



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EFEK RESIDU *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENSIS*  
TERHADAP *CULEX QUINQUEFASCIATUS* DAN *AEDES AEGYPTI*  
DI DALAM BAK KERAMIK, SEMEN, DAN *FIBER GLASS***

**SKRIPSI**

**MOHAMMAD SADDAM ALKAUTSAR**

**0806324186**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN UMUM**

**JAKARTA**

**APRIL 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EFEK RESIDU *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENSIS*  
TERHADAP *CULEX QUINQUEFASCIATUS* DAN *AEDES AEGYPTI*  
DI DALAM BAK KERAMIK, SEMEN, DAN *FIBER GLASS***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran

**MOHAMMAD SADDAM ALKAUTSAR**

**0806324186**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN UMUM  
JAKARTA  
APRIL 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mohammad Saddam A

NPM : 0806324186

Tanda tangan



Tanggal : 18 April 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Mohammad Saddam A

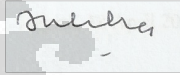
NPM : 0806324186

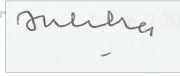
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum

Judul Skripsi : Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti* di dalam Bak Keramik, Semen, dan *Fiber Glass*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Pendidikan Dokter Umum Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS (  )

Penguji : Prof. dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS (  )

Penguji : Dra. Beti Ernawati Dewi Ph.D (  )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 18 April 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana kedokteran pada Program Pendidikan Dokter Umum Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. dr. Saptawati Bardosono, MSc sebagai Ketua Modul Riset FKUI yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini dan telah membimbing penulis dalam analisis penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga yang tanpa lelah memberikan dukungan material dan moral.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 18 April 2011

  
62070

Mohammad Saddam A

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Saddam A  
NPM : 0806324186  
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum  
Fakultas : Kedokteran  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: ” Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti* di dalam Bak Keramik, Semen, dan *Fiber Glass*” beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 18 April 2011

Yang menyatakan,



Mohammad Saddam A

## ABSTRAK

Nama : Mohammad Saddam A  
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum  
Judul : Uji Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap *Culex quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti* di dalam Bak Keramik, Semen, dan *Fiber Glass*

Salah satu masalah kesehatan masyarakat adalah penyakit tular vektor, diantaranya demam berdarah dengue (DBD) yang ditularkan *Aedes aegypti* dan filariasis yang ditularkan *Culex quinquefasciatus*. Pemberantasan penyakit tersebut terutama menggunakan insektisida. Untuk mengurangi efek negatif insektisida, dilakukan pemberantasan biologis salah satunya menggunakan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama efek residu Bti terhadap *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus*. Desain penelitian ini adalah eksperimental. Sebanyak 100 larva instar III *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus* yang berasal dari koloni laboratorium dimasukkan ke dalam bak *fiber glass*, keramik, dan semen yang berukuran 60 x 60 x 60 cm<sup>3</sup> dan berisi 125 L air. Selanjutnya diteteskan Bti dengan konsentrasi 2 ml/m<sup>2</sup> lalu diobservasi selama 24 jam kemudian dihitung jumlah larva yang mati. Selanjutnya dilihat perkembangan pada setiap minggunya. Penelitian dihentikan jika jumlah kematian larva <70%. Sebagai kontrol 100 larva dimasukkan ke bak dengan jenis dan ukuran yang sama namun tidak diberikan Bti. Lama efek residu Bti dalam membunuh larva *Ae. aegypti* pada ketiga container adalah dua minggu sedangkan terhadap *Cx. quinquefasciatus* pada bak semen dan keramik adalah satu minggu, dan pada bak *fiber glass* dua minggu. Pada uji Mc Nemar didapatkan p= 0,001 yang artinya terdapat perbedaan bermakna. Disimpulkan efek residu Bti terhadap *Ae. aegypti* lebih lama dibandingkan *Cx. quinquefasciatus*.

**Kata kunci:** *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*, efek residu.

## ABSTRACT

Name : Mohammad Saddam A  
Study Program : General Medicine  
Title : Residual Effect Test for *Bacillus thuringiensis israelensis* against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* in container cement, ceramic, and Fiber Glass

One of the problem in public health is vector borne diseases, such as dengue hemorrhagic fever (DHF) which is transmitted by *Aedes aegypti* and filariasis transmitted by *Culex quinquefasciatus*. The control of the disease by controlling vector mainly using insecticides. To reduce the negative effects of insecticides, today's control of the vector attempted with biological eradication, among others, with *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). This study aims to determine residual effect of Bti against *Ae. aegypti* and *Cx. quinquefasciatus*. This experimental study was performed using 100 third instar larvae *Ae. aegypti* and *Cx. quinquefasciatus* from laboratory colonies introduced into containers of fiber glass, ceramics, and cement which measures 60 x 60 x 60 cm<sup>3</sup> and containing 125 L of water. The concentrations of Bti was 2 ml/m<sup>2</sup> then observed for 24 hours and then counted the number of dead larvae. After that, the observation was conducted each week to observe the progress of the experiment. The experiment is stopped when the mortality number dropped below 70%. As control 100 larvae introduced to the same type an size containers but not given Bti. Residual effect of Bti against *Ae. aegypti* larvae in the three containers is 2 weeks whereas against *Cx. quinquefasciatus* in the containers of cement and ceramic is 1 week, and in the fiber glass is 2 weeks. McNemar test showed  $p = 0,001$ , which means there is significant difference. It was concluded that residual effect of Bti against *Ae. aegypti* is two weeks and longer than *Cx. quinquefasciatus*.

**Keywords:** Kata kunci: *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*, residual effect



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	x
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Hipotesis.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>Culex sp.</i> .....	4
2.1.1. Morfologi <i>Culex sp.</i> .....	4
2.1.2. Daur Hidup.....	4
2.1.3. Perilaku .....	6
2.2. <i>Ae. aegypti</i> .....	6
2.2.1. Morfologi <i>Ae. aegypti.</i> .....	6
2.2.2. Daur Hidup.....	7
2.2.3. Perilaku .....	9
2.3. <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	10
2.3.1. Karakteristik Biologis .....	10
2.3.2. Cara Kerja Terhadap Serangga Target.....	11

2.3.3. Habitat .....	11
2.3.4. Produk Komersial, Produksi, dan Aplikasi .....	12
2.3.5. Pengaruh Paparan Bt Terhadap Manusia .....	12
2.4. Kerangka Konsep.....	13
<b>3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1. Desain Penelitian .....	14
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	14
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian .....	14
3.4. Cara Kerja .....	14
3.5. Identifikasi Variabel.....	15
3.6. Pengumpulan Data dan Manajemen Penelitian .....	15
3.7. Pengolahan Data .....	15
3.8. Analisis Data .....	16
3.9. Batasan Operasional.....	16
<b>4. HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
<b>5. DISKUSI .....</b>	<b>19</b>
<b>6. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>22</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>23</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi <i>Culex quinquefasciatus</i> .....	4
Gambar 2. Larva dan pupa <i>Culex quinquefasciatus</i> .....	5
Gambar 3. Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	6
Gambar 4. Daur hidup <i>Ae. aegypti</i> .....	7
Gambar 5. Telur <i>Ae. aegypti</i> .....	7
Gambar 6. Larva <i>Ae. aegypti</i> .....	8
Gambar 7. Pupa <i>Ae. aegypti</i> .....	8
Gambar 8. Habitat <i>Ae. aegypti</i> .....	9

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jumlah Kematian Larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> dan <i>Ae. aegypti</i> di Bak Semen, Keramik dan <i>Fiber Glass</i> .....	17
---	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit menular banyak yang ditularkan oleh nyamuk, di antaranya *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti*. *Cx. quinquefasciatus* menularkan filariasis sedangkan *Ae. aegypti* menularkan demam berdarah dengue (DBD).

Prevalensi kasus kronis filariasis di Indonesia pada tahun 2005, 2006, 2007, 2008 adalah 8234 penderita, 10 443 penderita, 11 473 penderita, dan 11 699 penderita. Data DBD pada tahun 2005 menunjukkan jumlah penderita 95 270 dan 1298 di antaranya meninggal. Pada tahun 2006 Indonesia melaporkan 57% penderita DBD dan hampir 70% kematian akibat DBD di Asia Tenggara. Pada tahun 2007 jumlah penderita naik menjadi 150 000 orang dan pada tahun 2008 dilaporkan 124 211 penderita DBD dengan 1096 orang meninggal dunia.<sup>1</sup>

Pemberantasan filariasis dilakukan dengan pengobatan penderita dan pemberantasan vektor sedangkan pemberantasan DBD hanya dapat dilakukan dengan pemberantasan vektor. Saat ini, strategi pencegahan dan pemberantasan vektor diupayakan dengan lebih memperhatikan lingkungan yang disebut *integrated vector management (IVM)*. IVM bertujuan untuk mengurangi efek negatif terhadap lingkungan akibat penggunaan insektisida dan menekankan pentingnya memperhatikan pola transmisi lokal. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan manajemen lingkungan dan pemberantasan vektor secara biologi.<sup>2</sup>

Salah satu cara pemberantasan biologi adalah menggunakan *Bacillus thuringiensis* (Bt) yang merupakan bakteri gram positif pembentuk spora. Bt memproduksi protein yang bersifat insektisida selama fase sporulasi sebagai kristal parasporal yang disebut  $\delta$ -endotoksin. Bti bekerja sebagai racun perut sehingga harus mempunyai rasa yang disukai larva agar larva mau memakannya. Salah satu strain Bt yaitu *Bt israelensis* telah digunakan lebih dari dua dekade untuk pemberantasan vektor malaria karena efektif pada dosis rendah serta aman bagi manusia dan lingkungan.<sup>2</sup> Untuk memberantas vektor malaria yaitu *Anopheles*, Bti dibuat dalam formulasi terapung di permukaan air karena *Anopheles* bersifat *surface feeder*. Dengan formulasi terapung, Bti hanya dapat

digunakan untuk membunuh *Anopheles* dan tidak dapat digunakan untuk membunuh larva spesies lainnya.

Dewasa ini telah diproduksi Bti yang diformulasikan khusus untuk memberantas larva *Aedes* dan *Culex* dalam bentuk cairan yang dapat mengendap ke dasar dan dinding *container* sehingga akan tertelan larva tersebut ketika makan.

Untuk memberantas vektor diperlukan insektisida/larvasida yang bersifat jangka panjang sehingga aktivitas pemberantasan tidak perlu sering dilakukan. Bti dilaporkan mempunyai efek residu 3-4 minggu terhadap *Anopheles* tetapi berapa lama efek residu Bti terhadap *Aedes* dan *Culex* belum diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efek residu Bti terhadap *Aedes* dan *Culex*. Di Indonesia vektor utama filariasis adalah *Cx. quinquefasciatus* dan vektor DBD adalah *Ae. aegypti*. Kedua spesies tersebut berkembangbiak di berbagai habitat namun paling banyak di bak mandi yang terbuat dari keramik, semen dan *fiber glass*. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan terhadap kedua spesies dengan menggunakan bak keramik, semen dan *fiber glass* sebagai habitat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berapa lama efek residu Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti*?

## 1.3 Hipotesis

Lama efek residu Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti* adalah lebih dari tiga minggu.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Umum

Diketuinya lama efek residu Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti*.

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

1. Diketuainya lama efek residu Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* di bak semen, keramik, dan *fiber glass*.
2. Diketuainya lama efek residu Bti terhadap *Ae. aegypti* di bak semen, keramik, dan *fiber glass*.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Manfaat Bagi Peneliti**

1. Sebagai sarana pelatihan dan pembelajaran melakukan penelitian di bidang biomedik.
2. Mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan sistematis dalam mengidentifikasi masalah kesehatan masyarakat.
3. Melatih kerja sama tim dalam mewujudkan penelitian ini.

### **1.5.2 Manfaat Bagi Perguruan Tinggi**

1. Mengamalkan Tri Darma Perguruan Tinggi dalam melaksanakan fungsi perguruan tinggi sebagai lembaga penyelenggara pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat.
2. Turut berperan serta dalam rangka mewujudkan visi FKUI 2010 sebagai universitas riset.
3. Meningkatkan kerjasama yang harmonis serta komunikasi antara mahasiswa dan staf pengajar FKUI.

### **1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat**

Masyarakat mendapat informasi tentang lama residu Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Culex sp*

Terdapat tiga jenis parasit nematoda penyebab filariasis limfatik pada manusia, yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori*.<sup>3</sup> Parasit tersebut tersebar di seluruh kepulauan di Indonesia oleh berbagai spesies nyamuk yang termasuk dalam genus *Ae. Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Coquilettidia* dan *Armigeres*. Vektor utama filariasis di daerah perkotaan adalah *Culex quinquefasciatus*, sedangkan di pedesaan filariasis bancrofti dapat ditularkan oleh berbagai spesies *Anopheles* atau dapat pula ditularkan oleh nyamuk *Ae. kochi*, *Cx. bitaeniorrhynchus*, *Cx. annulirostris* dan *Armigeres obsturbans*. *Cx quinquefasciatus* diketahui memiliki persebaran di Jawa dan Kalimantan.<sup>3</sup>

#### 2.1.1 Morfologi *Culex sp*

Nyamuk dewasa berukuran 4 – 10 mm ( 0,16 – 0,4 inci) memiliki tiga bagian tubuh yaitu kepala, badan, dan perut. *Culex* yang banyak ditemukan di Indonesia yaitu jenis *Cx quinquefasciatus* yang merupakan famili *Culicidae* dan genus *Culex*.<sup>4</sup>



Gambar 1. Morfologi *Culex sp*<sup>5</sup>

#### 2.1.2 Daur hidup *Culex sp*

*Culex sp.* memiliki metamorfosis sempurna yang terdiri atas telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Pada kondisi yang optimum *Culex sp.* membutuhkan waktu 10 - 12 hari untuk menyelesaikan daur hidupnya.<sup>4</sup>

#### 1. Telur

Sekali bertelur, nyamuk betina dapat menghasilkan 100 - 400 butir telur. *Culex sp* meletakkan telurnya di bawah permukaan air secara bergerombolan dan bersatu membentuk rakit sehingga dapat mengapung.

#### 2. Larva

Setelah berada di dalam air selama 2-3 hari, telur akan segera menetas. Pertumbuhan dan perkembangan larva dipengaruhi oleh faktor suhu, tempat perindukan, dan ada tidaknya hewan predator.

#### 3. Pupa

Pupa merupakan stadium akhir nyamuk yang berada di air, pada stadium ini tidak memerlukan makanan dan terjadi pembentukan sayap untuk terbang. Stadium ini memerlukan waktu 1 – 2 hari.



Gambar 2. Larva dan pupa *Culex sp*<sup>6</sup>

#### 4. Nyamuk dewasa

Setelah muncul dari pupa, nyamuk jantan dan nyamuk betina akan kawin, kemudian nyamuk betina yang sudah dibuahi akan menghisap darah dalam 24-36 jam. Darah merupakan sumber protein yang esensial untuk mematangkan telurnya.



### 2.1.3 Perilaku *Culex sp*

*Culex sp.* suka menggigit manusia dan hewan terutama pada malam hari. Nyamuk itu suka menggigit binatang peliharaan, unggas, kambing, kerbau, dan sapi *Culex sp.* lebih sering menggigit manusia di dalam rumah dibandingkan di luar rumah. Biasanya nyamuk ini menggigit manusia pada malam hari beberapa jam sebelum matahari terbit dengan puncak waktunya yaitu pukul 01.00-02.00. Setelah menggigit manusia nyamuk akan beristirahat selama 2-3 hari untuk menunggu telur-telur matang. Setiap nyamuk memiliki tempat kesukaan yang berbeda-beda namun nyamuk-nyamuk itu lebih senang beristirahat di rumah sehingga dijuluki sebagai nyamuk rumahan. Setelah telur-telur tersebut matang, nyamuk akan menetaskannya di sembarang tempat baik air bersih maupun air yang kotor seperti genangan air, got terbuka, dan empang ikan.<sup>4</sup>

## 2.2 *Ae. aegypti*

DBD adalah penyakit infeksi virus akut yang disebabkan oleh virus Dengue, terutama menyerang anak-anak dengan ciri-ciri demam mendadak dengan manifestasi perdarahan dan memungkinkan syok dan kematian. DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes sp.*<sup>7</sup>

### 2.2.1 Morfologi *Ae. aegypti*

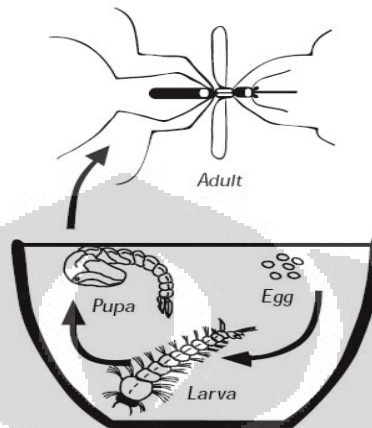
*Ae. aegypti* merupakan salah satu vektor utama virus DBD selain *Ae. Albopictus*. Spesies ini berasal dari genus *Ae.* dan famili *Culicidae*. Skutum *Ae. aegypti* berwarna hitam dengan dua strip putih sejajar di bagian dorsal tengah yang diapit oleh dua garis lengkung berwarna putih.<sup>8</sup>



Gambar 3. Nyamuk *Ae. aegypti*<sup>9</sup>

### 2.2.2 Daur Hidup *Ae. aegypti*

*Ae. aegypti* mengalami metamorphosis sempurna, yaitu: telur, larva, pupa, dan nyamuk. Stadium telur, larva, dan pupa hidup di dalam air. Pertumbuhan dari telur menjadi nyamuk dewasa memerlukan waktu 9-10 hari.<sup>10</sup>



Gambar 4. Daur hidup *Ae. aegypti*<sup>11</sup>

#### 1. Telur

Telur *Ae. aegypti* berbentuk pancung dengan panjang 0,6 mm serta berat 0,013 mg. Media yang digunakan telur adalah air bersih dan tidak mengalir. Telur diletakkan 1-2 cm di bawah permukaan air agar tidak langsung terpapar matahari dan agar lebih mudah menyebar berkembang di dalam air. Telur akan menjadi larva setelah sekitar 2 hari. Telur dapat bertahan sampai 6 bulan di tempat kering.<sup>8,12</sup>



Gambar 5. Telur *Ae. aegypti*<sup>13</sup>

#### 2. Larva

Larva *Ae. aegypti* terdiri atas kepala, toraks, dan abdomen. Segmen anal dan sifon pada bagian ujung abdomen digunakan untuk mengambil oksigen. Larva nyamuk hidup di air dan stadium hidupnya terdiri atas empat instar yaitu

yang dapat diselesaikan dalam 4 hari – 2 minggu. Hal itu tergantung dari keadaan lingkungan seperti suhu air, persediaan makanan, dan kepadatan larva dalam sebuah bak. Pada suhu yang rendah dan kurangnya persediaan makanan akan memperlambat perkembangan larva sehingga diperlukan waktu beberapa minggu. Larva hidup dengan mengambil makanan di dasar tempat penampungan air (TPA).<sup>8,12</sup>



Gambar 6. Larva *Aedes aegypti*<sup>14</sup>

### 3. Pupa

Setelah keempat instar pada stadium larva terlewati kemudian akan menjadi pupa yang terdiri atas sefalotoraks, abdomen, dan kaki pengayuh. Pupa merupakan fase inaktif, hidup di lingkungan air, tidak membutuhkan makanan tetapi membutuhkan oksigen untuk bernapas sehingga letak pupa di dekat permukaan air. Corong pernapasan terletak di sefalotoraks yang berbentuk segitiga. Fase pupa bergantung pada suhu air dan sepsies nyamuk, lamanya sekitar satu hari sampai beberapa minggu. Setelah fase pupa selesai, kulit pupa akan terlepas kemudian keluarlah imago ke permukaan air yang dalam waktu singkat akan siap terbang.<sup>8,12</sup>



Gambar 7. Pupa *Ae. aegypti*<sup>15</sup>

#### 4. Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa terdiri atas kepala, toraks, dan abdomen. Ketika menetas, nyamuk yang pertama kali keluar adalah nyamuk jantan baru kemudian nyamuk betina. Nyamuk dewasa melakukan kopulasi dan dapat hidup sekitar 10 hari. Setelah kopulasi nyamuk betina menghisap darah selama 3 hari untuk persiapan bertelur. Setelah kenyang menghisap darah, nyamuk betina beristirahat selama 2-3 hari lalu siap bertelur dan dapat menghasilkan 100 butir sekali bertelur. *Ae. aegypti* mempunyai kemampuan untuk menularkan virus kepada keturunannya secara *transovarial*, sehingga nantinya keturunannya akan menjadi nyamuk dewasa infeksi yang dapat menularkan virus DBD pada manusia.<sup>8,12</sup>

##### 2.2.3 Perilaku *Ae. aegypti* dewasa

Keperluan hidup *Ae. aegypti* jantan dipenuhi dengan mengisap cairan tumbuhan atau sari bunga, sedangkan yang betina mengisap darah manusia. Setelah kawin, nyamuk betina butuh darah untuk bertelur. Nyamuk betina menghisap darah manusia setiap 2-3 hari sekali dan biasanya dilakukan pada pagi dan sore hari yaitu pukul 8.00-12.00 dan 15.00-17.00. Nyamuk betina tidak hanya menghisap darah dari satu manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Dengan jarak terbang sekitar 100 meter memungkinkan nyamuk betina dapat menginfeksi lebih dari satu orang dalam satu lingkungan tertentu. Setelah kenyang menghisap darah, nyamuk betina perlu istirahat selama 2-3 hari untuk mematangkan telur-telurnya. Tempat beristirahat yang disukai oleh nyamuk, yaitu tempat-tempat yang lembab



Gambar 8. Habitat *Ae. aegypti*<sup>18</sup>

dan kurang cahaya, seperti : kamar mandi, dapur, dan WC, di dalam rumah, seperti : kelambu, baju yang digantung, dan tirai, di luar rumah, seperti : tanaman hias di halaman rumah. Setelah itu, nyamuk *Ae. aegypti* bertelur dan berkembang biak di Tempat Penampungan Air (TPA) untuk keperluan sehari-hari, seperti : bak

mandi, WC, tempayan, drum air, bak menara (tower air) yang tidak tertutup sumur gali dan juga wadah berisi air bersih dan air hujan, seperti tempat minum burung, pot bunga, ban bekas, kaleng-kaleng, botol, tempat pembuangan kulkas, dan lain-lain.<sup>16,17</sup>

## **2.3 *Bacillus Thuringiensis***

### **2.3.1 Karakteristik Biologis**

*Bacillus thuringiensis* (Bt) merupakan suatu bakteri gram positif yang bersifat anaerob fakultatif. Bakteri ini dapat membentuk suatu protein inklusi yang serupa dengan endospora yang disebut juga inklusi paraspora. Bt memiliki karakteristik genetik yang sama dengan *Bacillus cereus* (Bc), namun perbedaan kedua bakteri ini terletak pada kemampuan Bt untuk menghasilkan inklusi paraspora tersebut, yang bagi invertebrata tertentu, utamanya larva dari ordo *Coleoptera*, *Diptera*, dan *Lepidoptera* bersifat toksik. Inklusi paraspora yang dihasilkan oleh Bt dibentuk oleh *insecticidal crystal protein* (ICP) yang mempunyai beragam bentuk, mulai dari bipiramida, kuboid, rhomboid, sferis, atau bentuk gabungan dari dua tipe.<sup>19</sup>

Tingkat taksonomi paling dasar dari Bt adalah subspecies, dimana sampai tahun 1998 telah ditemukan sebanyak 67 subspecies. Subspecies-subspecies ini dibedakan dari serotipe dari flagella Bt. ICP pada Bt dikode oleh gen yang berada pada plasmid yang dapat dipindahkan lewat konjugasi antar strain Bt atau bakteri dari spesies lain yang berdekatan. Klasifikasi Bt menurut fenotipnya saat ini telah disertai oleh karakterisasi biomolekular, lebih cenderung berdasarkan sekuens gen pengkode ICP dibandingkan dengan spesifisitas organismenya. Kerentanan hospes (pengenalan ICP terhadap reseptor) dan sifat toksisitas Bt terkait erat dengan domain-domain yang berbeda dari gen pengkode ICP.<sup>2</sup>

Di antara subspecies Bt, terdapat beberapa subspecies yang dapat menghasilkan suatu nukleotida yang bersifat termostabil selama fase pertumbuhan vegetatif dan dapat mengontaminasi ICP dari Bt, yang dinamakan  $\beta$ -eksotoksin, yang bersifat toksik baik terhadap serangga target ataupun manusia. Di samping itu, selama fase pertumbuhan vegetatif juga, strain-strain Bt dapat menghasilkan toksin Bc, yang dapat merugikan baik organisme target ataupun nontarget. Jumlah

spora yang dihasilkan oleh Bt tidak berkorelasi dengan aktivitas insektisida Bt secara akurat. Oleh karena itu, potensi tiap produk Bt diuji dengan standar internasional memakai serangga uji spesifik.<sup>2,19</sup>

### 2.3.2 Cara Kerja Terhadap Serangga Target

Bt sebagai insektisida bekerja di dalam tubuh larva serangga, sehingga Bt yang tersporulasi dan memiliki ICP atau kompleks spora-ICP itu sendiri harus dimakan oleh larva serangga untuk bisa bekerja. Efikasi dari ICP Bt bergantung dari tahap-tahap kerjanya. ICP yang dimakan oleh larva serangga akan melarut di dalam usus serangga, kemudian mengalami konversi menjadi toksin yang aktif secara biologis oleh enzim proteolitik, lalu berikatan dengan reseptor membran spesifik lewat domain C-terminal untuk kemudian membentuk pori oleh domain N-terminal yang dilanjutkan dengan lisis sel epitel, mengakibatkan perforasi dinding usus larva serangga target. Proliferasi dari sel vegetatif menjadi hemosol setelah terjadinya perforasi dapat mengakibatkan septisemia yang dapat berkontribusi untuk membunuh larva. Spesifisitas hospes terhadap ICP yang berbeda-beda dari Bt utamanya ditentukan oleh ikatan antara reseptor dengan ICP.

Terdapat serangga dari berbagai spesies yang menunjukkan resistensi terhadap Bt. Spesies tersebut adalah *Ploida interpunctella*, *Cadra cautella*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Chrysomela scripta*, *Trichoplusia*, *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera exigua*, *Heliothis virescens*, *Ostrinia nubialis*, dan *Culex quinquefasciatus*.<sup>2,19</sup>

### 2.3.3 Habitat

Beragam subspecies Bt dapat ditemukan dari tanah, daun, atau serangga yang mati, terutama serangga-serangga yang rentan terhadap Bt seperti dari ordo *Coleoptera*, *Diptera*, dan *Lepidoptera*. Subspecies Bt yang memiliki habitat di tanah dan permukaan daun aktif terhadap ordo *Coleoptera* dan *Lepidoptera*, sementara subspecies Bt yang aktif terhadap *Diptera* berhabitat di lingkungan akuatik. Spora Bt dapat bertahan lama di lingkungan sampai keadaan dan nutrisi memungkinkan untuk memulai pertumbuhan vegetatif.<sup>19</sup>

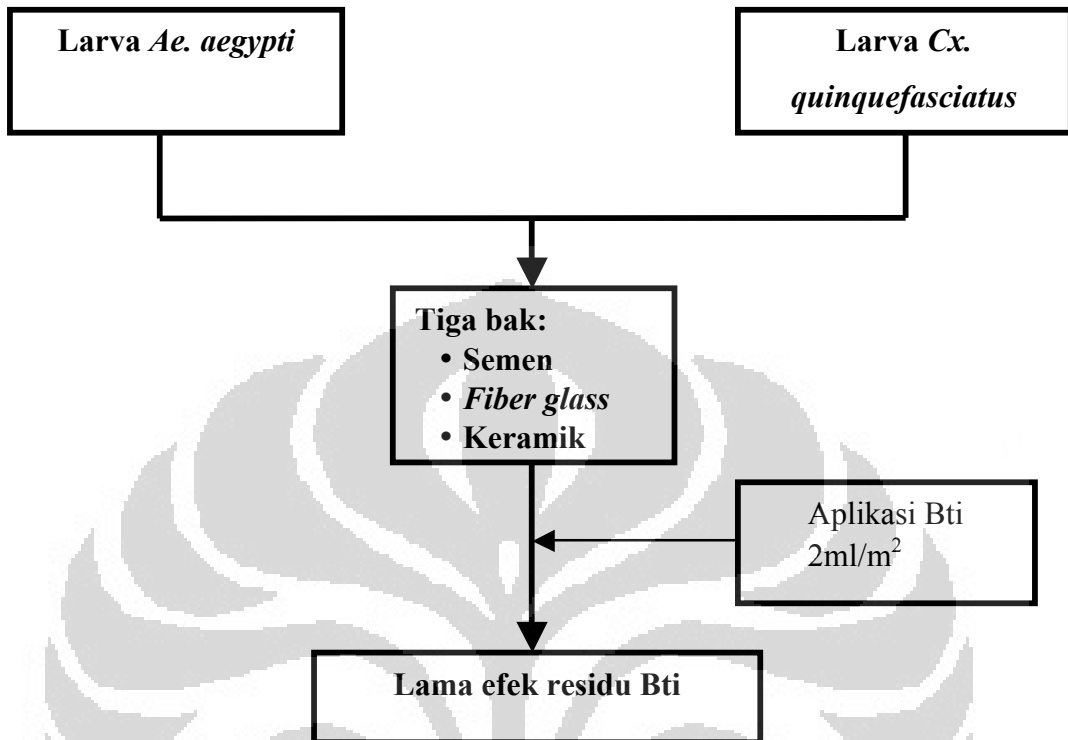
### 2.3.4 Produk Komersial, Produksi, dan Aplikasi

Lebih dari 90% dari *microbial pest control agents* (MPCA) dunia dikuasai produk Bt konvensional dari strain Bt alami. Produk itu umumnya mengandung spora aktif dan kristal protein yang masih bertahan, namun, terdapat pula produk yang menggunakan spora yang telah diinaktivasi. Produk-produk Bt ini diproduksi menggunakan teknologi fermentasi aerob, dengan produksi sekitar 13.000 ton per tahun. Produk Bt konvensional utamanya ditargetkan untuk mengendalikan hama serangga ordo *Lepidoptera* yang menyerang tanaman agrikultur dan tanaman perhutanan, walaupun strain Bt yang aktif terhadap hama dari ordo *Coleoptera* juga mulai digunakan. Produk Bt dari strain Bt yang aktif terhadap *Diptera* yang berperan sebagai vektor penyakit yang disebabkan virus juga telah digunakan pada berbagai program kesehatan masyarakat.<sup>2,19</sup>

### 2.3.5 Pengaruh pajanan Bt Terhadap Manusia

Penggunaan Bt pada sektor agrikultur dapat mengakibatkan kontaminasi pada makanan dan air. Dengan pengecualian terhadap iritasi kulit dan mata, tidak ada pengaruh yang merugikan yang dilaporkan setelah terpajan oleh produk Bt saat bekerja. Sukarelawan yang bersedia memakan dan menghirup produk Bt dalam jumlah besar tetapi tidak merasakan efek negatif terhadap kesehatannya. Titer antibodi terhadap sel-sel vegetatif, spora, dan kompleks spora-kristal ditemukan pada pekerja yang menyemprotkan produk Bt, tetapi tidak ada laporan mengenai efeknya terhadap kesehatan. Terdapat beberapa laporan kasus kemunculan Bt pada pasien dengan penyakit infeksi yang berbeda-beda. Akan tetapi, dari berbagai studi yang dilakukan, tidak ada yang mendemonstrasikan resiko aktual terhadap kesehatan manusia akibat penggunaan Bt. Bt belum pernah dilaporkan mengakibatkan efek merugikan terhadap kesehatan manusia bila berada pada air minum atau makanan tetapi, ICP terlarut alkali dari Bti bersifat sitolitik terhadap eritrosit manusia, fibroblas tikus, dan limfosit primer babi *in vitro*.<sup>2</sup>

## 2.4 Kerangka Konsep





## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental.

#### **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Eksperimen ini dilakukan pada bulan Desember 2009 sampai dengan bulan Maret 2010 yang dilaksanakan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Salemba.

#### **3.3 Populasi dan Sampel Penelitian**

##### **3.3.1 Populasi Target**

Populasi target pada penelitian ini adalah larva *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes Aegypti*.

##### **3.3.2 Populasi Terjangkau**

Populasi terjangkau penelitian ini adalah larva *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti* yang berasal dari koloni di Laboratorium Parasitologi FKUI.

##### **3.3.3 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini ialah semua larva *Culex quinquefasciatus* Instar III yang dipelihara di Laboratorium Parasitologi FKUI.

#### **3.4 Cara Kerja**

##### **3.4.1 Pemeliharaan *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti***

Larva *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. Aegypti* dipelihara di dalam baskom berukuran 24 x 35 x 6 cm<sup>3</sup> yang berisi air PAM dan diberi makan *rabbit chow*. Bila pupa telah terbentuk, maka pupa dikumpulkan dalam mangkuk berisi air lalu mangkuk tersebut diletakkan di dalam kurungan nyamuk yang berukuran 25 x 25 x 25 cm<sup>3</sup>. Bila nyamuk dewasa telah keluar dari pupa, maka nyamuk tersebut diberi makan air gula 10% yang dicampur dengan vitamin B kompleks 1%. Setelah berumur 5 hari, nyamuk betina diberi makan darah mencit. Ke dalam kurungan nyamuk juga dimasukkan mangkuk berisi air dan kertas saring sebagai

tempat peletakan telur. Telur yang terkumpul pada kertas saring dikering-keringkan selama 1 minggu. Selanjutnya, telur ditetaskan dan larva yang baru menetas dipindahkan ke dalam baskom berisi air. Bila larva telah mencapai instar III, maka larva tersebut siap untuk diuji.

#### **3.4.2 Pengujian efek residu kedua vektor nyamuk pada berbagai bak**

Pada pengujian ini, Bti yang digunakan adalah Bti yang dijual di pasaran. Bak diisi air sumur sebanyak 125 liter lalu dibubuhi Bti dengan konsentrasi 2 ml/m<sup>2</sup>. Setelah itu dimasukkan 4 x 25 ekor larva *Culex quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti* instar III dan dibiarkan selama 24 jam lalu dihitung angka kematiannya. Seluruh larva baik yang sudah mati maupun yang masih hidup dikeluarkan dari bak. Air yang ada di bak di biarkan selama satu minggu, kemudian 100 larva dimasukan ke dalam bak lagi, tanpa pemberian Bti dan tanpa penambahan volume air. Selanjutnya, dilakukan observasi selama 24 jam, dan dihitung kembali jumlah larva yang mati. Penelitian ini dihentikan ketika angka mortalitas < 70%.

#### **3.5 Identifikasi Variabel**

Variabel bebas adalah jenis bak sedangkan variabel tergantung adalah efek residu bti.

#### **3.6 Pengumpulan Data dan Manajemen Penelitian**

Pada penelitian ini jumlah larva yang mati dihitung secara manual kemudian dimasukan ke dalam master table. Selanjutnya, master table dibagi berdasarkan variabel-variabel yang akan dianalisis. Kemudian dari data yang di kumpulkan dilakukan analisis menggunakan SPSS 13.0. analisis yang dilakukan baik yang univariat maupun bivariat. Selanjutnya, ditarik kesimpulan dari hasil analisis.

#### **3.7 Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan melalui proses *editing*, *coding*, *data entry*, dan perekaman data menggunakan program SPSS 13.0. Setelah itu dilakukan verifikasi data.

### 3.8 Analisis Data

#### 3.8.1 Analisis Univariat

Analisis univariat merupakan analisis setiap *variable* yang dinyatakan dengan sebaran frekuensi, baik secara angka – angka mutlak maupun secara persentase disertai dengan penjelasan kualitatif.

#### 3.8.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat menggunakan tabel silang untuk menganalisis perbedaan atau hubungan antara 2 variabel. Untuk menguji ada tidaknya perbedaan atau hubungan antara *variable independen* dan *variable dependen* digunakan tabel analisis *chi square*. Jika tidak memenuhi syarat uji *chi square*, maka dilakukan uji Mc Nemar.

### 3.9 Batasan Operasional

1. Bak adalah wadah penampung air yang dapat menjadi tempat berkembang biak nyamuk.
2. Jenis bak yang di pakai adalah semen, *fiber glass* dan kramik.
3. Larva *Culex quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti* adalah stadium muda *Culex quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti*.
4. Bti adalah spora *Bacillus thuringiensis israelensis* yang digunakan sebagai larvasida.
5. Efek residu adalah lama zat toksin yang dapat bertahan dalam membunuh organisme target pada tempat tertentu.

## BAB IV HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lama residu *Cx. quinquefasciatus* di bak semen dan keramik adalah satu minggu sedangkan di bak *fiber glass* adalah dua minggu. Efek residu *Ae. aegypti* lebih lama dari *Cx. quinquefasciatus* yaitu dua minggu. Pada minggu kedua penelitian dihentikan karena jumlah kematian <70% (Tabel 4.1).

**Tabel 4.1 Jumlah Kematian Larva *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti* di Bak Semen, Keramik dan *Fiber Glass***

Bak	Minggu I		Minggu II		Minggu III	
	<i>Cx</i>	<i>Ae</i>	<i>Cx</i>	<i>Ae</i>	<i>Cx</i>	<i>Ae</i>
Semen	100	100	56	95	-	36
Keramik	100	100	69	100	-	49
<i>Fiber Glass</i>	100	100	100	100	21	44
Kontrol	0	0	0	0	0	0

*Cx*: *Culex quinquefasciatus*  
*Ae*: *Ae. aegypti*

Efikasi Bti terhadap larva dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain jenis *container*. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa efek residu *Cx. quinquefasciatus* paling lama di bak *fiber glass* yaitu dua minggu, sedangkan di bak keramik dan semen adalah satu minggu. Pada minggu kedua, Bti masih dapat membunuh larva sebanyak 100% di bak *fiber glass*, sedangkan di bak semen 56% dan keramik 69%. Pada uji Mc Nemar didapatkan  $p = 0,021$  yang menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada efikasi *Cx. quinquefasciatus* di bak semen dan keramik yang berarti efikasi Bti lebih baik di bak keramik daripada di bak semen. Meskipun demikian, karena kematian kurang dari 70%, efek residu di bak semen dan keramik pada minggu kedua tidak diperhitungkan dan untuk *Cx. quinquefasciatus* di bak semen dan keramik efek residu dinyatakan hanya satu minggu.

Untuk mengetahui efikasi Bti terhadap *Ae. aegypti* di bak semen, keramik dan fiber glass, dilakukan perhitungan kematian larva pada minggu ketiga. Hasilnya menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna yang berarti efikasi Bti di bak semen tidak berbeda dengan di bak keramik dan fiber glass (uji Mc Nemar,  $p > 0,05$ ).

Berdasarkan spesies nyamuk, efek residu Bti terhadap *Ae. aegypti* lebih baik dibandingkan *Cx. quinquefasciatus*, karena jumlah kematian *Ae. aegypti* di minggu kedua lebih dari 70%, sedangkan *Cx. quinquefasciatus* kurang dari 70%. Selain itu, Bti masih dapat membunuh *Ae. aegypti* pada minggu ketiga walaupun angka kematiannya kurang dari 70%.

Untuk mengetahui efikasi Bti terhadap *Ae. aegypti* dilakukan perhitungan kematian larva di bak semen dan keramik. Jumlah kematian larva *Ae. Aegypti* di bak semen dan keramik pada minggu kedua lebih banyak dibandingkan *Cx. quinquefasciatus*. Pada uji Mc Nemar didapatkan  $p = 0,001$  yang berarti perbedaan tersebut bermakna. Hal itu menunjukkan efikasi Bti lebih baik terhadap *Ae. aegypti* dibandingkan *Cx. quinquefasciatus*.

## BAB V

### DISKUSI

Bti telah digunakan sebagai agen pemberantas vektor sejak tahun 1982 di banyak negara.<sup>20</sup> Bti bekerja dengan memproduksi kristal protein yang bersifat toksik untuk larva nyamuk dan lalat hitam tetapi aman bagi manusia.

Bti diaplikasikan di air yang mengandung larva nyamuk atau lalat hitam. Untuk mengoptimalkan efek Bti, tempat air yang diaplikasikan sebaiknya bersifat permanen misalnya rawa, sawah atau TPA dan tidak di air yang mengalir.<sup>21,22</sup>

Bti merupakan racun perut sehingga untuk memberantas larva, Bti tersebut harus mempunyai rasa yang disukai agar larva mau memakannya. Setelah dimakan, suasana basa di saluran cerna akan mengaktifasi toksin sehingga menyebabkan gangguan penyerapan dan keseimbangan gradien ion. Toksin juga akan memediasi sporulasi bakteri, sehingga akan menyebar dan masuk ke dalam cairan hemolimfe serangga sehingga menyebabkan bakteremia yang mengakibatkan kematian larva.<sup>21-23</sup>

Pada penelitian ini lama efek residu bti di bak semen dan keramik dalam membunuh larva *Cx quinquefasciatus* adalah satu minggu sedangkan di bak *fiber glass* dua minggu. Efek residu bti terhadap *Ae. aegypti* dapat bertahan selama dua minggu di ketiga bak. Penelitian ini dihentikan jika angka kematian larva <70% karena untuk mendapatkan efikasi Bti yang baik diperlukan pencarian Lc<sub>95</sub>. Tujuannya adalah untuk mencari konsentrasi minimal yang dapat membunuh larva setidaknya 90%. Jika diaplikasikan di lapangan, efektifitas Bti dapat menurun sebanyak 20% pada konsentrasi yang sama. Oleh karena itu, penelitian dalam mencari lama efek residu Bti diharapkan setidaknya dapat membunuh larva sebanyak 70%. Hal ini sesuai dengan protokol WHO yang direkomendasikan untuk mencari lama efek residu yang dapat digunakan sebagai larvasida.

Bti lebih efektif dalam membunuh larva *Ae. aegypti* daripada *Cx. quinquefasciatus* karena kedua spesies tersebut mempunyai kebiasaan makan yang berbeda. *Cx. quinquefasciatus* memiliki kebiasaan makan di atas permukaan air dan juga di dasar namun *Ae. aegypti* hanya memiliki kebiasaan makan di dasar. Dengan demikian *Ae. Aegypti* dapat menelan Bti lebih banyak dibandingkan *Cx.*

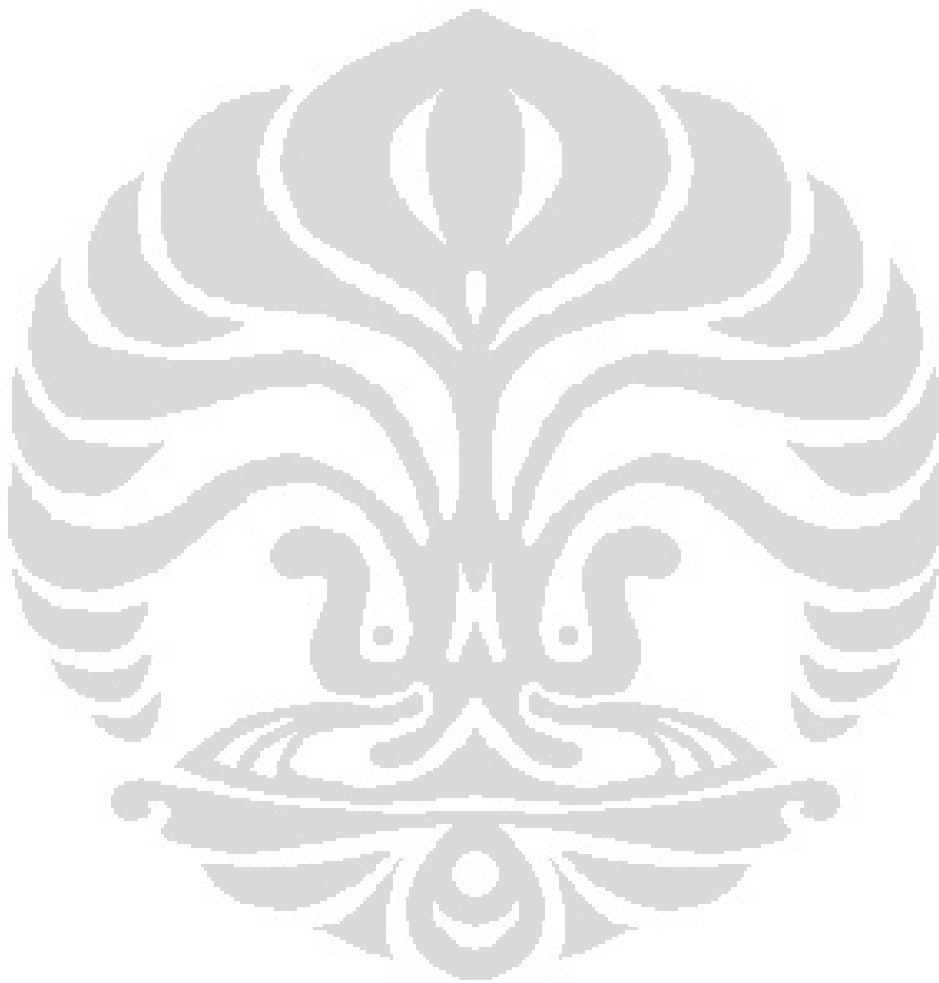
*quinquefasciatus* karena setelah diteteskan Bti akan mengendap ke dasar *container*.<sup>24</sup> Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Jai et al<sup>24</sup> yang menyampaikan bahwa Bti bekerja lebih baik dalam membunuh larva *Ae. aegypti* daripada *Cx. quinquefasciatus*. Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Setha et al.<sup>25</sup> Yap et al<sup>26</sup> melaporkan Bti dapat membunuh banyak spesies nyamuk, tetapi paling efektif terhadap *Ae. aegypti*.

Efikasi Bti dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain jenis *container*. *Container* yang permukaannya berpori atau kasar akan memiliki efek residu Bti yang lebih lama karena toksin akan melekat dan mengendap di permukaan dinding *container*. Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Lee et al<sup>28</sup> yang memperoleh hasil bahwa efikasi bti lebih baik pada bak kaca daripada bak tanah liat. Pada penelitian ini efek residu Bti pada ketiga container hampir sama yaitu satu minggu walaupun pada *fiber glass* efek residu dapat bertahan dua minggu. Hal tersebut disebabkan air yang digunakan pada penelitian ini tidak diganti hingga penelitian dihentikan yaitu ketika angka kematian kurang dari 70%.

Untuk penggunaan di lapangan diperlukan larvisida yang mempunyai efek residu lebih dari empat minggu agar upaya pemberantasan tidak perlu seminggu sekali. Jika efek residu hanya satu minggu, lebih baik tetap melaksanakan PSN karena PSN tidak memerlukan biaya. Selain itu, pada penggunaan lapangan akan terjadi pengenceran Bti karena air yang telah diberikan Bti akan digunakan oleh warga lalu air yang terpakai akan diisi kembali sehingga konsentrasi Bti akan berkurang dan tidak efektif lagi dalam membunuh larva. Konsentrasi minimum Bti yang diperlukan untuk membunuh larva *Aedes* adalah 10 ng/mL atau 1 mg/m<sup>3</sup>; yang mengandung kurang lebih 10<sup>3</sup> sel bakteri.

Berdasarkan penelitian ini, Bti formulasi cair tidak dapat digunakan di lapangan karena efek residunya hanya satu minggu di bak semen dan keramik dan dua minggu di bak *fiber glass*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lanjut menggunakan Bti *slow release* dalam bentuk granul, tablet atau pellet. Bti dengan formulasi tablet dan granula efektif untuk mengurangi kepadatan larva *Ae. aegypti* sampai di bawah 70% selama 7-9 minggu dan 15-17 minggu di tempayan. Menurut Benjamin et al,<sup>28</sup> efikasi dan persistensi formulasi Bti tablet di tempayan

dapat mencapai 5,5 bulan bila tidak dilakukan pengurasan dan 2,2 bulan bila dilakukan penggantian air setiap minggu. Di bak plastik, aktivitas tablet ini berlangsung lebih singkat, yaitu 2,1 bulan tanpa penggantian air dan 1,8 bulan dengan penggantian air per minggu.





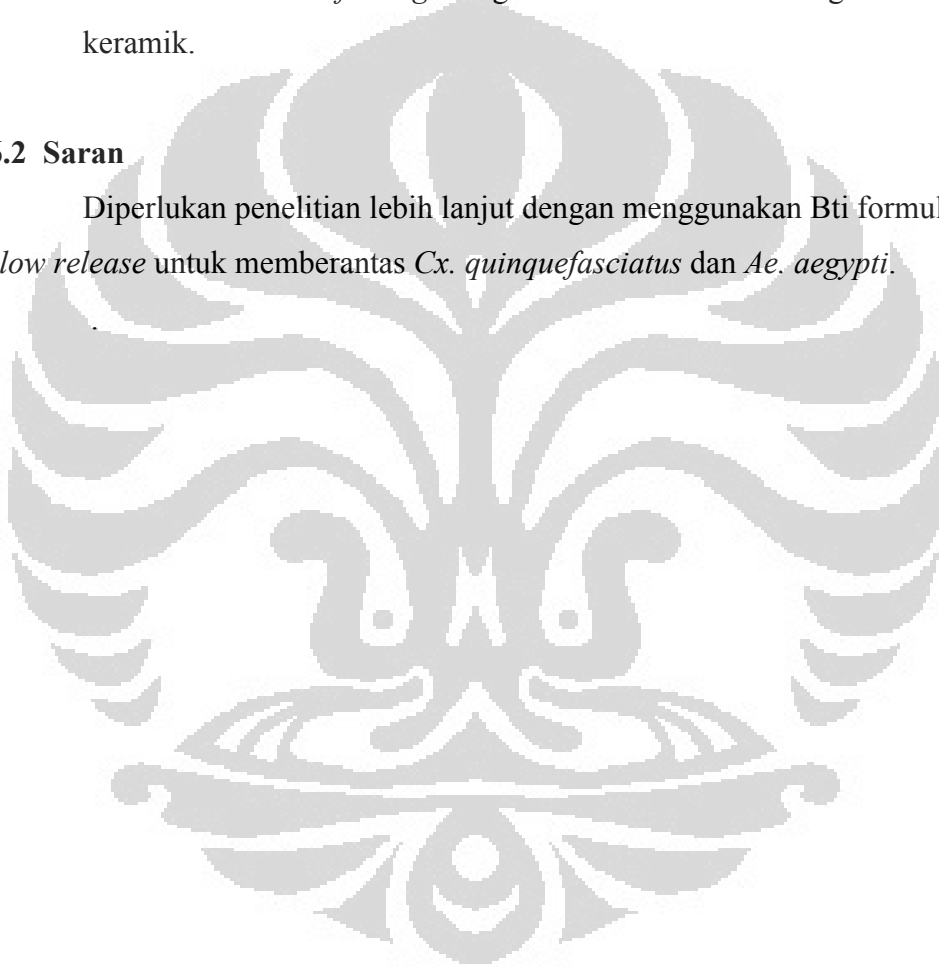
## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

1. Lama efek residu Bti di bak semen dan keramik dalam membunuh larva *Cx. quinquefasciatus* adalah satu minggu sedangkan untuk *Ae. aegypti* dua minggu
2. Efek residu Bti di *fiber glass* lebih baik dibandingkan semen dan keramik.

### 6.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan Bti formulasi *slow release* untuk memberantas *Cx. quinquefasciatus* dan *Ae. aegypti*.



## Daftar Pustaka

1. Kusriastuti R. Current situation of lymphatic filariasis and it's elimination in Indonesia. Jakarta: Directorate of Vector Borne Disease Control DG of DC&EH, RI; 2009.
2. World Health Organization. Microbial pest control agent: *Bacillus thuringiensis*. Geneva: WHO. 1999. hal 1-5
3. Despommier DD, Gwadz RW, Hotez PJ, dan Knirsch CA. Parasitic disease. 4<sup>th</sup> edition. New York: Apple Trees Productions LLC. 2000.
4. Brown WH, Gandahasada, Illahude, Pribadi W. Nyamuk vektor penyakit. 1998. Diunduh dari <http://digilib.unimus.ac.id/download.php?id=3189> pada 15 februari 2011.
5. Russell RC. Adult *Culex quinquefasciatus*. 1999. Diunduh dari: [http://www.phsource.us/PH/ME/PH\\_Entomology/mosq/cu\\_quinquefasciatus1.jpg](http://www.phsource.us/PH/ME/PH_Entomology/mosq/cu_quinquefasciatus1.jpg). pada dikutip 1 april 2011.
6. Russel RC. *Culex quinquefasciatus* larvae. 2000. Diunduh dari: <http://www.phsource.us/PH/ME/Insecta/Diptera/Culicidae/mosquitoes.htm>. dikutip pada 1 april 2011.
7. Siregar FA. Epidemiologi dan pemberantasan demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia. 2009. Diunduh dari: <http://library.usu.ac.id/download/fkm/fkm-fazidah3.pdf> dikutip pada 29 Agustus 2010.
8. Supartha IW. Pengendalian terpadu vektor virus demam berdarah dengue, *Ae. aegypti* (Linn.) dan *Ae. albopictus* (Skuse)(Diptera: Culicidae). 2009. Diunduh dari: <http://dies.unud.ac.id/wp-content/uploads/2008/09/makalah-supartha-baru.pdf> dikutip pada 25 September 2010.
9. Howell PI, Collins FH. Center for disease control and prevention. 2000. Diunduh dari: <http://www.britannica.com/EBchecked/media/116888/Aedes-aegypti-mosquito-a-carrier-of-yellow-fever-and-dengue> dikutip pada 1 april 2011.
10. Djakaria S. Vektor penyakit virus. Dalam : Sutanto I, Sungkar S, editor. Parasitologi kedokteran. Edisi keempat. Jakarta: Balai penerbit FKUI; 2004. hal. 236-8.

11. General household pests: mosquitoes. 2009. Diunduh dari: <http://www.extension.org/pages/20422/general-household-pests:-mosquitoes>. dikutip pada 1 april 2011.
12. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Petunjuk pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk demam berdarah dengue (PSN DBD) oleh juru pemantau jentik (jumantik). Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 2004.
13. Eggs of dengue fever mosquito. 2000. Diunduh dari: [http://www.bepast.org/docs/photos/Dengue/dengue\\_fever\\_mosquito\\_eggs.jpg](http://www.bepast.org/docs/photos/Dengue/dengue_fever_mosquito_eggs.jpg). dikutip pada 1 april 2011.
14. Russell RC. *Ae. aegypti* larvae. 2000. Diunduh dari: [http://medent.usyd.edu.au/photos/aedes\\_aegypti\\_larvae.jpg](http://medent.usyd.edu.au/photos/aedes_aegypti_larvae.jpg). dikutip pada 1 april 2011.
15. Zattel CM. *Ae. aegypti* pupae. 2000. Diunduh dari: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/aedes\\_aegypti07.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/aedes_aegypti07.htm). dikutip pada 1 april 2011
16. Tim Penanggulangan DBD Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Perilaku dan siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* sangat penting diketahui dalam mengetahui kegiatan PSN termasuk pemantauan larva secara berkala. Buletin Harian Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 2004.
17. Tim Penanggulangan DBD Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Perilaku dan siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* sangat penting diketahui dalam melakukan kegiatan pemberantasan sarang nyamuk termasuk pemantauan jentik berkala. 2009. Diunduh dari: <http://www.depkes.go.id/downloads/Bulletin%20Harian%2010032004.pdf>. dikutip pada 2 September 2010
18. Viral hemorrhagic fever (VHF): slideshow: the natural habitat of the *Aedes* mosquito. 2000. Diunduh dari: <http://www.medscape.com/features/slideshow/vhf#> dikutip 1 april 2011.
19. Lopes J, Arantes IMN, Cenci MA. Evaluation of new formulation of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Braz J Biol 2010;70(4):1109-13.

20. Health Canada. *Bacillus thuringiensis subspecies israelensis*. 2008. Diunduh dari: [http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/\\_fact-fiche/bti/index-eng.php](http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_fact-fiche/bti/index-eng.php) dikutip pada 14 September 2010
21. Glare TR, O'Callaghan M. Environmental and health impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Report for The Ministry of Health. Lincoln: 1998.
22. WHO. *Bacillus thuringiensis* in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking water; 2009.
23. Lee HL, Chen CD, Masri SM, Chooi KH, Benjamin S. Impact of Larvasiding with a *Bacillus thuringiensis* Formulation, Vectobar WG<sup>®</sup>, on Dengue Mosquito Vectors in a Dengue Endemic Site in Selangor State, Malaysia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2008;39:601-9.
24. Nayar JK, Knight JW, Ali A, Carlson BD, O'bryan PD. Laboratory evaluation of biotic and abiotic factors that may influence larvicidal activity of *Bacillus thuringiensis israelensis* against two florida mosquito species. *Journal of American Mosquito Control Association*:1999;15(1):32-42.
25. Sethe T, Chanta N, Socheat D. Efficacy of *Bacillus thuringiensis israelensis*, VectoBac WG and DT, formulations against dengue mosquito vectors in cement potable water jars in Cambodia. *Southeast Asian J trop Med Public Health*: 2007;38(2):261-8.
26. Yap HH, Zairi J, Lee YW, Adanan CR. Mosquito control. In: Lee CY, Yap HH, Chong NL, Zairi J, editor. *Urban pest control, a Malaysian perspective*. 2nd ed. Penang: Universiti Sains Malaysia: 2003;43-53.
27. Lee YW, Zairi J. Laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* H-14 againsts *Ae. aegypti*. *Tropical Biomedicine*. 2005; 22(1): 5–10.
28. Benjamin S, Rath A, Fook CY, Lim LH. Efficacy of a *Bacillus thuringiensis israelensis* tablet formulation, Vectobac DT<sup>®</sup>, for control of dengue mosquito vectors in potable water containers. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2005;36(4):879-92.