



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFEKTIVITAS *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENسيس*
DALAM MENURUNKAN KEBERADAAN
LARVA Aedes Aegypti
DI TEMPAT PENAMPUNGAN AIR LUAR RUMAH**

SKRIPSI

**DHITA KURNIASARI
0806320566**

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFEKTIVITAS *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENISIS*
DALAM MENURUNKAN KEBERADAAN
LARVA AEDES AEGYPTI
DI TEMPAT PENAMPUNGAN AIR LUAR RUMAH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran

**DHITA KURNIASARI
0806320566**

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

ii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

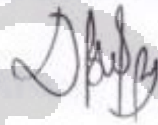
Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Dhita Kurniasari

NPM : 0806320566

Tanda Tangan :



Tanggal : 21 Mei 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dhita Kurniasari
NPM : 0806320566
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum
Judul Skripsi : Efektivitas *Bacillus thuringiensis israelensis*
dalam Menurunkan Keberadaan Larva *Aedes aegypti* di Tempat Penampungan Air Luar Rumah

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 (Saleha)
Penguji : Prof. Dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS (Saleha)
Penguji : Dra. Beti Ernawati Dewi, PhD (Beti)

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 21 Mei 2011

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana kedokteran pada Program Pendidikan Dokter Umum FKUI.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS yang dengan sabar mengarahkan penulis sebagai pembimbing skripsi, dr. Retno Asti Werdhani, M. Epid. sebagai pembimbing analisis data, serta Dr. dr. Saptawati Bardosono, MSc, sebagai Ketua Modul Riset FKUI yang telah memberikan penulis izin dalam penelitian ini. Tanpa bimbingan dan bantuan beliau penulis tidak akan dapat melakukan penelitian ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT Mahakam Betafarma yang telah menyediakan Bti. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Lurah Paseban beserta jajarannya, serta warga RW 03 Kelurahan Paseban, Kecamatan Senen, Jakarta Pusat yang telah mengizinkan TPA dirumahnya menjadi sumber pengumpulan data. Tanpa mereka penelitian ini tidak mungkin dapat dilakukan. Terakhir penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan keluarga yang memberikan dukungan material dan moral. Tanpa mereka, penelitian ini sangatlah sulit untuk dilakukan. Untuk segala bantuan dan kemudahan yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, Mei 2011

Dhita Kurniasari

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

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

Nama : Dhita Kurniasari
NPM : 0806320566
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: "Efektivitas *Bacillus thuringiensis israelensis* dalam Menurunkan Keberadaan Larva *Aedes aegypti* di Tempat Penampungan Air Luar Rumah" 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 : 21 Mei 2011

Yang menyatakan,



Dhita Kurniasari

ABSTRAK

Nama : Dhita Kurniasari
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum
Judul : Efektivitas *Bacillus thuringiensis israelensis* dalam Menurunkan Keberadaan Larva *Aedes aegypti* di Tempat Penampungan Air Luar Rumah

Pemberantasan vektor DBD dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain pemberantasan biologik menggunakan bakteri. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m² dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA luar rumah. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan intervensi Bti formulasi cair konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m². Lokasi penelitian adalah di RW 03, Kelurahan Paseban, Jakarta Pusat. Data sebelum intervensi diambil pada tanggal 13 Januari 2010 dan sesudah intervensi pada tanggal 14 Februari 2010. Survei entomologi dilakukan dengan *single-larval method* di TPA luar rumah yang berada di 100 rumah di RT 11-18 (Bti konsentrasi 2 ml/m²) dan 100 rumah di RT 5-10 (Bti konsentrasi 4 ml/m²). Data diolah dengan program SPSS versi 11.5 dengan analisis menggunakan uji Fisher. Setelah pemberian Bti jumlah TPA positif di RT 11-18 (Bti konsentrasi 2 ml/m²) menurun dari 9 menjadi 7 TPA tetapi terdapat kenaikan pada TPA toren, sedangkan di RT 5-10 (Bti konsentrasi 4 ml/m²) 2 TPA positif menjadi negatif. Disimpulkan bahwa Bti formulasi cair dengan konsentrasi 4 ml/m² lebih baik dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA luar rumah dibandingkan konsentrasi 2 ml/m².

Kata kunci: *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis israelensis*, Tempat Penampungan Air (TPA), luar rumah.

ABSTRACT

Name : Dhita Kurniasari
Study Program : General Medical Education
Title : Effectiveness of *Bacillus thuringiensis israelensis* in Reducing the Presence of Larvae of *Aedes aegypti* in Water Container Outside the House

Controlling of dengue vectors can be done in various ways such as using biological control by using bacteria. The purpose of this study was to determine the effectiveness of *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) concentration 2 ml/m² and 4 ml/m² in reducing the presence of *Ae. aegypti* in containers outside the house. This study used an experimental design with intervention of the Bti concentrations of 2 ml/m² and 4 ml/m². The observation was done in RW 03, Paseban, Central Jakarta. The data before the intervention was taken on January 13, 2010 and after intervention on February 14, 2010. Entomology survey conducted by single-larval methods in the container outside the house located at 100 houses in RT 11-18 (Bti concentration 2 ml/m²) and 100 houses in RT 5-10 (Bti concentration 4 ml/m²). The data were analyzed with SPSS version 11.5 with the analysis using the *Fisher's test*. After treatment with Bti the number of positive water containers in RT 11-18 (Bti concentration 2 ml/m²) decreased from 9 to 7 water containers, but there is an increase in "toren". In RT 5-10 (Bti concentration 4 ml/m²) 2 positive water containers decrease to negative. In conclusion, Bti concentrations 4 ml/m² is better to reduce the presence of *Ae. aegypti* in water containers outside the house than concentration 2 ml/m².

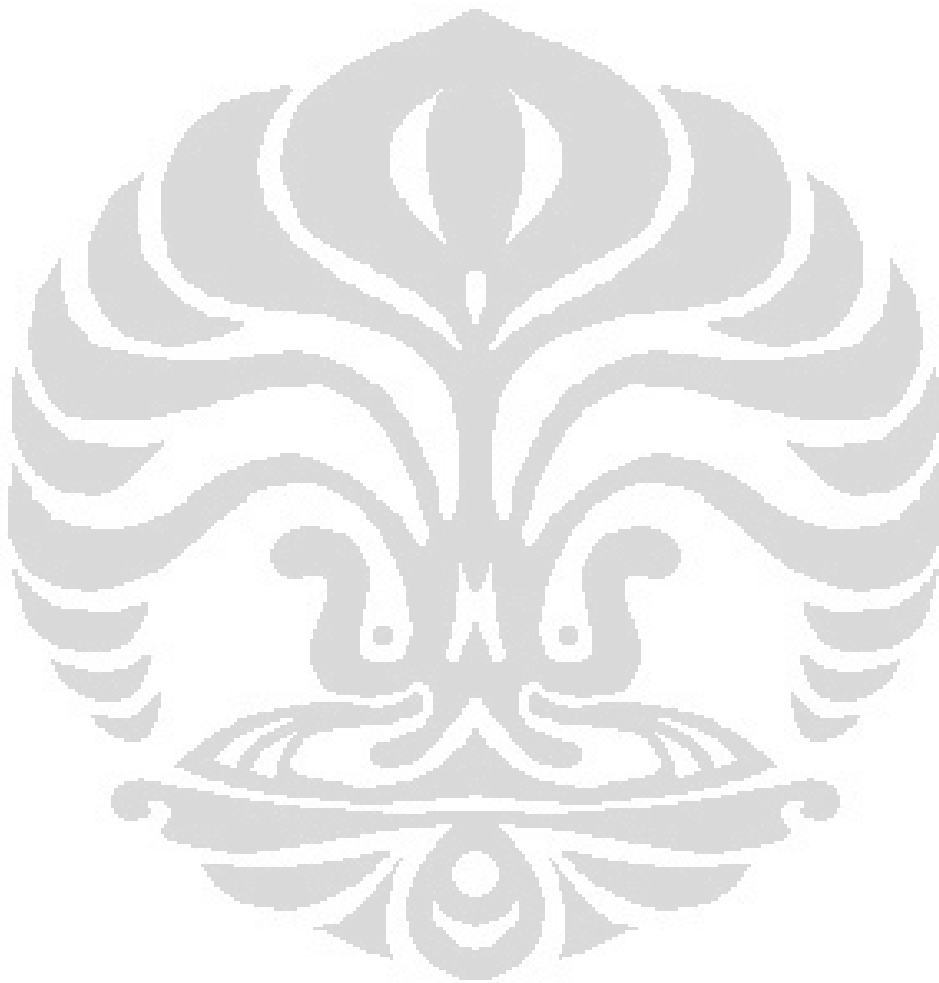
Key words: *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis israelensis*, water container, outside the house.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Hipotesis	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Demam Berdarah Dengue	4
2.2. Epidemiologi	4
2.3. Vektor Demam Berdarah.....	4
2.4. <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	13
2.5. Daya Residu.....	15
2.6. Kerangka Konsep	16
3. METODE PENELITIAN	17
3.1. Desain Penelitian	17
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.3. Populasi Penelitian	17
3.4. Sampel	17
3.5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	18
3.6. Identifikasi Variabel	18
3.7. Rencana Manajemen dan Analisis Data	18
3.8. Definisi Operasional	19
3.9. Masalah Etika	19
4. HASIL PENELITIAN.....	20
4.1. Data Umum.....	20
4.2. Data Khusus.....	20
5. DISKUSI.....	23
6. KESIMPULAN DAN SARAN	25
6.1. Kesimpulan	25
6.2. Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26

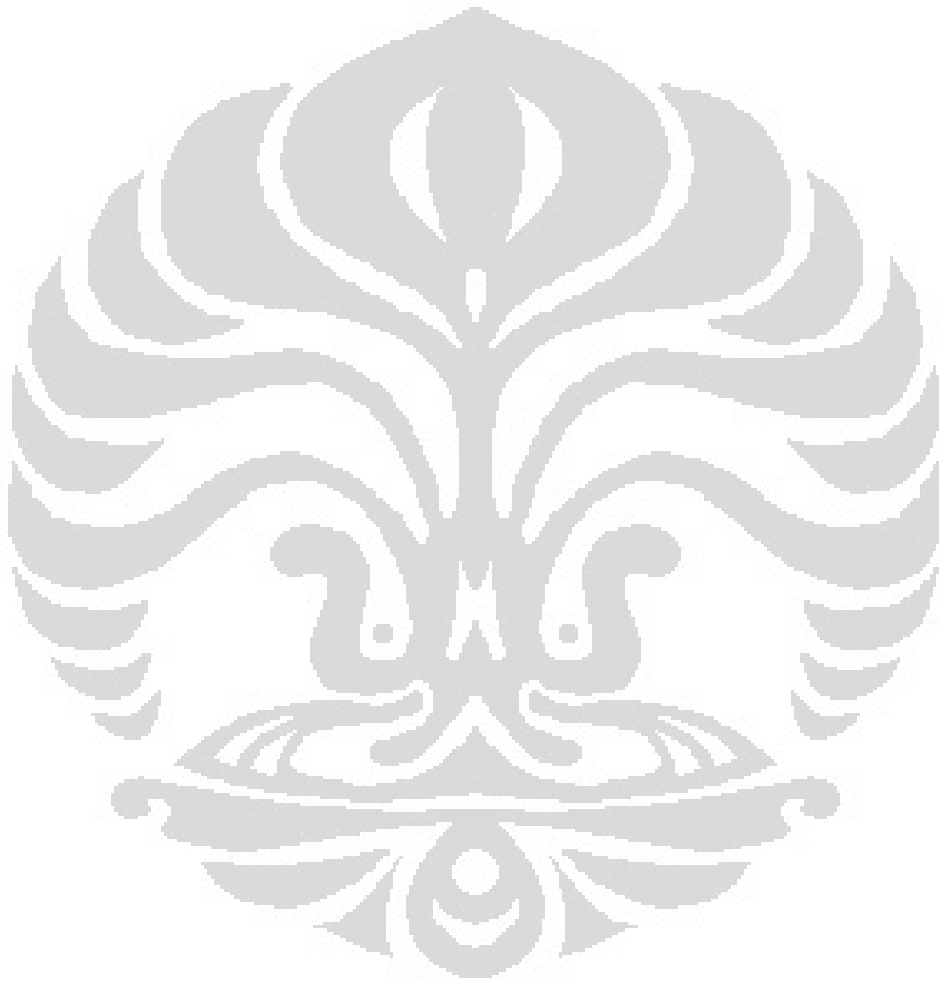
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Telur <i>Ae. Aegypti</i>	5
Gambar 2. Larva <i>Ae. Aegypti</i>	6
Gambar 3. Pupa <i>Ae. Aegypti</i>	6
Gambar 4. Nyamuk dewasa <i>Ae. Aegypti</i>	7
Gambar 5. Siklus hidup <i>Ae. Aegypti</i>	8



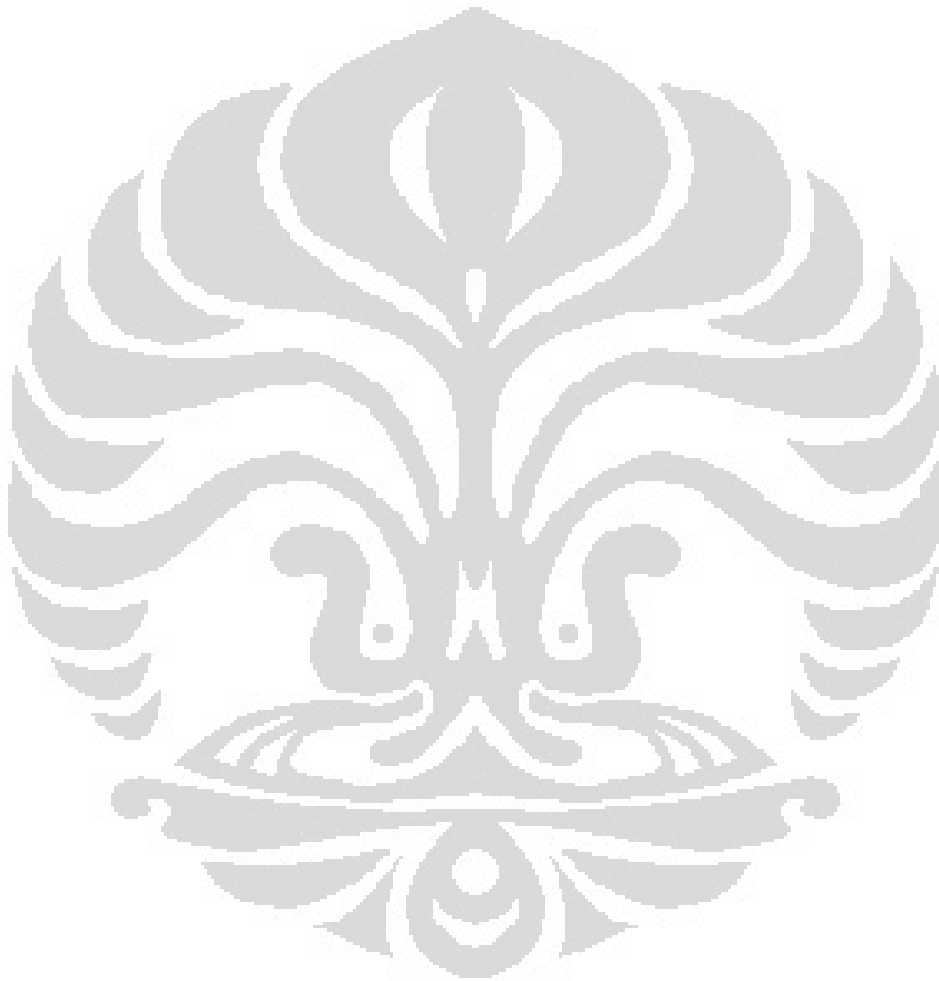
DAFTAR TABEL

Tabel 4.2.1. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di Luar Rumah Sebelum Pemberian Bti	21
Tabel 4.2.2. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di Luar Rumah Sesudah Pemberian Bti	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kunci Identifikasi Larva.....	30
Lampiran 2. Contoh Formulir Survei.....	31
Lampiran 3. Hasil Uji Statistik	32



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* dan ditularkan melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti*. DBD merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia karena insidensinya yang tinggi dan penyebarannya yang luas terutama di kota besar.¹

Di Indonesia, jumlah penderita DBD paling banyak terdapat di DKI Jakarta. Data Dinas Kesehatan DKI Jakarta menunjukkan bahwa insidens DBD terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006 sebanyak 24.932 penderita dengan *case fatality rate* (CFR) 0,16%. Pada tahun 2007 terjadi peningkatan tajam hingga mencapai 31.836 penderita dengan CFR 0,27%. Pada tahun 2008 jumlah penderita mencapai 28.361 orang dengan CFR 0,09% dan pada tahun 2009 jumlah penderita mencapai 28.032 dengan CFR 0,11%. Pada tahun 2010, jumlah penderita DBD menurun hingga 19.285 dengan CFR 0,17%, dan pada dua bulan pertama tahun 2011 sudah ada 860 penderita dengan 1 orang meninggal.¹²⁻¹⁴ Jakarta Pusat merupakan salah satu wilayah di DKI Jakarta yang endemis DBD.²

Untuk mengatasi DBD, strategi pemberantasan ditekankan pada upaya preventif, yaitu melaksanakan penyemprotan masal sebelum musim penularan di daerah endemis DBD yang diikuti dengan pemberantasan sarang nyamuk (PSN). Cara itu seharusnya dapat menurunkan angka kepadatan vektor dan jumlah penderita DBD, namun pada kenyataannya, jumlah penderita DBD tidak menurun. Hal tersebut disebabkan penyemprotan insektisida tidak dapat dilakukan terus menerus karena mahal, mencemari lingkungan dan dapat menimbulkan resistensi nyamuk terhadap insektisida. Sementara itu, PSN belum dilakukan secara rutin seminggu sekali karena warga sibuk dan harga air mahal.^{3,15}

Berdasarkan uraian di atas diperlukan *agent* untuk memberantas vektor DBD yang murah, tidak mencemari lingkungan dan mempunyai efek jangka panjang sehingga warga tidak perlu melakukan PSN seminggu sekali. Upaya pemberantasan yang memenuhi syarat tersebut adalah pemberantasan biologis antara lain *Bacillus thuringiensis*.

Bacillus thuringiensis adalah bakteri gram positif pembentuk spora yang menghasilkan protein bersifat insektisida yang disebut δ -endotoksin.⁴⁻⁶ Salah satu strain *B. thuringiensis* yaitu *B. thuringiensis israelensis* (Bti) telah lama digunakan untuk memberantas larva Anopheles karena efektif pada dosis rendah serta aman bagi manusia dan lingkungan.

Bti bersifat sebagai racun perut sehingga agar dapat membunuh serangga, bakteri tersebut harus dimakan. Anopheles bersifat sebagai *surface feeder* maka Bti dibuat dalam bentuk serbuk yang terapung di permukaan air agar dapat dimakan oleh larva Anopheles. Bti formulasi terapung tidak dapat digunakan untuk membunuh Aedes karena larva Aedes bersifat *bottom feeder*.⁷

Saat ini telah diproduksi Bti yang diformulasikan untuk memberantas Aedes dengan konsentrasi 2-5 ml/m². Di Indonesia penelitian Bti untuk membunuh larva Aedes masih dalam taraf laboratorium dan belum pernah dilakukan di lapangan.¹⁶ Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas Bti dalam membunuh larva Aedes di lapangan.

Ae. aegypti berkembang biak di TPA dalam dan luar rumah sehingga Bti perlu diaplikasikan ke dalam kedua TPA tersebut, namun karena keterbatasan penelitian, studi ini difokuskan pada TPA di luar rumah. Karena konsentrasi yang tepat untuk membunuh Aedes di lapangan belum diketahui maka pada penelitian ini akan dibandingkan Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m².

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas Bti 2ml/m² dan 4ml/m² dalam membunuh larva *Ae. aegypti* di TPA luar rumah?

1.3. Hipotesis

Bti konsentrasi 4ml/m² lebih efektif dari Bti konsentrasi 2ml/m² dalam membunuh larva *Ae. aegypti* di TPA luar rumah.

1.4. Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Mengetahui efektivitas Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m² dalam membunuh larva *Ae. aegypti* di TPA luar rumah.

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui sebaran keberadaan larva *Ae. aegypti* berdasarkan jenis TPA di luar rumah.
2. Mengetahui keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA luar rumah sebelum dan sesudah pemberian Bti dengan konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m².

1.5. Manfaat

1.5.1. Manfaat Bagi Peneliti

1. Sebagai sarana pelatihan dan pembelajaran melakukan penelitian di bidang biomedik.
2. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan sistematis dalam mengidentifikasi masalah kesehatan masyarakat.
3. Melatih kerjasama dalam tim peneliti.

1.5.2. Manfaat Bagi Institusi

1. Membantu mewujudkan visi FKUI yaitu pada tahun 2014 menjadi fakultas kedokteran riset terkemuka di Asia Pasifik dan 80 terbaik di dunia.
2. Sebagai sarana dalam menjalin kerjasama antara staf pengajar dan mahasiswa.

1.5.3. Manfaat Bagi Masyarakat

Masyarakat mendapat informasi mengenai cara pemberantasan *Ae. aegypti* menggunakan Bti.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Demam Berdarah Dengue

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue. DBD merupakan penyakit yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia karena angka kejadiannya tinggi dan penyebarannya semakin luas.¹

Virus dengue dipindahkan dari satu orang ke orang lain bersama liur nyamuk pada waktu nyamuk mengisap darah. Virus itu akan berada dalam sirkulasi darah (viremia) selama 4–7 hari. Akibat infeksi virus bermacam-macam tergantung imunitas seseorang yaitu asimtomatik, demam ringan, *dengue fever* (demam dengue) dan *dengue haemorrhagic fever*. Penderita yang asimtomatik dan demam ringan merupakan sumber penularan yang efektif, karena mereka dapat pergi kemana-mana dan menyebarkan virus dengue.^{1,2}

2.2. Epidemiologi

Virus dengue tersebar di sepanjang daerah tropis dan subtropis. Bulan September-Februari merupakan bulan yang umum terjadi DBD, dengan puncaknya pada bulan Desember atau Januari, akan tetapi untuk kota besar seperti Jakarta, Bandung, Yogyakarta dan Surabaya musim penularan terjadi pada bulan Maret-Agustus dengan puncak pada bulan Juni atau Juli.⁸

Penyebaran DBD dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain pertumbuhan penduduk, urbanisasi yang tidak terencana dan tidak terkontrol, tidak ada pemberantasan vektor nyamuk yang efektif di daerah endemis, dan peningkatan sarana transportasi.¹⁵

2.3. Vektor DBD

Vektor utama DBD adalah *Ae. aegypti*.² Vektor potensial lainnya adalah *Ae. albopictus*, *Ae. polynesiensis*, dan beberapa spesies *Aedes* lainnya. Di Indonesia khususnya, vektor utamanya ialah *Ae. aegypti* karena hidupnya di dalam dan di sekitar rumah, sedangkan *Ae. albopictus* hidup di kebun-kebun.⁹

2.3.1. Identifikasi *Aedes aegypti*

Stadium Telur

Setiap kali bertelur nyamuk betina dapat menghasilkan 100-200 telur. Selama hidupnya nyamuk betina dapat bertelur lima kali. Jumlah telur yang dihasilkan nyamuk betina bergantung pada jumlah darah yang dihisap.

Bentuk telur *Ae. Aegypti* lonjong seperti torpedo. Panjang dan beratnya adalah 0,6 mm dan 0,0113 mg. Ketika diletakkan pertama kali telur berwarna putih, 15 menit kemudian warnanya berubah menjadi abu-abu dan setelah 40 menit warnanya berubah menjadi hitam. Telur diletakkan satu persatu di dinding tempat penampungan air (TPA) 1-2 cm di atas permukaan air. Telur dapat bertahan hingga 6 bulan.^{7, 27}



Gambar 2.1. Telur *Ae. Aegypti*³⁰

Stadium Larva

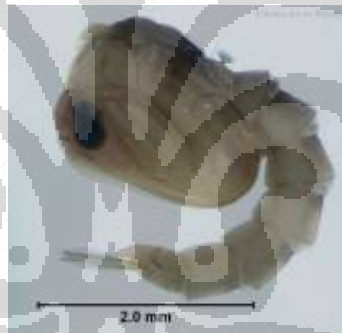
Pada larva *Ae. aegypti* dapat ditemukan kepala, toraks dan abdomen. Pada ujung abdomen terdapat segmen anal dan sifon. Larva instar IV mempunyai tanda-tanda khas yaitu pelana yang terbuka pada segmen anal, sepasang bulu sifon pada sifon dan gigi sisir yang berduri lateral pada segmen abdomen ke-7. Pergerakan Larva *Ae. aegypti* sangat lincah dan juga sensitif terhadap rangsang cahaya dan getaran. Bila terdapat rangsangan, larva akan segera bergerak kebawah ke dasar *container* selama beberapa detik kemudian muncul kembali ke permukaan air. Larva mengambil makanannya di dasar *container* sehingga disebut sebagai pemakan makanan di dasar (*bottom feeder*). Pada saat larva mengambil oksigen dari udara, sifonnya diletakkan di atas permukaan air sehingga abdomennya terlihat menggantung pada permukaan air.^{7,27}



Gambar 2.2. Larva *Ae. aegypti*³¹

Stadium Pupa

Pupa terdiri atas sefalotoraks, abdomen dan kaki pengayuh. Sefalotoraks memiliki sepasang corong pernapasan yang berbentuk segitiga. Terdapat sepasang kaki pengayuh yang runcing dan lurus di bagian distal abdomen. Jika terdapat rangsangan pupa akan bergerak cepat untuk menyelam selama beberapa detik kemudian muncul kembali ke permukaan air.^{7,27}



Gambar 2.3. Pupa *Ae. Aegypti*³⁰

Stadium dewasa

Bagian tubuh nyamuk dewasa terdiri atas kepala, toraks dan abdomen. Pada fase ini dapat ditemukan ciri khas nyamuk *Ae. aegypti* berupa gambaran *lyre* pada bagian dorsal toraks, yaitu sepasang garis putih sejajar di tengah dan garis lengkung putih yang lebih tebal di sisinya. Pada ruas tarsus kaki belakang terdapat pita putih.^{7,27}



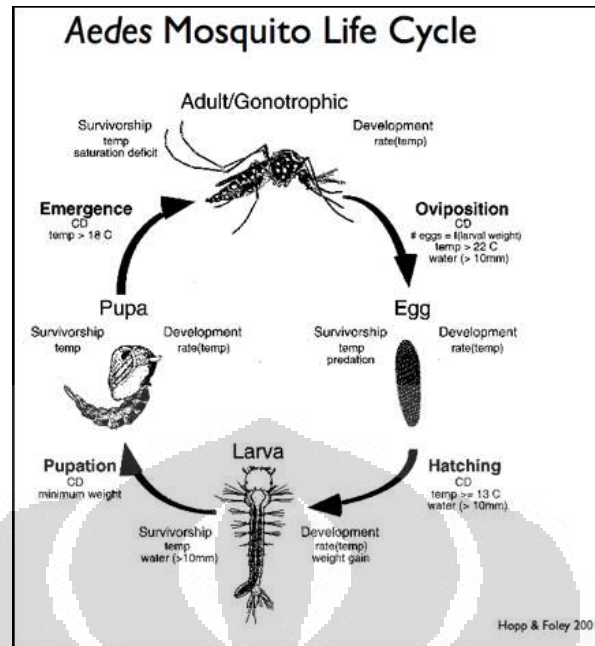
Gambar 2.4. Nyamuk dewasa *Ae. Aegypti*³²

2.3.2. Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Nyamuk betina biasanya meletakkan telurnya di dinding TPA. Dalam waktu 1-2 hari telur akan menetas menjadi larva. Dalam waktu 5 -15 hari selanjutnya larva akan berubah menjadi pupa yang biasanya berlangsung 2 hari. Dalam suasana optimum, perkembangan dari telur sampai dewasa memerlukan waktu sekurang-kurangnya 9 hari. Setelah keluar dari pupa nyamuk istirahat di kulit pupa untuk sementara waktu. Pada saat itu sayap meregang menjadi kaku dan kuat sehingga nyamuk mampu terbang untuk mengisap darah. Nyamuk betina yang telah dewasa siap untuk mengisap darah manusia dan kawin 1-2 hari sesudah keluar dari pupa.^{7,27}

Pupa jantan menetas lebih dahulu dari pupa betina dan tidak pergi jauh dari tempat perindukan karena menunggu nyamuk betina menetas dan siap berkopulasi. Sesudah kopulasi *Ae.aegypti* mengisap darah yang diperlukannya untuk pembentukan telur. Waktu yang diperlukan mulai dari nyamuk mengisap darah sampai telur dikeluarkan, sekitar 3-4 hari. Jangka waktu tersebut disebut satu siklus gonotropik. Jumlah telur yang dikeluarkan oleh nyamuk betina kurang lebih 150 butir.^{7,27}

Ae.aegypti biasanya bertelur pada sore hari menjelang matahari terbenam. Setelah bertelur, nyamuk betina akan siap untuk menghisap darah lagi dan bila nyamuk terganggu, nyamuk akan berusaha untuk menggigit kembali orang yang sama atau orang lain sehingga penyebaran virus menjadi lebih cepat dari satu orang ke orang lain. Umumnya nyamuk betina akan mati dalam 10 hari, tetapi masa tersebut cukup bagi nyamuk untuk inkubasi virus (3-10 hari) dan menyebarkan virus.^{7,27}



Gambar 2.5. Siklus hidup *Ae. aegypti*³³

2.3.3. Tempat Berkembang Biak

Tempat perindukan *Ae. aegypti* adalah TPA berisi air jernih atau air yang sedikit terkontaminasi seperti bak mandi, drum, tangki air, tempayan, ember, vas bunga dan tempat minum burung. *Ae. aegypti* lebih suka tinggal di tempat yang tidak terkena matahari langsung.^{9,27}

Tempat berkembang biak *Ae. aegypti* dapat dibagi menjadi:^{10,27}

1. TPA untuk keperluan sehari-hari, seperti: drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi/wc, ember dll.
2. TPA bukan untuk keperluan sehari-hari seperti: tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut dan barang-barang bekas (ban, kaleng, botol, plastik, dll).
3. TPA alamiah seperti: lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, pelepah pisang, potongan bambu dll.

Populasi *Ae. aegypti* di suatu tempat atau lingkungan sangat berhubungan dengan kebiasaan dan kebutuhan manusia dalam menampung air. Masyarakat yang tidak mempunyai sistem penampungan air yang baik akan melakukan

penampungan air disuatu tempat penampungan terlebih dahulu, disaat itu peluang nyamuk DBD untuk berkembang biak semakin besar.²⁷

Pada suatu daerah dengan sistem penyediaan air yang baik pun ternyata masih banyak orang yang menggunakan suatu wadah untuk menampung air, seperti bak mandi. Hal itu disebabkan kebiasaan masyarakat terutama masyarakat Asia yang lebih senang mandi dengan menggunakan gayung daripada *shower*. Air di dalam tempayan dan bak mandi selalu digunakan tetapi biasanya tidak sampai habis sehingga larva tetap berada di tempat tersebut. Selain itu bila ada gerakan, larva akan bergerak ke bawah sehingga tidak terbang pada saat air diambil.²⁷

Jumlah larva *Ae. aegypti* di dalam tempat berkembang biak dipengaruhi oleh kasar-halusnya dinding TPA, warna TPA dan kemampuan TPA menyerap air. Pada TPA yang kasar, gelap dan mudah menyerap air, jumlah telur yang diletakkan lebih banyak sehingga larva yang terbentuk juga lebih banyak. Sebaliknya, pada TPA yang licin, berwarna terang dan tidak menyerap air jumlah larva yang diletakkan lebih sedikit sehingga larva yang terbentuk juga sedikit. TPA yang tidak tertutup rapat lebih sering mengandung larva dibanding tempat air yang terbuka karena ruangan di dalamnya lebih gelap sehingga lebih disukai nyamuk betina.²⁷

Jumlah larva *Ae. aegypti* juga dipengaruhi oleh ukuran TPA dan jumlah air yang terdapat di dalamnya. TPA yang besar dan banyak berisi air lebih banyak mengandung larva bila dibandingkan TPA yang kecil dan jumlah airnya sedikit.²⁷

2.3.4. Pengaruh Letak *Container* terhadap Kepadatan Larva *Aedes Aegypti*

Hasyimi et al.¹⁷ melaporkan bahwa *Aedes sp.* lebih senang bertelur di luar rumah dibandingkan di dalam rumah. Survei tersebut dilakukan di daerah Koja, Jakarta Utara, dengan menggunakan perangkap telur nyamuk (*ovitrap*) pada sumber air baik di dalam maupun di luar rumah. Setelah 8 bulan penelitian didapatkan hasil bahwa perangkap telur yang positif dengan telur *Aedes sp.* lebih banyak ditemukan pada sumber air yang berada di luar rumah dibandingkan dengan di dalam rumah. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa *container* yang berada di luar rumah merupakan tempat perindukan yang sangat penting bagi *Aedes sp.*

Rosmanida¹⁸ juga mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kepadatan larva *Aedes sp.* di luar rumah dengan di dalam rumah. Kepadatan larva *Aedes sp.*, ternyata lebih tinggi di luar rumah dibandingkan dengan di dalam rumah.

Yotopranoto et al.¹⁹ melaporkan bahwa di desa Kaponan, Jawa Timur, larva *Ae. aegypti* lebih banyak ditemukan di *container* di dalam rumah dibandingkan dengan *container* di luar rumah. Hasyimi et al.¹⁹ juga mengungkapkan bahwa *Ae. aegypti* mempunyai kecenderungan memiliki tempat istirahat dan aktivitas di dalam rumah, sedangkan *Ae. albopictus* lebih banyak hidup dan berkembang biak di luar rumah, seperti semak-semak, kebun, dan lain-lain.

Trpis et al.²⁰ membedakan *container* menjadi *artificial container (man-made breeding places)*, seperti ember, kaleng bekas, botol, drum, atau toples; dan *natural container (natural breeding places)*, seperti lubang di pohon, batok kelapa, rumah siput, atau lubang di batu. Lebih khususnya, Rattanarithikul et al.²¹ melaporkan bahwa larva *Ae. aegypti* lebih sering ditemukan pada *artificial container* yang berisi air bersih dan berada di dalam atau di dekat tempat tinggal manusia, sedangkan larva *Ae. albopictus* lebih sering ditemukan pada *natural container* atau *artificial container* yang berada di luar rumah dan banyak mengandung debris organik.

2.3.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Larva

Suhu air sangat mempengaruhi perkembangan larva. Suhu optimal untuk perkembangan larva yaitu 25°-27°C. Pada suhu tersebut perkembangan larva sekitar 6-8 hari. Bila suhu air lebih dari 28°C atau kurang dari 24°C perkembangan larva menjadi lebih lama. Pada suhu 31°C, 24°C, 20°, 18°C dan 16° perkembangan larva berturut-turut 12 hari, 10 hari, 19 hari, 24 hari dan 29 hari. Larva mati pada suhu kurang dari 10°C atau lebih dari 40°. Pada suhu yang berfluktuasi perkembangan larva lebih cepat dibandingkan pada suhu tetap.²⁸

Selain itu makanan juga mempengaruhi perkembangan larva. Makanan larva harus mengandung zat gizi esensial seperti protein, lipid, karbohidrat, vitamin B kompleks dan elektrolit. Makanan yang tidak mengandung salah satu zat esensial itu dapat menyebabkan kematian larva. Di alam makanan larva adalah

mikroorganisme yang terdapat pada habitatnya seperti algae, protozoa, bakteri, spora jamur dan partikel koloid. Dari mikroorganisme tersebut bakteri dan spora jamur merupakan komponen terpenting. Tanpa bakteri dan spora jamur, larva tidak dapat hidup walaupun zat gizi lainnya tersedia.²⁸

Perkembangan larva tidak banyak dipengaruhi oleh pH air di tempat perindukan. Di alam *Ae. aegypti* berkembang biak pada air dengan pH 5,8-8,6. Pada pH 3,6-4,2 atau 9,2-9,5 persentase nyamuk dewasa yang terbentuk hanya sedikit berkurang dan perkembangan larva hanya sedikit lebih lama.²⁸

2.3.6. Perilaku Nyamuk Dewasa

Pada siang hari *Ae. aegypti* aktif mengisap darah dengan 2 puncak aktivitas yaitu pada pukul 8.00-12.00 dan 15.00-17.00. *Ae. aegypti* lebih suka mengisap darah di dalam rumah daripada di luar rumah dan menyukai tempat yang agak gelap. Nyamuk betina lebih menyukai darah manusia daripada binatang (bersifat antropofilik). Tidak seperti nyamuk lain, *Ae. aegypti* mempunyai kebiasaan mengisap darah berulang kali sampai lambung penuh berisi darah (*multiple bites*) dalam satu siklus gonotropik sehingga sangat efektif sebagai penular penyakit.^{7,27}

Setelah mengisap darah, *Ae. aegypti* hinggap (beristirahat) di dalam rumah atau kadang-kadang di luar rumah, berdekatan dengan tempat berkembangbiaknya. Tempat hinggap yang disenangi ialah benda-benda yang tergantung seperti: pakaian, kelambu, atau tumbuh-tumbuhan di dekat tempat berkembangbiaknya. Biasanya di tempat yang agak gelap dan lembab. Di tempat tersebut nyamuk menunggu proses pematangan telurnya. Setelah beristirahat dan proses pematangan telur selesai, nyamuk betina akan meletakkan telurnya di dinding tempat berkembangbiaknya, sedikit di atas permukaan air. Telur itu di tempat yang kering dapat bertahan berbulan-bulan pada suhu -2°C sampai 42°C , dan bila tempat tersebut kemudian tergenang air maka telur dapat segera menetas lebih cepat.^{7,27}

Umur *Ae. Aegypti* di alam bebas biasanya sekitar 10 hari. Umur 10 hari tersebut cukup untuk mengembangbiakkan virus dengue di dalam tubuh nyamuk tersebut. Umur nyauk jantan lebih pendek dari umur nyamuk betina.²⁷

2.3.7. Penyebaran

Ae. aegypti tersebar luas di daerah tropis dan subtropis. Nyamuk itu dapat hidup dan berkembang baik sampai ketinggian ± 1000 m dari permukaan air laut. Di atas ketinggian 1000m *Ae. aegypti* tidak dapat berkembang biak karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah sehingga tidak memungkinkan bagi kehidupan nyamuk tersebut.^{7,27}

Ae. aegypti tersebar luas di seluruh Indonesia terutama di kota pelabuhan dan di pusat penduduk yang padat. Kepadatan *Ae. aegypti* tertinggi di daerah dataran rendah. Hal itu mungkin karena penduduk di daerah dataran rendah lebih padat dibandingkan dataran tinggi.^{7,27}

Jarak terbang nyamuk betina rata-rata 40 meter, maksimal 100 meter, namun secara pasif misalnya karena angin atau terbawa kendaraan nyamuk tersebut dapat berpindah lebih jauh. Di beberapa daerah, air bersih ditempatkan dalam jerigen/kaleng dan diperdagangkan dari rumah ke rumah sehingga mempermudah penyebaran *Ae. aegypti*. Penyebaran dari pelabuhan ke desa mungkin disebabkan larva dalam TPA terbawa melalui transportasi.^{7,27}

2.3.8. Ukuran Kepadatan Populasi *Ae. Aegypti*

Untuk mengetahui kepadatan *Ae.aegypti* di suatu lokasi dapat dilakukan survei larva di semua tempat berkembang biak *Ae.aegypti*. Untuk memeriksa *container* yang berukuran besar seperti bak mandi, tempayan, drum dan bak penampungan air lainnya, jika pada pandangan pertama tidak ditemukan larva, tunggu kira-kira $\frac{1}{2}$ –1 menit untuk memastikan bahwa larva benar tidak ada. Untuk memeriksa *container* yang kecil seperti vas bunga dan botol, air di dalamnya perlu dipindahkan ke tempat lain terlebih dahulu. Untuk memeriksa larva dalam *container* yang agak gelap atau berair keruh, digunakan lampu senter.^{12, 18, 27}

Survei larva dilakukan dengan dua cara:

1. *Single larval method*

Pada *single larval method*, survei dilakukan dengan mengambil satu larva dari *container* menggunakan gayung atau pipet panjang, lalu diidentifikasi. Bila hasil identifikasi menunjukkan *Ae.aegypti*, maka seluruh larva dinyatakan sebagai larva *Ae.aegypti*.

2. Cara visual.

Pada cara visual, survei cukup dilakukan dengan melihat ada atau tidaknya larva di setiap *container* tanpa mengambil larva. Dalam program pemberantasan DBD, survei larva yang biasa digunakan adalah cara visual.

Ukuran yang dipakai untuk mengetahui kepadatan dan penyebaran *Ae.aegypti* ialah:

$$\text{House index (HI)} = \frac{\text{Jumlah rumah yang ditemukan larva}}{\text{Jumlah rumah yang diperiksa}} \times 100\%$$

$$\text{Container index (CI)} = \frac{\text{Jumlah container berisi larva}}{\text{Jumlah container yang diperiksa}} \times 100\%$$

$$\text{Breteau index (BI)} = \frac{\text{Jumlah container berisi larva dalam 100 rumah}}{\text{yang diperiksa}}$$

HI menggambarkan luasnya penyebaran *Ae.aegypti* di suatu wilayah, CI menggambarkan kepadatan *Ae.aegypti*, sedangkan BI menunjukkan kepadatan dan penyebaran *Ae.aegypti* dan merupakan prediktor KLB. Kepadatan dan penyebaran DBD di suatu wilayah adalah tinggi jika $CI \geq 5\%$, $HI \geq 10\%$, dan $BI \geq 50$.

2.4. *Bacillus thuringiensis israelensis*

Pada tahun 1911 Bti pertama kali ditemukan di Thuringia, Jerman. Dan pada tahun 1950 digunakan secara komersial di AS. Pada tahun 1938 Bti digunakan untuk membunuh hama tanaman namun sekarang dapat juga digunakan untuk larva nyamuk sehingga sering disebut larvasida. Genus *Bacillus* memiliki beberapa spesies yang bersifat entomopatik. Bti termasuk kingdom *Eubacteria*, filum *Firmicotes*, kelas *Bacilli*, ordo *Bacillales*, family *Bacillaceae*.²⁹

Selama fase sporulasinya Bti memproduksi protein berupa kristal paraspora. Kristal tersebut secara predominan memproduksi satu atau lebih protein (*Cry* dan *Cyt toxin*) yang disebut sebagai δ -endotoxin.⁶ Protein *Cry* termasuk protein parasporal dari Bti yang telah terbukti secara eksperimental memiliki efek toksik

kepada organisme target atau memiliki kesamaan sekuens yang signifikan terhadap protein *Cry* yang telah diketahui. Ada 3 domain dari protein *Cry*, yaitu:⁴

1. Domain 1 berfungsi dalam penyisipan di membran p-lipid permukaan sel kolumnar usus larva untuk membentuk pori sehingga ion-ion dan zat tertentu seperti sukrosa dapat lewat secara bebas.
2. Domain 2 berfungsi dalam pengikatan reseptor sel epitel usus larva.
3. Domain 3 mungkin berfungsi untuk melindungi endotoksin dari protease yang dihasilkan usus larva karena sifatnya mendegradasi endotoksin, juga berguna dalam perubahan formasi kanal ion, pengikatan reseptor, dan spesifisitas insekta.

Protein *Cyt* adalah protein parasporal dari Bti yang memperlihatkan aktifitas sitolitik atau memiliki kesamaan sekuens yang signifikan terhadap protein *Cyt*. Toksin itu sangat spesifik kepada target serangga mereka, aman kepada manusia, vertebrata dan tumbuhan, dan dapat terurai dengan baik oleh lingkungan. Dengan demikian, Bti dapat digunakan sebagai alternatif yang dapat dikembangkan untuk mengontrol vektor penyakit pada manusia.⁴

Toksin *Cry* dan *Cyt* Bti berada di kelas toksin bakteri yang diketahui adalah *pore-forming toxins* (PFT) yang disekresikan sebagai protein larut air yang dapat merubah konformasi membran sel *host* mereka. Sebagian besar bakteri yang memproduksi PFT mensekresikan toksin mereka dan toksin ini berinteraksi dengan reseptor spesifik yang berlokasi di permukaan sel *host* mereka. Di sebagian besar kasus, PFT diaktifasi oleh protease *host* setelah perubahan formasi akibat pengikatan dengan reseptor dari struktur oligomerik dan akhirnya insersi membran terjadi. Protein *Cry* adalah toksin spesifik terhadap serangga seperti Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera dan Diptera serta juga terhadap Nematoda. Toksin *Cyt* banyak ditemukan di strain Bti dan aktif terhadap Diptera. Kedua protein ini dapat diserap di usus serangga *Diptera* dan proses proteolisisnya diaktifkan oleh protease usus mereka. Toksin *Cry* menempel di protein reseptor yang spesifik di mikrovilli sel epitel saluran pencernaan lalu menyebabkan oligomerisasi toksin dan insersi berikutnya ke keadaan membran berpori yang mengakibatkan pembengkakan dan kematian sel. Di sisi lain, toksin *Cyt* tidak

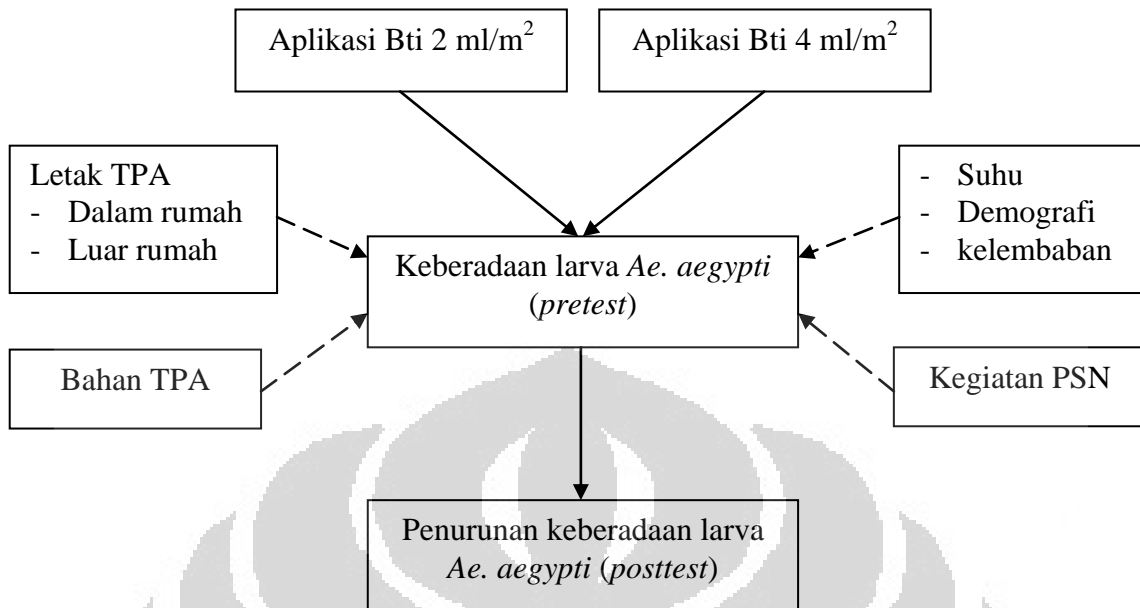
berikatan dengan reseptor protein dan langsung berinteraksi dengan membran lipid dan masuk kedalam membran dan membuat pori atau menghancurkan membran dengan interaksi yang mirip detergen. Toksisitas terhadap larva *Diptera* dari toksin *Cyt* lebih lemah dibandingkan dengan toksin *Cry*.⁶

Untuk dapat membunuh 95% larva nyamuk dibutuhkan 1300 ng/ml. Dosis tersebut merupakan ukuran yang sangat kecil sehingga efektif dalam penggunaan. Banyak keuntungan yang dapat didapatkan dari penggunaan Bti sebagai biolarvasida, yaitu stabil dalam penyimpanan, spesifik untuk organisme tertentu, dan aman untuk makanan, tanah dan tanaman. Tetapi terdapat kerugian dari Bti, yaitu sangat peka terhadap degradasi oleh sinar matahari. Sebagian besar formulasi hanya bertahan selama seminggu setelah pemberian.³⁵

2.5. Daya Residu

Daya residu bio-larvasida ditentukan berdasarkan lama (dalam minggu) penurunan persen kematian yaitu sampai $\leq 80\%$, menurut standar WHO 1975. Residu bio-larvasida Bti di laboratorium, dengan pemaparan 24 jam (tidak ada pengurangan air, kecuali penguapan) dan volume air dijaga tetap 4 liter dengan penambahan air baru, yaitu dengan dosis 0,75; 1,0; 2,0; 3,0 dan 4,0 ml/m² efektif membunuh larva *Ae. aegypti* sampai minggu ke-6 (kematian 96-100%), dosis 5,0; 7,5; 10,0 dan 12,5 ml/m² efektif membunuh larva *Ae. aegypti* sampai minggu ke-7 (kematian 100%).

2.6. Kerangka Konsep



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan intervensi Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m².

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di RW 03 Kelurahan Paseban, Kecamatan Senen, Jakarta Pusat. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 13 Januari (*pretest*) dan 14 Februari 2010 (*posttest*). Aplikasi Bti konsentrasi 2 ml/m² dilakukan di RT 11-18 dan Bti konsentrasi 4 ml/m² di RT 5-10.

3.3 Populasi Penelitian

3.3.1 Populasi Target

Populasi target pada penelitian ini adalah semua TPA berisi air baik yang berisi larva maupun tidak di luar rumah di Kelurahan Paseban, Jakarta Pusat.

3.3.2 Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau pada penelitian ini adalah semua TPA berisi air baik yang berisi larva maupun tidak di luar rumah pada 100 rumah di RT 11-18 dan 100 rumah di RT 5-10 di Kelurahan Paseban, Jakarta Pusat pada tanggal 13 Januari dan 14 Februari 2010.

3.4 Sampel

Sampel penelitian ini adalah TPA di luar rumah yang berisi air yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

3.4.1 Cara Pengambilan Data

Survei entomologi dilakukan dengan *single larval method* yaitu mengambil larva dari TPA di luar rumah yang berada di 100 rumah di RT 11-18 dan di 100 rumah di RT 5-10. Larva diambil menggunakan gayung lalu dipindahkan ke dalam botol kecil menggunakan pipet dan diberi keterangan pada label. Setelah itu, TPA di RT 11-18 diberi Bti dengan konsentrasi 2 ml/m² sedangkan di RT 5-

10 diberi Bti konsentrasi 4 ml/m². Satu bulan sesudah pemberian Bti dilakukan survei entomologi ulang.

3.4.2 Alat

1. Senter
2. Kertas label
3. Pensil dan formulir survei
4. Gayung
5. Botol kecil
6. Pipet kecil

3.5 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

3.5.1 Kriteria Inklusi

Seluruh TPA berisi air di luar rumah warga, dengan atau tanpa larva *Aedes sp.*

3.5.2 Kriteria Eksklusi

TPA yang tidak dapat dijangkau oleh peneliti.

3.5.3 Drop Out

TPA yang diberikan Bti pada saat *pre-test* tidak ditemukan kembali pada saat *post-test*.

3.6 Identifikasi Variabel

Variabel independen pada penelitian ini adalah Bti, sedangkan variabel dependen adalah keberadaan larva *Ae. aegypti*.

3.7 Rencana Manajemen dan Analisis Data

Larva diidentifikasi menggunakan mikroskop dan kunci identifikasi WHO, lalu hasil pengamatan dimasukkan ke dalam *master table*. Kemudian hasil pengisian formulir survei dianalisis. Untuk menguji hubungan antar variabel digunakan uji *chi-square* tetapi jika didapatkan nilai ekspektasi < 5% maka digunakan uji *Fisher*. Setelah diuji, ditarik kesimpulan dari hasil analisis.

3.8 Definisi Operasional

1. TPA adalah tempat menampung air, baik buatan manusia maupun alami yang dapat menjadi tempat berkembangbiak *Ae. aegypti*.
2. TPA luar rumah adalah TPA yang berada di luar rumah.
3. Larva *Ae. aegypti* adalah stadium muda *Ae. aegypti*.
4. Bti 2 ml/m² adalah produk yang mengandung toksin Bti dengan konsentrasi 2 ml/m².
5. Bti 4 ml/m² adalah produk yang mengandung toksin Bti dengan konsentrasi 4 ml/m².

3.9 Masalah Etika

Untuk penelitian ini tidak dibutuhkan *informed consent* secara tertulis karena tidak menggunakan manusia sebagai subjek penelitian dan perizinan telah dikoordinasikan dengan instansi terkait.

Sebelum melakukan survei, peneliti meminta izin kepada pemilik rumah dan menjelaskan tujuan penelitian. Setelah survei selesai, peneliti memberikan souvenir kepada pemilik rumah sebagai tanda terimakasih. Data yang diperoleh peneliti akan dijaga kerahasiaannya.

BAB 4

HASIL PENELITIAN

4.1. Data Umum

Kelurahan Paseban merupakan kelurahan di Kecamatan Senen yang memiliki jumlah penderita DBD terbanyak. Jumlah penderita pada tahun 2007 adalah 154 penderita dan pada tahun 2008 menurun menjadi 135 penderita namun pada bulan Januari sampai dengan April 2009 jumlah penderita telah mencapai 93 orang.²²

Di Kelurahan Paseban, terdapat 1 dari 4 rukun warga (RW) yang memiliki jumlah penderita DBD terbanyak, yaitu RW 3. Oleh karena itu penelitian dilakukan di RW tersebut. RW 3 memiliki luas wilayah 12,4 ha dan terdiri atas 18 rukun tetangga (RT) yang terletak di Paseban Barat dan Paseban Timur. Di Paseban Barat terdapat 4 RT yaitu RT 001 - 004 sedangkan Paseban Timur terdapat 14 RT yaitu RT 005 - 018.²²

Jumlah penduduk di RW 03 adalah 4078 jiwa (laki-laki 1958 jiwa dan perempuan 2120 jiwa) yang terdiri atas 971 kepala keluarga (KK). Wilayah Paseban Barat memiliki 330 KK sedangkan Paseban Timur sebanyak 641 KK. Paseban Barat memiliki jumlah penduduk sebanyak 1148 jiwa.²² Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa RW 03 merupakan daerah padat penduduk.

4.2. Data Khusus

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semua larva yang ditemukan di TPA luar rumah adalah *Ae. aegypti*. Jumlah TPA yang paling banyak ditemukan di RT 11-18 adalah ember sedangkan di RT 5-10 adalah akuarium.

Tabel 4.2.1. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di Luar Rumah Sebelum Pemberian Bti

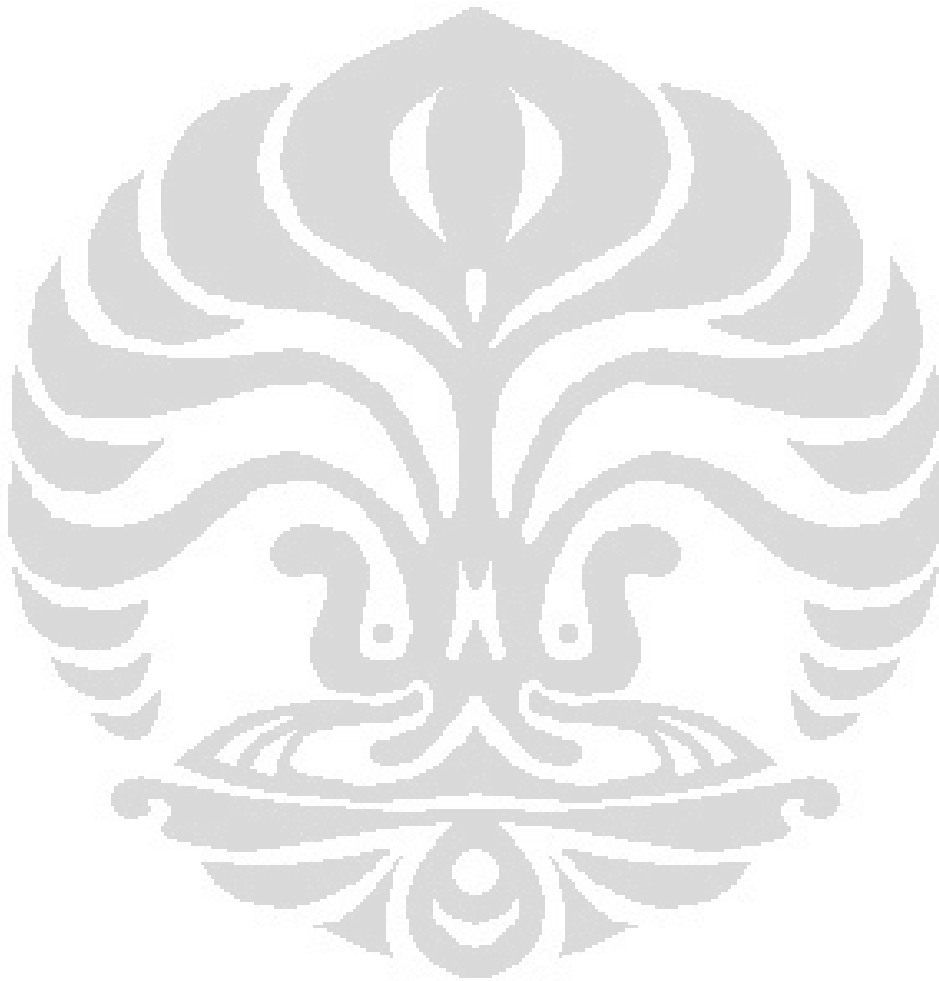
Jenis TPA	RT 11-18		RT 5-10	
	positif	negatif	positif	negatif
Bak air	0	0	0	1
Drum	0	0	0	1
Ember	6	6	0	5
Toren	0	3	0	2
Akuarium	3	5	2	6
Jumlah	9	14	2	15

Tabel 4.2.1. memperlihatkan bahwa di kelurahan Paseban di RT 11-18 (daerah yang akan diberi Bti konsentrasi 2 ml/m²) terdapat 23 TPA luar rumah dengan 9 TPA positif larva dan TPA positif yang paling banyak adalah ember, sedangkan di RT 5-10 (daerah yang akan diberi Bti konsentrasi 4 ml/m²) terdapat 17 TPA luar rumah dengan 2 TPA positif larva dan TPA positif yang paling banyak adalah akuarium. Pada *Fisher's Test* didapatkan kemaknaan $p = 0,079$ yang berarti bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara keberadaan larva di RT 11-18 dan RT 5-10. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi keberadaan larva di kedua wilayah tersebut tidak berbeda bermakna yang berarti penelitian dimulai dengan kondisi daerah yang sama.

Tabel 4.2.2. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di Luar Rumah Sesudah Pemberian Bti

Jenis TPA	2 ml/m ²		4 ml/m ²	
	positif	negatif	positif	negatif
Bak air	0	0	0	1
Drum	0	0	0	1
Ember	3	9	0	5
Toren	2	1	0	2
Akuarium	2	6	0	8
Jumlah	7	16	0	17

Tabel 4.2.3. memperlihatkan bahwa di kelurahan Paseban pada daerah dengan pemberian Bti konsentrasi 2 ml/m^2 terdapat 23 TPA luar rumah dengan 7 TPA positif larva dan TPA positif yang paling banyak adalah ember, sedangkan pada daerah dengan pemberian Bti 4 ml/m^2 terdapat 17 TPA luar rumah dengan 0 TPA yang positif larva. Pada *Fisher's Test* didapatkan kemaknaan $p = 0,014$ yang berarti bahwa terdapat perbedaan bermakna antara keberadaan larva di daerah dengan perlakuan 2 ml/m^2 dan daerah dengan perlakuan 4 ml/m^2 .



BAB 5

DISKUSI

Salah satu cara pemberantasan DBD secara biologis adalah menggunakan Bti. Bti berupa bakteri gram positif pembentuk spora yang merupakan biolarvasida dengan menghasilkan toksin yang teraktivasi dalam keadaan basa seperti di saluran pencernaan serangga. Toksin tersebut merupakan racun perut yang dapat membuat kompleks pori di permukaan sel usus dan dapat merusak jaringan usus serta mematikan larva *Aedes*. Oleh karena itu, Bti hanya mampu membunuh apabila larva *Aedes* memakan toksin Bti.

Bti terdapat dalam berbagai formulasi yaitu cair, tablet, dan granula. Formulasi tersebut disesuaikan dengan sifat makan larva *Ae. aegypti* (*bottom feeder*) yaitu tenggelam di dasar. Pada penelitian ini digunakan Bti formulasi cair karena Bti tersebut akan mengendap di dasar dan melekat di dinding TPA sehingga jika larva makan maka toksin akan ikut tertelan larva. Selanjutnya toksin akan merusak membran sel usus dan akan membuat kematian sel. Dengan dasar teori ini, Bti formulasi cair dapat digunakan untuk membunuh larva *Ae. Aegypti*. Tetapi terdapat kerugian dari Bti, yaitu sangat peka terhadap degradasi oleh sinar matahari.³⁵

Penelitian ini dilakukan di TPA luar rumah karena nyamuk lebih senang berkembang biak di luar rumah. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Hasyimi et al¹⁷ yang melaporkan bahwa *Aedes sp.* memiliki kecenderungan untuk bertelur di luar rumah dibandingkan di dalam rumah. Selain itu, Rosmanida¹⁸ juga mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kepadatan larva *Aedes sp.* di luar rumah dengan di dalam rumah. Kepadatan larva *Aedes sp.*, ternyata lebih tinggi di luar rumah dibandingkan dengan di dalam rumah.

Penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali yaitu *pretest* dan *posttest* dengan jarak selama satu bulan dikarenakan untuk menyesuaikan dengan siklus hidup *Aedes* dan efek residu Bti yaitu 3-4 minggu.

Untuk dapat membunuh larva *Ae aegypti*, menurut Afif²³, batas bawah konsentrasi letal yang dapat membunuh larva (LC_{95}) yaitu 2,76 ml/m² sedangkan

untuk batas atas yaitu $3,57 \text{ ml/m}^2$. Oleh karena formulasi Bti yang tersedia dari pabrik adalah 2 ml/m^2 , 3 ml/m^2 , 4 ml/m^2 , dan 5 ml/m^2 , maka pada penelitian ini digunakan Bti konsentrasi 2 ml/m^2 dan 4 ml/m^2 .

Pada penelitian ini didapatkan hasil setelah pemberian Bti konsentrasi 2 ml/m^2 jumlah TPA positif larva menurun dari 9 menjadi 7 TPA sedangkan pada pemberian Bti konsentrasi 4 ml/m^2 jumlah TPA positif larva menjadi negatif. Pada uji Fisher didapatkan perbedaan bermakna antara jumlah TPA positif larva yang mendapat Bti 2 ml/m^2 dan 4 ml/m^2 yang berarti Bti konsentrasi 4 ml/m^2 lebih baik dalam menurunkan jumlah TPA positif larva. Hal tersebut disebabkan, setelah TPA diberikan Bti, maka Bti segera terlarut dalam air. Jika air dipakai oleh pemilik rumah maka Bti akan ikut terbuang, dan jika air diisi kembali sedangkan Bti tidak ditambahkan maka konsentrasi Bti akan berkurang. Karena Bti konsentrasi 2 ml/m^2 lebih rendah dari 4 ml/m^2 maka Bti konsentrasi 2 ml/m^2 lebih cepat berkurang dibandingkan 4 ml/m^2 sehingga pada saat *posttest* tidak dapat membunuh *Ae. aegypti*. Fansiri et al³⁴ mengemukakan bahwa efektivitas Bti sangat dipengaruhi konsentrasinya dalam air (konsentrasi letal 95%/LC₉₅). LC₉₅ Bti yang diperlukan untuk membunuh larva Aedes adalah 10 ng/mL atau 1 mg/m^3 ; mengandung kurang lebih 10^3 sel bakteri.²⁴ Benjamin et al²⁵ dan Pontes et al,²⁶ yang melaporkan walaupun bak mandi tidak dikuras dan hanya ditambahkan air saja, persistensi dan efektivitas Bti tetap menurun.

BAB 6

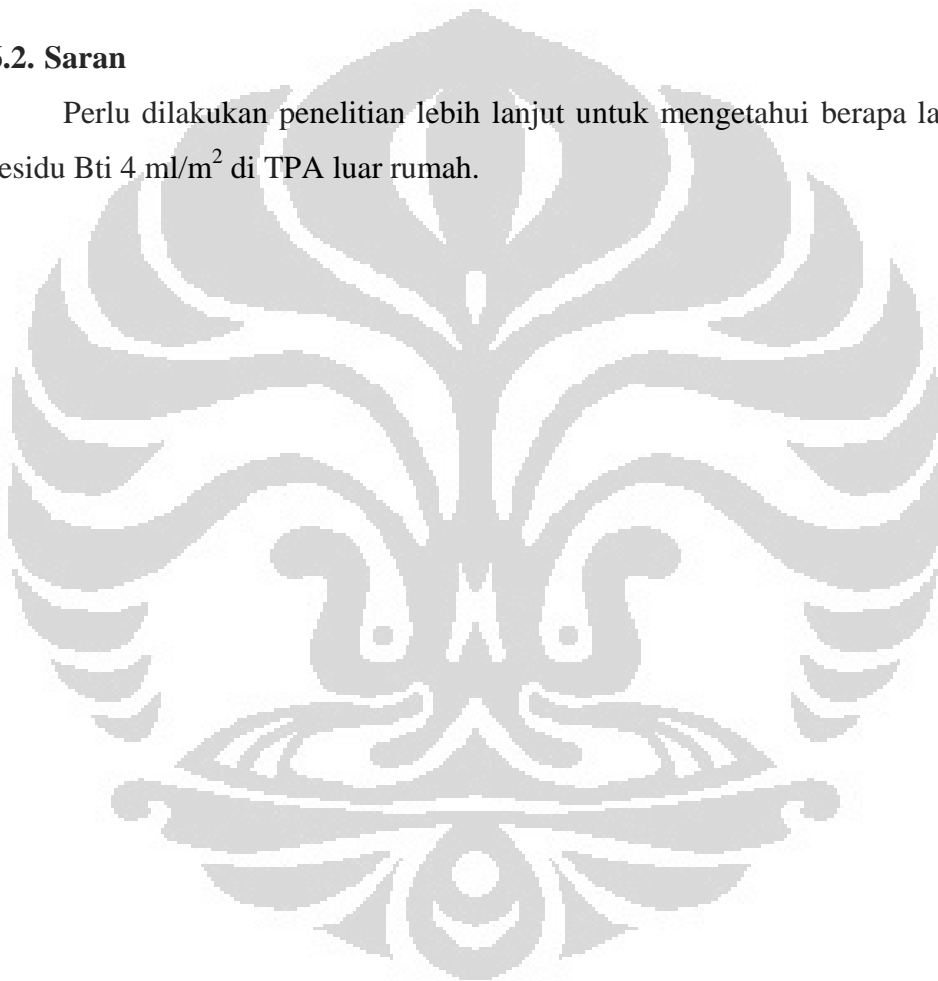
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Bti formulasi cair dengan konsentrasi 4 ml/m² lebih baik dalam menurunkan keberadaan larva *Ae.aegypti* di TPA luar rumah dibandingkan konsentrasi 2 ml/m².

6.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui berapa lama efek residu Bti 4 ml/m² di TPA luar rumah.



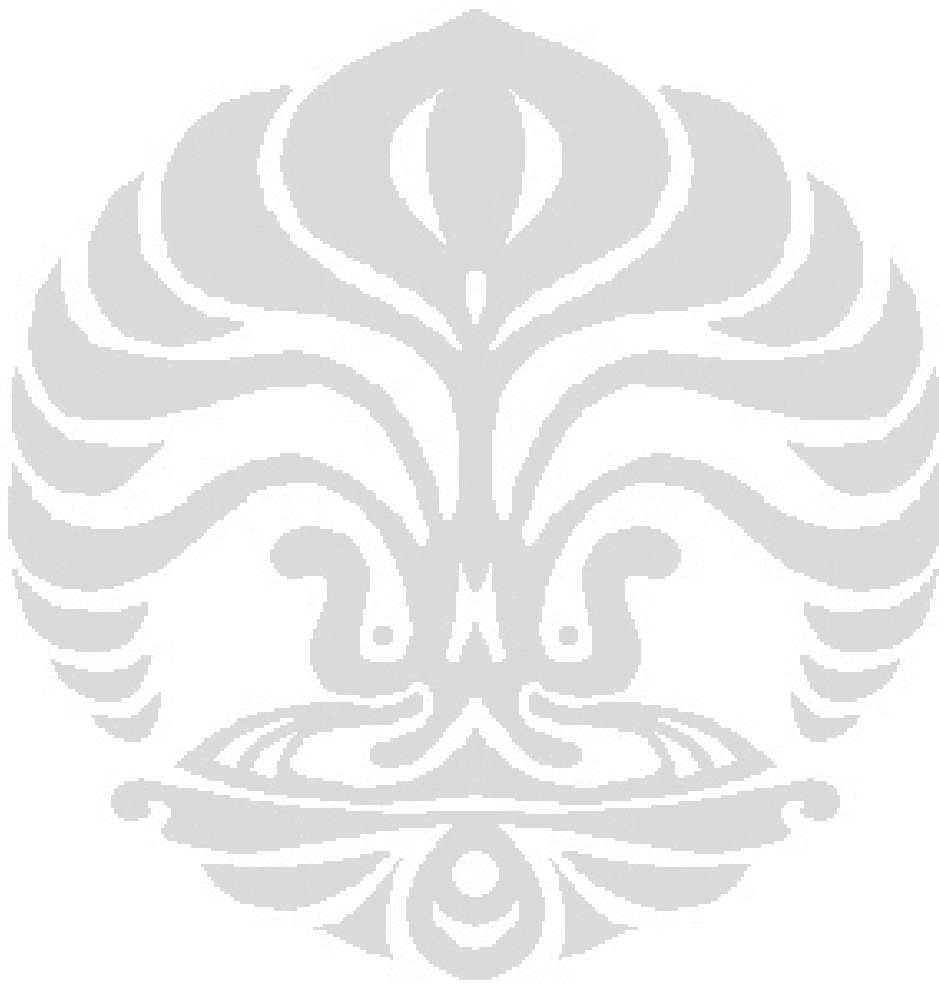
DAFTAR PUSTAKA

1. Sungkar S, Widodo AD, Suartanu N. Evaluasi program pemberantasan demam berdarah dengue di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara. *Majalah Kedokteran Indonesia* 2006;56: 108-12.
2. Suroso T, editor. Pedoman survai entomologi demam berdarah dengue. Jakarta: Departemen Kesehatan RI Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan; 2007.
3. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. Pencegahan dan pemberantasan demam berdarah dengue di Indonesia. Jakarta: Dep Kes RI; 2005.
4. Alejandra, Bravo. *Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potential for insect control*. University of California, Riverside, CA 92521, USA:2008.p.423–35.
5. Pe´rez Claudia, Fernandez Luisa E, Sun Jianguang, Folch Jorge Luis, Gill Sarjeet S, Sobero´n Mario, Bravo Alejandra. *Bacillus Thuringiensis Subsp. Israelensis CytIAa Synergizes CryIIAa Toxin By Functioning As A Membrane-Bound Receptor*. University of Clifornia. 2005.
6. Ibarra Jorge E, Rinco M Cristina, Ordu Sergio, Noriega David, et all. *Diversity of Bacillus thuringiensis Strains from Latin America with Insecticidal Activity against Different Mosquito Species*.
7. Departemen Kesehatan RI. Perilaku dan siklus hidup nyamuk *Ae.aegypti* sangat penting diketahui dalam melakukan kegiatan PSN termasuk pemantauan larva secara berkala. *Buletin Harian*; 2004.
8. Koban AW. Kebijakan pemberantasan wabah penyakit: KLB demam berdarah dengue. 1 Juni 2009 [dikutip pada 1 Mei 2011]. Diunduh dari <http://theindonesianinstitute.com/index.php/20050601145/KEBIJAKAN-PEMBERANTASAN-WABAH-PENYAKIT-KLB-DEMAM-BERDARAH-DENGUE.html>.
9. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan. Petunjuk

- pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk demam berdarah dengue (PSN DBD) oleh juru pemantau larva (jumantik). Jakarta: Dep Kes RI; 2004.
10. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan. Pedoman survai entomologi demam berdarah dengue. Jakarta: Dep Kes RI; 2002.
 11. Djakaria S. Vektor penyakit virus, riketsia, spiroketa, dan bakteri. Dalam: Gandahusada S, Ilaahude HD, Pribadi W, editor. Parasit kedokteran. Edisi ke-3. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 2006. hal. 236-8.
 12. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2009. Jakarta: Kementerian kesehatan RI; 2010.
 13. Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta. Profil Kesehatan Provinsi DKI Jakarta Tahun 2007. Jakarta: Dinkes DKI; 2008.
 14. Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta. Data Jumlah Penderita DBD Per Kecamatan dan Perbulan di Provinsi DKI Jakarta, Januari s.d Desember 2010 dan Januari s.d Februari 2011. [dikutip pada 2 Mei 2011]. Diunduh dari <http://prov.jakarta.go.id/jakv1/bankdata/listings/details/1626>.
 15. Kusriastuti R. Kebijakan penanggulangan demam berdarah dengue di Indonesia. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 2005.
 16. Cranshaw WS. *Bacillus thuringiensis*. Colorado: Colorado State University; 2008.
 17. Hasyimi M, Lestari E, Supratman S. Kesenangan bertelur *aedes sp*. Cermin Dunia Kedok 1995;101:21-23.
 18. Rosmanida. Analisis perbandingan densitas vektor penyakit demam berdarah dengue di daerah kumuh dan elit di kotamadya Surabaya. 1999.
 19. Yotopranoto S, Subekti S, Rosmanida. Fauna *Aedes* di daerah non endemik demam berdarah dengue Desa Kaponan, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. 1999.
 20. Trpis M, Hartberg WK, Teesdale C, McClelland GAH. *Aedes aegypti* and *Aedes simpsoni* Breeding in Coral Rock Holes on the Coast of Tanzania. Bull Wld Hlth Org 1971;45:529-31.
 21. Chareonviriyaphap T, Akranakul P, Nettanomsak S, Huntamai S. Larval habitats and distribution patterns of *Aedes aegypti* (linnaeus) and *Aedes*

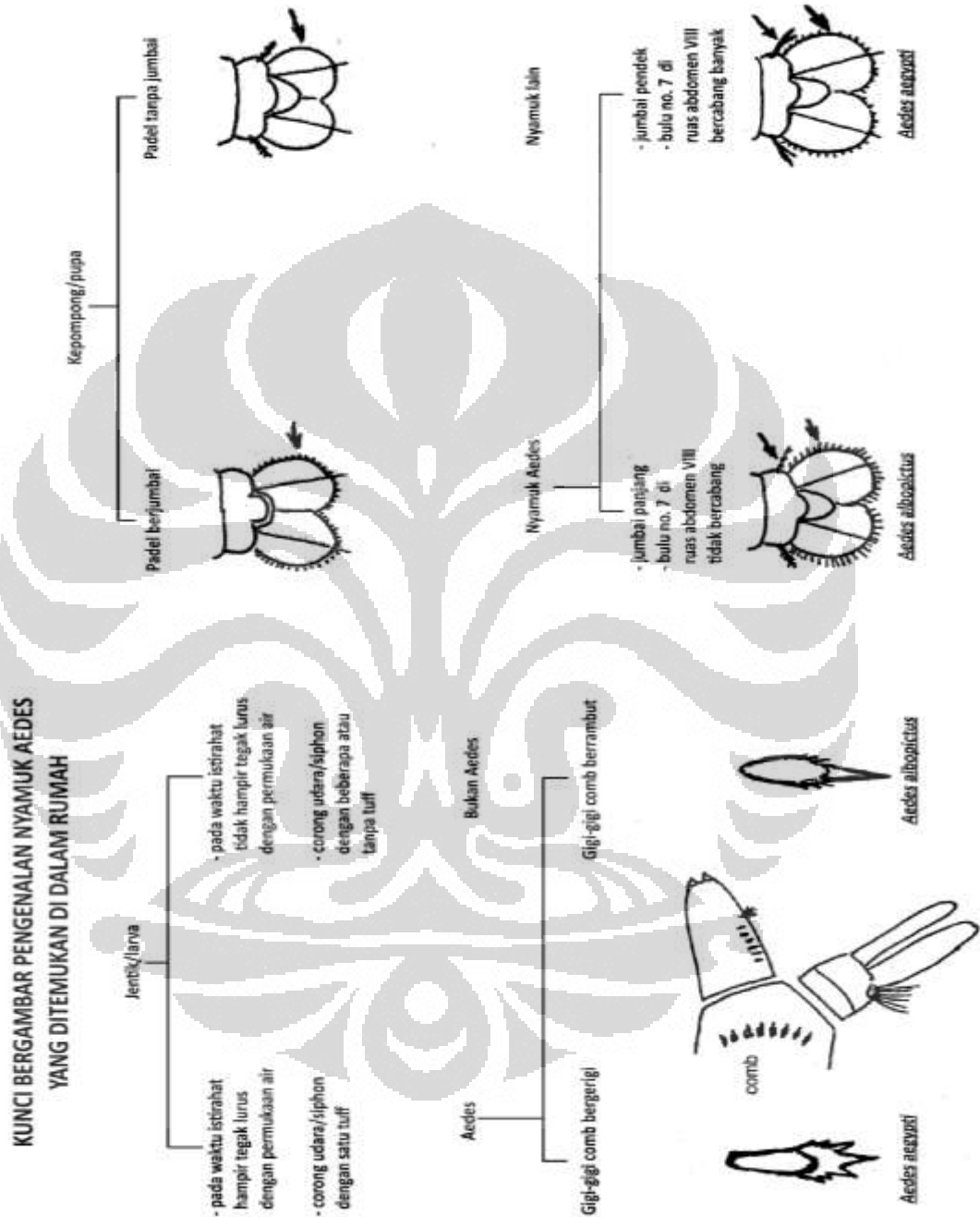
- albopictus* (skuse), in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2003;34(3):529-35.N
22. Kelurahan Paseban. Data DBD Kelurahan Paseban. Jakarta; 2009.
 23. Afif MF. Penentuan Konsentrasi Letal *Bacillus Thuringiensis Israelensis* Terhadap *Ae. Aegypti* di Laboratorium Parasitologi FKUI [skripsi]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2011.
 24. WHO. *Bacillus thuringiensis* in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking water: 2009.
 25. Benjamin S, Rath A, Fook CY, Lim LH. Efficacy of a *Bacillus thuringiensis* tablet formulation, for control of dengue mosquito vectors in potable water containers. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2005;36:879-92.
 26. Pontes RJS, Filho FFD, Alencar CHMd, Regazzi ACF, Cavalcanti LPdG. Impact of water renewal on the residual effect of larvacides in the control of *Ae. aegypti*. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2010;105:220-4.
 27. Sungkar S. Demam Berdarah Dengue. Jakarta: Yayasan Penerbit Ikatan Dokter Indonesia; 2002. p. 1-30
 28. Nelson MJ, Pant CP, Self LS, Usman S. Observations on the breeding habitats of *Ae.aegypti* in Jakarta, Indonesia. 1976.
 29. Bacillus Thuringiensis, Bioinsektisida Alternatif. [dikutip pada 2 Mei 2011]. Diunduh dari: <http://biogen.litbang.deptan.go.id/produk/infoleaflet%20Bacillus.pdf>.
 30. Zettel C, Kaufman P. Yellow Fever Mosquito. [dikutip pada 12 Mei 2011]. Diunduh dari http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/aedes_aegypti.htm.
 31. Life Cycle of *Aedes aegypti*. [dikutip pada 12 Mei 2011]. Diunduh dari <http://www.denguevirusnet.com/life-cycle-of-aedes-aegypti.html>
 32. Chikungunya Transmission. [dikutip pada 12 Mei 2011]. Diunduh dari: http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/chikungunya/CH_Transmission.html
 33. Valdovinos C, Ugonabo N. Assessing the impact of treatment of septic tanks with expanded polystyrene beads on *Aedes aegypti* larval and adult mosquito emergence. [dikutip pada 12 Mei 2011]. Diunduh dari: http://www.stanford.edu/group/parasites/ParaSites2008/Nkem_Cristina%20Valdovinos/ugonabon_valdovinosc_dengueproposal.htm

34. Fansiri, et al. Semi-field evaluation of mosquito dunks against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae. Southeast asian J Trop Med Public Health 2006;37(1):62-6.
35. Washington State Department of Health. Larvicide: Bacillus thuringiensis israelensis (Bti). [dikutip pada 12 Mei 2011]. Diunduh dari <http://www.doh.wa.gov/ehp/ts/ZOO/WNV/larvicides/Bti.html>.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Kunci Identifikasi Larva



Lampiran 2. Contoh Formulir Survei

Jenis Larva	
Jentik (+)/(-)	
Lokasi	
Tanaman Jenis/ Nama	
Sumber Air	
Penutup (+)/(-)	
Pencapaian	
Isi	
Warna	
Bahan	
Macam Tempat	
Jenis Container	
Kode	
Outdoor/ Indoor	
No.	

Lampiran 3. Hasil Uji Statistik

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ML * SEBELUM	40	100.0%	0	.0%	40	100.0%

ML * SEBELUM Crosstabulation

				SEBELUM		Total
				negatif	positif	
ML	2	Count		14	9	23
		Expected Count		16.7	6.3	23.0
		% within ML		60.9%	39.1%	100.0%
		% of Total		35.0%	22.5%	57.5%
4	4	Count		15	2	17
		Expected Count		12.3	4.7	17.0
		% within ML		88.2%	11.8%	100.0%
		% of Total		37.5%	5.0%	42.5%
Total		Count		29	11	40
		Expected Count		29.0	11.0	40.0
		% within ML		72.5%	27.5%	100.0%
		% of Total		72.5%	27.5%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3.672(b)	1	.055		
Continuity Correction(a)	2.427	1	.119		
Likelihood Ratio	3.949	1	.047		
Fisher's Exact Test				.079	.057
Linear-by-Linear Association	3.580	1	.058		
N of Valid Cases	40				

a Computed only for a 2x2 table

b 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4.68.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ML * SESUDAH	40	100.0%	0	.0%	40	100.0%

ML * SESUDAH Crosstabulation

			SESUDAH		Total
			negatif	positif	
ML	2	Count	16	7	23
		Expected Count	19.0	4.0	23.0
		% within ML	69.6%	30.4%	100.0%
		% of Total	40.0%	17.5%	57.5%
4	4	Count	17	0	17
		Expected Count	14.0	3.0	17.0
		% within ML	100.0%	.0%	100.0%
		% of Total	42.5%	.0%	42.5%
Total		Count	33	7	40
		Expected Count	33.0	7.0	40.0
		% within ML	82.5%	17.5%	100.0%
		% of Total	82.5%	17.5%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6.271(b)	1	.012		
Continuity Correction(a)	4.341	1	.037		
Likelihood Ratio	8.831	1	.003		
Fisher's Exact Test				.014	.013
Linear-by-Linear Association	6.115	1	.013		
N of Valid Cases	40				

a Computed only for a 2x2 table

b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.98.