

Article

Uji Efektivitas Larvasida *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Terhadap Kematian Larva *Aedes*

Derico Hitipeuw^{1*}, Martini Martini², Retno Hestningsih², Ari Udiyono²¹ Bagian Entomologi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro;² Bagian Epidemiologi dan Penyakit Tropik, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro;* Correspondence: dericohitipeuw1000@gmail.com

Abstract: Dengue Hemorrhagic Fever is an infectious disease that often causes outbreaks. In Indonesia, the CFR of DHF in 2021 reached 0.96%, this figure increased from the previous year, which was 0.69%. Various efforts have been made to prevent transmission of the dengue virus, for example the use of larvicides for the eradication of *Aedes*, as a vector for transmitting dengue. The type of research in the Bio Larvicide *B. Thuringiensis* test is a pure experiment with a posttest only control design. The study was conducted to determine the effect of giving *B. thuringiensis* on the mortality of *A. aegypti* larvae in conditions that almost resembled their natural habitat. The study population was all larvae of *Aedes* instar III from the colonies of the Salatiga B2P2VRP Laboratory. Sampling was done randomly/simple random, ie all third instar larvae had the opportunity to be used as research and control samples. The mortality of *Aedes* larvae from the intervention of VectoBac WG (Bio Larvicide with the active ingredient *B. thuringiensis*) from each concentration at 60 minutes of observation, namely the mortality of *Aedes* larvae in the control group was 0%, at a concentration of 0.001 g/L was 93%, at a concentration of 0.002 g/L as much as 98%, a concentration of 0.004 g/L, 0.006 g/L and 0.008 g/L as much as 100%. The results of this study can be used as a reference for the use of VectoBac WG products as natural larvicides and an alternative in controlling mosquito vector populations.

Citation: Hitipeuw, D.; Martini, M.; Hestningsih, R.; Udiyono, A. Uji Efektivitas Larvasida *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Terhadap Kematian Larva *Aedes*. *Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat* [online]. 2022 Okt; 2(4). DOI: 10.14710/jrkm.2022.16486

Keywords: Dengue Hemorrhagic Fever, *Aedes*, Bio Larvicide, *B. thuringiensis*

Received: 1 Oktober 2022
Accepted: 19 Oktober 2022
Published: 30 Oktober 2022



Copyright: © 2022 by the authors. Universitas Diponegoro. Powered by Public Knowledge Project OJS and Mason Publishing OJS theme.

1. Pendahuluan

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) atau *hemorrhagic dengue fever* (DHF) merupakan penyakit menular yang sering kali menimbulkan wabah. Penyakit DBD disebabkan oleh agent virus *dengue* yang termasuk anggota family Flaviridae genus *Flavivirus*, terdapat 4 serotipe virus dengue yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4.⁽¹⁾ DBD disebut juga sebagai penyakit tular vektor karena ditularkan melalui gigitan nyamuk betina dari genus *Aedes* subgenus *Stegomyia*. Di Indonesia diketahui tiga spesies nyamuk *Aedes* yang dapat menularkan virus *dengue* yaitu *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* dan *Aedes scutellaris*. Namun dari ketiga spesies tersebut *Ae.aegypti* merupakan vektor utama penyakit DBD. Oleh karena itu dalam pencegahan dan pengendalian penyakit DBD lebih difokuskan pada pengendalian populasi nyamuk *Ae.aegypti*.⁽²⁾

Berdasarkan data profil Kesehatan Indonesia menunjukkan kasus DBD di Indonesia pada tahun 2021 terdapat 73.518 kasus dengan 705 kasus kematian (CFR 0,96%). Kasus maupun kematian akibat DBD mengalami penurunan dibandingkan tahun 2020 yaitu sebesar 108.303 kasus dan 747 kematian (CFR 0,69%).⁽³⁾

Berbagai upaya untuk mencegah penularan virus dengue telah banyak dilakukan baik secara lokal, regional maupun global yang bertujuan untuk mencegah kontak antara nyamuk dan manusia. Salah satu metode yang sering dilakukan di Indonesia, baik secara nasional maupun lokal adalah larvasida menggunakan bubuk abate dengan bahan aktif temephos 1% yang dimulai sejak tahun 1976 dan sejak tahun 1988 menjadi program nasional dalam pengendalian vektor nyamuk *Ae.aegypti*. Penggunaan temephos yang terus menerus dan dalam jangka waktu yang panjang sering menyebabkan resistensi, di Indonesia telah digunakan lebih dari 30 tahun serta dicurigai menimbulkan resistensi pada vektor.⁽⁴⁻⁷⁾

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa larva nyamuk *Ae. aegypti* telah resisten terhadap temephos.⁽⁸⁾ Begitu pula beberapa penelitian yang dilakukan di Kota Banjarbaru, 9 kecamatan di Kota Surabaya dan Pelabuhan Tanjung Mas Kota Semarang menunjukkan bahwa larva *Ae. aegypti* telah toleran terhadap temepos.⁽⁹⁻¹¹⁾ Pengendalian nyamuk secara kimiawi dapat memberikan dampak jangka panjang yang negatif. Dalam memilih metode pengendalian vektor yang paling tepat, perlu dipertimbangkan ekologi lokal dan perilaku spesies target. Salah satu metode pengendalian vektor meliputi kontrol kimia karena larvasida adalah racun, maka penggunaannya harus mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran.

Selain secara kimiawi, pengendalian nyamuk dapat dilakukan secara biologi. Pengendalian secara biologi merupakan upaya pemanfaatan agen biologi untuk pengendalian nyamuk. Pengendalian nyamuk dengan mikroba direkomendasikan sebagai cara alternatif dan larvasida berbasis mikroba digunakan untuk meminimalkan populasi nyamuk yang memberikan cara yang efektif, ramah lingkungan dan pendekatan yang ramah untuk membawa populasi nyamuk ke tingkat level yang terendah.⁽¹²⁾ Salah satu metode yang kini mendapat banyak perhatian para ahli adalah cara biologis dengan menggunakan *Bacillus sp.* pembentuk spora. Salah satu spesies *Bacillus* yang biasa digunakan untuk pemberantasan nyamuk adalah *Bacillus thuringiensis israelensis* serotype H-14 atau disingkat Bti.⁽¹³⁾

Bacillus thuringiensis ssp. israelensis (Bti) dinilai efektif dalam membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*. Bakteri Bti adalah bakteri Gram positif, berbentuk batang dan bersporulasi dari genus *Bacillus* yang dapat diisolasi dari berbagai sumber ekosistem dan bersifat selektif serta tidak beracun bagi hewan lain atau manusia serta ramah lingkungan. Bakteri Bti dapat digunakan sebagai larvasida pada area yang luas dan tempat-tempat penampungan air dan umumnya akan memberikan efek pada larva nyamuk mulai dari 1 jam setelah perlakuan.⁽⁸⁾ Hasil beberapa penelitian menunjukkan bakteri *B. thuringiensis* mengandung protein yang dapat menyebabkan keracunan pada larva serangga. Saat protein tersebut masuk ke dalam tubuh larva, maka protein akan berubah bentuk dan merusak bagian perut dan dada, sehingga menyebabkan kematian larva. Hasil penelitian Salamun, dkk. (2021) menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* BK5.2 memiliki toksisitas tinggi terhadap larva instar III *A. aegypti*. Secara morfologis, larva yang mati menunjukkan kerusakan pada perut dan dada. Melalui deteksi TEM dan SEM telah menunjukkan bahwa ditemukan kristal inklusi paraspora kuboid datar.⁽¹⁴⁾

Beberapa peneliti telah menemukan berbagai isolat lokal *B. thuringiensis* yang berpotensi dalam pengendalian *A. aegypti* di Indonesia untuk mendukung pemberantasan vektor DBD dan mencoba mengisolasi bakteri tersebut sebagai alternatif pengendalian nyamuk tanpa mengurangi patogenesis terhadap nyamuk. Namun, penggunaan *B. thuringiensis* belum banyak diketahui oleh masyarakat. Oleh karena itu, dengan penelitian *Bio Larvasida VectoBac WG* dengan bahan aktif *B. thuringiensis* yang diformulasikan untuk mengendalikan nyamuk spesies *A. aegypti* pada tahapan larva dalam upaya pengendalian (memutus siklus hidup nyamuk/memutus siklus penularan) secara lebih efektif dan efisien dengan tujuan untuk mengetahui efikasi larvasida *Bacillus thuringiensis* terhadap kematian larva *Aedes*.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian pada uji Bio Larvasida *B. Thuringiensis* adalah eksperimen murni dengan *posttest only control design*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui efek pemberian *B. thuringiensis* terhadap mortalitas larva *A. aegypti* pada keadaan yang hampir menyerupai habitat asli. Populasi penelitian adalah semua larva *Aedes*, *Anopheles*, dan *Culex* instar III hasil koloni Laboratorium B2P2VRP Salatiga. Pengambilan sampel dilakukan secara random/acak sederhana, yakni semua larva instar III berkesempatan dijadikan sampel penelitian serta kontrol. Besar sampel dalam penelitian ini adalah 25 ekor setiap perlakuan, dengan pertimbangan untuk eksperimen larva 20-25 ekor (WHO). Eksperimen ini dilakukan dengan 5 perlakuan dan 1 kontrol pada setiap larva *Aedes* dengan 3 replikasi. Adapun untuk setiap replikasi membutuhkan 25 ekor larva.

3. Hasil Penelitian

Pengamatan kematian 25 larva nyamuk uji dengan tiga pengulangan/ replikasi dilakukan dalam waktu 60 menit dengan rentang konsentrasi 0,001 g/L, 0,002 g/L, 0,004 g/L, 0,006 g/L, 0,008 g/L untuk larva *Aedes*. Berikut disajikan hasil pengamatan dan perhitungan kematian larva *Aedes* secara statistik deskriptif maupun secara RAKL.

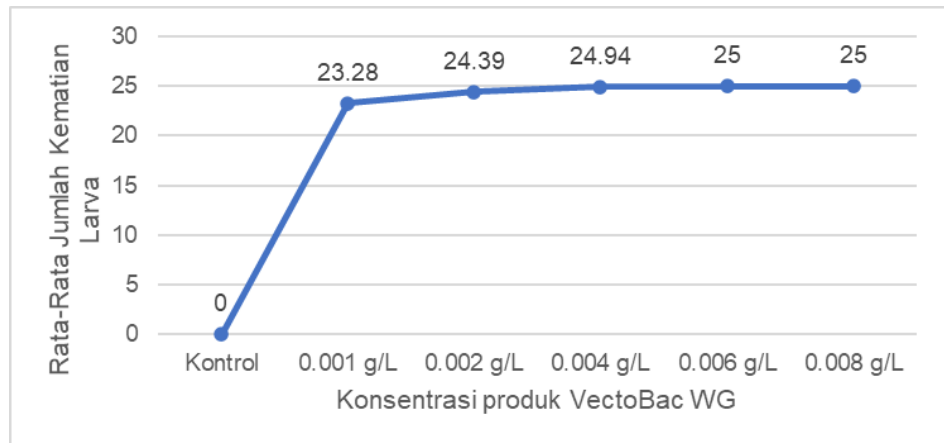
Tabel 1. Hasil Pengamatan Kematian Larva *Aedes*

Konsentrasi	Waktu Pengamatan						Rata-Rata Jumlah Kematian Larva	Kematian Larva (%)
	10'	20'	30'	40'	50'	60'		
Kontrol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.001 g/L	21.00	22.33	23.33	23.67	24.67	24.67	23.28	93
0.002 g/L	23.00	24.00	24.33	25.00	25.00	25.00	24.39	98
0.004 g/L	24.67	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	24.94	100
0.006 g/L	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	100
0.008 g/L	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	100%

Keterangan ('): menit

Tabel 1 menyajikan hasil kematian larva *Aedes* setelah 60 menit pengamatan pada masing-masing konsentrasi VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*). Hasil yang diperoleh tidak ditemukan kematian larva *Aedes* pada perlakuan kontrol. Ditemukan kematian larva *Aedes* dari berbagai serial konsentrasi yang mengalami peningkatan rata-rata seiring penambahan konsentrasi. Sehingga kematian larva berbanding lurus dengan peningkatan serial konsentrasi. Pada penelitian ini menunjukkan konsentrasi mulai dari 0.004 g/L, 0.006 g/L, dan 0.008 g/L merupakan konsentrasi yang paling tepat karena dapat mematikan larva *Aedes* secara keseluruhan yaitu 100%.

Hasil pengukuran terhadap suhu air untuk media pengujian perlakuan yaitu 25 derajat celcius, rata-rata pengukuran suhu udara ruangan saat pengujian 25,8 derajat celcius, pH air 7 (netral) dan rata-rata kelembaban ruangan saat pengujian adalah 82,6%. Peningkatan rata-rata kematian larva yang berbanding lurus dengan peningkatan jumlah konsentrasi ini juga disajikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Rata-Rata Kematian Larva *Aedes* pada Berbagai Serial Konsentrasi VectoBac WG

Pengolahan data dilanjutkan dengan analisis RAKL, yang merupakan rancangan acak kelompok dengan semua perlakuan dicobakan pada setiap kelompok yang ada. Tujuan pengelompokan ini untuk membuat keragaman satuan-satuan percobaan di masing-masing kelompok sekecil mungkin sedangkan perbedaan antar kelompok sebesar mungkin.

Tabel 2. Uji Normalitas Jumlah Kematian Larva *Aedes*

Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jumlah kematian larva <i>Aedes</i>	0.358	30	0.000	0.585	30	0.000

Hasil uji normalitas berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Hal ini bisa dilihat dari nilai signifikansi berdasarkan uji normalitas yaitu 0,000 < 0,05, H₀ ditolak, yang berarti bahwa sampel diambil dari data yang tidak berdistribusi normal.

Dikarenakan hasil uji normalitas tidak berdistribusi normal, maka uji selanjutnya menggunakan Uji *Kruskall Wallis*. Uji *Kruskal Wallis* adalah uji nonparametrik berbasis peringkat yang tujuannya untuk menentukan adakah perbedaan signifikan secara statistik antara dua atau lebih kelompok variabel independen pada variabel dependen yang berskala data numerik (interval/rasio) dan skala ordinal. Uji *Kruskal Wallis* pada penelitian ini untuk menguji pengaruh perlakuan dan pengaruh kelompok dengan hasil sebagai berikut:

1. Pengaruh Perlakuan

Untuk melihat apakah ada pengaruh perbedaan konsentrasi produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) terhadap kematian Larva *Aedes*, maka dilakukan uji *Kruskal Wallis* sebagai berikut:

Tabel 3. Uji *Kruskal Wallis* Konsentrasi Produk VectoBac WG Terhadap Kematian Larva *Aedes*

Jumlah kematian larva Aedes	
Chi-Square	19.424
df	4
Asymp. Sig.	0.001

Hasil uji *Kruskal Wallis* berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa nilai signifikansi yang didapatkan yaitu 0,001 (<0,05) yang berarti bahwa ada pengaruh konsentrasi pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) terhadap kematian Larva *Aedes*. Berdasarkan hasil tersebut, kemudian dilakukan uji lanjutan dengan analisis *post hoc* menggunakan uji *Duncan*, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Uji *Duncan* Pengaruh Konsentrasi Produk VectoBac WG Terhadap Kematian Larva *Aedes*

Label Konsentrasi	N	Subset for alpha=0.05	
		1	2
1	6	23.2783	
2	6		24.3883
3	6		24.9450
4	6		25.0000
5	6		25.0000
Sig.		1.000	0.198

Berdasarkan tabel 4 dapat disimpulkan bahwa pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) pada konsentrasi 0.002 g/L, 0.004 g/L, 0.006 g/L, dan 0.008 g/L tidak memiliki perbedaan pengaruh terhadap kematian Larva *Aedes* namun pengaruhnya lebih besar dibandingkan dengan jumlah konsentrasi 0.001 g/L.

2. Pengaruh Kelompok

Untuk melihat apakah ada pengaruh perbedaan waktu pengamatan pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) terhadap kematian Larva *Aedes*, maka dilakukan uji *Kruskal Wallis* sebagai berikut:

Tabel 5. Uji *Kruskal Wallis* Waktu Pengamatan Terhadap Kematian Larva *Aedes*

	Jumlah kematian larva <i>Aedes</i>
Chi-Square	4.022
df	5
Asymp. Sig.	0.546

Hasil uji *Kruskal Wallis* berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa nilai signifikansi yang didapatkan yaitu 0,546 (>0,05) yang berarti bahwa tidak ada pengaruh waktu pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) terhadap kematian Larva *Aedes*. Berdasarkan hasil tersebut maka tidak perlu untuk dilakukan uji lanjutan.

Tabel 6. Lethal Concentration

Larva	LC	
<i>Aedes</i>	LC ₅₀	0,00005
	LC ₉₀	0,00025
	LC ₉₉	0,00088

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa pengujian efektivitas *B. thuringiensis* selama 60 menit terhadap larva *Aedes* dibutuhkan konsentrasi sebesar 0,00005 g/L (LC₅₀), 0,00025 g/L (LC₉₀), dan 0,00088 (LC₉₉).

Tabel 7. Lethal Time

Konsentrasi (g/L)		LT ₅₀ (CI 95%) Satuan: menit	LT ₉₀ (CI 95%) Satuan: menit
T	0,001	2,223	18,079
a	0,002	2,026	9,494
b	0,004	1,195	3,906
e	0,006	unidentified	unidentified
l	0,008	unidentified	unidentified

Berdasarkan tabel 7. menunjukkan LT₅₀ dari pengujian *B. thuringiensis* terhadap larva *Aedes* dengan konsentrasi standar label (0,002 g/L) berada pada nilai 2,026. Artinya 50% larva akan mati setelah diberikan paparan *B. thuringiensis* selama 2,026 menit, sedangkan untuk mematikan 90% larva uji, dibutuhkan waktu sekitar 9,494 menit. Adapun pada konsentrasi 0,006 g/L dan 0,008 g/L tidak dapat dikenali karena

kematian larva uji secara keseluruhan membutuhkan waktu selama kurang lebih 10 menit.

4. Pembahasan

Hasil penelitian ini apabila dilihat dari konsentrasi rendah ke tinggi yaitu 0.001 g/L, 0.002 g/L, 0.004 g/L, 0.006 g/L, dan 0.008 g/L (tabel 4.1), jumlah kematian larva *Aedes* semakin meningkat. Hal ini berkaitan dengan tingkat konsentrasi, apabila diberikan konsentrasi *B. thuringiensis* tinggi, maka jumlah kematian larva *Aedes* pun semakin meningkat. Bila dilihat berdasarkan lamanya waktu kontak atau waktu pengamatan, kematian larva *Aedes* tercepat pada menit ke 20 dengan konsentrasi 0.004 g/L yang menyebabkan kematian 100% larva uji. Pada menit ke 10 dengan konsentrasi 0.006 g/L dan 0.008 g/L yang mengakibatkan kematian larva uji sebesar 100%. Berdasarkan data tabel 4.1 terdapat perbedaan dimana peningkatan konsentrasi *B. thuringiensis* dan lamanya waktu yang diikuti dengan kematian larva *Aedes* yang semakin tinggi. Hal ini terjadi karena tingkat sensitifitas larva *Aedes* terhadap *B. thuringiensis* berbeda antara satu dengan lainnya, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menunjukkan tanda-tanda kematian larva *Aedes* pun berbeda meskipun jenis larvanya sama.⁽¹⁵⁾

Uji *Kruskal Wallis* pada pengaruh perlakuan menghasilkan nilai signifikansi 0,001 (<0,05) yang berarti bahwa ada pengaruh konsentrasi pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) terhadap kematian larva *Aedes*. Dilanjutkan dengan Uji *Duncan* yang memberikan hasil bahwa pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) pada konsentrasi 0.002 g/L, 0.004 g/L, 0.006 g/L, dan 0.008 g/L tidak memiliki perbedaan pengaruh terhadap kematian Larva *Aedes* namun pengaruhnya lebih besar dibandingkan dengan jumlah konsentrasi 0.001 g/L.

Hasil yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan Santi tahun 2016 bahwa hasil analisis *Kruskal Wallis* menunjukkan nilai $p \leq 0,05$ yang berarti ada perbedaan signifikan rata-rata persentase kematian larva nyamuk *Aedes sp.* per konsentrasi yang diuji. Hasil uji statistic *Mann Whitney* menunjukkan kelompok perlakuan memiliki perbedaan secara signifikan rata-rata persentase kematian larva nyamuk *Aedes sp.* jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Patogenitas *B. thuringiensis* pada konsentrasi 50 μ l, 40 μ l, dan 30 μ l dalam waktu 6 sampai 12 jam rata-rata persentase kematian larva nyamuk *Aedes sp.* Sedangkan pemaparan dalam waktu 24 jam tidak terjadi perbedaan yang signifikan pada pemberian konsentrasi *B. thuringiensis* 50 μ l, 40 μ l, 30 μ l, dan 20 μ l.⁽¹⁶⁾

Uji *Kruskal Wallis* pada pengaruh kelompok (tabel 4.5) diketahui bahwa nilai signifikansi yang didapatkan yaitu 0,546 (>0,05) yang berarti bahwa tidak ada pengaruh waktu pemberian produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) terhadap kematian Larva *Aedes*. Penelitian terdahulu yang dilakukan Marlik tahun 2018 menunjukkan hasil berbeda yaitu ada pengaruh waktu kontak 15, 20, 45, 60 menit terhadap rata-rata kematian larva *Aedes* dengan nilai $p < \alpha = 0,05$.⁽¹⁷⁾

Analisis probit ditujukan untuk menentukan efikasi larvasida terhadap kematian larva nyamuk dengan hasil nilai konsentrasi sebesar 0,00005 g/L (LC_{50}) efektif untuk membunuh 50% populasi hewan uji, 0,00025 g/L (LC_{90}) efektif untuk membunuh 90% populasi hewan uji, dan 0,00088 g/L (LC_{99}) efektif untuk membunuh 99% populasi hewan uji. Penelitian terdahulu dengan hasil yang serupa dilakukan oleh Santi 2016 dengan hasil untuk membunuh 50% larva *Aedes* sp (LC_{50}) diperlukan konsentrasi dalam waktu 6 jam memerlukan konsentrasi 4 µl per liter air dan membunuh 100 % larva *Aedes* sp. memerlukan konsentrasi *B. thuringiensis* dari 40 µl–50 µl.⁽¹⁶⁾

Analisis probit untuk *Lethal Time* menunjukkan hasil nilai T_{50} tertinggi yaitu pada konsentrasi 0,001 g/L dengan waktu 18,079 menit. Konsentrasi 0,006 g/L dan 0,008 g/L tidak dapat dikenali (*unidentified*) karena kematian larva uji secara keseluruhan membutuhkan waktu selama kurang lebih 10 menit. Penelitian yang dilakukan Artie tahun 2019 menunjukkan hasil pada konsentrasi *B. thuringiensis* 20 ppm $LT_{50,24jam}$ tertinggi yaitu 16,02 jam dan $LT_{50,24jam}$ terendah yaitu 7,30 jam. $LT_{90,24jam}$ tertinggi yaitu 70,24 jam dan $LT_{90,24jam}$ terendah yaitu 26, 25 jam.⁽¹⁸⁾

Jenis toksin bakteri *B. thuringiensis* yang mampu membunuh *A. aegypti* terbentuk akibat aktivitas 4 gen kristal protoksin utama, yaitu cry4Aa, cry4Ba, cry11Aa dan cyt1Aa. Selain aktivitas 4 gen tersebut, terdapat gen-gen lain yaitu cry10Aa, cyt2Ba dan cyt1Ca yang menyumbangkan karakter toksisitas tambahan.⁽¹⁹⁾ Toksin yang terkandung dalam *B. thuringiensis* yang termakan oleh larva *Aedes* akan bereaksi dengan keadaan usus larva yang memiliki keadaan basa dan menghasilkan enzim protease yang dapat menguraikan kristal protein menjadi toksin yang mengganggu keseimbangan osmotik dalam usus larva sehingga menyebabkan kematian pada larva.⁽²⁰⁾

Pada penelitian ini keaktifan *B. thuringiensis* dalam membunuh larva *Aedes* dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor paparan sinar ultraviolet dipercaya dapat merusak *B. thuringiensis*. Penelitian ini dilakukan di dalam laboratorium sehingga tidak adanya paparan sinar ultra violet langsung. Faktor pH air dinyatakan dapat membantu keaktifan *B. thuringiensis*, jika pH air yang digunakan dalam rentang pH 6,8-7,2.⁽²¹⁾ Pada penelitian ini hasil pemeriksaan air pada laboratorium didapati pH air 7 yang membuat *B. thuringiensis* efektif dalam membunuh larva *Aedes*.

Faktor lainnya yang berpengaruh yaitu faktor larva yang digunakan pada penelitian ini yaitu larva *Aedes* Instar III yang sudah memiliki sistem pencernaan lengkap sehingga toksin yang terdapat pada *B. thuringiensis* dapat bekerja efektif karena *B. thuringiensis* berespon pada sistem cerna larva.⁽²²⁾ Faktor suhu air dimana *B. thuringiensis* efektif pada air yang suhunya 19°C - 33°C. Efektivitas *B. thuringiensis* menurun tajam pada suhu di bawah 19°C karena larva lambat bergerak dan kebiasaan makannya juga menurun pada suhu tersebut.⁽²³⁾ Pada penelitian ini suhu air berada pada angka 25°C.

5. Kesimpulan

Kematian larva *Aedes* dari intervensi atas produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) dari masing-masing konsentrasi pada waktu pengamatan 60 menit yaitu kematian larva *Aedes* pada kelompok kontrol yaitu 0%, pada

konsentrasi 0,001 g/L sebanyak 93%, pada konsentrasi 0,002 g/L sebanyak 98%, konsentrasi 0,004 g/L, 0,006 g/L dan 0,008 g/L sebanyak 100%.

Dalam perhitungan *Lethal Time* (LT₅₀ dan LT₉₀) pada larva *Aedes*, di konsentrasi 0,001 g/L LT₅₀ berada pada nilai 2,223 menit dan LT₉₀ pada nilai 18,079. Pada konsentrasi 0,002 g/L ditemukan LT₅₀ pada 2,026 menit dan LT₉₀ pada 9,494 menit. Pada konsentrasi 0,004 g/L ditemukan LT₅₀ pada 1,195 menit dan LT₉₀ pada 3,906 menit. Dan pada konsentrasi 0,008 g/L dan 0,008 g/L tidak dikenali karena kematian larva uji secara keseluruhan membutuhkan waktu selama kurang lebih 10 menit.

Dalam perhitungan *Lethal Concentration* (LC₅₀, LT₉₀, LT₉₉) pada larva *Aedes* menunjukkan dibutuhkan konsentrasi sebesar 0,00005 g/L (LC₅₀), 0,00025 g/L (LC₉₀), dan 0,00088 (LC₉₉).

Hasil perhitungan jumlah sel *B. thuringiensis* pada perlakuan *Aedes* 0,001 g/L hingga 0,008 g/L adalah Tidak Bisa Untuk Dihitung (TBUD).

5. Saran

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi penggunaan produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) sebagai larvasida alami dan salah satu alternatif dalam pengendalian populasi vektor nyamuk, serta Masyarakat dapat menggunakan produk VectoBac WG (Bio Larvasida dengan bahan aktif *B. thuringiensis*) sebagai alternatif larvasida alami dalam pengendalian populasi vektor nyamuk.

Referensi

1. Misriyah, Pramono B, Suwito, Suroso T, Situmeang RK, Zubaidah S et al. Pedoman Survei Entomologi Demam Berdarah Dengue dan Kunci Identifikasi Nyamuk *Aedes*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2017. 2 p.
2. Candra A. Demam Berdarah Dengue: Epidemiologi, Patogenesis, dan Faktor Risiko Penularan. *ASPIRATOR-Journal Vector-borne Dis Stud.* 2010;2(2).
3. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021. In Jakarta; 2022.
4. Soedarto. Demam Berdarah Dengue: Dengue Haemorrhagic Fever. CV Sagung Seto; 2012.
5. Nugroho AD. Kematian larva *Ae. aegypti* setelah pemberian abate dibandingkan dengan pemberian serbuk serai. *J Kesehat Masy.* 2011;7(1):91–6.
6. Fuadzy H, Hendri J. Indeks entomologi dan kerentanan larva *Ae. aegypti* terhadap temefos di Kelurahan Karsamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *J Vektor dan Reserv Penyakit.* 2015;7(2):57–64.
7. Chen CD, Nazni WA, Lee HL, Norma-Rashid Y, Lardizabal ML, Fofian-Azirun M. Temephos resistance in field aedes (*Stegomyia albopictus* (Skuse) from Selangor, Malaysia. *Toxiconropical Biomed.* 2013;30(2):30–220.
8. Sihotang H, Umniyati SR. Toksisitas temephos, minyak atsiri jahe (*Zingiber officinale* Roxb), dan *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* (Bti) terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* dari Sumatra Utara. *Ber Kedokt Masy.* 2018;34(3):127–36.
9. Ridha MR, Nisa K. Larva *Aedes aegypti* Sudah Toleran Terhadap Temepos di Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *Vektora J Vektor Dan Reserv Penyakit.* 2011;3(2):93–111.
10. Mulyanto KC, Yamanaka A, Ngadino, Konishi E. Resistance of *Aedes aegypti* (L.) Larvae to Temephos in Surabaya, Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Heal.* 2012;43(1):29–33.
11. Handayani N, Santoso L, Martini, Purwantisari S. Status Resistensi Larva *Aedes Aegypti* Terhadap Temephos Di Wilayah Perimeter dan Buffer Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang. *J Kesehat Masy.* 2016;4(1):159–66.

12. Mahdalena V, Ni'mah T. Potensi dan Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Pengendalian Penyakit Tular Nyamuk. *Spirakel*. 2019;11(2):72–81.
13. Yunus R, Satoto TBT. Efikasi *Bacillus thuringiensis israelensis* yang Ditumbuhkan pada Media Air Cucian Beras Mekongga terhadap Larva *Aedes aegypti* Strain Kendari. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit*. 2017;9(1):9–16.
14. Salamun, Fatimah, Fauzi, Ahmad, Praduwana, N S, et al. Larvicidal toxicity and parasporal inclusion of native *Bacillus thuringiensis* BK5.2 against *Aedes aegypti*. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2021;32(4):379–84.
15. Sari NK, Setyaningrum E, Rosa E, Biologi J. Uji Efektivitas *Bacillus thuringiensis* var . *israelensis* Yang Telah Kadaluwarsa Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *BioWallace J Penelit Biol*. 2019;6(1):944–53.
16. Santi HL, Purnama SG. Uji Patogenitas *Bacillus thuringiensis* var . *israelensis* Terhadap Larva Nyamuk *Aedes* sp . Sebagai Biokontrol Penyebab Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Denpasar Tahun 2014. *Arch Community Heal*. 2016;3(1):14–23.
17. Marlik, Nurmayanti D, Haidah N. Deteksi Konvensional Resistensi *Aedes aegypti* Sebagai Vektor DBD Di Kabupaten Kediri Terhadap Malathion dan Temephos. *Lap Akhir Penelit Hibah Bersaing*. 2018;
18. Artie ND, Hariani N. Mortalitas Larva *Aedes aegypti* Terhadap Temephos dan *Bacillus thuringiensis* var . *israelensis* (Bti). *J Bioterdidik*. 2019;7(6):37–43.
19. Ben-dov E. *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* and Its Dipteran-Specific Toxins. *Toxins (Basel)*. 2014;6:1222–43.
20. Gama ZP, Yanuwadi B, Kurniati TH. Strategi Pemberantasan Nyamuk Aman Lingkungan : Potensi *Bacillus thuringiensis* Isolat Madura Sebagai Musuh Alami Nyamuk *Aedes aegypti*. *J Pembang dan Alam Lestari*. 2010;1(1):1–10.
21. Haiqal MI, Badiri I, Isfanda, Riverson S M. Efektifitas *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) Sebagai Parasitoid Larva *Aedes aegypti*. *Pros Semin Nas Biot*. 2020;355–7.
22. Yulyanto A, Hermawan D, Yulendasari R, Amirus K, Larva K. Efikasi *Bacillus thurengiensis israelensis* (Bti) Terhadap Keberadaan Larva *Aedes aegypti* Di Kelurahan Tanjung Seneng Kota Bandar Lampung. *J Kesehat Holistik*. 2014;8(1):12–6.
23. Darnely. Penggunaan *Bacillus thuringiensis israelensis* untuk Memberantas *Aedes aegypti*. *Maj Kedokt FK UI*. 2010;XXVII(4):167–72.