

**PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP
IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*)**

(Skripsi)

Oleh

Nita Apriyani



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

**PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP IKAN
GUPPY (*Poecilia reticulata*)**

Oleh

NITA APRIYANI

ABSTRAK

Penyakit tular vektor merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia, diantaranya penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) yang ditularkan oleh *Aedes aegypti*. Untuk mengurangi efek negatif insektisida, dewasa ini pemberantasan vektor diupayakan dengan penggunaan agen biologi yaitu menggunakan *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) yang lebih ramah lingkungan dan tidak menyebabkan resisten vektor. Selain harus efektif membunuh larva nyamuk, *Bti* juga harus tidak membahayakan biota perairan lainnya yang sehabitat seperti ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Bti* terhadap mortalitas ikan Guppy sebagai organisme non target vektor DBD. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Dilaksanakan pada Desember 2018 – Februari 2019 Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental skala laboratoris berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu konsentrasi *Bti* sebagai perlakuan dengan empat kali ulangan. Perlakuan yang diuji yaitu kontrol (tidak diberi *Bti*), dan pemberian *Bti* dengan konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 pmm, dan 100 ppm. Hasil penelitian menunjukkan pemberian *Bti* pada konsentrasi berbeda tidak mempengaruhi mortalitas ikan Guppy.

Kata kunci : *Bacillus thuringiensis israelensis*, Demam Berdarah Dengue (DBD), ikan Guppy.

**PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP IKAN
GUPPY (*Poecilia reticulata*)**

Oleh

NITA APRIYANI

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 : **PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*)**

Nama Mahasiswa : **Nita Apriyani**

No. Pokok Mahasiswa : 1517021029

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Endah Setyaningrum, M. Biomed.
NIP 19640517 198803 2 001

Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.
NIP 19610311 198803 1 001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP 19610112 199103 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dra. Endah Setyaningrum, M. Biomed.**

Sekretaris : **Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **15 April 2019**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nita Apriyani
NPM : 1517021029
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

**"PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP IKAN
GUPPY (*Poecilia reticulata*)."**

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, 26 April 2019

Yang menyatakan,



(Nita Apriyani)

NPM:1517021029

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bandar Lampung pada tanggal 1 April 1997 dari pasangan Bapak Karmani dan Ibu Misnah.

Penulis merupakan anak tunggal. Penulis memulai pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak Sriwijaya pada tahun 2002. Di tahun 2003, penulis bersekolah di MIN 1 Sukarame dan melanjutkan ke sekolah menengah pertama di MTSN 2 Bandar Lampung pada tahun 2009.

Setelah lulus dari sekolah menengah pertama, penulis melanjutkan sekolah di MAN 1 (Model) Bandar Lampung pada tahun 2012 hingga lulus tahun 2015 dan kemudian melanjutkan ke Perguruan Tinggi sebagai mahasiswa di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2015.

Selama perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Biologi Laut. Selain itu, penulis pernah menjadi anggota Biro Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Universitas Lampung. Pada tahun 2016 penulis melaksanakan Karya Wisata Ilmiah (KWI) di desa Air Nanningan, Kabupaten Tanggamus selama 7 hari. Pada awal tahun 2018 penulis

melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Mataram Baru, Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari dari bulan Januari sampai Februari 2018. Pada tahun yang sama penulis juga melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO) Bogor dengan judul

“ Multiplikasi Nilam (*Pogostemon cablin* B.) Varietas Pathchoulina 2 secara *In Vitro* di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor “

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohiim...

Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, ridho, dan karunia-Nya yang tak henti-hentinya Dia berikan,

Kupersembahkan karya kecilku ini :

Untuk Ibu dan Ayahku yang selalu senantiasa mendukung dan memotivasi dalam setiap langkahku, yang selalu memberikan segala kasih sayangnya untukku, dan selalu menyebut namaku dalam setiap doanya,

Bapak dan Ibu Dosen yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantuku dalam menggapai kesuksesan,

Teman-teman dan sahabat-sahabat yang selalu memberikanku pengalaman berharga, motivasi dan semangat,

Serta almamater tercinta.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu namun ia amat baik bagimu dan boleh jadi engkau mencintai sesuatu namun ia amat buruk bagimu, Allah Maha Mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(Al-Baqarah: 126)

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan “

(Asy Syarh: 5)

“ Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

(Diriwayatkan oleh Al-Bukhari)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?

(Ar-Rahman: 13)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran ALLAH Yang Maha Esa atas segala berkat, nikmat, dan Karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Pengaruh *Bacillus thuringiensis israelensis* Sebagai Larvasida Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)** “ sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

Selama penyusunan skripsi ini penulis menyadari banyak pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materil, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed. selaku pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasihat, ide, dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi ini.

3. Bapak Drs. Tugiyono, Ph.D. selaku pembahas yang telah memberikan saran dan kritik, serta masukan dalam upaya perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan arahan selama masa studi penulis.
5. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si.. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung atas segala bantuan dan dukungan, serta kritik dan saran yang telah diberikan.
6. Bapak Drs. Suratman Umar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen, dan seluruh staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, khususnya Jurusan Biologi yang telah banyak memberikan bantuan dan ilmu yang bermanfaat.
8. Kedua orangtuaku yang telah mendidik dan menyakinkan penulis untuk menjadi pribadi yang takut akan Tuhan, disiplin, bertanggungjawab, jujur, dan dapat dipercaya.
9. Rekan-rekan seperjuangan selama penelitian Jeany Audina Suryaningkunti, Novia Kurnia Sari dan Isnii Uswatun Khasanah yang telah memberikan banyak bantuan selama penelitian.
10. Rekan-rekan seperjuangan selama perkuliahan, Niken Ayuningtyas, Cahyani Intan Kesuma, Eti Purwanti, Rista Chandra Devi dan Darlina.
11. Sahabat-sahabat tercinta, Sofa Mutiara Fitri, Evita Rahmawati, Tri Handayani, Yunisa Sari Pandela dan Siti Nur aini.

12. Rekan-rekan Biologi angkatan 2015, terimakasih untuk kebersamaannya selama perkuliahan di Jurusan Biologi.
13. Semua Pihak yang telah membantu selama perkuliahan yang tidak dapat dituliskan satu persatu.
14. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun penulis berharap bahwa karya tulis ini bermanfaat bagi pembaca, baik dari segi pendidikan maupun ilmiah. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan yang terbaik untuk kita semua.

Bandar Lampung, 26 April 2019

Penulis

Nita Apriyani

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO.....	viii
SANWACANA.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	2
C. Manfaat Penelitian.....	3
D. Kerangka Pemikiran.....	3
E. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Biologi Ikan Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>).....	5
1. Klasifikasi.....	5
2. Morfologi.....	6
3. Habitat.....	7
4. Siklus Hidup.....	8
5. Kebiasaan Makan.....	8
6. Variabilitas Genetik.....	9

B. Penyakit demam berdarah (<i>Dengue Haemorrhagic Fever</i>).....	10
C. Karakteristik <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	11
1. <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	11
2. Proses Toksisitas dan Infeksi <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	13
3. Pengaruh <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> Terhadap Lingkungan.....	15
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
C. Rancangan Penelitian.....	18
D. Prosedur Penelitian.....	20
1. Persiapan Wadah dan Hewan Uji.....	20
2. Pemberian perlakuan.....	20
E. Pengambilan Data.....	21
1. Mortalitas.....	21
2. Pertumbuhan Berat	21
3. Pengelolaan kualitas air.....	22
F. Analisis Data.....	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	
1. Persentase Mortalitas Ikan Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>).....	23
2. Pertumbuhan Berat Ikan Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) setelah 7 hari pemeliharaan.....	24
3. Pengukuran Kualitas air.....	25
B. Pembahasan	
1. Pengaruh <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> terhadap mortalitas ikan Guppy.....	26
2. Pertumbuhan Berat Ikan Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>).....	28
3. Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>)...	29
V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran.....	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Produk berbahan aktif <i>Bti</i> untuk pengendalian larva nyamuk dan lalat hitam.....	13
Tabel 2. Tipe patogenitas dari <i>Bacillus thuringiensis</i>	14
Tabel 3. Konsentrasi perlakuan larvasida mengandung <i>Bti</i>	19
Tabel 4. Data persentase mortalitas ikan Guppy pada setiap perlakuan.....	23
Tabel 5. Pertumbuhan rata-rata ikan Guppy setelah dipelihara tujuh hari....	25
Tabel 6. Pengukuran parameter kualitas air media pemeliharaan.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Perbedaan ikan Guppy jantan dan betina.....	5
Gambar 2. Morfologi ikan Guppy jantan dan betina.....	7
Gambar 3. Penempatan bejana berisis ikan Guppy secara acak.....	19
Gambar 4. Grafik rerata pertumbuhan ikan Guppy.....	24

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia, jumlah kasus demam berdarah cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Meningkatnya angka demam berdarah tersebut disebabkan oleh sulitnya pengendalian penyakit yang ditularkan oleh *Aedes aegypti*. Usaha penanggulangan umumnya melalui *fogging*, insektisida kimiawi, dan musuh alami, namun belum menunjukkan hasil yang nyata karena jumlah kasus DBD masih selalu meningkat. Selain itu penggunaan bahan kimia secara berlebihan akan menyebabkan resistensi nyamuk, pencemaran lingkungan, serta kematian hewan bukan sasaran (Direktorat Jenderal P2PL, 2006).

Dalam memilih metode pengendalian vektor yang paling tepat, pertimbangan harus diberikan untuk ekologi lokal dan perilaku spesies target. Salah satu metode pengendalian vektor meliputi kontrol kimia. Karena larvasida adalah racun, maka penggunaannya harus mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran termasuk ikan. Oleh karena itu, upaya pengendalian dikembangkan melalui pengendalian biologis dengan menggunakan bio agen, yaitu menggunakan bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis israelensis* yang dikenal dengan nama *Bti*.

Penggunaan *Bti* sebagai larvasida vektor DBD diperairan yang juga merupakan habitat bagi ikan, salah satunya adalah ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). Di alam, ikan Guppy dapat mudah ditemukan di kolam, parit dan sungai kecil. Ikan Guppy merupakan salah satu ikan hias yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki daya adaptasi yang tinggi, hal ini menjadi keuntungan tersendiri bagi para pembudidaya karena tidak memiliki banyak kendala dalam melakukan kegiatan budidaya.

Daya tarik ikan Guppy terletak pada warnanya yang indah dan ukurannya yang kecil sehingga banyak orang yang tertarik untuk menjadikan ikan Guppy sebagai ikan hias di rumah. Selain itu, ikan Guppy menjadi salah satu komoditi ekspor karena variasi warna yang menarik pada bagian ekornya (Nixon dan Sitanggang, 2004).

Saat ini *Bti* sudah dikembangkan menjadi salah satu biolarvasida yang potensial, selain harus efektif membunuh jentik nyamuk, juga harus tidak membahayakan makhluk hidup lain yang hidup pada habitat yang sama seperti misalnya ikan Guppy. Penelitian tentang pengaruh racun *Bti* terhadap organisme bukan sasaran belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) sebagai larvasida vektor DBD terhadap ikan Guppy.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *Bacillus*

thuringiensis israelensis sebagai larvasida vektor DBD terhadap mortalitas ikan Guppy (*Poecilia reticulata*).

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan khususnya tentang toksisitas *Bti* sebagai larvasida vektor DBD terhadap ikan Guppy. Selain itu diharapkan dapat menjadikan informasi tambahan bagi bidang ilmu kesehatan masyarakat khususnya bahan insektisida alami.

D. Kerangka Pemikiran

Vektor memainkan peran penting dalam penularan penyakit secara global. Meskipun berbagai kemajuan dalam manajemen vektor, nyamuk masih menjadi vektor utama penyakit mengerikan yang mempengaruhi kesehatan manusia. Insektisida sudah menjadi alat yang paling umum digunakan karena tindakan cepat dan efek yang terlihat. Diantara berbagai opsi, biolarvasida adalah cara yang relatif aman. Biolarvasida berbasis mikroorganisme dapat memainkan strategi alternatif dalam keamanan manusia dan organisme non-target. Salah satu upaya pengendalian vektor DBD adalah dengan menggunakan bakteri *Bacillus thuringiensis israelensis* atau *Bti*, telah terbukti sangat toksik terhadap organisme target.

Secara biotik, vektor DBD hidup bersama dengan biota-biota perairan lainnya. Jenis organisme yang relatif dapat hidup dengan baik dan sangat mudah dijumpai adalah ikan Guppy. Ikan Guppy saat ini sangat populer sebagai ikan hias. Ikan ini cukup banyak didistribusikan ke berbagai negara khususnya daerah tropis. Selain itu ikan Guppy mampu bertahan pada lingkungan yang tidak menguntungkan dan tidak memerlukan lokasi khusus untuk berkembang biakan.

Penelitian terdahulu menyatakan bahwa larvasida *Bti* efektif membunuh nyamuk vektor malaria tanpa mematikan benur udang di areal tambak udang. Selain udang, vektor DBD juga sehabitat dengan ikan seperti ikan Guppy. Tetapi belum ada penelitian tentang efek *Bti* terhadap ikan Guppy. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian ini guna mengetahui efek toksisitas *Bti* sebagai larvasida vektor DBD terhadap ikan Guppy.

E. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah :

1. Pemberian larvasida *Bacillus thuringiensis israelensis* dengan konsentrasi berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kematian ikan Guppy (*Poecilia reticulata*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)

1. Klasifikasi

Ikan Guppy termasuk ke dalam famili Poeciliidae yang mudah untuk berkembangbiak. Ikan Guppy atau banyak dikenal sebagai Million Fish dan Rainbow Fish merupakan jenis ikan air tawar yang sangat populer sebagai ikan hias. Ikan Guppy berasal dari daerah kepulauan Karibia dan Amerika Selatan. Ikan guppy pertama kali diteliti pada tahun 1959 oleh Wilhelm C.H. Peters di Venezuela dan diberi nama *Poecilia reticulata*, akan tetapi lebih populer dengan nama Guppy. Nama Guppy merupakan hasil penghargaan terhadap Robert John Lechmere Guppy melalui Albert C.L.G. Gunther pada tahun 1866 dengan nama *Birardinus guppii* yang diteliti di kepulauan Trinidad (Nixon dan Sitanggang, 2004).



Gambar 1. Ikan Guppy Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan)

Klasifikasi ikan Guppy adalah sebagai berikut (Axelrod dan Schultz, 1983):

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Osteichthyes
Subclass : Actinopterygii
Ordo : Cyprinodontiformes
Subordo : Cyprinoidae
Family : Poeciliidae
Genus : *Poecilia*
Species : *Poecilia reticulata*

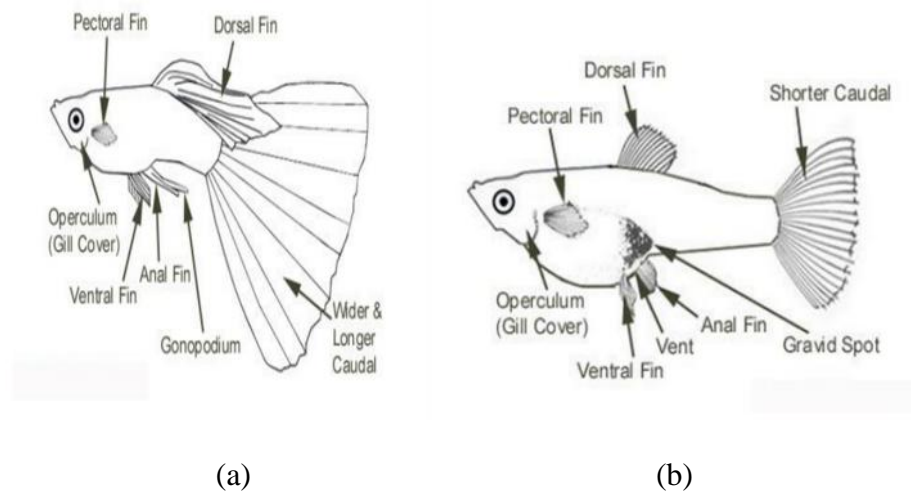
2. Morfologi

Menurut Lingga dan Susanto (1987) ikan Guppy betina mempunyai ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan ikan Guppy jantan. Pada ikan Guppy jantan, sirip anal mengalami modifikasi berupa gonopodium. Di habitat alaminya, ikan Guppy betina dapat mencapai ukuran maksimal 7 cm, lebih panjang dari jantan yang panjangnya kurang dari 4 cm.

Ciri-ciri ikan Guppy jantan dan betina sebagai berikut :

1. Ikan Guppy jantan mempunyai gonopodium (tonjolan dibelakang sirip perut) yang merupakan modifikasi sirip anal yang berubah menjadi sirip memanjang, sedangkan ikan Guppy betina tidak mempunyai gonopodium, tetapi terdapat sirip halus.

2. Ikan Guppy jantan tubuhnya ramping, sedangkan yang betina tubuhnya gemuk dengan perut yang besar.
3. Ikan Guppy jantan warnanya cenderung lebih cerah dan memiliki corak warna yang lebih banyak dan indah, sedangkan ikan Guppy betina warnanya kurang cerah.
4. Ikan Guppy jantan kepalanya lebih besar, sedangkan yang betina kepalanya agak meruncing.



Gambar 2. Morfologi (a) Ikan Guppy Jantan dan (b) Betina (Mozart, 1996)

3. Habitat

Habitat ikan Guppy berada di perairan dangkal, sungai, parit dan danau. Selain hidup di air tawar, juga mampu beradaptasi di perairan payau pada kisaran salinitas 0,5 – 1 ppm serta pada kisaran suhu 25-28°C dengan pH ± 7,0 (Nelson, 1984). Di awal penyebarannya, ikan Guppy digunakan sebagai pengontrol nyamuk di rawa hutan bakau. Selain itu, ikan Guppy

merupakan salah satu ikan yang memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi perairan yang kurang baik.

4. Siklus Hidup

Siklus hidup ikan Guppy terdiri dari beberapa tahap antara lain tahap larva, tahap juvenil, tahap dewasa, dan masa pertumbuhan maksimum. Setelah larva dilahirkan 3-4 minggu maka gonopodium (modifikasi sirip anal) pada ikan jantan telah berkembang. Sekali melakukan perkawinan dapat bereproduksi sampai 3 kali dengan jarak kelahiran 1 bulan kemudian dapat dikawinkan lagi selama masih dalam keadaan reproduktif. Masa juvenil ikan berlangsung sampai ikan berumur 2 bulan yang ditandai dengan sirip ekor mulai melebar dan warna tubuh terlihat jelas. Pada saat ikan berumur 3-4 bulan merupakan masa paling aktif dan penampakan warna paling indah. Masa pertumbuhan maksimum dicapai pada saat ikan berumur lebih dari 6 bulan (Iwasaki, 1989). Ikan Guppy betina dapat menghasilkan anakan mencapai ratusan ekor anak selama masa hidupnya (Susanto, 1990). Jumlah anakan ikan Guppy per induk berkisar antara 12-60 ekor dan semakin besar ukuran induk ikan Guppy semakin banyak jumlah anakan yang dilahirkan (Shahjahan *et al*, 2013).

5. Kebiasaan Makan

Terdapat 2 jenis pakan yang diberikan kepada ikan hias, yaitu pakan alami dan pakan buatan. Ikan Guppy merupakan ikan pemakan segala

(omnivora). Pada umumnya menyukai pakan alami yang dapat bergerak dibandingkan pakan buatan. Pakan alami yang biasa diberikan pada ikan Guppy antara lain *Artemia*, *Daphnia*, jentik nyamuk, dan cacing sutera, sedangkan pakan buatan berupa pellet (Lesmana dan Dermawan, 2001). Ikan Guppy yang dipelihara di akuarium dapat diberikan makanan yang ukurannya disesuaikan dengan bukaan mulut ikan Guppy tersebut, dengan frekuensi makan sebanyak dua kali sehari, hendaknya jangan berlebihan, karena dapat menyebabkan pembusukan yang dapat merusak kualitas air. Selain sebagai ikan hias, ikan Guppy juga berguna sebagai pembasmi nyamuk (Tarwiyah, 2001).

6. Variabilitas Genetik Ikan Guppy

Di alam, ikan Guppy terdiri dari beberapa jenis yang merupakan hasil perkawinan silang yang menyebabkan mutasi gen. Berdasarkan bentuk ekornya, ikan Guppy terdiri dari *wide tail* (ekor lebar), *sword tail* (ekor pedang), dan *short tail* (ekor pendek). Umumnya untuk membedakan jenis kelamin ikan Guppy, untuk betina ekor tidak berwarna dan badan cenderung besar. Sedangkan jantan, warna ekornya terlihat sangat jelas.

Secara umum, penamaan varietas ikan Guppy dikelompokkan atas dasar karakteristik badan bagian depan (*upper body*), badan bagian belakang (*lower body*), sirip, dasar warna dan gabungan diantaranya. Penamaan karakteristik badan bagian depan yang umum dikenal adalah platinum atau metalik, pada bagian belakang dikenal dengan nama *tuxedo*, *pink white*,

japan blue, dan gabungan bagian depan dan belakang tubuh dikenal dengan corak kobra. Sedangkan sirip pemberian nama disesuaikan dengan bentuknya seperti *delta*, *spade*, *fan*, *lyre*, *sword*, *swallow*, *ribbon*, dan *elongated dorsal*. Warnanya seperti biru, merah, putih, kuning dan coraknya seperti *grass* dan *mozaic*. Penamaan yang paling umum dilakukan adalah atas dasar warna badan seperti biru, merah, hitam, dan warna mata seperti albino. Warna mata merah yang sudah dapat diturunkan kepada generasi berikutnya dinamakan RRAE (*Real Red Eye Albino*).

B. Penyakit demam berdarah (*Dengue Haemorrhagic Fever*)

Menurut Sembel (2009), demam berdarah merupakan manifestasi klinis yang berat dari penyakit arbovirus. Penyakit *arbovirus* merupakan singkatan dari *arthropod-borne viruses*, yaitu penyakit yang ditularkan melalui gigitan arthropoda. Laporan pertama mengenai penyakit demam pertama terjadi pada waktu 1930, ketika prajurit Jepang dan Uni Soviet mengalami penyakit berupa demam tinggi yang disertai pendarahan. Penyakit ini diikuti dengan komplikasi ginjal, degenerasi sel hati, dan pendarahan kapiler sehingga dahulu dikenal dengan nama *haemorrhagic fever with syndrome* (Sembel, 2009)

Kasus demam berdarah dengan istilah Demam Berdarah Dengue (*Dengue Haemorrhagic Fever*) pertama kali digunakan pada tahun 1953 di Filipina karena terjadi demam yang menyerang anak-anak disertai manifestasi pendarahan (Soedarmo, 1988). Di Indonesia pertama kali terjadi diperkirakan di Surabaya

pada tahun 1968, namun konfirmasi virologisnya baru diperoleh tahun 1970. Ada beberapa jenis nyamuk yang kini diketahui menjadi vektor penyakit demam berdarah, seperti *A. aegypti*, *A. albopictus*, *A. aobae*, *A. cooki*, *A. hakanssoni*, *A. polynesiensis*, *A. pseudoscutellaris*, dan *A. rotumae*. Namun, untuk daerah Asia Tenggara dan Pasifik vektor utama penyebaran penyakit demam berdarah adalah nyamuk *A. aegypti*.

Pengendalian yang umum dilakukan adalah dengan menggunakan bahan kimia, namun penggunaan secara berlebihan akan menyebabkan resistensi vektor virus *dengue*, pencemaran lingkungan, serta terbunuhnya musuh alami (organisme bukan sasaran). Oleh karena itu diperlukan metode pengendalian yang lebih mengutamakan keamanan lingkungan dengan pengendalian secara biologi yaitu dengan memanfaatkan toksin dari *Bacillus thuringiensis israelensis*. Penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis israelensis* lebih ramah lingkungan karena mempunyai target yang spesifik (tidak mematikan serangga bukan sasaran) dan mudah terlarut sehingga tidak terakumulasi dan mencemari lingkungan (Prabakaran *et al*, 2008).

C. Karakteristik *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*)

1. *Bacillus thuringiensis israelensis*

Bacillus thuringiensis israelensis merupakan bakteri gram positif, fakultatif anaerob. Bakteri ini memiliki flagel, sehingga dapat bergerak atau motil. Yang membedakan *Bti* ini adalah terletak pada jenis antigen

yang terkandung dalam flagelnya yaitu H-14, sedangkan pada bentuknya *Bti* dengan subspecies lainnya sama (Cetinkaya, 2002).

Bti sebagai insektisida biologi telah digunakan oleh Amerika Serikat sejak tahun 1960-an. Namun, di Indonesia *Bti* belum umum digunakan oleh masyarakat luas. Kini *Bti* telah diperdagangkan di Indonesia dengan berbagai formulasi baik dalam bentuk *wettable powder* (WP), *water dispersible granule* (WDG), *aqueous suspension* (AS), *soluble liquid* (SL) dan *suspension concentrate* (SC) dengan berbagai merek dagang.

Vectobac WG merupakan produk larvasida berbentuk granul yang mengandung zat aktif *Bti* sebesar 37,4% dan mudah larut dalam air (World Health Organization, 2004).

Ketika mempertimbangkan dampak lingkungan dari *Bti*, informasi tentang berbagai formulasi diperlukan, karena formulasi dapat mempengaruhi persistensi toksisitas, lokasi kontaminasi, dan pilihan metode aplikasi, yang merupakan semua faktor yang dapat berdampak pada efek non-target.

Oleh karena itu penemuan *Bti* dengan cepat menyebabkan pengembangan formulasi baru sebagai teknologi yang dibutuhkan untuk produksi.

Perkembangan yang cepat dari *Bti* terjadi di awal 1980-an dan beberapa produk telah dikembangkan. Produk *Bti* telah banyak digunakan di berbagai negara. Secara khusus, *Bti* dapat digunakan dalam bidang yang peka terhadap lingkungan (Federici, 1995).

Tabel 1. Beberapa produk Berbahan Aktif *Bti* untuk pengendalian larva nyamuk dan lalat hitam.

Produk	Formulasi	Perusahaan
Teknar TC	Bubuk	Novartis
Teknar HP-D	Cairan	Novartis
Teknar G	Butiran	Novartis
VectoBac TP	Bubuk	Laboratorium Abbott
VectoBac 12 AS	Cairan	Laboratorium Abbott
VectoBac G	Butiran	Laboratorium Abbott
Bactimos WP	Bubuk	Laboratorium Abbott
Bactimos G	Butiran	Laboratorium Abbott
Cybate	Briket/pellet	Cynamid
FC Skeetal	Cairan	Entotec
BMC WP	Bubuk	Reuter
Duplex	Methoprene + Bti	Zoecon

Sumber : (Becker dan Margalit, 1993)

2. Proses Toksisitas dan Infeksi *Bacillus thuringiensis israelensis*

Gen yang mengkode Kristal protein yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus thuringiensis* dikenal dengan sebutan gen *Cry* yang berasal dari kata *Crystal*. Berdasarkan kesamaan struktur asam-asam amino dan spektrum aktivitas insektisidanya, maka gen *Cry* dibagi menjadi empat kelas yaitu, *Cry I*, *Cry II*, *Cry III* dan *Cry IV*. Jenis gen penyandi Kristal protein yang dimiliki sangat menentukan sifat toksik yang dihasilkan. Pengetahuan tentang mekanisme daya kerja dari endotoksin ini penting untuk menentukan proses kunci yang bertanggung jawab terhadap kespesifikan dari sebuah Kristal protein (Bahagiawati, 2002).

Tabel 2. Tipe patogenitas dari *Bacillus thuringiensis*

Tipe patogenitas	Contoh	Jenis Gen	Contoh Produk
Spesifik untuk ordo Lepidoptera Contoh : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Moth</i> • Kupu-kupu 	<i>Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki</i>	Cry I	<ul style="list-style-type: none"> • Dipel • Bactospeine • Thuricide, Javelin
Spesifik un tuk ordo Diptera Contoh : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Two winged flies</i> • <i>Midges</i> • <i>Crane flies</i> • Lalat rumah • Nyamuk 	<i>Bacillus thuringiensisi subsp. israelensis</i>	Cry III	<ul style="list-style-type: none"> • Vectobac • Bactimos • Teknar
Spesifik untuk ordo Coleoptera Contoh : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bettles</i> 	<i>Bacillus thuringiensis israelensis subsp. San diego</i>	Cry IV	<ul style="list-style-type: none"> • Trident • M-One
Spesifik untuk ordo Lepidoptera dan Diptera	<i>Bacillus thuringiensis israelensis subsp. aizawai</i>	Cry II	Certain

Sumber (Becker dan Margalit, 1993)

Ciri khas *Bacillus thuringiensis* adalah kemampuannya membentuk kristal protein yang mengandung toksin yang disebut δ -endotoksin bersamaan dengan pembentukan spora. Secara umum, cara kerja toksin yang dihasilkan *Bacillus thuringiensis* ditentukan oleh dua faktor, yaitu faktor spesifikasi mikroorganisme dan kerentanan serangga target (Milne et al, 1990). Proses reaksi kimia kristal protein diawali dengan termakannya kristal protein oleh serangga. Kristal protein akan dipecah oleh enzim protease pada kondisi basa dalam usus tengah serangga sehingga mengakibatkan terlepasnya protein toksik, yaitu δ -endotoksin. Setelah toksin ini bereaksi, maka akan

terbentuknya pori-pori kecil 0,5 – 1,0 nm. Hal ini menyebabkan terganggunya keseimbangan osmotik sel didalam usus serangga sehingga ion-ion dan air dapat masuk kedalam sel dan menyebabkan sel mengembang dan mengalami lisis. Sebagai akibatnya serangga akan berhenti makan dan akhirnya mati (Bautista *et al*, 2011).

Jika ternyata serangga tersebut tidak rentan terhadap aksi δ -endotoksin secara langsung, maka dampak pertumbuhan spora akan menjadi penyebab kematiannya. Spora tersebut akan berkecambah dan mengakibatkan membran usus rusak. Replikasi dari spora akan membuat spora tersebut menjadi banyak dan mengakibatkan perluasan infeksi didalam tubuh serangga dan menyebabkan serangga mati (Swadener, 1994).

3. Pengaruh *Bacillus thuringiensis israelensis* Terhadap Lingkungan

Berdasarkan survei terhadap manusia yang secara tidak sengaja mengkonsumsi *Bacillus thuringiensis* dengan dosis 1000 miligram per hari, didapatkan hasil bahwa tidak ada efek apapun yang ditimbulkan (U.S Environmental Protection Agency, 1986). Pada percobaan yang dilakukan pada mata kelinci menggunakan 100 gram formula *Bacillus thuringiensis* menyebabkan gangguan berkelanjutan pada iris mata yang diikuti dengan pembengkakan dan berwarna kemerahan. Iritasi yang disebabkan oleh *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap mata ditentukan oleh karakter fisik dari formula yang digunakan. Formula yang berbentuk kering dan bubuk

dengan partikel kecil akan menyebabkan efek iritasi mata yang lebih kecil dibandingkan dengan formula yang ukurannya lebih besar (Swadener, 1994).

Pada pengamatan tentang pengaruh *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap mamalia menunjukkan fakta bahwa dampak yang berbahaya hanya terjadi apabila *Bti* disuntikkan ke dalam perut dan kepala dari mamalia. Suatu penelitian terhadap tikus diperoleh hasil bahwa 79 % kematian hanya terjadi setelah dilakukan penyuntikan ke kepala tikus tersebut. *Bti* hidup dan spora inaktif pada bagian bawah kulit yang menyebabkan bisul pada tikus (Swadener, 1994). *Bti* cenderung berpotensi menyebabkan efek mutagenik pada tumbuhan, sedangkan efek mutagenik pada mamalia belum terbukti. Namun secara umum penggunaan *Bti* tidak menimbulkan dampak negatif yang cukup serius terhadap ekologi dan kehidupan manusia bahkan makhluk hidup lainnya.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung pada bulan Desember 2018 - Februari 2019.

B. Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :
 - a. Bejana Plastik digunakan sebagai tempat perlakuan.
 - b. Tabung reaksi digunakan sebagai tempat untuk larvasida *Bti*.
 - c. Aerator digunakan sebagai penambah oksigen didalam air.
 - d. pH meter digunakan untuk mengukur derajat keasaman air pada setiap pengamatan.
 - e. Gelas ukur digunakan untuk membantu mengukur volume aquades dalam proses pengenceran.
 - f. Termometer digunakan untuk mengukur suhu pada setiap pengamatan.
 - g. Refraktometer digunakan untuk mengukur salinitas.

- h. Kertas lebel digunakan untuk menandai perbedaan perlakuan pada setiap bejana.
- i. Alat tulis untuk mencatat hal-hal penting yang terjadi selama penelitian.
- j. Sarung tangan dan masker digunakan untuk melindungi wajah terutama mulut dan hidung dari zat-zat tertentu selama proses penelitian.

2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Larvasida *Bti* dengan merek dagang Bactivec SL digunakan sebagai bahan uji.
- b. Ikan Guppy digunakan sebagai objek penelitian.
- c. Air Bersih digunakan sebagai media pemeliharaan hidup ikan Guppy.
- d. Pellet sebagai pakan ikan Guppy.
- e. Baycline untuk membersihkan bejana plastik.

C. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental skala laboratoris dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 6 perlakuan meliputi 1 perlakuan sebagai kontrol tanpa pemberian *Bti* dan 5 perlakuan penambahan *Bti* dengan konsentrasi yang berbeda. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali yang dilakukan secara bersamaan dengan tiap bejana plastik diisi 20 ekor ikan Guppy.

Tabel 3. Konsentrasi perlakuan larvasida mengandung *Bti*

No	Perlakuan	Konsentrasi Larvasida
1	P0	0 ppm
2	P1	20 ppm
3	P2	40 ppm
4	P3	60 ppm
5	P4	80 ppm
6	P5	100 ppm

Berikut penempatan bejana yang berisi ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)

secara acak seperti pada Gambar 3 berikut :

P0U2	P2U1	P3U4	P1U3	P2U2	P0U3
P3U2	P5U2	P1U1	P4U3	P0U1	P2U3
P1U2	P4U2	P0U4	P5U4	P3U1	P4U4
P5U1	P2U4	P3U4	P5U3	P4U1	P1U4

Keterangan :

P0 : Kontrol (0 ppm)

P1 : Perlakuan konsentrasi 20 ppm

P2 : Perlakuan konsentrasi 40 ppm

P3 : Perlakuan konsentrasi 60 ppm

P4 : Perlakuan konsentrasi 80 ppm

P5 : Perlakuan konsentrasi 100 ppm

U1: Ulangan pertama

U2: Ulangan kedua

U3: Ulangan ketiga

U4: Ulangan keempat

D. Prosedur Penelitian

1. Persiapan Wadah dan Hewan Uji Ikan Guppy

Wadah yang digunakan adalah bejana plastik volume 5 liter sebanyak 24. Sebelum digunakan bejana plastik terlebih dahulu dicuci dengan *baycline* hingga bersih dan dikeringkan selama 24 jam. Bejana disusun sesuai letak pot-pot percobaan kemudian diisi dengan air bersih hingga volume 2,5 liter kemudian diendapkan selama 1 hari.

Ikan Guppy yang digunakan dalam penelitian memiliki berat 1,5 – 2,0 gram sebanyak 480 ekor yang dibeli ditempat budidaya ikan Guppy dan selanjutnya ikan Guppy diaklimatisasi terlebih dahulu selama dua hari agar dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang baru dan hari selanjutnya ikan Guppy ditebar sebanyak 20 ekor per bejana. Pakan yang diberikan berupa pakan buatan dan pakan alami dan pemberian dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari.

2. Pemberian Perlakuan *Bacillus thuringiensis israelensis (Bti)* Pada Ikan Guppy

Perlakuan dilakukan dengan pemberian larvasida *Bti* (Bactivec SL) dengan perlakuan P0 (Kontrol) tidak diberikan larvasida *Bti*, perlakuan P1 diberi larvasida *Bti* sebanyak 20 ppm, perlakuan P2 diberi larvasida *Bti* sebanyak 40 ppm, perlakuan P3 diberi *Bti* sebanyak 60 ppm, perlakuan P4 diberi *Bti* sebanyak 80 ppm, dan perlakuan P5 diberi *Bti* sebanyak 100 ppm.

Penelitian ini dilakukan secara bersamaan dan diamati jumlah kematian ikan Guppy setiap 24 jam selama interval waktu 7 hari.

E. Pengambilan Data

1. Mortalitas

Penentuan mortalitas dilakukan dengan menghitung jumlah ikan pada awal dikurangi jumlah ikan pada akhir pemeliharaan.

$$\% M = \frac{(N_o - N_t)}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

M = Mortalitas (%)

No = Jumlah ikan awal pemeliharaan (ekor)

Nt = Jumlah ikan akhir pemeliharaan (ekor)

2. Pertumbuhan Berat Mutlak Ikan Guppy

Pertumbuhan berat mutlak adalah selisih berat total tubuh ikan pada akhir pemeliharaan dan awal pemeliharaan. Perhitungan berat mutlak dapat dihitung dengan rumus (Effendie, 2003) :

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan :

Wm = Pertumbuhan Berat Mutlak (gram)

Wt = Berat rata-rata ikan Guppy pada akhir pengamatan (gram)

Wo = Berat rata-rata ikan Guppy pada awal pengamatan (gram)

3. Pengelolaan Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Guppy

Pengontrolan media pemeliharaan ikan Guppy dilakukan setiap hari dengan membersihkan kotoran yang ada di bejana. Parameter kualitas air yang diamati adalah pengukuran suhu dan pH. Pengecekan ini dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian.

F. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini antara lain persentase mortalitas, pertumbuhan berat, dan kondisi kualitas air pemeliharaan ikan Guppy. Data pertumbuhan berat ikan Guppy yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan software SPSS 16 dengan analisis ragam (One Way ANOVA) dengan $\alpha = 0,05$. Sedangkan untuk persentase mortalitas dan kualitas air dijelaskan secara deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian larvasida *Bacillus thuringiensis israelensis* tidak berpengaruh terhadap mortalitas ikan Guppy (*Poecilia reticulata*), sehingga dapat digunakan untuk memberantas nyamuk vektor DBD yang sehabitat dengan ikan Guppy.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh konsentrasi *Bacillus thuringiensis israelensis* terhadap ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achille, G. N. Cristophe, H. S., and Yilian, L. 2010. *Effect of Bacillus thuringiensis var. israelensis (H-14) on Culex, Aedes and Anopheles larvae*. Journal of Stem Cell.
- Axelrod, H. R. dan L.P. Schultz. 1983. *Aquarium Fishes*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Bahagiawati. 2002. *Penggunaan Bacillus thuringiensis sebagai Bioinsektisida*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor.
- Bautista J.R and Teves F.G. 2011. *Pathogenicity of Bacillus thuringiensis against the dengue vector Aedes aegypti larvae*. African Journal of Microbiology Research, 5(31) pp. 5787- 5789.
- Becker, N. and Margalit, J. 1993. *Use of Bacillus thuringiensis israelensis against mosquitoes and blackflies*. In *Bacillus thuringiensis, an Environmental Biopesticides*: New York.
- Cristensen, K. P. 1990. *VectoBac technical material (Bacillus thuringiensis variety israelensis): Infectivity and pathogenicity to bluegill sunfish (Lepomis microchirus) during a 32-day static renewal test*. Springborn Laboratories Inc. Wareham, Massachusetts.
- Cetinkaya, F.T. 2002. *Isolation of Bacillus thuringiensis and investigation of its crystal protein genes*. Turki.
- Dani, P. N. 2004. *Komposisi Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kandungan Protein Ikan Tawes (Puntius javanicus)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Direktorat Jenderal P2PL. 2006. *Informasi Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Effendie, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanasisu. Yogyakarta.

- Federici, B. A. 1995. *The future of microbial insecticides as vector control agents. Vector control without chemicals: has it a future? A symposium presented at the sixtieth Annual Meeting of the American Mosquito Control Association, San Diego, California.* Part 2: 260-268.
- Hofte, H. dan H. R. Whiteley. 1989. *Insecticidal Crystal Protein of Bacillus thuringiensis*. Microbial. Rev. Entomol. 12 : 287-322.
- Iwasaki, N. 1989. *Guppies, Fancy Strain and How To Produce Them*. Singapura.
- Kordi, M.G.H.K. dan A.B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya perairan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Lingga, P. dan Susanto, H. 1987. *Ikan Hias Air Tawar*. PT. Gramedia Jakarta. Jakarta.
- Lesmana, D.S. dan Dermawan. I. 2001. *Budidaya Ikan Hias Air Tawar Populer*. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Milne, R. A.Z. Ge, De Rivers dan D.H. Dean. 1990. *Specificity of Insecticidal Crystal Proteins : Implication for Industrial Standardization*. American Chemical Society. Washington DC.
- Mozart, H. 1996. *Guppies keeping and Breeding Then In Captivity*. T. H. F. Publication, inc. USA
- Mulyani, Y. S., Yulisman dan M. Fitriani. 2014. *Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) yang Dipuaskan Secara Periodik*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Nelson, J. S. 1984. *Fishes of The World*. John Willey and Sons. Inc. New York.
- Nixon dan Sitangga, M. 2004. *Mengenal Lebih Dekat Guppy : Ikan Mungil Berekor Indah*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Prabakaran, G. et al., 2008. *Coconut water as a cheap source for the production of delta endotoxin of Bacillus thuringiensis var. israelensis, a mosquito control agent*. *Jurnal Acta tropica*, 105, pp.35–38.
- Sembel, 2009. *Entomologi Kedokteran*. CV.Yogyakarta, ed., Yogyakarta.
- Shahjahan, R. M. D, M. D. J. Ahmed & A. Rashid. 2003. *Breeding biology of guppy fish, Poecilia reticulata in the laboratory*. J. Asiat. Soc. Bangladesh.
- Soedarmo, S. 1988. *Demam Berdarah Dengue pada Anak*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

- Sukmara. 2008. *Sex Reversal pada Ikan Gapi (Poecilia reticulata) Secara Perendaman Larva dalam Larutan Madu 5 ml/l*. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Susanto, H. 1990. *Budidaya Ikan Guppy*. Kanisius. Yogyakarta.
- Swadener, C. 1994. *Bacillus thuringiensis*. Journal of Pesticides Reform vol.14. No. 3 : 13-20. Nortwest Coalition for Alternative to Pesticides. Canada.
- Tarwiyah, K. 2001. *Tapioka*. Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri. Sumatera Utara.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1986. *Pesticide Fact Sheet Number 93 : Bacillus thuringiensis*. Office of Pesticides and Toxic Substances, U. S. Environmental Protect Agency, Washington DC.
- Widyati, W. 2009. *Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) yang Diberi Berbagai Dosis Enzim Cairan Rumen pada Pakan Berbasis Daun Lamtorogung (Leucaena leucphala)*. Teknologi dan Managemen Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- World Health Organization. 2004. *Review of Vectobac WG, permanent, gokilath-S 5EC*. WHO Press. Geneva.
- World Health Organization. 2016. *Monitoring and managing insecticide resistance in Aedes mosquito populations: Interim guidance for entomologis*. WHO Press. Geneva.