

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Telaah Pustaka

##### 2.1.1 Nyamuk *Aedes aegypti*

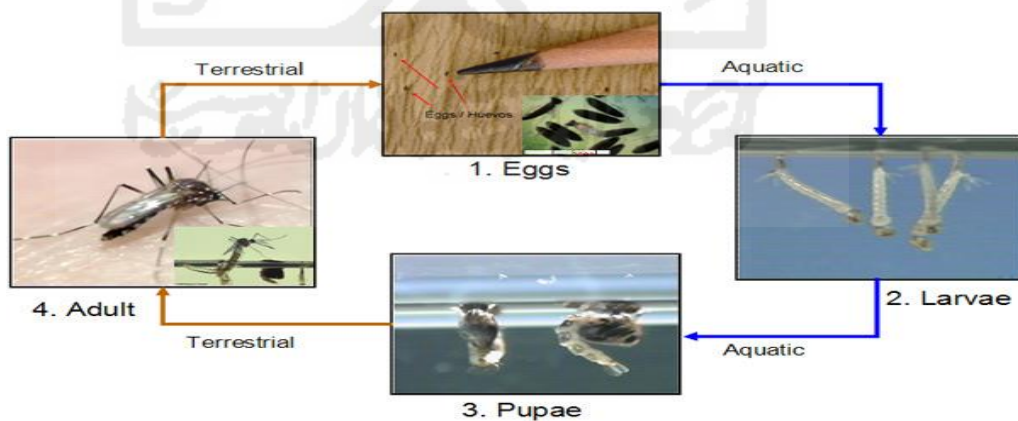
###### 2.1.1.1 Taksnomi

Berikut adalah taksonomi nyamuk *Ae.aegypti* (Soegijanto, 2006) :

Kingdom : Animalia  
Phylum : Arthropoda  
Kelas : Insecta  
Ordo : Diptera  
Familia : Culicidae  
Genus : Aedes  
Spesies : *Aedes aegypti*

###### 2.1.1.2 Siklus Hidup

*Aedes aegypti* merupakan salah satu hewan yang memiliki metamorfosis sempurna, dimana *Ae. aegypti* mengalami perubahan bentuk tubuh dari telur, larva, pupa kemudian menjadi nyamuk dewasa (Gambar 1).



Gambar 1. Siklus Hidup *Ae. aegypti*(Sumber : Center for Disease Control and Prevention)

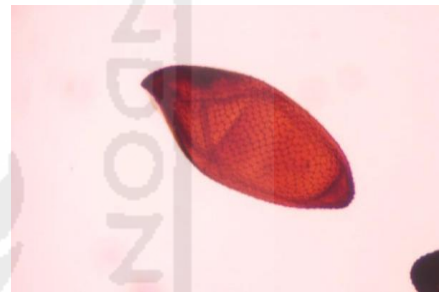
Berikut ini merupakan penjelasan mengenai masing-masing tahapan pada siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* :

## 1. Telur

Nyamuk betina dewasa *Ae. aegypti* meletakkan telur pada tepi atas wada yang tergenang air (Staf Pengajar Departemen Parasitologi FK UI, 2009). Telur *Ae. aegypti* berbentuk oval, berwarna hitam dan terpisah antara satu dengan lainnya (Soegijanto, 2006). Telur *Ae. aegypti* khas karena tidak memiliki struktur pelampung dan tidak berkumpul dengan telur-telur yang lainnya (Irianto, 2013) (Gambar 2A). Secara mikroskopis, terdapat garis seperti anyaman pada telur *Ae. aegypti*. Telur akan menetas dalam waktu 1-2 hari dalam air.



(A)



(B)

Gambar 2. Gambaran Telur *Ae. aegypti* (A) Gambaran makroskopis telur *Ae. aegypti* (Sumber : CDC) (B) Gambaran mikroskopis telur *Ae. aegypti* (Sumber : Koleksi pribadi)

## 2. Larva

Telur akan menetas menjadi larva. Larva inilah yang dikenal dengan istilah jentik. Larva *Ae. aegypti* terdiri dari 4 stadium yaitu larva instar I, instar II, instar III dan instar IV. Larva akan menjadi pupa dalam waktu sekitar 7-9 hari (Gambar 3).



Gambar 3. Larva *Ae. aegypti* (Sumber : CDC)

Tubuh larva terdiri dari kepala, dada dan perut. Terdapat beberapa bagian tubuh yang menjadi ciri khas dari larva *Ae. aegypti*. Salah satunya terdapat pada bagian perut larva. Bagian perut larva tersusun atas 8 segmen. Pada segmen ke VIII dari perut larva, akan didapatkan adanya duri sisir. Duri sisir yang terdapat pada larva *Ae. aegypti* memiliki duri samping sementara pada *Ae. albopictus* sisir tidak memiliki duri samping. (Gambar 4).



(A) (B)  
Gambar 4. Comb segmen VIII abdomen larva *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* (A) *Aedes aegypti* (Sumber : Bar *et al.*, 2013) (B) *Aedes albopictus* (Sumber : Koleksi Pribadi)

Larva *Ae. aegypti* memiliki sifon. Sifon terletak pada akhir segmen perut. Sifon berfungsi sebagai alat pernafasan. Sifon *Aedes* sp berbeda dengan sifon *Culex* sp. Sifon pada *Aedes* sp memiliki ukuran yang lebih pendek jika dibandingkan dengan sifon *Culex* sp. Selain itu, sifon pada *Aedes* sp hanya memiliki sebuah *siphon hair* sementara *Culex* sp memiliki lebih dari satu *siphon hair* (Gambar 5) (Irianto, 2013).



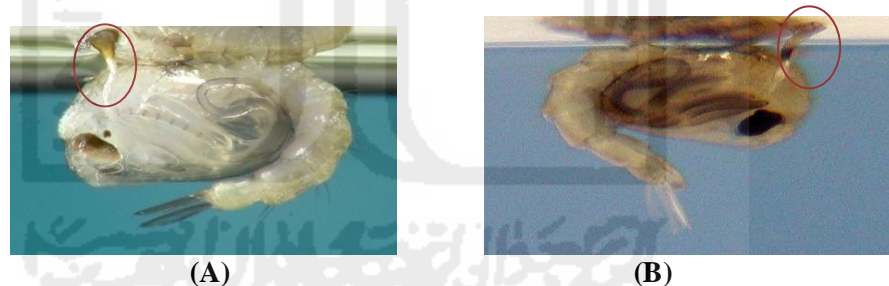
(A) (B)  
Gambar 5. Perbedaan sifon larva *Aedes* sp dan *Culex* sp (A) Larva *Aedes* sp (B) Larva *Culex* sp (Sumber : Koleksi Pribadi).

Masing- masing stadium larva juga memiliki perbedaan dari ukuran tubuhnya. Larva instar I akan memiliki panjang sekitar 1-2 mm. Larva instar II akan memiliki panjang sekitar 2,5-3,9 mm sementara untuk larva instar III dan IV masing-masing memiliki panjang sekitar 4-5 mm dan 5-7 mm.

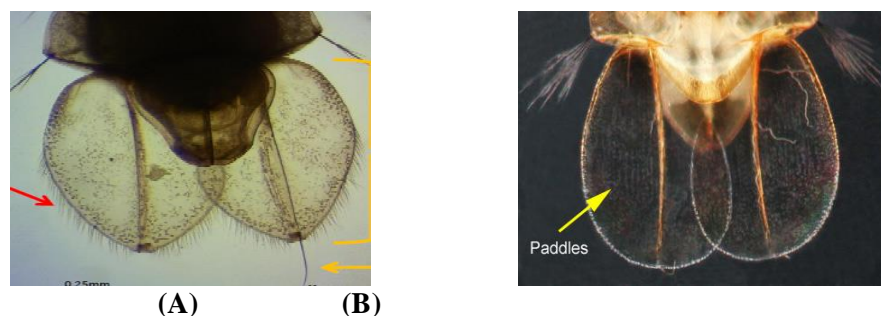
Bagian-bagian tubuh larva pun akan berkembang seiring perkembangan larva tersebut. Bagian-bagian tubuh larva pada instar III dan IV akan lebih terlihat jika dibandingkan dengan larva instar I dan II (Baret *al.*, 2013).

### 3. Pupa

Larva akan berubah menjadi pupa dalam waktu 6 - 8 hari. Pupa pada nyamuk *Ae. aegypti* memiliki bentuk menyerupai koma (Gambar 6 B). Pada stadium pupa, tidak memerlukan makanan untuk berubah menjadi dewasa. Pupa akan berubah menjadi nyamuk dewasa dalam waktu  $\leq 2$  hari. Alat yang digunakan pupa untuk bernapas adalah *breathing trumpet*. Struktur ini juga dapat digunakan untuk membedakan antara famili *Anophelini* dan *Culicidae*. *Breathing trumpet* pada pupa *Ae aegypti* berbentuk tabung dengan lubang memanjang (Irianto, 2013) (Gambar 6). Ciri khas *Ae. aegypti* adalah kaki pengayuh pada ujung segmen tubuhnya tidak berambut (Gambar 7 B) (Irianto, 2013). Berbeda dengan kaki pengayuh pada *Ae. albopictus* yang berbentuk lebih lonjong, memiliki rambut, memiliki *paddle seta* 1-p yang memanjang dan memiliki *pointed apex* (Gambar 7 A) (Harison, 2005).



Gambar 6. Pupa nyamuk (A) Pupa famili *Anophelini* (B) Pupa famili *Culicini* (Sumber : CDC)



Gambar 7. Kaki pengayuh (A) *Ae. albopictus* (Sumber : Ogawa, 2011) (B) *Ae. aegypti* (Sumber : University of Florida)

#### 4. Dewasa

Stadium pupa berubah menjadi dewasa memerlukan waktu sekitar 2 hari. Nyamuk betina akan menghisap darah lebih aktif pada pagi hari sekitar pukul 08.00-12.00 dan sore hari pada pukul 15.00-17.00 (Soegijanto, 2006).

Tubuh nyamuk dewasa *Ae. aegypti* berwarna hitam dengan ukuran sekitar 5 mm. Tubuhnya memiliki sisik dan garis-garis putih dan nampak jelas dibagian kaki nyamuk. Nyamuk ini memiliki dua garis melengkung vertikal pada punggungnya yang membedakan nyamuk *Ae. aegypti* dengan nyamuk *Ae. albopictus*. (Gambar 8) (Hidayatullah *et al.*, 2013).



Gambar 8. Perbedaan nyamuk dewasa *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*  
(A) Punggung *Ae. aegypti* (Sumber : CDC) (B) Punggung *Ae. albopictus* (Sumber : Koleksi pribadi)

#### 2.1.2 Pengendalian *Aedes aegypti*

Pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilakukan baik pada stadium telur, jentik, pupa dan dewasa. Upayapengendalian ini bertujuan agar kontak antara *Ae. aegypti* dan manusia menjadi minimal sehingga resiko untuk timbulnya penyakit menjadi menurun.

Adapun pun beberapa penggolongan pengendalian *Ae. aegypti*, yaitu (Kemenkes RI, 2011) :

##### 1. Pengendalian kimiawi

Pengendalian kimiawi adalah pengendalian dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang memiliki efek insektisida. Penggunaan insektisida dapat digunakan pada semua stadium nyamuk. Insektisida yang digunakan untuk membunuh larva disebut juga sebagai larvisida.

Larvisida adalah agen yang dapat memberikan efek destruksi pada stadium larva (Dorland, 2012).

Bentuk insektisida terdiri dari bentuk padat, cair dan gas. Yang termasuk dalam bentuk padat antara lain serbuk, granul dan *pallets*. Yang termasuk bentuk cair antara lain aerosol, *mist*, dan *spray*. Dan yang termasuk bentuk padat antara lain asap dan uap (Staf Pengajar Departemen Parasitologi, 2009).

Insektisida juga digolongkan berdasarkan cara kerjanya terhadap tubuh nyamuk. Berdasarkan cara kerjanya, insektisida dibagi dalam beberapa kelompok diantaranya racun kontak, racun perut, racun pernapasan dan racun saraf. Racun kontak akan masuk melalui eksoskelet ke dalam badan nyamuk pada saat istirahat. Racun perut akan masuk ke tubuh serangga melalui mulut sehingga insektisida yang memiliki efek racun perut harus terlebih dahulu termakan oleh nyamuk. Racun napas akan masuk ke dalam tubuh serangga melalui spirakel serangga sehingga insektisida akan terhirup (Staf Pengajar Departemen Parasitologi, 2009). Racun saraf akan menghambat kerja asetilkolinesterase sehingga penguraian asetilkolin akan terganggu (Lee dan Ahn, 2013).

Salah satu bahan kimia yang sering digunakan untuk pengendalian adalah temefos. Temefos merupakan larvasida yang saat ini paling sering digunakan. Temefos tersedia dalam bentuk granul, serbuk dan emulsi. Temefos bekerja dengan cara menghambat enzim kolinestrase pada larva sehingga asetilkolin pada saraf larva tidak terurai dan akhirnya menimbulkan gangguan pada sistem saraf larva (Yulidar, dan Hadifah., 2014).

## 2. Pengendalian secara mekanik

Selain pengendalian kimiawi, pengendalian terhadap nyamuk juga bisa dilakukan dengan pengendalian mekanik. Pengendalian mekanik merupakan pengendalian yang relatif sederhana dan tanpa penggunaan zat atau bahan insektisida. Kegiatan yang dapat dilakukan dalam

pengendalian secara mekanik yaitu menguras tempat penampungan air, menutup rapat tempat penampungan air, mengubur benda-benda bekas yang berpotensi untuk menampung air, penggunaan kelambu ketika tidur, pemakaian raket nyamuk, memusnahkan wadah-wadah yang berpotensi sebagai perkembang biakan nyamuk (Soedarto, 2012).

### 3. Pengendalian Biologi

Pengendalian biologi adalah pengendalian yang memanfaatkan organisme-organisme hidup seperti parasit, pemangsa maupun pesaing dari *Ae.aegypti*. Tujuannya adalah untuk mengurangi jumlah dari *Ae.aegypti*. Beberapa organisme yang biasa digunakan antara lain ikan cupang (*Ctenops vittatus*), *Bacillus thurengiensis*, dan *Mesocyclops*. Namun, pengendalian biologi memiliki keterbatasan terutama dalam hal biaya. Mahal dan sulitnya membiakkan organisme menjadi hal yang sebaiknya dipertimbangkan dalam pemilihan pengendalian biologi (Soedarto, 2012).

### 4. Pengendalian Alami

Pengendalian alami adalah pengendalian dengan menggunakan bahan-bahan dari alam. Bahan-bahan alam yang memiliki efek membunuh serangga disebut bioinsektisida.

#### **2.1.3 Senyawa Sitral**

Merupakan senyawa yang tidak larut air dan berwarna bening (tidak berwarna) sampai berwarna kuning pucat. Sitral memiliki aroma yang menyerupai aroma lemon dan sifat aromanya kuat. Ikatan kimia sitral cenderung stabil tetapi seperti senyawa kimia lainnya, sitral juga memiliki interaksi terhadap senyawa-senyawa lain jika tercampur atau terpapar dengan senyawa-senyawa tersebut. Senyawa-senyawa yang dapat berinteraksi dengan sitral antara lain : senyawa yang bersifat oksidatif, alkali dan basa kuat (Material Safety Data Sheet (MSDS) Sigma-Aldrich, 2011).

##### **2.1.3.1 Sumber Sitral**

Sitral merupakan senyawa yang bisa didapatkan baik secara alami maupun secara buatan. Sitral alami bisa didapatkan pada beberapa tumbuhan

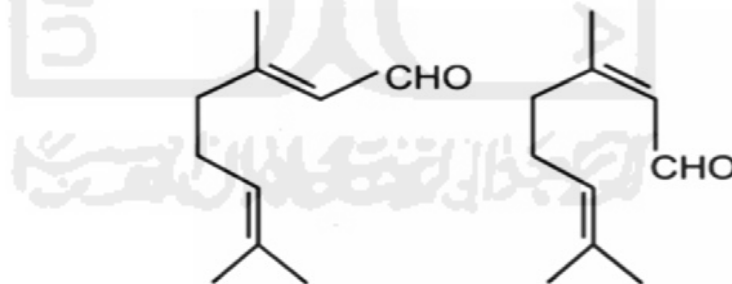
dan buah-buahan. Beberapa tumbuhan yang memiliki kandungan sitral yaitu : Serai (*Andropogon nardus* L) (Wardani, 2009), Serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) (Nurhidayati, *et al.*, 2008), Kemangi (*Ocimum citriodorum*) (Sutisna,2013), Jahe (*Zingiber officinale*) (Sariet *al.*,2014), Jeruk nipis (*Citrus aurintifolia*) (Gustyawan, 2009), Daun salam (*Eugenia polyantha*) (Sudirman, 2014), *Cymbopogon citrates* (Kumaret *al.*, 2013).

### 2.1.3.2 Manfaat Sitral

Banyak tumbuhan yang mengandung senyawa sitral, sehingga penelitian mengenai manfaat sitral pun mulai banyak dilakukan. Beberapa penelitian membuktikan bahwa senyawa sitral memiliki beberapa manfaat, yaitu : sebagai antikanker (Villalobos, 2008), anestetik, antiseptik (Saputra, 2012), vasodilatasi (Devi, *et al.*, 2012), antimikroba (Saddiq dan Khayyat, 2010).

Menurut penelitian Kumar *et al* (2013), sitral memiliki efek insektisida terhadap lalat rumah. Larutan senyawa sitral murni menunjukkankeefektifitasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak atsiri tumbuhan yang memiliki senyawa dominan yang juga adalah sitral.

### 2.1.3.3 Susunan Kimia Sitral



Gambar 9. Struktur Kimia Sitral (Sumber : Saddiq, A.A., *et al.*, 2010)

Sitral merupakan senyawa monoterpena. Monoterpen merupakan senyawa yang memiliki bau khas yang dirangkai dari 2 unit 12soprene atau dengan jumlah atom karbon sebesar 10 (Lenny, 2006). Sitral memiliki nama lain berdasarkan susunan kimia nya yaitu (3,7-dimethyl-2,6-octadienal). Sitral memiliki gugus aldehid. Berdasarkan ikatan isomer gugus aldehid nya, sitral dibedakan menjadi 2, yaitu geranial (trans-sitral=1; sitral A) dan neural



(cis-sitral; sitral B)(Gambar 9) (Saddiq, *et al*, 2010). Sitral dapat terbentuk dari hasil oksidasi hidrolisa geranil pirofosfat.

#### **2.1.3.4 Cara Memperoleh Sitral**

Sitral merupakan senyawa aktif yang dapat ditemukan dalam minyak atsiri. Senyawa sitral menjadi salah satu penyusun komponen minyak atsiri. Senyawa sitral murni didapatkan dengan cara pemisahan antara senyawa sitral dengan senyawa lainnya yang terdapat pada minyak atsiri.

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengambilan sitral adalah pengambilan minyak atsiri dari suatu tumbuhan dengan menggunakan metode destilasi uap. Destilasi uap merupakan metode pemisahan untuk memisahkan zat yang tidak larut dan memiliki titik didih yang tinggi. Minyak atsiri yang telah didapatkan, kemudian dilakukan pemisahan lagi untuk mengambil senyawa aktif sitral yang terkandung di dalamnya. Pemisahan dilakukan dengan metode destilasi fraksional, yang merupakan metode pemisahan untuk memisahkan beberapa komponen yang memiliki titik didih berbeda (Walangareet *al.*, 2013). Setelah pemisahan selesai, dilakukan analisis untuk memastikan apakah komponen yang telah dipisahkan merupakan senyawa sitral. Analisis biasanya dilakukan dengan metode kromatografi.

Selain dengan bahan alam, senyawa sitral juga dapat diperoleh melalui proses perangkaian dengan bahan dasar minyak bumi. Atom - atom dari minyak bumi akan dirangkai membentuk rantai kimia yang sama dengan senyawa sitral yang didapatkan dengan cara alami.

#### **2.1.3.5 Dampak Sitral terhadap Lingkungan**

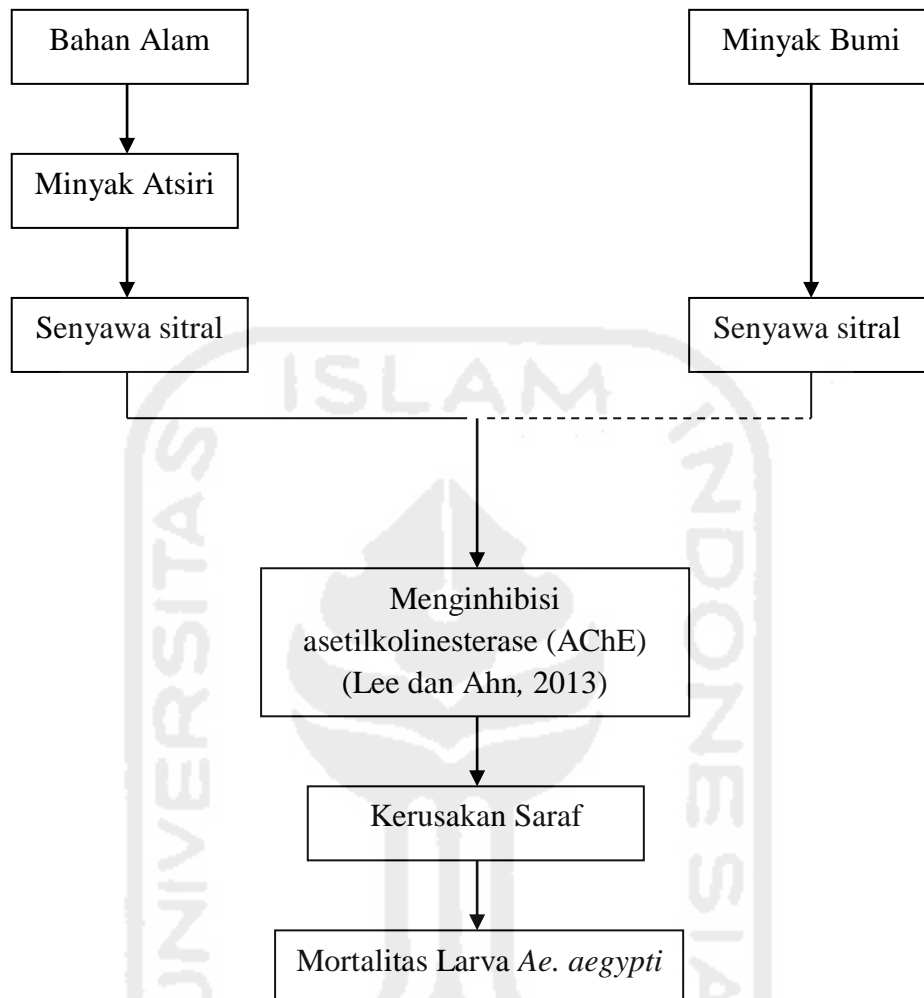
Sitral dapat dengan mudah didegradasi sehingga kejadian penumpukan sitral di alam sangat kecil. Sitral baru diuji untuk beberapa biota laut seperti ikan dan jenis invertebrata *Daphnia magna*. Hasil pengujian terhadap biota laut didapatkan efek toksisitas akut terjadi pada ikan pada konsentrasi 4,1 mg/L atau setara dengan 4100 ppm dan pada *Dalphina magna*

pada konsentrasi 10 mg/L atau setara dengan 1000 ppm (Material Safety Data Sheet (MSDS) Sigma-Aldrich, 2011).

Sitral juga diteliti menggunakan hewan – hewan lainnya seperti kelinci, tikus dan babi. Hasil penelitian yang dilakukan pada kelinci didapatkan bahwa sitral tidak memiliki efek iritasi pada mata tetapi dapat menimbulkan efek toksisitas oral akut dengan nilai LD<sub>50</sub> sebesar 4.960 mg/kg atau setara dengan 4.960 ppm. Hasil penelitian yang dilakukan pada tikus didapatkan bahwa nilai dosis maksimal yang tidak menunjukkan adanya efek merugikan atau *no observed adverse effect level* (NOAEL) adalah sebesar 570 mg/kg/hari (Material Safety Data Sheet (MSDS) Sigma-Aldrich, 2011).

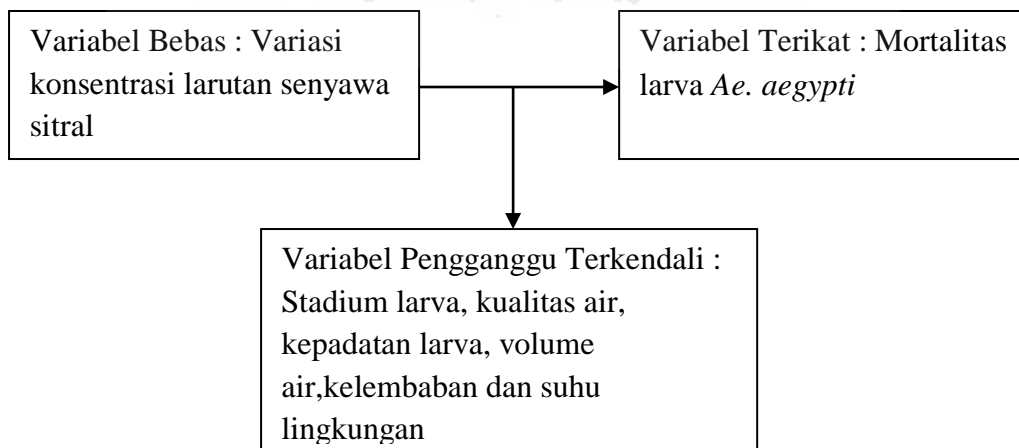
Penelitian mengenai efek toksisitas sitral juga dilakukan pada manusia. Penelitian sitral terhadap manusia dilakukan dengan menggunakan *patch test*. Hasil penelitian didapatkan bahwa paparan terhadap sitral dengan konsentrasi 8 % atau setara dengan 80.000 ppm akan menimbulkan iritasi kulit setelah 21 hari pajanan (Opdyke, 1979). Sitral akan menjadi sangat iritatif apabila bereaksi terhadap panas dan reaksi akan muncul pada suhu 43°C (Material Safety Data Sheet (MSDS) Sigma-Aldrich, 2011).

## 2.2 Kerangka Teori



Gambar 10. Kerangka Teori

## 2.3 Kerangka Konsep



Gambar 11. Kerangka Konsep

## 2.4 Hipotesis

Adapun hipotesis yang dapat dibuat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Larutan senyawa sitral memiliki efek toksik yang ditunjukkan dengan mortalitas larva *Ae. aegypti*.
2. Larutan senyawa sitral mempunyai nilai  $LC_{50}$  dan nilai  $LC_{90}$  tertentu dalam membunuh larva instar III *Ae. aegypti*.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan metode eksperimental murni dengan rancangan *post test only with control group design* dimana penghitungan dilakukan di akhir intervensi.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 10 minggu di beberapa tempat, yaitu :

1. Pusat studi minyak atsiri FMIPA UII untuk memperoleh senyawa sitral.
2. Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia untuk memperoleh larva instar III *Ae. aegypti*, uji pendahuluan dan uji utama.

### 3.3 Populasi dan Subyek Penelitian

Populasi penelitian yang digunakan adalah larva instar III *Ae. Aegypti* yang diperoleh dari laboratorium parasitologi FK UII. Besar sampel yang digunakan untuk masing-masing kelompok adalah 25 ekor. Subyek penelitian terbagi dalam dua kelompok besar yaitu :

1. Kelompok perlakuan

Kelompok perlakuan adalah kelompok subyek yang mendapatkan intervensi berupa senyawa sitral sintetik yang sudah dilarutkan dengan *tween* 80. Kelompok perlakuan terdiri dari 5 kelompok dengan variasi konsentrasi yaitu 0,004 %; 0,0045 %; 0,005 %; 0,0055 % dan 0,006 %

2. Kelompok kontrol