

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Akar Wangi (*Vetiveria zizanoides*)

Nama daerah tanaman akar wangi di Indonesia antara lain *useur* (Gayo), *urek usa* (Minangkabau), *hapias* (Batak), *nanwastu* atau *usar* (sunda), *larasetu* (Jawa), *karabistu* (Madura).

Tanaman akar wangi termasuk famili *Poaceae* alias rumput-rumputan. Akar tanaman ini memiliki bau sangat wangi. Tumbuh merumpun, lebat, akar tinggalnya bercabang banyak dengan warna merah tua. Dari akar tinggal bersembul tangkal daun yang tingginya dapat mencapai 200 cm. Daun kaku berwarna kelabu, dapat berwarna hijau atau kelabu, dapat mencapai panjang 1 m, tidak mengandung minyak. Bunga berwarna hijau atau ungu. Cara memperbanyak tanaman dengan biji, atau memisahkan anak rumpun, atau memecah akar tinggal yang bertunas.

Adapun klasifikasi ilmiah tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanoides*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Vetiveria</i>
Spesies	: <i>Vetiveria zizanoides</i>

Gambar 2.1 dan 2.2 berikut menunjukkan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanoides*).



Gambar 2.1 Tanaman akar wangi.



Gambar 2.2 Akar pada tanaman akar wangi.

Tanaman akar wangi merupakan tanaman penghasil minyak akar wangi (*vetiver oil*) yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada tanah dengan ketinggian antara 1000-2000 meter dari permukaan laut dengan produksi 15-30 ton per tahun. Kadar minyak dalam akar wangi berkisar 1-1,5% sehingga jumlah produksi minyak akar wangi 150-300 kilogram per hektar per tahun. Perlu diketahui bahwa jika ditinjau dari segi agronomi, sosial ekonomi dan teknis, maka pertanaman akar wangi mudah diusahakan oleh masyarakat sekitar, dengan umur panen 9-12 bulan.

2.2 Komposisi Kimia Minyak Akar Wangi

Akar wangi (*Vetiveria zizanoides*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang diperoleh dengan cara penyulingan (Gambar 2.3). Tanaman ini menghasilkan minyak akar wangi (*vetiver oil*) yang banyak digunakan dalam pembuatan parfum, kosmetik, pewangi sabun, obat-obatan, serta pembasmi dan pencegah serangga. Minyak vetiver mempunyai aroma yang lembut dan halus karena ester dari asam vetivenat dan adanya senyawa vetivenol (Tarigan, 2006).



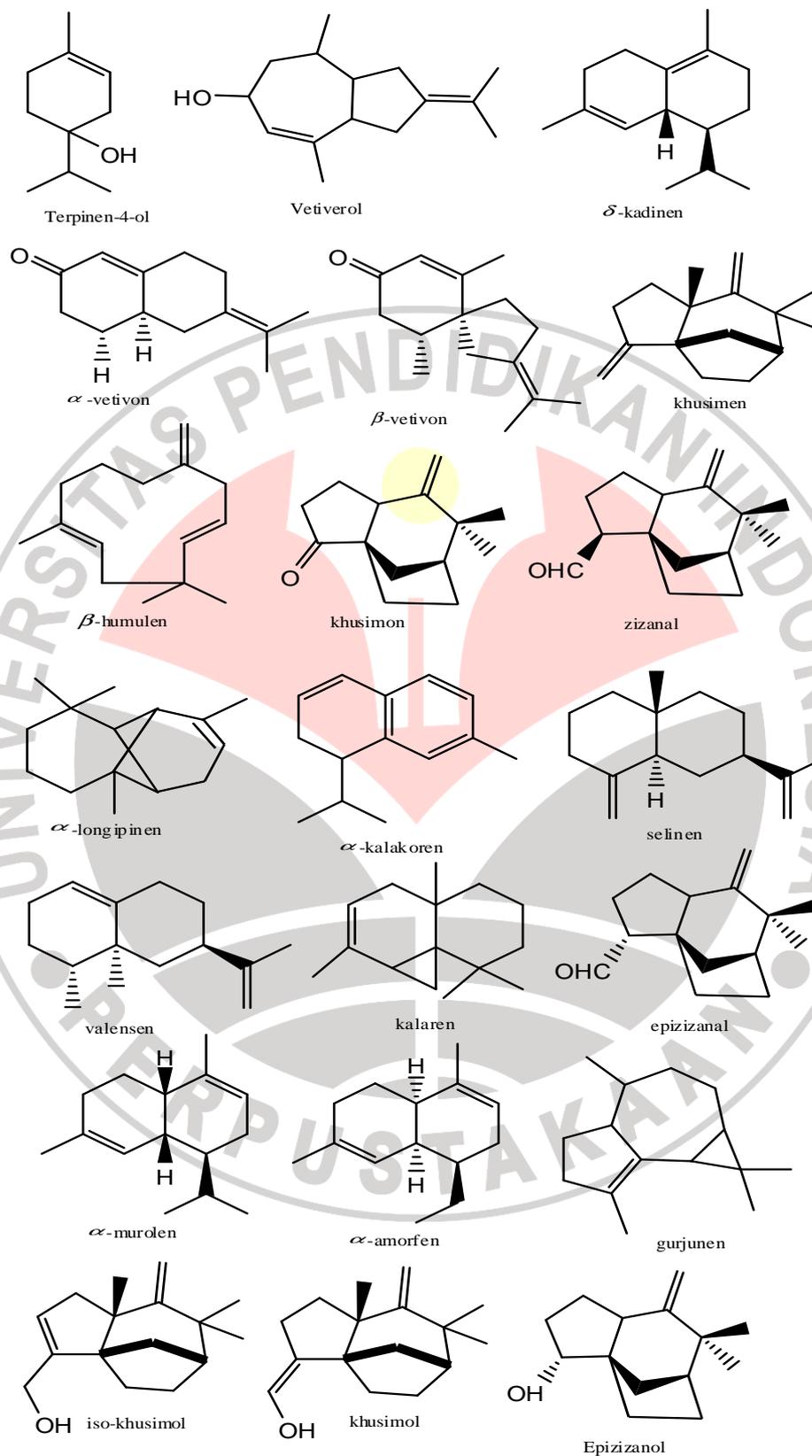
Gambar 2.3 Akar wangi yang akan disuling.

Minyak akar wangi terdiri atas beberapa komponen penyusun, yaitu α -vetivon, β -vetivon, vetiverol, vetivenil, asam palmitat, asam benzoat dan komponen-komponen lain yang jumlahnya sedikit. Komponen paling penting dan dijadikan standar harga jual minyak akar wangi adalah vetiverol, karena vetiverol memiliki aroma yang khas dan lunak disamping daya fiksasinya yang kuat. Adapun komponen-komponen yang terdapat pada minyak akar wangi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Komposisi minyak akar wangi (*Vetiver oil*):
(Thubthimthed, S. *et al.*, 2008)**

Senyawa	Komposisi (%)
Terpinen-4-ol	3,75
5-epiprezizan	0,71
Khusimen	0,66
α -murolen	1,14
Khusimon	1,49
Kalakoren	0,94
β -humulen	2,37
α -longipinen	4,20
γ -selinen	4,13
δ -selinen	1,63
δ -kadinen	1,72
Valensen	2,30
Kalaren, -gurjunen	9,84
α -amorfen	2,07
Epizizanal	3,33
3-epizizanol	2,97
Khusimol	12,71
Iso-khusimol	0,57
Valerenol	3,93
β -vetivon	1,62
α -vetivon	2,02

Adapun struktur-struktur senyawa kimia yang terdapat pada minyak akar wangi diperlihatkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur senyawa-senyawa pada minyak akar wangi.

2.3 Limbah Penyulingan Minyak Akar Wangi

Limbah penyulingan minyak akar wangi banyak dijumpai di industri penyulingan akar wangi. Besarnya volume limbah tersebut seringkali menjadi masalah bagi pihak industri pengolahan itu sendiri maupun lingkungan sekitar. Hingga saat ini, penanganan limbah dilakukan hanya dengan cara pembakaran (Gambar 2.5). Hal ini seringkali menimbulkan gangguan berupa asap yang berbau sangat menyengat. Bau menyengat tersebut diperkirakan berasal dari sisa komponen minyak atsiri dan senyawa aktif lainnya yang masih terkandung dalam limbah penyulingan.



Gambar 2.5 Penanganan limbah penyulingan minyak akar wangi melalui pembakaran.

Dampak negatif yang dirasakan masyarakat sekitar dengan pembakaran limbah penyulingan tersebut antara lain:

1. Polusi udara yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat sekitar.
2. Pencemaran air oleh sisa bahan/limbah.
3. Tanaman di sekitar timbunan limbah mengalami hambatan pertumbuhan.
4. Membutuhkan tempat pembuangan sementara yang luas sehingga mengurangi luas lahan produktif.

Pemanfaatan limbah tersebut menjadi produk yang berguna merupakan cara penanganan limbah yang jauh lebih bijaksana. Selain mereduksi dampak negatif yang ditimbulkan dari pembakaran, hal tersebut akan meningkatkan nilai ekonomi dan memberikan penghasilan tambahan bagi para pelaku industri penyulingan minyak akar wangi.

2.4 Limbah Penyulingan Minyak Akar Wangi sebagai Bahan Baku Bioinsektisida

Hasil samping dari penyulingan minyak akar wangi adalah limbah berupa ampas akar tanaman akar wangi (Gambar 2.6). Secara fisik, limbah penyulingan minyak akar wangi mempunyai aroma dan bentuk yang tidak jauh berbeda dengan akar wangi yang belum mengalami penyulingan. Hal tersebut memunculkan dugaan bahwa limbah penyulingan minyak akar wangi masih mengandung minyak atsiri dan berbagai senyawa aktif lainnya. Dugaan tersebut dikuatkan dengan timbulnya aroma kuat saat pembakaran limbah penyulingan. Hal menarik lainnya adalah tidak ditemukannya serangga di sekitar industri penyulingan minyak akar wangi. Hal ini menunjukkan sifat bioinsektisida dari akar wangi, baik dalam bentuk segar maupun setelah berubah menjadi limbah.

Minyak akar wangi sendiri telah diteliti mengandung senyawa aktif yang bersifat menolak serangga (*repellent*) di antaranya khusimol, epizizanal, α -vetivon, β -vetivon (Thubthimthed, S. *et al.*, 2008). Dengan demikian limbah penyulingan yang beraroma sangat kuat, berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku bioinsektisida, baik berupa dupa atau obat nyamuk bakar, *spray* (semprot), maupun *lotion*. Selain itu, aroma akar wangi yang khas dapat

dimanfaatkan sebagai bahan aromaterapi seperti yang telah dilakukan pada sisa hasil penyulingan minyak nilam (Manoi, 2008).



Gambar 2.6 Ampas atau limbah penyulingan minyak akar wangi.

Sebagai bioinsektisida, limbah penyulingan minyak akar wangi mempunyai sejumlah keunggulan dibandingkan dengan insektisida yang banyak diperdagangkan di pasaran. Bahan aktif insektisida tersebut berasal dari bahan sintesis yang umumnya lebih tidak ramah lingkungan bila dibandingkan bahan aktif alami. Selain itu, bioinsektisida dari limbah penyulingan minyak akar wangi akan menimbulkan aroma harum yang akan meningkatkan nilai jualnya.

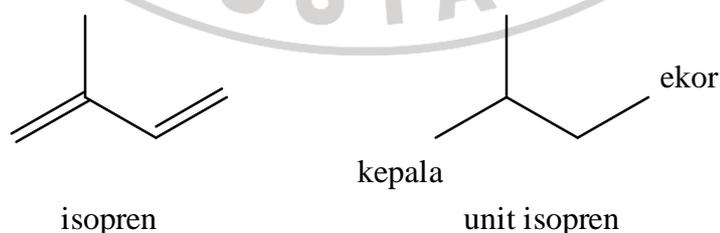
Penggunaan insektisida dengan bahan aktif sintesis memang memberikan hasil yang efektif, namun banyak dampak negatif yang ditimbulkan baik terhadap organisme hidup maupun lingkungan sekitar. Menurut WHO (*World Health Organization*), penggunaan insektisida dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kanker, cacat tubuh, dan kemandulan. Dampak negatif lain diantaranya adalah kematian musuh alami dari organisme pengganggu, kematian organisme yang menguntungkan, mengganggu kualitas dan keseimbangan lingkungan hidup akibat adanya residu serta timbulnya resistensi pada hewan sasaran. Dengan demikian perlu pengembangan insektisida baru yang lebih aman

dan ramah lingkungan. Pengendalian menggunakan insektisida hayati (nabati) adalah salah satunya. Insektisida hayati (bioinsektisida) diartikan sebagai suatu insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan yang mengandung bahan kimia (bioaktif) yang toksik terhadap serangga namun mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia. Selain itu insektisida nabati juga bersifat selektif (Moehammadi, 2005).

2.5 Fitokimia

1. Terpenoid

Terpenoid merupakan suatu golongan hidrokarbon yang banyak dihasilkan oleh tumbuhan yang terutama terkandung pada getah dan vakuola selnya. Senyawa terpenoid hanya mengandung atom karbon dan hidrogen, atau atom karbon, hidrogen, dan oksigen yang tidak bersifat aromatik (Achmad, 1986). Sebagian besar senyawa terpenoid mengandung atom karbon yang jumlahnya merupakan kelipatan lima (C_5) yang biasa disebut unit isopren karena kerangka karbonnya sama seperti senyawa isopren. Gambar 2.7 menunjukkan struktur isopren dan unit isopren.



Gambar 2.7 Struktur isopren dan unit isopren.

Adapun pembagian kelompok dalam senyawa terpenoid tertera pada

Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Kelompok terpenoid dan sumbernya

Kelompok Terpenoid	Jumlah Karbon	Sumber
Monoterpen	C ₁₀	Minyak atsiri
Seskuiterpen	C ₁₅	Minyak atsiri
Diterpen	C ₂₀	Resin pinus
Triterpen	C ₃₀	Damar
Tetraterpen	C ₄₀	Zat warna karoten
Politerpen	C > 40	Karet alam

Keteraturan struktur terpenoid dirumuskan dalam kaidah isopren. Kaidah ini menyatakan bahwa struktur molekul terpenoid dibangun oleh dua atau lebih unit isopren yang berkaitan secara kepala ke ekor (*head to tail*). Kaidah ini merupakan ciri khas dari sebagian besar terpenoid sehingga dapat digunakan sebagai hipotesa dalam menetapkan struktur terpenoid.

2. Flavonoid

Senyawa flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, dan biru serta sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan (Lenny, 2006).

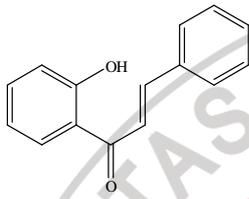
Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzen (C₆) terikat pada suatu rantai propana (C₃) sehingga membentuk suatu susunan C₆-C₃-C₆. Susunan ini dapat menghasilkan

tiga jenis struktur senyawa flavonoid yaitu 1,3-diarilpropan (flavonoid); 1,2-diarilpropan (isoflavonoid); dan 1,1-diarilpropan (neoflavonoid).

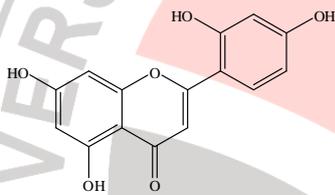
Adapun pembagian senyawa pada flavonoid adalah sebagai berikut:

(Aisyah, 2008)

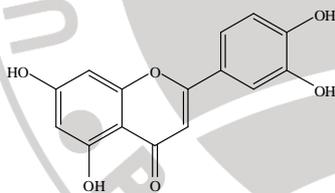
1) Calkon



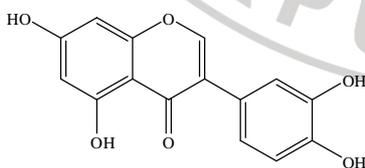
2) Flavanon



3) Flavon



4) Isoflavon



3. Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang terdapat pada banyak tanaman. Saponin ada pada tanaman dengan konsentrasi tinggi pada bagian-bagian tertentu dan dipengaruhi oleh varietas tanaman dan tahap pertumbuhan. Adapun sifat-sifat dari saponin adalah sebagai berikut:

- 1) Mempunyai rasa pahit
- 2) Dalam air membentuk busa yang stabil
- 3) Menghemolisa eritrosit
- 4) Sulit untuk dimurnikan dan diidentifikasi
- 5) Massa molekul relatif tinggi
- 6) Merupakan racun kuat untuk ikan dan amfibi

2.6 Identifikasi Senyawa dan Penentuan Struktur

Suatu senyawa bahan alam hasil isolasi akan diidentifikasi berdasarkan sifat kimia, fisika dan identifikasi dengan spektroskopi. Dari isolasi dengan menggunakan metoda standar tidak semua senyawa akan secara utuh seperti yang terdapat dalam tumbuhan tersebut, karena sebagian senyawa ada yang terlarut dan terpecah selama proses isolasi dan hasil terjadi seperti putusnya ikatan glikosida membentuk aglikon dan gula dengan adanya air.

Identifikasi senyawa metabolit sekunder dan elucidasi struktur senyawa ditemukan merupakan tahap yang sangat menentukan dalam proses mengenal, mengetahui dan pada akhirnya menetapkan rumus molekul yang sebenarnya dari senyawa tersebut.

Diantara metode identifikasi dan elusidasi struktur yang diperoleh dapat dilakukan dengan metoda standar yang sudah dikenal untuk menentukan senyawa kimia dan termasuk derivat-derivatnya antara lain metode spektrometri dan metode kromatografi (Silverstein, 1991). Adapun dalam analisis dan identifikasi ekstrak etanol limbah penyulingan akar wangi digunakan gabungan dari kedua metode tersebut, yaitu GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*).

Spektrometri GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*)

Dalam analisis ini, metode spektrometri massa digabungkan dengan metode kromatografi gas. Senyawa isolat dianalisis terlebih dahulu menggunakan kromatografi gas yang selanjutnya setiap komponen dianalisis menggunakan spektrometri massa. Kromatografi gas merupakan pemisahan campuran senyawa yang cukup stabil pada pemanasan, karena sampel yang digunakan akan diubah menjadi fasa gas dan dengan adanya perbedaan keterikatan senyawa pada fasa padat yang digunakan terhadap senyawa organik sehingga terjadi pemisahan masing-masing senyawa dari campurannya. Setiap puncak yang terdapat pada hasil GC (*Gas Chromatography*), dianalisis dengan MS (*Mass Spectrometry*) yang selanjutnya dibandingkan dengan *data base* (pustaka) yang ada.

2.7 Uji Toksisitas Biolarvasida

Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Insektisida yang baik mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat serta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan hewan ternak, murah harganya dan mudah didapat dalam

jumlah besar, mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar, mudah dipergunakan dan dapat dicampur dengan berbagai macam bahan pelarut serta tidak berwarna. Adapun insektisida untuk membunuh serangga stadium larva/nimfa disebut larvasida (Gandahusada, dkk., 2003). Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Kedua, “larva adalah serangga yang belum dewasa yang baru keluar dari telurnya.”

Nyamuk termasuk kelas Insekta, ordo Diptera dan famili Culicidae. Serangga ini selain mengganggu manusia dan binatang melalui gigitannya, juga dapat berperan sebagai vektor penyakit pada manusia dan binatang yang penyebabnya terdiri atas berbagai macam parasit. Parasit penyebab filariasis tumbuh, sedangkan parasit penyebab penyakit malaria tumbuh dan berkembangbiak dalam badan nyamuk menjadi bentuk efektif sebelum ditularkan dari penderita kepada orang yang sehat. Penyakit yang disebabkan oleh virus seperti DHF, Chikungunya dan demam kuning, virus penyebabnya, dalam badan nyamuk berkembang menjadi banyak sebelum ditularkan.

Famili Culicidae dibagi menjadi tiga tribus, yaitu Anophelini (*Anopheles*), tribus Culicini (*Culex*, *Aedes*, *Mansonia*) dan tribus Toxorhynchitini (*Toxorhynchites*). Jumlah spesies yang telah diketahui \pm 2400 ekor.

Tempat hidup nyamuk di ketinggian 4200 meter di atas permukaan laut sampai 115 meter di bawah permukaan laut. Jumlah spesies di daerah tropik lebih banyak dibandingkan dengan di daerah dingin seperti di kutub selatan. Nyamuk mengalami metamorfosis sempurna: Telur – larva – pupa – dewasa. Stadium telur, larva dan pupa hidup di dalam air sedangkan stadium dewasa hidup di udara.

Nyamuk dewasa betina biasanya mengisap darah manusia dan binatang (Gandahusada, 2003).

Beberapa tanaman telah dilaporkan mempunyai bioaktivitas sebagai larvasida dengan cara menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian larva. Pada umumnya bahan aktif yang diperoleh dari tanaman berupa *essential oil* yang berfungsi sebagai larvasida dan bersifat toksik bagi nyamuk dewasa (Astuti, 2008).

Jenis larvasida yang berasal dari tumbuhan disebut biolarvasida. Sehingga termasuk bioinsektisida yang ramah lingkungan serta pada umumnya memiliki kelebihan tertentu yang tidak dimiliki oleh insektisida sintesis. Dalam pencarian senyawa insektisida baru dari bahan alam sebagai sarana untuk mengetahui bioaktivitasnya perlu dilakukan uji hayati yang diawali dengan ekstraksi hingga isolasi senyawa aktif.

Besaran umum dalam uji hayati yang biasa digunakan untuk menyatakan keefektifan zat bioaktif dalam menimbulkan respon pada organisme uji adalah ED_{50} (*Effective Dose*), yaitu dosis zat yang dapat menyebabkan separuh dari populasi organisme uji memberikan respon. Apabila tingkat respon yang dikehendaki 90%, besaran yang digunakan adalah ED_{90} , tingkat respon 99%, ED_{99} , dan sebagainya.

Respon hewan uji terhadap perlakuan insektisida yang umum diamati adalah kematian. Keefektifan dalam membunuh biasa disebut dengan istilah toksisitas. Keefektifan insektisida dalam membunuh hewan uji biasa dinyatakan dengan besaran yang lebih spesifik, yaitu LD_{50} (*Lethal Dose*). LD_{50} umumnya

dinyatakan dengan satuan mg racun per kg berat badan hewan uji (mg/kg) atau mg racun per hewan uji (misal: mg/belalang). Jumlah racun yang diberikan pada serangga uji tidak dapat diketahui dengan pasti dan insektisida yang digunakan hanya dinyatakan dalam satuan konsentrasi, disebut toksisitas yang dinyatakan sebagai LC (*Lethal Concentration*).

Dalam kaitannya dengan kecepatan kerja insektisida, toksisitas insektisida sering dinyatakan dengan nilai LT_{50} (*Lethal Time*), yaitu waktu yang diperlukan untuk mematikan separuh dari populasi hewan uji yang diberi perlakuan insektisida pada dosis atau konsentrasi tertentu (Indah, 2006).

Aedes aegypti

Klasifikasi ilmiah nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Diptera
Famili : Culicidae
Genus : Aedes
Spesies : *Aedes aegypti*

Larva *Aedes aegypti* (Gambar 2.8) berbentuk silindris dengan kepala membulat, antena pendek dan halus. Alat pernafasan larva menggunakan siphon yang berada di ruas kedelapan dari abdomen, sedangkan untuk mengambil makanan menggunakan rambut-rambut yang ada di kepala yang berbentuk seperti sikat.



Gambar 2.8 Larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Larva mengalami 4 kali instar, lama stadium ini hanya berlangsung selama 6-9 hari. Lamanya larva mengalami *moulting* (pergantian kulit) dan ukuran larva dipengaruhi oleh nutrisi atau makanan yang diperoleh. Secara umum makanan larva di alam berupa mikroba dan jasad renik seperti *flagelata*, *ciliate*, dan *rhizopora* (Astuti, 2008).

Culex sp.

Klasifikasi ilmiah nyamuk *Culex sp.* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insekta
 Ordo : Diptera
 Famili : Culicidae
 Genus : *Culex*
 Spesies : *Culex sp.*

Larva terdiri atas 4 substadium (instar) dan mengambil makanan dari tempat induknya. Pertumbuhan larva instar I sampai IV pada genus *Culex* berlangsung selama 6-8 hari. Larva tumbuh menjadi pupa yang tidak makan, tetapi masih memerlukan oksigen yang diambilnya melalui tabung pernafasan (*breathing trumpet*). Untuk tumbuh menjadi nyamuk dewasa diperlukan waktu 1-

3 hari sampai beberapa minggu. Pupa jantan menetas terlebih dahulu, nyamuk jantan ini biasanya tidak pergi jauh dari tempat perindukan, menunggu nyamuk betina untuk berkopulasi. Nyamuk betina kemudian mengisap darah yang diperlukan untuk pembentukan telur, tetapi ada beberapa spesies yang tidak memerlukan darah untuk pembentukan telurnya (*autogen*). Misalnya *Toxorhynchites amboinensis* (Gandahusada, 2003).

Anopheles sundaicus

Klasifikasi ilmiah nyamuk *Anopheles sundaicus* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Diptera
Famili	: Culicidae
Genus	: Anopheles
Spesies	: <i>Anopheles sundaicus</i>

Larva nyamuk *Anopheles sundaicus* (Gambar 2.9) mampu berenang ke bawah permukaan air paling dalam 1 meter. Larva ini memakan zat-zat organik di dalam air dalam pertumbuhannya menjadi pupa. Ketika beristirahat, larva nyamuk *Anopheles sundaicus* sejajar dengan permukaan air dan bergerak secara mendatar. Stadium larva *Anopheles sundaicus* ini memerlukan waktu 7-8 hari.



Gambar 2.9 Larva nyamuk *Anopheles sundaicus*.

Larva *Anopheles sunaicus* panjangnya 5 mm, dengan warna coklat atau kehijau-hijauan. Untuk mengidentifikasi larva ini, dapat dilihat tanda-tanda sebagai berikut:

1. Bulu selukung dalam depan berjauhan
2. Bulu kipas abdomen segmen I tumbuh sempurna
3. Bulu selukung dalam sederhana
4. Bulu lubang udara 7-8
5. Pada ruas perut X, duri-durinya kasar dan berpigmen, berbentuk kerucut, letaknya tidak berhamburan. Jumlah yang berpigmen adalah 76%.

Tempat berkembang biak *Anopheles sunaicus* adalah air payau, dimana biasanya terdapat tumbuh-tumbuhan *Enteromorpha*, *Chsetomorpha* dengan kadar garam kesukaannya adalah 1,2 - 1,8 % dan tidak suka pada kadar garam lebih dari 4%. Lebih menyukai daerah terbuka yang langsung terkena sinar matahari seperti pada rawa atau genangan/telaga yang terlindung oleh tambak-tambak dan pesisir pantai, muara sungai yang sedang menutup, galian-galian sepanjang pesisir pantai yang terisi air, serta genangan atau penampungan air payau yang lain (Wardoyo, 2008).