

**UJI EFEKTIVITAS *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* KADALUARSA
TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti***

(Skripsi)

Oleh

NOVIA KURNIA SARI



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* KADALUARSA TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti*

Oleh

Novia Kurnia Sari

Demam Berdarah Dengue (DBD) saat ini menjadi masalah kesehatan. Populasi nyamuk yang semakin bertambah, menyebabkan kasus demam berdarah lebih mudah meningkat. Cara yang paling efektif menanggulangnya adalah pencegahan penyakit dengan mengendalikan vektor DBD yaitu *Aedes aegypti*. Salah satu caranya yaitu menggunakan insektisida alami yaitu *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*B.ti*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi efektif dan mortalitas *B.ti* kadaluarsa terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 di Laboratorium Zoologi II, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Rancangan penelitian yaitu RAL (Rancangan Acak Lengkap) menggunakan *B.ti* kadaluarsa sebagai faktor utama dengan 6 taraf konsentrasi: 0 ppm (kontrol positif), 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dan *B.ti* normal 20 ppm sebagai kontrol negatif yang terdiri dari 4 ulangan. Parameter yang di uji adalah tingkat mortalitas larva *Ae. aegypti*. Data diolah dengan uji Anara serta dilanjut uji BNT pada taraf nyata 5%, kemudian analisis probit untuk menentukan nilai LC_{50} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa *B.ti* kadaluarsa berpengaruh terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*, semakin tinggi konsentrasi *B.ti* kadaluarsa, maka jumlah mortalitas larva *Ae. aegypti* pun semakin meningkat, dan semakin lama waktu pemaparan maka semakin banyak toksik yang masuk ke dalam tubuh larva *Ae. aegypti*. Kesimpulannya *B.ti* kadaluarsa masih efektif menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*, dan *B.ti* kadaluarsa konsentrasi 300 ppm dalam waktu 4 jam paling efektif menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Kata kunci: Demam Berdarah Dengue (DBD), *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

**UJI EFEKTIVITAS *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* KADALUARSA
TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti***

Oleh

NOVIA KURNIA SARI

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS**

pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **UJI EFEKTIVITAS *Bacillus thuringiensis*
VAR. *israelensis* KADALUARSA TERHADAP
LARVA NYAMUK *Aedes aegypti***

Nama Mahasiswa : **Novia Kurnia Sari**

No. Pokok Mahasiswa : 1517021041

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

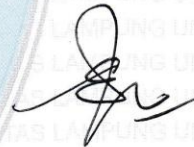
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.
NIP. 196405171988032001



Dr. Emantis Rosa, M.Biomed.
NIP. 195806151986032001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA



Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP. 196101121991031002


MENGESAHKAN

1. Tim penguji

Ketua : Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed



Sekretaris : Dr. Emantis Rosa, M. Biomed.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Nismah Nukmal, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 19640604199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 9 April 2019

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novia Kurnia Sari
NPM : 1517021041
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

“UJI EFEKTIVITAS *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* KADALUARSA TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti*”

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 12 April 2019

Yang menyatakan,



(Novia Kurnia Sari)

NPM: 1517021041

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 29 November 1996 di Desa Mulyojati Kecamatan Metro Barat Kota Metro Provinsi Lampung. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Sugiyanto dan Ibu Juriyah.

Penulis mengawali pendidikannya di Sekolah Dasar Negeri 1 Metro Barat, Kota Metro pada tahun 2004. Setelah menamatkan pendidikan dasarnya penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 9 Metro pada tahun 2010 dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Metro pada tahun 2013. Penulis melanjutkan Pendidikan Strata 1 di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) Universitas Lampung pada tahun 2015. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Lembaga Kemahasiswaan yakni Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio FMIPA Unila) sebagai anggota bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan (Bidang 1) Periode 2017. Lembaga Kemahasiswaan BEM Unila sebagai anggota Staff Pemberdayaan Wanita, dan Sekretaris Kabinet. Lembaga Kemahasiswaan BEM FMIPA Unila sebagai anggota Staff PSLH. Penulis

juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Embriologi Tumbuhan, Pterydologi, dan Palinologi.

Dalam Masa Perkuliahan penulis melaksanakan Karya Wisata Ilmiah pada tahun 2016 selama 5 hari di Desa Batu Tegi, Kec. Air Nainingan, Kab. Tanggamus Lampung. Pada tahun 2018 Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 selama 40 hari di Desa Balam Jaya Kec. Way Kenanga Kab. Tulang Bawang Barat-Lampung. Semester selanjutnya penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) periode 2 di Balittro-Bogor dengan judul “Penampilan Beberapa Karakter Kuantitatif dan Kualitatif Jahe Putih Kecil Menggunakan Media Sungkup Plastik di Balittro-Bogor.

Motto

“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri”

(Q.S. Al-ankabut: 6)

Jika kamu ada di jalan yang benar menuju Allah, berlarilah. Jika itu berat untukmu, berlari-lari kecil lah. Jika kamu lelah, berjalanlah. Dan jika kamu tidak bisa, merangkaklah, tapi jangan pernah berhenti ataupun berbalik arah.

-Karna allah tau kita mampu-

(Imam Syafi'i)

Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk memotong), maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong)

(HR. Muslim)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur khadirat Allah SWT, ku persembahkan karya kecilku ini kepada :

Kedua Orangtua ku tercinta
Bapak Sugiyanto & Ibu Juriyah yang selama ini telah berjuang untuk dapat menyekolahkan ku hingga S1.

Kakek dan Nenek
Terimakasih untuk doa dan semangatnya untuk keberhasilanku.

Guru-guru, Dosen-dosen, dan Pembimbingku yang dengan tulus dan ikhlas membimbing dan memberikan ilmu kepadaku.

Sahabat serta Teman-teman seperjuangan ku
Biologi 2015

Dan

Almamater ku Tercinta Universitas Lampung

Terimakasih

SANWACANA

Assalamualaikum Wr. Wb,

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan salah satu syarat dalam menempuh Pendidikan Sarjana dalam bidang sains yaitu skripsi yang berjudul **“Uji Efektivitas *Bacillus thuringiensis var. israelensis* Kadaluarsa Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan lancar dan sukses tanpa doa, bimbingan, dan dukungan serta saran dari berbagai pihak. Dengan setulus hati penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Bapak (Sugiyanto) dan Ibu (Juriyah), selaku orang tua tercinta dan terkasih yang dengan sabar telah memberiku semangat, nasehat, dukungan moril dan materil serta doa yang tulus. Terimakasih untuk seluruh perjuangan dan kebahagiaan yang tak terhingga untuk kesuksesan penulis.
2. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., selaku Pembimbing I yang telah memberikan doa, bimbingan, kritik, saran, motivasi serta nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi .

3. Ibu Dr. Emantis Rosa, M.Biomed., selaku Pembimbing II terimakasih atas semua doa, nasehat, motivasi, arahan, saran, serta bantuan yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Nismah Nukmal, Ph.D., selaku Penguji Utama yang senantiasa memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Prof. Dr. Sutopo Hadi, M.Sc., selaku PLT Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Drs. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Priyambodo, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan nasihat selama masa perkuliahan.
9. Mertuaku Bapak Marjoko dan Ibu Ade yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan dan kasih sayang kepada penulis.
10. Kekasihku Danang Listiana Putra, S.Sos., yang dengan sabar menemani, memberikan semangat serta menanti keberhasilanku dimasa mendatang.
11. Teman-teman seperjuangan penelitian dari KP-Skripsi Isni Uswatun Khasanah, Nita Apriyani, dan Jeany Audina terimakasih atas canda tawa, dukungan dan kebersamaan selama penelitian di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung dan mohon maaf untuk segala kesalahan dan khilaf.
12. Sahabat terbaik ku Darlina, Rista Chandra, Mita Dwifitria, Tria Larasati, Eky Wahyu Putri, Hervi Aprilia, Vivi Nur, Cike, Eti Purwanti, Niken Ayu, Inten, Olla Apriyani, Ni Wayan Gita, Wuri Artika, Ika Widyawati, Steviolita, Eka

Putri, Putri Ayu Lestari, Elshinta Devi, Ririk Marantika, Ayu Pebriana, Dewi Yuli, Ipeh, Abu Hamas, terima kasih untuk persahabatan, doa, semangat, nasihat, dan keceriaan yang kamu berikan kepada penulis selama ini.

13. Teman-teman seperjuangan Biologi Angkatan 2015, terima kasih atas semangat serta kekeluargaannya yang telah terjalin selama ini. Serta seluruh pihak yang telah membantu, mempermudah serta mendoakan penulis dalam melaksanakan penelitian.
14. Teman-teman KKN Danang, Ahmad, Romis, Chisna, Muntama, Ipeh, Mbak Vevi, Sabrina terimakasih atas dukungan dan semangatnya untuk penulis.
15. Terimakasih untuk semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberi ilmu dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
16. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Semoga kebaikan kita semua menjadi amalan yang tak terbatas dan diberkahi oleh Allah SWT. Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan didalam penyusunan skripsi ini dan jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung, 1 April 2019

Penulis,

Novia Kurnia Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Kerangka Pikir.....	6
1.5 Hipotesis.....	7

II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	8
2.1.1 Klasifikasi	8
2.1.2 Morfologi	9
2.1.3 Siklus hidup.....	10
2.1.4 Bionomik <i>Ae. aegypti</i>	14
2.2 Demam Berdarah Dengue (DBD).....	14
2.2.1 Virus dengue	15
2.3 <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Israelensis</i> (<i>Bti</i>).....	17
2.3.1 Jenis-Jenis <i>Bt</i>	17
2.3.2 Kandungan <i>Bti</i>	18
2.3.3 Mekanisme Kerja <i>B.ti</i> Masuk ke Dalam Tubuh Larva ...	19
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Rancangan Penelitian	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.5 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>Ae. aegypti</i> Berdasarkan Konsentrasi <i>B.ti</i> Kadaluarsa	24
4.2 Hasil Analisis Probit (LC_{50})	30

V. KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	9
Gambar 2. <i>Lyre form</i> pada <i>Ae. aegypti</i>	10
Gambar 3. Telur <i>Ae. aegypti</i>	11
Gambar 4. Larva <i>Ae. aegypti</i>	12
Gambar 5. Pupa <i>Ae. aegypti</i>	13
Gambar 6. Siklus hidup nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	13
Gambar 7. Struktur virus dengue	16
Gambar 8. Sebaran kasus DBD di seluruh dunia.....	16
Gambar 9. Tata letak percobaan.....	21
Gambar 10. Larva <i>Ae. aegypti</i> yang memiliki struktur tubuh utuh.....	34
Gambar 11. Larva yang telah terpajan <i>Bti</i> kadaluarsa	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil analisis ragam	24
Tabel 2. Hasil uji BNT berdasarkan konsentrasi	25
Tabel 3. Hasil uji BNT berdasarkan waktu	27
Tabel 4. Hasil uji BNT berdasarkan interaksi	28
Tabel 5. Nilai LC ₅₀	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) sudah lama menjadi masalah kesehatan. DBD merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus *dengue* dan ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes*, terutama *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* yang ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis di seluruh dunia. DBD merupakan penyakit endemik yang muncul sepanjang tahun terutama pada musim penghujan dan paling cepat tersebar penularannya di dunia. Populasi nyamuk yang semakin bertambah, menyebabkan kasus demam berdarah lebih mudah meningkat. Faktor-faktor seperti peningkatan kepadatan jumlah penduduk, perubahan iklim, dan urbanisasi dapat meningkatkan penyebaran virus *dengue*. Saat ini, DBD menjadi penyakit endemik pada lebih dari 100 negara di dunia, di antaranya di wilayah Afrika, Amerika, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat (World Health Organization, 2018).

DBD telah menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat di Lampung yang kasusnya semakin tinggi dan penyebarannya semakin luas. Hingga 29 Januari 2019, tercatat 1.061 orang di Lampung menderita DBD yang tersebar di seluruh kabupaten/kota yang terdata dan masing-masing berbeda

jumlahnya. Kota Bandar Lampung sejumlah 95 orang penderita, Kabupaten Lampung Utara 81 orang, Kabupaten Lampung Tengah 100 orang, Kabupaten Lampung Selatan 65 orang, Kabupaten Lampung Barat 65 orang, Kabupaten Tulang Bawang 67 orang, Kabupaten Tanggamus 57 orang, Kota Metro 62 orang, Kabupaten Lampung Timur 131 orang penderita, Kabupaten Waykanan 34 orang, Kabupaten Pesawaran 142 orang, Kabupaten Mesuji 16 orang, Kabupaten Tulang Bawang Barat 23 orang, Kabupaten Pringsewu 180 orang dan dua orang meninggal, serta Kabupaten Pesisir Barat 1 orang penderita, sehingga total seluruhnya yaitu 1.061 penderita (Dinas Kesehatan Lampung, 2019).

Menurut hasil penelitian Budiyanto (2005), keberadaan suatu Tempat Penampungan Air (TPA), merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perkembangbiakan larva *Ae. aegypti*. Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah larva *Ae. aegypti* pada TPA berpenutup dan tidak berpenutup. Pada TPA yang tidak berpenutup, jumlah larvanya dua kali lipat dibandingkan dengan TPA yang berpenutup.

Virus Dengue yang disebarkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* betina merupakan penyebab dari penyakit DBD yang sampai saat ini belum ditemukan jenis vaksin dan obat yang dapat mencegah penyakit tersebut. Satu-satunya cara untuk mencegah penyakit DBD adalah dengan pemberantasan vektor (Setiawan, 2005).

Tindakan pencegahan sangat diperlukan untuk menurunkan kasus DBD, salah satunya yaitu program pengendalian vektor. Beberapa kegiatan pengendalian

vektor DBD diantaranya menggunakan insektisida kimiawi, bioinsektisida, dan musuh alami, namun belum menunjukkan hasil yang nyata, hal ini dapat dilihat dengan selalu meningkatnya jumlah kasus DBD (Budiyanto, 2005).

Keberhasilan suatu Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) sangat bergantung pada partisipasi aktif masyarakat. Upaya pemberantasan belum didasarkan pada pengetahuan bionomik vektor yang meliputi pengamatan fauna nyamuk, tempat perindukan, kepadatan dan fluktuasinya, perilaku menghisap darah, serta tempat istirahat. Sehingga tindakan-tindakan yang dilakukan belum efektif dan efisien, serta belum tepat sasaran, baik waktu, cara, insektisida dan dosis (Setyaningrum, 2007).

Pemberantasan terhadap nyamuk dewasa dengan cara pengasapan (*fogging*) yang dilakukan dengan *ultra low volume* (ULV) belum menurunkan kasus demam berdarah. Penggunaan insektisida kimia secara berulang-ulang dapat menimbulkan resistensi vektor, meninggalkan residu, mengganggu kesehatan dan mencemari lingkungan. Salah satu upaya pengendalian nyamuk melalui pengendalian hayati menggunakan bio agen yang menjadi patogen pada serangga yaitu *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* (Suwahyono, 2010).

Menurut hasil penelitian Dylo, dkk (2014) pengendalian vektor menggunakan *B.ti* merupakan cara yang paling tepat untuk menekan jumlah vektor DBD, karena tidak bersifat toksik terhadap organisme nontarget.

B.ti bekerja dengan cara memproduksi toksin ketika membentuk spora sebagai bentuk adaptasi. Larva nyamuk yang memakan toksin *B.ti*, maka saluran pencernaannya akan terganggu sehingga mengakibatkan kematian

larva. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi konsentrasi *B.ti* yang diinokulasikan, maka peluang untuk termakan oleh larva semakin besar. Konsentrasi *B.ti* yang diperlukan untuk membunuh larva tergantung pada volume air pada tempat pemeliharaan larva (Poopathi dan Abidha, 2011).

B.ti merupakan salah satu bakteri patogen pada serangga yang sudah dikembangkan menjadi salah satu bioinsektisida yang potensial. Salah satu karakteristik dari *B.ti* dapat memproduksi kristal protein di dalam sel bersama-sama dengan spora, pada waktu sel mengalami sporulasi. Bioinsektisida berbasis *B.ti* mempunyai sifat selektif, dan tidak beracun terhadap hama bukan sasaran atau manusia dan ramah lingkungan karena mudah terurai dan tidak meninggalkan residu yang mencemari lingkungan (Darnely, 2010).

Penelitian terkait pemanfaatan *B.ti* yang telah dilakukan diantaranya oleh Weyai (2004) yang menggunakan *B.ti* untuk melihat pengaruh mortalitas terhadap larva *Ae. aegypti* melalui nilai LC_{50} dalam waktu 24 dan 48 jam. Melanie, dkk (2018) formulasi *B.ti* tidak kadaluarsa memiliki efek toksisitas lebih baik terhadap larva *Ae. aegypti* instar III dibandingkan dengan formulasi *B.ti* kadaluarsa. Hal ini diduga karena, kualitas dan kuantitas toksin dari formulasi *B.ti* kadaluarsa mengalami penurunan dan sudah terdegradasi karena sudah melewati masa simpan.

Menurut Wulandari, dkk (2006), larva instar III dianggap cukup mewakili kondisi larva dengan ukuran yang tidak terlalu kecil sehingga mudah untuk diamati, dan menurut Agnesa (2011), larva instar III dipakai sebagai bahan

penelitian karena, pada kondisi ini larva sangat aktif bergerak dan mencari makan pada media air. Atas dasar inilah digunakan larvasida untuk memutus siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti*.

Berdasarkan uraian diatas, maka diajukan penelitian mengenai uji efektifitas *B.ti* kadaluarsa terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* untuk melihat sejauh mana penurunan toksisitas dari formula *B.ti* kadaluarsa dibandingkan tidak kadaluarsa.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektivitas larvasida *B.ti* kadaluarsa terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Mengetahui konsentrasi efektif larvasida *B.ti* kadaluarsa terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan manfaat ilmiah tentang uji efektifitas *B.ti* kadaluarsa terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* bagi masyarakat dan instansi terkait.

1.4 Kerangka Pikir

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang saat ini jenis obat untuk mencegah penyakit tersebut masih belum ditemukan. Oleh karena itu, permasalahan penyakit DBD tersebut dapat dilakukan dengan cara pencegahan yakni dengan cara pengendalian vektor dari penyakit DBD dengan memberantas nyamuk *Ae. aegypti*.

Upaya pengendalian yang selama ini telah dilakukan dengan menggunakan insektisida kimiawi, hal ini sebenarnya dapat menimbulkan residu, bahkan resistensi terhadap vektor. Pengendalian DBD yang belum sesuai kualitas dapat menyebabkan tindakan-tindakan yang dilakukan belum efektif dan efisien.

Dalam hal ini digunakan larvasida *B.ti*, karena sifatnya yang ramah lingkungan, serta tidak rentan terhadap resistensi diharapkan dapat menurunkan jumlah kasus DBD. Penelitian-penelitian sebelumnya membuktikan bahwa larvasida *B.ti* tidak kadaluarsa lebih efektif dalam membunuh larva instar III dari nyamuk *A. aegypti* dibandingkan formulasi *B.ti* kadaluarsa. Karena terhambatnya kegiatan makan pada larva instar III dari nyamuk *Ae. aegypti* menyebabkan terputusnya metamorfosis dari nyamuk *Ae. aegypti*, sehingga penyebaran penyakit DBD dapat berkurang.

Dalam penelitian ini telur *Ae. aegypti* ditetaskan di dalam air yang berisi 250 ml, kemudian setelah 5 hari berubah menjadi instar III, dan saat itulah larvasida *B.ti* kadaluarsa dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200

ppm, 250 ppm, 300 ppm yang diujikan terhadap 20 ekor larva instar III dan sebagai kontrol negatif (air+larva+*B.ti* normal 20 ppm) dan kontrol positif (air+larva) dengan pengulangan sebanyak 4 kali. Pengamatan pada kelompok-kelompok sampel dilakukan pada interval waktu 2 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Pengamatan berakhir pada waktu 72 jam setelah perlakuan dengan cara menghitung larva yang mati pada setiap patokan waktu. Mengapungnya larva atau tidak bergerak larva walaupun wadah tempat larva tersebut sudah diguncangkan merupakan tanda bahwa larva tersebut sudah mati, dan banyaknya larva yang mati dicatat.

Dalam penelitian ini akan dibuktikan konsentrasi efektif *B.ti* yang telah kadaluarsa agar memberikan hasil yang lebih optimal terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah :

1. *B.ti* kadaluarsa efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.
2. *B.ti* kadaluarsa dengan konsentrasi tertinggi lebih efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nyamuk *Aedes aegypti*

Ae. aegypti merupakan salah satu vektor DBD selain *Ae. albopictus*. *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* berbeda dalam hal habitat. *Ae. aegypti* sering ditemui di dalam dan sekitar rumah, sedangkan *Ae. albopictus* lebih sering berada di perkarangan rumah. *Ae. aegypti* juga lebih ditemukan di daerah perkotaan dibandingkan dengan *Ae. albopictus* (Kristina dan Wulandari, 2004).

2.1.1 Klasifikasi

Menurut (Boror dkk, 1989), nyamuk *Ae. aegypti* memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Bangsa	: Diptera
Suku	: Culicidae
Marga	: <i>Aedes</i>
Jenis	: <i>Aedes aegypti</i>

2.1.2 Morfologi

Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa mempunyai ukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata nyamuk lainnya. Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai warna dasar tubuh yang hitam dengan bintik-bintik putih pada beberapa bagian badannya, terutama pada kakinya. *Ae. aegypti* dikenal dari bentuk morfologinya yang khas, yaitu terdapat dua garis melengkung vertikal di bagian kiri dan kanan *mesonotum* (Djakaria, 2004).

Nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:

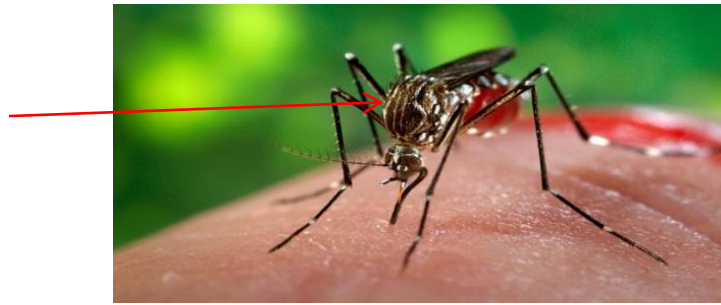


Gambar 1. Nyamuk *Ae. aegypti* (sumber: CDC, 2012)

Alat tusuk atau yang disebut *proboscis* terdapat dibagian kepala. *Proboscis* pada *Ae. aegypti* memiliki permukaan yang halus dan panjang. *Proboscis* pada nyamuk betina berfungsi sebagai alat penghisap darah, sedangkan pada nyamuk jantan untuk menghisap nektar pada bunga dan sari buah-buahan. *Ae. aegypti* memiliki gambaran lira (*lyre form*) (Gambar 2) yang berwarna putih pada bagian punggungnya. Pada sisi kanan *proboscis* nyamuk terdapat *palpus* sebagai alat peraba. Ukuran *palpus* lebih pendek daripada *proboscis*nya. Antena nyamuk jantan lebih tebal daripada nyamuk betina

yang disebut *plumose*. Sedangkan, pada nyamuk betina antenanya lebih tipis yang disebut *pilose* (Ridade dkk, 1999).

Gambar *lyre form* pada nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. *Lyre form* pada *Ae. aegypti* (sumber: CDC, 2012)

Mesonotum (sebagai *thorax* yang tampak) terdapat bulu-bulu halus. Pada *mesonotum* terdapat *scutelum*, yang membentuk tiga *lobi* (tiga lengkungan). *Ae. aegypti* mempunyai abdomen yang panjang. Bagian abdomen terdiri dari 10 ruas, dimana dua ruas terakhir berubah menjadi alat kelamin. Pada nyamuk jantan alat kelamin disebut *hypogidium* sedangkan pada betina disebut *cerci* (Aradila, 2009).

2.1.3 Siklus Hidup

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis yang sempurna (*holometabola*) yang terdiri dari telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa (Nurmaini, 2003).

Stadium dalam siklus hidup *Ae. aegypti* adalah sebagai berikut:

a. Stadium Telur

Telur *Ae. aegypti* berwarna hitam, berukuran ± 300 mikron, berbentuk *elips* menyerupai *torpedo* dengan titik-titik poligonal pada seluruh dinding selnya. Telur *Ae. aegypti* dapat bertahan dalam kondisi kekeringan, bahkan dapat bertahan selama 1 bulan dalam keadaan kering. Telur yang baru diletakkan dalam air berwarna putih, tetapi setelah 1-2 jam akan berubah menjadi warna hitam. Telur akan menetas menjadi larva setelah 2-4 hari (Djakaria, 2004).

Gambar telur *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah:



Gambar 3. Telur *Ae. aegypti* (sumber: CDC, 2012)

b. Stadium Larva

Menurut Djakaria (2004), larva *Ae. aegypti* memiliki empat tahapan dalam perkembangannya yang disebut dengan instar. Perkembangan larva dari instar I sampai IV memerlukan waktu sekitar 5 hari. Larva mengambil makanan dari tempat perindukannya. Proses perubahan larva instar I sampai instar IV sebagai berikut:

1. Larva instar I: berukuran 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada belum jelas dan corong pernapasan pada *sifon* belum jelas.
2. Larva instar II: berukuran 2,5-3,5 mm, duri-duri dada belum jelas, corong kepala mulai menghitam.

3. Larva instar III: berukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman.
4. Larva instar IV: berukuran 5-6 mm dengan warna kepala gelap.

Menurut (Ditjen PPM dan PL, 2005), larva *Ae. aegypti* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Adanya corong udara pada segmen terakhir.
2. Pada segmen abdomen tidak ditemukan adanya rambut-rambut berbentuk kipas (*Palmatus hairs*).
3. Corong udara berbentuk pecten.
4. Sepasang rambut serta jumbai dijumpai pada corong (*sifon*).
5. Pada setiap sisi abdomen segmen kedelapan terdapat *comb scale* sebanyak 8-21 atau sejajar 1-3.
6. Berbentuk individu dari *comb scale* seperti duri.
7. Pada sisi *thorax* terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan adanya sepasang rambut di kepala.

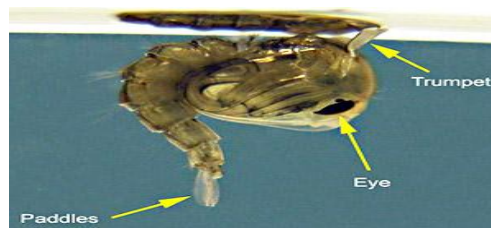
Gambar larva *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah:



Gambar 4. Larva *Ae. aegypti* (sumber: CDC, 2012)

c. Stadium Pupa

Larva instar IV berkembang menjadi pupa, yang mana pada fase ini merupakan fase tidak makan, namun tetap bernafas dengan menggunakan corong dan dapat berubah menjadi nyamuk dewasa dalam waktu 2 hari. Tubuhnya membengkok seperti tanda koma (Djakaria, 2004). Gambar stadium pupa *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Pupa *Ae. aegypti* (sumber: CDC, 2012)

d. Stadium Nyamuk Dewasa

Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa berukuran lebih kecil dibandingkan dengan ukuran nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*). Nyamuk dewasa biasanya tinggal di tempat gelap yang berada di dalam ruangan seperti, lemari baju dan di bawah tempat tidur (Djakaria, 2004).

Gambar siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah:



Gambar 6. Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* (sumber: CDC, 2012)

2.1.4 Bionomik *Ae. aegypti*

Bionomik vektor merupakan karakteristik nyamuk yang berhubungan dengan kesenangan tempat perkembangbiakan, waktu-waktu menggigit, kesenangan tempat hinggap istirahat dan jarak terbang. Tempat perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* adalah penampungan air bersih di dalam rumah ataupun berdekatan dengan rumah, dan air bersih tersebut tidak bersentuhan langsung dengan tanah (Ditjen PPM dan PL, 2002).

Nyamuk betina mempunyai jarak terbang lebih jauh daripada nyamuk jantan. Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai kebiasaan menggigit pada pagi hari yaitu beberapa jam setelah matahari terbit yaitu pukul 09.00 sampai pukul 13.00, dan sore hari beberapa jam sebelum gelap yaitu pukul 15.00 sampai pukul 17.00 (Hoedoyo, 2004).

2.2 Demam Berdarah Dengue (DBD)

Ae. aegypti merupakan vektor utama dalam penyebaran penyakit DBD (Depkes, 2019). Penyakit ini menimbulkan kematian yang cukup tinggi setiap tahun, sampai saat ini vaksin virus DBD masih terus dikembangkan, namun belum umum digunakan, sehingga salah satu cara pencegahannya dengan memberantas vektornya (Fathi dan Wahyuni, 2005). Dalam satu dekade terakhir ini, DBD telah menyebar lebih dari 100 negara di seluruh dunia meliputi wilayah Amerika, Afrika, Mediterania Timur, Eropa, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat. Usaha penanggulangan umumnya melalui pengendalian

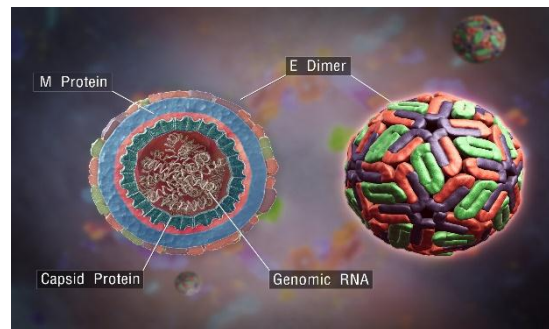
nyamuk dengan fogging, yaitu pengasapan yang dilakukan dengan *ultra low volume* (ULV), (Boesri dan Boewono, 2008).

Masa inkubasi virus dengue adalah 5-8 hari, bahkan dapat mencapai 15 hari. Gejala DBD yang paling utama adalah demam, nyeri otot, dan nyeri sendi. Pada hari ke 3-6 biasanya akan timbul bercak kemerahan pada kulit lengan yang kemudian menjalar ke seluruh tubuh. Gejala klinik lain yang dapat menyertai adalah trombositopenia, yaitu penurunan trombosit hingga 100.000 mm. Apabila tidak ditangani secara cepat dan tepat. DBD dapat menyebabkan shock yang ditandai dengan keringat dingin, kebiruan pada daerah akral, serta penurunan kesadaran. Shock dapat terjadi pada saat demam tinggi atau ketika panas menurun di hari ketiga dan hari ketujuh (Soedarmo, 2005).

2.2.1 Virus Dengue

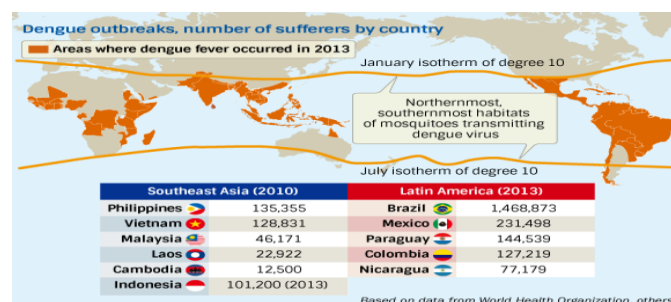
Penyebab DBD adalah virus dengue yang termasuk ke dalam Genus *Flavivirus* dan Famili *Flaviviridae*. Terdapat empat serotipe virus dengue, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Virus yang berbentuk bulat sempurna dibentuk oleh protein penyusun yang bernama protein E yang tersusun dari 490 asam amino yang berjumlah 180 buah berisi nukleotida dengan materi genetik RNA. Fungsi protein E adalah membentuk lapisan terluar dan menjadi bagian yang akan menamban pada molekul reseptor di atas permukaan sel manusia. Selain itu, terdapat pula protein M yang terdapat di antara protein E dan lapisan membran (Kristina dan Wulandari, 2004).

Gambar struktur virus dengue dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah:



Gambar 7. Struktur virus dengue (sumber: CDC, 2012)

Demam Berdarah Dengue bukanlah penyakit baru. Keberadaannya di dunia telah dilaporkan sejak abad ke-19 di Cina. Saat ini, DBD telah menjadi penyakit infeksi yang mengkhawatirkan. Setiap tahunnya dilaporkan terdapat 50-100 juta kasus infeksi dengan 500.000 diantaranya memerlukan perawatan rumah sakit dan sekitar 20.000-25.000 berakhir dengan kematian. Penyebaran penyakit DBD terus meningkat secara signifikan (WHO, 2013). Gambar sebaran kasus DBD di seluruh dunia dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini:



Gambar 8. Sebaran kasus DBD di seluruh dunia (sumber: WHO, 2013)

2.3 *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* (*Bti*)

B.ti merupakan salah satu jenis bakteri dari genus *Bacillus*. *B.ti* merupakan salah satu jenis bakteri gram positif berbentuk batang yang mampu membentuk *endospore* berbentuk lonjong. Selama proses sporulasi, *B.ti* menghasilkan kristal protein endotoksik yang bisa berbentuk segitiga, kuboid, atau seperti berlian. Selama hidupnya, *B.ti* memiliki tiga fase, yaitu fase vegetatif, fase sporulasi, dan fase sporulasi akhir. *B.ti* dapat hidup pada suhu 28-30°C dan pH 7,2-7,4. Efektivitas dan stabilitas *B.ti* sangat tergantung pada radiasi sinar ultraviolet. *B.ti* dinyatakan bersifat patogenik kuat terhadap serangga golongan Diptera (Utami, 2010).

2.3.1 Jenis-Jenis *Bt*

Menurut Holt (1994), klasifikasi *Bacillus thuringiensis* adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Prokariota
Filum	: Bakteria
Kelas	: Bacilli
Bangsa	: Bacillales
Suku	: Bacillaceae
Marga	: <i>Bacillus</i>
Jenis	: <i>Bacillus thuringiensis</i>

Sedikitnya terdapat 34 subspecies dari *B.ti* yang disebut serotype atau varietas dari *B.ti* dan lebih dari 800 keturunan atau benih *B.ti* telah diisolasi.

Pada beberapa subspecies dari bakteri *B.ti* yaitu *kurstaki*, *aizawai*, *sottoentomocidus*, *berliner*, *sandiego*, *tenebroid*, *morrisoni* dan *israelensis*, dijumpai beberapa jenis strain, seperti HD-1, HD-5 dan sebagainya dalam satu subspecies (Suwahyono, 2010).

2.3.2 Kandungan *B.ti*

Untuk bahan dasar bioinsektisida biasanya digunakan sel-sel spora atau protein kristal *B.ti* dalam bentuk kering atau padatan. Padatan ini dapat diperoleh dari hasil fermentasi sel-sel *B.ti* yang telah disaring atau diendapkan dan dikeringkan. Padatan spora dan protein kristal yang diperoleh dapat dicampur dengan bahan-bahan pembawa, pengemulsi, perekat, perata, dan lain-lain dalam formulasi bioinsektisida (Suwahyono, 2010).

B.ti menghasilkan beberapa jenis toksin, seperti α (alfa), β (beta), μ (gamma)-eksotoksin, dan ∞ (delta)-endotoksin, serta faktor louse.

Substansi yang berperan penting sebagai insektisida adalah protein β – eksotoksin. Selain itu, β –eksotoksin diketahui bersifat termostabil, artinya bahwa senyawa tersebut tahan atau tidak rusak jika terkena suhu tinggi, maka digolongkan sebagai *thermostabel eksotoksin*, larut dalam air dan sangat beracun (Suwahyono, 2010).

2.3.3 Mekanisme Kerja *B.ti* Masuk ke Dalam Tubuh Larva

Racun pada larvasida *B.ti* dimakan oleh larva, masuk ke dalam organ pencernaan kemudian diserap oleh dinding usus, lalu beredar bersama darah yang akan mengganggu metabolisme larva, sehingga larva tersebut kekurangan energi untuk kelangsungan hidupnya yang akan mengakibatkan kematian. Fragmen toksik ini dikenali oleh reseptor spesifik di sel epitel usus larva. Selain itu, terjadi pula perubahan pada organel di sitoplasma berupa disintegrasi sitoplasma, tumefikasi mitokondria, dan dilatasi ruang perinuklear. Hal tersebut dapat mengakibatkan hipertrofi yang memicu kehancuran jaringan usus pada bagian sekum dan kolom. Larva pun mengalami ketidakseimbangan ionik, toksemia, dan bakterimia yang akhirnya berujung pada kematian (Utami, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018, bertempat di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat gelas berupa gelas beaker, erlenmeyer, gelas ukur, dan pipet tetes, wadah plastik sebagai tempat untuk meletakkan larva, nampan plastik sebagai tempat penetasan telur hingga menjadi larva instar III, dan kertas label untuk memberi label keterangan pada setiap wadah pengamatan.

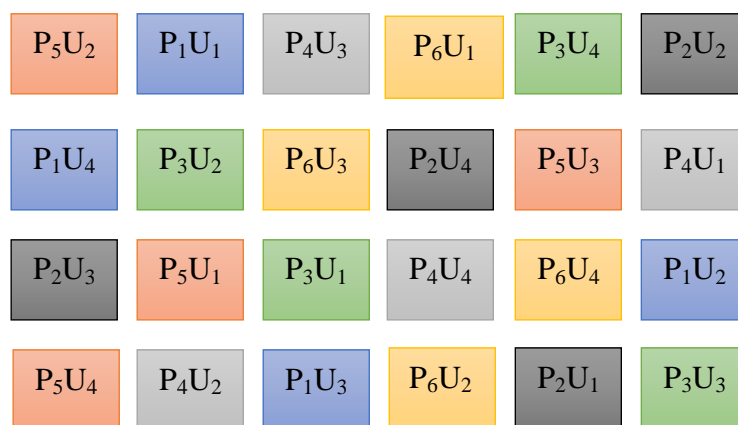
Bahan-bahan yang digunakan adalah larva instar III *Ae. aegypti*, larvasida *B.ti* kadaluarsa dan *B.ti* normal, pakan larva, dan air.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Konsentrasi yang digunakan yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, sedangkan sebagai kontrol negatif

(air+larva+*B.ti* normal 20 ppm) dan kontrol positif (air+larva). Masing-masing wadah diuji terhadap 20 ekor larva *Ae. aegypti* dengan pengulangan sebanyak 4x.

Adapun tata letak percobaan disusun berdasarkan Gambar 9 sebagai berikut:



Gambar 9. Tata letak percobaan

Keterangan: K₋ = kontrol negatif (air+larva+*B.ti* normal 20 ppm)

K₊ = kontrol positif (air+larva)

P₁ = konsentrasi *B.ti* 50 ppm

P₂ = konsentrasi *B.ti* 100 ppm

P₃ = konsentrasi *B.ti* 150 ppm

P₄ = konsentrasi *B.ti* 200 ppm

P₅ = konsentrasi *B.ti* 250 ppm

P₆ = konsentrasi *B.ti* 300 ppm

U₁ = ulangan ke-1

U₂ = ulangan ke-2

U₃ = ulangan ke-3

U₄ = ulangan ke-4

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian dibagi dalam 3 tahap, yaitu:

1. Penyediaan Bahan Uji

Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Bogor. Sedangkan larvasida *B.ti* yang digunakan yaitu Bactivec⁰ SL dengan masa kadaluarsa bulan Juni 2018 (6 bulan) yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Lampung.

2. Rearing Larva

Telur ditetaskan dalam nampan plastik yang berisi air bersih untuk pemeliharaan larva nyamuk. Telur menetas dalam waktu 5 hari menjadi larva instar III.

3. Uji Kerentanan

Larva *Ae. aegypti* sebanyak 20 ekor dimasukkan ke dalam wadah plastik yang berisi 250 ml air. Kemudian, larvasida *B.ti* kadaluarsa dengan 6 konsentrasi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dimasukkan ke dalam wadah yang berisi larva dan air. Selanjutnya disiapkan dua wadah sebagai kontrol negatif

(air+larva+*B.ti* normal 20 ppm) dan kontrol positif (air+larva).

Pengamatan pada kelompok-kelompok sampel dilakukan pada waktu 2 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Pengamatan berakhir pada waktu 72 jam setelah perlakuan dengan cara menghitung larva yang mati pada setiap patokan waktu. Mengapungnya larva atau tidak bergerak larva walaupun wadah tempat larva tersebut sudah

diguncangkan merupakan tanda bahwa larva tersebut sudah mati, dan banyaknya larva yang mati dicatat.

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah kematian larva instar III dengan rumus mortalitas sebagai berikut:

$$M = (a/b) \times 100\% \text{ (Melanie dkk, 2018)}$$

Keterangan:

M = Mortalitas %

a = Jumlah larva instar III yang mati (ekor)

b = Jumlah total larva instar III (ekor)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan uji statistik menggunakan Anava serta uji lanjut BNT taraf 5% program SPSS versi 22.0 bila ada perbedaan antar perlakuan. Kemudian analisis uji Probit untuk menentukan nilai LC_{50} .

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis uji efektivitas *B.ti* kadaluarsa dapat disimpulkan bahwa:

1. *B.ti* kadaluarsa masih efektif menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.
2. *B.ti* kadaluarsa konsentrasi 300 ppm dalam waktu 4 jam paling efektif menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achille, GN, Christophe, HS and Yilian, L. 2010. Effect of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (H-14) on *Culex*, *Aedes* and *Anopheles* larvae (Cotonou; Benin). *Journal of Stem Cell* 60-66.
- Anggraeni, Y. M., Christina, B., & Wianto, R. 2013. Uji Daya Bunuh Ekstrak Kristal Endotoksin *Bacillus thuringiensis israelensis* (H-14) terhadap Jentik *Aedes aegypti*, *Anopheles aconitus* dan *Culex quinquefasciatus*. *Journal Sain Veteriner*, 31 (1).
- Agnesa, A. 2011. Makalah Pengendalian Vektor *Aedes aegypti*. <http://id.shvoog.com/medicine-and-health/epidemiology-public-health>. Diakses pada tanggal 20 November 2018 pukul 20.00 WIB.
- Aradilla, A.S. 2009. *Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Mimba (Azadirachta indica) Terhadap Larva Aedes aegypti*. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ben-Dov, E. 2014. *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis and its Dipteran-Specific Toxins*. *Toxins* 6, 1222-1243.
- Blondine Ch.P. 2004. Efektivitas Vectobac 12 AS (Bt H-14) dan *Bacillus thuringiensis* H-14 terhadap vektor malaria *Anopheles maculatus* di kobakan desa Hargotirto, kecamatan Kokap, kabupaten Kulon Progo. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 32(1) : p.17-28.
- Boesri, H dan Boewono, D.T. 2008. *Situasi Nyamuk Aedes aegypti dan Pengendalian di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue di Kota Salatiga*. *Media Litbang Kesehatan Volume XVIII Nomor 2 Tahun 2008*.
- Borror, DJ, Tripelhorn, CA, Johnson, NF. 1989. *An introduction to the study of insect*. Saunders Collage Publishing. USA.
- Budyanto, A. 2005. *Studi Indeks Larva Nyamuk Aedes aegypti dan Hubungannya dengan PSP Masyarakat Tentang Penyakit DBD di Kota Palembang Sumatera Selatan*. Loka Litbang P2B2 Baturaja. Palembang.

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2012. *Dengue and the Aedes aegypti Mosquito*. San Juan.
- Dambach, P, Louis, VR, Kaiser A, Ouedraogo, S, Sié, A, Sauerborn, A, and Becker N, 2014. *Efficacy of Bacillus thuringiensis var. israelensis against malaria mosquitoes in northwestern Burkina Faso*. Parasites & Vectors , 7:371.
- Darnely. 2010. *Penggunaan Bacillus thuringiensis israelensis untuk Memberantas Aedes aegypti*. Majalah Kedokteran FK UKI 2010 XXVII No 4.
- Depkes RI. 2007. *Pemberantasan Serangan Nyamuk Demam Berdarah Dengue*. Edisi Ketiga. Depkes Dirjen PP dan PL. Jakarta.
- Depkes RI. 2011. *Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Berdarah*. Dijen PPM-PLP. Jakarta.
- Ditjen PPM dan PL. 2002. *Pedoman Survey Entomologi Demam Berdarah*. Depkes RI. Jakarta.
- Ditjen PPM dan PL. 2005. *Pedoman Survey Entomologi Demam Berdarah*. Depkes RI. Jakarta.
- Dinas Kesehatan Lampung. 2019. *Laporan Bulanan Penyakit Demam Berdarah di Lampung*. Lampung
- Djakaria, S. 2004. *Pendahuluan Entomologi*. Parasitologi Kedokteran. Edisi ketiga. Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Dylo, P., Martin, C., and Mhango, M. 2014. *Efficacy of Bti on Culex and Anopheline Mosquito Larvae in Zomba*. Malawi Journal of Science and Technology. Vol 10 No 1 hal 41-52.
- Fathi, S., Keman., dan Wahyuni, CU. 2005. *Peran Faktor Lingkungan dan Perilaku Terhadap Penularan Demam Berdarah Dengue di Kota Mataram*. Jurnal Kesehatan Lingkungan 2(1):p. 1-10.
- Gama, Z.P., Yanuwidi, Bagyo., Tri Handayani Kurniati. 2010. Strategi Pemberantasan Nyamuk Aman Lingkungan: Potensi *Bacillus thuringiensis* Isolat Madura Sebagai Musuh Alami Nyamuk *Ae. aegypti*. *Journal Pembangunan dan Alam Lestari*.
- Hoedojo. 2004. (a) *Bionomik, Morfologi, Siklus Hidup, dan Perilaku Nyamuk Aedes aegypti*, (b) *Insektisida dan Resistensi*. Bahan Ajar Entomologi Kedokteran FK UI. Jakarta.
- Holt.1994. *Identifying Microbes by Mass Spectrometry Proteomics*. New York: Taylor and Francis Group.

- Kardinan, Agus. 1999. *Pestisida Nabati: Ramuan Dan Aplikasi*. PT. Penebar Swadaya. Bogor.
- Khetan, S. K. (2001). *Microbial Pest Control*. Marcel Dekker, Inc. USA. 141 pp.
- Kristina, Isminah, dan Wulandari. 2004. (a) *Demam Berdarah Dengue*, (b) *Pedoman Survey Entomologi Demam Berdarah*. Badan Litbang Kesehatan Depkes RI. Jakarta.
- Melanie, Mia, M.R., Inriyani, S.S., dan Hikmat Kasmara. 2018. Effectiveness of Storage Time Formulation of *Bacillus thuringiensis* Against *Aedes aegypti* Larvae (Linnaeus, 1757). *Jurnal Cropsaver*. 1 (1).
- Nursakinah. 2008. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*. www.jtptunimus-gdl-sl-2008-nursakinah-495-3-bab2-pdf. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2018 pukul 21:00 WIB.
- Nurmaini. 2003. *Identifikasi Vektor dan Binatang Pengganggu Serta Pengendalian Anopheles aconictus Secara Sederhana*. USU. Medan.
- Poopathi, S and Abidha, S. 2011. *Mosquitocidae Bacterial Toxins (B. sphaericus and Bti)*. Mode of action, cytopathological effects and physiology and pathophysiology Vol 1(3) pp. 22-38.
- Rachim, M. 2013. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (*ocimum basilicum L.*) Terhadap Kematian Larva Instar III Nyamuk *Ae. aegypti*. *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjungkarang. Bandar Lampung.
- Ridad, A., Ochadian, H., dan Natadisastra, D. 1999. *Bunga Rampai Entomologi Medik Edisi ke-2*. Bagian Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran. Bandung.
- Setiawan, D. 2005. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa*) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. <http://www.student-research.umm.ac.id>. Diakses pada tanggal 20 November 2018 pukul 22.00 WIB.
- Setyaningrum, E. 2007. *Jenis Larva Nyamuk Aedes pada Tempat Perindukan di Dalam dan Luar Rumah Penduduk Kota Metro*. Proseding. Seminar Nasional II Masyarakat Fauna Indonesia. Jurusan Biologi, BGBD, Puslit Biologi LIPI. Bandar Lampung, 13-14 November 2007.
- Shinta & Supratman S. 2007. *Status kerentanan Populasi Larva Aedes aegypti terhadap Temphos di Daerah Endemis DBD di DKI Jakarta*. *J.ekol-kes* 6 (1):540-745).

- Sitompul. 2014. *Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (Theobroma cacao L.) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Kelinci dan Pupuk NPK (16:6:16)*. Jurnal Online Agroekoteknologi. ISSN No 2337-659. Vol. 2, N0. 3:1064-1071.
- Suwahyono, U. 2010. *Biopestisida*. Jakarta :Penebar Swadaya.
- Suwita, C. S. 2013. *Efektivitas Bacillus thuringiensis israelensis dalam Pemberantasan Larva Aedes aegypti di Kecamatan Cempaka Putih, Jakarta Pusat*. Ejki.
- Soedarmo, S.S.P. 2005. *Demam Berdarah Dengue Pada Anak*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Tarumingkeng, R.C. 2001. *Makalah Falsafah Sains (Pps 702)*. Program Pascasarjana/SC. IPB. Bogor.
- Utami, M.R. 2010. *Efektifitas Bti dalam Menurunkan Kepadatan dan Penyebaran Aedes aegypti di Kelurahan Cempaka Putih Barat dan Rawasari*. Jakarta Pusat (skripsi). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Weinzier, R., T. Henn and P.G. Koehler. 1997. *Microbial Insecticides*. University Of Florida publication ENY. 275 pp.
- Weyai, M.N. 2004. *Efikasi Bacillus thuringiensis H-14 (Vectobac WDG) Terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti di Laboratorium*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Widyastuti, U., Widiarti, dan Blondine, C.H. 1995. Uji Coba *Bacillus thuringiensis* H-14 Terhadap Larva Nyamuk *Anopheles barbirostris* di Laboratorium dan Lapangan. *Buletin Penelitian Kesehatan Vol 23*.
- Wulandari, D.N., Soetjipto, H., dan Hastuti, S.P. 2006. *Skrining Fitokimia dan Efek Larvasida Ekstrak Biji Kecubung Wulung (Datura metel) Terhadap Larva Instar III dan IV Aedes aegypti*. Berkala Ilmiah Biologi, Vol. 5 (2); 101-107.
- World Health Organization. 2009. *Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Bemam Berdarah Dengue*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- World Health Organization. 2018. *Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Bemam Berdarah Dengue*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.