



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFEKTIVITAS *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENIS* DALAM
PEMBERANTASAN *AEDES AEGYPTI* DI *CONTAINER* DALAM RUMAH
DI KELURAHAN CEMPAKA PUTIH BARAT**

SKRIPSI

ARDY WILDAN

0806323782

**FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
JAKARTA
MEI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFEKTIVITAS *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENIS* DALAM
PEMBERANTASAN *AEDES AEGYPTI* DI *CONTAINER* DALAM RUMAH
DI KELURAHAN CEMPAKA PUTIH BARAT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran

ARDY WILDAN

0806323782


**FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
JAKARTA
MEI 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 : Ardy Wildan

NPM : 0806323782

Tanda Tangan : 

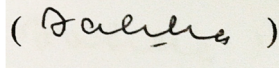
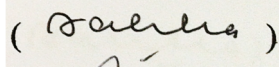
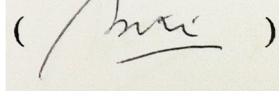
Tanggal : 3 Mei 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ardy Wildan
NPM : 0806323782
Program Studi : Pendidikan Dokter
Judul Skripsi : Efektivitas *Bacillus Thuringiensis Israelensis*
dalam Pemberantasan *Aedes Aegypti* di *Container*
Dalam Rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Pendidikan Dokter 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 : 3 Mei 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana kedokteran pada program studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Tanpa bantuan berbagai macam pihak, skripsi ini akan sangat sulit untuk dapat diselesaikan.

Terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada Prof. dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS atas kesabaran beliau dalam mengerahkan penulis sebagai pembimbing skripsi. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. dr. Saptawati Bardosono, MSc sebagai Ketua Modul Riset FKUI yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih penulis sampaikan juga kepada berbagai pihak seperti Gubernur DKI Jakarta, Kepala Suku Dinas Kesehatan Jakarta Pusat, dan Lurah Cempaka Putih Barat beserta jajarannya. Terima kasih juga kepada warga di Cempaka Putih Barat RW 07, Kecamatan Cempaka Putih, Jakarta Pusat, yang telah mengizinkan saya dan teman-teman saya untuk mensurvei rumah mereka. Juga terima kasih penulis sampaikan kepada PT Mahakam Beta Farma. Terima kasih juga kepada teman sekelompok yang selalu ceria dan saling membantu satu sama lain. Tanpa kalian, skripsi ini mungkin tidak akan selesai. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan penuh atas semua yang penulis lakukan.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, Mei 2011



Ardy Wildan

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

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

Nama : Ardy Wildan
NPM : 0806323782
Program Studi : Pendidikan Dokter
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:

Efektivitas *Bacillus Thuringiensis Israelensis* dalam Pemberantasan *Aedes Aegypti* di *Container* Dalam Rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/ mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 3 Mei 2011

Yang menyatakan,



Ardy Wildan

ABSTRAK

Nama : Ardy Wildan
Program Studi : Pendidikan Dokter
Judul Tugas Akhir : Efektivitas *Bacillus Thuringiensis Israelensis* dalam Pemberantasan *Aedes Aegypti* di *Container* Dalam Rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

Abstrak

Terdapat berbagai macam cara untuk memberantas vektor DBD, antara lain dengan menggunakan agen biologis seperti bakteri *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas Bti dalam memberantas *Aedes aegypti* di dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat (CPB). Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan intervensi pemberian Bti konsentrasi 4 mL/m². Survei entomologi dilakukan di 100 rumah pada tanggal 28 Maret 2010 dengan *single larval method* lalu container di dalam rumah diberikan Bti dan dilakukan survei entomologi kedua pada tanggal 25 April 2010. Data diolah dengan program SPSS versi 17.0 dan dianalisis dengan uji McNemar. Hasil penelitian menunjukkan setelah pemberian Bti, *container* positif larva menurun dari 14/215 *container* menjadi 10/215 *container* namun pada uji McNemar didapatkan p=0,454 yang berarti penurunan tersebut tidak bermakna. Disimpulkan Bti tidak efektif dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di *container* dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

Kata kunci: *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis israelensis*, Cempaka Putih Barat, *container*.

ABSTRACT

Name : Ardy Wildan
Study Program : General Medicine
Title : The Effectiveness of *Bacillus Thuringiensis Israelensis* on controlling *Aedes Aegypti* in container inside the house in Kelurahan Cempaka Putih Barat.

Abstract

There are many ways to control dengue hemorrhagic fever's (DHF) vector, one of them by using biological agent like *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). The purpose of this research is to know the effectiveness of Bti in controlling *Aedes aegypti* inside the house in Kelurahan Cempaka Putih Barat (CPB). This research uses experimental design with the intervention of Bti with 4mL/m² concentration. The entomology survey was conducted on 100 houses on 28th March 2010 with single larval method then the container inside the house was given Bti. The second survey was done on the 25th April 2010. The data will be processed using SPSS ver. 17 and will be analyzed using McNemar test. The result shows that after the application of Bti, larvae positive containers decreased from 14/215 containers to 10/215 containers but on McNemar test, the result (p=0,454) shows that there's no significant decrease. In conclusion, Bti is not effective on decreasing larval *Ae. aegypti*'s presence inside the house in Kelurahan Cempaka Putih Barat.

Key words: *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis israelensis*, Cempaka Putih Barat, container.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR DIAGRAM.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
BAB IV HASIL PENELITIAN	17
BAB V DISKUSI.....	19
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	21
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1. Sebaran keberadaan larva berdasarkan jenis *container* di dalam rumah sebelum dan sesudah aplikasi Bti di CPB..... 17
- Tabel 4.2. Keberadaan larva *Aedes aegypti* di *container* dalam rumah sebelum dan setelah pemberian Bti 18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Larva <i>Ae. aegypti</i>	7
Gambar 2.2. Nyamuk dewasa <i>Ae. aegypti</i>	8
Gambar 2.3. Siklus hidup <i>Ae. aegypti</i>	9

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.4. Kerangka konsep.....	13
-----------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit tular vektor dengan insidens tertinggi di Jakarta. Di Jakarta Pusat, terdapat 10 kelurahan yang dinyatakan sebagai zona merah DBD pada tahun 2009 yaitu Kelurahan Cempaka Putih Barat, Cempaka Putih Timur, Johar Baru, Rawasari, Cempaka Baru, Sumur Batu, Kemayoran, Kramat, Serdang, dan Paseban.¹

Dari 10 kelurahan di atas, Kelurahan Cempaka Putih Barat merupakan kelurahan yang terus menerus mengalami zona merah selama lebih dari tiga tahun walaupun telah dilakukan pemberantasan DBD. Pemberantasan yang telah dilakukan adalah pengasapan insektisida, larvasidasi dengan temefos dan pemberantasan sarang nyamuk (PSN).

Pengasapan dan larvasidasi dapat menurunkan populasi *Aedes aegypti* dengan cepat tetapi upaya tersebut tidak dapat dilakukan terus menerus karena mahal, mencemari lingkungan, dan dapat menimbulkan resistensi nyamuk terhadap insektisida.²

PSN mencakup gerakan 3M yakni menguras bak air, menutup tempat penampungan air (TPA), dan mengubur barang-barang bekas yang dapat menampung air. PSN merupakan cara yang aman, murah dan ramah lingkungan, namun tidak semua warga mau melakukannya karena tidak ada tempat untuk mengubur barang-barang bekas, tidak ada waktu untuk melakukan PSN, dan harga air mahal sehingga PSN tidak dilakukan seminggu sekali.³

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan upaya pemberantasan yang tidak mencemari lingkungan dan bersifat jangka panjang sehingga tidak perlu melakukan PSN setiap minggu. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan pemberantasan biologis antara lain dengan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti).⁴

Bti merupakan agen biologis yang bersifat patogen terhadap larva nyamuk tetapi hampir tidak memiliki efek merugikan pada mamalia sehingga relatif aman

untuk digunakan.⁵ Bti berpotensi untuk menjadi agen pemberantas *Aedes sp.* di Indonesia namun penelitian yang dilakukan baru dalam tahap laboratorium sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas Bti dalam memberantas larva *Ae. aegypti* di lapangan.

Ae. aegypti berkembangbiak di *container* berisi air jernih baik di dalam maupun di luar rumah. Oleh karena itu untuk mengetahui efektivitas Bti, perlu dilakukan penelitian di *container* di dalam dan di luar rumah, namun karena keterbatasan penelitian maka hanya diteliti efektivitas Bti terhadap *Ae. aegypti* di dalam rumah. Penelitian akan dilakukan di Kelurahan Cempaka Putih Barat sebagai salah satu zona merah DBD.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas Bti dalam memberantas larva *Ae. aegypti* di dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat?

1.3 Hipotesis

Bti efektif dalam memberantas larva *Ae. aegypti* di dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui efektivitas Bti dalam memberantas larva *Ae. aegypti* di dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

1.3.2 Tujuan Khusus

Diketuainya sebaran keberadaan larva dalam rumah berdasarkan jenis *container* sebelum dan sesudah aplikasi Bti di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Untuk Masyarakat:

Masyarakat mendapatkan informasi mengenai pemberantasan larva *Ae. aegypti* menggunakan Bti.

1.4.2 Manfaat Untuk FKUI

1. Untuk mengamalkan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
2. Turut mewujudkan misi FKUI yaitu menjadi fakultas kedokteran riset terkemuka di Asia Pasifik dan 80 terbaik di dunia pada tahun 2014.
3. Untuk menciptakan lulusan FKUI yang memenuhi kriteria *seven stars doctor*.

1.4.3 Manfaat Untuk Peneliti:

1. Melatih kemampuan berinteraksi dan komunikasi dengan masyarakat.
2. Sebagai sarana pelatihan dan pembelajaran melakukan penelitian di bidang biomedik.
3. Melatih kerjasama dalam tim peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Demam Berdarah Dengue

Demam dengue (DD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus yang ditransmisikan melalui nyamuk. DD merupakan penyakit akut dengan awitan mendadak yang disertai gejala seperti sakit kepala, demam, kelelahan, nyeri otot dan sendi, dan ruam. Keberadaan triad dengue, yakni demam, ruam, dan sakit kepala adalah karakteristik dari dengue. Demam berdarah dengue (DBD) adalah bentuk yang lebih parah dari infeksi virus dengue. DBD ditemukan pada daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia.⁶ Di Indonesia, penyakit tersebut menjadi masalah kesehatan yang serius karena angka kejadiannya yang tinggi dan penyebarannya yang semakin meluas.⁷

Virus dengue ditransmisikan ke manusia melalui gigitan dari nyamuk *Aedes* betina yang infeksi. Nyamuk biasanya mendapatkan virus ketika sedang menghisap darah manusia yang telah terinfeksi virus dengue sebelumnya. Setelah masa inkubasi selama delapan sampai sepuluh hari, nyamuk yang terinfeksi dapat menularkan virus dengue selama hidupnya. Nyamuk betina yang terinfeksi juga dapat menularkan virus ke keturunannya melalui *transovarial*.⁶

Manusia yang terinfeksi merupakan *carrier* utama dari virus dan berperan sebagai sumber virus untuk nyamuk yang belum terinfeksi. Virus akan bersirkulasi dalam darah manusia selama dua sampai tujuh hari, kurang lebih sama dengan waktu manusia menderita demam. Nyamuk *Aedes* akan mendapatkan virus selama mereka menggigit manusia dalam periode demam ini.⁶

2.1.1 Etiologi

Demam berdarah dengue disebabkan oleh dengue virus dari genus flavivirus dan famili flaviviridae. Virus tersebut merupakan virus RNA yang berbentuk ekosahedral. Virus dengue termasuk termolabil dan sensitive terhadap inaktivasi oleh dietileter dan natrium dioksikolat.⁸

Terdapat empat serotip dari antigen virus dengue, yakni DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. *Strain* DEN-1 paling sering diisolasi dari semua isolat. Setiap *strain* mempunyai kekuatan virulensi yang mirip. Sehingga sulit untuk membedakan antar *strain* dengan hanya berdasar gejala klinis. Di Indonesia, DEN-3 merupakan serotip terbanyak.⁸

2.1.2 Epidemiologi

Indonesia merupakan wilayah endemis DBD. Pada tahun 2004, tercatat 78.690 kasus dengan lebih dari 900 kematian. Pada tahun 2005, Indonesia berada pada posisi pertama negara dengan insidens DBD tertinggi di ASEAN dengan 53% kasus.⁹ DKI Jakarta merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan angka insidens DBD yang tinggi. Pada bulan Januari-Februari 2010, telah terdapat 914 penderita.¹⁰

2.1.3 Patogenesis

Sampai saat ini, patogenesis pasti DBD masih belum diketahui pasti. Terdapat bukti kuat bahwa mekanisme terjadinya demam berdarah dengue dan sindrom renjatan dengue berkaitan dengan imunopatologis. Serangan virus dengue menyebabkan reaksi imunologis yang meningkatkan suhu tubuh.⁸

Seseorang yang pernah terinfeksi virus dengue memiliki antibodi terhadap virus dengue yang seharusnya memberikan perlindungan sehingga tidak dapat terserang DBD kembali. Infeksi berulang yang terjadi pada pasien DBD dapat terjadi apabila pasien tersebut terinfeksi dengan tipe virus dengue yang lain.⁹

2.1.4 Gambaran Klinis

Gambaran klinis dari infeksi dengue cukup bervariasi. Terdapat tiga fase penyakit ini setelah inkubasi, yaitu fase demam, fase kritis, dan fase pemulihan.¹¹

Pada fase demam, suhu badan pasien meningkat mendadak. Fase tersebut akan berlangsung selama dua sampai tujuh hari. Fase demam seringkali disertai kemerahan wajah dan kulit, gatal-gatal, mialgia, nyeri sendi, dan sakit kepala. Pada beberapa pasien juga sering ditemukan gejala mual, muntah, dan penurunan nafsu makan.¹¹ Fase demam ini sulit dibedakan dengan demam nondengue.

Fase kritis terjadi pada hari ketiga sampai ketujuh. Suhu tubuh akan turun sampai 37,5-38°C atau lebih rendah yang disertai peningkatan permeabilitas kapiler dan hematokrit.¹¹ Selanjutnya, kebocoran plasma secara signifikan akan terjadi pada 24-48 jam terakhir. Sebelum kebocoran plasma, biasanya terjadi leukopeni progresif yang diikuti penurunan jumlah trombosit. Pasien dengan kenaikan permeabilitas kapiler akan mengalami keadaan yang parah akibat turunnya volume plasma. Pada fase tersebut, dapat terjadi syok apabila penurunan volume plasma cukup besar yang ditandai dengan penurunan suhu di bawah normal. Syok mengakibatkan hipoperfusi jaringan sehingga timbul kerusakan jaringan. Apabila pasien mampu bertahan selama 24-48 jam fase kritis, akan terjadi reabsorpsi cairan ekstrasvaskuler pada 48-72 jam berikutnya dan keadaan umum akan membaik. Hematokrit kembali stabil atau lebih rendah karena dilusi dari cairan yang direabsorpsi. Jumlah leukosit mulai meningkat setelah suhu tubuh kembali normal yang akan diikuti kenaikan jumlah trombosit.^{8,11}

2.1.5 Tata Laksana

Prinsip tata laksana pada pasien DBD adalah pemberian cairan yang cukup. Hal ini disebabkan patofisiologi DBD yang berhubungan dengan peningkatan permeabilitas vaskular sehingga menyebabkan hilangnya plasma dari kompartemen vaskular. Resusitasi dini dari syok dan gangguan metabolik dan elektrolit akan mencegah pelebaran pembuluh darah. Prognosis DBD terutama bergantung pada deteksi awal dan penanggulangan syok.

Antipiretik dapat diberikan pada pasien dengan suhu badan yang tinggi dengan riwayat *febrile convulsions*. Parasetamol lebih dianjurkan namun harus digunakan dengan hati-hati. Dosis harus mulai diberikan ketika suhu mencapai 39°C namun tidak boleh diberikan lebih dari enam dosis dalam 24 jam.¹²

Terapi cairan parenteral dapat diberikan pada pasien dengan demam, muntah, atau anoreksia yang dapat menyebabkan dehidrasi. Cairan yang digunakan dipilih berdasarkan cairan tubuh yang hilang. Cairan yang mengandung bikarbonat dipakai apabila ada kehilangan cairan persisten akibat diare. Penggantian cairan harus sama dengan cairan dan elektrolit yang hilang.¹²

2. 2. *Aedes aegypti*

1. Telur

Sekali bertelur, nyamuk betina menghasilkan rata-rata 100-200 telur. Telur yang dihasilkan ini bergantung pada jumlah darah yang dihisap. Seekor nyamuk betina dapat bertelur hingga lima kali seumur hidupnya.¹³

Telur *Ae. aegypti* berukuran 1 mikron, berwarna hitam, dan berbentuk lonjong seperti torpedo dengan berat 0,0113 mg. Saat pertama kali diletakkan, telur berwarna putih yang akan berubah menjadi abu-abu kemudian menjadi hitam. Di wilayah tropis, telur menetas dalam waktu 2-3 hari sedangkan pada iklim dingin perkembangannya dapat memakan waktu sampai satu minggu.¹³

2. Larva

Larva *Ae. aegypti* terdiri dari kepala, toraks, dan abdomen. Pada ujung abdomen terdapat segmen anal dan sifon. Sebagian larva *Aedes* dapat dibedakan dari jenis lain dilihat dari tidak terlindunginya mata larva dengan sifon pendek. Larva mencari makan partikel organik di air seperti alga atau organisme mikroskopik di dasar tempat penampungan air sehingga sering disebut *bottom feeder* dan mengambil oksigen dari udara.

Larva sering ditemukan pada rumah yang mempunyai genangan, ban bekas, atau benda apapun yang dapat menampung air. Larva melewati empat instar. Larva instar IV dalam waktu kurang dari dua hari akan melakukan pengelupasan kulit untuk tumbuh menjadi pupa.



Gambar 2.1 Larva *Ae. aegypti*.¹⁴

3. Pupa

Pupa terdiri atas sefalotoraks, abdomen, dan kaki pengayuh. Sefalotoraks mempunyai sepasang corong pernapasan yang berbentuk segitiga. Di bagian distal abdomen ditemukan sepasang kaki pengayuh yang lurus dan runcing.¹⁵

4. Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa terdiri atas kepala, toraks, dan abdomen. Tanda khas *Ae. aegypti* adalah gambaran *lyre* di bagian dorsal toraks, yaitu sepasang garis putih yang sejajar di tengah dan garis lengkung putih yang lebih tebal disisinya. Probosis berwarna hitam, skuletum bersisik lebar berwarna putih, dan abdomen berpita putih pada bagian basal. Ruas tarsus kaki belakang berpita putih.¹⁵



Gambar 2.2 Nyamuk dewasa *Ae. aegypti*.¹⁴

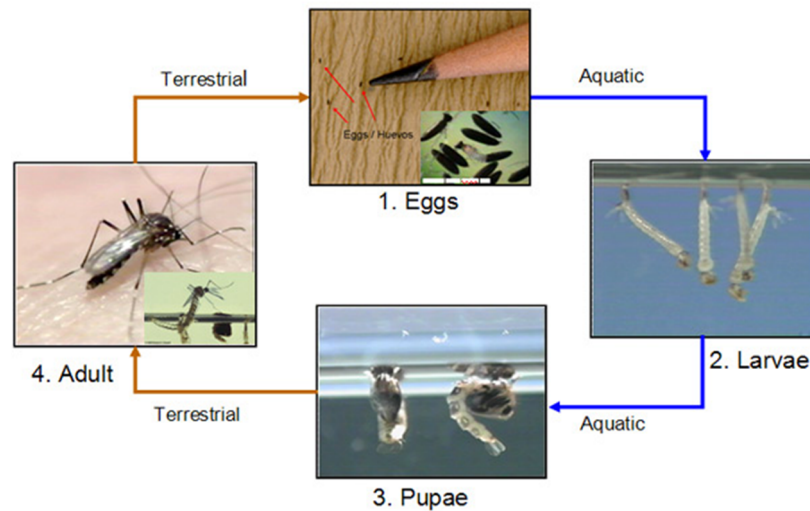
2.2.1 Siklus Hidup

Telur yang diletakkan nyamuk betina akan menetas dalam waktu 1-2 hari dan menjadi larva. Selanjutnya, larva akan berubah menjadi pupa dalam waktu 5-15 hari. Stadium ini biasanya hanya berlangsung 2 hari. Setelah keluar dari pupa, nyamuk akan beristirahat di kulit pupa. Pada saat itu, sayap nyamuk meregang menjadi kaku dan kuat sehingga nyamuk mampu terbang untuk mengisap darah. Dalam kondisi yang optimum, perkembangan nyamuk mulai dari telur sampai menjadi dewasa membutuhkan waktu 9 hari.

Setelah dewasa, nyamuk betina akan pergi menghisap darah untuk dapat bertelur. Sedangkan pejantannya tidak pergi jauh dari tempat perindukan untuk menunggu betina dan bersiap untuk kopulasi. Waktu yang diperlukan untuk

mengisap darah sampai telur dikeluarkan sekitar 3-4 hari. Jangka waktu tersebut disebut satu siklus gonotropik.¹⁵

Ae. aegypti biasanya bertelur pada sore hari menjelang matahari terbenam. Setelah bertelur, nyamuk betina siap untuk mengisap darah kembali. Umumnya, nyamuk betina mati dalam 10 hari, tetapi masa tersebut cukup bagi inkubasi virus dan penyebarannya.



Gambar 2.3 Siklus hidup *Ae. aegypti*.¹⁶

2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup *Aedes aegypti*

Ae. aegypti mempunyai dua habitat yaitu akuatik untuk fase pradewasa dan daratan atau udara untuk fase dewasanya. Walaupun habitat nyamuk dewasa adalah daratan, nyamuk dewasa juga mencari tempat di dekat permukaan air untuk meletakkan telurnya. Telur-telur yang diletakkan di tempat yang sesuai, yakni mendapat sentuhan air, akan menetas dalam waktu 3-4 jam menjadi larva. Habitat larva yang keluar dari telur tersebut adalah di bawah permukaan air. Selanjutnya, habitat pradewasa nyamuk berada di dalam air walaupun kondisi airnya sangat terbatas.¹⁷

Nyamuk dewasa *Ae. aegypti* menyukai tempat di dalam rumah penduduk. Telur nyamuk akan diletakkan di dinding tempat penampungan air (TPA) 1-2 cm di atas permukaan air. Air di dalam tempat tersebut adalah air yang jernih dan terlindung dari sinar matahari langsung. Tempat air yang berada di dalam dan dekat dengan rumah lebih disukai daripada tempat air yang berada di luar dan jauh

dari rumah. *Ae. aegypti* lebih menyukai *container* yang terisi air secara alami dan tidak terkena sinar matahari secara langsung.

Di dalam rumah, *Ae. aegypti* sering hinggap pada pakaian yang digantung untuk beristirahat dan bersembunyi sambil menunggu saat yang tepat untuk menghisap darah. Informasi habitat *Ae. aegypti* penting untuk upaya penanggulangan nyamuk tersebut.^{13,17}

Dengan pola habitat dan kebiasaan hidup nyamuk dewasa tersebut, *Ae. aegypti* dapat berkembang biak di tempat penampungan air bersih seperti bak mandi, tempayan, dan barang-barang bekas yang dapat menampung air.¹⁷

2.2.3 Ukuran Kepadatan Populasi *Aedes aegypti*

Pada survei larva, TPA dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu TPA yang digunakan untuk keperluan sehari-hari, TPA yang bukan untuk keperluan sehari-hari, dan TPA alamiah.

Pada survei larva, semua TPA diperiksa dengan mata telanjang untuk mengetahui ada tidaknya larva. Pada pemeriksaan TPA yang berukuran besar seperti bak mandi, bila pandangan tidak menemukan larva pada tempat tersebut, tunggu ½-1 menit untuk memastikan memang tidak ada larva. Untuk memeriksa tempat berkembang biak yang kecil seperti vas bunga, maka air di dalamnya perlu dipindahkan ke tempat lain. Sedangkan untuk memeriksa larva di tempat yang gelap atau airnya keruh digunakan lampu senter.¹⁸

Survei dilakukan dengan *single larval method* atau visual. Pada *single larval method*, survei dilakukan dengan mengambil satu larva pada setiap genangan air untuk diidentifikasi lebih lanjut. Bila hasil identifikasi menunjukkan *Ae. aegypti* maka seluruh larva di tempat tersebut dinyatakan sebagai larva *Ae. aegypti*. Sedangkan cara visual dilakukan dengan melihat ada tidaknya larva di setiap genangan air tanpa mengambil larva.

2.3 *Bacillus Thuringiensis Israelensis*

2.3.1 Karakteristik Bakteri

Bacillus thuringiensis adalah bakteri gram positif, berbentuk batang, dan menghasilkan spora yang mempunyai efek insektisida. *Bacillus thuringiensis*

termasuk dalam kompleks *Bacillus cereus*, *B. anthracis*, dan *B. mycoides*. Perbedaan *B. thuringiensis* dengan *B. cereus* sangat tipis dan biasanya hanya berdasarkan plasmidnya saja.

2.3.2 Karakteristik Toksin

Bacillus thuringiensis israelensis (Bti) mengandung spora dan kristal paraspora (delta-endotoksin) dari serotip Bti H-14 yang harus ditelan oleh bentuk larva dari nyamuk untuk menghasilkan efek insektisida. Setelah ditelan, kristal paraspora akan larut dalam suasana alkali usus larva yang diikuti oleh aktivasi proteolitik dari kristal protein larut insektisida. Selanjutnya, delta-endotoksin akan berikatan dengan sebuah reseptor di sel usus tengah dan menghasilkan pori-pori pada sel yang akan berakibat pada kematian larva.

Efek insektisida Bti disebabkan oleh kristal paraspora. Toksin kristal Bti antara lain Cry4A, Cry4B, Cry11Aa, dan Cyt1Aa. Gen protein toksin Cry4 spesifik untuk diptera seperti halnya dengan gen Cyt. Kristal dibentuk pada akhir masa sporulasi. Semua protein bersifat toksin kepada nyamuk, namun sepertinya terdapat interaksi sinergis antara protein Cyt1Aa dan Cry4 dan Cry11, yang berakibat pada toksisitas yang tinggi pada larva nyamuk. Pemberian Bti pada nyamuk biasanya mengakibatkan penghentian makan dalam waktu satu jam, penurunan aktivitas dalam waktu dua jam, dan kelumpuhan total dalam waktu enam jam setelah pemberian.^{4,5}

2.3.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Efektivitas Bti

2.3.2.1 Faktor *container*

Setelah diaplikasikan, Bti akan tersebar di sisi dalam dan dasar *container* dan menempel pada permukaan tersebut. Kemampuan Bti untuk melekat pada *container* ditentukan oleh jenis *container*. Semakin licin *container*, akan semakin sulit bagi Bti untuk menempel. Benjamin et al¹⁹ melaporkan bahwa aplikasi Bti pada *container* berbahan tanah memiliki angka persistensi lebih tinggi dibandingkan *container* plastik.

2.3.2.2 Faktor pejamu

Bti sangat patogen terhadap nyamuk dan lalat hitam dan mempunyai efek virulensi terhadap beberapa dipteral. Bti dianggap spesifik terhadap larva Nematocera, termasuk nyamuk. Preparasi Bti yang berbeda mempunyai toksisitas yang berbeda pada berbagai jenis nyamuk. Biasanya, *Culex* dan *Aedes* sangat peka, sedangkan *Anopheles* kurang peka bila dibandingkan keduanya namun masih bisa dibunuh menggunakan Bti. Meski dalam satu genus, beberapa spesies lebih peka daripada lainnya.^{5,20}

Tes penggunaan Bti terhadap invertebrata, ikan, dan mamalia membuktikan bahwa Bti mempunyai sedikit efek patogen. Tes keamanan pada mamalia menunjukkan risiko yang sangat rendah dari kontak langsung. Delta endotoksin yang dilarutkan dan disuntikkan ke tikus dapat mengakibatkan sitolisis pada eritrosit. Tidak ada efek yang ditemukan pada mamalia yang menelan Bti.^{5,20}

2.3.2.3 Faktor dari sumber air

1. Kepadatan larva dalam air

Kepadatan larva berbanding lurus dengan jumlah Bti yang harus diberikan.

2. Keberadaan organisme lain dalam/pada permukaan air

Secara umum, keberadaan organisme lain akan menurunkan efektivitas Bti, antara lain dengan memakan Bti atau menyulitkan penetrasi Bti ke dalam air sehingga jumlah Bti dalam air menjadi berkurang.²¹

3. Kecepatan aliran air

Semakin deras aliran air, semakin rendah efektivitas Bti.

4. Kualitas air

Keberadaan zat-zat tertentu, seperti klorin, dapat menurunkan efektivitas Bti.²¹

5. Suhu air

Efek Bti berbanding lurus dengan suhu air. Hal ini lebih berhubungan dengan aktivitas larva yang inaktif di bawah suhu 19°C sehingga menurunkan kebiasaan makannya.²¹

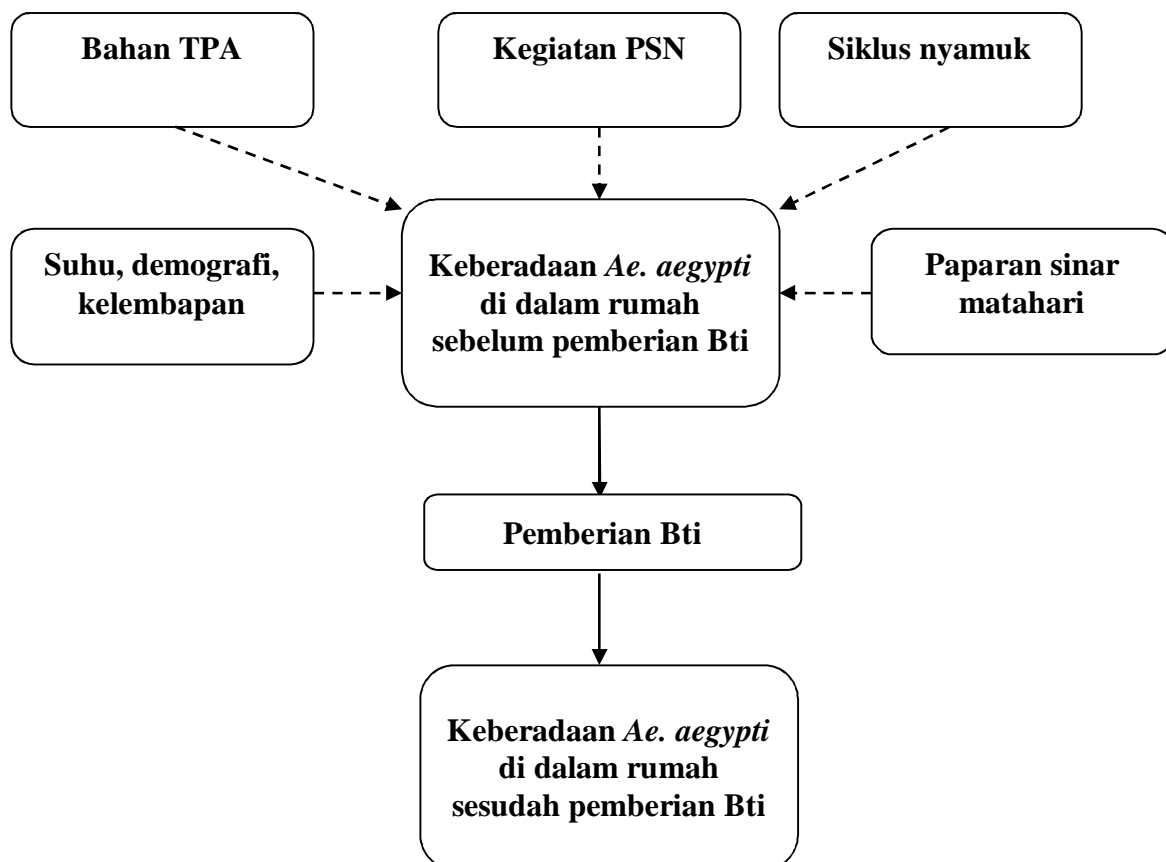
6. Pencahayaan air

Bti sangat peka terhadap degradasi oleh sinar matahari. Sebagian besar formulasi hanya bertahan selama seminggu setelah pemberian.¹⁹

2.3.3 Aplikasi Bti

Kekuatan Bti dinyatakan dalam LC_{50} , yaitu konsentrasi mematikan bagi 50% larva. LC_{50} untuk larva nyamuk adalah sebesar 10 ng/mL atau 1 mg/m³, dengan kandungan lebih dari 10³ bakteri.²¹ Bti dapat diaplikasikan langsung pada tempat-tempat yang berpotensi menjadi tempat berkembangbiak nyamuk. Efek maksimal akan dicapai apabila Bti digunakan pada TPA yang permanen, baik alami maupun buatan.

2.4 Kerangka Konsep



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dengan desain *experimental*.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di RW 07 Kelurahan Cempaka Putih Barat. Data diambil pada tanggal 28 Maret 2010 (*pretest*) untuk data sebelum pemberian Bti dan pada tanggal 25 April 2010 untuk data sesudah pemberian Bti (*posttest*).

3.3 Populasi

Populasi target pada penelitian ini adalah semua *container* di RW 07, Kelurahan Cempaka Putih, sedangkan populasi terjangkaunya adalah semua *container* di dalam 100 rumah yang disurvei pada tanggal 28 Maret 2010 dan 25 April 2010.

3.4 Sampel dan Cara Pemilihan Sampel

Survei dilakukan di 100 rumah sesuai dengan standar WHO.¹¹ Rumah yang disurvei dipilih secara acak. Survei larva dilakukan dengan *single larval method*, yaitu dari *container* yang positif larva diambil satu larva kemudian diidentifikasi menggunakan mikroskop. Untuk mengantisipasi *drop-out*, 20 rumah ditambahkan ke dalam survei.

3.5 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi pada penelitian adalah seluruh *container* berisi air yang ditemukan di dalam rumah warga. Kriteria eksklusinya adalah *container* yang tidak dapat dijangkau oleh peneliti. Kriteria *drop out* adalah rumah warga yang tidak dapat diperiksa pada survei kedua.

3.6. Identifikasi Variabel

Variabel bebas pada penelitian ini adalah Bti sedangkan variabel tergantungnya adalah *container* positif dan negatif larva *Ae. aegypti*.

3.7 Cara Kerja

3.7.1 Alat dan Bahan

1. Bti
2. Gayung
3. Botol kecil
4. Pipet kecil
5. Alkohol 70%
6. Kaca benda dan penutupnya
7. Formulir survei
8. Kertas label
9. Gelas plastik
10. Kertas saring

3.7.2 Cara Pengambilan Data

Larva diambil dari gayung menggunakan pipet, lalu dipindahkan ke dalam botol kecil dan diberi label lalu diidentifikasi pada hari berikutnya di laboratorium Parasitologi FKUI. Semua *container*, baik yang mengandung larva atau tidak, dicatat dalam formulir sesuai dengan variable yang tertulis dalam formulir. Setelah itu, Bti diaplikasikan pada setiap *container* TPA yang bersifat permanen dengan konsentrasi 4 ml/m². Satu bulan setelah *pretest*, dilakukan *posttest*, lalu data yang diperoleh dibandingkan.

3.8 Rencana Manajemen dan Analisis Data

Hasil pengamatan dimasukkan dalam *master table*. Selanjutnya, hasil pengisian formulir survei dianalisis dengan uji McNemar untuk menguji variabel berpasangan sebelum dan sesudah perlakuan. Uji McNemar dilakukan dengan bantuan SPSS Statistics 17.0. Selanjutnya, berdasarkan hasil analisis tersebut ditarik kesimpulan.

3.9 Definisi Operasional

1. *Container* adalah tempat yang dapat menampung air, baik buatan manusia maupun alamiah yang dapat menjadi tempat berkembang biak *Ae. aegypti*.
2. *Container* dalam rumah: seluruh *container* yang terletak di dalam rumah.
3. Bti: bentuk cair, konsentrasi 4 ml/m².

3.10 Masalah Etika

Untuk penelitian ini tidak diperlukan *informed consent* karena kami tidak menggunakan manusia sebagai subjek penelitian dan perizinan telah dikoordinasikan dengan instansi terkait. Sebelum survei, peneliti minta izin kepada pemilik rumah untuk melakukan pengamatan dan meneteskan Bti di *container* mereka. Setelah pengambilan data selesai, pemilik rumah diberikan hadiah sebagai tanda terima kasih.

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1 Data Umum Daerah Penelitian

Kelurahan Cempaka Putih Barat (CPB) merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Cempaka Putih, Kota Madya Jakarta Pusat. Kelurahan CPB mempunyai luas wilayah 121,87 ha dan terdiri atas 13 rukun warga (RW) dan 151 rukun tetangga (RT). Jumlah penduduk Kelurahan CPB pada tahun 2009 mencapai 28.218 jiwa dengan total 7.347 kepala keluarga (KK). Batas utara CPB adalah Jalan Letjend Suprpto, batas selatan adalah Jalan Percetakan Negara, batas barat adalah Jalan Pangkalan Asam, dan batas timur adalah Kali Utan Kayu.

Kelurahan CPB merupakan salah satu kelurahan dengan jumlah kasus tertinggi di Jakarta Pusat. Pada tahun 2008, tercatat 217 penderita DBD.

4.2 Hasil Penelitian

Tabel 4.1 Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis *Container* di Dalam Rumah Sebelum dan Sesudah Aplikasi Bti

<i>Jenis container</i>	Sebelum		Sesudah	
	(+)	(-)	(+)	(-)
Bak mandi	6	88	8	86
Bak wc	0	2	0	2
Drum	1	6	0	7
Tempayan	0	4	0	4
Ember	0	67	0	67
Baskom	0	4	0	4
Vas bunga	1	1	0	2
Akuarium	0	3	0	3
Tempat minum burung	0	1	0	1
Kulkas	0	6	0	6
Dispenser	6	17	2	21
Lain-lain	0	2	0	2
Jumlah	14	201	10	205

Pada tabel 4.1. sebelum aplikasi Bti, jumlah *container* positif larva di dalam rumah di CPB adalah 14 dari 215 *container*. *Container* yang paling banyak positif larva adalah bak mandi dan dispenser, sedangkan *container* dengan proporsi positif larva tertinggi adalah pada vas bunga.

Setelah aplikasi Bti, jumlah *container* positif larva menurun menjadi 10 dari 215 *container* yang diperiksa, namun, jumlah *container* positif larva pada bak mandi justru meningkat dari 6 menjadi 8 dan menjadi *container* positif larva terbanyak. *Container* dengan proporsi positif larva tertinggi adalah dispenser.

BAB V DISKUSI

Bti adalah larvasida biologis yang bekerja sebagai racun perut untuk membunuh larva nyamuk. Untuk penggunaan di lapangan Bti dipasarkan dalam formulasi cair, granul, tablet, dan *pellet*.

Pada penelitian ini digunakan Bti formulasi cair karena mudah larut di dalam air dan segera mengendap ke dasar *container*. Dengan sifat tersebut, Bti diharapkan dapat membunuh larva *Ae. aegypti* karena larva tersebut bersifat *bottom feeder* sehingga dapat memakan Bti yang berada di dasar *container*.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan selang waktu satu bulan untuk data *pretest* dan *posttest* karena disesuaikan dengan siklus nyamuk *Ae. aegypti* dan efek residu Bti di laboratorium yakni 3-4 minggu. Jika penggunaan Bti lebih dari kurun waktu tersebut, aktivitas dan efektivitas Bti akan menurun. Penurunan ini berhubungan dengan kemudahan Bti untuk mengalami absorpsi.

Pada penelitian ini, hasil yang didapatkan tidak dapat diuji menggunakan uji McNemar dikarenakan tidak memenuhi syarat yakni semua sampel harus diberikan perlakuan yang sama. Pada *container* dalam rumah, hanya *container* TPA yang diberi Bti sedangkan pada *container* nonTPA tidak diberikan Bti tetapi dilakukan PSN.

Hasil penelitian menunjukkan, meskipun secara keseluruhan terjadi penurunan jumlah *container* positif larva di dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat namun jumlah bak mandi positif larva yang ditetesi Bti justru meningkat. Hal tersebut disebabkan berkurangnya konsentrasi Bti di dalam *container* akibat pengenceran. Setelah ditetaskan, Bti segera terlarut ke dalam air dan jika air digunakan maka air akan terbuang sehingga Bti ikut terbuang. Selanjutnya jika *container* diisi air, maka akan terjadi pengenceran Bti yang mengakibatkan Bti tidak lagi mampu membunuh larva karena konsentrasinya berkurang. Benjamin et al¹⁹ dan Pontes et al²² juga melaporkan bahwa efektivitas dan persistensi Bti akan menurun apabila terjadi pengenceran. Aliran yang deras saat mengisi air juga dapat menurunkan efektivitas Bti.²¹

Selain pengenceran, faktor-faktor yang dapat menyebabkan berkurangnya efektivitas Bti adalah bahan *container*. Setelah diaplikasikan, Bti akan tersebar di sisi dalam dan dasar *container* dan menempel pada permukaan tersebut. Kemampuan Bti untuk melekat pada *container* ditentukan oleh jenis *container*. Semakin licin *container*, akan semakin sulit bagi Bti untuk menempel. *Container* yang terbuat dari semen atau tanah (tempayan) memiliki dinding yang kasar sehingga Bti dapat melekat di dinding tersebut. Sebaliknya, *container* yang terbuat dari bahan yang licin misalnya keramik atau *fiberglass* mengakibatkan Bti sulit melekat di dinding.

Pada penelitian ini, warga Kelurahan Cempaka Putih Barat umumnya menggunakan *container* berdinding keramik dan *fiberglass*. Dengan demikian, tidak efektifnya Bti dapat disebabkan oleh faktor pengenceran dan jenis permukaan *container* yang licin.

Untuk meningkatkan efektivitas Bti perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan formulasi *slow release* karena dengan formulasi tersebut Bti dilepaskan secara perlahan-lahan sehingga tidak terpengaruh pengenceran.

Benjamin et al¹⁹ melaporkan bahwa formulasi tablet *slow-release* Bti efektif membunuh larva *Aedes sp.* sejak 48 jam setelah pemberian. Bti diaplikasikan pada *container* berbahan tanah liat dan plastik yang menampung 50 L air. Pada *container* berbahan tanah liat, efek Bti bertahan hingga 166 hari dengan pengurasan seminggu sekali dan 66 hari dengan pengurasan setiap hari. Pada *container* berbahan plastik, efek Bti bertahan hingga 54 hari dengan pengurasan setiap minggu. Penelitian Mulla et al²³ di Thailand juga menunjukkan hal serupa. Mulla melaporkan Bti efektif membunuh larva di *container* berisi penuh 50 L air tanpa dikuras selama 112 hari dan 90 hari pada *container* yang setengah penuh dan *container* yang penuh namun dikuras seminggu sekali.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Bti formulasi cair tidak efektif dalam memberantas *Ae. aegypti* di dalam rumah di Kelurahan Cempaka Putih Barat.

6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas Bti dalam memberantas *Ae. aegypti* dengan Bti formulasi *slow release*.

Daftar Pustaka

1. Sudinkes. Data kasus demam berdarah di Jakarta Pusat pada tahun 2009 [internet]. 2009. [cited 2010 Mar 21] Diunduh dari: <http://kesmas.pusat.jakarta.go.id/>.
2. Sungkar S. Pemberantasan demam berdarah dengue: Sebuah tantangan yang harus dijawab. *Maj Kedokt Indon* 2007; 57(6):167-70.
3. Departemen Kesehatan RI. Pencegahan dan pemberantasan demam berdarah dengue di Indonesia. Jakarta: Sudin Kesehatan Masyarakat Kotamadya Jakarta Pusat; 2006. h. 2-11.
4. O'Callaghan M, Glare TR. Environmental and health impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Lincoln; Reports for Ministry of The Health: 1998. p.8-44.
5. Cranshaw WS. *Bacillus thuringiensis*. Colorado: Colorado State University; 2008.
6. WHO. Dengue and dengue haemorrhagic fever [internet]. 2009 [updated Maret 2009; cited 2010 Mar 19]. Diunduh dari : <http://www.who.int/>
7. Sungkar S. Demam berdarah dengue. Jakarta: Yayasan Penerbitan Ikatan Dokter Indonesia ; 2002. h.1-30.
8. Suhendro, Nainggolan L, Chen K, Pohan HT. Demam berdarah dengue. Dalam: Sudoyo AW, Setiati S, Simadibrata M, et al. Buku ajar ilmu penyakit dalam. Edisi V. Jakarta: Pusat Penerbit Ilmu Penyakit Dalam FKUI; 2009. h. 2773-5.
9. WHO. Dengue Indonesia [internet]. 2009 [cited 2010 Mar 18] Diunduh dari: <http://www.searo.who.int/>
10. Dinas Sosial DKI. DBD di DKI capai 914 kasus [internet]. 2010 [cited 2010 Mar 21]. Diunduh dari: <http://dinsos.jakarta.go.id/>
11. WHO. Dengue: Guidelines for diagnosis, treatment, prevention, and control. France: WHO; 2009.
12. WHO. Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control 2nd edition. Geneva: World Health Organization; 1997.

13. Zettel C, Kaufman Phillip. *Aedes aegypti*. Florida: University of Florida: 2008 [cited 2010 Apr 18]. Diunduh dari <http://www.entnemdept.ufl.edu/>
14. Florida Medical Entomology Laboratory. *Aedes aegypti*. 2008 [cited 2011 Apr 18]. Diunduh dari http://fmel.ifas.ufl.edu/key/genus/aedes_aeg.shtml
15. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan. Petunjuk pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk demam berdarah dengue (PSN DBD) oleh juru pemantau jentik (jumantik). Jakarta: DepKes RI; 2004.
16. CDC. Mosquito life-cycle [internet].2009 [cited 2011 Apr 18]. Diunduh dari http://www.cdc.gov/Dengue/entomologyEcology/m_lifecycle.html
17. Supartha, IW. Pengendalian terpadu vektor virus demam berdarah dengue, *Aedes aegypti* (Linn.) dan *Aedes albopictus* (Skuse)(Diptera: Culicidae). Paper presented at: Pertemuan Ilmiah; 2008 September 3 – 6; Denpasar, Indonesia.
18. Dantje T. Entomologi kedokteran. Jakarta; Penerbit Andi: 2009.
19. Benjamin S, Rath A, Fook CY, Lim LH. Efficacy of *Bacillus thuringiensis israelensis* tablet formulation, Vectobac DT, for control of dengue mosquito vectors in potable water containers. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2005;36:879-92.
20. Washington State Department of Health. Larvicide: *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) [internet]. 2008 [updated 2011 Apr 27; cited 2011 Apr 28]. Diunduh dari <http://www.doh.wa.gov/ehp/>
21. WHO. *Bacillus thuringiensis* in drinking water: background document for development of WHO guidelines for drinking water. Geneva: WHO Press. 2009.
22. Pontes RJ, Dantas Filho FF, Alencar CH, Regazzi AC, Cavalcanti LP, Ramos AN Jr, et al. Impact of water renewal on the residual effect of larvicides in the control of *Aedes aegypti*. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2010;105(2):220-4.

23. Mulla MS, Thavara U, Tawatsin A, Chompoosri J. Procedures for the evaluation of field efficacy of slow-release formulations of larvicides against *Aedes aegypti* in water-storage containers. *J Am Mosq Control Assoc.* 2004 Mar; 20(1):64-73.