



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis*  
terhadap *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus*  
di dalam Bak *Fiber Glass*, Keramik, dan Semen**

**SKRIPSI**

**YOGI ISMAIL GANI**

**0806324614**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN UMUM**

**JAKARTA**

**APRIL 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis*  
terhadap *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus*  
di dalam Bak *Fiber Glass*, Keramik, dan Semen**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran

**YOGI ISMAIL GANI**

**0806324614**

**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 : Yogi Ismail Gani

NPM : 0806324614

Tanda tangan : 

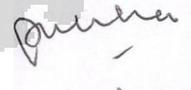
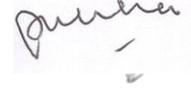
Tanggal : 18 April 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Yogi Ismail Gani  
NPM : 0806324614  
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum  
Judul Skripsi : Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus* di dalam Bak *Fiber Glass*, Keramik, dan Semen.

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, PhD (  )

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 Prof. dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS, yang telah membimbing saya dalam melakukan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Dr. dr. Saptawati Bardosono, MSc, sebagai Ketua Modul Riset FKUI yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini. Akhirnya, penulis mengucapkan penghargaan yang tak terhingga kepada orang tua dan keluarga yang tanpa lelah memberikan dukungan material dan moral.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap penelitian ini dapat terus dikembangkan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 18 April 2011



Yogi Ismail Gani

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA  
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Yogi Ismail Gani  
NPM : 0806324614  
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 *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus* di dalam Bak *Fiber Glass*, Keramik, dan Semen" beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolah 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,



Yogi Ismail Gani

## ABSTRAK

Nama : Yogi Ismail Gani  
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum  
Judul : Efek Residu *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus* di dalam bak *fiber glass*, keramik, dan semen.

Penyakit tular vektor merupakan masalah kesehatan masyarakat, diantaranya demam berdarah dengue (DBD) yang ditularkan oleh *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* serta filariasis yang ditularkan *Culex quinquefasciatus*. Pemberantasan penyakit tersebut dilakukan dengan memberantas vektornya terutama menggunakan insektisida. Untuk mengurangi efek negatif insektisida, dewasa ini pemberantasan vektor diupayakan dengan pemberantasan biologik antara lain dengan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama efek residu Bti terhadap *Ae.albopictus* dan *Cx.quinquefasciatus*. Desain penelitian ini adalah eksperimental. Sebanyak 100 larva instar III *Ae.albopictus* 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 ditetaskan Bti dengan konsentrasi 2 ml/m<sup>2</sup> lalu diobservasi selama 24 jam kemudian dihitung jumlah larva yang mati. Selanjutnya dilihat perkembangan pada minggu-minggu berikutnya dan penelitian ini dihentikan sampai jumlah larva yang mati <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.albopictus* di ketiga bak adalah dua minggu sedangkan terhadap *Cx. quinquefasciatus* di bak semen dan keramik adalah satu minggu, dan di bak *fiber glass* dua minggu. Pada uji McNemar didapatkan p <0,05 yang berarti terdapat perbedaan bermakna. Disimpulkan efek residu Bti terhadap *Ae. albopictus* lebih lama dibandingkan *Cx. quinquefasciatus*.

Kata kunci: *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Ae. albopictus*, *Cx. quinquefasciatus*, efek residu.

## ABSTRACT

Name : Yogi Ismail Gani  
Study Program : General Medicine  
Title : Residual effects of *Bacillus thuringiensis israelensis* against *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* in containers of fiber glass, ceramics, and cement.

Vector borne diseases is a public health problem, such as dengue hemorrhagic fever (DHF) which is transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* 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. albopictus* and *Cx. quinquefasciatus*. This experimental study was performed using 100 third instar larvae *Ae. albopictus* 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 progress of the study seen in the following weeks and the study was stopped until the number of larvae that died <70%. As control 100 larvae introduced to the same type an size containers but not given Bti. Residual effect of Bti against *Ae. albopictus* larvae in the three containers is two weeks whereas against *Cx. quinquefasciatus* in the containers of cement and ceramic is one week, and in the *fiber glass* is two weeks. McNemar test showed p <0,05, which means there is significant difference. It was concluded that residual effect of Bti against *Ae. albopictus* is longer than *Cx. quinquefasciatus*.

Keywords: *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Ae. albopictus*, *Cx. quinquefasciatus*, 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 DAN 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 .....	5
2.1.3. Perilaku .....	5
2.2. <i>Aedes sp.</i> .....	5
2.2.1. Morfologi <i>Aedes sp.</i> .....	5
2.2.2. Daur Hidup .....	6
2.2.3. Perilaku .....	6
2.3. <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	7
2.3.1. Karakteristik Biologis .....	7

2.3.2. Cara Kerja Terhadap Serangga Target.....	8
2.3.3. Habitat .....	8
2.3.4. Produk Komersial, Produksi, dan Aplikasi.....	9
2.3.5. Pengaruh Paparan Bt Terhadap Manusia .....	9
2.4. Kerangka Konsep.....	10
<b>3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>11</b>
3.1. Desain Penelitian .....	11
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	11
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian.....	11
3.4. Cara Kerja.....	11
3.5. Identifikasi Variabel .....	12
3.6. Pengumpulan Data dan Manajemen Penelitian .....	12
3.7. Pengolahan Data .....	12
3.8. Analisis Data .....	13
3.9. Batasan Operasional .....	13
<b>4. HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
<b>5. DISKUSI .....</b>	<b>16</b>
<b>6. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>18</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>19</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kelompok telur <i>Culex sp.</i> .....	4
Gambar 2. Nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> .....	5
Gambar 3. Gambaran garis vertikal di bagian dorsal toraks Nyamuk <i>Ae.albopictus</i> .....	6
Gambar 4. Larva <i>Ae.albopictus</i> .....	6

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Jumlah Kematian Larva <i>Cx.quinquefasciatus</i> dan <i>Ae.albopictus</i> di Bak <i>Fiber Glass</i> , Keramik, dan Semen.....	14
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit tular vektor merupakan masalah kesehatan masyarakat terutama di negara tropis. Di Indonesia, penyakit tular vektor antara lain demam berdarah dengue (DBD) yang ditularkan oleh *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus* dan filariasis yang ditularkan *Culex quinquesfasciatus*.

Filariasis tersebar luas di Indonesia. Prevalensi kasus kronis filariasis meningkat tiap tahunnya. Jumlah penderita filariasis pada tahun 2005, 2006, 2007, 2008 adalah 8234 penderita, 10 443 penderita, 11 473 penderita, dan 11 699 penderita.

Insidens DBD di Indonesia tertinggi di Asia Tenggara. Pada tahun 2005 jumlah penderita DBD mencapai 95 270 orang dan 1298 meninggal. Pada tahun 2007 jumlah penderita meningkat 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 masal dan pemberantasan vector sedangkan pemberantasan DBD hanya dapat dilakukan dengan pemberantasan vektor. Saat ini strategi pencegahan dan pemberantasan vektor lebih memperhatikan lingkungan yang disebut *integrated vector management* (IVM) dengan melakukan manajemen lingkungan dan pemberantasan biologis.

Pemberantasan biologis dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya menggunakan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) yaitu bakteri gram positif pembentuk spora yang bersifat insektisida. Bti bekerja sebagai racun perut sehingga harus dimakan larva.<sup>2</sup>

Bti telah lama digunakan untuk memberantas *Anopheles* dalam formulasi terapung di permukaan air agar dimakan *Anopheles* karena nyamuk tersebut bersifat *surface feeder*. Dengan formulasi terapung, Bti tidak dapat digunakan untuk memberantas *Aedes* karena *Aedes* bersifat *bottom feeder*.

Saat ini telah diproduksi Bti dalam bentuk cair, granul, tablet dan pellet yang dapat mengendap ke dasar. Dengan formulasi itu, Bti dapat digunakan untuk membunuh larva *Aedes sp* dan *Culex sp*.<sup>3</sup>

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

## 1.2 Rumusan Masalah

Berapa lama efek residu Bti dalam membunuh nyamuk *Ae.albopictus* dan *Cx.quinquefasciatus*?

## 1.3 Hipotesis

Lama efek residu Bti dalam membunuh nyamuk *Ae.albopictus* dan *Cx.quinquefasciatus* adalah > 3minggu.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Tujuan umum

Diketuainya lama efek residu Bti terhadap *Ae.albopictus* dan *Cx.quinquefasciatus*.

### 1.4.2 Tujuan khusus

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

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Manfaat Bagi Peneliti**

1. Sebagai sarana pelatihan melakukan penelitian di bidang biomedik.
2. 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 2014 sebagai universitas riset.
3. Meningkatkan kerjasama antara mahasiswa dan staf pengajar FKUI.

### **1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat**

Masyarakat mendapat informasi mengenai lama efek residu Bti terhadap larva *Ae.albopictus* dan *Cx.quinquefasciatus*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Culex sp*

Terdapat 3 jenis parasit nematoda yang menjadi penyebab filariasis limfatik pada manusia, yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori* di Indonesia. Berbagai spesies nyamuk yang termasuk dalam genus *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Coquillettidia* dan *Armigeres* telah menyebar parasit-parasit tersebut di seluruh Indonesia. Di daerah perkotaan, *Culex quinquefasciatus* merupakan vektor utama filariasis, sedangkan berbagai spesies *Anopheles* dapat menularkan filariasis bancrofti di daerah pedesaan atau dapat pula ditularkan oleh nyamuk *Aedes kochi*, *Cx.bitaniorrhynchus*, *Cx.annulirostris* dan *Armigeres obsturbans*. Persebaran *Culex quinquefasciatus* meliputi daerah Jawa dan Kalimantan.<sup>4</sup>

##### 2.1.1 Morfologi *Culex sp*

Morfologi dari *Culex*, nyamuk non-anophelini, dikenali dengan memperhatikan bagian-bagian badannya. Sisik sayap *Culex* sempit dan panjang. Pada saat stadium telur, telur *Culex* yang diletakkan berkelompok membentuk rakit (*raft*) dan kadang berbentuk menyerupai peluru senapan.<sup>4</sup> Tabung pernapasan yang mempunyai bentuk panjang dan sempit, terdapat pada stadium pupa yang digunakan untuk pengambilan oksigen. Saat stadium dewasa nyamuk jantan, palpinya melebihi panjang probosisnya, sedangkan pada nyamuk betina, berkebalikannya.



Gambar 1. Kelompok telur *Culex sp.*<sup>21</sup>

### 2.1.1.1 Daur Hidup

Metamorfosis sempurna dialami oleh *Culex* ini, tetapi pertumbuhan dari telur sampai menjadi dewasa waktunya lebih pendek sekitar 1-2 minggu. Tempat perindukan *Culex* ini berbeda dari tempat perindukan nyamuk anophelini. Air jernih, maupun air keruh dapat digunakan sebagai tempat perindukan nyamuk non-anophelini. Comberan dengan air keruh dan kotor dekat rumah merupakan tempat perindukan *Culex quinquefasciatus* ini.<sup>5</sup>



Gambar 2. Nyamuk *Culex quinquefasciatus*<sup>22</sup>

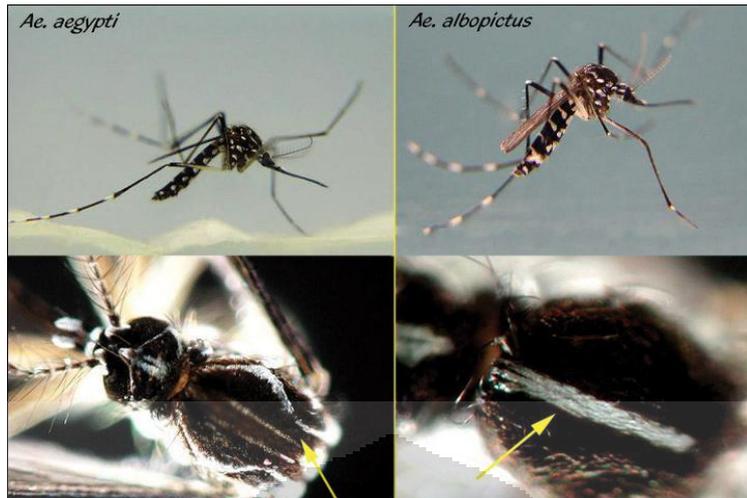
### 2.1.1.2 Perilaku

Kebiasaan *Culex* yaitu mengisap darah hospes pada malam hari saja. Jarak terbangnya pun pendek hanya mencapai jarak rata-rata beberapa puluh meter saja. 2 minggu merupakan umur nyamuk dewasa baik di alam maupun di laboratorium.<sup>6</sup>

## 2.2 *Aedes.sp*

### 2.2.1 Morfologi *Aedes.sp*

*Aedes.sp* dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran nyamuk rumah, mempunyai warna dasar yang hitam dengan bintik-bintik putih pada bagian-bagian badannya terutama pada kakinya. Morfologinya yang khas adalah gambaran lira (*lyre-form*) yang putih pada punggungnya (mesonotum). *Ae.albopictus* tampak seperti nyamuk *Ae.aegypti*, yaitu mempunyai warna dasar hitam dengan bintik-bintik putih pada bagian-bagian badannya, tetapi pada mesonotumnya terdapat gambaran menyerupai garis tebal putih vertikal.<sup>7,8</sup>



Gambar 3. Gambaran garis vertikal di bagian dorsal toraks *Ae.albopictus*<sup>23</sup>

### 2.2.2 Daur Hidup

*Aedes.sp* mengalami metamorfosis sempurna dan waktu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dari telur sampai menjadi dewasa kira-kira 9 hari. Tempat perindukan utama *Aedes.sp* adalah tempat-tempat berisi air jernih yang berdekatan letaknya dengan rumah penduduk, bisa berupa gentong, bak mandi, pot bunga, ban mobil yang terdapat di halaman rumah atau di kebun yang berisi air hujan. Tempat perindukan larva nyamuk *Ae.albopictus* lebih menyukai tempat-tempat perindukan alamiah seperti kelopak daun, tonggak bambu, dan tempurung kelapa yang mengandung air hujan, walaupun kadang larva nyamuk ini ditemukan hidup bersama dalam satu tempat perindukan dengan larva *Ae.aegypti*.<sup>7</sup>



Gambar 4. Larva *Ae.albopictus*<sup>24</sup>

### 2.2.3 Perilaku

Nyamuk dewasa betina mengisap darah manusia dari pagi sampai petang dengan dua puncak waktu yaitu setelah matahari terbit dan sebelum matahari terbenam. Tempat istirahatnya berupa semak-semak atau tanaman rendah

termasuk rerumputan yang terdapat di kebun rumah. Umur nyamuk dewasa betina di alam bebas kira-kira 10 hari, sedangkan di laboratorium mencapai 2 bulan. Jarak terbang *Aedes.sp* adalah pendek yaitu kurang lebih 40 meter. Perilaku nyamuk dewasa *Ae.albopictus* dapat dikatakan sama dengan perilaku nyamuk dewasa *Ae.aegypti* meskipun nyamuk ini lebih suka beristirahat di luar rumah.<sup>7,8</sup>

## **2.3 *Bacillus thuringiensis***

### **2.3.1 Karakteristik Biologis**

*Bacillus thuringiensis* (Bt) merupakan bakteri gram positif anaerob fakultatif yang berbentuk protein inklusi dengan karakteristik yang dekat dengan endospora. Lebih dari satu inklusi paraspora dapat disintesis dari subspecies Bt ini. Hal yang dapat membedakan antara Bt dengan *Bacillus cereus* (Bc) adalah kemampuan Bt yang dapat memproduksi inklusi kristal paraspora yang bersifat toksik bagi invertebrata tertentu, terutama spesies larva serangga yang tergabung dalam ordo *Coleoptera*, *Diptera*, dan *Lepidoptera*, karena Bt tidak dapat dibedakan secara genetik dengan Bc. *Insecticidal crystal protein* (ICP) yang berbeda-beda membentuk inklusi-inklusi paraspora. Komposisi dari ICP tersebut membentuk kristal dengan berbagai bentuk seperti bipiramida, kuboid, rhomboid, sferik, atau gabungan dari dua tipe kristal.<sup>2,9</sup>

Subspecies, yang dapat diidentifikasi dari *serotype* flagella, merupakan tingkat taksonomi paling dasar yang dapat membedakan fenotip Bt. 67 subspecies berhasil ditemukan sampai tahun 1998. Pada plasmidnya, terdapat gen yang mengkode ICP. Lewat konjugasi antar strain Bt dan transfer dengan spesies bakteri lain yang berdekatan, sebagian besar plasmid yang mengandung gen ICP dapat dipindahkan. Terdapat keterkaitan antara domain-domain berbeda dari ICP dengan kerentanan hospes (pengenalan oleh reseptor) dan toksisitasnya (pembentukan pori-pori).<sup>2,9</sup>

Beta-eksotoksin yang merupakan nukleotida yang stabil terhadap panas selama fase pertumbuhan vegetatif dan dapat mengontaminasi produl kristal dari Bt, diproduksi oleh beberapa subspecies Bt. Beta-eksotoksin ini bersifat toksik terhadap segala bentuk kehidupan termasuk manusia dan serangga target. Berbagai golongan antibiotik, enzim, metabolit, dan toksin, termasuk toksin Bc

diproduksi oleh berbagai strain Bt saat fase pertumbuhan vegetatif, yang dapat memiliki efek yang merugikan bagi organisme target dan organisme nontarget. Aktivitas insektisida dari strain Bt atau produk dari Bt tidak direfleksikan secara akurat oleh jumlah spora. Dengan menggunakan standar internasional, potensi dari tiap produk Bt diuji menggunakan serangga uji spesifik.<sup>2,10</sup>

### 2.3.2 Cara Kerja Terhadap Serangga Target

Larva serangga harus memakan Bt yang telah tersporulasi dan memiliki ICP atau kompleks spora-ICP. Perforasi dari dinding usus larva dapat diakibatkan oleh berbagai hal, antara lain pelarutan ICP di usus, perubahan protoksin menjadi toksin yang aktif, pengikatan dengan reseptor membran spesifik oleh domain C-terminal pada toksin aktif, dan pembentukan pori oleh domain N-terminal yang dilanjutkan dengan lisis dari sel epitel. Septisemia diakibatkan oleh perkembangan spora dan proliferasi dari sel vegetatif menjadi hemosol, yang berkontribusi sebagai penyebab kematian. Penentu utama spesifitas hospes terhadap ICP yang berbeda-beda dari Bt ialah pengikatan reseptor oleh ICP.<sup>10,11</sup>

Dengan eksperimen seleksi di laboratorium, telah didapatkan serangga dari beberapa spesies yang memiliki tingkatan resistensi berbeda terhadap Bt. Resistensinya ditunjukkan terhadap Bti, Btk, Btte, dan subspecies Bt lainnya. Spesies serangga yang dimaksud antara lain *Ploida interpunctella*, *Cadra cautella*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Chrysomela scripta*, *Trichoplusia*, *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera exigua*, *Heliothis virescens*, *Ostrinia nubilalis*, dan *Culex quinquefasciatus*.<sup>10,11</sup>

Bti membunuh larva nyamuk secara umum 1 jam setelah larva tersebut makan. Aktivitas larva berkurang dalam 2 jam, dan melemah pada 4 jam secara ekstrim, kemudian paralisis dalam waktu 6 jam.<sup>10</sup>

### 2.3.3 Habitat

Dari serangga yang telah mati, umumnya dari ordo *Coleoptera*, *Diptera*, dan *Lepidoptera*, telah dapat diisolasi subspecies Bt yang berbeda, tetapi ada juga yang dapat diisolasi dari tanah, permukaan daun, dan habitat lainnya. Sejumlah spora dan ICP yang dapat memasuki lingkungan, seringkali terkandung dari tubuh

serangga yang mati. Subspesies Bt yang berasosiasi dengan tanah dan *phylloplane* (permukaan daun) umumnya aktif terhadap coleoptera dan lepidoptera, sementara yang aktif terhadap diptera biasanya ditemui pada lingkungan akuatik. Spora dapat bertahan lama dan pertumbuhan vegetatif pada lingkungan dapat terjadi saat kondisi yang memungkinkan dan nutrisi tersedia.<sup>10</sup>

#### **2.3.4 Produk Komersial, Produksi, dan Aplikasi**

Kurang lebih 90% dari pasar MPCA dunia menggunakan produk Bt konvensional, yang menggunakan strain Bt yang alami. Biasanya produk Bt telah terkandung ICP dan spora aktif yang dapat bertahan hidup, tetapi ada juga yang sporanya telah terinaktivasi. Dengan teknologi fermentasi aerob, 13.000 ton produk Bt telah diproduksi setiap tahun. Hama dari ordo lepidoptera yang dapat merusak agrikultur dan tanaman-tanaman hutan merupakan target dari produk konvensional Bt, tetapi strain Bt yang aktif terhadap hama coleoptera juga telah dipasarkan beberapa tahun ini. Pada program kesehatan masyarakat, telah digunakan strain dari Bt yang aktif terhadap vektor-vektor parasit penyakit akibat virus dari ordo diptera. Pada dedaunan, tanah, lingkungan air, atau tempat penyimpanan makanan, formulasi dari Bt komersial dapat digunakan sebagai insektisida. Secara biologis, ICP sendiri dapat menjadi inaktif dalam beberapa jam atau hari.<sup>2,10</sup>

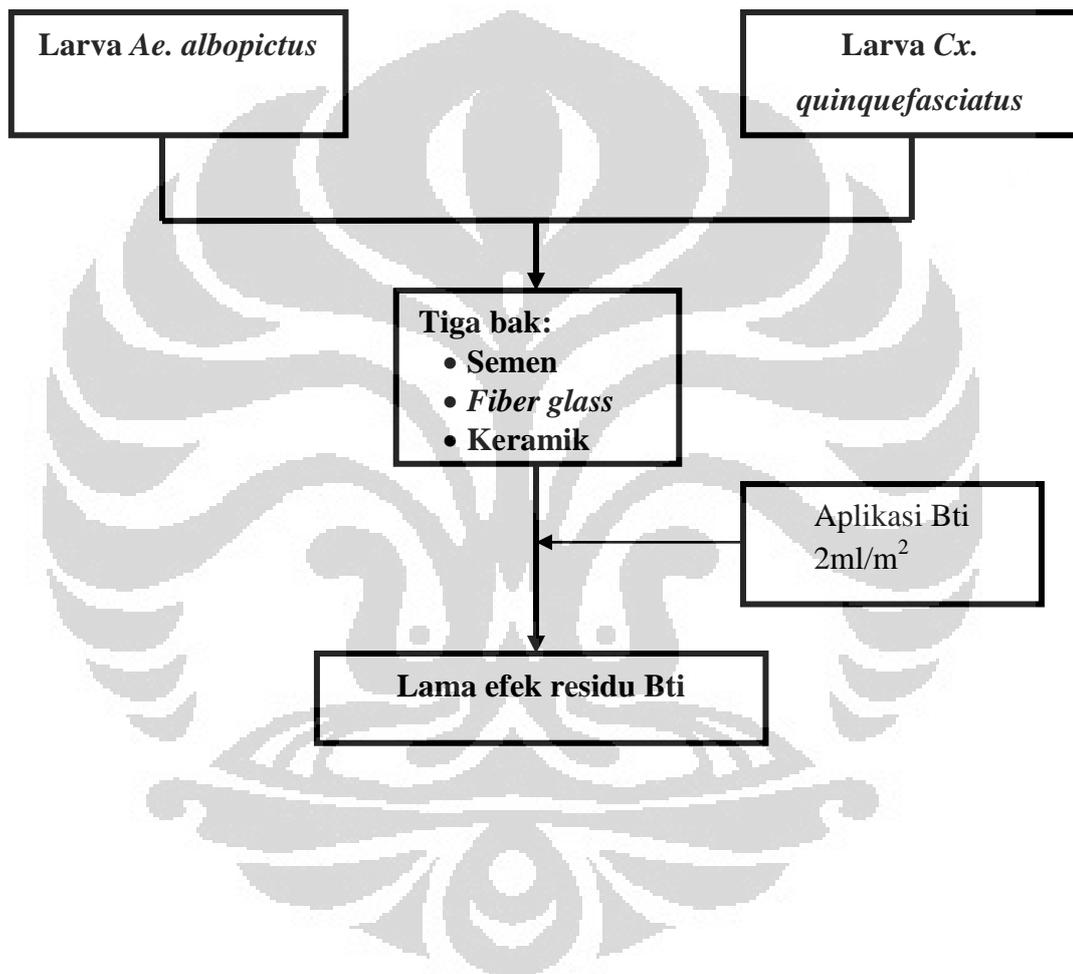
#### **2.3.5 Pengaruh pajanan Bt Terhadap Manusia**

Terjadi kontaminasi pada makanan dan air pada penggunaan Bt pada sektor agrikultur. Tidak ada pengaruh yang merugikan yang dilaporkan setelah terpajan oleh produk Bt saat bekerja, kecuali terhadap iritasi kulit dan mata. Tidak dirasakannya efek negatif terhadap kesehatan sukarelawan yang bersedia memakan dan menghirup produk Bt dalam jumlah besar. Memang telah ditemukan titer antibodi terhadap sel-sel vegetatif, spora, dan kompleks spora-kristal pada pekerja yang menyemprotkan produk Bt, tetapi tidak ada laporan mengenai efek terhadap kesehatan.<sup>2</sup>

Pada pasien dengan penyakit infeksi yang berbeda-beda telah ada laporan kasus kemunculan Bt, tetapi tidak ada yang mendemonstrasikan risiko aktual

terhadap kesehatan manusia akibat penggunaan Bt dari berbagai studi yang dilakukan. Tidak ada laporan mengenai efek merugikan Bt bila berada pada air minum atau makanan. ICP terlarut alkali dari Bti mempunyai sifat sitolitik terhadap eritrosit manusia, fibroblas tikus, dan limfosit primer babi *in vitro*.<sup>10,11</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**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2009 sampai dengan bulan Maret 2010 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 *Ae. albopictus* dan *Cx. quinquefasciatus*.

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

Populasi terjangkau pada penelitian ini adalah larva *Ae. albopictus* dan *Cx. quinquefasciatus* yang berasal dari koloni laboratorium Parasitologi FKUI.

##### **3.3.3 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini ialah semua larva *Ae. albopictus* dan *Cx. quinquefasciatus* Instar III yang dipelihara di Laboratorium Parasitologi FKUI.

#### **3.4 Cara Kerja**

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

Larva *Ae. albopictus* dan *Cx. quinquefasciatus* dipelihara di dalam baskom berukuran 24 x 35 x 6 cm<sup>3</sup> yang berisi air sumur dan diberi makan *rabbit chow*. Setelah larva berubah menjadi pupa, pupa dikumpulkan dalam mangkuk berisi air yang diletakkan di dalam kurungan nyamuk yang berukuran 25 x 25 x 25 cm<sup>3</sup>. Bila nyamuk dewasa telah keluar, 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 seminggu kemudian ditetaskan dan larva yang 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 Bti pada berbagai bak**

Pada pengujian ini, Bti yang digunakan merupakan Bti yang dijual di pasaran. Kotainer yang digunakan 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 *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus* instar III dan biarkan selama 24 jam kemudian hitung angka kematiannya. Seluruh larva baik yang sudah mati maupun yang masih hidup dikeluarkan dari bak. Setelah itu pada minggu berikutnya, pada bak tersebut, dengan air yang tidak diganti, diisi kembali dengan 4 x 25 ekor larva *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus* instar III, tanpa pemberian Bti, dan biarkan selama 24 jam kemudian hitung angka kematiannya lagi. Hal ini dilakukan pada minggu berikutnya lagi. Penelitian ini dihentikan ketika angka mortalitas kurang dari 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 setelah dibiarkan selama 24 jam. Kemudian, dilihat perkembangan efek residu Bti hingga jumlah larva mati kurang dari 70%. Selanjutnya data tersebut dimasukkan ke dalam master tabel dan dianalisis. Analisis data menggunakan SPSS 13.0. baik yang univariat maupun yang bivariat. Kemudian, ditarik kesimpulan dari data tersebut.

#### **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 Kolmogorov Smirnov.

### **3.9 Definisi Operasional**

1. Bak adalah wadah penampung air yang dapat menjadi tempat berkembangbiak nyamuk, terdiri dari *fiber glass*, keramik, dan semen.
2. Larva *Culex quinquefasciatus* adalah stadium muda *Culex quinquefasciatus*.
3. Larva *Aedes albopictus* adalah stadium muda *Aedes albopictus*.
4. Bti adalah spora *Bacillus thuringiensis israelensis* yang digunakan sebagai larvasida.
5. Lama efek residu adalah lama zat toksin yang dapat bertahan dalam membunuh organisme target pada tempat tertentu.

## BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada tabel 4.1 tampak bahwa lama efek residu Bti terhadap larva *Cx.quinquefasciatus* di bak semen dan keramik adalah satu minggu sedangkan di bak *fiber glass* adalah dua minggu. Dalam membunuh larva *Ae.albopictus*, lama efek residu Bti adalah dua minggu, lebih lama dari *Cx.quinquefasciatus*. Pada minggu ketiga Bti masih dapat membunuh larva *Ae. aelbopictus* namun karena kematian larva kurang dari 70% efek residu pada minggu ketiga tidak diperhitungkan.

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

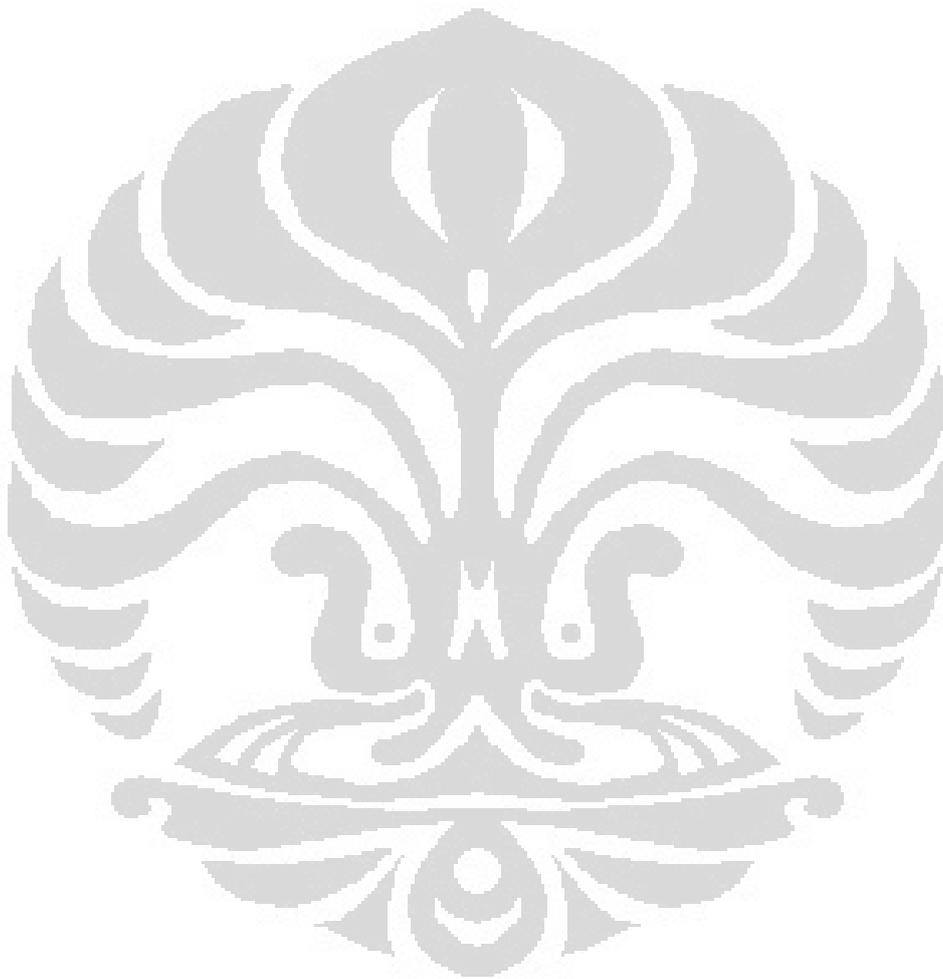
Bak	Minggu I		Minggu II		Minggu III	
	Cx.	Ae.	Cx.	Ae.	Cx.	Ae.
Semen	100	100	56	100	-	57
Keramik	100	100	69	100	-	68
<i>Fiber glass</i>	100	100	100	100	21	66
Kontrol	0	0	0	0	0	0

*Cx.* : *Culex quinquefasciatus*  
*Ae.* : *Aedes albopictus*

Jumlah kematian larva *Ae.albopictus* di bak *fiber glass* pada minggu ketiga lebih banyak dibandingkan *Cx.quinquefasciatus*. Pada uji Mc Nemar didapatkan  $p < 0,05$  yang berarti perbedaan tersebut bermakna. Hal tersebut menunjukkan bahwa efikasi Bti lebih baik terhadap *Ae.albopictus* dibandingkan *Cx.quinquefasciatus*. Meskipun demikian efikasi pada minggu ketiga tidak diperhitungkan karena kematian larva kurang dari 70%.

Efikasi Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* di bak *fiber glass* lebih baik dibandingkan keramik dan semen karena kematian larva 100%. Untuk membandingkan efikasi Bti terhadap *Cx.quinquefasciatus* di bak semen dan keramik dilakukan uji Mc Nemar dengan  $p = 0,021$  yang berarti terdapat perbedaan bermakna yang menunjukkan efikasi Bti terhadap *Cx. quinquefasciatus* lebih baik di bak keramik daripada di bak semen.

Lama efek residu Bti terhadap *Ae.albopictus* di bak keramik dan *fiber glass* adalah sampai minggu kedua. Pada uji Mc Nemar tidak terdapat perbedaan bermakna pada angka kematian larva *Ae.albopictus* ( $p > 0,05$ ) yang berarti efikasi Bti di bak keramik tidak berbeda dengan di bak *fiber glass*. Meskipun demikian, karena kematian larva kurang dari 70% maka efek residu dinyatakan hanya sampai minggu kedua.



## BAB V DISKUSI

Bti adalah larvisida biologis yang memproduksi kristal protein yang bersifat toksik untuk larva nyamuk dan lalat hitam tetapi aman bagi manusia. Bti merupakan racun perut sehingga untuk memberantas larva Bti tersebut harus dimakan. Setelah dimakan, toksin bakteri akan diaktifkan oleh suasana basa di dalam saluran cerna dan mengganggu penyerapan serta keseimbangan gradien ion. Toksin juga memediasi sporulasi bakteri lalu masuk ke dalam cairan hemolimfe serangga dan menyebabkan bakteremia yang akhirnya menyebabkan kematian larva.<sup>12-15</sup>

Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa efek residu Bti dalam membunuh larva *Cx.quinquefasciatus* di bak semen dan keramik dapat bertahan selama satu minggu sedangkan pada bak *fiber glass*, lama efek residu Bti dapat bertahan selama dua minggu. Dalam membunuh larva *Ae.albopictus*, efek residu Bti dapat bertahan selama dua minggu pada ketiga bak. Setelah dianalisis maka terbukti bahwa efikasi Bti paling baik di bak *fiber glass*, kemudian bak keramik, dan semen. Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian yang dilakukan Lee et al<sup>16</sup> yang melaporkan bahwa efikasi Bti dalam membunuh larva nyamuk lebih baik di bak kaca daripada bak tanah liat ( $p < 0,05$ ). Secara umum dapat dikatakan bahwa efikasi Bti yang digunakan pada penelitian ini lebih baik pada bak *fiber glass* dibandingkan keramik dan semen. Hal ini dapat menjelaskan bahwa kerja Bti formulasi cair dipengaruhi oleh jenis bak. Pada bak *fiber glass* mempunyai dinding dengan permukaan yang licin, sehingga Bti yang dipakai dapat mengendap di dasar bak lebih banyak dibandingkan dengan bak keramik, dan semen, sehingga larva *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus* dapat memakan lebih banyak Bti yang ada di dasar bak *fiber glass*. Hal ini yang menyebabkan efikasi Bti pada penelitian ini lebih efektif di bak *fiber glass* dibandingkan dengan bak keramik, dan semen.

Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa efikasi Bti lebih baik dalam membunuh larva *Ae.albopictus* dibandingkan *Cx.quinquefasciatus*. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan kebiasaan makan kedua larva ini. Larva *Cx.*

*quinquefasciatus* mempunyai kebiasaan makan di permukaan air sampai ke dasar, sedangkan larva *Ae.albopictus* mempunyai kebiasaan makan hanya di dasar bak.<sup>17</sup> Bti mempunyai karakteristik untuk melekat di dinding dalam dan dasar bak ketika berada di dalam air.<sup>18</sup> Hal tersebut menyebabkan tidak seluruh Bti yang terlarut dalam air dapat membunuh larva *Cx.quinquefasciatus*, sehingga efikasi Bti dalam membunuh larva *Ae.albopictus* lebih baik daripada larva *Cx. quinquefasciatus*.

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Jai et al.<sup>19</sup> Dalam penelitian tersebut dibuktikan bahwa Bti bekerja lebih baik dalam membunuh larva *Aedes sp* daripada membunuh larva *Cx. quinquefasciatus* karena terdapat perbedaan kebiasaan makan pada kedua spesies tersebut. Dikuatkan juga dengan penelitian Yap et al<sup>20</sup> yang mendapatkan bahwa Bti dapat membunuh banyak spesies nyamuk, tetapi lebih efektif dalam membunuh larva *Aedes sp*.

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan hasil bahwa efek residu Bti hanya satu minggu di bak semen dan keramik dan dua minggu di bak *fiber glass* sehingga Bti formulasi cair tidak dapat digunakan di lapangan. Selain itu, akan terjadi pengenceran Bti pada penggunaan lapangan karena air yang telah diberikan Bti akan terpakai oleh warga dan diisi kembali sehingga konsentrasi Bti akan berkurang dan tidak efektif lagi dalam membunuh larva. Oleh karena itu diperlukan penelitian lanjut yang menggunakan Bti *slow release* dalam bentuk granul, tablet atau pellet.

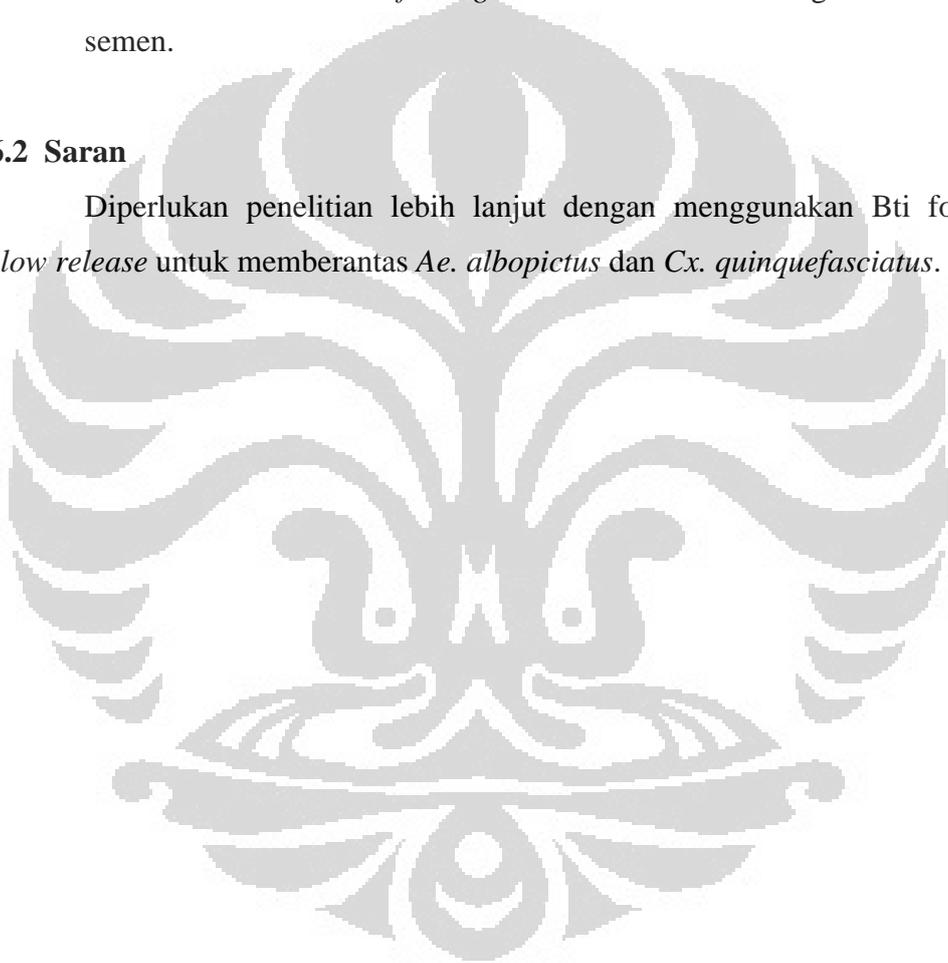
## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

1. Lama efek residu Bti terhadap *Ae. albopictus* di bak *fiber glass*, keramik, dan semen adalah dua minggu sedangkan untuk *Cx. quinquefasciatus* adalah 1 minggu di bak semen dan keramik.
2. Efek residu Bti di bak *fiber glass* lebih baik dibandingkan keramik dan semen.

### 6.2 Saran

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



## 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. p. 1-5.
3. Fansiri T, Thavara U, Tawatsin A, Krasaesub S, Sithiprasasna R. Laboratory and semi-field evaluation of mosquito dunks® against *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* larvae (diptera: culicidae). Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2006; 37(1): 62-6.
4. Despommier DD, Gwads RW, Hotez PJ, Knirsch CA. Parasitic diseases. 4th edition. New York: Apple Trees Productions. 2000.
5. Pei G, Oliveira CM, Yuan Z, Nielsen-LeRoux C, Silva-Filha MH, Yan J, Regis L. A strain of *Bacillus sphaericus* causes slower development of resistance in *Culex quinquefasciatus*. Appl Environ Microbiol. 2002; 68: 3003-9.
6. Goldberg LJ, Margalit J. Bacterial spore demonstrate rapid larvicidal activity against *Anopheles sergentii*, *Uranotaenia unguiculate*, *Aedes aegypti*, *Culex pipiens*, *Culex unittitatus*. Mosq News. 1977; 37: 355-8.
7. Djakaria S. Vektor penyakit virus. Dalam: Sutanto I, Sungkar S, editor. Parasitologi kedokteran. Edisi Keempat. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 2004. p. 236-8.
8. Hawley WA. The biology of *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc Suppl. 1988; 1:1-39.
9. Mittal PK. Biolarvicides in vector control: challenges and prospects. J Vect Borne Dis. 2003; 40: 20-32.
10. Lopes J, Arantes OMN, Cenci MA. Evaluation of a new formulation of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Braz J Biol. 2010; 70(4): 1109-13.
11. Gill SS, Cowles EA, Pictrantonio PV. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. Ann Rev Entomol. 1992; 37: 615-36.

12. Health Canada. *Bacillus thuringiensis subspecies israelensis*. 2008. [dikutip pada 26 Maret 2011]. 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).
13. Glare TR, O'Callaghan M. Environmental and health impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Report for The Ministry of Health. Lincoln: 1998.
14. WHO. *Bacillus thuringiensis* in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking water. Geneva: 2009.
15. 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.
16. Lee YW, Zairi J. Laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* H-14 against *Aedes aegypti*. *Tropical Biomedicine*: 2005; 22(1): 5-10.
17. Setha T, Chantha 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.
18. 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. Medical Entomology Unit, Institute for Medical Research, Kuala Lumpur, Malaysia; Valent BioSciences Corporation, Box Hill, NSW, Australia. 2005.
19. 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.
20. Yap, H.H., Zairi, J. Lee, Y.W. & Adanan, C.R. Mosquito Control. In: Lee CY, Yap HH, Chong NL and Zairi J, eds. *Urban Pest Control, A Malaysian Perspective. 2nd edition*. Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia. 2003. p43- 53.
21. NSW Arbovirus Surveillance and Vector Monitoring Program. Mosquito photos: *Culex quinquefasciatus*. [dikutip pada 26 Maret 2011]. Diunduh dari

- [http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/mosquit/photos/eggraft\\_quinq.jpg](http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/mosquit/photos/eggraft_quinq.jpg).
22. NSW Arbovirus Surveillance and Vector Monitoring Program. Mosquito photos: *Culex quinquefasciatus*. [dikutip pada 26 Maret 2011]. Diunduh dari [http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/mosquit/photos/culex\\_quinquefasciatus.jpg](http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/mosquit/photos/culex_quinquefasciatus.jpg).
23. Rey JR. What is dengue?. [dikutip pada 26 Maret 2011]. Diunduh dari <http://edis.ifas.ufl.edu/IN699>.
24. NSW Arbovirus Surveillance and Vector Monitoring Program. Mosquito photos: *Aedes albopictus*. [dikutip pada 26 Maret 2011]. Diunduh dari [http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/mosquit/photos/aedes\\_albopictus\\_larvae\\_side.jpg](http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/mosquit/photos/aedes_albopictus_larvae_side.jpg).

