



**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS TEMEPHOS DENGAN  
*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* TERHADAP MORTALITAS NYAMUK  
*Aedes aegypti* DARI TIGA KELURAHAN DI KOTA SAMARINDA**

**COMPARISON OF EFFECTIVENESS BETWEEN TEMEPHOS AND *Bacillus thuringiensis* var.  
*israelensis* ON MORTALITY OF *Aedes aegypti* MOSQUITO FROM THREE SUBDISTRICTS IN  
SAMARINDA CITY**

**Sri Nadyar Ekawati<sup>1</sup>, Nova Hariani<sup>2\*</sup>, Sudiastuti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorium Ekologi dan Sistematika Hewan, FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mulawarman

\*Corresponding author: nova.ovariani@gmail.com

Naskah Diterima: 04 Mei 2018; Direvisi: 07 Agustus 2018; Disetujui: 07 Desember 2018

**Abstrak**

Pengendalian vektor penyakit demam berdarah (DBD) di Indonesia menggunakan larvasida temephos telah berlangsung lebih dari 30 tahun, oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas temephos dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* yang merupakan larvasida jenis baru dari agen biologi terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan efektivitas temephos dengan *B. thuringiensis* var. *israelensis* terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* dari tiga Kecamatan di Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Utara Kelurahan Gunung Lingai, Samarinda Ulu Kelurahan Air Putih dan Sungai Kunjang Kelurahan Loa Bakung. Metode yang digunakan adalah metode *bioassay*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temephos tidak efektif untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dari tiga kelurahan yang diamati, dengan  $LC_{50,24 \text{ jam}}$  sebesar 1,88–2,24 ppm dan  $LC_{90,24 \text{ jam}}$  sebesar 2,07–3,59 ppm. Sementara itu, *B. thuringiensis* var. *israelensis* masih efektif untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dari ketiga kelurahan yang diamati, dengan  $LC_{50,24 \text{ jam}}$  sebesar 0,93–1,00 mL/50 L air dan  $LC_{90,24 \text{ jam}}$  sebesar 1,05–1,11 mL/50 L air. Hal ini berarti penggunaan *B. thuringiensis* var. *israelensis* dengan dosis yang dianjurkan pemerintah masih efektif untuk mengendalikan populasi nyamuk *Ae. aegypti*.

**Kata kunci:** *Aedes aegypti*; *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*; DBD; Mortalitas; Temephos

**Abstract**

*The control of dengue hemorrhagic fever (DHF) vector in Indonesia using larvicide temephos has been ongoing for more than 30 years. Hence, it is necessary to assess the effectiveness of temephos compared to Bacillus thuringiensis var. israelensis which is a new type of biological larvicide agent against Aedes aegypti mosquito larvae. This study aimed to determine the effectiveness of temephos compared to B. thuringiensis var. israelensis against mortality of Ae. aegypti mosquito larvae sampled from three subdistricts in Samarinda namely Samarinda Utara Subdistrict Gunung Lingai, Samarinda Ulu Subdistrict Air Putih, and Sungai Kunjang Subdistrict Loa Bakung. The method used was bioassay. The results showed that temephos was not effective in killing Ae. aegypti mosquito larvae from the three subdistricts observed, with  $LC_{50,24 \text{ hours}}$  by 1.88–2.24 ppm, and  $LC_{90,24 \text{ hours}}$  by 2.07–3.59 ppm. Meanwhile, B. thuringiensis var. israelensis is still effective in killing Ae. aegypti mosquito larvae from the three subdistricts observed, with  $LC_{50,24 \text{ hours}}$  by 0.93–1.00 mL/50 L of water and  $LC_{90,24 \text{ hours}}$  by 1.05–1.11 mL/50 L of water. Those results mean that the application of B. thuringiensis var. israelensis with the recommended dosage of the government is still effective in controlling the population of Ae. aegypti.*

**Keywords:** *Aedes aegypti*; *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*; DHF; Mortality; Temephos

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v12i1.7894>

## PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) telah menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia selama 47 tahun terakhir. Sejak tahun 1968 terjadi peningkatan jumlah provinsi dan kabupaten/kota yang mengalami penyebaran penyakit DBD, dari 2 provinsi dan 2 kota, menjadi 34 provinsi dan 436 kabupaten/kota. Angka kesakitan atau *Incidence Rate* (IR) penyakit DBD dari tahun 1968 sampai 2015 cenderung terus meningkat. Provinsi Kalimantan Timur selalu berada pada lima Provinsi dengan IR tertinggi dari tahun 2012–2015 (Infodatin, 2015).

Samarinda merupakan salah satu wilayah endemis DBD (Anwar & Adi, 2015). Angka kesakitan DBD di Kota Samarinda pada tahun 2015 tercatat sebanyak 1.541 kasus, dengan penderita DBD tertinggi ditemukan di Kecamatan Sungai Kunjang, menyusul tertinggi kedua ditemukan di Kecamatan Samarinda Ulu. *Case Fatality Rate* (CFR) terjadi sebanyak 9 kasus, yaitu di Kecamatan Samarinda Utara, Samarinda Ulu, Sungai Kunjang dan Palaran (Dinas Kesehatan Kota Samarinda, 2016). Penyakit DBD di Samarinda pertama kali dilaporkan pada tahun 1988 yang terjadi pada seorang anak di Kecamatan Palaran. Hingga saat ini, kasus DBD terjadi di Samarinda setiap tahun.

Nyamuk merupakan salah satu vektor yang bertanggung jawab dalam menularkan berbagai jenis penyakit yang disebabkan oleh parasit atau virus, terutama di daerah tropis dan daerah subtropis. Genus nyamuk yang paling banyak ditemukan adalah *Aedes*, *Anopheles* dan *Culex* (Wijayanti *et al.*, 2015). Menurut Soedarto (2012), nyamuk genus *Aedes* merupakan vektor penyakit DBD. Terdapat dua vektor utama *dengue* yaitu *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*.

Pemberantasan nyamuk *Ae. aegypti* dan habitatnya merupakan cara yang paling utama untuk menurunkan penyakit DBD. Hal ini dilakukan karena vaksin untuk mencegah dan obat untuk membasmi virus DBD belum tersedia. Pemberantasan ini dilakukan dengan memberantas nyamuk dewasa ataupun jentik-nya. Pengendalian yang paling sering dilakukan saat ini adalah pengendalian secara kimiawi, karena dianggap bekerja secara efektif. Pengendalian yang dilakukan adalah

dengan membunuh larva dari vektor untuk memutus rantai penularannya dengan menggunakan temephos (Nugroho, 2011).

Cara lain untuk memberantas larva nyamuk dengan menggunakan musuh alaminya. Bakteri *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) diketahui efektif dan bersifat sangat spesifik, yaitu toksik terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Bakteri ini juga aman bagi manusia dan organisme non target (Triprisila *et al.*, 2013). Susanti dan Kesetyaningisih (2007) menambahkan bahwa *B. thuringiensis* mempunyai daya insektisida yang spesifik terhadap beberapa famili serangga dalam ordo *Diptera*.

Selama ini untuk mengendalikan nyamuk vektor digunakan temephos dengan saran pemberian produk patennya sebanyak 10 g/100 L yang sudah digunakan lebih dari 30 tahun. Saat ini Kemenkes RI merilis larvasida jenis baru dari kelompok agen biologi, yaitu *B. thuringiensis* var. *israelensis*, yang merupakan bahan pengendali alami dalam pemberantasan larva vektor DBD. Belum ada laporan tentang perbandingan efektivitas antara temephos dengan *B. thuringiensis* var. *israelensis*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas temephos yang dibandingkan dengan *B. thuringiensis* var. *israelensis* terhadap sampel larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari tiga Kecamatan yang mengalami CFR di Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Utara, Samarinda Ulu, dan Sungai Kunjang.

## MATERIAL DAN METODE

### Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2017. Sampling larva nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan tiga Kecamatan di Samarinda, yaitu Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Sungai Loa Bakung.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larvasida temephos, *B. thuringiensis* var. *israelensis*, larva nyamuk (*Ae. aegypti*) instar ke III dari Kelurahan Air Putih, Loa Bakung, dan Gunung Lingai Kota Samarinda, kertas saring, tisu, air, mencit (*Mus musculus*), pelet, kertas label dan larutan gula 10%.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan

1 kontrol yang diulangi sebanyak 4x. Keempat perlakuan terdiri dari 4 macam konsentrasi temephos, yaitu 0,5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, dan 4 ppm, dengan anjuran pemakaian sebanyak 10 g/100 L. Sementara itu, konsentrasi *B. thuringiensis* yang diuji adalah 0,5 mL/50 L air, 1 mL/50 L air, 2 mL/50 L air, dan 4 mL/50 L air, dengan anjuran pemakaian sebanyak 1 mL (20 tetes)/50 L (Kemenkes RI, 2018).

### Pengambilan Sampel di Lapangan

Pengambilan sampel dilakukan di tiga Kelurahan di Samarinda, yaitu Air Putih, Loa Bakung, dan Gunung Lingai. Pengambilan sampel nyamuk menggunakan *ovitrap* di rumah warga yang tidak memiliki penampungan air, yang pada setiap kelurahan *ovitrap* diletakkan sebanyak 10 buah. Sementara itu, sampling larva nyamuk dilakukan pada penampungan air warga. *Ovitrap* diperiksa secara berkala hingga didapatkan telur atau larva, kemudian diambil dan dipelihara di laboratorium.

### Uji *Bioassay* Temephos dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

Pengujian menggunakan larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III. Larva ini diaklimatisasi didalam wadah selama 1 hari dan diberi makan. Wadah uji berisi konsentrasi temephos dan *B. thuringiensis* var. *israelensis* sesuai dengan perlakuan dengan 1 kontrol. Setiap perlakuan berisi 100 mL dan diulang sebanyak 4x. Masing-masing ulangan menggunakan 10 ekor larva instar III. Jumlah kematian larva nyamuk diamati pada 1, 2, 4, 8, dan 24 jam setelah pendedahan.

### Analisis Data

Data mortalitas digunakan untuk mendapatkan nilai *Lethal Concentration* ( $LC_{50,24Jam}$  dan  $LC_{90,24Jam}$ ) yang dianalisis dengan menggunakan POLO-PC (LeOra Software, 2004). Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel.

## HASIL

### Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Persentase mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung, akibat pemberian konsentrasi berbeda temephos dan

*B. thuringiensis* var. *israelensis* dapat dilihat pada Tabel 1.

Setiap konsentrasi temephos memiliki sifat toksik yang berbeda sesuai dengan konsentrasi yang digunakan, yaitu 0,5 ppm, 1 ppm, 2 ppm dan 4 ppm. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan semakin tinggi persentase mortalitas larva. Mortalitas larva *Ae. aegypti* tertinggi ditemukan pada konsentrasi 4 ppm pada larva yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai dan Air Putih, dengan mortalitas sebesar 97,5%. Pada konsentrasi 2 ppm mortalitas larva tertinggi didapatkan pada larva yang berasal dari Kelurahan Air Putih sebesar 80%, mortalitas terendah ditemukan pada larva berasal dari Kelurahan Loa Bakung sebesar 22,5%. Perlakuan dengan konsentrasi 0,5 ppm dan 1 ppm pada pengamatan 24 jam tidak mengakibatkan kematian larva nyamuk *Ae. aegypti*.

### Nilai *Lethal Concentration* ( $LC_{50,24Jam}$ dan $LC_{90,24Jam}$ ) Terhadap Temephos dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

Hasil berupa persentase mortalitas larva nyamuk *Ae. Aegypti* akibat pemberian konsentrasi temephos dan *B. thuringiensis* selama 24 jam digunakan untuk menentukan nilai *lethal concentration* ( $LC_{50,24 Jam}$  dan  $LC_{90,24 Jam}$ ) dan *lethal time* ( $LT_{50,24 Jam}$  dan  $LT_{90,24 Jam}$ ), yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menjelaskan hasil penghitungan *lethal concentration* ( $LC_{50,24 Jam}$  dan  $LC_{90,24 Jam}$ ) larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih dan Loa Bakung akibat pemberian temephos pada konsentrasi yang berbeda. Nilai  $LC_{50,24 jam}$  dan  $LC_{90,24 Jam}$  tertinggi ditemukan pada Kelurahan Loa Bakung sebesar 2,24 ppm dan 3,59 ppm, sedangkan nilai terendah ditemukan dari Kelurahan Air Putih sebesar 1,88 ppm dan 2,07 ppm. Perlakuan menggunakan temephos dengan konsentrasi berbeda-beda pada setiap kelurahan yang diamati menunjukkan bahwa nilai LC pada perlakuan uji lebih tinggi daripada konsentrasi yang dianjurkan oleh Kemenkes RI yang sebesar 1 ppm. Hasil ini memperlihatkan bahwa temephos 1 ppm tidak dapat membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* sebesar 50% dan 90% selama 24 jam. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa temephos

sudah tidak efektif digunakan dalam pengendalian larva *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung.

Hasil penghitungan *lethal concentration* ( $LC_{50,24 \text{ Jam}}$  dan  $LC_{90,24 \text{ Jam}}$ ) pada larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung setelah pemberian *B. thuringiensis* dengan

konsentrasi berbeda dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai  $LC_{50,24 \text{ jam}}$  tertinggi terjadi pada larva nyamuk dari Air Putih sebesar 1,00 mL dan nilai  $LC_{50,24 \text{ Jam}}$  terendah adalah dari Gunung Lingai sebesar 0,93 mL. Sementara itu, nilai  $LC_{90,24 \text{ Jam}}$  tertinggi terjadi pada larva nyamuk dari Air Putih sebesar 1,11 mL, sedangkan nilai  $LC_{50\&90,24 \text{ Jam}}$  terendah adalah dari Gunung Lingai sebesar 1,05 mL.

**Tabel 1.** Persentase mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* setelah pemberian temephos dan *B. thuringiensis* var. *israelensis* selama 24 jam paparan

| Kelurahan     | Mortalitas 24 jam (%) |     |   |      |      |                                       |     |      |      |     |
|---------------|-----------------------|-----|---|------|------|---------------------------------------|-----|------|------|-----|
|               | Temephos (ppm)        |     |   |      |      | <i>B. thuringiensis</i> (mL/50 L air) |     |      |      |     |
|               | 0                     | 0,5 | 1 | 2    | 4    | 0                                     | 0,5 | 1    | 2    | 4   |
| Gunung Lingai | 0                     | 0   | 0 | 62,5 | 97,5 | 0                                     | 0   | 72,5 | 100  | 100 |
| Air Putih     | 0                     | 0   | 0 | 80   | 97,5 | 0                                     | 0   | 50   | 92,5 | 100 |
| Loa Bakung    | 0                     | 0   | 0 | 22,5 | 92,5 | 0                                     | 0   | 77,5 | 100  | 100 |

**Tabel 2.** Nilai *lethal concentration* ( $LC_{50,24 \text{ Jam}}$  dan  $LC_{90,24 \text{ Jam}}$ ) larva nyamuk *Aedes aegypti* terhadap temephos setelah 24 jam

| Kelurahan     | <i>Lethal concentration</i> ( $LC_{50,24 \text{ Jam}}$ dan $LC_{90,24 \text{ Jam}}$ ) |           |                       |           |                       |
|---------------|---|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
|               | Nilai $LC_{50}$ (ppm)   | Limit     | Nilai $LC_{90}$ (ppm) | Limit     | <i>Slope</i>          |
| Gunung Lingai | 1,90  | 1,72–2,08 | 2,82                  | 2,52–3,36 | 7,45±1,26             |
| Air Putih     | 1,88  | 0         | 2,07                  | 0         | 30,47±10 <sup>7</sup> |
| Loa Bakung    | 2,24  | 1,9–2,54  | 3,59                  | 3,08–4,98 | 6,25±0,95             |

**Tabel 3.** Nilai *lethal concentration* ( $LC_{50,24 \text{ Jam}}$  dan  $LC_{90,24 \text{ Jam}}$ ) larva nyamuk *Aedes aegypti* pemberian *B. thuringiensis* var. *israelensis* selama 24 jam

| Kelurahan     | <i>Lethal concentration</i> ( $LC_{50,24 \text{ Jam}}$ dan $LC_{90,24 \text{ Jam}}$ ) |       |                      |       |                         |
|---------------|---|-------|----------------------|-------|-------------------------|
|               | Nilai $LC_{50}$ (mL)  | Limit | Nilai $LC_{90}$ (mL) | Limit | <i>Slope</i>            |
| Gunung Lingai | 0,93  | 0     | 1,05                 | 0     | 29,17±5.10 <sup>6</sup> |
| Air Putih     | 1,00  | 0     | 1,11                 | 0     | 27,23±4.10 <sup>6</sup> |
| Loa Bakung    | 0,96  | 0     | 1,11                 | 0     | 29,13±9.10 <sup>6</sup> |

## PEMBAHASAN

### Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*

Konsentrasi temephos 1 ppm merupakan konsentrasi standar yang dianjurkan oleh Kemenkes RI untuk penggunaan temephos yang berarti bahwa konsentrasi tersebut dapat membunuh 100% larva selama 24 jam. Namun pada penelitian ini konsentrasi temephos 1 ppm selama 24 jam tidak dapat membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dari ketiga kelurahan yang diamati. Hal ini diduga telah terjadi resistensi larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung terhadap temephos. Menurut Grisales *et al.* (2013) dan

Prasetyowati *et al.* (2016), resistensi terhadap temephos terjadi apabila vektor tidak dapat dibunuh oleh dosis standar, atau berhasil menghindari kontak insektisida melalui fenomena evolusi. Penggunaan insektisida kimia dalam jangka lama dengan frekuensi per tahun yang tinggi secara bertahap akan menekan dan menyeleksi serangga sasaran untuk menjadi toleran sampai resisten. Goindin *et al.* (2017) menambahkan bahwa untuk mengurangi resistensi diperlukan kombinasi dari beberapa insektisida. Fuadzy dan Hendri (2015) menambahkan, temephos telah digunakan dalam program pengendalian vektor sejak tahun 1980 dan hingga saat ini masih

tetap digunakan oleh pemerintah untuk menekan populasi vektor di wilayah endemis DBD. Pemakaian insektisida sintetik secara terus-menerus dan berulang-ulang selama kurun waktu 2–20 tahun dapat mengakibatkan munculnya resistensi. Ahmad *et al.* (2009) melaporkan bahwa penggunaan insektisida malathion di Kota Bandung, Jakarta, Surabaya dan Palu selama lebih dari 32 tahun menyebabkan *Ae. aegypti* dari kota tersebut sudah resisten terhadap malathion.

Fenomena resistensi ini juga dapat dipercepat oleh faktor internal dari nyamuk itu sendiri, seperti terjadinya perubahan secara genetik. Menurut Fuadzy dan Hendri (2015), beberapa faktor resiko dominan yang dapat mempengaruhi laju perkembangan resistensi adalah faktor genetik, ekologi dan fisiologi. Secara genetik, nyamuk akan mengalami seleksi secara genetik bila kontak dengan insektisida, yang mengakibatkan keragaman genetik. Pada dasarnya nyamuk memiliki gen resistensi yang disebut gen R dan berpasangan dengan gen +. Pada contoh lain, Trisna *et al.* (2018) melaporkan bahwa 6 strain nyamuk *Ae. aegypti* dari Kota Bandung sudah resisten terhadap permetrin. Perkembangan resistensi pada semua strain ini disebabkan oleh faktor internal, yaitu genetik nyamuk.

Pada konsentrasi temephos 2 ppm dan 4 ppm terjadi peningkatan mortalitas larva *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung. Pada konsentrasi temephos 2 ppm persentase mortalitas larva berbeda, yaitu larva nyamuk yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai dan Air Putih memiliki mortalitas lebih dari 50%, sedangkan larva yang berasal dari Kelurahan Loa bakung memiliki mortalitas kurang dari 50%. Hal ini diduga di Kelurahan Loa Bakung penggunaan temephos sudah lebih lama dilakukan dengan frekuensi yang tinggi untuk mengendalikan larva nyamuk *Ae. aegypti* dibandingkan dengan dua Kelurahan lainnya. Menurut Sinaga *et al.* (2016), terjadinya perbedaan kerentanan larva terhadap temephos antara daerah satu dengan yang lain karena intensitas dan lama penggunaan insektisida yang berbeda. Semakin sering digunakan suatu insektisida, akan semakin cepat pula terjadinya resistensi. Putra *et al.* (2016) melaporkan bahwa tingkat resistensi

*Ae. aegypti* dari berbagai wilayah di Jawa Barat terhadap beberapa insektisida juga berbeda-beda mulai dari tidak resisten sampai dengan resisten sedang adalah 0,78–7,40x.

Persentase mortalitas larva tertinggi terjadi pada konsentrasi temephos 4 ppm. Mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari semua kelurahan, Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung melebihi 90%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi temephos yang digunakan semakin tinggi nilai persentase mortalitas larva. Menurut Ridha dan Nisa (2012), semakin tinggi konsentrasi larvasida yang digunakan, yang berarti semakin tinggi pula kandungan bahan aktif di dalamnya, sehingga semakin efektif dalam membunuh larva *Ae. aegypti*.

Persentase mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* dengan pemberian *B. thuringiensis* pada konsentrasi yang berbeda selama 24 jam (Tabel 1) bahwa Semakin tinggi konsentrasi *B. thuringiensis*, semakin tinggi nilai persentase mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung. Mortalitas larva tertinggi dengan persentase sebesar 100% pada konsentrasi *B. thuringiensis* 4 mL/50 L air, terjadi pada larva yang berasal dari ketiga kelurahan yang diamati. Pada konsentrasi *B. thuringiensis* 2 mL/50 L air, mortalitas larva tertinggi didapatkan pada larva yang berasal dari Gunung Lingai dan Loa Bakung dengan persentase sebesar 100%, diikuti dengan mortalitas larva yang berasal dari kelurahan Air Putih sebesar 92,5%. Mortalitas larva tertinggi pada konsentrasi *B. thuringiensis* 1 mL/50 L air didapatkan pada larva yang berasal dari Kelurahan Loa Bakung sebesar 77,5%, diikuti larva yang berasal dari Gunung Lingai sebesar 72,5% dan terakhir pada larva yang berasal dari kelurahan Air Putih sebesar 50%. Sementara itu, pada konsentrasi *B. thuringiensis* 0,5 mL/50 L air tidak ditemukan kematian larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Konsentrasi *B. thuringiensis* yang dianjurkan oleh Kemenkes RI adalah sebesar 1 mL/50 L air. Pada konsentrasi ini didapatkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung. Kisaran persentase kematian larva adalah 50–77,5% pada peng-

amatan selama 24 jam. Persentase mortalitas larva pada ketiga kelurahan melebihi 50%. Konsentrasi *B. thuringiensis* 0,5 mL/50 L air tidak menyebabkan kematian selama 24 jam.

Perlakuan dengan konsentrasi *B. thuringiensis* 2 mL/50 L air dan 4mL/50L air menyebabkan terjadinya peningkatan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari Kelurahan Gunung Lingai, Air Putih, dan Loa Bakung, sehingga mencapai kematian 100%. Semakin tinggi konsentrasi *B. thuringiensis* berarti semakin banyak pula kristal protein yang dihasilkan bakteri ini untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*. Menurut Gama *et al.* (2010), kristal protein masuk ke dalam saluran pencernaan larva nyamuk melewati membran tropik, yang kemudian terikat pada reseptor khusus yang terdapat pada *microvilli* sel epitel *mesenteron*. Setelah berikatan, toksin akan membentuk pori-pori kecil berukuran 0,5–0,1 nm. Hal ini mengakibatkan keseimbangan osmotik dari sel menjadi terganggu, sehingga ion-ion dan air mudah masuk ke dalam sel, menyebabkan sel mengembang, mengalami pecah, hingga lisis atau hancur. Setelah larva tersebut mati, warnanya terlihat lebih muda daripada yang sehat, yaitu pada bagian yang lisis tampak transparan. Perubahan warna biasanya dimulai dari anterior kebagian posterior.

#### **Nilai Lethal Concentration (LC<sub>50,24 Jam</sub> dan LC<sub>90,24 Jam</sub>) Terhadap Temephos dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis***

Menurut WHO dalam Istiana *et al.* (2012), dosis diagnostik untuk mendeteksi adanya resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos adalah jika nilai LC<sub>90</sub>  $\geq$  0,02 ppm, sehingga apabila LC<sub>90</sub> selama 24 jam melebihi angka tersebut, maka populasi *Ae. aegypti* dinyatakan resisten. Terjadinya resistensi *Ae. aegypti* di ketiga kelurahan yang diamati diduga disebabkan oleh penggunaan dosis yang tidak sesuai dengan anjuran. Hal ini didasarkan atas adanya fakta bahwa penduduk kebanyakan takut terhadap adanya efek samping pemberian temephos terhadap kesehatan keluarga. Selain itu, karena bau temephos yang kurang sedap, mereka mengurangi dosis yang seharusnya. Pemberian temephos yang tidak teratur dapat mempengaruhi kejadian resistensi di daerah, yaitu karena pemberian yang tidak

teratur dapat menyebabkan perubahan kepekaan.

Nilai LC<sub>50,24 jam</sub> dari larva yang berasal dari ketiga kelurahan yang diamati berkisar 0,93–1,00 mL. Hal ini menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* var. *israelensis* masih efektif untuk mengendalikan populasi larva nyamuk *Ae. aegypti*. Konsentrasi yang digunakan adalah konsentrasi yang dianjurkan pemerintah (Kemenkes RI, 2018), yaitu 1 mL/50 L air. Penggunaan *B. thuringiensis* di tiga kelurahan ini diduga relatif baru digunakan dan frekuensinya tidak sering. Hal itu dikarenakan *B. thuringiensis* belum bebas diperjualbelikan, dan kemungkinan hanya kalangan masyarakat yang mengetahui tentang *B. thuringiensis* yang menggunakannya sebagai pengendali larva nyamuk *Ae. aegypti*. Pemerintah belum melakukan sosialisasi secara menyeluruh tentang *B. thuringiensis* kepada masyarakat sebagai program pengendalian larva nyamuk *Ae. aegypti*. Menurut penelitian Perwitasari *et al.* (2015), penggunaan *B. thuringiensis* di Kalimantan Barat efektif digunakan pada konsentrasi anjuran pemakaian *B. thuringiensis*, yaitu 0,02 mL dalam satu liter air, yang memperlihatkan angka kematian sebanyak 97% selama 24 jam.

Anggraeni *et al.* (2013) menyatakan bahwa kematian larva nyamuk bisa berdasarkan faktor zona makan jentik (*larval feeding zone*) dan tingkat sedimentasi atau pengendapan. Toksin *B. thuringiensis* diduga lebih cepat mengendap didasar, yang merupakan daerah makan larva *Ae. aegypti*. Selain itu, juga disebabkan oleh kemampuan mengaktifkan protoksin dan mengikat toksin pada respon sel di rongga pencernaan jentik. Pengujian kristal endotoksin *B. thuringiensis* selama 24 jam terhadap jentik *Ae. aegypti* menunjukkan bahwa dibutuhkan konsentrasi 0,06 ppm (LC<sub>50</sub>) dan 0,17 ppm (LC<sub>90</sub>) untuk membunuh jentik *Anoples aconitus* berturut-turut sebesar 3,58 ppm (LC<sub>50</sub>) dan 9,19 ppm (LC<sub>90</sub>), sedangkan untuk *Culex quinquefasciatus* dibutuhkan konsentrasi 0,21 ppm (LC<sub>50</sub>) dan 0,49 ppm (LC<sub>90</sub>). Hal ini terjadi karena perbedaan kepekaan diantara beberapa spesies jentik nyamuk, selain itu, perbedaan dipengaruhi oleh perbedaan zona makan, dan kemampuan mengaktifkan protoksin dan mengikat toksin pada reseptor

sel di rongga pencernaan jentik. Jentik *Culex quinquefasciatus* 2–4x kurang peka terhadap *B. thuringiensis* daripada jentik *Ae. aegypti* pada instar yang sama.

## SIMPULAN

*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* masih efektif untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dari ketiga kelurahan yang diamati dengan LC<sub>50,24 jam</sub> sebesar 0,93–1,00 mL/50 L air dan LC<sub>90,24 jam</sub> sebesar 1,05–1,11 mL/50 L air (sama dengan konsentrasi 1 mL/50 L air yang dianjurkan Kemenkes RI), sedangkan temephos tidak efektif lagi untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dari ketiga kelurahan yang diamati dengan LC<sub>50,24 jam</sub> sebesar 1,88–2,24 ppm dan LC<sub>90,24 jam</sub> sebesar 2,07–3,59 ppm (lebih besar daripada konsentrasi 1 ppm yang dianjurkan Kemenkes RI).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dekan FMIPA dan Rektor Universitas Mulawarman, yang sudah memdanai riset ini melalui bantuan hibah BOPTN. Terimakasih juga kepada Kepala Laboratorium serta Laboran di Laboratorium Ekologi dan Sistematis Hewan, FMIPA Universitas Mulawarman, atas bantuan dan ijin tempat penelitian.

## REFERENSI

Ahmad, I., Astari, S., Rahayu, R., & Hariani, N. (2009). Status kerentanan *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) pada tahun 2006-2007 terhadap malathion di Bandung, Jakarta, Surabaya, Palembang dan Palu. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 26(2), 82-86.

Anggraeni, Y. M., Christina, B., & Salatiga, R. (2013). Uji daya bunuh ekstrak kristal endotoksin *Bacillus thuringiensis israelensis* (H-14) terhadap jentik *Aedes aegypti*, *Anopheles aconitus* dan *Culex quinquefasciatus*. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(1), 354-1.

Anwar, A., & Adi. (2015). Hubungan lingkungan fisik dan tindakan PNS dengan penyakit demam berdarah dengue di wilayah *buffer* Kantor Kesehatan Pelabuhan II Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1), 19-24.

Dinas Kesehatan Kota Samarinda. (2016). *Profil kesehatan Kota Samarinda tahun 2015*. Samarinda: Dinas Kesehatan Kota Samarinda.

Fuadzy, H., & Hendri, J. (2015). Indeks entomologi dan kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temephos di Kelurahan Karsamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *Jurnal Vektora*, 7(2), 57-64.

Gama, Z. P., Yanuwadi, B., & Kurniati, T. H. (2010). Strategi pemberantasan nyamuk aman lingkungan: potensi *Bacillus thuringiensis* isolat Madura sebagai musuh alami nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 1(1), 2-10.

Goindin, D., Delannay, A., Ramdini, C., Gaude, T., Faucon, F., David, J., Gustave, J., Vega-Rua, A., & Fouque, F. (2017). Levels of insecticide resistance to deltamethrin, malathion, and temephos, and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from the Guadeloupe and Saint Martin islands (French West Indies). *Infectious Diseases of Poverty*, 6(1), 38.

Grisales, N., Poupardin, R., Gomez, S., Fonseca-Gonzalez, I., Ranson, H., & Lenhart, A. (2013). Temephos resistance in *Aedes aegypti* in Colombia compromises dengue vector control. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(9), e2438.

Infodatin. (2015). *Situasi demam berdarah dengue di Indonesia*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI.

Istiana, F., Hariyani, & Isnaini. (2012). Status kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temephos di Banjarmasin Barat. *Jurnal Buski*, 4(2), 53-58.

Kemenkes RI. (2018). Lampiran peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 18 tahun 2018 tentang perubahan atas peraturan Menteri Kesehatan nomor 66 tahun 2017 tentang petunjuk operasional penggunaan dana alokasi khusus fisik bidang kesehatan tahun anggaran 2018. Retrieved 12 Juni from <http://www.depkes.go.id/resources/download/info->

- terkini/Batang%20Tubuh%20Permenkes%20Nomor%2018%20Tahun%202018%20tentang%20Perubahan%20%20atas%20Permenkes%20Nomor%2066%20Tahun%202017%20tentang%20Petunjuk%20Operasional%20DAK%20Fisik%20Bidang%20Kesehatan.pdf
- LeOra Software. (2004). *A user's guide to probit or logit analysis*. Petaluma, California: LeOra Software.
- Nugroho, A. D. (2011). Kematian larva *Aedes aegypti* setelah pemberian abate dibandingkan dengan pemberian serbuk serai. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 91-96.
- Perwitasari, D., Musadad., D. A., Manalu, H. S. P., & Munif, A. (2015). Pengaruh beberapa dosis *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Serotype H-14 terhadap larva *Aedes aegypti* di Kalimantan Barat. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 14(3), 229-237.
- Prasetyowati, H., Hendri, J., & Wahono, T. (2016). Status resistensi *Aedes aegypti* Linn. terhadap organofosfat di tiga Kotamadya DKI Jakarta. *Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara: BALABA*, 12(1), 23-30.
- Putra, R. E., Ahmad, I., Prasetyo, D. B., Susanti, S., Rahayu, R., & Hariani, N. (2016). Detection of insecticide resistance in the larvae of some *Aedes aegypti* (Diptera: *Culicidae*) strains from Java, Indonesia to temephos, malathion and permethrin. *International Journal Mosquito Research*, 3(3), 23-28.
- Ridha, M. R., & Nisa, K. (2012). Larva *Aedes aegypti* sudah toleran terhadap *temephos* di Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Vektora*, 3(2), 93-111.
- Sinaga, L. S., Martini., & Sarawati, L. D. (2016). Status resistensi larva *Aedes aegypti* Linnaeus terhadap temephos (Studi di Kelurahan Jatiasih Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-journal)*, 4(1), 142-152.
- Soedarto. (2012). *Demam berdarah dengue haemorrhagic fever*. Jakarta: Sagung Seto.
- Susanti, T. D., & Kesetyaningisih, T. H. (2007). Perbandingan efektivitas *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) terhadap larva *Aedes aegypti* laboratorium dan daerah endemik demam berdarah di Yogyakarta. *Jurnal Kedokteran & Kesehatan: Mutiara Medika*, 7(1), 45-51.
- Triprisila, F. L., Suhajono., Gama, Z. P., & Nakogoshi, N. (2013). Studi toksisitas *Bacillus thuringiensis* isolat lokal Jawa Timur berdasarkan ketinggian tempat terhadap larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Biotropika*, 1(3), 90-94.
- Trisna, M., Hariani, N., Sutarwan, A. A., & Ahmad, I. (2018). Inheritance of insecticide resistance to permethrin in *Aedes aegypti* (Diptera: *Culicidae*). *International Journal of Entomology Research*, 3(2), 91-95.
- Wijayanti, M. P., Yulawati, S., & Hestiningisih, R. (2015). Uji toksisitas ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tobacum* L.) dengan metode maserasi terhadap mortalitas larva *Culex quinquefasciantus* Say. di laboratorium. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-jurnal)*, 3(1), 143-151.