



UNIVERSITAS INDONESIA

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

SKRIPSI

**FIRDA AMALIA
0806320603**

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



UNIVERSITAS INDONESIA

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

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran

**FIRDA AMALIA
0806320603**

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

ii

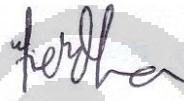
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Firda Amalia

NPM : 0806320603

Tanda Tangan : 

Tanggal : 21 Mei 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Firda Amalia
NPM : 0806320603
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum
Judul Skripsi : Efektivitas *Bacillus thuringiensis israelensis*
dalam Menurunkan Keberadaan Larva *Aedes aegypti* di Tempat Penampungan Air dalam 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

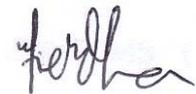
Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran pada Program Pendidikan Dokter Umum Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. dr. Saleha Sungkar, DAP & E, MS selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. dr. Retno Asti Werdhani M.epid selaku pembimbing analisis data.
3. Dr. dr. Saptawati Bardosono, MSc sebagai Ketua Modul Riset FKUI yang telah memberikan penulis izin dalam penelitian ini.
4. PT Mahakam Betafarma yang telah menyediakan Bti sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
5. Kepala Suku Dinas Kesehatan Jakarta Pusat, dan Lurah Paseban beserta jajarannya.
6. Kepada warga RW 03 Kelurahan Paseban, Kecamatan Senen, Jakarta Pusat yang telah mengizinkan rumahnya penulis survei sebagai sumber pengumpulan data.
7. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
8. Sahabat yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

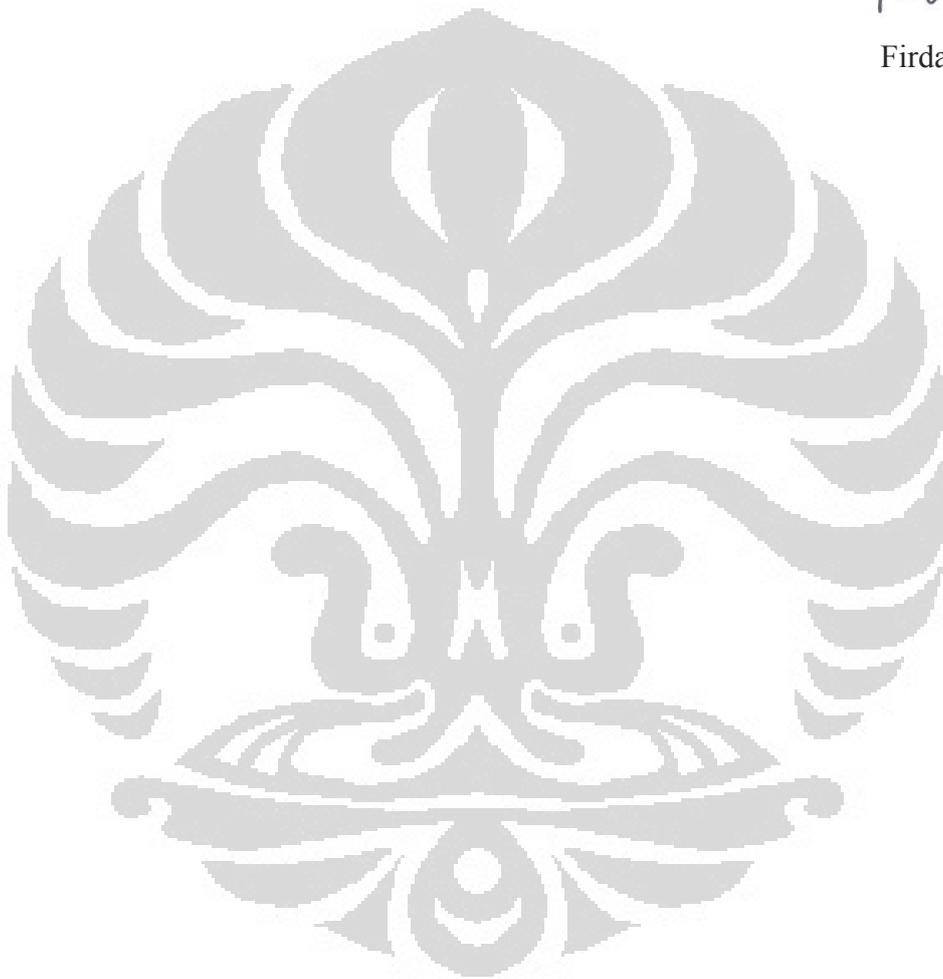
Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Sebagai seorang mahasiswa, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari para pembaca agar skripsi ini menjadi lebih baik di masa yang akan datang. Dan penulis berharap

semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 21 Mei 2011



Firda Amalia



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

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

Nama : Firda Amalia
NPM : 0806320603
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 dalam Rumah" beserta perangkat yang ada (jika 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



Firda Amalia

ABSTRAK

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

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang dapat mengakibatkan kematian dan kerugian secara ekonomi, sehingga menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia terutama di kota besar. Salah satu upaya pemberantasan vektor DBD adalah pemberantasan DBD menggunakan biolarvasida yaitu *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Tujuan penelitian ini membahas perbandingan efektivitas Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m² dalam membunuh larva *Ae. aegypti* di TPA dalam rumah. Penelitian ini menggunakan desain *eksperimental* dengan intervensi Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m². Pengambilan data dilakukan pada tanggal 13 Januari (*pretest*) dan 14 Februari 2010 (*posttest*). Survei entomologi dilakukan dengan *single-larval method* di TPA dalam 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 *chi-square*. Setelah pemberian Bti konsentrasi 2 ml/m², jumlah TPA positif larva naik dari 28 menjadi 30 TPA, sedangkan pada Bti konsentrasi 4 ml/m² jumlah TPA positif larva menurun dari 17 menjadi 7 TPA. Disimpulkan Bti dengan konsentrasi 4 ml/m² lebih efektif dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA dalam rumah dibandingkan konsentrasi 2 ml/m², dan TPA positif larva terbanyak yang ditemukan sebelum dan sesudah pemberian Bti adalah bak mandi.

Kata kunci: *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis israelensis*, TPA, dalam rumah.

ABSTRACT

Name : Firda Amalia
Study Program : General Medical Education
Title : Effectiveness of *Bacillus thuringiensis israelensis* in killing larvae of *Aedes aegypti* in Water Container Inside the House

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a disease that can cause death and economic losses, which becomes a public health problem in Indonesia especially in big cities. One of the DHF vector control is using biolarvacide *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) to kill DHF vector. The aim of this study is to compare the effectiveness of Bti concentrations between 2 ml/m² and 4 ml/m² in killing larvae of *Ae. aegypti* in water container inside the house. This study used an experimental design with intervention of Bti concentrations between 2 ml/m² and 4 ml/m². Data were collected on 13th January (pretest) and 14th February 2010 (posttest). The entomology survey is conducted by single-larval method in water container in 100 houses at RT 11-18 (Bti concentration in 2 ml/m²) and in 100 at RT 5-10 (Bti concentration in 4 ml/m²). Data were analyzed with SPSS version 11.5 using chi-square test. After administration with 2 ml/m², the number of positive larvae increases from 28 to 30 containers, while with 4 ml/m² the number of positive larvae decreases from 17 to 7 containers. To conclude, the 4 ml/m² of Bti concentration is more effective in reducing the presence of *Ae. aegypti* in water container inside the house instead of 2 ml/m², and bathtub is the water container that has the most larvae before and after the administration of Bti.

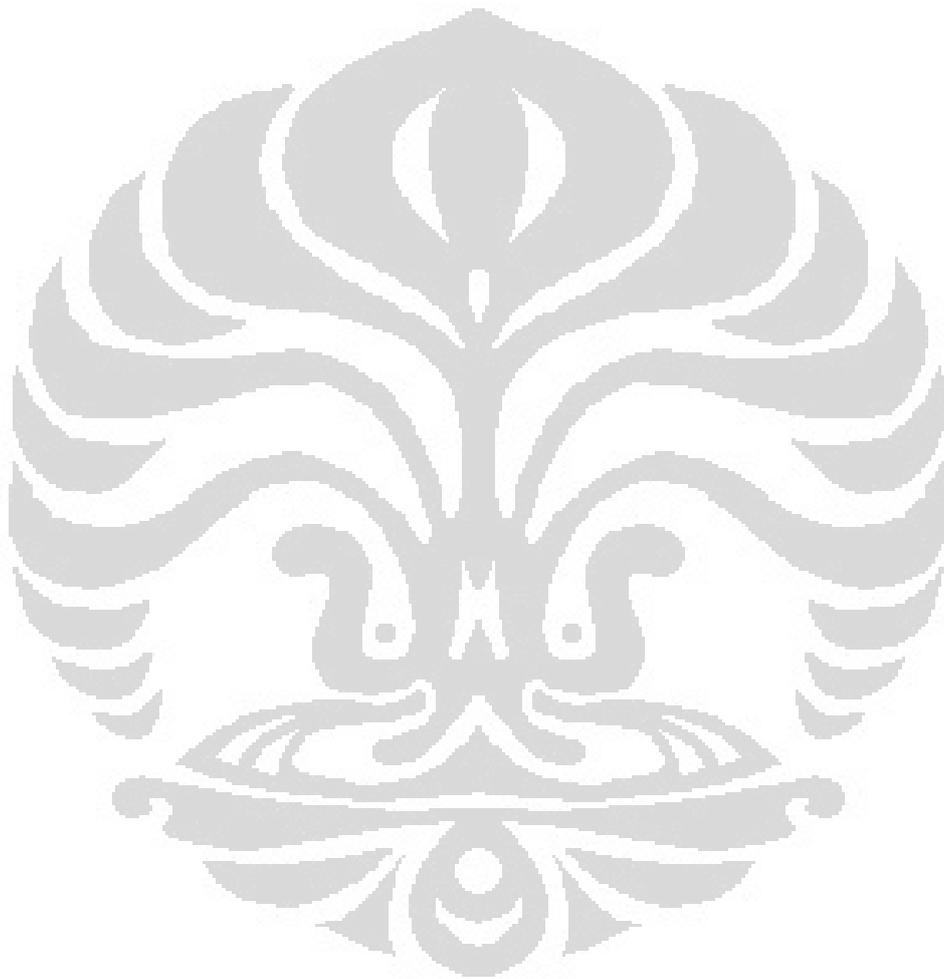
Key words: *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis israelensis*, water container, inside the house,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
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.....	5
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 2.1. Telur <i>Ae. Aegypti</i>	5
Gambar 2.2. Larva <i>Ae. Aegypti</i>	6
Gambar 2.3. Pupa <i>Ae. Aegypti</i>	6
Gambar 2.4. Nyamuk dewasa <i>Ae. Aegypti</i>	7
Gambar 2.5. Siklus <i>Ae. Aegypti</i>	8
Gambar 2.6. Cara pencegahan dan pemberantasan nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	13
Gambar 2.7. Kristal yang mengandung δ -endotoksin	14
Gambar 2.8. Mekanisme patogenisitas Bti.....	15



DAFTAR TABEL

Tabel 4.2.1. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di Dalam Rumah Sebelum Pemberian Bti	21
Tabel 4.2.2. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di Dalam Rumah Sesudah Pemberian Bti 2 ml/m ² dan 4 ml/m ²	21
Tabel 4.2.3. Perbandingan Efektivitas Bti 2 ml/m ² dan 4 ml/m ² di TPA dalam Rumah.....	22



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) merupakan penyakit yang dapat mengakibatkan kematian dan kerugian secara ekonomi, sehingga menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia terutama di kota besar. Salah satu propinsi yang mempunyai jumlah DBD paling banyak adalah DKI Jakarta.^{1,2} 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%, 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.²⁻⁴

Untuk menanggulangi DBD pemerintah telah melakukan upaya preventif dengan menggunakan insektisida, baik *fogging* maupun pemakaian tamefos yang diikuti dengan pemberantasan sarang nyamuk (PSN).⁵ Cara itu seharusnya dapat menurunkan angka kepadatan vektor dan jumlah penderita DBD, namun pada kenyataannya, jumlah penderita DBD tidak menurun. Hal tersebut dikarenakan oleh berbagai faktor, seperti mahalnya harga air, tidak mempunyai waktu luang untuk menguras, dan tidak mempunyai pembantu. Sementara itu penggunaan insektisida tidak dapat dilakukan secara terus menerus, karena mahal, mencemari lingkungan dan dapat menimbulkan resistensi terhadap nyamuk. Dengan demikian, diperlukan upaya pemberantasan lain yang harganya murah, ramah lingkungan, dan mempunyai efek jangka panjang, sehingga warga tidak perlu melakukan PSN secara rutin seminggu sekali. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan pemberantasan biologis antara lain menggunakan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti).⁶

Bti adalah bakteri yang dapat membunuh vektor terutama nyamuk dan lalat hitam. Bti telah lama digunakan untuk memberantas larva *Anopheles* di berbagai

negara termasuk Indonesia. Bti efektif membunuh larva *Anopheles* dan mempunyai efek residu 3-4 minggu sehingga tidak perlu diaplikasikan seminggu sekali.⁷

Bti bersifat sebagai racun perut sehingga agar dapat membunuh serangga, bakteri tersebut harus dimakan larva serangga sasaran.⁶ *Aedes* bersifat *bottom feeder* sehingga untuk membunuh larvanya, Bti harus dibuat dalam formulasi mengendap di dasar. Dengan demikian Bti yang digunakan untuk membunuh *Anopheles* tidak dapat digunakan untuk membunuh *Aedes* karena Bti untuk *Anopheles* dibuat dalam formulasi terapung di permukaan air karena *Anopheles* bersifat *surface feeder*.⁸

Dewasa ini, telah diproduksi Bti yang diformulasikan untuk memberantas *Aedes* dan telah memberikan hasil yang baik di Kuba. Berdasarkan penelitian di Kuba konsentrasi Bti untuk memberantas *Aedes* adalah 2-5 ml/m² sedangkan konsentrasi yang tepat untuk strain *Aedes* Indonesia masih dalam taraf penelitian laboratorium dan belum pernah dilakukan di lapangan. Karena konsentrasi Bti yang tepat untuk membunuh *Aedes* di lapangan belum diketahui maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi yang tepat.^{5,6} Penelitian dilakukan di daerah endemis DBD yaitu Kelurahan Paseban untuk menguji efektifitas Bti terhadap *Aedes* dengan berbagai konsentrasi. Karena keterbatasan penelitian maka yang diuji adalah Bti konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m² di tempat penampungan air (TPA) di dalam rumah.

1.2. Rumusan Masalah

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

1.3. Hipotesis

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

1.4. Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

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

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui sebaran keberadaan larva *Ae. aegypti* berdasarkan jenis TPA di dalam rumah.
2. Mengetahui keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA dalam 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 virus dengue dengan manifestasi klinis demam, nyeri otot, dan atau nyeri sendi. Penyakit tersebut merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia karena insidensinya yang tinggi dan penyebarannya semakin luas.¹

DBD ditularkan oleh *Ae. Aegypti*. Transmisi virus dengue terjadi melalui lingkungan orang yang terinfeksi. Nyamuk betina yang menghisap darah orang yang terinfeksi virus dengue selama periode viremia akan membawa virus tersebut di dalam tubuhnya. Jika nyamuk tersebut mengigit orang yang sehat yang tidak memiliki antibodi maka virus akan masuk dan orang tersebut mengalami infeksi. Penderita yang asimtomatik dan demam ringan merupakan sumber penularan yang efektif, karena mereka dapat pergi kemana-mana dan menyebarkan virus dengue.¹

2.2. Epidemiologi

DBD umumnya terjadi pada bulan September-Februari yang puncaknya pada bulan Desember atau Januari, sedangkan untuk kota besar seperti Jakarta, Bandung, Yogyakarta dan Surabaya musim penularan terjadi pada bulan Maret-Agustus dengan puncak pada bulan Juni atau Juli.⁹ Peningkatan kasus setiap tahunnya berkaitan dengan sanitasi lingkungan. Dengan tersedianya tempat perindukan bagi nyamuk betina, yaitu tempat penampungan air (TPA) yang berisi air jernih.¹

Penyebaran DBD dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain: 1). Vektor: perkembangbiakan vektor, kebiasaan menggigit, kepadatan vektor di lingkungan, transportasi vektor dari suatu tempat ke tempat lain; 2). Pejamu: terdapatnya penderita di lingkungan, mobilisasi dan paparan terhadap nyamuk, usia dan jenis kelamin; 3). Lingkungan: curah hujan, suhu, sanitasi, dan kepadatan penduduk.¹

2.3. Vektor Demam Berdarah Dengue

Di Indonesia vektor yang menularkan virus dengue adalah nyamuk *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, dan *Ae. scutellaris*. Pembawa utama virus dengue adalah nyamuk *Ae. Aegypti* karena hidupnya di dalam dan di sekitar rumah, sedangkan *Ae. Albopictus* hidup di kebun-kebun.^{10,11}

2.3.1. Identifikasi *Aedes aegypti*

Stadium Telur

Telur *Ae. aegypti* berbentuk lonjong; panjangnya $\pm 0,6$ mm dan beratnya 0,0113 mg. Pada saat telur pertama diletakkan berwarna putih, 15 menit kemudian warnanya akan berubah menjadi abu-abu dan telur akan berubah menjadi warna hitam dalam 40 menit kemudian. Pertama-tama, satu persatu telur diletakkan 1-2 cm di atas permukaan air pada dinding TPA. Air di dalam TPA tersebut adalah air jernih dan terlindung dari cahaya matahari langsung. Tempat air di dalam rumah lebih disukai dari pada di luar rumah. Telur dapat bertahan sampai 6 bulan.^{10,11}

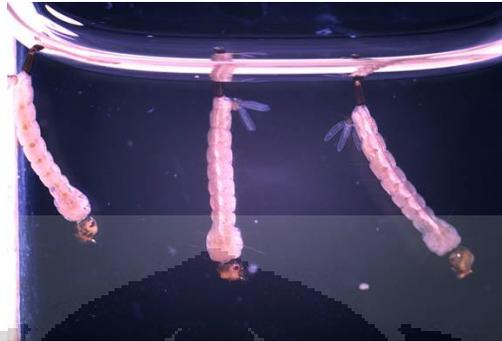


Gambar 2.1. Telur *Ae. aegypti*¹²

Stadium Larva

Larva *Ae. aegypti* terdiri atas kepala, toraks dan abdomen. Pada kedua ujung abdomen terdapat segmen anal dan sifon. Pelana yang terbuka pada segmen anal, sepasang bulu sifon pada sifon dan gigi sisir yang berduri lateral pada segmen abdomen ke-7 merupakan tanda-tanda khas pada larva instar IV. Pergerakan Larva *Ae. aegypti* sangat lincah dan juga sensitif terhadap rangsang cahaya dan getaran. Bila rangsang datang, larva akan segera bergerak kebawah menyelam ke dasar permukaan *container* selama beberapa detik kemudian muncul kembali ke permukaan air. Larva mengambil makanannya di dasar tempat

penampungan air sehingga disebut pemakan makanan di dasar (*bottom feeder*). Larva menempatkan sifonnya di atas permukaan air sehingga abdomennya terlihat menggantung pada permukaan air untuk mengambil oksigen dari udara.^{10,11}



Gambar 2.2. Larva *Ae. aegypti*¹²

Stadium Pupa

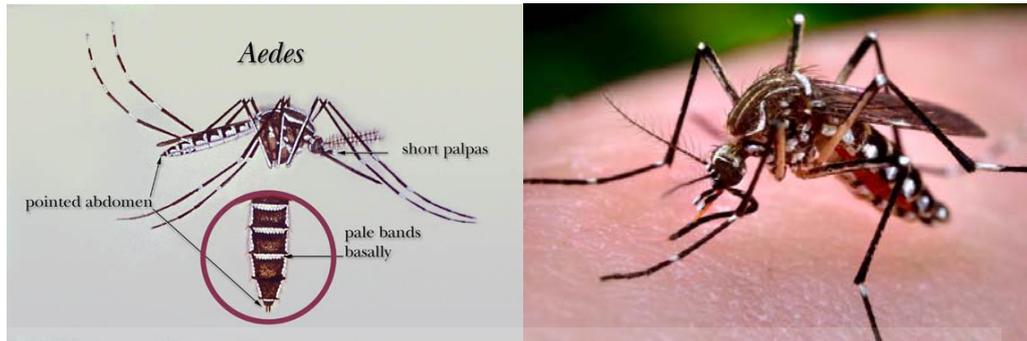
Pupa terdiri atas sefalotoraks, abdomen dan kaki pengayuh. Sefalotoraks mempunyai sepasang corong pernapasan yang berbentuk segitiga. Di bagian distal abdomen ditemukan sepasang kaki pengayuh yang lurus dan runcing. Pupa akan bergerak cepat untuk menyelam selama beberapa detik kemudian muncul kembali ke permukaan air jika pupa tersebut merasa terganggu.^{10,11}



Gambar 2.3. Pupa *Ae. Aegypti*¹²

Stadium dewasa

Bagian tubuh nyamuk dewasa terdiri atas kepala, toraks dan abdomen. Tanda-tanda khas *Ae. aegypti* berupa gambaran *lyre* di bagian dorsal toraks yaitu sepasang garis putih yang sejajar di tengah dan garis lengkung putih yang lebih tebal di sisinya. Probosis berwarna hitam, skutelum bersisik lebar berwarna putih dan abdomen berpita putih pada bagian basal. Ruas tarsus kaki belakang berpita putih.^{10,11}



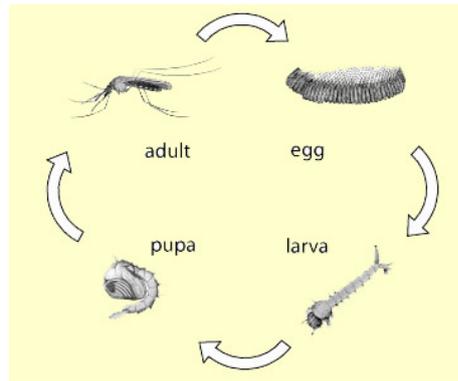
Gambar 2.4. Nyamuk dewasa *Ae. Aegypti*¹²

2.3.2. Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Setelah nyamuk betina meletakkan telurnya di dinding *container* air. Telur akan menetas menjadi larva dalam waktu 1-2 hari. Kemudian larva akan berubah menjadi pupa dalam waktu 5 -15 hari, pupa tersebut akan berubah menjadi nyamuk dewasa dalam waktu 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, sehingga mempersiapkan nyamuk agar mampu terbang dan menghisap darah. Nyamuk betina yang telah dewasa siap untuk mengisap darah manusia dan kawin 1-2 hari sesudah keluar dari pupa.^{10,11}

Pupa betina menetas lebih lama dari pupa jantan. Nyamuk jantan tidak pergi jauh dari tempat perindukan karena menunggu nyamuk betina menetas dan siap berkopulasi. Jumlah telur yang dikeluarkan oleh nyamuk betina kurang lebih 150 butir. 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 (*gonotropic cycle*).¹⁰

Ae. aegypti biasanya bertelur saat 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 waktu tersebut cukup bagi nyamuk untuk inkubasi virus (3-10 hari) dan menyebarkan virus.¹⁰



Gambar 2.5. Siklus hidup *Ae.aegypti*¹³

2.3.3. Tempat Berkembang Biak

Tempat perindukan *Ae. aegypti* adalah TPA yang mengandung air jernih atau air yang sedikit terkontaminasi. *Ae. aegypti* lebih menyukai tempat yang tidak terkena matahari langsung dan tidak dapat bertahan hidup pada tempat perindukan yang berkontak langsung dengan tanah.^{14,15}

Tempat berkembangbiak *Ae. aegypti* dapat dikelompokkan sebagaiberikut.¹⁴

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.

Kebiasaan dan kebutuhan manusia dalam menampung air sangat berhubungan dengan populasi *Ae. aegypti* di suatu tempat atau lingkungan. Pada daerah yang masyarakatnya tidak perlu menampung persediaan air, populasi *Ae. aegypti* lebih rendah, dan sebaliknya.¹⁰

Pada daerah dengan sistem penyediaan air yang baik ternyata masih banyak dijumpai orang yang menggunakan bak mandi untuk menampung air. Hal itu disebabkan kebiasaan masyarakat Asia yang lebih senang mandi dengan menggunakan gayung daripada *shower*. Meskipun air yang ada di dalam

tempayan dan bak mandi selalu digunakan, larva tetap berada di tempat tersebut karena biasanya air yang tertampung tidak digunakan sampai habis. Selain itu bila ada gerakan, larva akan bergerak ke bawah sehingga tidak terbang pada saat air diambil.¹⁰

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.¹⁰

Ukuran TPA dan jumlah air yang terdapat di dalamnya juga mempengaruhi jumlah larva *Ae. aegypti*. TPA yang besar dan banyak berisi air lebih banyak mengandung larva bila dibandingkan TPA yang kecil dan jumlah airnya sedikit. Pada TPA yang berisi air dengan tinggi permukaan air 2,5 cm, 5 cm dan 7,5 cm, ternyata 60% telur diletakkan pada wadah dengan permukaan air tertinggi.¹⁰

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

Yotopranoto et al.¹⁶ melaporkan bahwa di desa Kaponan, Jawa Timur, larva *Ae. Aegypti* lebih banyak ditemukan di *container* di dalam rumah daripada di luar rumah. Hasyimi et al.¹⁷ 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.¹⁸ 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.¹⁹ 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.

2.3.3.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Larva

Perkembangan larva terutama dipengaruhi oleh suhu dan makanan di dalam tempat perindukan. Di laboratorium pada keadaan optimal yaitu cukup makanan dan suhu air 25°-27°C perkembangan larva adalah 6-8 hari. Bila suhu air lebih dari 28°C atau kurang dari 24°C perkembangan larva menjadi lebih lama. Larva mati pada suhu kurang dari 10°C atau lebih dari 40°. Pada suhu yang berfluktuasi perkembangan larva lebih cepat dibandingkan pada suhu tetap.^{11,20}

Makanan larva harus mengandung zat gizi esensial seperti protein, lipid, karbohidrat, vitamin B kompleks dan elektrolit. Kematian larva dapat terjadi apabila tidak terdapat salah satu zat esensial tersebut dalam makanannya. 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.²⁰

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.¹¹

2.3.4. Perilaku Nyamuk Dewasa

Ae. aegypti aktif mengisap darah pada siang hari 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). *Ae. Aegypti* memiliki perbedaan dengan nyamuk lain, yaitu mempunyai kebiasaan mengisap darah berulang kali hingga lambung penuh terisi darah (*multiple bites*) dalam satu siklus gonotropik sehingga sangat efektif sebagai penular penyakit.^{10,20}

Setelah mengisap darah, *Ae. aegypti* hinggap (beristirahat) di dalam rumah atau kadang-kadang di luar rumah, berdekatan dengan 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. Pada tempat yang kering telur tersebut 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.^{10,20}

Umur *Ae. aegypti* di alam bebas biasanya sekitar 10 hari. Di laboratorium, dengan suhu ruangan 28°C , kelembaban udara 80% dan nyamuk diberi makan larutan gula 10% serta darah mencit, umur nyamuk dapat mencapai 2 bulan. Umur nyamuk jantan lebih pendek dari nyamuk betina.¹¹

2.3.5. Penyebaran

Ae. aegypti tersebar luas di daerah tropis dan subtropis. Nyamuk tersebut dapat hidup dan berkembang baik sampai ketinggian ± 1000 m dari permukaan air laut.¹⁰

Ae. aegypti tersebar luas di seluruh Indonesia terutama di kota pelabuhan dan di pusat-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.^{10,11}

Jarak terbang nyamuk betina rata-rata 40 meter, maksimal 100 meter, namun secara pasif nyamuk tersebut dapat berpindah lebih jauh. Penyebaran dari pelabuhan ke desa mungkin disebabkan larva dalam TPA terbawa melalui transportasi.^{9,10}

Pada musim hujan populasi *Ae. aegypti* meningkat yang dikarenakan oleh kelembaban udara meningkat dan bertambah banyaknya tempat penampungan air karena terisi air hujan. Bertambahnya populasi nyamuk tersebut merupakan salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan penularan DBD.¹¹

2.3.6. Ukuran Kepadatan Populasi *Ae. Aegypti*

Survei larva dilakukan di semua tempat berkembangbiak *Ae.aegypti* untuk mengetahui kepadatan *Ae.aegypti* di suatu lokasi. Untuk memeriksa *container* yang berukuran besar, jika pada pandangan pertama tidak ditemukan larva, tunggu kira-kira ½–1 menit untuk memastikan bahwa larva benar tidak ada. Pada pemeriksaan *container* yang kecil, air di dalamnya perlu dipindahkan ke tempat lain terlebih dahulu. Penggunaan lampu senter dapat digunakan untuk memeriksa larva dalam *container* yang agak gelap atau berair keruh.^{20,21} Survei larva dilakukan dengan dua cara:¹¹

Single larval method

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

Cara visual

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

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 $BI \geq 50$.

2.3.7. Pemberantasan Vektor

Gerakan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) merupakan salah satu cara pemberantasan vektor DBD. Kegiatan tersebut meliputi menguras bak mandi dan TPA lain secara teratur sekurang-kurangnya seminggu sekali, menutup rapat TPA, membersihkan halaman dari barang-barang yang berpotensi menampung air, mengganti air pada vas bunga dan tempat minum burung, menutup lubang pohon dan bambu dengan tanah dll. Kegiatan tersebut membutuhkan partisipasi dan kesadaran yang tinggi dari masyarakat.

Pengendalian vektor DBD lainnya yang telah dilakukan adalah pengendalian dengan menggunakan temefos berbentuk granula pasir (*sand granules*) untuk stadium larva dan malation 5% dalam bentuk asap (*fog*) untuk stadium dewasa. Pada awalnya tindakan pengasapan dan abatisasi memang berhasil menekan populasi *Ae.aegypti*, akan tetapi penggunaan insektisida dengan dosis yang kurang tepat dan penggunaan terus menerus dapat mengakibatkan resistensi nyamuk terhadap insektisida tersebut.²³



Gambar 2.6. Cara Pencegahan dan Pemberantasan Nyamuk *Aedes sp.*²⁴

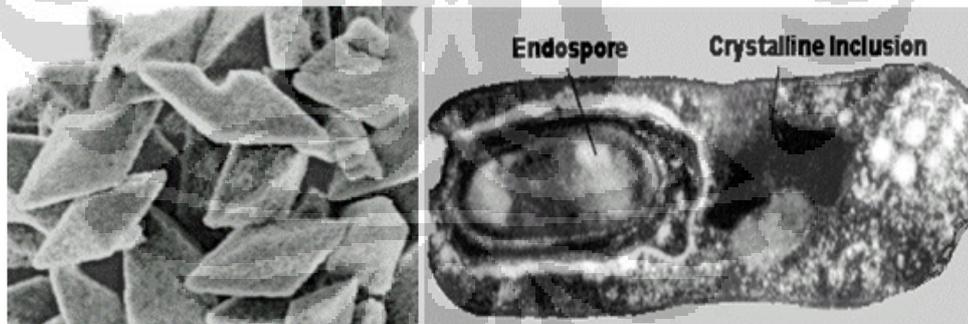
2.4. *Bacillus thuringiensis israelensis*

Bti pertama kali ditemukan pada tahun 1911 di Thuringia, Jerman. Dan pada tahun 1950 digunakan secara komersial di AS dan di Perancis pada tahun 1938 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 dalam kingdom *Eubacteria*, filum *Firmicotes*, kelas *Bacilli*, ordo *Bacillales*, family *Bacillaceae*.⁶

2.4.1. Karakteristik Biologis

Bti adalah bakteri gram positif, dari golongan streptococcus (berbentuk batang yang berantai) aerobik dan membentuk endospora. Jika terdapat nutrisi yang memadai maka ia akan tumbuh pada fase vegetative. Bila kondisi lingkungan tidak menguntungkan untuk ia hidup, seperti suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin, nutrisi yang kurang, atau adanya zat beracun, maka akan terbentuk spora dorman yang mengandung satu atau lebih jenis kristal protein. Kristal ini mengandung protein yang disebut δ -endotoksin yang bersifat lethal jika dimakan oleh serangga yang peka. Karena tidak mematikan serangga yang bukan sasaran dan mudah terurai dan tidak meninggalkan residu yang mencemari lingkungan maka Bti dapat digunakan sebagai insectisida yang ramah lingkungan. (Bti menghasilkan 4 protein kristal (Cry) yaitu 4Aa, 4Ba, 10Aa, dan 11Aa) dan dua protein Cyt (1Aa dan 2Ba) yang menunjukkan toksisitas pada *ae.aegypti*.^{25,26}



Gambar 2.7. Kristal yang mengandung δ -endotoksin.⁶

2.4.2. Fisiologi

Selama pertumbuhannya, basilus memiliki tiga fase yaitu fase vegetatif (pertumbuhan dan divisi mikroorganisme), fase sporulasi (terdapat perubahan pada sitoplasma, proteolisis endonuklear dan penyusunan ulang sel), dan fase sporulasi akhir terdapat sintesis Kristal protein dengan aktivitas larva.⁷

2.4.3. Mekanisme Patogenesis

Kristal Bti di alam bersifat protoksin. Aktivitas proteolisis dalam sistem pencernaan serangga dapat mengubah Bti protoksin menjadi polipeptida yang lebih pendek dan bersifat toksin. Kristal protein yang termakan oleh serangga akan larut dalam lingkungan basa di dalam usus serangga. Protein tersebut akan teraktifkan oleh enzim pencernaan protein serangga target. Pada permukaan sel epitel usus serangga, protein yang teraktifkan akan menempel pada protein reseptor. Sel selanjutnya mengalami lisis karena terbentuknya pori akibat penempelan tersebut dan mengganggu keseimbangan osmotik di dalam usus. Terganggunya keseimbangan osmotik menyebabkan serangga menjadi bengkak dan akhirnya mati.^{6,26}

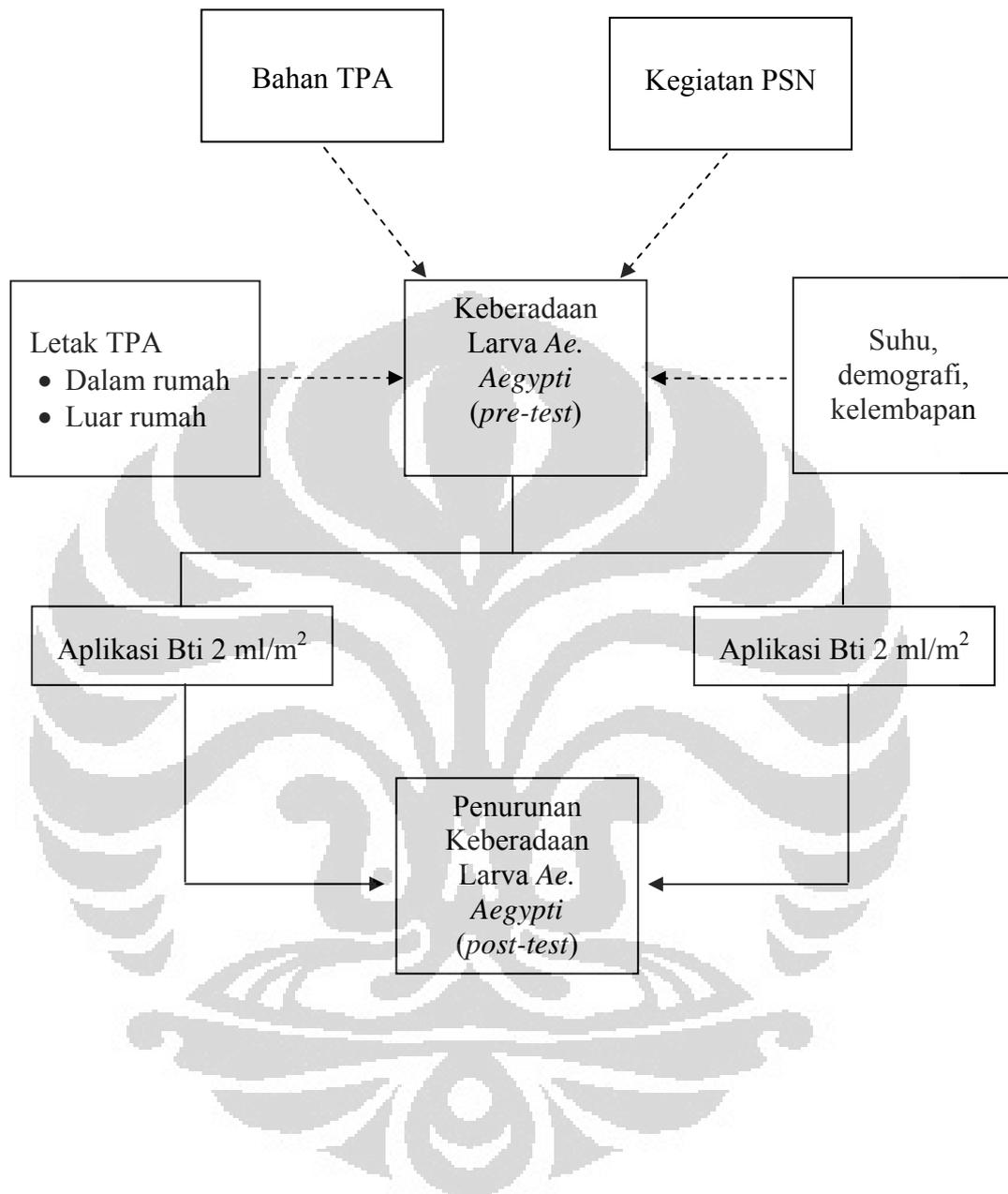


Gambar 2.8. Mekanisme Patogenesis Bti.⁶

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 2ml/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 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 di dalam rumah yang berada 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 dalam rumah penduduk pada 100 rumah di RT 11-18 dan 100 rumah di RT 5-10 Kelurahan Paseban pada tanggal 13 januari dan 14 februari 2010.

3.4. Sampel

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

3.4.1. Cara Pengambilan Data

Pengambilan larva dilakukan dengan *single-larval method*, yaitu pada TPA yang positif larva diambil satu larva kemudian diidentifikasi menggunakan mikroskop berdasarkan kunci identifikasi WHO.

Larva diambil dari TPA yang berada di 100 rumah di RT 11-18 dan di 100 rumah di RT 5-10. Larva diambil menggunakan gayung dengan

kemiringan 45 derajat ke arah kumpulan larva lalu diambil dari gayung dengan menggunakan pipet, lalu dipindahkan ke dalam botol kecil berulir yang kemudian diberi keterangan pada label.

Setelah itu, TPA pada RT 11-18 diberi Bti dengan konsentrasi 2 ml/m², dan pada RT 5-10 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 yang ditemukan di dalam 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 yang didapatkan dari TPA diidentifikasi menggunakan mikroskop berdasarkan kunci identifikasi WHO, kemudian hasil pengamatan dimasukkan ke dalam *master table*. Setelah itu dilakukan analisis hasil pengisian formulir survey.

Untuk menguji hubungan antar variabel digunakan Uji *chi-square*, tetapi jika ditemukan nilai ekspektasi $< 5\%$ maka digunakan uji Fisher's, sehingga dapat ditarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

3.8. Definisi Operasional

1. TPA adalah tempat menampung air, baik buatan manusia maupun alami yang dapat menjadi tempat berkembangbiak *Ae. aegypti*.
2. TPA dalam 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 *Bacillus thuringiensis israeliensis* dengan konsentrasi 2 ml/m².
5. Bti 4 ml/m² adalah produk yang mengandung toksin *Bacillus thuringiensis israeliensis* dengan konsentrasi 4 ml/m².

3.9. Masalah Etika

Peneliti tidak menggunakan manusia sebagai subjek penelitian oleh karena itu penelitian ini tidak dibutuhkan *informed consent* dan perizinan telah dikoordinasikan dengan instansi terkait.

Sebelum melakukan survey, peneliti mohon izin kepada pemilik rumah dan menjelaskan tujuan penelitian. Jika pemilik rumah menyetujui, maka peneliti akan mengamati TPA yang berada di dalam rumah dan memberikan Bti ke dalam TPA. Peneliti akan menjaga kerahasiaan hasil survey. Setelah survey selesai, peneliti memberikan souvenir kepada pemilik rumah sebagai tanda terimakasih. Jika pemilik rumah tidak setuju, maka peneliti akan mencari rumah lain

BAB 4

HASIL PENELITIAN

4.1. Data Umum

Kelurahan Paseban adalah daerah dengan jumlah penderita DBD terbanyak di Kecamatan Senen. 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.

Kelurahan Paseban terdiri atas RW 01 sampai dengan RW 08. Pada penelitian ini dilakukan di RW 03, karena paling banyak terdapat penderita DBD. RW 03 terdiri atas 18 rukun tetangga (RT) yang terletak di Paseban Barat dan Paseban Timur. Wilayah Paseban Barat memiliki 4 RT (RT 001 - 004) sedangkan Paseban Timur memiliki 14 RT (RT 005 - 018).

Jumlah penduduk 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.²⁷ Dari data tersebut dapat diketahui bahwa RW 03 merupakan daerah padat penduduk.

4.2. Data Khusus

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua larva yang ditemukan di TPA dalam rumah adalah *Ae. aegypti*. Jumlah TPA yang paling banyak ditemukan baik di RT 11-18 dan 5-10 adalah bak mandi.

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

Jenis TPA	RT 11-18		RT 5-10	
	Positif	Negatif	Positif	Negatif
Bak mandi	24	80	9	70
Bak WC	0	5	2	6
Drum	0	3	0	3
Tempayan	0	0	0	1
Ember	4	70	6	49
Akuarium	0	1	0	2
Total	28	158	17	129

Tabel 4.2.1. menunjukkan bahwa di RT 11-18 diperoleh 186 TPA dalam rumah, dengan 28 TPA positif larva dan TPA yang paling banyak positif adalah bak mandi. Di RT 5-10 diperoleh 146 TPA dalam rumah dengan 17 TPA positif larva TPA yang paling banyak positif adalah bak WC. Pada uji *chi square* didapatkan kemaknaan $p = 0,368$ yang artinya tidak terdapat perbedaan bermakna antara keberadaan larva di daerah RT 11-18 dan RT 5-10 yang berarti penelitian dimulai dengan kondisi yang sama.

Tabel 4.2.2. Sebaran Keberadaan Larva Berdasarkan Jenis TPA di dalam Rumah Sesudah Pemberian Bti Konsentrasi 2 ml/m² dan 4 ml/m²

Jenis TPA	RT 11-18 (2 ml/m ²)		RT 5-10 (4 ml/m ²)	
	Positif	Negatif	Positif	Negatif
Bak mandi	22	82	6	73
Bak WC	0	5	1	7
Drum	0	3	0	3
Tempayan	0	0	0	1
Ember	8	66	0	55
Akuarium	0	1	0	2
Total	30	156	7	139

Tabel 4.2.3. menunjukkan bahwa sesudah pemberian Bti, masih ditemukan TPA yang positif larva. Dari 186 TPA dalam rumah didapatkan 30 TPA positif larva di RT 11-18 yang mendapat Bti dengan konsentrasi 2 ml/m², sedangkan di RT 5-10 (mendapat Bti 4 ml/m²) didapatkan 7 TPA positif larva dari 146 TPA. TPA yang paling banyak positif larva di RT 11-18 adalah bak mandi, sedangkan pada RT 5-10 adalah bak WC. Pada uji *chi square* didapatkan $p < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan bermakna antara keberadaan larva di RT 11-18 dan RT 5-10.

Tabel 4.2.3. Perbandingan Efektivitas Bti 2 ml/m² dan 4 ml/m² di TPA dalam Rumah

Intervensi	2 ml/m ²	4 ml/m ²
Sebelum	28/186	17/146
Sesudah	30/186	7/146

Tabel 4.2.5. Menunjukkan bahwa pada pemberian Bti konsentrasi 2 ml/m² jumlah TPA positif larva tidak menurun melainkan meningkat sedangkan pada pemberian Bti konsentrasi 4 ml/m² jumlah TPA positif menurun dari 17 menjadi 7 TPA. Hal tersebut menunjukkan pemberian Bti dengan konsentrasi 4 ml/m² lebih efektif dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA dalam rumah dibandingkan konsentrasi 2 ml/m².

BAB 5

DISKUSI

Bti merupakan biolarvasida yang memproduksi kristal protein bersifat toksik yang dapat digunakan untuk memberantas vektor nyamuk. Kristal protein yang termakan oleh serangga akan larut dalam lingkungan basa di dalam usus serangga dan akan teraktifkan oleh enzim pencernaan serangga target yang kemudian akan menempel pada protein reseptor di permukaan sel epitel usus. Selanjutnya sel mengalami lisis karena terbentuknya pori sehingga mengganggu keseimbangan osmotik di dalam usus dan menyebabkan larva menjadi bengkak dan akhirnya mati.⁶

Bti dapat terinaktivasi oleh karena sinar UV, yang mengakibatkan penurunan kinerja Bti di tempat yang disinari matahari dibandingkan tempat yang mendapat pencahayaan lainnya atau tempat yang gelap.²⁸

Bti aman digunakan karena tidak mencemari lingkungan dan bekerja hanya pada target sasaran yaitu larva nyamuk. Produsen menyatakan Bti dapat digunakan dengan konsentrasi 2-5 ml/m². Untuk lingkungan dengan kondisi air yang jernih dapat digunakan konsentrasi rendah yaitu 2 ml/m² dan untuk air keruh digunakan konsentrasi lebih tinggi (maksimal 5 ml/m²). *Aedes* berkembangbiak di air jernih misalnya di tempat penyimpanan air minum. Meskipun demikian, *Aedes* juga berkembang biak di air yang agak keruh (misalnya di TPA yang jarang dikuras) sehingga pada penelitian ini konsentrasi yang digunakan adalah 2 ml/m² dan 4 ml/m². Afif²⁹, melaporkan bahwa konsentrasi letal yang digunakan untuk membunuh 95 persen larva (LC₉₅) Bti untuk membunuh larva *Aedes* adalah 2,76 ml/m²- 3,57 ml/m² dan untuk di lapangan digunakan konsentrasi batas atas, yaitu 3,57 ml/m².

Jarak waktu pengambilan data *pre-test* dan *post-test* pada penelitian ini adalah satu bulan, yang disesuaikan dengan siklus hidup *Aedes*, dari stadium telur menjadi nyamuk dewasa.

Pada penelitian ini, uji efektivitas Bti dalam membunuh *Ae. Aegypti* dilakukan di TPA dalam rumah karena nyamuk tersebut lebih senang berkembangbiak di TPA dalam rumah dibandingkan luar rumah. Hasilnya

menunjukkan TPA yang paling banyak positif larva adalah bak mandi karena bak mandi berisi air jernih dan banyak berisi air, Hal itu sesuai dengan penelitian Chareonviriyaphap *et al*³⁰ yaitu larva *Ae. aegypti* lebih sering ditemukan pada *artificial container* yang berisi air bersih dan berada di dalam atau di dekat tempat tinggal manusia Dengan demikian, pada pemberantasan *Ae. Aegypti*, bak mandi perlu mendapat perhatian.

Pada uji efikasi Bti di laboratorium, diperoleh hasil bahwa Bti konsentrasi 2-5 ml/m² dapat menurunkan keberadaan larva *Ae. Aegypti* dan efek residunya dapat bertahan 3-4 minggu. Hal ini disebabkan TPA yang digunakan di laboratorium tidak dikuras sehingga konsentrasi Bti tidak berkurang.

Dari hasil penelitian ini didapatkan Bti dengan konsentrasi 4 ml/m² lebih efektif dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA dalam rumah dibandingkan konsentrasi 2 ml/m². Hal itu dikarenakan Bti segera larut jika diteteskan di air. Selanjutnya jika air dipakai maka Bti dalam air akan terbuang dan jika air diisi kembali sedangkan Bti tidak ditambahkan maka konsentrasi Bti baik 2 ml/m² maupun 4 ml/m² semakin berkurang. Karena konsentrasi 2 ml/m² lebih rendah dibandingkan 4 ml/m² maka Bti konsentrasi 2 ml/m² lebih cepat berkurang konsentrasinya sehingga efektivitasnya lebih rendah dibandingkan konsentrasi 4 ml/m². Menurut Fansiri *et al*³¹ efektivitas Bti sangat dipengaruhi konsentrasinya dalam air. LC₉₅ Bti yang diperlukan untuk membunuh larva *Aedes* adalah 10 ng/mL atau 1 mg/m³ yang mengandung kurang lebih 10³ sel bakteri.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. TPA positif larva terbanyak yang ditemukan sebelum dan sesudah pemberian Bti adalah bak mandi.
2. Bti dengan konsentrasi 4 ml/m² lebih efektif dalam menurunkan keberadaan larva *Ae. aegypti* di TPA dalam rumah dibandingkan konsentrasi 2 ml/m².

6.2. Saran

1. Bak mandi sebagai TPA dengan jumlah larva terbanyak harus lebih diperhatikan dalam memberantas *Ae. aegypti*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai berapa lama efektivitas Bti 4 ml/m² di TPA dalam rumah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suhendro, Naingolan L, Chen K, Pohan HT. Demam Berdarah Dengue. In: Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata MK, Setiati S. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Edisi V. Jakarta: Interna Publishing; 2009. p. 2773.
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2009. Jakarta: Kementerian kesehatan RI; 2010
3. Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta. Profil Kesehatan Provinsi DKI Jakarta Tahun 2007. Jakarta: Dinkes DKI; 2008.
4. 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 29 April 2011]. Diunduh dari <http://prov.jakarta.go.id/jakv1/bankdata/listings/details/1626>.
5. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. Pencegahan dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue di Indonesia. Jakarta: Dep Kes RI; 2005.
6. Bacillus Thuringiensis, Bioinsektisida Alternatif. [dikutip pada 21 November 2009]. Diunduh dari: <http://biogen.litbang.deptan.go.id/produk/infoleaflet%20Bacillus.pdf>.
7. Bravo A, Gill SS, Mario S. *Mode Of Action Of Bacillus Thuringiensis Cry And Cyt Toxins And Their Potential For Insect Control*. Toxicon; 2007.
8. Depkes RI. Perilaku dan Siklus Hidup Nyamuk *Ae. Aegypti* Sangat Penting Diketahui Dalam Melakukan Kegiatan PSN Termasuk Pemantauan Larva Secara Berkala. Buletin Harian Departemen Kesehatan; 2004.
9. Koban AW. Kebijakan Pemberantasan Wabah Penyakit Menular KLB DBD. 5 Juni 2005 [dikutip pada 13 April 2010]. Diunduh dari <http://www.theindonesianinstitute.com/index.php/publikasi/policy-assessment/210-kebijakan-pemberantasan-wabah-penyakit-menular-kasus-kejadian-luar-biasa-demam-berdarah-dengue-klb-dbd>
10. 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.

11. Sungkar S. Demam Berdarah Dengue. Jakarta: Yayasan Penerbit Ikatan Dokter Indonesia; 2002. p. 1-30
12. Lobo N. VectorBase: Ae. Aegypti. 12 April 2011. Diunduh dari <http://aaegypti.vectorbase.org/Images/OrganismImages/> pada 1 Mei 2011.
13. Lindsay M, Mackenzie J. Vector-borne Viral Diseases and Climate Change in the Australasian Region: Major Concerns and the Public Health Response,” in Climate Changes and Human Health in the Asia-Pacific Region P/ Curson, C. Guest, E. Jackson, Eds. Canberra: Aus. Med. Assoc. Greenpeace Inter; 1997.
14. 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 (jumentik). Jakarta: Dep Kes RI; 2004.
15. Hadinegoro SR, Soegijanto S, Wuryadi S, Suroso T. Tatalaksana Demam Berdarah Dengue. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1999.
16. Yotopranoto S, Subekti S, Rosmanida. Fauna *Aedes* di Daerah Non Endemik Demam Berdarah Dengue Desa Kaponan, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. 1999.
17. Hasyimi M, Soekirno M. Pengamatan Tempat Perindukan *Aedes Aegypti* pada Tempat Penampungan Air Rumah Tangga pada Masyarakat Pengguna Air Olahan. Jurnal Ekologi Kedokteran. 2004;3(1): 37-42.
18. 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.
19. Chareonviriyaphap T, Akrotanakul 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.
20. Djakaria S. Vektor Penyakit Virus, Riketsia, Spiroketa, dan Bakteri. Dalam: Gandahusada S, Ilaahude HD, Pribadi W, editor. Parasitologi kedokteran. Edisi ke-3. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 2006. hal. 236-8.
21. World Health Organization. Panduan Lengkap dan Panduan dari Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Demam Berdarah Dengue. Dalam:

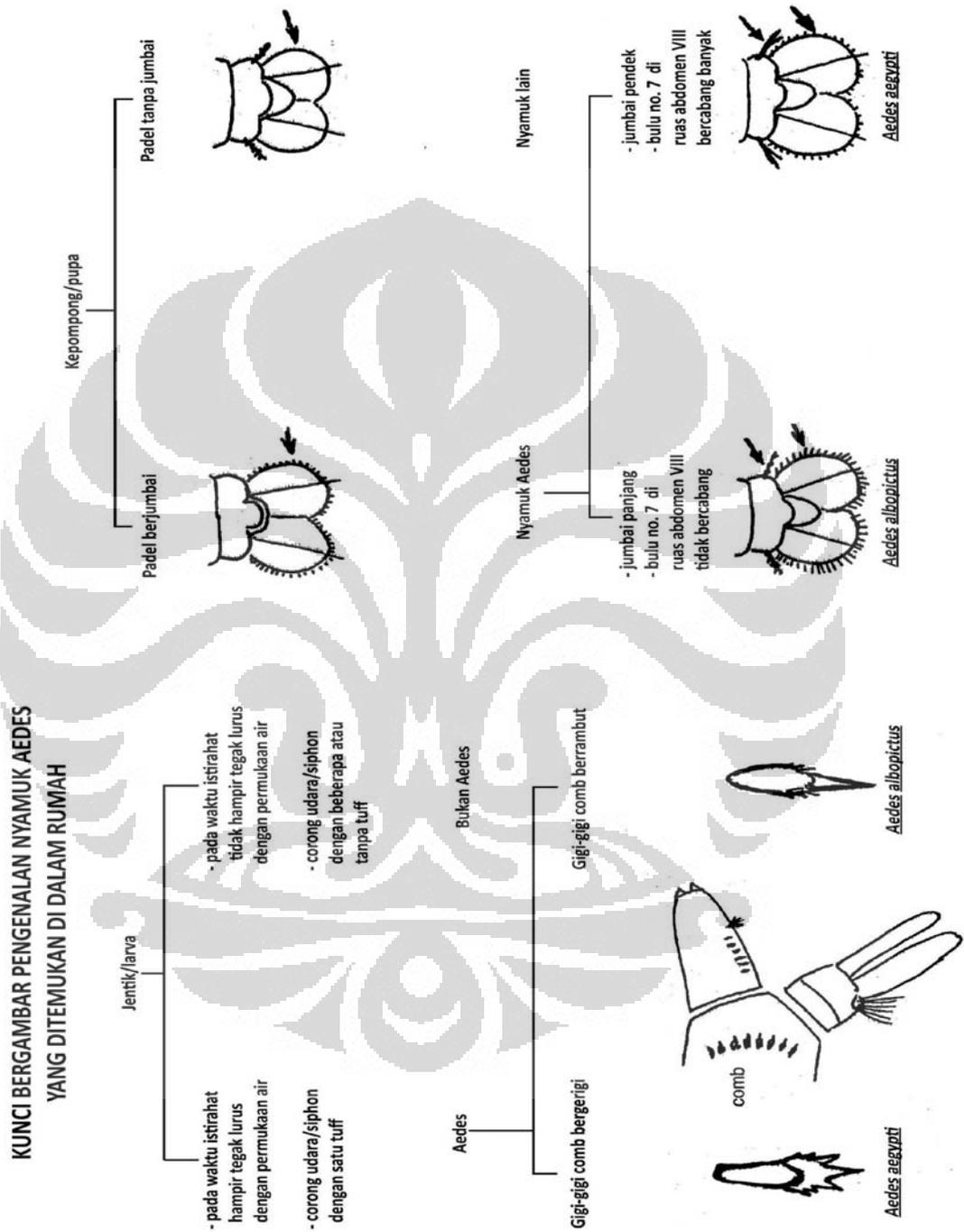
- Salmiyatun, penyunting. Surveilans Epidemiologis. Jakarta: EGC;2005.p.46-57.
22. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue di Perkotaan. Jakarta: Dep Kes RI; 2004.
 23. Sungkar S, Widodo AD, Suartanu N. Evaluasi Program Pemberantasan Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara. *Majalah Kedokteran Indonesia* 2006;56: 108-12.
 24. Saiful. Penanganan Demam Berdarah Dengue. 12 Juli 2010. Diunduh dari <http://tugas-pbw.comuf.com/penyakittropis/index.php/demam-berdarah-dengue>, pada 1 Mei 2011.
 25. Pe'rez C, et al. Bacillus Thuringiensis Subsp. Israelensis Cyt1Aa Synergizes Cry11Aa Toxin by Functioning as A Membrane-Bound Receptor. *PNAS*. Vol.102. No.51. 2005. pg.18303–8.
 26. Bahagiawati. Penggunaan Bacillus Thuringiensis Sebagai Bioinsektisida. Vol 5 (No. 1). Bogor: Balitbio; 2002. p. 21-8.
 27. Kelurahan Paseban. Data DBD Kelurahan Paseban. Jakarta: 2009.
 28. Boisvert M. Utilization of Bacillus Thuringiensis Israelensis (Bti)-based formulations for the biological control mosquitos. Dalam: Cote JC, Otvoz IS, Schwartz JL, Vincent C, ed Proceedings of gth Pacific Rim Conference on the Biotechnology of Bacillus Thuringiensis and its Environmental Impact; 2005; Victoria.
 29. Afif MF. Penentuan Konsentrasi Letal *Bacillus thuringiensis israelensis* Terhadap *Ae. aegypti* di Laboratorium Parasitologi FKUI [skripsi]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2011.
 30. Chareonviriyaphap T, Akratanakul 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.
 31. Benjamin, Seleena. et al. *Efficacy of a Bacillus Thruingiensis Israelensis Tablet Formulation, Vectobac DT®, For Control Of Dengue Mosquito Vectors In Potable Water Containers*. Medical Entomology Unit, Institute for

Medical Research, Kuala Lumpur, Malaysia; Valent BioSciences Corporation, Box Hill, NSW, Australia. 2005.



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	332	100.0%	0	.0%	332	100.0%

ML * SEBELUM Crosstabulation

			SEBELUM		Total
			positif	negatif	
ML	2 ml	Count	28	158	186
		Expected Count	25.2	160.8	186.0
		% within ML	15.1%	84.9%	100.0%
		% of Total	8.4%	47.6%	56.0%
4 ml	Count	Count	17	129	146
		Expected Count	19.8	126.2	146.0
		% within ML	11.6%	88.4%	100.0%
		% of Total	5.1%	38.9%	44.0%
Total	Count	Count	45	287	332
		Expected Count	45.0	287.0	332.0
		% within ML	13.6%	86.4%	100.0%
		% of Total	13.6%	86.4%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.812(b)	1	.368		
Continuity Correction(a)	.547	1	.460		
Likelihood Ratio	.821	1	.365		
Fisher's Exact Test				.421	.231
Linear-by-Linear Association	.809	1	.368		
N of Valid Cases	332				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 19.79.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ML * SESUDAH	332	100.0%	0	.0%	332	100.0%

ML * SESUDAH Crosstabulation

			SESUDAH		Total
			negatif	positif	
ML	2 ml	Count	30	156	186
		Expected Count	20.7	165.3	186.0
		% within ML	16.1%	83.9%	100.0%
		% of Total	9.0%	47.0%	56.0%
	4 ml	Count	7	139	146
		Expected Count	16.3	129.7	146.0
		% within ML	4.8%	95.2%	100.0%
		% of Total	2.1%	41.9%	44.0%
Total	Count	37	295	332	
	Expected Count	37.0	295.0	332.0	
	% within ML	11.1%	88.9%	100.0%	
	% of Total	11.1%	88.9%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2- sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	10.612(b)	1	.001		
Continuity Correction(a)	9.498	1	.002		
Likelihood Ratio	11.549	1	.001		
Fisher's Exact Test				.001	.001
Linear-by-Linear Association	10.580	1	.001		
N of Valid Cases	332				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16.27.