk dan telur dipindahkan ke loyang plastik.

Pemeliharaan larva dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Telur yang ada diambil, ditetaskan pada loyang plastik yang sudah berisi air PAM dan penetasan dilakukan selama 24-48 jam.

2. Menyiapkan loyang-loyang plastik yang diisi 2 liter air PAM.
3. Memindahkan 500-600 larva yang sudah menetas ke dalam loyang-loyang plastik dengan pipet.
4. Menambahkan 4 butir makanan larva pada bagian pojok loyang dan diulangi setiap 2 hari sampai menjadi pupa.
5. Menghilangkan lapisan lemak yang terbentuk pada permukaan air dalam loyang dengan selebar kertas saring setiap 2 hari sebelum pemberian makanan larva.

Pemeliharaan pupa dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Pupa yang terbentuk dari hasil pemeliharaan larna diambil satu per satu dengan pipet dan dipindahkan ke dalam gelas-gelas plastik yang berisi air PAM.
2. Gelas-gelas plastik yang berisi pupa diletakkan di dalam sangkar nyamuk dan dibiarkan 2-3 hari.
3. Gelas-gelas plastik tersebut diambil dari dalam sangkar jika semua pupa sudah menjadi nyamuk.

Pemeliharaan nyamuk dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Nyamuk dari hasil pemeliharaan pupa diberi makan 10% larutan air gula dan madu pada kapas yang diletakkan pada cangkir-cangkir plastik.

2. Setelah 1-2 hari nyamuk yang sudah diberi makan 10% larutan gula dan madu, dipuasakan selama 1 hari dan siap digunakan untuk uji repellent.

Tahap 4 : Uji hayati

Cara kerja untuk membuat ekstrak tanaman biolarvasidal dalam beberapa konsentrasi adalah sebagai berikut.

1. Menimbang ekstrak biolarvasidal dalam beberapa mg dengan menggunakan neraca analitik dan ekstrak diletakkan dalam cawan petri.
2. Ke dalam cawan-cawan petri tersebut diberi ethanol absolut antara 10-20 ml, kemudian diaduk-aduk dalam penangas air dengan suhu antara 35-40° C hingga homogen.
3. Larutan ekstrak yang sudah homogen dipindahkan ke dalam botol berukuran 1,5 liter dan ditambah air PAM sehingga pelarut ethanol berkonsentrasi 1%, kemudian dikocok hingga homogen, dengan demikian akan didapat ekstrak tanaman dalam beberapa konsentrasi mg/l dengan pelarut ethanol 1%.
4. Membuat seri konsentrasi (dalam beberapa mg/l) dengan cara membuat pengenceran dari larutan awal dengan pelarut ethanol 1%.
5. Setiap konsentrasi disiapkan 4 replikasi yang masing-masing terdiri 200 ml larutan ekstrak dalam beberapa mg/l dan diletakkan dalam gelas-gelas plastik.

Dalam uji biolarvasidal larva instar III *Culex fatigans* didapat dari alam. Sebelum perlakuan larva uji diaklimatisasi selama 1 hari dengan cara memasukkan larva-larva ke dalam gelas-gelas yang berisi air PAM. Uji biolarvasidal terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap pendahuluan dan tahap uji yang sesungguhnya. Uji pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan variasi dan interval konsentrasi yang akan digunakan dalam pengujian akhir (uji sesungguhnya). Dalam uji pendahuluan dicari konsentrasi terendah (LC_5) dan konsentrasi tertinggi (LC_{95}) yang dapat menyebabkan kematian pada larva instar III nyamuk *Culex fatigans*. Larva sebanyak 25 ekor per gelas diberi ekstrak 200 ml dalam beberapa konsentrasi (mg/l) dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian dihitung jumlah larva yang mati untuk masing-masing konsentrasi. Uji sesungguhnya dilakukan setelah didapat konsentrasi terendah (LC_5) dan konsentrasi tertinggi (LC_{95}). Pada uji sesungguhnya dibagi dalam 7 kelompok, yaitu 1 kelompok kontrol dan 6 kelompok perlakuan dan masing-masing kelompok menggunakan 4 replikasi (ulangan).

Ekstrak tanaman repellent disiapkan dalam 5 replikasi yaitu 1 kontrol (0%) dan 4 perlakuan (100%, 75%, 50% dan 25%). Untuk kontrol digunakan larutan pengencer (ethanol 96%). Konsentrasi 100% adalah ekstrak tanpa tambahan larutan pengencer (ethanol 96%). Konsentrasi 75% diperoleh dengan

tingkat pengenceran (3 : 1), yaitu dengan cara mencampur 3 bagian ekstrak dengan 1 bagian larutan pengencer. Konsentrasi 50% diperoleh dengan tingkat pengenceran (1 : 1), yaitu terdiri dari 1 bagian ekstrak dengan 1 bagian larutan pengencer. Sedangkan konsentrasi 25% diperoleh dengan tingkat pengenceran (1 : 3), yaitu 1 bagian ekstrak dicampur dengan 3 bagian larutan pengencer.

Dalam uji repellent, nyamuk uji diperoleh dari kolonisasi nyamuk *Culex fatigans* betina yang telah dipelihara 2 hari dalam sangkar nyamuk ukuran 30x30x120 cm, dipisahkan dengan nyamuk-nyamuk jantan, sehari sebelum percobaan berlangsung. Nyamuk-nyamuk *Culex fatigans* betina kemudian dikelompokkan secara acak ke dalam sangkar. Tiap sangkar berisi 15 ekor nyamuk *Culex fatigans*. Sebelum perlakuan (uji repellent) nyamuk *Culex fatigans* betina tersebut dipuaskan selama 1 hari. umpan yang digunakan dalam uji repellent ini adalah tangan mahasiswa jurusan Biologi FMIPA Universitas Airlangga yang sudah diolesi ekstrak dalam beberapa konsentrasi sebanyak 3 ml secara merata dan dimasukkan dalam sangkar nyamuk yang berisi 15 ekor nyamuk *Culex fatigans* betina. Dalam penelitian ini ada 6 replikasi untuk masing-masing konsentrasi. Pengamatan dan penghitungan jumlah nyamuk yang hinggap dilakukan setiap selang 20 menit selama 80 menit. Penelitian dilakukan mulai pukul 20.00 sampai dengan 24.00.

3.4. Rancangan penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL). Dalam uji biolarvasidal terdiri dari 1 kontrol dan 6 perlakuan, baik kontrol maupun perlakuan dibuat 4 replikasi. Sedangkan dalam uji repellent terdiri dari 1 kontrol dan 4 perlakuan yang masing-masing terdiri dari 6 replikasi.

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil uji repellent dianalisis dengan menggunakan Anava (uji F) dan diteruskan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf signifikans ditentukan 5%. Sedangkan sensitivitas larva nyamuk *Culex fatigans* terhadap ekstrak tanaman, ditentukan berdasarkan nilai LC_{50} . Perbedaan sensitivitas untuk masing-masing ekstrak tanaman ditentukan berdasarkan nilai 95% LC-nya. Jika ada tumpang tindih antara nilai 95% CL-nya, maka tidak ada beda nyata antara kedua biolarvasidal. Besarnya nilai LC_{50} (95% CL) dihitung dengan analisis probit (Finney, 1971). Apabila kematian pada kontrol lebih dari 5% tetapi kurang dari 10% maka dilakukan koreksi Formula Abbott. Dan apabila kematian kontrol lebih dari 10% maka uji dibatalkan dan pengujian harus diulang.

Formula Abbott :

$$AK (\%) = \frac{AK (\%) \text{ uji} - AK (\%) \text{ kontrol}}{100 - AK (\%) \text{ kontrol}} \times 100\%$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama penelitian dilakukan pengukuran parameter kondisi ruangan (suhu dan kelembaban nisbi) dan kondisi air uji (suhu dan pH). Data hasil pengukuran selengkapnya disajikan pada lampiran 3. Pada penelitian ini suhu ruangan selama percobaan berkisar antara 27° sampai 28°C dan kelembaban nisbi $76,6 \pm 1,3\%$. Sedangkan suhu air uji yang terukur pada laboratorium rata-rata antara 29° sampai 30°C. Kondisi ini memenuhi syarat bagi kehidupan larva, sesuai dengan Bates (1949) yang menyebutkan suhu optimum larva adalah 25° - 35°C. Suhu berpengaruh terhadap proses metabolisme dari suatu makhluk hidup, suhu berpengaruh terhadap perkembangan nyamuk, larva tidak dapat berkembang secara normal pada suhu di bawah 10°C (Harold, 1979). PH air uji terukur antara 7,3 - 8,4. Kondisi ini memenuhi syarat bagi kehidupan larva didalam air. Batas toleransi organisme perairan terhadap pH bervariasi dan banyak dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas dan adanya anion dan kation serta stadia dan jenis organisme (Rifai, 1982).

Nilai LC_{50} ditetapkan berdasarkan analisis probit (Finney, 1971) terhadap data pada tabel 1 - 9. Rincian analisis probit terdapat pada lampiran 1. Kemudian dirangkum dan disajikan pada tabel 10 dan gambar 5.

Tabel 1 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Nicotiana tabacum*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		75	150	225	300	375	450
1	0	2	3	6	13	17	24
2	1	1	2	8	12	18	23
3	0	0	2	8	7	19	24
4	0	0	6	5	16	21	24

Tabel 2 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Erythroxylon novogranatense*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		250	1600	2950	4300	5650	7000
1	0	1	14	18	20	21	23
2	1	2	11	18	21	21	24
3	0	1	15	19	18	22	24
4	0	1	12	17	23	23	24

Tabel 3 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Eclipta prostrata*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		100	680	1260	1840	2420	3000
1	0	1	10	11	18	19	25
2	1	1	9	9	16	23	24
3	0	0	11	10	16	20	25
4	0	2	13	13	15	19	23

Tabel 4 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Annona muricata*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		5	54	103	152	201	250
1	0	2	6	9	12	17	24
2	1	1	6	14	14	19	24
3	1	1	2	8	13	16	25
4	1	0	1	5	9	14	23

Tabel 5 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Annona squamosa*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		20	116	212	308	404	500
1	0	1	2	7	13	22	24
2	1	2	2	5	14	21	25
3	1	1	2	3	14	23	24
4	1	1	1	4	10	21	24

Tabel 6 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Annona reticulata*

Replikasi	Kontrol	Perlakuan (mg/l)					
		2	71,6	141,2	210,8	280,4	350
1	0	1	13	13	20	24	23
2	0	0	11	15	19	23	24
3	1	2	10	16	22	24	24
4	1	1	10	19	19	22	25

Tabel 7 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Azadirachta indica*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		250	1200	2150	3100	4050	5000
1	1	2	16	21	22	23	24
2	1	1	19	21	20	23	24
3	0	1	17	20	20	24	24
4	0	1	15	20	23	20	23

Tabel 8 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Toona sureni*

Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		50	740	1430	2120	2810	3500
1	1	1	4	10	13	20	25
2	1	1	3	7	12	22	23
3	0	1	7	10	18	18	23
4	0	2	5	9	16	20	23

Tabel 9 Jumlah larva *C. fatigans* yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak *Derris elliptica*

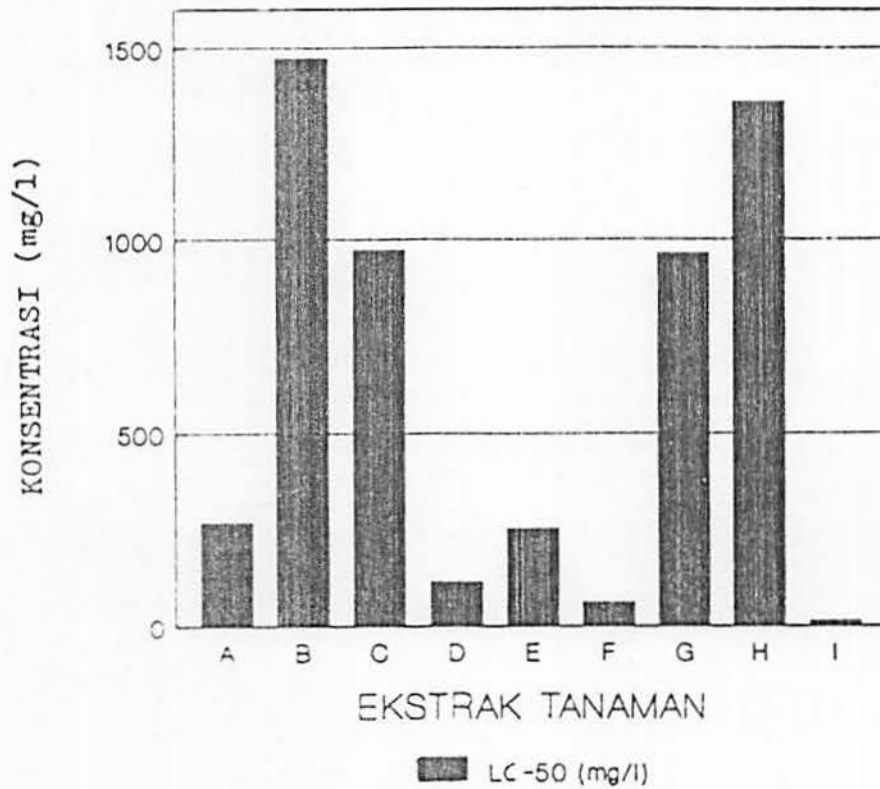
Replikasi	Kontrol (0)	Perlakuan (mg/l)					
		1	10,8	20,6	30,4	40,2	50
1	1	2	5	15	21	22	23
2	1	2	9	18	21	23	24
3	0	1	9	19	16	22	24
4	0	0	4	10	22	24	25

Tabel 10 Nilai LC_{50} beberapa ekstrak tanaman terhadap larva instar III *C. fatigans* masa pendedahan 24 jam

Ekstrak tanaman	Nilai LC_{50} (95% CL) mg/l
<i>Nicotiana tabacum</i>	271,67 (226,03-327,12)
<i>Erythroxylon novogranatense</i>	1474,24 (1218,01-1791,63)
<i>Eclipta prostrata</i>	970,91 (666,28-1418,40)
<i>Annona muricata</i>	115,97 (78,09-180,16)
<i>Annona squamosa</i>	251,61 (86,98-785,06)
<i>Annona reticulata</i>	61,88 (38,15-110,25)
<i>Azadirachta indica</i>	964,55 (722,33-1297,00)
<i>Toona sureni</i>	1356,49 (648,84-2899,56)
<i>Derris elliptica</i>	12,89 (8,45-20,07)

LC : Lethal Concentration

CL : Confidence limits



Gambar 5. Nilai LC₅₀ beberapa ekstrak tanaman terhadap larva instar III nyamuk *Culex fatigans*

Keterangan :

- A. *Nicotiana tabacum*
- B. *Erythroxylon novogranatense*
- C. *Eclipta prostrata*
- D. *Annona muricata*
- E. *Annona squamosa*
- F. *Annona reticulata*
- G. *Azadirachta indica*
- H. *Toona sureni*
- I. *Derris elliptica*

Nilai LC_{50} (95% CL) beberapa ekstrak tanaman terhadap larva instar III *Culex fatigans* selama pendedahan 24 jam, dari hasil kajian ini menunjukkan adanya keragaman, dengan nilai dari terkecil berturut-turut ke lebih besar adalah *Derris elliptica*, *A. reticulata*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *Nicotiana tabacum*, *Azadirachta indica*, *Eclipta prostrata*, *Toona sureni* dan *Erythroxylon novogranatense*.

Jika dilihat dari ada dan tidak adanya tumpang tindih (overlap) pada 95% CL-nya, pada hasil kajian ini terlihat bahwa tidak ada tumpang tindih antara *Derris elliptica* dengan 8 spesies tanaman uji yang lain. Hal ini berarti bahwa ada perbedaan nyata sensitivitas larvasidal antara ekstrak *Derris elliptica* dengan ekstrak 8 spesies tanaman uji yang lainnya terhadap larva instar III *Culex fatigans*. Tampak jelas bahwa sensitivitas larva *Culex fatigans* oleh pengaruh ekstrak *Derris elliptica* sekitar 5 kali lebih besar daripada *Annona reticulata*. Sedangkan terhadap 7 spesies tanaman uji yang lain menjadi lebih besar lagi. Kematian larva instar III *Culex fatigans* oleh larutan ekstrak *Derris elliptica* disebabkan oleh masuknya zat-zat toksik ke dalam tubuhnya. *Derris elliptica* mengandung 5 sampai 9% rotenon. Rotenon sangat toksik untuk sebagian besar serangga, sebagai racun perut dan racun kontak (Nayar, 1979). Jhon et al, 1980 menyatakan bahwa mekanisme rotenon di dalam tubuh insekta adalah meng-

hambat oksidasi dan menurunkan NAD, sehingga menghalangi NAD meneruskan H ke flavoprotein dalam sistem transport elektron, jadi menyebabkan penghambatan dari ketoglutarat dehidrogenase yang membutuhkan NAD sebagai aseptor H. Toksisitas akibat pemberian ekstrak *Derris elliptica* ini cukup tinggi, ditunjukkan dengan nilai LC₅₀ 24 jam sebesar 12,89 mg/l.

Untuk tanaman dari famili Annonaceae (*A. reticulata*, *A. muricata* dan *A. squamosa*) dalam tabel 10 terlihat ada tumpang tindih (overlap) pada 95% CL-nya. Hal ini berarti tidak ada beda nyata sensitivitas larva *Culex fatigans* oleh pengaruh ekstrak tanaman tersebut. Walaupun tidak berbeda nyata, dari hasil kajian ini menunjukkan bahwa larva *Culex fatigans* lebih sensitif oleh pengaruh *Annona reticulata*, kemudian diikuti oleh *Annona muricata* dan *Annona squamosa*. Menurut Tjokronegoro (1987) senyawa bioaktiv dari *Annona muricata* adalah AML-1 dengan rumus molekul C₃₅H₆₄O₄ dan AML-2 yang masih terdiri dari beberapa senyawa. Mekanisme kerja insektisidal dari tanaman famili Annonaceae ini sebagian telah terungkap. Dalam kajian awal daya insektisidal ekstrak biji *A. squamosa* terhadap ulat Hongkong (*M. dermestoides*), Manaf (1988) menyimpulkan bahwa daya insektisidal tersebut disebabkan oleh bahan kandungan ekstrak biji secara nyata mempengaruhi laju konsumsi oksigen dan metamorfosis serangga uji. Toksisitas

akibat pemberian ekstrak tanaman Annonaceae ini cukup tinggi. Dalam tabel 10 menunjukkan ada perbedaan nyata sensitivitas larvasidal ekstrak dari 2 tanaman Annonaceae (*A. reticulata* dan *A. muricata*) dengan *Nicotiana tabacum*, *Azadirachta indica*, *Eclipta prostrata*, *Toona sureni* dan *Erythroxylon novogranatense*. Sedangkan *A. squamosa* menunjukkan perbedaan nyata hanya *Erythroxylon novogranatense*.

Menurut Swain (1963) secara alami nikotin didapat dari tumbuh-tumbuhan antara lain *Nicotiana tabacum*, *Erythroxylon sp* dan *Eclipta sp*. Dan dalam kajian ini terlihat bahwa tidak ada tumpang tindih (overlap) antara *Nicotiana tabacum* dengan *Eclipta prostrata* dan *Erythroxylon novogranatense*. Hal ini berarti ada perbedaan nyata sensitivitas larvasidal antara ekstrak *Nicotiana tabacum* dengan *Eclipta prostrata* dan *Erythroxylon novogranatense*. Dalam tabel 10 juga menunjukkan bahwa larva larva *Culex fatigans* lebih sensitif oleh pengaruh *Nicotiana tabacum*, kemudian diikuti oleh *Eclipta prostrata* dan *Erythroxylon novogranatense*. Dalam Nayar (1979) menyatakan bahwa kandungan nikotin dalam *Nicotiana tabacum* pada daun berkisar antara 2-5%, sedangkan pada bagian yang lain sangat rendah. Sedangkan dalam Duke (1987) menyatakan bahwa daun koka sebagian besar mengandung kokain dan sedikit nikotin. Menurut Tanu dan Sastrodihardjo (1976) secara fisiologis nikotin beracun untuk semua bentuk kehidupan hewan jika

terdapat pada tempat-tempat yang mempunyai alat indera (melalui mulut dan kulit). Nikotin mempunyai daya kerja seperti asetikolin. Kombinasi nikotin dengan reseptor bersifat irreversibel, sehingga menyebabkan konvulsi (kekejangan) dan hewan yang terkena akan mati tetanus (Rahardja, 1979 dalam Roesma 1983). Toksisitas akibat pemberian ekstrak *Nicotiana tabacum* juga cukup tinggi, ditunjukkan dengan nilai LC_{50} 24 jam sebesar 271,67. Dan jika dilihat dari 95% CL-nya, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan nyata sensitivitas larva *Culex fatigans* antara *Nicotiana tabacum* dengan tanaman famili Meliaceae (*Azadirachta indica* dan *Toona sureni*).

Pada tanaman Meliaceae yaitu *Azadirachta indica* dan *Toona sureni*, dalam kajian ini menunjukkan larva *Culex fatigans* lebih sensitif oleh ekstrak *Azadirachta indica* daripada *Toona sureni*. Tetapi bila dilihat dari ada dan tidak adanya tumpang tindih (overlap) pada 95% CL-nya, tidak ada beda nyata antara kedua ekstrak tanaman tersebut. Beberapa tumbuhan dari Meliaceae telah diketahui memiliki kandungan bahan aktif yang bisa dikembangkan sebagai insektisida alami. Pada umumnya bahan aktif yang terkandung dalam tumbuhan tersebut berpotensi sebagai antifeedant terhadap serangga dan menghambat perkembangan serangga. Ahmed dan Grainge (1986) dalam Gionar (1989) melaporkan bahwa bahan aktif yang berasal dari daun, buah, biji dan tangkai tumbuhan *Azadirachta indica*

berupa azadirachtin, salanin dan meliatriol. Efek fisiologi azadirachtin terhadap serangga yang sudah banyak diteliti adalah pengaruh penghambatan pada proses ganti kulit yang melibatkan aktifitas berbagai hormon dan karena terganggunya keseimbangan hormon pada proses ganti kulit dapat menyebabkan kematian larva. Pada hasil kajian ini menunjukkan tidak ada beda nyata antara tanaman Meliaceae (*Azadirachta indica* dan *Toona sureni*) dengan *Erythroxylon novogranatense* tetapi larva *Culex fatigans* lebih sensitif oleh pengaruh tanaman Meliaceae (*Azadirachta indica* dan *Toona sureni*) dari pada oleh pengaruh *Erythroxylon novogranatense*.

Pada uji repellent, setelah dilakukan pengujian 9 macam ekstrak tanaman uji terhadap sejumlah nyamuk *Culex fatigans* didapatkan rata-rata jumlah nyamuk yang hinggap pada umpan seperti yang terlihat pada tabel 11 dan gambar 6. Kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anava (uji F). Rincian Analisis dengan menggunakan Anava terdapat pada lampiran 2. Dari hasil analisis dengan menggunakan Anava menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tanaman uji terhadap jumlah nyamuk *Culex fatigans* yang hinggap pada umpan menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Kemudian dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf signifikans 5%. Dari hasil uji BNT terlihat ada beda nyata antara jumlah nyamuk *Culex fatigans* yang hinggap pada umpan, pada kelompok kontrol dengan 9 kelompok perlakuan yang masing - masing terdiri

dari larutan ekstrak tanaman dalam beberapa konsentrasi. Hal ini berarti pengolesan ekstrak tanaman dengan konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% dalam waktu 80 menit menunjukkan efek repelent. Tetapi dalam kajian ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antar konsentrasi (25%, 50%, 75%, dan 100%) ekstrak tanaman uji.

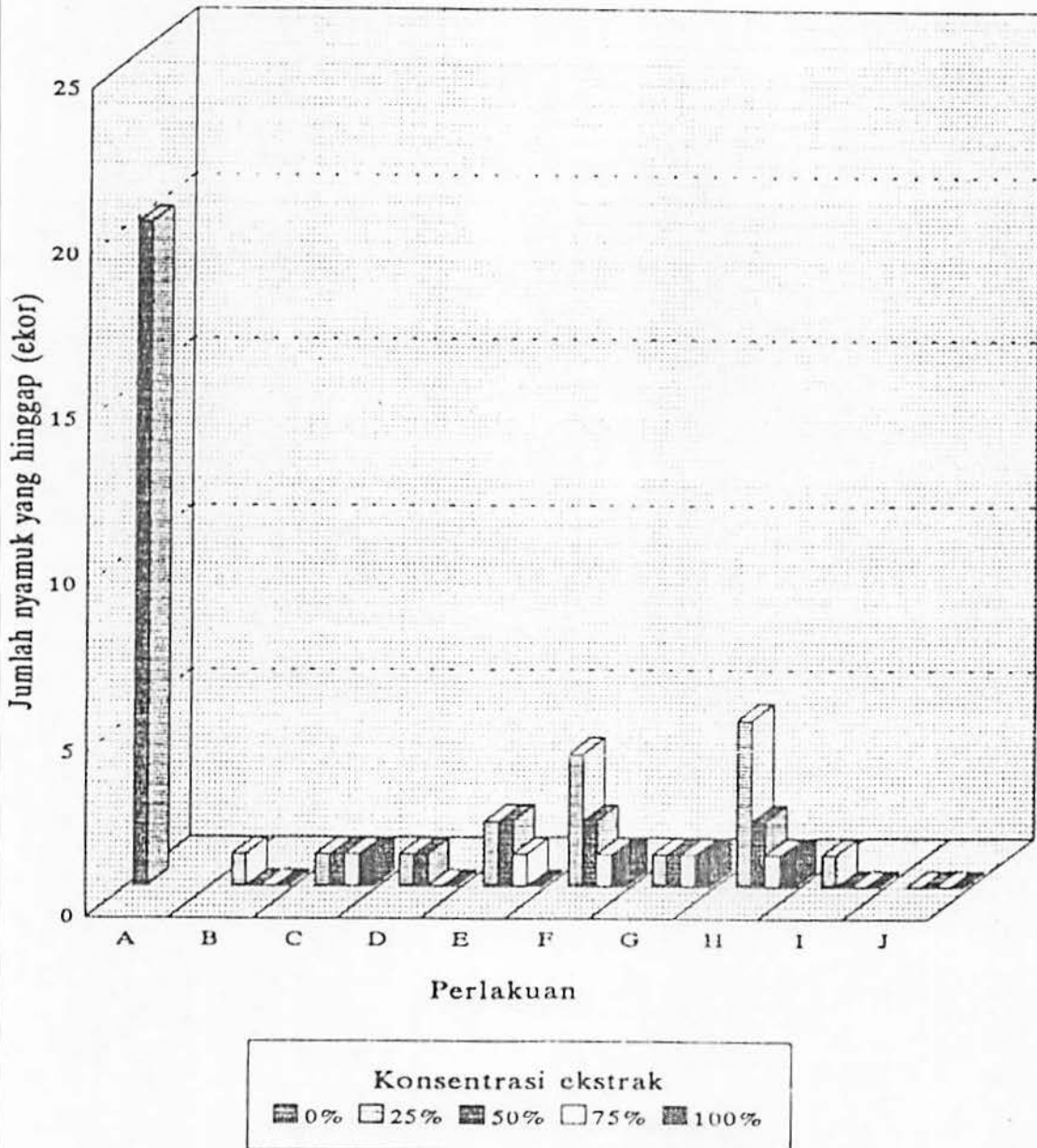
Data dari uji repellent untuk 9 macam ekstrak tanaman dengan konsentrasi 25%, setelah dianalisis dengan menggunakan Anava menunjukkan ada beda nyata pada $\alpha = 0.05$. Setelah diteruskan dengan uji BNT dengan taraf signifikans 5% menunjukkan ada beda nyata antara pasangan kelompok perlakuan yang diberi ekstrak *Rosa sp* dengan kelompok perlakuan yang diberi ekstrak *Eucalyptus platiphyllus*, *Melaleuca leucadendron*, *Citrus aurantifolia*, *Cymbopogon nardus*, *Eugenia aromatica*, *Cinnamomum verum* dan *Foeniculum vulgare*. Sedangkan ekstrak *Canangium odoratum* menunjukkan ada perbedaan yang nyata dengan ekstrak *Cinnamomum verum* dan *Foeniculum vulgare*. Dan untuk pasangan-pasangan perlakuan dengan konsentrasi 25% yang lain menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata. Menurut data yang diperoleh urutan efek repelent ekstrak tanaman dengan konsentrasi 25% terhadap nyamuk *Culex fatigans* dari yang tertinggi berturut-turut ke lebih rendah adalah ekstrak *Foeniculum vulgare*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia aromatica*, *Cymbopogon nardus*, *Citrus aurantifolia*, *Melaleuca leucadendron*, *Eucalyptus platiphyllus*, *Canangium odoratum*, dan *Rosa sp*.

Tabel 11 Jumlah nyamuk *C. fatigans* yang hinggap pada umpan selama 80 menit pada berbagai ekstrak tanaman

Macam ekstrak	Replikasi	Perlakuan				
		0%	25%	50%	75%	100%
Ethanol 96%	1	20				
	2	17				
	3	32				
	4	23				
	5	18				
	6	11				
	\bar{x}	20				
<i>E. aromatica</i>	1	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	
	3	2	0	0	0	
	4	0	0	0	0	
	5	2	0	0	0	
	6	1	0	0	0	
	\bar{x}	1	0	0	0	
<i>C. aurantifolia</i>	1	0	2	1	0	
	2	0	1	0	0	
	3	3	0	1	1	
	4	0	0	0	0	
	5	1	1	0	0	
	6	1	1	1	2	
	\bar{x}	1	1	1	1	
<i>C. nardus</i>	1	0	1	0	0	
	2	0	1	0	0	
	3	0	5	0	0	
	4	3	0	0	0	
	5	2	0	0	0	
	6	0	0	0	0	
	\bar{x}	1	1	0	0	

<i>E. platiphyllus</i>	1	4	1	2	0
	2	0	1	1	0
	3	0	7	0	1
	4	2	0	2	1
	5	4	0	0	0
	6	0	0	1	0
	\bar{x}	2	2	1	0
<i>C. odoratum</i>	1	6	3	0	3
	2	0	1	0	1
	3	0	1	0	0
	4	15	5	1	2
	5	0	1	3	0
	6	0	1	3	0
	\bar{x}	4	2	1	1
<i>M. leucadendron</i>	1	3	0	0	0
	2	1	0	0	0
	3	2	3	1	1
	4	0	1	2	0
	5	1	0	0	1
	6	1	0	0	1
	\bar{x}	1	1	1	1
<i>Rosa sp</i>	1	2	2	0	3
	2	2	2	3	0
	3	7	0	2	0
	4	6	4	1	0
	5	4	0	0	0
	6	9	2	2	4
	\bar{x}	5	2	1	1

<i>C. Verum</i>	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	1	0	0	0
	4	0	2	0	0
	5	0	0	0	0
	6	2	0	1	0
	\bar{x}	1	0	0	0
<i>F. vulgare</i>	1	0	0	0	1
	2	0	0	0	0
	3	1	0	1	0
	4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
	6	1	2	1	0
	\bar{x}	0	0	0	0



Gambar 6 Histogram efek repellent terhadap nyamuk *Culex fatigans* pada berbagai ekstrak tanaman

Keterangan :

- A. Kontrol (ethanol 96%)
- B. *Eugenia aromatica*
- C. *Citrus aurantifolia*
- D. *Cymbopogon nardus*
- E. *Eucalyptus platiphyllus*
- F. *Canarium odoratum*
- G. *Melaleuca leucadendron*
- H. *Rosa sp*
- I. *Commersonia bartramia*
- J. *Commersonia bartramia*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Nilai LC_{50} (95% CL) ekstrak tanaman terhadap larva instar III nyamuk *Culex fatigans* adalah : (1) *Nicotiana tabacum* 271,67 (226,03-327,12), (2) *Erythroxylon novogranatense* 1474,24 (1218,01-1791,63), (3) *Eclipta prostrata* 970,91 (666,28-1418,40), (4) *Annona muricata* 115,97 (78,09-180,16), (5) *Annona squamosa* 251,61 (86,98-785,06), (6) *Annona reticulata* 61,88 (38,25-110,25), (7) *Azadirachta indica* 964,55 (722,33-1297,00), (8) *Toona sureni* 1356,49 (648,84-2899,56) dan (9) *Derris elliptica* 12,89 (8,45-20,07).
2. Urutan sensitivitas larva instar III *Culex fatigans* terhadap ekstrak tanaman berturut-turut dari tinggi ke rendah adalah *Derris elliptica*, *A. reticulata*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *Nicotiana tabacum*, *Azadirachta indica*, *Eclipta prostrata*, *Toona sureni* dan *Erythroxylon novogranatense*.
3. Ada perbedaan jumlah *Culex fatigans* yang hinggap pada umpan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

4. Urutan efek repellent ekstrak tanaman dengan konsentrasi 25% terhadap *Culex fatigans* dari yang tertinggi ke terendah adalah *Foeniculum vulgare*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia aromatica*, *Cymbopogon nardus*, *Citrus aurantifolia*, *Melaleuca leucadendron*, *Eucalyptus platiphyllus*, *Canarium odoratum*, dan *Rosa sp.*

5.2. Saran

Dalam upaya pengendalian hayati terhadap larva nyamuk dan daya tolak terhadap nyamuk *Culex fatigans* dapat menggunakan bahan-bahan dari tumbuh-tumbuhan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh biolarvasidal terhadap organisme air lainnya dan pengaruh minyak atsiri terhadap kepekaan kulit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983. *Tindakan Anti Larva*. Departemen Kesehatan R.I. Jakarta.
- Anonim, 1983. *Applied Field Research in Malaria in Africa*. WHO. Geneva.
- Anonim, 1984. *Chemical Methods for the Control of Arthropod Vector and pests of Public Health Importance*. WHO. Geneva.
- Azwar, A., 1979. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Penerbit Mutiara Jakarta, h. 114-120.
- Bates, M., 1949. *the Natural History of Mosquito*. the Macmillan Company, New york.
- Bonner, J., 1950. *Plant Biochemistry*. Academic Press Inc., Publishers. New york. p. 328-333.
- Brown, A.W.A., 1951. *Insect Control by Chemical*. John Wiley and Sons. New york.
- Claus, E.P., 1961. *Pharmacognosy*. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Duke, J.A., 1987. *Handbook of Medicinal Herbs*. CRC Press. Inc. Boca Raton. Florida.
- Ery wahyu, 1983. *Prospek Penggunaan Insektisida Hayati untuk Pengendalian Vektor Penyakit, Sanitas Vol. I April 1989*.
- Finney, D.J., 1971. *Probit Analysis*. Cambrige University Press. London.
- Gionar, Y.R., 1989. *Pengaruh Ekstrak Tumbuhan Meliaceae terhadap Perkembangan Larva XI Martianus dermestoides chevrolat*. Tesis Sarjana Biologi ITB.
- Harold, 1979. *Dasar Parasitologi Klinik*. Gramedia. Jakarta.
- Harborne, J.B., 1987. *Metode Fitokimia* Penerbit ITB. Bandung.

- Henry, T.A., 1949. *the Plant Alkaloids*. J. & A. Churchill LTD. London. p. 35-50.
- Jhon Doul, M.D., D.C. Klaassem, M.O. Amdur, 1950. *Toxicology, the Basic Science of Poison*. Macmillan CO Inc, New York.
- Little, V.A., 1972. *General and Applied Entomology*. Harper and Row Publishers. New york.
- Limsuwan, S., Y. Rongsriyam, V. Kerdpibule, C. Apiwathnasorn, G.L. Chiang and W.H. Cheong, 1987. Rearing Techniques for Mosquito. Dalam S. Sucarit and S. Supavej (eds.), *Practical Entomology, Malaria and Filariasis*. MRC Trop Med, Mahidol University, Thai.
- Manaf, S., 1988. Kajian Awal Daya Insektisida Ekstrak Biji *Annona squamosa* terhadap *Martianus dermestoides* sem. Hasil Penelit. Pangan dan Gisi, Ilmu Hayati dan Bioteknologi (7PAU), Yogyakarta.
- Mardihusodo, S.J., 1992. Daya Insektisidal Daun dan Biji *Annona muricata* Linn. terhadap Larva Nyamuk di Laboratorium. *Berkala Ilmu Kedokteran*. 24 (3).
- Nayar, K.K., T.N. Ananthakarishnan dan B.V. David, 1979. *General and Applied Entomology*. Tata McGraw- Hill Publishing Company Limited. New Delhi. p. 383-386.
- Rifai, S.A., P. Komar, 1982. *Biologi Perikanan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Rismunandar, 1986. *Hama Tanaman Pangan dan Pembasminya*. Penerbit Sinar Baru. Bandung. h. 94-101.
- Roesma, D.I., 1983. *daya Racun Ekstrak Tumbuhan Urang-arang (Eclipta prostrata L.) terhadap Beberapa Jenis Serangga*. Tesis Sarjana Biologi Institut Teknologi Bandung.
- Sastroutomo, S.S., 1992. *Pestisida Dasar-dasar dan Dampak Penggunaannya*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. h. 42-148.
- Soedarto, 1983. *Hubungan antara Lingkungan Hidup di Kotamadya Surabaya dengan Populasi Nyamuk Culex fatigans*. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga.

- Soedarto, 1990. *Penyakit-penyakit Infeksi di Indonesia*. Widya Medika. Jakarta.
- Soedarto, 1992. *Entomologi Kedokteran*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. h. 96-135.
- Soedarto, 1992. Resistensi *Culex fatigans* Terhadap Fenitrothion di Surabaya Tahun 1992. *Majalah Kedokteran Tropis Indonesia*. 5(1-2). h. 32-36.
- Swain, T., 1963. *Chemical Plant Taxonomy*. Academic Press. New York.
- Tjokronegoro. K.R., 1987. *Penelusuran Senyawa Kandungan Tumbuhan Indonesia, Bioaktif terhadap Serangga*. Disertasi Universitas Padjadjaran.
- Umayah, S. Sumarni dan Ernaningsih, 1994. Efek Residu Minyak Kayu Putih (*Oleum Eucalyptus*) dan Minyak Adas (*Oleum Foeniculi*) Sebagai Repellent di Laboratorium. *Majalah Kedokteran Tropis Indonesia*. 7 (1-2). h.20-25.
- WHO, 1972. *Vector Control in International Health*, World Health Organization, Geneva..

Lampiran 1

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Nicotiana tabacum
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 75 150 225 300 375 450

SLOPE OF LINE (B)= 3.927946 , INTERSEPT(A)= -4.545145
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 55.54222 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.238653E-03
 X= .5 LDX= 269.1907
 95% LIMITS= 208.2179 AND 348.0184

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Nicotiana tabacum
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 75 150 225 300 375 450

SLOPE OF LINE (B)= 4.535352 , INTERSEPT(A)= -6.064526
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 30.30116 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.406213E-03
 X= .5 LDX= 275.1806
 95% LIMITS= 232.3373 AND 325.9244

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Nicotiana tabacum
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 75 150 225 300 375 450

SLOPE OF LINE (B)= 5.937714 , INTERSEPT(A)= -9.629985
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 35.84261 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.116533E-03
 X= .5 LDX= 291.0104
 95% LIMITS= 250.2742 AND 338.3772

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Nicotiana tabacum
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 75 150 225 300 375 450

SLOPE OF LINE (B)= 5.350127 , INTERSEPT(A)= -7.841458
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 34.71127 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.323121E-03
 X= .5 LDX= 251.3102
 95% LIMITS= 213.2656 AND 296.1488

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Erythroxyton sp
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1600 2950 4300 5650 7000

SLOPE OF LINE (B)= 2.041522 , INTERSEPT(A)= -1.499814
 HETEROGENETY INSIGNIFICANT,CHI SQUARE= 3.000107
 DEGREES OF FREEDOM= 4

VARIANCE= 1.31875E-03
 X= .5 LDX= 1526.892
 95% LIMITS= 1296.08 AND 1798.808

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Erythroxyton sp
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1600 2950 4300 5650 7000

SLOPE OF LINE (B)= 2.052186 , INTERSEPT(A)= -1.52165
 HETEROGENETY INSIGNIFICANT,CHI SQUARE= 7.462662
 DEGREES OF FREEDOM= 4

VARIANCE= 1.301223E-03
 X= .5 LDX= 1506.273
 95% LIMITS= 1279.975 AND 1772.579

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Erythroxyton sp
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1600 2950 4300 5650 7000

SLOPE OF LINE (B)= 1.894798 , INTERSEPT(A)= -.9152069
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 12.46176 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 4.740753E-03
 X= .5 LDX= 1323.774
 95% LIMITS= 970.2012 AND 1806.2

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Erythroxyton sp
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1600 2950 4300 5650 7000

SLOPE OF LINE (B)= 2.504744 , INTERSEPT(A)= -2.983948
 HETEROGENETY INSIGNIFICANT, CHI SQUARE= 7.066345
 DEGREES OF FREEDOM= 4

VARIANCE= 1.101766E-03
 X= .5 LDX= 1540.037
 95% LIMITS= 1325.785 AND 1788.913

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Eclipta prostrata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 100 680 1260 1840 2420 3000

 SLOPE OF LINE (B)= 2.189247 , INTERSEPT(A)= -1.524855
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 27.8625 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

 VARIANCE= 6.366277E-03
 X= .5 LDX= 955.8943
 95% LIMITS= 666.8427 AND 1370.238

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Eclipta prostrata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 100 680 1260 1840 2420 3000

 SLOPE OF LINE (B)= 2.387751 , INTERSEPT(A)= -2.187517
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 49.7694 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

 VARIANCE= 1.026719E-02
 X= .5 LDX= 1023.674
 95% LIMITS= 647.9788 AND 1617.197

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Eclipta prostrata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 100 680 1260 1840 2420 3000

SLOPE OF LINE (B)= 2.604221 , INTERSEPT(A)= -2.893088
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 32.01732 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 5.196297E-03
 X= .5 LDX= 1073.7
 95% LIMITS= 775.5246 AND 1486.518

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Eclipta prostrata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 100 680 1260 1840 2420 3000

SLOPE OF LINE (B)= 1.60018 , INTERSEPT(A)= .3286309
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 17.78929 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 6.644831E-03
 X= .5 LDA= 830.3812
 95% LIMITS= 574.7866 AND 1199.634

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona muricata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 5 54 103 152 201 250

SLOPE OF LINE (B)= 1.536984 , INTERSEPT(A)= 1.910307
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 61.05865 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 2.134432E-02
 X= .5 LDX= 102.3837
 95% LIMITS= 52.95184 AND 197.9617

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona muricata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 5 54 103 152 201 250

SLOPE OF LINE (B)= 1.991023 , INTERSEPT(A)= 1.137409
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 39.22856 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.055408E-02
 X= .5 LDX= 87.09696
 95% LIMITS= 54.78305 AND 138.4712

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona muricata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 5 54 103 152 201 250

SLOPE OF LINE (B)= 1.98547 , INTERSEPT(A)= .9364881
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 70.52877 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.576037E-02
 X= .5 LDX= 111.3333
 95% LIMITS= 63.17805 AND 196.1933

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona muricata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 5 54 103 152 201 250

SLOPE OF LINE (B)= 4.446296 , INTERSEPT(A)= -4.837005
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 18.76093 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 9.944039E-04
 X= .5 LDX= 163.0815
 95% LIMITS= 141.4463 AND 188.0233

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona squamosa
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 20 116 212 308 404 500

SLOPE OF LINE (B)= 3.27416 , INTERSEPT(A)= -2.805647
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 329.0894 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.063996E-02
 X= .5 LDX= 242.1113
 95% LIMITS= 109.8832 AND 533.4566

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona squamosa
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 20 116 212 308 404 500

SLOPE OF LINE (B)= 2.595494 , INTERSEPT(A)= -1.143984
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 248.487 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.473473E-02
 X= .5 LDX= 232.9022
 95% LIMITS= 100.4346 AND 540.0871

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona squamosa
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 20 116 212 308 404 500

SLOPE OF LINE (B)= 3.574093 , INTERSEPT(A)= -3.58276
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 999.9364 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 7.868391E-02
 X= .5 LDX= 251.9886
 95% LIMITS= 71.05396 AND 893.6629

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Annona squamosa
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 20 116 212 308 404 500

SLOPE OF LINE (B)= 3.457131 , INTERSEPT(A)= -3.45711
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 1269.016 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= .1010547
 X= .5 LDX= 279.4344
 95% LIMITS= 66.56 AND 1173.131

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Annona reticulata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 2 71.6 141.2 210.8 280.4 350

SLOPE OF LINE (B)= 1.459671 , INTERSEPT(A)= 2.495165
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 26.96631 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= .022558
 X= .5 LDX= 52.00292
 95% LIMITS= 26.40274 AND 102.4251

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Annona reticulata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 2 71.6 141.2 210.8 280.4 350

SLOPE OF LINE (B)= 2.615714 , INTERSEPT(A)= -.1644421
 HETEROGENETY INSIGNIFICANT,CHI SQUARE= 7.589073
 DEGREES OF FREEDOM= 4

VARANCE= 1.18536E-03
 X= .5 LDX= 94.27387
 95% LIMITS= 80.70684 AND 110.1214

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Annona reticulata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 2 71.6 141.2 210.8 280.4 350

SLOPE OF LINE (B)= 1.41208 , INTERSEPT(A)= 2.667815
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 47.71197 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 4.325356E-02
 X= .5 LDX= 44.83279
 95% LIMITS= 17.53739 AND 114.6111

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Annona reticulata
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 2 71.6 141.2 210.8 280.4 350

SLOPE OF LINE (B)= 1.604592 , INTERSEPT(A)= 2.18987
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 30.54791 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= .0242177
 X= .5 LDX= 56.40344
 95% LIMITS= 27.94407 AND 113.847

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Azadirachta indica
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1200 2150 3100 4050 5000

SLOPE OF LINE (B)= 2.381625 , INTERSEPT(A)= -2.034127
 HETEROGENETY INSIGNIFICANT,CHI SQUARE= 2.132309
 DEGREES OF FREEDOM= 4

VARIANCE= 1.163185E-03
 X= .5 LDX= 898.4614
 95% LIMITS= 770.2871 AND 1047.964

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Azadirachta indica
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1200 2150 3100 4050 5000

SLOPE OF LINE (B)= 2.366598 , INTERSEPT(A)= -2.001773
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 23.99208 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 6.94599E-03
 X= .5 LDX= 909.0384
 95% LIMITS= 624.0661 AND 1324.139

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Azadirachta indica
 THE PARAMETER :letal koseñtrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250 1200 2150 3100 4050 5000

SLOPE OF LINE (B)= 2.505833 , INTERSEPT(A)= -2.50465
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 15.17409 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.949607E-03
 X= .5 LDX= 988.2632
 95% LIMITS= 744.2091 AND 1312.354

PROBIT ANALYSIS

 THE PLANT :Azadirachta indica
 THE PARAMETER :letal konsentrasì
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 250, 1200 2150 3100 4050 5000

SLOPE OF LINE (B)= 2.277783 , INTERSEPT(A)= -1.893271
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 21.56995 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 5.920253E-03
 X= .5 LDX= 1062.448
 95% LIMITS= 750.757 AND 1503.544



PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Toona sureni
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 50 740 1430 2120 2810 3500

SLOPE OF LINE (B)= 2.210788 , INTERSEPT(A)= -1.966979
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 163.6306 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.421504E-02
 X= .5 LDX= 1416.951
 95% LIMITS= 614.9048 AND 3265.141

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Toona sureni
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 50 740 1430 2120 2810 3500

SLOPE OF LINE (B)= 2.339184 , INTERSEPT(A)= -2.500791
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 226.5235 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.797471E-02
 X= .5 LDX= 1609.107
 95% LIMITS= 667.7868 AND 3877.328

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Toona sureni
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 50 740 1430 2120 2810 3500

SLOPE OF LINE (B)= 1.79723 , INTERSEPT(A)= -.5325231
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 36.22395 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.162145E-02
 X= .5 LDX= 1197.738
 95% LIMITS= 736.3229 AND 1948.298

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Toona sureni
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :4
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 50 , 740 1430 2120 2810 3500

SLOPE OF LINE (B)= 1.568386 , INTERSEPT(A)= .1694298
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 69.82784 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 2.653456E-02
 X= .5 LDX= 1202.162
 95% LIMITS= 576.3553 AND 2507.471

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Derris elliptica
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :1
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 1 10.8 20.6 30.4 40.2 50

SLOPE OF LINE (B)= 1.930898 , INTERSEPT(A)= 2.86034
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 55.87471 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.938353E-02
 X= .5 LDX= 12.82675
 95% LIMITS= 6.842836 AND 24.04347

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Derris elliptica
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :2
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 1 10.8 20.6 30.4 40.2 50

SLOPE OF LINE (B)= 1.899794 , INTERSEPT(A)= 3.14524
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 23.57828 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.033557E-02
 X= .5 LDX= 9.468302
 95% LIMITS= 5.984579 AND 14.98155

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Derris elliptica
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :3
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 1 10.8 20.6 30.4 40.2 50

SLOPE OF LINE (B)= 2.003206 , INTERSEPT(A)= 2.823009
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 29.88416 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 1.043671E-02
 X= .5 LDX= 12.21106
 95% LIMITS= 7.70051 AND 19.36366

PROBIT ANALYSIS

THE PLANT :Derris elliptica
 THE PARAMETER :letal konsentrasi
 REPLICATION :
 THE HOURS AFTER EXPOSURE : 24
 DOSAGES (ppm) = 1 10.8 20.6 30.4 40.2 50

SLOPE OF LINE (B)= 4.086174 , INTERSEPT(A)= -3.233528E-02
 HETEROGENETY SIG AT LEAST AT 5
 CHI SQ= 31.30541 CHI SQ TABLE= 9.488 DF= 4

VARIANCE= 3.092237E-03
 X= .5 LDX= 17.04324
 95% LIMITS= 13.26052 AND 21.90501

Lampiran 2

TANAMAN : *E. aromatica*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,915.133301	478.783325	47.561	2.760
Acak	25	251.666748	10.066669		
Total	29	2,166.800049			

KOEf. KERAGAMAN = 75.54%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 3.7735

RATA-RATA PERLAKUAN

1.	20.166666
2.	0.833333
3.	0.000000
4.	0.000000
5.	0.000000

TANAMAN : *C. aurantifolia*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,825.533325	456.383331	43.576	2.760
Acak	25	261.833374	10.473335		
Total	29	2,087.366699			

KOEf. KERAGAMAN = 70.87%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 3.8490

RATA-RATA PERLAKUAN

1.	20.166666
2.	0.666667
3.	0.833333
4.	0.666667
5.	0.500000

TANAMAN : *C. nardus*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,862.866699	465.716675	42.415	2.760
Acak	25	274.500000	10.980000		
Total	29	2,137.366699			

KOEK. KERAGAMAN = 74.74%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 3.9410

RATA-RATA PERLAKUAN :

1.	20.166666
2.	0.833333
3.	1.166667
4.	0.000000
5.	0.000000

TANAMAN : *E. platiphyllus*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,746.866699	436.716675	35.333	2.760
Acak	25	309.000000	12.360000		
Total	29	2,055.866699			

KOEK. KERAGAMAN = 71.26%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 4.1813

RATA-RATA PERLAKUAN :

1.	20.166666
2.	1.666667
3.	1.500000
4.	1.000000
5.	0.333333

TANAMAN : *C. odoratum*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1.622.198951	405.548988	21.703	2.760
Acak	25	467.166748			
Total	29	2,089.366699			

KOEF. KERAGAMAN = 77.66%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)
BNT (0.05) = 5.1413

RATA-RATA PERLAKUAN :

1.	20.166666
2.	3.500000
3.	2.000000
4.	1.166667
5.	1.000000

TANAMAN : *M. leucadendron*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,812.466675	453.116668	42.828	2.760
Acak	25	264.500122	10.580005		

KOEF. KERAGAMAN = 70.20%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)
BNT (0.05) = 3.8686

RATA-RATA PERLAKUAN :

1.	20.166666
2.	1.333333
3.	0.666667
4.	0.500000
5.	0.500000

TANAMAN : *Rosa sp*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,593.133301	398.283325	30.891	2.760
Acak	25	322.333374	12.893335		
Total	29	1,915.466675			

KOEK. KERAGAMAN = 61.21%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 4.2706

RATA-RATA PERLAKUAN

1.	20.166666
2.	5.000000
3.	1.666667
4.	1.333333
5.	1.166667

TANAMAN : *C. verum*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,934.856699	476.216675	46.780	2.760
Acak	25	254.500000	10.180000		
Total	29	2,159.366699			

KOEK. KERAGAMAN = 75.37%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 3.7947

RATA-RATA PERLAKUAN :

1.	20.166666
2.	0.500000
3.	0.333333
4.	0.166667
5.	0.000000

TANAMAN : *F. vulgare*

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	4	1,896.199951	474.049988	46.720	2.760
Acak	25	253.666748	10.146670		
Total	29	2,149.866699			

KOEF. KERAGAMAN = 74.66%

UJI BEDA NYATA TERKECIL (BNT)
BNT (0.05) = 3.7885

RATA-RATA PERLAKUAN :

1. 20.166666
2. 0.333333
3. 0.333333
4. 0.333333
5. 0.166667

TANAMAN : KONSENTRASI 25% DARI SELURUH EKSTRAK TANAMAN PADA
UJI REPELLENT

ANALISIS SIDIK RAGAM : RANCANGAN ACAK LENGKAP

Sumber Keragaman	db	Jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F.hit	F.05
Perlakuan	9	118.814819			
Acak	45	277.500000			
Total	53	396.314819			

KOEF. KERAGAMAN = 150.67%

BEDA NYATA TERKECIL (BNT)

BNT (0.05) = 2.8900

RATA-RATA PERLAKUAN :

1. 5.000000
2. 3.500000
3. 1.666667
4. 1.333333
5. 0.833333
6. 0.833333
7. 0.833333
8. 0.500000
9. 0.333333

Keterangan

1. *Rosa sp*
2. *C. odoratum*
3. *E. platiphyllus*
4. *M. leucadendron*
5. *C. aurantifolia*
6. *C. nardus*
7. *E. aromatica*
8. *C. verum*
9. *F. vulgare*

Selisih Nilai Rata-rata Perlakuan (konsentrasi 25%)

Nilai Rata-rata	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
Y ₁	0	1.5	3.33*	3.67*	4.17*	4.17*	4.17*	4.5*	4.67*
Y ₂		0	1.83	2.17	2.67	2.67	2.67	3.0*	3.17*
Y ₃			0	0.33	0.83	0.83	0.83	1.17	1.33
Y ₄				0	0.5	0.5	0.5	0.83	1.0
Y ₅					0	0	0	0.3	0.5
Y ₆						0	0	0.3	0.5
Y ₇							0	0.3	0.5
Y ₈								0	0.17
Y ₉									0

ENT 5% = 2.8900

Selisih nilai rata-rata yang diikuti tanda *, berarti ada beda nyata antar pasangan perlakuan

Lampiran 3

Suhu dan PH air uji yang terukur pada masing-masing larutan ekstrak tanaman

No.	Ekstrak tanaman	Konsentrasi tertinggi - terendah	
		Suhu	PH
1.	<i>Nicotiana tabacum</i>	29 - 29	8,3 - 8,4
2.	<i>Erythroxylon novogranatense</i>	30 - 30	7,7 - 8,4
3.	<i>Eclipta prostrata</i>	29 - 29	7,3 - 7,9
4.	<i>Annona muricata</i>	30 - 30	7,9 - 8,2
5.	<i>Annona squamosa</i>	30 - 30	7,9 - 8,1
6.	<i>Annona reticulata</i>	30 - 30	7,3 - 7,8
7.	<i>Azadirachta indica</i>	29 - 29	7,3 - 8,3
8.	<i>Toona sureni</i>	30 - 30	6,8 - 7,9
9.	<i>Derris elliptica</i>	30 - 30	7,9 - 8,1

Table with multiple columns and rows, containing faint text and numbers, possibly a list or index.

