

**PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP BENUR
UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

(Skripsi)

Oleh

JEANY AUDINA SURYANINGKUNTI



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

ABSTRAK

PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP BENUR UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Oleh

Jeany Audina Suryaningkunti

Penyakit endemis yang menyebabkan angka kematian tertinggi hampir di seluruh provinsi di Indonesia adalah demam berdarah dengue (DBD). Vektor utama dalam penyebaran penyakit DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti*. Usaha pembibitan udang banyak dikembangkan di Lampung namun usahanya tidak diikuti dengan penyelamatan lingkungan, sehingga muncul wabah DBD dari usaha pembibitan tersebut. Salah satu pengendalian vektor penyakit DBD dengan menggunakan larvasida *Bti*. Selain harus efektif membunuh larva nyamuk, *Bti* juga harus aman bagi organisme non target seperti udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Tujuan untuk mengetahui pengaruh *Bti* sebagai larvasida vektor DBD terhadap benur udang vaname (*L. vannamei*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2018 di Laboratorium Zoologi II, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan yaitu kontrol (tidak diberi *Bti*), dan penambahan *Bti* 20 ppm, 40 ppm, 60

ppm, 80 ppm, serta 100 ppm. Parameter yang diamati adalah mortalitas benur udang vaname (*L. vannamei*), pertumbuhan berupa berat dan panjang, kelulushidupan serta kualitas air selama pemeliharaan. Data pertumbuhan yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA pada taraf $\alpha = 0,05$, sedangkan data persentase mortalitas, kelulushidupan dan kualitas air yang diperoleh di analisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bti* dengan berbagai konsentrasi tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan ($p > 0,05$), persentase mortalitas dan kelulushidupan benur udang vaname (*L. vannamei*) sehingga larvasida yang mengandung *Bti* (Bactivec) dapat digunakan untuk pemberantasan vektor DBD pada *hatchery* dan tambak udang vaname (*L. vannamei*).

Kata kunci : *Bacillus thuringiensis israelensis*, benur udang vaname (*L. vannamei*), mortalitas, kelulushidupan, pertumbuhan.

**PENGARUH *Bacillus thuringiensis israelensis* SEBAGAI LARVASIDA
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP BENUR
UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

Oleh

JEANY AUDINA SURYANINGKUNTI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung**



**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 BENUR UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

Nama Mahasiswa : ***Jeany Audina Suryaningkunti***

NPM : 1517021064

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

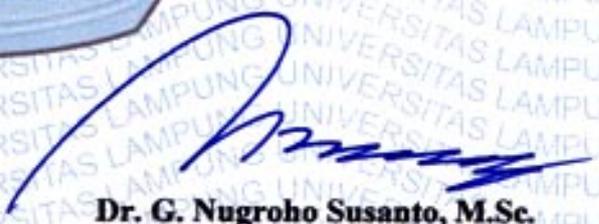


1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,


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


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

2. Ketua Jurusan Biologi


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

MENGESAHKAN

1. Tim penguji

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

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

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

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **10 April 2019**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jeany Audina Suryaningkunti
NPM : 1517021064
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 Benur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”

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, 24 April 2019

menyatakan,



(Jeany Audina Suryaningkunti)
NPM: 1517021064

RIWAYAT HIDUP



Jeany Audina Suryaningkunti dilahirkan di Pringsewu, pada tanggal 02 Januari 1997. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Bambang Astoto dan Ibu Suswanti.

Penulis mengawali pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Azhar 4 Bandar Lampung pada tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) Al-Azhar 1 Bandar Lampung pada tahun 2003, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 19 Bandar Lampung pada tahun 2009, Madrasah Aliyah (MA) Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2012. Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi Laut untuk mahasiswa Jurusan Biologi dan Fisiologi Tumbuhan untuk mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi FKIP. Selain itu, penulis juga aktif berorganisasi menjadi anggota biro Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Fakultas MIPA pada periode 2016-2018 dan menjadi

Bendahara Pelaksana pada Pekan Konservasi Sumber daya Alam (PKSDA) ke-21
Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Fakultas MIPA Universitas Lampung.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kibang Yekti Jaya,
Kecamatan Lambu Kibang, Kabupaten Tulang Bawang Barat pada bulan Januari-
Maret 2018. Penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Balai Penelitian
Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO) di Cimanggu, Bogor dengan judul
**“Penampilan Beberapa Karakter Kuantitatif dan Kualitatif Jahe Merah
(*Zingiber officinale* var. *rubrum*) di Rumah Kaca Kebun Percobaan
Cimanggu Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO)
Bogor”** pada bulan Juli-Agustus 2018.

Persembahan

Bismillahirrohmanirrohim

*Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya
ini untuk :*

*Papa dan Mamaku tercinta
Bambang Astoto dan Suswanti*

*Kakak dan Adikku tersayang
Prabu Gatot Novanto dan Kartika Ruri Setyodewi*

*Guru-guru, dosen-dosen, dan pembimbingku yang telah
memeberikan ilmu yang bermanfaat*

Teman-teman Biologi 2015

*Almamaterku tercinta
Universitas Lampung*

MOTTO

“Ilmu itu lebih baik daripada harta. Ilmu menjaga engkau dan engkau menjaga harta. Ilmu itu penghukum (hakim) dan harta terhukum. Harta itu akan berkurang jika dibelanjakan tetapi ilmu akan bertambah jika diamalkan”

(Ali bin Abi thalib)

“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya yaitu adalah untuk dirinya sendiri.”

(Q.S Al Ankabut, 6)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu selesai (dari satu pekerjaan), lakukanlah dengan sungguh-sungguh (pekerjaan) yang lain”

(Q.S Al Insyirah: 6-7)

Man Jadda WaJada

(Barang siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil)

SANWACANA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta karunia-Nya hingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi. Selama melaksanakan penelitian sampai tersusunnya Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, petunjuk dan saran serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed., selaku Pembimbing Utama yang telah membimbing serta dengan sabarnya memberi arahan dan saran selama proses penelitian hingga penulisan skripsi ini.
2. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc., selaku Pembimbing Kedua yang telah membimbing, memberikan arahan serta saran selama menyelesaikan skripsi.
3. Drs. Tugiyono, Ph.D., selaku Pembahas atas saran, nasihat, bimbingan dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
4. Ir. Salman Farisi selaku Pembimbing Akademik.
5. Drs. M. Kanedi selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Drs. Suratman, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Dosen-dosen yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
8. Kedua Orangtuaku tercinta, Papa Bambang Astoto dan Mama Suswanti yang selalu mendoakan dan memberikan kasih sayang hingga skripsi ini terselesaikan.
9. Kakak dan Adikku tersayang, Prabu Gatot Novanto dan Kartika Ruri Setyodewi. Terima kasih atas dukungan, nasihat, dan motivasi selama ini.
10. Nita Apriyani, Isni Uswatun Khasanah, dan Novia Kurnia Sari sebagai teman senasib seperjuanganku atas tangis, canda dan tawa selama proses penelitian hingga penulisan skripsi.
11. Sahabat-sahabatku Nita Apriyani, Cahyani Intan Kesuma, Niken Ayuningtyas dan Eti Purwanti yang menemani dari awal saat mahasiswa baru hingga akhir.
12. Rista Chandra Devi, Darlina, Tria Larasati dan Merlita Ulfa sebagai tempat penulis bercerita dan berkeluh kesah.
13. Ainul Rendra yang telah memberi motivasi dan semangat kepada penulis dalam pengerjaan skripsi.
14. Teman-teman Biologi 2015 atas kebersamaan selama perkuliahan, bantuan, dan dukungan selama ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 22 April 2019
Penulis,

Jeany Audina Suryaningkunti

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
D. Kerangka Pemikiran	4
E. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. <i>Bacillus thuringiensis</i>	6

1. Ciri-ciri Morfologi	6
2. Klasifikasi <i>B. thuringiensis</i>	7
3. Fisiologi <i>B. thuringiensis</i>	7
B. Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	9
1. Ciri-ciri Morfologi	9
2. Klasifikasi Udang Vaname (<i>L. vannamei</i>)	9
3. Siklus Hidup Udang Vaname (<i>L. vannamei</i>)	10
4. Pertumbuhan Udang Vaname (<i>L. vannamei</i>)	11
C. Demam Berdarah Dengue (DBD)	12
1. Vektor Penular Penyakit DBD	12
2. Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit DBD	13
III. METODE PENELITIAN	15
A. Waktu dan Tempat	15
B. Alat dan Bahan	15
C. Rancangan Penelitian	16
D. Pelaksanaan Penelitian	17
1. Tahap Persiapan	17
2. Pemberian Perlakuan	17
3. Pemeliharaan Hewan Uji	18
4. Pengukuran Kualitas Air	18
E. Pengambilan Data	18
1. Mortalitas	18
2. Pertumbuhan	19
3. Kelulushidupan	19
4. Kualitas Air	20
F. Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
A. Hasil Penelitian	21
1. Mortalitas	21
2. Pertumbuhan	22
3. Kelulushidupan	25
4. Kualitas Air	25
B. Pembahasan	26
1. Pengaruh <i>Bti</i> sebagai larvasida vektor DBD terhadap Mortalitas Benur Udang Vaname	26
2. Pengaruh <i>Bti</i> sebagai larvasida vektor DBD terhadap Pertumbuhan Benur Udang Vaname	28
3. Pengaruh <i>Bti</i> sebagai larvasida vektor DBD terhadap Kelulushidupan (SR) Benur Udang Vaname	29
4. Kualitas Air	30

V. KESIMPULAN DAN SARAN	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Siklus hidup udang	10
Gambar 2. Tata letak percobaan	16
Gambar 3. Diagram rerata pertumbuhan berat benur udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	22
Gambar 4. Diagram rerata pertumbuhan panjang benur udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	24
Gambar 5a. Tahap persiapan wadah hewan uji	42
Gambar 5b. Aklimatisasi hewan uji	42
Gambar 6. Pemberian perlakuan	42
Gambar 7. Pemeliharaan hewan uji	42
Gambar 8a. Pengukuran kualitas air (pH)	43
Gambar 8b. Pengukuran kualitas air (Suhu)	43
Gambar 8c. Pengukuran kualitas air (Salinitas)	43
Gambar 9. Pengukuran panjang tubuh	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Persentase mortalitas benur udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	21
Tabel 2. Hasil rerata pertumbuhan berat benur udang vaname <i>(L. vannamei)</i>	23
Tabel 3. Hasil rerata pertumbuhan panjang benur udang vaname <i>(L. vannamei)</i>	24
Tabel 4. Persentase kelulushidupan benur udang vaname <i>(L. vannamei)</i>	25
Tabel 5. Kualitas air selama pemeliharaan	26
Tabel 6. Data pengukuran pH	38
Tabel 7. Data pengukuran suhu air (⁰ C)	38
Tabel 8. Data pengukuran salinitas (ppt)	38

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dikenal sebagai salah satu komoditas unggulan di Indonesia, total produksi di tahun 2015 mencapai nilai 421.089 ton. Ini menunjukkan hasil yang positif. Indonesia telah menjadi produsen udang vaname terbesar kedua di dunia (Akuakultur, 2015). Lampung merupakan salah satu provinsi yang memiliki peran penting dalam peningkatan produksi udang vaname. Pada tahun 2015, produksi udang vaname (*L. vannamei*) di Lampung mencapai 42.883 ton (KKP, 2016).

Udang vaname (*L. vannamei*) memiliki karakteristik pertumbuhan yang cepat, jangka panen singkat, toleransi terhadap virus, dan tahan hidup pada toleransi rendah (Sa'adah dan Ahmad, 2018). Selain itu udang vaname memiliki nilai kelangsungan hidup (SR) yang tinggi (Haliman dan Adijaya, 2005).

Udang mengandung senyawa aktif seperti omega-3, mineral, lemak, sitin, karotenoid serta vitamin. Senyawa aktif ini mempunyai kemampuan mencegah penyakit pada tubuh serta dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh. Omega-3 dan astaksantin misalnya adalah dua senyawa aktif

yang sebagian besar terkandung dalam udang. Senyawa tersebut berperan sebagai antioksidan serta penangkal radikal bebas, sebagai suplemen penting untuk ibu hamil dan bayi. Senyawa aktif pada udang meliputi asam amino esensial, komposisi lemak, makro mineral, dan mikro mineral, karotenoid (- karoten, astaksantin) (Nginak *et al.*, 2013).

Aktivitas pembibitan udang vaname (*L. vannamei*) yang dilakukan tidak disertai usaha penyelamatan lingkungan perairan sehingga usaha pembibitan udang menjadi hancur akibat serangan hama dan penyakit (Pratiwi, 2008).

Banyaknya usaha pembibitan udang memicu munculnya penyakit DBD yang penyebarannya ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* karena sebagian siklus hidupnya di air.

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit endemis yang menyebabkan angka kematian tertinggi hampir di seluruh provinsi di Indonesia. Hal ini menjadi masalah serius bagi kesehatan masyarakat. Dalam waktu empat tahun terakhir jumlah kasus DBD terus mengalami peningkatan sehingga sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB). Vektor utama dalam penyebaran penyakit DBD adalah *Aedes aegypti* (Departemen Kesehatan RI, 2007).

Vektor DBD berkembang biak pada tempat-tempat penampungan air berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana di dalam atau di sekitar rumah atau tempat umum (Departemen Kesehatan RI, 2005).

Keberadaannya dipengaruhi oleh faktor manusia dan lingkungan. Faktor manusia berupa kepadatan penduduk, mobilitas penduduk, jarak antar rumah,

intensitas cahaya dan perilaku PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk) DBD. Sedangkan faktor lingkungan berupa jenis tempat penampungan air (TPA), curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, ketinggian tempat, pengaruh angin, keberadaan tanaman, dan variasi musim (Departemen Kesehatan RI, 2002).

Memberantas vektornya menjadi salah satu cara pencegahan virus DBD (Fathi *et al.*, 2005). Salah satu pengendalian vektor virus DBD dengan menggunakan insektisida kimiawi, tetapi penggunaannya dapat menyebabkan resistensi vektor, pencemaran lingkungan, serta terbunuhnya musuh alami dan organisme lain yang bukan target. Salah satu cara yang aman untuk memberantas nyamuk menggunakan musuh alaminya (Faraline *et al.*, 2013).

Pengembangan melalui pengendalian hayati menggunakan bio agen yang merupakan patogen serangga dapat menjadi upaya lain dalam pengendalian nyamuk, seperti menggunakan bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*). Bakteri gram positif yang berbentuk batang ini dapat membentuk endospora yang menghasilkan kristal protein (Melanie *et al.*, 2018).

Kristal protein *Bti* dapat bersifat toksik terhadap beberapa serangga yang bersifat lethal bila dimakan. *Bti* bekerja sebagai racun pencernaan bila protein yang telah mengalami proteolisis aktif dari non-aktif menempel pada sel epitelial, sehingga menyebabkan keseimbangan osmosis sel terganggu dan pecahnya sel serta matinya serangga (Bahagiawati, 2002).

Faraline *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa Bakteri *Bacillus thuringiensis israelensis* diketahui efektif dan bersifat sangat spesifik yaitu toksik terhadap nyamuk *A. aegypti*, namun bakteri ini aman bagi manusia dan organisme non target seperti ikan, udang dan plankton. Hal ini diperlukan dalam menanggulangi penyakit DBD yang mewabah akibat usaha pembibitan udang vaname tanpa menimbulkan dampak negatif bagi pencemaran lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian apakah *Bti* sebagai larvasida vektor DBD aman terhadap benur udang vaname (*L. vannamei*) sebagai organisme non target vektor DBD.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Bacillus thuringiensis israelensis* sebagai larvasida vektor DBD terhadap benur udang vaname (*L. vannamei*).

C. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai sumber informasi kepada masyarakat tentang pengaruh *Bacillus thuringiensis israelensis* sebagai larvasida vektor DBD terhadap benur udang vaname (*L. vannamei*).

D. Kerangka Pemikiran

Udang vaname (*L. vannamei*) menjadi komoditas penting di Indonesia. Usaha pembibitan yang banyak dilakukan di Lampung turut memberikan andil dalam produksi udang vaname (*L. vannamei*). Banyaknya usaha pembibitan

udang memicu terjadinya wabah DBD yang penyebarannya ditularkan melalui vektor nyamuk *Ae. aegypti*. Berbagai upaya telah dilakukan untuk membrantas vektor DBD baik secara kimiawi maupun pengendalian alternatif lainnya, namun belum diperoleh hasil yang maksimal. Bakteri *Bacillus thuringiensis israelensis* menjadi salah satu pengendalian alternatif yang ramah lingkungan yang dapat digunakan dalam membrantas vektor DBD, namun tidak membahayakan manusia dan organisme non target seperti ikan, udang, dan plankton.

Hakim *et al.*, (2004) menyatakan bahwa larvasida berupa *Bacillus thuringiensis israelensis* efektif dapat membunuh larva nyamuk vektor malaria dan tidak menimbulkan kematian pada benur udang. Berdasarkan hasil penelitian tersebut *Bti* yang merupakan larvasida alami diduga dapat membunuh larva nyamuk vektor DBD dan tidak menimbulkan kematian pada benur udang dan organisme non target lainnya yang bukan vektor DBD.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) sebagai larvasida vektor DBD tidak berpengaruh terhadap benur udang vaname (*L. vannamei*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Bacillus thuringiensis*

1. Ciri-ciri Morfologi

B. thuringiensis adalah bakteri Gram positif yang dapat membentuk spora dan menghasilkan kristal protein insektisida selama sporulasi (Rasko *et al.*, 2005). Spora *B. thuringiensis* memiliki panjang 3-5 μm dan lebar 1,2 μm , berbentuk oval dengan posisi terminal, sedangkan Kristal protein berukuran 0,6-2,0 μm bergantung dari tipenya masing-masing *B. thuringiensis* dapat bergerak aktif (motil) dengan flagella peritrich dan bersifat fakultatif aerob (Zeigler, 1999).

Bakteri ini memiliki habitat pada tanah, pepohonan, pakan ternak dan serangga yang sudah mati. Termasuk bakteri mesofil dengan kisaran suhu pertumbuhan 15-45°C dan kisaran pH pertumbuhan 5,5-8,5. Pada medium buatan koloni *B. thuringiensis* memiliki permukaan yang kasar, licin agak mengkilat, warna koloni putih kekuningan. Bentuk sel vegetatifnya berbentuk batang dan memiliki spora dan kristal di dalamnya (Salaki *et al.*, 2009).

2. Klasifikasi *B. thuringiensis*

Kedudukan *B. thuringiensis* dalam taksonomi ilmiah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Eubacteria
Divisi : Bakteria
Class : Schizomycetes
Ordo : Eubacteriales
Family : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Species : *Bacillus thuringiensis*

Sedikitnya terdapat 34 subspecies dari *B. thuringiensis* yang disebut serotype atau varietas dari *B. thuringiensis* dan lebih dari 800 keturunan atau benih *B. thuringiensis* telah diisolasi (Swadener, 1994). Pada beberapa subspecies dari bakteri *B. thuringiensis* yaitu kurstaki, aizawai, sotto entomocidus, berliner, san diego, tenebroid, morrisoni dan israelensis, dijumpai beberapa jenis strain, seperti HD-1, HD-5 dan sebagainya dalam satu subspecies (Bahagiawati, 2002).

3. Fisiologi *B. thuringiensis*

Ciri khas yang terdapat pada *Bacillus thuringiensis* adalah kemampuannya membentuk kristal (tubuh paraspora) bersamaan dengan pembentukan spora, yaitu pada waktu sel mengalami sporulasi. Kristal protein *Bacillus thuringiensis* mempunyai beberapa bentuk, diantaranya bentuk bulat pada subsp. israelensis yang toksik terhadap Diptera, bentuk kubus yang toksik

terhadap Diptera tertentu dan Lepidoptera, bentuk pipih empat persegi panjang (flat rectangular) pada subsp. tenebriosis yang toksik terhadap Coleoptera, bentuk piramida pada subsp. kurstaki yang toksik terhadap Lepidoptera (Shieh, 1994), sedangkan menurut Trizelia (2001), kristal protein memiliki beberapa bentuk berdasarkan adanya hubungan nyata antara bentuk kristal dengan kisaran daya bunuhnya.

Spora *Bacillus thuringiensis* merupakan suatu usaha perlindungan diri dari pengaruh lingkungan luar yang buruk, hal ini terjadi karena dinding bakteri yang bersifat impermeabel. Pembentukan spora juga bersamaan dengan terbentuknya kristal protein yaitu ketika sel mengalami lisis sesudah sporulasi sempurna (Zeigler, 1999).

Kristal protein yang bersifat insektisida ini sebenarnya hanya protoksin yang jika larut dalam usus serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek. Pada umumnya, kristal protein di alam bersifat protoksin karena adanya aktivitas proteolisis dalam sistem pencernaan serangga yang mengubah *Bacillus thuringiensis* protoksin menjadi polipeptida yang lebih pendek dan bersifat toksin. Toksin yang telah aktif berinteraksi dengan sel-sel epitelium di usus tengah serangga sehingga menyebabkan terbentuknya pori-pori di sel membran saluran pencernaan serangga (Bahagiawati, 2002).

Efektifitas dari toksin tertentu juga dipengaruhi oleh kelarutan, afinitas terhadap reseptor yang ada serta pemecahan proteolitik ke dalam toksin. Secara umum dapat disimpulkan bahwa cara kerja kristal protein sebagai

toksin dari *Bacillus thuringiensis* dapat dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor spesifikasi dari mikroorganisme dan kerentanan dari serangga sasaran (Milne *et al.*, 1990). Faktor lain seperti umur dari serangga juga merupakan salah satu faktor yang menentukan toksisitas dari *Bacillus thuringiensis* jentik serangga yang lebih muda lebih rentan jika dibandingkan dengan jentik yang lebih tua (Swadener, 1994).

B. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

1. Ciri-ciri Morfologi

Tubuh udang vaname (*L. vannamei*) terdiri dari bagian kepala dan dada yang menyatu (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*) serta terdapat ekor (*uropod*) di bagian ujung. Pada bagian *cephalothorax* udang terdapat *antennula*, *antena*, *mandibula*, *maxillae*, *maxilliped* dan kaki jalan (*periopod*). *Abdomen* terdiri atas 6 segmen, terdapat kaki renang (*pleopod*), ekor kipas (*uropod*) dan ujung ekor (*telson*) (Suyanto dan Mudjiman, 2001).

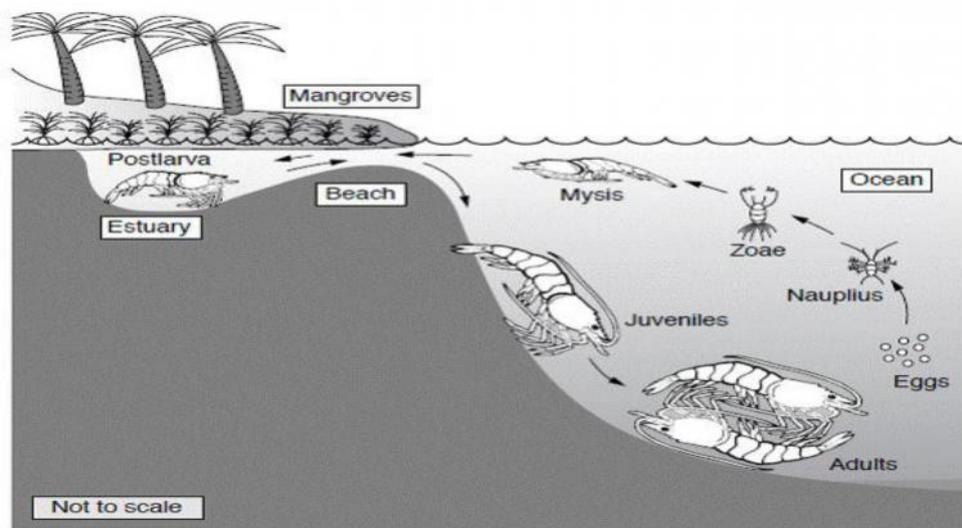
2. Klasifikasi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Klasifikasi udang vaname menurut Wyban and Sweeney (1991) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Arthropoda
Class : Malacostraca
Ordo : Decapoda

Family : Penaeidae
 Genus : *Penaeus*
 Subgenus : *Litopenaeus*
 Species : *Litopenaeus vannamei*

3. Siklus Hidup Udang Vaname



Gambar 1. Siklus Hidup Udang (Wyban and Sweeney, 1991)

Tahapan perkembangan larva udang vaname yaitu dimulai dari

1. Stadia Naupli berlangsung antara 35-50 jam memiliki ciri-ciri yaitu masih bersifat planktonik, fototaksis aktif, memiliki kuning telur sehingga belum memerlukan makanan, dan terdapat tiga organ tubuh (antena pertama, kedua dan mandible) serta larva berukuran 0,32-0,59 mm.
2. Stadia Zoea berlangsung selama 3-4 hari dan merupakan stadia yang sangat sensitif terhadap cahaya yang kuat, berukuran 1,053,30 mm dan aktif memakan fitoplankton.

3. Stadia Mysis berlangsung selama 4-5 hari. merupakan benih yang hampir menyerupai bentuk udang dengan ekor kipas (*uropod*) dan ekor (*telson*) yang sudah mulai terlihat, ukurannya berkisar 3,50-4,80 mm.
4. Stadia Post Larva (PL) merupakan benih yang sudah tampak seperti udang dewasa, mulai aktif bergerak lurus ke depan dan memiliki kecenderungan sifat karnivora (Wyban and Sweeney, 1991).

4. Pertumbuhan Udang Vaname (*L. vannamei*)

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah pakan dan lingkungan. Pakan berfungsi sebagai nutrisi dan energi yang digunakan untuk mempertahankan hidup, membangun tubuh dan untuk proses perkembangannya. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), pH, nitrit, dan amonia (Ekawati *et al.*, 1995). Di Indonesia kriteria kualitas air untuk tambak memiliki kisaran pH 7,8-9,0, suhu 26-32°C, kadar nitrat kurang dari 0,3-0,5 ppm, nitrit kurang dari 0,1 ppm dan suspensi terlarut berkisar dari 20-40 ppm (DKP, 2007).

Sifat-sifat penting yang dimiliki udang vaname yaitu aktif pada kondisi gelap (*nocturnal*), dapat hidup pada kisaran salinitas luas (*euryhaline*) umumnya tumbuh optimal pada salinitas 15-30 ppt, suka memangsa sesama jenis (kanibal), tipe pemakan lambat tetapi terus-menerus (*continous feeder*), menyukai hidup di dasar (bentik) dan mencari makan lewat organ sensor (*chemoreceptor*). Pada siang hari, udang vaname akan

membenamkan tubuhnya dalam lumpur (Haliman and Adijaya, 2005).

Udang vaname (*L. vannamei*) merupakan hewan karnivor yang memakan krustasae kecil, ampipod dan polikaeta (Wyban and Sweeney, 1991).

Udang vaname (*L. vannamei*) dapat tumbuh baik dengan kepadatan tebar yang tinggi, yaitu 60-150 ekor/m² dan pakan dengan kandungan protein 20-35% (Briggs *et al.*, 2004).

C. Demam Berdarah Dengue (DBD)

1. Vektor Penular Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Vektor penyakit DBD di Indonesia adalah *Aedes aegypti*, *Ae.*

albopictus dan *Ae. Scutellaris*, tapi sampai saat ini yang menjadi vektor utama dari penyakit DBD adalah *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus* sebagai vektor sekunder. Nyamuk *Ae. aegypti* lebih banyak ditemukan berkembang biak di tempat-tempat penampungan air buatan, antara lain bak mandi, ember, vas bunga, tempat minum burung, kaleng bekas, ban bekas, dan sejenisnya di dalam rumah meskipun juga ditemukan di luar rumah di wilayah perkotaan. Sedangkan *Ae. albopictus* lebih banyak ditemukan di tempat penampungan air alami di luar rumah, seperti lubang pohon, potongan bambu dan sejenisnya terutama di wilayah pinggiran kota dan pedesaan, namun juga ditemukan di tempat penampungan buatan di dalam dan di luar rumah (Soegeng, 2004).

2. Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Hingga saat ini pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* merupakan cara utama yang dilakukan untuk memberantas penyakit DBD, karena vaksin untuk mencegah dan obat untuk membasmi virusnya belum tersedia. Cara pemberantasan yang dilakukan adalah terhadap jentiknyanya. Pemberantasan terhadap jentik *Aedes aegypti* dikenal dengan istilah Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD) yang dilakukan dengan cara, sebagai berikut (Departemen Kesehatan RI, 2005):

a. Fisik

Cara ini dikenal dengan kegiatan 3M, yaitu menguras (dan menyikat) bak mandi, bak WC dan lain-lain. Menutup tempat penampungan air di rumah tangga (tempayan, drum, dan lain-lain), serta mengubur dan menyingkirkan atau memusnahkan barang-barang bekas (seperti kaleng, ban, dan lain-lain). Pengurasan tempat-tempat penampungan air (TPA) dilakukan secara teratur sekurang-kurangnya seminggu sekali agar nyamuk tidak dapat berkembang biak di tempat tersebut (Soegeng, 2004).

b. Kimia

Cara pemberantasan jentik *Aedes aegypti* dengan menggunakan insektisida pembasmi jentik (larvasida). Larvasida yang biasa digunakan antara lain temephos. Formulasi temephos yang yang

digunakan adalah granules (*sand granules*). Larvasida dengan temephos mempunyai efek residu 3 bulan.

c. Biologi

Misalnya memelihara ikan pemakan jentik (ikan gupi, ikan cupang, ikan cetul). Dapat juga menggunakan *Basillus thuringiensis israeliensis* (*Bti*).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November – Desember 2018 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bejana plastik volume 5 liter sebagai wadah pemeliharaan benur udang, aerator untuk suplai oksigen, batu aerasi 24 buah, selang aerasi sepanjang 0,5 meter sebanyak 24 buah.

Pengukuran kualitas air menggunakan pH meter untuk mengukur derajat keasaman, *refractometer* untuk mengukur salinitas, dan termometer untuk mengukur suhu air. Scope net untuk menjaring benur udang. Alat lain untuk mengukur volume air payau adalah Erlenmeyer 500 ml dan gelas ukur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hewan uji berupa benur udang vaname (*L. vannamei*) stadium post larva yang didapat dari usaha pembibitan udang (*hatchery*) PT. Citra Larva Cemerlang. Bahan lain yang digunakan adalah larvasida *Bti* dalam bentuk Bactivec SL yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Air media pemeliharaan berupa air payau dan pakan benur udang berupa pelet dan *Artemia* sp.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan masing-masing perlakuan dilakukan 4 kali pengulangan. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 20 ekor benur udang vaname (*L. vannamei*) post larva 12 pada setiap perlakuan.

Adapun perlakuan yang diberikan akan disusun berdasarkan gambar berikut:

P5U2	P1U1	P4U3	P0U1	P3U4	P2U2
P1U4	P3U2	P0U3	P2U4	P5U3	P4U1
P2U3	P5U1	P3U1	P4U4	P0U4	P1U2
P5U4	P4U2	P1U3	P0U2	P2U1	P3U3

Gambar 2. Tata letak percobaan

Keterangan:

- P0 = Kontrol
- P1 = Konsentrasi *Bti* 20 ppm
- P2 = Konsentrasi *Bti* 40 ppm
- P3 = Konsentrasi *Bti* 60 ppm
- P4 = Konsentrasi *Bti* 80 ppm
- P5 = Konsentrasi *Bti* 100 ppm
- U1 = Ulangan ke-1
- U2 = Ulangan ke-2
- U3 = Ulangan ke-3
- U4 = Ulangan ke-4

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap Persiapan

Wadah pemeliharaan benur udang vaname (*L. vannamei*) menggunakan bejana plastik volume 5 liter. Sebelum digunakan harus dibersihkan terlebih dahulu. Pengisian air dilakukan setelah bejana plastik kering. Air yang merupakan air payau yang diperoleh dari *hatchery*. Pengisian air ke dalam tiap bejana plastik pemeliharaan sebanyak 2,5 liter. Aerator yang dihubungkan dengan selang dipasang untuk aerasi tiap bejana plastik. Setiap bejana plastik diberi tanda perlakuan yang terdiri dari perlakuan P0 (Kontrol), P1 (20 ppm), P2 (40 ppm), P3 (60 ppm), P4 (80 ppm), dan P5 (100 ppm). Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 4 kali.

Benur udang vaname (*L. vannamei*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah PL 12 yang berasal dari PT. Citra Larva Cemerlang Kalianda Lampung Selatan. Benur udang tersebut diaklimatisasi dalam bak pemeliharaan sementara dengan diberi pakan, dan aerasi yang baik. Tujuan dari aklimatisasi adalah agar benur udang dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru.

2. Pemberian Perlakuan

Dalam tiap bejana plastik yang telah terisi air payau diisi benur udang vaname sebanyak 20 ekor. Selanjutnya ditambahkan larvasida *Bti* Bactivec SL sebanyak 20 ppm untuk bejana plastik P1, 40 ppm untuk bejana plastik

P2, 60 ppm untuk bejana plastik P3, 80 ppm untuk bejana plastik P4, dan 100 ppm untuk bejana plastik P5.

3. Pemeliharaan Hewan Uji

Pemeliharaan benur udang vaname dilakukan selama 7 hari. Pemeliharaan dapat dilakukan dengan pemberian pakan sebanyak dua kali sehari, setiap pagi dan sore hari berupa pelet dan *Artemia* sp.

4. Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, salinitas dan pH.

Pengukuran suhu menggunakan termometer, salinitas menggunakan *refractometer* dan pH menggunakan pH meter yang dilakukan setiap hari.

E. Pengambilan Data

1. Mortalitas

Perhitungan mortalitas benur udang vaname (*L. vannamei*) dilakukan dengan menghitung jumlah benur udang vaname (*L. vannamei*) yang mati setiap 24 jam sekali setelah pemberian perlakuan hingga 7 hari. Penentuan mortalitas berdasarkan Effendie 1997

$$M = \frac{N_0 - N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

M = Mortalitas (%)

N_t = Jumlah benur udang akhir pemeliharaan (ekor)

No = Jumlah benur udang awal pemeliharaan (ekor)

2. Pertumbuhan

Data pertumbuhan benur udang vaname (*L. vannamei*) diperoleh dengan melakukan pengukuran panjang udang dari bagian rostrum sampai bagian uropod dan berat benur udang. Pengukuran panjang dan berat tubuh benur udang vaname (*L. vannamei*) dilakukan pada awal sebelum perlakuan dan akhir setelah perlakuan. Perhitungan berat dan panjang udang sesuai dengan rumus Effendie (1979), yaitu :

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:

W = Pertumbuhan berat udang (g)

W_t = Berat benur udang pada akhir pemeliharaan (g)

W_o = Berat benur udang awal pemeliharaan (g)

$$L = L_t - L_o$$

Keterangan:

L = Pertumbuhan panjang udang (cm)

L_t = Panjang benur udang pada akhir pemeliharaan (cm)

L_o = Panjang benur udang awal pemeliharaan (cm)

3. Kelulushidupan (*Survival Rate*)

Tingkat kelulushidupan populasi adalah persentase jumlah individu yang berpeluang hidup selama masa pemeliharaan untuk menentukan produksi

yang akan didapat (Najayati, 1992). Perhitungan kelulushidupan benur udang vaname (*L. vannamei*) menurut Effendie 1979 adalah sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Kelulushidupan benur udang (%)

Nt = Jumlah benur udang pada akhir pemeliharaan (ekor)

No = Jumlah benur udang awal pemeliharaan (ekor)

4. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari, yang meliputi:

1. pH atau derajat keasaman yang diukur menggunakan pH meter digital.
2. Suhu diukur menggunakan termometer.
3. Salinitas diukur menggunakan *refractometer*.

F. Analisis Data

Data pertumbuhan berupa berat dan panjang tubuh udang vaname (*L. vannamei*) dianalisis menggunakan ANOVA dengan taraf $\alpha = 0,05$. Sedangkan data-data berupa mortalitas benur udang vaname (*L. vannamei*) kelulushidupan dan kualitas air selama pemeliharaan yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan pemberian *Bti* sebagai larvasida vektor DBD dengan berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi benur udang vaname (*L. vannamei*), sehingga larvasida tersebut dapat digunakan untuk pemberantasan vektor DBD pada *hatchery* dan tambak udang vaname (*L. vannamei*).

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu pemeliharaan benur udang vaname (*L. vannamei*) dalam jangka waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Akuakultur. 2015. *Pesan Peduli Lingkungan dan Kemandirian*. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. Edisi No. 8 Tahun ke-III Bulan Mei-Juni.
- Atmomarsono, M. Supito, Mangampa, M. Pitoyo, H. Lideman, Tjahyo, S.H. Akhdiat, I. Wibowo, H. Ishak, M. Basori, A. Wahyono, N.T. Latief, S.S. dan Akmal. 2014. *Seri Panduan Perikanan Skala Kecil Budidaya Udang vannamei Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL)*. Tim Perikanan WWF-Indonesia.
- Bahagiawati. 2002. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* sebagai Bioinsektisida. *Bulletin Agrobio*. 5(1). Bogor.
- Briggs, M., Smith, S. F., Subasinghe, R., and Phillips, M. (2004). *Introduction and movement of Penaeus vannamei and Penaeus stylirostris in Asia and the Pacific*. RAP Publication. 10.
- CP Prima. 1993. *Panduan Budidaya Udang Windu Semi Intensif*. Pusat Pengembangan Budidaya Udang Windu Semi Intensif. Surabaya
- Dent, D. R. 1993. The Use of *Bacillus thuringiensis* as Insecticide. In Jones, D.G. (Ed). *Exploitation of Microorganisms*. Chapman and Hall.
- Departemen Kesehatan RI. 2002. *Pedoman Survei Entomologi Demam Berdarah Dengue*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. 2005. *Pencegahan dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue di Indonesia*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. 2007. *Modul Pelatihan Bagi Pengelola Program Pengendalian Penyakit Demam Berdarah di Indonesia*. Dirjen P2PL Depkes RI. Jakarta.
- Djojosumarto, P. 2000. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan). 2007. *Statistik Perikanan Budidaya Indonesia*. Jakarta. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor.
- Effendie, M. I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Cetakan Pertama. Yayasan Dwi Sri. Bogor.
- Ekawati, A.W., Rustidja, Marsoedi, and Maheno. 1995. *Studi Tentang Pertumbuhan Udang Windu (Penaeus monodon Fab.) Pada Tambak Tradisional Plus di Sidoharjo Jawa Timur*. Buletin Ilmiah Perikanan Edisi V. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Faraline, Lidwina Tripsila; Suharjono; Zulfaidah P.G; dan Nobukazu Nakagoshi. 2013. Studi Toksisitas *Bacillus thuringiensis* Isolat Lokal Jawa Timur Berdasarkan Ketinggian Tempat Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Biotropika*. Edisi 1(3).
- Fathi, S; Keman; dan Wahyuni, C.U. 2005. Peran Faktor Lingkungan dan Perilaku Terhadap Penularan Demam Berdarah Dengue di Kota Mataram. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(1).
- Hakim, Lukman; Roy N.R; Sugianto; Bloudine Ch; dan Umi Widyastuti. 2004. Efikasi Larvasida *Bacillus Sphaericus* dan *Bacillus thuringiensis* Serotype H-14 (BTI H-14) terhadap Larva Nyamuk *Anopheles sundaicus* dan Pengaruhnya terhadap Benur Udang. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 4(1).
- Hakim, Lukman; Roy N.R; Sugianto. 2012. Efektivitas *Bacillus thuringiensis* Serotipe H-14 (BTI H-14) terhadap Jentik *Anopheles sundaicus* Tanpa Mematikan Benur Udang. *Hasil Penelitian*. 39(9).
- Haliman, R.W., and Adijaya, D.S. 2005. *Udang Vannamei: Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Handari, R, D. 2012. *Teknologi dan Kontrol Kualitas Pengolahan Pakan di PT. Charoen Pokphand Sidoarjo Jawa Timur*. Laporan Praktek Kerja Lapangan. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2016. *Peta Sentra Produksi Perikanan Budidaya*. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya.
- Marihati, Mulyati dan Nilawati. 2013. Budidaya *Artemia salina* sebagai Diversifikasi Produk dan Biokatalisator Percepatan dan Penguapan di Ladang Garam. Peneliti Madaya Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. *Jurnal Agromedia* 31(1).

- 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).
- Milne, R. AZ. Ge. De. Rivers, and D. H. Dean. 1990. *Specificity of Insecticidal Crystal Proteins : Implication for Industrial Standardization*. Dalam Hickie, L. A. dan W. L. Petch (Editor). *Analytical Chemistry of Bt*. American Chemical Society. Washington DC.
- Najayati, Sri. 1992. *Memelihara Ikan Lele Dumbo di Kolam Taman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nginak, James., Haryono Semangun., Jubhar C. Mangimbulude, dan Ferdy S. Rondonuwu. 2013. Komponen Senyawa Aktif pada Udang Serta Aplikasinya dalam Pangan. *Sains Medika*. 5(2):128-145.
- Pratiwi, Rianta. 2008. Aspek Biologi Udang Ekonomis Penting. *Oseana*. XXXIII(2):15-24.
- Perwitasari, Dian, D.Anwar Musadad, Helper Sahat P Manalu, Amrul Munif. 2015. Pengaruh Beberapa Dosis *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* Serotype H14 terhadap Larva *Aedes aegypti* di Kalimantan Selatan. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 14:(3), 229-237.
- Rasko DA, Altherr MR, Han CS, Ravel J. 2005. Genomics of the *Bacillus cereus* group of organisms. *FEMS Microbiol Rev*. 29(2):303–329.
- Sa'adah, Wachidatus dan Ahmad Fathur Roziqin. 2018. Upaya Peningkatan Pemasaran Benur Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Artha Maulana Agung (AMA) Desa Pecaron, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. 4(1):84-97.
- Salaki, C. L., Situmorang, J., dan Sembiring, L. 2009. Isolation and Characterization of Indonesian Indigenous Bacteria (*Bacillus thuringiensis*) which are Potential for Biological Control Agent Against Cabbage Heart Caterpillar (*Crocidolomia binotalis* Zell). *Jurnal Eugennia*, hal. 1-6.
- Shieh, T. R. 1994. Identification and Clasification of *Bacillus thuringiensis*. *Dalam Kumpulan Makalah Seminar Bacillus thuringiensis*. Komisi Pesticida, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Soegeng, Soegijanto. 2004. *Demam Berdarah Dengue*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Suyanto, R dan Mudjiman, A. 2001.. *Budidaya Udang Windu*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Swadener, C. 1994. *Bacillus thuringiensis*. Northwest Coalition for Alternative to Pesticides. Ottawa. *Journal of Pesticides Reform*.14(3): 13-20.
- Trizelia. 2001. Makalah Pemanfaatan *Bacillus thuringiensis* untuk Pengendalian *Hama Crocidolomia binotalis*. IPB. Bogor.
- Wardoyo, T.H. 1997. Pengelolaan kualitas air tambak udang. *Makalah disajikan pada Pelatihan Manajemen Tambak Udang dan Hatchery (PMTUH)* HIMAKUA. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- WHO. 1999. Microbial Pest Control Agent *Bacillus thuringiensis*. Geneva.
- Widigdo, B. 2013. *Bertambak Udang dengan Teknologi Biocrete*. Kompas Media Nusantara. Jakarta.
- Wyban, J. W., and Sweeney, J.N. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. Honolulu. Hawaii, USA: The Oceanic Institute Shrimp Manual.
- Yuliati, E. 2009. Analisis strategi Pengembangan Usaha Pembenihan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*): Kasus pada PT Suri Tani Pemuka, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Skripsi*. Departemen Agribisnis Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.
- Zeigler, D. R. 1999. *Bacillus Genetic Stock Center of Strains, Part 2: Bacillus thuringiensis dan Bacillus cereus*. The Ohio State University. USA.