

MORTALITAS LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* DARI LIMA KELURAHAN DI KOTA BALIKPAPAN TERHADAP *Temefos* DAN *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

Eka Kurnia Pratiwi¹, Nova Hariani^{2*}

^{1,2}Laboratorium Ekologi & Sistematika Hewan, FMIPA UNMUL, Samarinda

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

Abstract

Aedes aegypti Mosquito acts as a vector in infecting Dengue Haemorrhagic Fever (DHF). DHF is one of the health problems in Indonesia with high morbidity and large spreading that government has not found its solution. One of the strategies in controlling the vector is by using chemical larvacide such as *Temefos*. However, there is biopesticide that developed recently by using *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) bacterium. Balikpapan city is one of the endemic city of DBD with the high rank of cases in 2016 on 2.508 cases. Therefore, this research is conducted to find out the mortality *Aedes aegypti* mosquito larvae from five areas (Batakan, Sepinggan, Damai, Muara Rapak, and Batu Ampar) in Balikpapan to *Temefos* and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. The method of this research is Completely Randomizd Design. Steps of this research are observation, collecting sample, documentation, monitoring, and data tabulation. This result of this research is the mortality of *Aedes aegypti* in five areas in Balikpapan to *Temefos* during 24 hours by using recommended concentration from the government 1 ppm in four areas (Batakan, Damai, Muara Rapak, Batu Ampar) is above 90% and from Sepinggan is under 90%. Meanwhihle, the mortality of *Aedes aegypti* toward *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* during 24 hours by using recommended concentration from the government 20 ppm in three areas (Muara Rapak, Damai, Batu Ampar) is above 90% and two areas (Batakan dan Sepinggan) is under 90%. The result showed that *Temephos* is not recommended to control population of mosquitos of *Aedes aegypti* in Balikpapan City but *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) is still effective be used to control it.

Keywords: Mortality, *Aedes aegypti*, DHF, Balikpapan

PENDAHULUAN

Nyamuk *Aedes aegypti* berperan sebagai vektor dalam penularan penyakit deman berdarah dengue (DBD) yang merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang belum dapat terpecahkan karena morbiditas yang tinggi dan penyebaran yang semakin luas (Nurhayati, 2006).

Penyakit ini ditemukan di daerah tropis dan subtropis di berbagai belahan dunia, terutama di musim hujan yang lembap. WHO memperkirakan setiap tahunnya terdapat 50-100 juta kasus infeksi virus dengue di seluruh dunia (WHO, 2003).

Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur 2016, jumlah kasus DBD mengalami peningkatan setiap tahunnya. Kematian karena DBD tertinggi pada tahun 2016 sebanyak 26 kasus kematian, jumlah ini meningkat dari tahun sebelumnya (2015) yaitu sebanyak 25 kasus kematian (Dinkes Provinsi Kalimantan Timur, 2016).

Kota Balikpapan merupakan salah satu Kota di Provinsi Kalimantan Timur yang merupakan Kota endemis DBD. Pada tahun 2016 Kota Balikpapan menempati posisi kedua kasus DBD tertinggi dengan jumlah 2.508 kasus. Data yang diperoleh

dari Dinas Kesehatan Kota Balikpapan, diketahui jumlah kasus DBD tertinggi terdapat pada lima Kelurahan yaitu, Kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan Kelurahan Batu Ampar, dengan jumlah kasus tertinggi selama 4 tahun terakhir 2014-2017 (Dinas Kesehatan Kota Balikpapan, 2017).

Menurut Umar (2010), pengontrolan vektor DBD dianggap lebih efektif daripada mengobati DBD. Pengendalian secara kimiawi dengan insektisida sebagai larvasida secara umum sudah digunakan masyarakat menggunakan *Temefos* 1% biasanya berbentuk butiran pasir (*sand granules*) yang kemudian ditaburkan di tempat penampungan air dengan dosis 1 ppm (1 gram untuk 10 Liter air) (Karunia, 2013).

Baru-baru ini dikembangkanlah suatu agen biologis sebagai biopestisida yang dianggap lebih ramah lingkungan yaitu bakteri *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*). Perlakuan dengan menggunakan *Bti* dibuktikan efektif menurunkan kepadatan jentik sampai sebesar 75,69%. Meskipun pengaplikasian *Bti* di Indonesia masih sangat jarang tetapi dengan digunakannya *Bti*, diharapkan memiliki prospek ke depan yang lebih baik dalam upaya pengendalian vektor DBD *Ae. aegypti* (Yuniarti, 2008).

Ekawati (2018), melaporkan bahwa *Temefos* sudah tidak efektif untuk

membunuh nyamuk *Ae. aegypti* dari tiga kelurahan (Kel. Gunung Lingai, Loa Bakung dan Air Putih) di Kota Samarinda dengan $LC_{50,24jam}$ sebesar 1,88-2,24 ppm dan $LC_{90,24jam}$ sebesar 2,07-3,59 ppm (lebih besar dari konsentrasi yang dianjurkan Kemenkes RI sebesar 1ppm). Meskipun demikian, penggunaan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* masih efektif untuk membunuh nyamuk *Ae. aegypti* dari ketiga kelurahan yang diamati dengan $LC_{50,24jam}$ sebesar 0,93-1,00 ppm dan $LC_{90,24jam}$ sebesar 1,05-1,11 ppm (sama dengan konsentrasi yang dianjurkan Kemenkes RI sebesar 1ml/50L air).

Hingga saat ini belum ada laporan tentang perbandingan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* di Kota Balikpapan terhadap *Temefos* dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*), sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui hal tersebut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan November 2018. Sampling larva nyamuk *Aedes aegypti* dilakukan pada lima Kelurahan (Kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan Kelurahan Batu Ampar) di Kota Balikpapan. Uji bioassay dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Sistemika Hewan, Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda.

Alat dan Bahan

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu gelas plastik, toples besar, toples kecil, baki plastik, kandang mencit, kain sifon, pipet tetes, gelas ukur, labu ukur, gelas beker, *erlenmeyer*, spatula, mikroskop, *cover glass*, *objek glass*, kamera dan alat tulis.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu larvasida *Temefos*, *Bacillus thuringiensis* var. israelensis (*Bti*), larva nyamuk *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*) instar ke III dari Kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan Kelurahan Batu Ampar Kota Balikpapan, kertas saring, tisu, aquades, mencit (*Mus musculus*), pelet, kertas label dan larutan gula 10 %.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan satu perlakuan sebagai kontrol, diulangi sebanyak empat kali. Empat perlakuan dengan empat konsentrasi *Temefos* yang berbeda yaitu 0,5 ppm, 1 ppm, 2 ppm dan 4 ppm (mengacu pada anjuran pemakaian sebanyak 10g/ 100L atau 1 ppm Depkes RI, 2005) sedangkan konsentrasi *Bti* yang digunakan yaitu 10 ppm, 20ppm, 40ppm dan 80ppm (mengacu

pada anjuran pemakaian sebanyak 1mL/ 50L atau 20 ppm, Depkes RI, 2008).

Variabel Penelitian

Variabel yang akan diamati pada penelitian ini adalah angka kematian (mortalitas) larva nyamuk *Ae. aegypti* terhadap *Temefos* dan *Bacillus thuringiensis* var. israelensis (*Bti*) dengan konsentrasi yang berbeda pada 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam dan 24 jam setelah pengaplikasian.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada lima Kelurahan di Kota Balikpapan, yaitu Kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak, dan Kelurahan Batu Ampar. *Sampling* larva nyamuk dilakukan pada penampungan air warga sekitar. Larva nyamuk yang telah didapat disimpan dalam wadah (toples) kemudian dibawa dan dipelihara di laboratorium.

Pemeliharaan Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Larva nyamuk yang telah diperoleh dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan yang berisi air, kemudian larva dipelihara hingga menjadi pupa. Selama dipelihara, larva diberi pakan pelet yang telah dihancurkan. Pupa dimasukkan kedalam wadah dan diletakkan ke dalam kandang modifikasi. Nyamuk dewasa betina diberi makan darah mencit (*Mus musculus*), sedangkan nyamuk jantan diberi makan larutan gula 10%.

Kemudian masukkan kertas saring dengan bentuk kerucut yang telah diletakkan pada wadah berisi air ke dalam kandang modifikasi sebagai tempat peletakkan telur. Kertas saring yang sudah terdapat telur nyamuk *Ae. aegypti* diambil dan dikeringkan.

Setelah itu, kertas saring dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan larva. Telur dibiarkan hingga menetas, kemudian larva diperlihara hingga mencapai instar III. Larva *Ae. aegypti* instar III yang telah diperoleh kemudian digunakan untuk perlakuan.

Uji Bioassay *Temefos* 1% dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*)

Pengujian menggunakan larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III dilakukan setelah larva diaklimatisasi didalam wadah selama 1 hari dan diberi makan. Wadah uji berisi *Temefos* dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan yaitu 0,5 ppm; 1 ppm; 2 ppm dan 4 ppm dengan kontrol dan *Bti* dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan yaitu 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm dan 80 ppm dengan kontrol.

Setiap wadah uji berisi 100 mL konsentrasi dan 10 ekor larva instar III, perlakuan diulang sebanyak empat kali. Diamati jumlah kematian larva nyamuk pada 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam dan 24 jam setelah pendedahan.

Uji Kerentanan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap *Temefos*

Pengujian menggunakan larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III dilakukan setelah larva diaklimatisasi didalam wadah selama 1 hari dan diberi makan. Wadah uji berisi *Temefos* dengan konsentrasi 0,02 ppm dengan kontrol. Setiap wadah uji berisi 100 mL konsentrasi dan 25 ekor larva instar III, perlakuan diulang sebanyak empat kali dengan satu perlakuan sebagai kontrol. Sebanyak 25 ekor larva dimasukkan kedalam gelas plastik yang telah berisi *Temefos* 0,02 ppm. Kemudian larva dibiarkan kontak dengan *Temefos* selama satu jam, setelah kontak selama satu jam larva disaring dan dipindahkan pada wadah yang berisi 100 mL aquades. Dilakukan pengamatan jumlah kematian larva nyamuk setelah 24 jam. Dalam pengujian ini persentase kematian dapat dikelompokkan dalam tiga kriteria kematian nyamuk sebagai berikut: (1). Kematian > 98-100% termasuk kategori rentan; (2.) Kematian 80-98% termasuk kategori toleran; dan (3.) Kematian < 80% termasuk kategori resisten.

Analisis Data

Data hasil mortalitas digunakan untuk mendapatkan nilai $LC_{50\&90,24Jam}$ dan $LT_{50\&90,24Jam}$ dianalisis dengan menggunakan (POLO-PC Le Ora, 2004) data mortalitas (kematian) larva dan hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioassay Larva Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap *Temefos*

Uji mortalitas dilakukan dengan pemberian *Temefos* dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) dengan konsentrasi 0 ppm (kontrol), 0,25 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm sebanyak empat kali pengulangan dan satu perlakuan sebagai kontrol pada larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan kelurahan Batu Ampar.

Hasil pemberian konsentrasi berbeda *Temefos* dan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) terhadap jumlah mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan Batu Ampar dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Pada **Tabel 1** dapat dilihat bahwa semua konsentrasi *Temefos* dapat mematikan nyamuk setelah pengamatan 24 jam tetapi dengan persentase berbeda-beda dari tempat asal yang berbeda pula. *Temefos* pada konsentrasi 0,5 ppm mampu mematikan larva nyamuk sampai 100% dari

kelurahan Damai terhadap selama 24 jam. Mortalitas larva nyamuk dari kelurahan Batu Ampar terhadap *Temefos* konsentrasi 2 ppm didapatkan nilai 100%, sedangkan pada konsentrasi yang sama, mortalitas larva nyamuk dari Kelurahan Muara Rapak, Sepinggian dan Batakan setelah 24 jam tidak mencapai 100% hanya 92,5%. Mortalitas larva nyamuk yang kurang dari 95% setelah dipaparkan selama 24 jam, terjadi karena larva nyamuk mulai tahan terhadap larvasida tersebut. Menurut Widiawati (2013), penggunaan larvasida dikatakan efektif apabila dapat mematikan 98-100% larva uji dan kematian larva nyamuk.

Pada penelitian ini, perlakuan *Temefos* dengan konsentrasi 1 ppm selama 24 jam, terhadap larva nyamuk dari Kelurahan Damai didapatkan mortalitas 100%, sedangkan mortalitas larva yang berasal dari empat kelurahan lain (Batakan, Sepinggian, Muara Rapak dan Batu Ampar) berkisar antara 80-97,5% saja. Hal ini diduga terjadi karena larva nyamuk pada kelurahan Batakan, Sepinggian, Muara Rapak dan Batu Ampar sudah sudah sering terpapar *Temefos*.

Tabel 1. Persentase Mortalitas Larva Nyamuk *Ae. aegypti* setelah pemberian *Temefos* selama 24 jam paparan.

Kelurahan	Mortalitas pada Konsentrasi <i>Temefos</i> (ppm) Selama 24 jam				
	0	0.25	0,5	1	2
Batakan	0	85	97,5	97,5	92,5
Sepinggian	0	60	60	80	95
Damai	0	77,5	100	100	100
Muara Rapak	0	75	85	95	92,5
Batu Ampar	0	95	87,5	97,5	100

Prasetyowati (2016) menyatakan bahwa penggunaan insektisida dalam frekuensi tinggi dan dalam jangka waktu lama dapat memicu munculnya resistensi pada nyamuk vektor. Frekuensi penggunaan insektisida oleh masyarakat juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Semakin sering masyarakat menggunakan ditambah lagi banyaknya varian dengan bahan aktif yang berbeda secara bertahap akan menekan dan menyeleksi serangga (nyamuk vektor) sasaran untuk menjadi toleran sampai resisten terhadapnya.

Hasil uji kerentanan dengan pemberian *Temefos* 0,02 ppm terhadap jumlah mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Batakan, Sepinggan, Damai, Muara Rapak dan Batu Ampar dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Berdasarkan hasil uji kerentanan terhadap *Temefos* menunjukkan larva nyamuk dari lima kelurahan (Batakan, Sepinggan, Damai, Muara Rapak dan Batu Ampar) sudah resisten terhadap *Temefos*, dikarenakan kematian larva nyamuk uji < 80%. Hendri (2016) menyatakan bahwa hasil uji kerentanan disimpulkan berdasarkan persentasi kematian nyamuk uji.

Tabel 2. Uji Kerentanan Nyamuk *Ae. aegypti* terhadap *Temefos*

Kelurahan	Mortalitas (%)	Level Kerentanan
Batakan	44	Resisten
Sepinggan	28	Resisten
Damai	49	Resisten
Muara Rapak	40	Resisten
Batu Ampar	40	Resisten

Hasil ini sama dengan hasil penelitian Istiana, *et al.* (2012) yang melaporkan bahwa, di mana larva nyamuk *Ae. aegypti* dari Banjarmasin Barat sudah resisten terhadap larvasida *Temefos*. Berbeda dengan hasil penelitian Ridha (2011) di Kota Banjarbaru yang mengatakan bahwa larva *Ae. aegypti* dari Kelurahan Sekumpul tergolong kedalam status toleran terhadap larvasida *Temefos* dan penelitian Gafur (2005) yang menyebutkan bahwa larva *Ae. aegypti* di Banjarmasin Utara Propinsi Kalimantan Selatan masih rentan terhadap *Temefos*.

Ipa *et al.*, (2017) menyatakan bahwa perbedaan kondisi ini diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor dan salah satunya adalah frekuensi paparan larvasida dan insektisida organofosfat di masyarakat. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa status kerentanan suatu wilayah akan berbeda-beda jika dibagi ke dalam lingkup yang lebih sempit. Istiana, *et al.* (2012) mengatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi laju perkembangan resistensi adalah tingkat tekanan seleksi yang diterima oleh suatu populasi serangga.

Pada kondisi yang sama, suatu populasi yang menerima tekanan yang lebih keras akan berkembang menjadi populasi yang resisten dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan populasi serangga yang menerima tekanan seleksi yang lebih lemah.

Hasil mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* pemberian konsentrasi berbeda *Temefos* selama 24 jam digunakan untuk menentukan nilai *Lethal Concentration* ($LC_{50,24Jam}$ dan $LC_{90,24Jam}$) yang disajikan pada **Tabel 3**.

Pada **Tabel 3**, dijelaskan mengenai hasil analisis probit yang digunakan untuk menentukan *Lethal Concentration* ($LC_{50,24jam}$ dan $LC_{90,24jam}$) larva *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan batu Ampar terhadap *Temefos* dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Nilai $LC_{50,24Jam}$ pada kelurahan Sepinggian merupakan yang tertinggi dengan nilai sebesar 0,228 ppm dan larva yang berasal dari Batu Ampar merupakan LC dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,015 ppm.

Nilai $LC_{90,24Jam}$ kelurahan Sepinggian merupakan yang tertinggi dengan nilai sebesar 1,922 ppm dan yang terendah dari Batu Ampar yaitu sebesar 0,230 ppm. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan nilai ambang batas konsentrasi dari kelima kelurahan melebihi dari standar yang telah ditetapkan WHO. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan Batu Ampar telah resisten terhadap larvasida *Temefos* dengan anjuran pemakain 1 ppm air. Menurut WHO dalam Sinaga (2016) apabila nilai LC_{90} selama 24 jam yang didapatkan melebihi 0,02 mg/L maka larva nyamuk *Ae. aegypti* tersebut dinyatakan resisten.

Hasil penelitian membuktikan bahwa larvasida *Temefos* sudah tidak efektif lagi untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Sepinggian, karena *Temefos* pada konsentrasi 1 ppm tidak dapat membunuh larva nyamuk sebesar 90% selama 24 jam.

Tabel 3. Nilai *Lethal Concentration* ($LC_{50,24Jam}$ dan $LC_{90,24Jam}$) Larva Nyamuk *Ae. aegypti* Terhadap *Temefos* Selama 24 Jam

Kelurahan	<i>Lethal Concentration</i> ($LC_{50,24Jam}$ dan $LC_{90,24Jam}$)		
	Nilai LC_{50} (ppm)	Nilai LC_{90} (ppm)	Slope
Batakan	0,144	0,363	5,488±1,854
Sepinggian	0,228	1,922	2,348±0,612
Damai	0,116	0,511	3,421±1,080
Muara Rapak	0,064	0,843	1,964±0,780
Batu Ampar	0,015	0,230	1,893±1,215

Menurut Handayani (2016), seberapa cepat sebuah insektisida menjadi tidak efektif terhadap serangga target sangat tergantung dengan seleksi individu terhadap resistensi, yang salah satunya ditentukan oleh berapa lama dan seberapa sering insektisida digunakan, seberapa banyak tempat perindukan nyamuk yang diberi aplikasi insektisida, dan dosis yang digunakan. Hal ini didukung oleh pernyataan Prasetyowati (2016) yang menyebutkan bahwa munculnya galur nyamuk *Ae. aegypti* resisten dipicu oleh adanya penggunaan yang berlangsung lama terhadap insektisida tertentu. Hal ini terjadi karena nyamuk *Ae. aegypti* mampu mengembangkan sistem kekebalan terhadap insektisida yang sering dipakai. Nyamuk juga mampu meningkatkan produksi enzim detoksifikasi seperti *esterase*, *glutathione-S-transverase* dan modifikasi reseptor insektisida.

Bioassay Larva Nyamuk *Ae. aegypti* terhadap *Bacillus thuringiensis* var *Israelensis*

Mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* dengan pemberian *Bacillus thuringiensis*

var *Israelensis* dapat dilihat pada **Tabel 4**. **Tabel 4** memperlihatkan persentase mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* terhadap pemberian *B. thuringiensis* var. *israelensis* setelah pengamatan selama 24 dengan konsentrasi yang berbeda-beda.

Secara umum semua konsentrasi *Bti* dapat mematikan larva nyamuk, dengan nilai mortalitas makin meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi *Bti*. Pada konsentrasi *Bti* yang sesuai dengan saran pemerintah yaitu 20ppm, terlihat bahwa tidak semua larva nyamuk yang berasal dari kelima kelurahan dengan mortalitas besar dari 95%. Hanya larva yang berasal dari Muara Rapak dengan konsentrasi *Bti* 20ppm yang mortalitas di atas 95%.

Untuk larva yang berasal dari ke empat kelurahan lain (Batu Ampar, Damai, Sepinggian dan Batakan) mortalitas kecil dari 90%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk larva yang berasal dari kelurahan tersebut, *Bti* hanya efektif jika konsentrasinya dinaikan. Semakin tinggi konsentrasi *Bti* yang diberikan angka mortalitas makin tinggi.

Tabel 4. Persentase Mortalitas Larva Nyamuk *Ae. aegypti* setelah pemberian *Bacillus thuringiensis* var *Israelensis* selama 24 jam paparan.

Kelurahan	Mortalitas pada Konsentrasi <i>Bti</i> (ppm) Selama 24 jam				
	0	10	20	40	80
Batakan	0	45	75	95	100
Sepinggian	0	52,5	65	100	100
Damai	0	75	95	100	100
Muara Rapak	0	92,5	97,5	97,5	100
Batu Ampar	0	72,5	95	97,5	100

Menurut Wibowo (2017) konsentrasi *B. thuringiensis* sangat berpengaruh terhadap toksisitas dan lama residunya di dalam air. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi konsentrasi *B. thuringiensis* yang diinokulasikan semakin banyak peluang untuk termakan oleh larva semakin besar.

Menurut Santi *et al.* (2016) aplikasi konsentrasi bakteri dengan kepadatan yang tinggi menyebabkan kematian larva dalam jumlah besar. Tingginya jumlah *Bti* yang termakan oleh larva menyebabkan kerusakan pada larva nyamuk dalam waktu yang singkat. Semakin besar konsentrasi *B. thuringiensis* yang digunakan maka semakin besar rata-rata kematian larva nyamuk *Aedes* sp. dan semakin lama waktu yang diberikan maka semakin besar rata-rata kematian larva nyamuk *Aedes* sp. Wibowo (2017) menambahkan bahwa efektivitas *Bti* selain dipengaruhi oleh instar larva nyamuk juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor makanan, periode pemaparan, kualitas air, strain bakteri, suhu air dan perilaku makan larva.

Pada **Tabel 5** di atas menjelaskan tentang hasil analisis probit yang digunakan untuk menentukan *Lethal Concentration* ($LC_{50, 24jam}$ dan $LC_{90, 24jam}$) yang berasal dari kelurahan Batakan, Sepinggian, Damai, Muara Rapak dan Batu Ampar terhadap pemberian *B. thuringiensis* var. israelensis dengan konsentrasi yang berbeda-beda.

Nilai $LC_{50,24Jam}$ pada kelurahan Batakan merupakan yang tertinggi dengan nilai sebesar 11,372 ppm, sedangkan pada kelurahan Muara Rapak merupakan kelurahan dengan nilai terendah yaitu sebesar 3,543 ppm. $LC_{90,24Jam}$, larva nyamuk dari kelurahan Sepinggian juga menjadi kelurahan dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 29,440 ppm dan nilai $LC_{90,24Jam}$ terendah ditemukan pada larva nyamuk dari Muara Rapak yaitu sebesar 0,749 ppm.

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai ambang batas konsentrasi dari kelurahan Batakan dan Sepinggian melebihi dari standar yang telah ditetapkan Kemenkes RI.

Tabel 5. Nilai *Lethal Concentration* ($LC_{50,24Jam}$ dan $LC_{90,24Jam}$) Larva Nyamuk *Ae. aegypti* Pemberian *B. thuringiensis* Selama 24 Jam

Kelurahan	<i>Lethal Concentration</i> ($LC_{50,24Jam}$ dan $LC_{90,24Jam}$)		
	Nilai LC_{50} (ppm)	Nilai LC_{90} (ppm)	Slope
Batakan	11,372	29,437	5,319±1,005
Sepinggian	10,979	29,440	5,129±0,991
Damai	7,077	14,416	7,111±2,323
Muara Rapak	3,543	8,989	5,435±3,111
Batu Ampar	6,566	16,506	5,489±1,631

Darnely (2010) mengatakan bahwa konsentrasi *B. thuringiensis* yang diperlukan untuk membunuh larva tergantung pada tempat berkembang biak nyamuk. Hal ini diperkirakan juga berpengaruh terhadap instar larva dimana menurut Gama *et al.* (2010) semakin tua umur instar larva nyamuk, maka semakin resisten terhadap *B. thuringiensis* karena terdapat perbedaan perkembangan jumlah sel penyusun saluran pencernaan larva pada setiap instarnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Mortalitas *Aedes aegypti* di lima Kelurahan di Kota Balikpapan terhadap *Temefos* pada waktu 24 jam dengan konsentrasi yang dianjurkan pemerintah yaitu 1 ppm pada empat Kelurahan (Batakan, Damai, Muara Rapak, Batu Ampar) didapatkan hasil di atas 90% dan Kelurahan Sepinggian dengan hasil dibawah 90%.
2. Mortalitas *Ae. aegypti* terhadap *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* pada waktu 24 jam dengan konsentrasi yang dianjurkan pemerintah yaitu 20 ppm pada tiga kelurahan (Muara Rapak, Damai, Batu Ampar)

didapatkan hasil di atas 90% dan dua Kelurahan (Batakan dan Sepinggian) dengan hasil dibawah 90%.

3. Nilai $LC_{90,24jam}$ larva nyamuk *Ae. aegypti* terhadap *Temefos* berkisar dari 0,230-1,922 ppm.
4. Nilai $LC_{90,24jam}$ larva nyamuk *Ae. aegypti* terhadap *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* sebesar 8,989-29,440 ppm

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Laboratorium serta Laboran, Laboratorium Ekologi & Sistematika Hewan, FMIPA Universitas Mulawarman atas bantuan dan ijin tempat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Darnely D. 2010. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* var *Israelensis* untuk memberantas *Aedes aegypti*. *Majalah Kedokteran FK UKI*, 27(4): 167-171.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2005. *Profil kesehatan Indonesia*. Jakarta: Depkes RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2008. *Profil kesehatan Indonesia*. Jakarta: Depkes RI.
- Dinas Kesehatan Kota Balikpapan. 2016. *Data kasus demam berdarah dengue*. Balikpapan: Dinas Kesehatan Kota Balikpapan.
- Dinas Kesehatan Kota Balikpapan. 2017. *Data kasus demam berdarah dengue*. Balikpapan: Dinas Kesehatan Kota Balikpapan.

- Ekawati SN. 2018. Perbandingan Efektivitas *Temefos* dengan *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *aedes aegypti* di Kota Samarinda. *Skripsi*. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Gafur A, Mahrina M & Hardiansyah H. 2006. Kerentanan larva *Aedes Aegypti* dari Banjarmasin Utara terhadap *Temefos*. *Jurnal Bioscientiae*, 3(2).
- Gama ZP, Yanuwadi B & Kurniati TH. 2010. Strategi pemberantasan nyamuk aman lingkungan: Potensi *Bacillus thuringiensis* Isolat Madura sebagai musuh alami nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 1(1): 2-8.
- Handayani N, Santoso L, Martini M & Purwantisari S. 2016. Status resistensi larva *Aedes Aegypti* terhadap *Temefos* di wilayah *Perimeter* dan *Buffer* Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1): 162-165.
- Hendri J, Kusnandari AJ & Astuti EP. 2016. Identifikasi jenis bahan aktif dan penggunaan insektisida antinyamuk serta kerentanan vektor DBD terhadap organofosfat pada tiga kota endemis DBD di Provinsi Banten. *Jurnal Aspirator*. 8(2): 77-86.
- Ipa M, Hendri J, Hakim L & Rizky M. 2017. Status kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap *Temefos* (Organofosfat) di tiga kabupaten/kota Provinsi Aceh. *Jurnal Aspirator*, 9(2): 77-84.
- Istiana I, Heriyani F & Isnaini I. 2012. Status kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap *Temefos* di Banjarmasin Barat. *Jurnal Buski*, 4(2): 53-58.
- Karunia PW, Thomas G & Nuning N. 2013. *Temefos* spraying and thermal fogging efficacy on *Aedes aegypti* in homogeneous urban residences. *Science Asia*, 39S: 48-56.
- Nurhayati S. 2005. Prospek manfaat radiasi dalam pengendalian vektor penyakit demam berdarah dengue. *Bulrtin Alara*, 7(1&2): 17-23.
- Prasetyowati H, Astuti EP & Ruliansyah A. 2016. Penggunaan insektisida rumah tangga dalam pengendalian populasi *Aedes aegypti* di daerah endemis demam berdarah dengue (DBD) di Jakarta Timur. *Jurnal Aspirator*, 8(1): 32-34.
- Ridha MR & Nisa K. 2011. Larva *Aedes aegypti* sudah toleran terhadap *Temefos* di Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Vektora*, 3(2): 98-106.
- Santi HL & Purnama SG. 2016. Uji patogenitas *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* terhadap larva nyamuk *Aedes* sp. sebagai biokontrol penyebab penyakit demam berdarah *Dengue* di Denpasar. *Jurnal Kedokteran Indonesia*, 3(1): 14-23.
- Sinaga LS, Martini M & Saraswati LD. 2016. Status resistensi larva *Aedes aegypti* (Linnaeus) terhadap *Temefos* (Studi di Kelurahan Jatiasih Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1): 144-149.
- WHO. 2003. *Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Berdarah Dengue*. Petunjuk Lengkap. Terjemahan oleh Suroso, T. *et al.* dari Prevention Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever. WHO dan Departemen Kesehatan.
- Wibowo CI. 2017. Efektivitas *Bacillus thuringiensis* dalam Pengendalian Larva Nyamuk *Anopheles* sp.. *Jurnal Biosfer*, 34(1): 39-46.
- Widiawati M & Prasetyowati H. 2013. Efektivitas ekstrak buah *Beta vulgaris* L. (Buah Bit) dengan berbagai fraksi pelarut terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Aspirator*, 5(1): 23-29.

Yuniarti RA & Damar TB. 2008.
Efikasikombinasi *Bacillus*
thuringiensis israelensis dan
Mesocyclops aspericornis sebagai

pengendali hayati *Aedes aegypti*
digentong air. *Buletin Penelitian*
Kesehatan, 36(1) :26-32.