

## BAB 2

## TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Culex sp.*2.1.1 Taksonomi *Culex sp.*

Kingdom : *Animal*

Phylum : *Arthropoda*

Subphylum : *Hexapoda*

Class : *Insecta*

Subclass : *Pterygota*

Ordo : *Diptera*

Subordo : *Nematocera*

Familia : *Culicidae*

Subfamilia : *Culiciana*

Genus : *Culex*

Spesies : *Culex sp.*

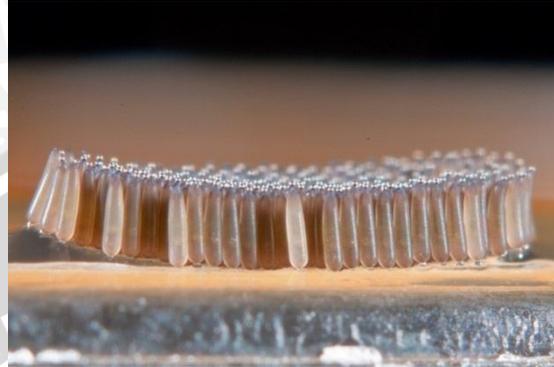
(Myers, dkk., 2015)

2.1.2 Morfologi *Culex sp.*

## 2.1.2.1 Telur

Telur *Culex sp* berbentuk lonjong dengan ukuran 0,7 cm dan corona yang berbentuk mangkuk dan tidak mempunyai pelampung, dibungkus kulit berlapis tiga yang mempunyai saluran berupa corong. Telur nyamuk *Culex sp.* biasanya ditemukan di permukaan air, diletakkan secara berderet dan bergerombol dalam

bentuk seperti rakit berukuran  $\frac{1}{4}$  inci x  $\frac{1}{8}$  inci yang berisi 200-300 butir telur (Hadidjaja, 2010).



**Gambar 2.1** Telur Nyamuk *Culex sp.* (Guzman, 2010)

#### 2.1.2.2 Larva

Larva *Culex sp.* terbagi atas 3 bagian tubuh yaitu abdomen, thoraks, dan kepala. Bentuk siphon larva nyamuk *Culex sp.* kecil dan langsing. Siphon tersebut bisa ditemui di bagian abdomen terakhir dengan rambut siphon yang berkelompok-kelompok, bentuk *comb scale* lebih dari satu baris, dan bersarang pada 45 derajat permukaan air (Hadidjaja, 2010).

Ada 4 tingkatan perkembangan larva yaitu :

1. Larva I : berukuran 1-2 mm, duri-duri (spinae) pada dada belum jelas dan corong pernapasan pada siphon belum jelas.
2. Larva II : berukuran 2,5-3,5 mm, duri-duri belum jelas, corong kepala mulai menghitam.
3. Larva III : berukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman.
4. Larva IV : berukuran 5-6 mm dengan warna kepala gelap.

(Vidyana, 2015)



**Gambar 2.2** Larva Nyamuk *Culex* sp. (Hill S. dan Connolly R., 2013)

#### 2.1.2.3 Pupa

Bentuk pupa nyamuk *Culex* sp. tampak seperti koma, ukurannya besar namun lebih ramping daripada pupa spesies nyamuk lain. *Air tube* berbentuk seperti tabung dengan *pasa paddle* tidak berduri (Vidyana, 2015)



**Gambar 2.3** Pupa Nyamuk *Culex* sp. (Hill S. dan Connolly R., 2013)

#### 2.1.2.4 Dewasa

Tubuh nyamuk *Culex sp.* dewasa berukuran 4 mm – 13 mm. Tubuh nyamuk dewasa *Culex sp.* terbagi atas 3 bagian yaitu kepala, dada, dan perut.

Di bagian kepalanya terdapat probosis halus dan ukurannya melebihi panjang kepala. Pada nyamuk betina, probosis tersebut digunakan untuk menghisap zat-zat cair seperti cairan pada tumbuh-tumbuhan, buah-buahan, dan juga keringat. Terdapat juga sepasang antena yang berbentuk filiform yang panjang dan ramping. Antena pada nyamuk betina jumlah rambutnya lebih jarang (pilose) daripada nyamuk jantan (plumose). Di antara antena dan probosis terdapat sepasang palpus yang terdiri dari 5 ruas. Gunanya adalah untuk mendeteksi karbondioksida dan tingkat kelembaban. Nyamuk betina memiliki probosis yang lebih panjang dan tajam.

Dada nyamuk *Culex sp.* terdiri atas *protoraks*, *mesotoraks*, dan *metatoraks*. *Mesotoraks* merupakan bagian dada yang terbesar yang digunakan untuk menyesuaikan tubuhnya saat terbang. Sebagian besar toraks yang tampak (*mesotonum*), diliputi bulu halus. Nyamuk *Culex sp.* memiliki 3 pasang kaki (*hexapoda*) yang melekat pada toraks dan tiap kaki terdiri dari 1 ruas femur, 1 ruas tibia dan 5 ruas tarsus.

Tubuh terdiri atas 10 segmen abdomen berbentuk silinder yang terdiri atas 10 ruas. Segmen yang terlihat mulai dari segmen pertama hingga segmen ke-8, dan pada 2 segmen terakhir biasanya termodifikasi menjadi alat reproduksi.

Sayap nyamuk berukuran panjang, langsing, tidak berwarna (transparan) dan terdiri atas percabangan-percabangan (vena) dan dilengkapi dengan sisik.

*Fringe* atau deretan rambut terdapat pada bagian pinggir sayap. (Risma, dkk., 2013)



**Gambar 2.4** Nyamuk Dewasa *Culex sp.* (Hill S. dan Connelly R., 2013)

### 2.1.3 Siklus Hidup *Culex sp.*

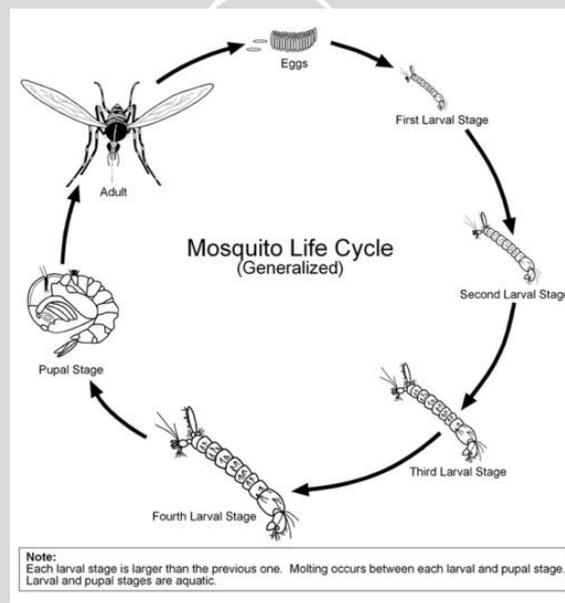
Waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus hidup *Culex sp.* mulai dari telur hingga dewasa adalah sekitar 14 hari. Untuk bertelur, nyamuk betina akan mencari tempat yang sesuai seperti genangan air yang lembab (Astuti, 2011).

Nyamuk *Culex sp.* betina meletakkan telur di atas permukaan air dan sekaligus bertelur menghasilkan 100 telur. Biasanya telur-telur itu mampu bertahan selama 6 bulan. Telur akan menjadi jentik setelah sekitar 2 hari (Astuti, 2011).

Durasi stadium larva adalah 6-8 hari. Stadium ini terbagi atas 4 tingkat perkembangan atau instar sesuai dengan pertumbuhan larva tersebut. Instar I terjadi setelah 1-2 hari telur menetas, instar II terjadi setelah 2-3 hari telur menetas, instar III terjadi setelah 3-4 hari telur menetas, dan instar IV terjadi setelah 4-6 hari telur menetas (Astuti, 2011).

Stadium pupa berlangsung selama 2-3 hari. Lama waktu stadium pupa dapat diperpanjang dengan menurunkan suhu pada tempat perkembangbiakan, tetapi pada suhu yang sangat rendah dibawah 10°C pupa tidak mengalami perkembangan (Vidyana, 2015).

Stadium dewasa terjadi setelah 9-10 hari telur menetas. Walaupun umur nyamuk *Culex sp.* betina hanya 2 minggu saja, tetapi waktu tersebut cukup untuk menyebarkan virus dari manusia yang terinfeksi ke manusia yang lain (Vidyana, 2015).



**Gambar 2.5** Siklus Hidup Nyamuk (Hill dan MacDonald, 2008)

#### 2.1.4 Perilaku *Culex sp.*

Nyamuk tertarik pada benda dan pakaian berwarna gelap, manusia, dan hewan. Hal ini dikarenakan oleh rangsangan bau zat-zat yang dikeluarkan hewan, terutama CO<sub>2</sub> dan beberapa asam amino (Astuti, 2011). Waktu keaktifan nyamuk *Culex sp.* adalah pada malam hari. Kemudian nyamuk *Culex sp.* akan

mencari tempat yang lembab dan dingin untuk mencerna. Dibutuhkan 1-3 kali makan untuk menghasilkan segerombolan telur (Vidyana, 2015).

### 2.1.5 Proses Penciuman (*Olfactory Process*)

Proses penciuman (*olfactory process*) nyamuk mempunyai peran penting dalam repelan. Bau atau zat kimia mampu dideteksi dan diidentifikasi dari jarak jauh oleh nyamuk. Organ penciuman pada nyamuk yaitu meliputi antena dan palps maksilaris. Kedua organ tersebut dilapisi dengan rambut sensorik yang disebut sensilla, yang masing-masing merupakan tempat dendrit dari beberapa saraf reseptor olfaktori atau *olfactory receptor neurons* (ORNs). Setiap ORN di sensilla menghasilkan potensial aksi yang memungkinkan proses identifikasi oleh ORNs terhadap stimulus olfaktori (Carey, A.F dan Carlson, J.R., 2011).

Deteksi bau dimulai dengan interaksi antara bau dengan protein reseptor yang terdapat pada membran dendritik ORNs. ORNs terletak di ujung akson untuk impuls saraf dan di ujung dendrit untuk mendeteksi bahan-bahan kimia. Bau diterima oleh ORNs di ujung dendrit antena nyamuk. ORNs memproyeksikan ke daerah glomerulus yang berbeda pada lobus antena di deuteroserebrum dari sistem saraf pusat. Kemudian sinyal saraf akhirnya ditransduksi pada saraf proyeksi atau *projection neuron* (PN) di potoserebrum dan memunculkan respon tindakan dari nyamuk (PengFei, dkk., 2013).

### 2.1.6 Kepentingan Medis *Culex sp.*

#### 2.1.6.1 Filariasis

Filariasis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh cacing filaria yang ditularkan melalui berbagai jenis nyamuk. Terdapat tiga spesies cacing

penyebab Filariasis yaitu: *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori*.

Semua spesies tersebut terdapat di Indonesia, namun lebih dari 70% kasus filariasis di Indonesia disebabkan oleh *Brugia malayi*. (Pusat Data dan Surveilans Epidemiologi Kemenkes RI, 2010)

Cacing dewasa hidup dalam cairan dan saluran limfe, mengembara dalam jaringan ikat di bawah kulit dan rongga tubuh. Cacing betina mengeluarkan mikrofilaria yang akan masuk ke dalam pembuluh darah/limfe, sampai ke darah tepi dan terisap oleh nyamuk. Mikrofilaria masuk melalui proboscis dan seterusnya ke lambung nyamuk dan akan akhirnya nanti akan mencapai toraks nyamuk menjadi larva infeksiif menuju ke proboscis nyamuk lagi dan dikeluarkan oleh nyamuk betina jika menghisap darah (Tjahjani, Soeng dan Valiant, 2012).

Penyakit filariasis bersifat kronis, gejala yang ditimbulkan biasanya karena cacing dewasa yang tinggal di pembuluh getah bening,. Hal tersebut dapat menyebabkan sumbatan dan proses inflamasi lokal berupa pembengkakan jaringan. Pembengkakan yang paling sering adalah di daerah genitalia dan ekstremitas bawah. Proses inflamasi berulang akan menyebabkan pembesaran kaki, lengan, kantong buah zakar, payudara, dan kelamin wanita, disertai dengan penebalan kulit yang kasar disebut *elephantiasis* (Tjahjani, Soeng dan Valiant, 2012).

#### **2.1.6.2 Japanese Encephalitis**

*Japanese Enecephalitis* merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh virus dan penyebarannya dilakukan oleh nyamuk *Culex sp* pada manusia. Penyakit ini mengakibatkan peradangan membran di sekitar otak (Hariastuti, 2012).

Munculnya gejala pada infeksi *Japanese Encephalitis* dipengaruhi berbagai faktor seperti faktor virus, faktor inang, dan endemisitas. Faktor virus di antaranya adalah jalur masuknya virus, jumlah virus yang masuk dan daya infeksi terhadap sel syaraf. Faktor inang yang mempengaruhi adalah umur, genetik, kondisi kesehatan dan imunitas, sedangkan sekitar 10% dari populasi yang rentan dapat terinfeksi setiap tahunnya. Angka kematian yang ditimbulkan di Indonesia cukup tinggi (sekitar 23%) dan hampir 20% dari yang selamat memiliki kecacatan, jadi dapat dinilai bahwa dampak penyakit *Japanese Encephalitis* di Indonesia tergolong tinggi (Hariastuti, 2012).

*Japanese Encephalitis* umumnya menyerang anak-anak di daerah endemis. Kasus *Japanese Encephalitis* paling sering terjadi pada anak usia di bawah 5 tahun. Sedangkan pada daerah non endemis, penyakit ini menyerang anak dan dewasa. Infeksi virus *Japanese Encephalitis* umumnya tidak memiliki gejala khusus, namun dapat menyebabkan demam, meningitis, myelitis, atau ensefalitis. Ensefalitis adalah presentasi yang paling umum dikenal dan secara klinis tidak dapat dibedakan dari penyebab lain dari sindrom ensefalitis akut (Hariastuti, 2012).

### 2.1.6.3 Chikungunya

Chikungunya adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus Chikungunya yang bergenus Alphavirus dan termasuk dalam famili Togaviridae yang merupakan *re-emerging disease* yang sering menyebabkan Kejadian Luar Biasa (KLB) di berbagai daerah di kawasan Asia termasuk Indonesia. Virus Chikungunya ditularkan oleh nyamuk *Culex sp* (Maha dan Subangkit, 2013).

Penyakit Chikungunya pada dasarnya tidak menyebabkan kematian, namun menyebabkan keluhan nyeri sendi berlebihan sehingga penderita tidak dapat menjalankan aktivitas sehari-hari. Gejala yang sering dijumpai adalah demam akut disertai nyeri sendi, sakit kepala, sakit perut, mual atau muntah. Biasanya sembuh sendiri dalam waktu 7-10 hari, kecuali nyeri spada sendir yang bisa berkepanjangan bahkan sampai kronis (Maha dan Subangkit, 2013).

Diagnosis dilakukan berdasarkan gejala klinis yaitu demam disertai dengan sakit sendi dan biasanya mengenai banyak orang di daerah yang sama (*attack rate* yang tinggi), atau pemeriksaan laboratorium menggunakan *enzyme-linked assay immunosorbent* (ELISA) dan *polymerase chain reactions* (PCR) karena keterbatasan reagen dan peralatan maka kedua jenis pemeriksaan ini jarang dilakukan. Pengobatan biasanya suportif dan simptomatis. Vaksin untuk pencegahan sampai saat ini belum tersedia (Maha dan Subangkit, 2013).

## 2.2 Daun Dewa (*Gynura pseudochina*)

### 2.2.1 Taksonomi Daun Dewa (*Gynura pseudochina*)

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Phylum	: <i>Tracheophyta</i>
Subphylum	: <i>Spermatophytina</i>
Class	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Asterales</i>
Familia	: <i>Asteraceae</i>
Genus	: <i>Gynura</i>
Spesies	: <i>Gynura pseudochina</i>

(ITIS Catalogue of Life, 2015)

### 2.2.2 Morfologi Daun Dewa (*Gynura pseudochina*)

Ciri-ciri tanaman daun dewa adalah batang pendek dan lunak, tumbuh tegak dengan tinggi 40-75 cm, berbentuk segi lima, penampang lonjong, berambut halus dan berwarna ungu kehijauan. Daun tunggal tersebar mengelilingi batang, bertangkai pendek dan berbentuk bulat lonjong, berdaging. Terdapat bulu halus pada daun dengan ujung daun yang tumpul dan tepi bertoreh. Sementara pada pangkal daun meruncing serta pertulangan daun berwaena hijau tua tersebut menyirip. Panjang daun adalah 8-20 cm dan lebar 5-10 cm.

Bunga daun dewa termasuk dalam bunga majemuk. Tempat tumbuhnya yaitu di ujung batang dan bentuknya bonggol. Didapati bulu dan benang sari berbentuk jarum pada bunga. Bijinya coklat berbentuk jarum dan panjang sekitar 0,5 cm. Akarnya merupakan akar tunggang dengan warna kuning muda berbentuk umbi dan berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan. (Astari, 2011).



**Gambar 2.6** Tanaman Daun Dewa (Kwan, 2013)

### 2.2.3 Kandungan dan Manfaat Daun Dewa (*Gynura pseudochina*)

Tanaman daun dewa mengandung berbagai macam senyawa. Di antaranya adalah senyawa alkaloid, flavonoid, tanin galat, saponin, dan steroid/triterpenoid, serta 20 jenis minyak atsiri (Fuadzy dan Marina, 2012). Semua senyawa tersebut bersifat toksik dan terbukti berkhasiat sebagai insektisida, *repellent*, dan penghambat aktivitas makan (*anti feedant*) pada serangga (Fuadzy dan Marina, 2012). Kandungan lain yang terdapat pada tanaman daun dewa adalah unsur kalium, kalsium, dan magnesium (Widyaningsih, 2010).

Terdapat banyak sekali manfaat yang bisa diambil dari tanaman daun dewa. Kajian farmakologi menunjukkan bahwa daun dewa terbukti mempunyai berbagai aktivitas biologis yang memperkuat dasar ilmiah penggunaannya sebagai obat tradisional. Daun dewa juga telah terbukti pada hewan percobaan dapat menurunkan kadar kolesterol darah, menurunkan kadar asam urat, antiinflamasi (Harrizul, *dkk.*, 2012).

## 2.3 Bahan Aktif dalam Daun Dewa yang Berpotensi Sebagai *Repellent*

### 2.3.1 Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu golongan fenol alam terbesar yang terdapat dalam semua tumbuhan hijau. Dalam tumbuhan, aglikon flavonoid (yaitu flavonoid tanpa gula terikat) terdapat dalam bentuk struktur yang bermacam-macam. Semuanya mengandung 15 atom karbon dalam inti dasarnya, yang tersusun dalam konfigurasi  $C_6-C_3-C_6$ , yaitu dua cincin aromatik yang

dihubungkan oleh satuan tiga karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin ketiga. Hasil studi yang dilakukan oleh Mesellhy (2012) di Mesir menyatakan bahwa flavonoid memiliki peran sebagai penghalang defensif terhadap serangga.

### **2.3.1.1 Sifat Fisika dan Kimia Flavonoid**

Flavonoid mempunyai sifat kimia senyawa fenol, yaitu agak asam sehingga dapat larut dalam basa. Tapi jika dibiarkan dalam larutan basa, maka akan terurai, apalagi dengan adanya oksigen. Flavonoid merupakan senyawa polar maka umumnya cukup larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, dan lain-lain. Dengan adanya gula yang terikat pada flavonoid menyebabkan flavonoid mudah larut dalam air. Flavonoid mudah diekstraksi dengan etanol 70% dan tetap ada dalam lapisan air setelah ekstrak ini dikocok dengan eter minyak bumi. Flavonoid berupa senyawa fenol, karena itu warnanya berubah bila ditambah basa atau amonia, jadi mereka mudah dideteksi pada kromatogram atau dalam larutan (Doloksaribu, 2011).

### **2.3.2 Alkaloid**

Alkaloid adalah senyawa dari tumbuh-tumbuhan yang terjadi secara alamiah mempunyai sifat basa dan paling tidak mengandung satu atom nitrogen yang membentuk bagian dari suatu sistem siklik (Mursiti dan Matsjeh, 2013). Alkaloid mempunyai efek dalam bidang kesehatan berupa pemicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, obat penenang, obat penyakit jantung, dan lain-lain (Simbala, 2009).

### 2.3.2.1 Sifat Fisika dan Kimia Alkaloid

Alkaloid umumnya mempunyai 1 atom N, meskipun beberapa ada yang memiliki lebih dari 1 atom N. Atom N ini dapat berupa amin primer, sekunder, maupun tersier yang semuanya bersifat basa. Umumnya, alkaloid yang telah diisolasi berupa padatan kristal tidak larut dengan titik lebur tertentu atau mempunyai kisaran dekomposisi. Alkaloid tidak berwarna, tetapi beberapa senyawa yang kompleks, berwarna seperti contohnya berberin berwarna kuning dan betanin berwarna merah.

Alkaloid bersifat basa dan hal ini bergantung pada ada atau tidaknya pasangan elektron pada nitrogen. Kebasaan alkaloid menyebabkan senyawa tersebut sangat mudah mengalami dekomposisi, terutama oleh panas dan sinar dengan adanya oksigen. Dekomposisi ini bisa menimbulkan reaksi tertentu jika penyimpanan berlangsung dalam waktu yang lama (Robinson, 2010).

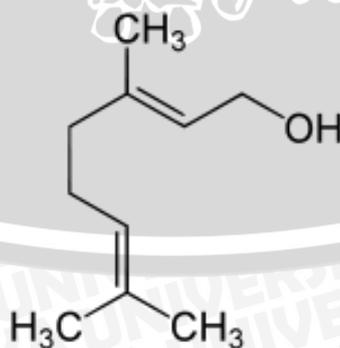
### 2.3.3 Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan salah satu jenis minyak nabati yang memiliki berbagai macam manfaat. Karakter fisiknya berupa cairan kental yang dapat disimpan pada suhu ruang. Ciri khasnya adalah mudah menguap dan beraroma khas. Minyak atsiri memiliki manfaat untuk kesehatan seperti antiradang, antiserangga, antiinflamasi, antiflogistik, dan dekongestan (Rusli, 2010).

Para petani sering menggunakan minyak atsiri sebagai pembasmi serangga karena beberapa wangi yang dihasilkan minyak atsiri tidak disukai oleh serangga dan hama pengganggu tanaman. Beberapa minyak atsiri mengandung metil eugenol, yaitu zat yang dimanfaatkan oleh petani untuk membasmi lalat buah. Serangga pengganggu lainnya yang dapat dibasmi adalah kecoa, nyamuk, dan lalat. (Rusli, 2010).

Secara kimiawi, minyak atsiri tersusun dari campuran yang rumit berbagai senyawa, namun suatu senyawa tertentu biasanya bertanggung jawab atas suatu aroma tertentu. Sebagian besar minyak atsiri termasuk dalam golongan senyawa organik terpena dan terpenoid yang berifat larut dalam air/lipofil. Senyawa terpena dan terpenoid merupakan penggabungan antara unit-unit isoprene dan isopentan dan terbentuk di dalam tumbuhan sebagai hasil proses biosintesis (Gunawan dan Mulyani, 2004).

Monoterpen ( $C_{10}$ ) dan seskuioterpen ( $C_{15}$ ) adalah komponen utama banyak minyak atsiri. Monoterpen mempunyai sifat-sifat berupa cairan tidak berwarna, tidak larut dalam air, dapat disuling dengan uap air, berinteraksi dengan lemak/minyak berbau harum (Robinson, 2010). Monoterpen seperti limonen dan  $\alpha$ -pinene, juga alkohol terpen seperti linalool, geraniol, dan sitronellol merupakan komponen-komponen utama dalam minyak atsiri dari bunga dan tumbuhan. Seskuioterpenoid adalah senyawa yang berperan penting dalam memberi aroma pada bunga dan buah. Yang ditemukan pada tanaman Daun Dewa adalah komponen monoterpen berupa geraniol (Nilawati, 2007). Geraniol memiliki rumus bangun sebagai berikut:



**Gambar 2.7** Struktur Geraniol (Yikrazuul, 2008)

### 2.3.3.1 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Atsiri

Berat jenis minyak atsiri umumnya berkisar antara 0,800-1,180. Berat jenis merupakan salah satu syarat penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Setiap jenis minyak atsiri memiliki kemampuan memutar bidang polarisasi cahaya ke arah kiri atau kanan atau disebut sifat optis aktif. Besarnya pemutaran ditentukan oleh suhu, jenis minyak atsiri, dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Reaksi oksidasi pada minyak atsiri terutama terjadi pada ikatan rangkap dalam terpen. Proses hidrolisis terjadi pada minyak atsiri yang mengandung ester. Proses hidrolisis ester merupakan proses pemisahan gugus OR dalam molekul ester sehingga terbentuk asam bebas dan alkohol. Beberapa fraksi dalam minyak atsiri dapat membentuk resin yang merupakan senyawa polimer. (Cairns, 2004).

## 2.4 *Repellent*

*Repellent* adalah zat atau bahan yang dioleskan pada kulit, pakaian, atau permukaan lain yang membuat serangga (dan arthropoda umumnya) enggan mendarat atau hinggap di permukaan yang sudah dioleskan *repellent* (Patel, dkk., 2012). *Repellent* bekerja dengan cara tidak membuat nyamuk tertarik pada manusia sehingga nyamuk akan menghindari bagian tubuh yang sudah dioleskan *repellent*. *Repellent* tidak bekerja dengan cara membunuh nyamuk (Rutledge dan Day, 2014). Mekanisme *repellent* adalah dengan memanipulasi bau dan rasa dari kulit dengan menghambat reseptor asam laktat yang terdapat pada antena nyamuk yang sangat sensitif dan dapat mendeteksi dari jarak 2,5

meter. *Repellent* nyamuk terbagi atas tiga metode yaitu metode kimiawi, non kimiawi, dan biologis (Patel, *dkk*, 2012).

Pada metode kimiawi biasanya digunakan *repellent* sintetik, yaitu DEET (N,N-diethyl-m-toluamide), zat kimia yang paling efektif dijadikan *repellent*. Contoh lain zat *repellent* kimiawi adalah Icaridin atau biasa dikenal dengan picaridin, permethrin, dan IR353 (3-[N-butil-N-asetil]-asam aminopropionik, etil ester). Keuntungan dengan *repellent* sintetik lebih efektif dibandingkan dengan *repellent* dengan bahan aktif alami. Cara kerja *repellent* sintetik juga lebih lama daripada *repellent* dengan bahan aktif alami. Sayangnya, masih terdapat banyak kekurangan dari *repellent* bahan kimia sintetik. Contoh efek sampingnya adalah mengakibatkan ruam kulit dan iritasi mata, bahkan yang lebih parah mengakibatkan syok anafilaktik, tekanan darah rendah, dan kematian (Patel, *dkk.*,2012).

Selain *repellent* sintetik, metode kimiawi juga meliputi *repellent* alami. Hal ini dikarenakan adanya banyak kekurangan pada *repellent* sintetik yang mampu mengganggu kesehatan. Terdapat banyak preparat alami yang bisa dijadikan *repellent*, yaitu minyak kemangi, minyak kayu pohon cemara, minyak kayu manis, minyak kayu putih, minyak bawang putih, dan lainnya. Kelebihan dari *repellent* alami adalah tidak lengket, tidak memiliki efek toksik, dan ramah lingkungan. Penggunaannya aman pada anak-anak dan resiko iritasi lebih sedikit merupakan kelebihan yang lain. Kekurangannya yaitu durasi kerjanya lebih pendek karena minyak atsiri dalam *repellent* alami lebih cepat menguap (Patel, *dkk.*, 2012).

Metode *repellent* non kimiawi bisa menggunakan metode fisik dan metode mekanik. Dari metode fisik, terdapat beberapa contoh seperti jaring nyamuk yang sudah diberi obat maupun tidak dan jebakan nyamuk yang ditambahkan atraktan. Dari metode mekanik bisa menggunakan raket nyamuk elektrik atau magnet nyamuk (Patel, *dkk.*, 2012).

Berikut ini adalah petunjuk pemakaian *repellent* berdasarkan rekomendasi dari *Environmental Protein Agency* (EPA):

1. Menggunakan *repellent* hanya untuk kulit yang terbuka dan/atau di pakaian. Jangan digunakan pada kulit yang terlindungi pakaian.
2. Jangan menggunakan *repellent* pada luka, bekas sayatan, atau kulit yang iritasi.
3. Jangan menggunakan *repellent* pada mata atau mulut dan gunakan sesedikit mungkin di sekitar telinga. Jika menggunakan *repellent* dalam bentuk semprot, jangan disemprot langsung ke arah wajah, tetapi semprot pada tangan lebih dulu kemudian sapukan pada wajah.
4. Jangan biarkan anak-anak memegang atau menyemprotkan produk *repellent*. Saat menggunakan pada anak-anak, aplikasikan pada tangan kita terlebih dahulu lalu pada anak-anak. Hindari pemberian *repellent* pada tangan anak-anak karena anak-anak sering meletakkan tangannya pada mata dan mulut.
5. Gunakan *repellent* secukupnya untuk melapisi kulit yang terbuka dan/atau pakaian. Pemakaian berlebihan tidak memberikan proteksi lebih baik atau lebih lama.

6. Jika sudah tidak lagi memerlukan efek dari *repellent*, cuci kulit yang sudah dilapisi *repellent* dengan sabun dan air atau segera mandi. Hal ini sangat penting ketika *repellent* digunakan secara berulang pada satu hari atau pada hari yang berurutan.
7. Bila mengalami ruam kulit atau reaksi lain dari *repellent*, hentikan penggunaan *repellent*, cuci *repellent* dari kulit anda hingga bersih dengan sabun dan air. Jika pergi ke dokter mungkin bisa lebih membantu menghilangkan *repellent* pada kulit (CDC, 2015).

## 2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Pemilihan metode ekstraksi tergantung pada sifat bahan dan senyawa yang akan diisolasi. Sebelum memilih suatu metode, target ekstraksi perlu ditentukan terlebih dahulu. Ada beberapa target ekstraksi, di antaranya senyawa bioaktif yang tidak diketahui, senyawa yang diketahui ada pada suatu organisme, dan sekelompok senyawa dalam suatu organisme yang berhubungan secara struktural (Mukhriani, 2014).

Proses ekstraksi khususnya untuk bahan yang berasal dari tumbuhan dimulai dari pengelompokan bagian tumbuhan (daun, bunga, dll), pengeringan, dan penggilingan bagian tumbuhan. Setelah itu dilanjutkan dengan pemilihan pelarut. Pelarut yang dipakai bisa dengan pelarut polar, contohnya air, etanol, metanol, dan sebagainya. Juga bisa menggunakan pelarut semipolar, yaitu etil asetat, diklorometan, dan sebagainya. Yang ketiga adalah menggunakan pelarut

non polar, yaitu dengan n-heksan, petroleum eter, kloroform, dan sebagainya (Mukhriani, 2014).

Jenis-jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan di antaranya adalah maserasi, *ultrasound – assisted solvent extraction*, perkolasi, soxhlet, serta *reflux* dan destilasi uap. Maserasi adalah metode sederhana yang paling banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup besar, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014).