

Sari, N.K., et. al., *BioWallacea : Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, Vol. 6 (1), 944
Hal. : 944-953, Mei, 2019

Uji Efektivitas *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* yang Telah Kedaluwarsa Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

The Effectiveness of The *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* That Has Expired on
Mosquito Larvae *Aedes aegypti*

Novia Kurnia Sari^{1*}, Endah Setyaningrum², Emantis Rosa²

¹⁻² Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Lampung

Jln. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

E-mail: Noviakurniasari29@gmail.com

Diterima : 12 Maret 2019 – Disetujui : 01 September 2019

© 2019 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo Kendari

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi efektif dan mortalitas *Bti* kedaluwarsa terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 di Laboratorium Zoologi II, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Rancangan penelitian yaitu RAL (Rancangan Acak Lengkap) menggunakan *Bti* kedaluwarsa sebagai faktor utama dengan 6 taraf konsentrasi : 0 ppm (kontrol positif), 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dan *Bti* normal 20 ppm sebagai kontrol negatif yang terdiri dari 4 ulangan. Parameter yang di uji adalah tingkat mortalitas larva *Ae. aegypti*. Data di olah dengan uji ANOVA dan dilanjut uji BNT pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *Bti* kedaluwarsa 300 ppm merupakan konsentrasi *Bti* kedaluwarsa yang paling tinggi dan lamanya waktu kontak yang paling cepat menyebabkan kematian larva *Ae. aegypti* hingga 100%. Kesimpulannya *Bti* kedaluwarsa masih efektif dan memiliki pengaruh terhadap kematian larva *Ae. aegypti*.

Kata kunci : *Ae. aegypti* , *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis*, Mortalitas

ABSTRACT

This study aims to determine the effective concentration and mortality of *Bti* who have expired mosquito larvae *Ae. aegypti*. This research was conducted in December 2018 at the Zoology Laboratory II, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung. This research was conducted with RAL (Complete Random Design) using *Bti* expiration as the main factor with 6 levels of concentration: 0 ppm (positive control), 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm and normal *Bti* 20 ppm as a negative control consisting of 4 replications. As a parameter is the mortality rate of larvae *Ae. aegypti*. Data was analyzed using ANOVA test and continued with LSD test at the 5% level. The results showed that the *Bti* concentration expiry of 300 ppm the highest expiration *Bti* concentration and the longest contact time to cause death to the larvae *Ae. aegypti* up to 100%. In conclusion, the *Bti* expired has an effective and influence on the death of the larvae *Ae. aegypti*.

Keywords: *Ae. aegypti*, *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis*, Mortality

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) saat ini menjadi masalah kesehatan. Penyakit ini terus bertambah dalam kurun waktu 50 tahun terakhir ke negara-negara yang dahulu diklaim sebagai negara bebas DBD. Kasus DBD meningkat 30 kali lipat di seluruh penjuru dunia. Populasi nyamuk yang semakin bertambah, menyebabkan kasus demam berdarah lebih mudah meningkat (World Health Organization, 2009).

Tindakan preventif sangat diperlukan untuk menurunkan kasus DBD, salah satunya dengan tindakan pencegahan yaitu program pengendalian vektor. Beberapa kegiatan pengendalian vektor DBD diantaranya menggunakan insektisida kimiawi, bioinsektisida, dan musuh alami, namun belum menunjukkan hasil yang nyata, hal ini dapat dilihat dengan selalu meningkatnya jumlah kasus DBD (Budiyanto, 2005).

Salah satu upaya pengendalian nyamuk melalui pengendalian hayati menggunakan bio agen yang menjadi patogen pada serangga yaitu *B. Thuringiensis* (Suwahyono, 2010). Menurut hasil penelitian (Dylo, Martin, & Mhango, 2014) pengendalian vektor menggunakan *B. thuringiensis* merupakan cara yang paling tepat untuk menekan jumlah vektor DBD, karena tidak bersifat toksik terhadap organisme non-target.

Penelitian terkait pemanfaatan *B. thuringiensis* yang telah dilakukan diantaranya oleh (Weyai, 2004) yang menggunakan *Bti* untuk melihat pengaruh mortalitas terhadap larva *Ae. aegypti* melalui nilai LC_{50} dalam waktu 24 dan 48 jam.

METODE PENELITIAN

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

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas berupa gelas beaker, erlenmeyer, gelas ukur, dan pipet tetes, wadah plastik sebagai tempat untuk meletakkan larva, nampan plastik sebagai tempat penetasan telur hingga menjadi larva instar III, dan kertas label untuk memberi label keterangan pada setiap wadah pengamatan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva instar III *Ae. aegypti*, larvasida *Bti* yang telah kedaluwarsa dan *Bti* normal, pakan larva, dan air.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan konsentrasi yang digunakan yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, sedangkan sebagai kontrol negatif (air+larva+*Bti* normal 20 ppm) dan kontrol positif (air+larva). Masing-masing wadah diuji terhadap 20 ekor larva *Ae. aegypti* dengan pengulangan sebanyak 4x.

Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Bogor. Sedangkan larvasida *Bti* yang digunakan yaitu Bactivec⁰ SL dengan masa kedaluwarsa bulan Juni 2018 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Telur ditetaskan dalam nampan plastik yang berisi air bersih untuk pemeliharaan larva nyamuk. Telur menetas dalam waktu 5 hari menjadi larva instar III. Larva instar III *Ae. aegypti* sebanyak 20 ekor dimasukkan ke dalam wadah plastik

yang berisi 250 ml air. Kemudian, larvasida *Bti* yang kedaluwarsa dalam 6 konsentrasi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dimasukkan ke dalam wadah yang berisi larva dan air. Selanjutnya disiapkan dua wadah sebagai kontrol negatif (air+larva+*Bti* normal 20 ppm) dan kontrol positif (air+larva). Menurut WHO, (2005), pengamatan pada kelompok-kelompok sampel dilakukan 24 jam dan dibagi setiap interval waktu 5, 10, 20, 40, 60, 120, 240, 480, 1440, 2880, dan 4320 menit. Pengamatan berakhir pada menit ke- 4320 dengan cara menghitung larva yang mati pada setiap patokan waktu. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah kematian larva instar III dengan rumus mortalitas sebagai berikut:

$$M = (\sum m / \sum t) \times 100\%$$

Keterangan:

- M = Mortalitas %
- $\sum m$ = Jumlah larva instar III yang mati (ekor)
- $\sum t$ = Jumlah total larva instar III (ekor)

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis menggunakan ANOVA. Jika ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan, maka dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5%.

Tabel 2. Rata-rata jumlah kematian larva *Ae. aegypti* berdasarkan lamanya waktu kontak setelah diberi *Bti* kedaluwarsa mulai menit ke-120 sampai menit ke-4320

Konsentrasi (ppm)	Lamanya waktu kontak (menit)					
	120	240	480	1440	2880	4320
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0
50	0,00 ^e	1,25 ^e	5,25 ^d	8,50 ^c	12,25 ^b	15,75 ^a
100	1,00 ^e	3,25 ^d	9,50 ^c	12,00 ^b	13,25 ^b	17,50 ^a

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan selama 4320 menit (72 jam), diketahui bahwa *Bti* yang telah kedaluwarsa berpengaruh terhadap larva *Ae. aegypti*. Hasil analisis uji ANOVA ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis uji ANOVA kematian larva *Ae. aegypti* berdasarkan konsentrasi *Bti* yang telah kedaluwarsa

Sumber keragaman	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat (jk)	Kuadrat tengah (kt)	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan:					
Konsentrasi (k)	5	285,08	57,016	12,394**	2,48
Waktu (w)	5	6160,5	1232,1	267,84**	2,48
Interaksi (k.w)	25	663,67	26,55	5,77**	1,75
Error	25	110,5	4,60		
Total	35	7219,75			

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata

Tabel 1 menunjukkan bahwa F hitung > F tabel, berarti konsentrasi *Bti* kedaluwarsa berpengaruh terhadap kematian larva *Ae. aegypti*, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Rata-rata jumlah kematian larva *Ae. aegypti* berdasarkan lamanya waktu kontak setelah diberi *Bti* kedaluwarsa dapat dilihat pada tabel 2.

Lanjutan Tabel 2

1	2	3	4	5	6	7
150	0,00 ^f	1,00 ^e	7,50 ^d	9,50 ^c	15,75 ^b	18,25 ^a
200	1,00 ^e	3,75 ^d	6,00 ^c	9,75 ^b	20,00 ^a	20,00 ^a
250	1,50 ^e	5,00 ^d	9,75 ^c	16,75 ^b	20,00 ^a	20,00 ^a
300	3,00 ^d	5,25 ^c	11,25 ^b	20,00 ^a	20,00 ^a	20,00 ^a
20(+)	7,50 ^c	12,00 ^b	20,00 ^a	20,00 ^a	20,00 ^a	20,00 ^a

Keterangan: angka-angka pada kolom yang tidak diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda nyata pada uji BNT peluang 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa berdasarkan konsentrasi *Bti* kedaluwarsa sebesar 300 ppm adalah konsentrasi yang paling efektif, karena dapat membunuh larva *Ae. aegypti* sebesar 100%. Sedangkan, berdasarkan lamanya waktu kontak *Bti* kedaluwarsa terhadap larva *Ae. aegypti* jumlah kematian awal terjadi pada menit ke-120.

Pembahasan

Bila dilihat dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, dan 300 ppm (tabel 2), jumlah kematian larva *Ae. aegypti* semakin meningkat. Hal ini mungkin disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi *Bti* yang diberikan, maka jumlah kematian larva *Ae. aegypti* pun semakin meningkat.

Pernyataan ini sesuai dengan Darnely, (2010) melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *Bti* yang digunakan, maka semakin besar pula peluang kematian larva *Ae. aegypti*. Sebaliknya, semakin rendah konsentrasi *Bti* yang digunakan, maka semakin rendah pula kematian larva *Ae. aegypti*. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Blondine, 2004) bahwa semakin rendah konsentrasi *Bti* yang diberikan pada masing-masing wadah yang berisi lava uji menyebabkan

semakin sedikit jumlah kematian larva uji untuk semua kelompok perlakuan. Kemudian aplikasi konsentrasi bakteri yang tinggi dapat menyebabkan kematian larva uji dalam jumlah yang besar. Sehingga, tingginya konsentrasi *Bti* yang termakan oleh larva uji menyebabkan kematian.

Berdasarkan data tabel 2. Konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm tidak menyebabkan kematian larva uji hingga 100%. Sedangkan, konsentrasi 200 ppm, 250 ppm, dan 300 ppm menyebabkan jumlah kematian larva uji 100%. Data ini terlihat bahwa jumlah kematian larva uji pada konsentrasi rendah menyebabkan tingkat kematian larva uji rendah. Sedangkan, jumlah kematian larva uji pada konsentrasi yang tinggi menyebabkan jumlah kematian larva uji meningkat.

Semakin rendah konsentrasi bakteri yang diaplikasikan kepada larva uji, maka tingkat kematian larva juga akan rendah, begitupun sebaliknya jika konsentrasi bakteri yang diaplikasikan kepada larva uji tinggi, maka tingkat kematian larva juga akan semakin meningkat. Kemudian ditambahkan oleh (Ben-Dov, 2014) menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi bakteri yang diaplikasikan kepada larva maka tingkat kematian larva juga akan rendah, begitupun sebaliknya jika

konsentrasi bakteri yang digunakan tinggi maka tingkat kematian larva juga akan semakin tinggi.

Jika dibandingkan dengan (kontrol negatif) yaitu *Bti* yang tidak kedaluwarsa 20 ppm, tingkat kematian larva uji sebesar 100%, lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi *Bti* kedaluwarsa. Konsentrasi 20 ppm (kontrol negatif) *Bti* yang tidak kedaluwarsa memiliki efek toksisitas terhadap larva *Ae. aegypti*, karena memiliki senyawa bioaktif pada larvasida yang masih efektif digunakan daripada *Bti* yang telah kedaluwarsa.

Bti yang tidak kedaluwarsa memiliki bau yang lebih menyengat dibandingkan dengan *Bti* kedaluwarsa. Hal ini didukung oleh (Shinta & Supratman, 2007) yang melaporkan bahwa bau yang ditimbulkan oleh larvasida diduga akibat senyawa bioaktif yang menguap sebagai gas, sehingga dapat menyebabkan kematian bagi serangga tersebut.

Pada *Bti* kedaluwarsa senyawa bioaktif larvasida yang terkandung di dalamnya sudah terdegradasi, karena telah melewati masa simpan sehingga tingkat efektivitas larvasidanya mengalami penurunan. Seperti yang dikemukakan oleh (Anggraeni, Christina, & Wianto, 2013) bahwa *Bti* kedaluwarsa memiliki daya bunuh yang sudah lebih berkurang dan kecil toksisitasnya jika dibandingkan dengan *Bti* yang tidak kedaluwarsa.

Kemudian ditambahkan oleh (Melanie, Inriyani, & Kasmara, 2018) formulasi *B. thuringiensis* yang tidak kedaluwarsa memiliki efek toksisitas terhadap larva *Ae. aegypti* dibandingkan dengan formulasi *B. thuringiensis* yang kedaluwarsa. Hal ini diduga karena, kualitas dan kuantitas

toksik dari formulasi *B. thuringiensis* yang kedaluwarsa mengalami penurunan karena sudah melewati masa simpan.

Bila dikaitkan berdasarkan konsentrasi dan lamanya waktu kontak, maka kematian larva uji tercepat pada menit ke-120 konsentrasi *Bti* 100 ppm, 200 ppm, 250 ppm, dan 300 ppm. Pada tabel 2. Konsentrasi yang tinggi menyebabkan kematian larva *Ae. aegypti* dalam waktu yang singkat.

Pada menit ke-120, konsentrasi 50 ppm dan 150 jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Konsentrasi 50 ppm dan 150 pada menit ke-240 jumlah kematian larva uji berbeda nyata dibandingkan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 250 ppm, dan 300 ppm. Lalu pada menit ke-240 konsentrasi 20 ppm *Bti* normal jumlah kematian larva uji berbeda nyata dengan konsentrasi *Bti* yang kedaluwarsa.

Pada menit ke-480, konsentrasi 50 ppm dan 150 jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Konsentrasi 50 ppm dan 150 pada menit ke-240 jumlah kematian larva uji berbeda nyata dibandingkan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 250 ppm, dan 300 ppm. Lalu pada menit ke-480 konsentrasi 20 ppm *Bti* normal jumlah kematian larva uji 100% berbeda nyata dengan konsentrasi *Bti* yang kedaluwarsa.

Pada menit ke-1440, konsentrasi 50 ppm dan 150 jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm jumlah kematian larva uji

tidak berbeda nyata. Konsentrasi 300 ppm dan 20 ppm pada menit ke-240 jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Sedangkan, pada menit ke-1440 konsentrasi 50 ppm dan 150 dibandingkan 100 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm berbeda nyata dengan konsentrasi 300 ppm dan 20 ppm.

Pada menit ke-2880, konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Sedangkan, pada menit ke-2880 konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dibandingkan dengan konsentrasi 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dan *Bti* normal jumlah kematian larva uji berbeda nyata. Kemudian pada konsentrasi 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm dan *Bti* normal mengakibatkan kematian larva uji sebesar 100%.

Pada menit ke-4320, konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, dan *Bti* normal jumlah kematian larva uji tidak berbeda nyata. Konsentrasi 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, dan *Bti* normal mengakibatkan kematian larva uji sebesar 100%.

Berdasarkan data tabel 2. Menunjukkan bahwa tingginya konsentrasi *Bti* yang diberikan menyebabkan kematian larva uji dalam waktu yang singkat. Menurut, (Anggraeni et al., 2013) menyatakan bahwa waktu pemaparan yang singkat *Bti* dengan konsentrasi yang tinggi berpengaruh terhadap kematian larva. Kemudian, daya bunuh *Bti* dengan konsentrasi paling tinggi dalam waktu pemaparan yang singkat dapat menyebabkan kematian larva uji.

Waktu pendedahan 24 jam dan 48 jam adalah waktu yang efektif dibandingkan waktu 72 jam, hal ini

disebabkan karena adanya penumpukan atau akumulasi toksin pada *Bti* yang berdampak negatif dalam saluran pencernaan larva uji (Melanie, et al., 2018).

Formulasi *Bti* dalam mengendalikan larva *Ae. aegypti* efikasinya dapat dievaluasi 24 jam sampai 48 jam setelah pengaplikasian, namun jika lebih dari 72 jam efektivitas *Bti* terhadap larva uji akan menurun (Blondine, 2004).

Berdasarkan data tabel 2. Terdapat perbedaan dimana peningkatan konsentrasi *Bti* dan lamanya waktu yang diikuti dengan kematian larva *Ae. aegypti* yang semakin tinggi. Hal ini terjadi karena tingkat sensitifitas larva *Ae. aegypti* terhadap *Bti* berbeda antara satu dengan lainnya, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menunjukkan tanda-tanda kematian larva *Ae. aegypti* pun berbeda meskipun jenis larvanya sama.

Menurut (Achille, Christophe, & Yilian, 2010) menyatakan bahwa efektivitas *B. thuringiensis* terhadap larva uji selain dipengaruhi oleh kebiasaan makan, konsentrasi, waktu pemaparan, kualitas air, juga oleh adanya toksin (β -eksotoksin).

Seperti yang diungkapkan oleh Suwahyono (2010), substansi yang berperan penting sebagai larvasida adalah protein β -eksotoksin. Komposisi dari β -eksotoksin adalah senyawa aktif, seperti adenin, saponin, tanin, dan alkaloid.

Berdasarkan senyawa yang terkandung di dalam *Bti*, alkaloid bersifat toksik, sedangkan adenin dapat menghambat proses pernapasan sel. Seperti yang dikemukakan oleh (Darnely, 2010), senyawa alkaloid

bersifat toksik dan menimbulkan reaksi kimia dalam proses metabolisme tubuh dan dapat menyebabkan terhambatnya hormon pertumbuhan, sehingga larva tidak dapat melakukan metamorfosis secara sempurna, yang mengakibatkan larva tidak tumbuh bahkan mengakibatkan kematian. Sedangkan adenin dapat menghambat proses pernapasan sel, dapat menghambat proses pembekuan darah serta merangsang hormon pengatur pertumbuhan. Adenin berpengaruh terhadap pertumbuhan larva nyamuk. Adenin bertindak sebagai racun perut karena larva yang mati disebabkan oleh adanya kerusakan saluran cerna.

Saponin dapat merusak membran sel dan mengganggu proses metabolisme serangga sedangkan polifenol sebagai inhibitor pencernaan serangga. Saponin memiliki rasa yang pahit yang dapat menyebabkan iritasi pada lambung. Beberapa saponin bekerja sebagai antimikroba. Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakteri lisis.

Kemampuan senyawa tanin dalam membunuh larva nyamuk disebabkan karena senyawa ini dapat menghambat kerja enzim dan penghilangan substrat (protein). Tanin dapat berikatan dengan lipid dan protein dan diduga mengikat enzim protease yang berperan dalam mengkatalis protein menjadi asam amino yang diperlukan untuk pertumbuhan larva. Akibatnya, pertumbuhan larva menjadi terhambat dan jika proses ini berlangsung terus-menerus maka akan berdampak pada kematian larva (Darnely, 2010).

Bti dalam mekanisme kerjanya membutuhkan waktu untuk memperoleh respon mortalitas larva uji sebagai racun perut. Seperti yang dikemukakan oleh Rachim (2013), racun pada larvasida dimakan oleh larva, masuk ke dalam organ pencernaan kemudian diserap oleh dinding usus, lalu beredar bersama darah yang akan mengganggu metabolisme larva, sehingga larva tersebut kekurangan energi untuk kelangsungan hidupnya yang akan mengakibatkan kematian.

Senyawa aktif larvasida yang terkandung didalam *Bti* bersifat racun perut. Menurut (Shinta & Supratman, 2007) mengatakan bahwa senyawa aktif larvasida yang terkandung di dalam *Bti* bersifat racun perut. Racun perut dapat merusak bagian tubuh serangga setelah masuk lewat perut dan saluran pencernaan sehingga dapat merusak dan menghancurkan sistem pencernaan.

Perubahan morfologi larva *Ae. aegypti* yang terinfeksi oleh bakteri adalah berwarna coklat kehitaman dan mengalami paralisis usus, larva menjadi lemah dan kurang tanggap terhadap sentuhan. Menurut (Gama, Bagyo, & Kurniati, 2010) menyatakan bahwa ciri-ciri larva uji yang terinfeksi oleh *Bti* adalah berwarna coklat kehitaman dan mengalami paralisis usus.

Bakteri yang termakan oleh larva uji akan mengalami lisis karena kondisi yang tidak sesuai bagi syarat kehidupan *Bti*, sehingga kristal paraspora dan spora terbebas. Toksin kemudian akan melisis epitel dinding midgut larva setelah itu menyebabkan larva uji mati (Gama, *et al.*, 2010). Keberadaan senyawa toksik dalam

saluran pencernaan dapat diindikasikan dengan seluruh tubuh larva berwarna hitam yang disebabkan karena sel-sel pencernaan mengalami paralisis (Dylo, *et al.*, 2014).

Menurut (Anggraeni *et al.*, 2013) bahwa kematian larva akan terjadi apabila *Bti* tertelan oleh larva uji dan akan mengalami paralisis usus diikuti kematian terhadap larva uji. Menurut pendapat (Suwahyono, 2010) serangga yang terinfeksi biasanya berukuran kecil, cacat, masa hidupnya lebih pendek.

Pengamatan secara mikroskopis dilakukan untuk mengetahui perubahan morfologi larva uji yang terpapar oleh *Bti* kedaluwarsa dan yang tidak terpapar oleh *Bti* kedaluwarsa. Secara mikroskopis, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara larva kontrol positif (larva hidup) dengan larva yang terpajan oleh kandungan *Bti* kedaluwarsa (larva mati).

Larva kontrol positif memiliki struktur tubuh yang *intake* (utuh) dapat dilihat pada gambar 11. Pengamatan pada menit ke-2880, sedangkan larva yang diberi pajanan *Bti* kedaluwarsa yang diamati menggunakan mikroskop pada menit ke-2880, memiliki struktur tubuh yang rusak, kepala hampir putus,

usus putus, dan siphon yang tidak berkembang dapat dilihat pada gambar 12.

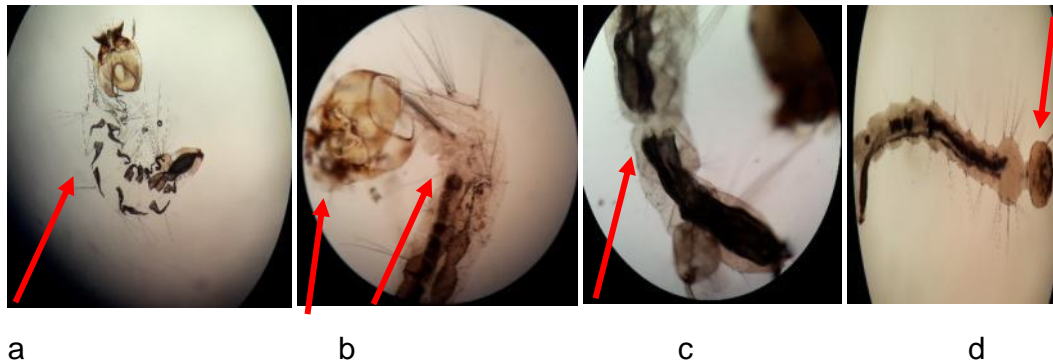
Pernyataan tersebut sama dengan penelitian (Weyai, 2004) pada larva yang mati terinfeksi *B. thuringiensis* menunjukkan bahwa larva *Ae.aegypti* membengkak dan akhirnya lisis atau pecahnya isi sel ke bagian lumen, serta menurut (Weinzierl dkk, 1997; Khetan, 2001) epitelium usus tengah yang mengalami kebocoran akan mempermudah masuknya spora *B.thuringiensis* dan bakteri lain yang ada di saluran pencernaan ke dalam rongga tubuh serangga. Setelah 2-3 hari, *B.thuringiensis* akan menyebabkan kematian serangga.

Menurut Blondine, (2004) menyatakan bahwa *B. thuringiensis* mempunyai daya insektisida yang spesifik terhadap beberapa famili serangga dalam ordo diptera. Hal ini mempunyai arti penting di masa depan sebagai pengendali serangga karena aplikasinya akan sangat meminimalisir kerusakan lingkungan dengan memperkecil risiko matinya serangga lain ataupun mikroorganisme non target.

Berikut adalah gambar-gambar pengamatan dan perubahan morfologi pada larva nyamuk *Aedes aegypti* :



Gambar 1. Larva *Ae. aegypti* yang memiliki struktur tubuh utuh



Gambar 2. Larva yang telah terpajan *Bti* kedaluwarsa: a) Tubuh larva rusak dan hancur, b) kepala dan *thorax* larva hampir putus, c) usus larva putus, dan d) *siphon* rusak

KESIMPULAN

Hasil analisis uji efektivitas *Bti* yang telah kedaluwarsa terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* adalah sebagai berikut:

1. *Bti* yang telah kedaluwarsa efektif membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Konsentrasi *Bti* kedaluwarsa 300 ppm paling efektif untuk membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achille, G. N., Christophe, H. S., & Yilian, L. (2010). Effect of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (H-14) on *Culex*, *Aedes* and *Anopheles* larvae (Cotonou; Benin). *Journal of Stem Cell*, 60–66.
- Anggraeni, Y. M., Christina, B., & Wianto, R. (2013). Uji Daya Bunuh Ekstrak Kristal Endotoksin *Bacillus thuringiensis israelensis* (H-14) terhadap Jentik *Aedes aegypti*, *Anopheles aconitus* dan *Culex quinquefasciatus*. *Journal Sain Veteriner*, 31(1).
- Ben-Dov, E. (2014). *Bacillus thuringiensis* sub sp. *Israelensis* and its Dipteran-Specific Toxins. *Toxins*, 6, 1222–1243.
- Blondine, C. P. (2004). Efektivitas Vectobac 12 AS (Bt H-14) dan *Bacillus thuringiensis* H-14 Terhadap Vektor Malaria *Anopheles maculatus* di Kobakan Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, kabupaten Kulon Progo. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 32(1), 17–28.
- Budyanto, A. (2005). *Studi Indeks Larva Nyamuk Aedes aegypti dan Hubungannya dengan PSP Masyarakat Tentang Penyakit DBD di Kota Palembang Sumatera Selatan*. Palembang: Loka Litbang P2B2 Baturaja.
- Darnely. (2010). Penggunaan *Bacillus thuringiensis israelensis* untuk Memberantas *Aedes aegypti*. *Majalah Kedokteran FK UKI*, XXVII No.4.

- Dylo, P., Martin, C., & Mhango, M. (2014). Efficacy of *Bti* on Culex and Anopheline Mosquito Larvae in Zomba. *Malawi Journal of Science and Technology*, 10(1), 41–52.
- Gama, Z. P., Bagyo, Y., & Kurniati, T. H. (2010). Strategi Pemberantasan Nyamuk Aman Lingkungan: Potensi *Bacillus thuringiensis* Isolat Madura Sebagai Musuh Alami Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal Pembangunan Dan Alam Lestari*.
- Khetan, S. K. (2001). *Microbial Pest Control*. Marcel Dekker: Inc. USA.
- Melanie, M. R. M., Inriyani, S. S., & Kasmara, H. (2018). Effectiveness of Storage Time Formulation of *Bacillus thuringiensis* Against *Aedes aegypti* Larvae (Linnaeus, 1757). *Jurnal Cropsaver*, 1(1).
- Rachim, M. (2013). *Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (Ocimum basilicum L.) Terhadap Kematian Larva Instar III Nyamuk Ae. aegypti*. Bandar Lampung.
- Shinta, & Supratman, S. (2007). Status Kerentanan Populasi Larva *Aedes aegypti* terhadap Temephos di Daerah Endemis DBD di DKI Jakarta. *J.Ekol-Kes*, 6(1), 540–745.
- Suwahyono, U. (2010). *Biopestisida*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Weyai, M. N. (2004). Efikasi *Bacillus thuringiensis* H-14 (Vectobac WDG) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* di Laboratorium. In *UNDIP Press*. Semarang.
- W. H. O. (2005). *Guidelines For Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvasides*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.