

Status Resistensi Larva *Aedes aegypti* (Linnaeus) terhadap Temephos (Studi di Kelurahan Jatiasih Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat)

Lasrika S Sinaga^{*)}, Martini^{**)}, Lintang Dian Saraswati^{**)}

^{*)}Mahasiswa Peminatan Entomologi Kesehatan FKM UNDIP

^{**)}Dosen Bagian Epidemiologi dan Penyakit Tropik FKM UNDIP
e-mail : lasrikasinaga@gmail.com

ABSTRACT

Larvicides temephos has long been used in vector control of DHF Ae. aegypti. The use of insecticides for a long time and continuously can increase the incidence of insecticide resistance. The aim of this research is to determine the resistance status of Ae. aegypti in Jatiasih Village to temephos. This research includes the study of pure experimentation (True Experiment) to posttest design with control group (Only posttest control group design) with a sample of Ae. aegypti instar III and instar IV larval rearing the results of the first generation of larvae survey results. The results showed the percentage of larval mortality Ae. aegypti of Village Jatiasih to temephos by using a concentration of 0.0025 mg/l; 0.005 mg/l; 0.01 mg/l; 0.02 mg/l; 0.04 mg/l and 0.08 mg/l. According to WHO's recommended concentration category of 0,02 mg/l showed that village Jatiasih is still susceptible to temephos with the death of Ae. aegypti by 98%. The analysis of the data was tested by using Kruskal Wallis test and Mann Whitney Test to determine the differences in each concentration. Kruskal Wallis test was obtained on the value of 0.001 ($p < 0.05$) which means that there are differences in the average of mortality of larvae Ae. aegypti to various concentrations of temephos. Based on probit analysis showed that the effective concentration of temephos that killed 50% and 99% of larvae (Lethal Concentration / LC) 24 consecutive hours is 0,018 mg/l and 0.146 mg/l. The conclusion of this research that temephos is still effective for use as larvicides in Jatiasih Village.

Keyword : Resistance, Larvae, *Aedes aegypti*, Temephos

Bibliography : 69, 1971 – 2015

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit infeksi dan menular yang disebabkan oleh virus dengue serta tergolong grup B *Arthropod - Borne Virus (Arboviruses)*, genus *Flavivirus*, famili *Flaviviridae*. DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes (Ae.)*.⁽¹⁾ *Ae. aegypti* merupakan vektor yang utama dan *Ae. albopictus* sebagai vektor sekunder terutama bagi negara Asia, Philipina dan Jepang. Namun spesies lain seperti, *Ae. polynesiensis*, *Ae. pseudoscutellaris* dan *Ae. niveus* juga dianggap sebagai vektor sekunder di

negara Kepulauan Pasifik.^{(1),(2)} Lebih dari 2,5 milyar penduduk di dunia, lebih dari 40%-nya berisiko mengalami DBD. Saat ini, diperkirakan 50-100 juta orang di seluruh dunia terinfeksi DBD setiap tahunnya.^{(3),(4)}

Tercatat pada data Dinas Kesehatan Kota Bekasi bahwa angka kesakitan atau *Incidence Rate (IR)* DBD tahun 2013 sebesar 56 per 100.000 penduduk mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2012 sebesar 37 per 100.000 penduduk. Hal ini seiring berkaitan dengan peningkatan jumlah kasus DBD

tahun 2013 yaitu 1.368 kasus dari 856 kasus tahun 2012. Namun angka kematian atau *Case Fatality Rate* (CFR) DBD tahun 2013 mengalami penurunan yaitu sebesar 1,2% (kasus meninggal 17 orang) dibanding tahun 2012 sebesar 2%.^{(5),(6)} Persebaran penderita penyakit demam berdarah ini tersebar secara merata di 12 Kecamatan di Kota Bekasi, salah satunya di Kecamatan Jatiasih. Sepanjang tahun 2012 di Kelurahan Jatiasih kasus DBD dilaporkan berjumlah 19 kasus. Tahun 2013 terjadi peningkatan kasus menjadi 34 kasus yang tersebar di Kelurahan Jatiasih sebagai kelurahan terbanyak dengan kasus DBD dari kelurahan lainnya di Kecamatan Jatiasih. Terhitung sampai bulan Agustus 2014 sudah terdapat 17 kasus demam berdarah di Kelurahan Jatiasih.^{(7),(8),(9)}

Pengendalian yang sering dilakukan saat ini adalah pengendalian secara kimiawi karena dianggap bekerja lebih efektif dan hasilnya cepat terlihat dibandingkan pengendalian secara biologis.⁽¹⁰⁾ Salah satu cara untuk mengendalikan *Ae. aegypti* adalah menggunakan larvasida dengan anjuran Kementerian Kesehatan yaitu Abate 1 SG dengan bahan aktif temephos 1%.⁽¹¹⁾

Di Indonesia, temephos mulai dikenal pada tahun 1976 dan digunakan secara massal untuk program pemberantasan larva *Ae. aegypti* di Indonesia sejak tahun 1980. Temephos tersebut sudah digunakan hampir 30 tahun. Metode temephos ditetapkan menjadi agenda nasional namun populasi nyamuk *Ae. aegypti* masih tinggi sehingga angka kesakitan DBD masih ada.^{(12),(13),(14)}

Adanya populasi *Ae. aegypti* di Kelurahan Jatiasih mengakibatkan sering muncul kasus DBD, sehingga abatisasi lebih sering dilaksanakan untuk mengendalikan larva nyamuk dan dosis temephos 1% (Abate 1 SG) sesuai dengan program abatisasi nasional yaitu 10 gram dalam 100 liter air.⁽¹⁴⁾ Apabila penggunaannya dilakukan secara terus menerus dengan jangka waktu relatif cukup lama dan frekuensi tinggi serta tidak menggunakan dosis yang tepat dapat mendorong terjadi resistensi pada

larva *Ae. aegypti* terhadap insektisida tersebut.^{(15),(16)}

Laporan resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos sudah ditemukan di beberapa negara seperti di Brazil⁽¹⁷⁾, Venezuela dan Kuba⁽¹⁸⁾, French Polynesia,⁽¹⁹⁾ dan Karibia.^{(20),(21)} Di belahan Asia Tenggara juga telah dilaporkan adanya resistensi temephos. Pada tahun 1976, temephos telah dilaporkan resisten di Malaysia dan Pnom Penh (Kamboja).⁽²²⁾ Selain itu, penelitian lain juga mengindikasikan bahwa terjadi resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap Abate 1 SG (Temephos 1%) di Surabaya.⁽²³⁾ Hasil penelitian Istiana melaporkan bahwa sudah terjadi resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos 1% di wilayah Kota Banjarmasin Barat-Kalimantan Selatan.⁽²³⁾ Penelitian tahun 2006 mengenai status kerentanan populasi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos di daerah endemis DBD di Jakarta, menunjukkan bahwa populasi larva *Ae. aegypti* di Jakarta Barat telah toleran bahkan cenderung resisten, sedangkan penelitian di Banjarmasin juga menyebutkan bahwa larva *Ae. aegypti* dari 5 kelurahan di Banjarmasin Utara masih rentan terhadap temephos 1%. LC_{99} 24 jam jauh lebih rendah dari 0,02 mg/l.⁽¹⁴⁾

Status resistensi larva *Ae. aegypti* di Kelurahan Jatiasih masih belum diketahui sedangkan sampai saat ini kasus DBD relatif tingginya penggunaan insektisida temephos tersebut masih menjadi andalan dalam pengendalian DBD. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu diketahui status resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos, supaya menjadi dasar dalam melaksanakan program pencegahan dan pengendalian DBD.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni (*true experiment*), dengan desain penelitian *postest only with control group*.

Pada penelitian ini subjek dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan (pemberian konsentrasi temephos yang berbeda) dan kelompok kontrol (kelompok yang tidak diberi perlakuan). Uji kerentanan mengacu

pada WHO dimana setiap perlakuan menggunakan larva instar III dan IV awal sebanyak 25 ekor untuk setiap perlakuan dan pengulangan. Perlakuan yang diberikan ada 6 konsentrasi temephos yaitu 0,0025 mg/l; 0,005 mg/l; 0,01 mg/l; 0,02 mg/l; 0,04 mg/l; 0,08 mg/l dengan 4 kali pengulangan. Larva diberi kontak dengan temephos selama 24 jam.

Populasi dalam penelitian ini adalah larva *Ae. aegypti* generasi pertama (F1) hasil survei di Kelurahan Jatiasih. Sehingga jumlah total sampel yaitu 700 ekor larva *Ae. aegypti*. Pengambilan larva *Ae. aegypti* di lokasi penelitian dilakukan

Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengamatan terhadap kematian larva *Ae. aegypti* pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Uji Resistensi :

Menurut WHO, status resistensi larva *Ae. aegypti* diperoleh pada uji dengan dosis 0,02 mg/l dengan persentase kematian sebagai berikut : ^{(24),(25)}

1. Rentan= 98-100% kematian larva uji
2. Toleran= 80-97% kematian larva uji
3. Resisten= < 80% kematian larva uji

uji Mann

Uji statistik menggunakan uji *Kruskal Wallis* dilanjutkan dengan *Whitney* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan

No.	Pemeriksaan	Jumlah (n)	HI %	CI %	BI
1.	Jumlah rumah diperiksa	100			
	∑ rumah (+) larva	28	27,5	28	116
2.	Jumlah <i>container</i> diperiksa	424			
	∑ <i>container</i> (+) larva	116			
3.	∑ <i>container</i> (+) larva dalam 100 rumah	116			

secara *purposive sampling* yaitu 100 rumah di lokasi penelitian. Larva yang tertangkap dimasukkan ke dalam botol plastik, untuk dipelihara di laboratorium entomologi FKM UNDIP untuk dijadikan sebagai bahan penelitian.

jumlah kematian larva *Ae. aegypti* pada berbagai konsentrasi temephos. *Lethal Concentration (LC)* 50 dan 99 dianalisis dengan *Probit Analysis Program*.

HASIL PENELITIAN

Hasil Survei Larva

Tabel 4.1 Hasil Survei Entomologi di Kelurahan Jatiasih Tahun 2015

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui hasil survei terhadap 100 rumah penduduk di setiap kelurahan menunjukkan bahwa Kelurahan Jatiasih memiliki angka HI sebesar 28%, CI 27,5% dan BI sebanyak 116 *container* dengan larva dalam 100 rumah/bangunan.

Penggunaan Abate di Kelurahan Jatiasih

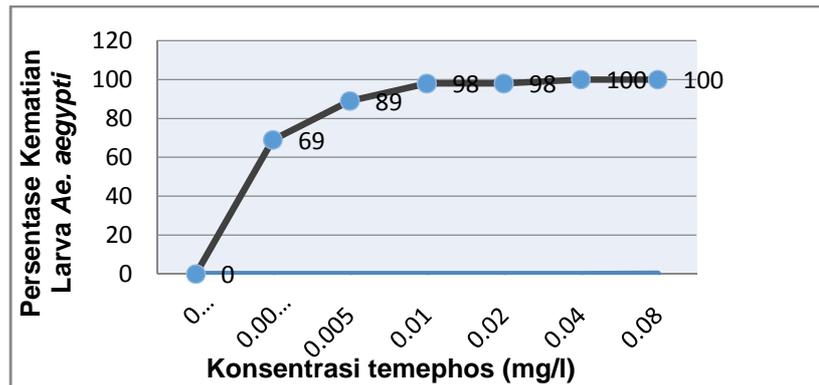
Selama ini masyarakat Kelurahan Jatiasih memperoleh Abate secara gratis dari Puskesmas melalui kader PKK yang ada di wilayahnya masing-masing. Tetapi ada juga masyarakat yang memperoleh Abate dengan membeli sendiri di apotek maupun pedagang keliling atau dari pihak

swasta. Masyarakat Kelurahan Jatiasih menggunakan larvasida Abate sebanyak 64 orang (64%).

Uji Resistensi

Status Resistensi Larva *Ae. aegypti* Kelurahan Jatiasih

Dari hasil uji resistensi diperoleh bahwa pada kelompok kontrol tidak ditemukan adanya kematian larva pada semua ulangan. Persentase kematian pada kontrol (tanpa pemberian larutan temephos) pada jam ke 24 adalah 0% atau tidak ada kematian, sehingga kontrol tidak perlu dikoreksi dengan Abbot's formula.



Gambar 4.2 Persentase kematian larva *Ae. aegypti* terhadap larvasida temephos setelah pengamatan 24 jam

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan persentase kematian larva *Ae. aegypti* terhadap larvasida temephos setelah pengamatan selama 24 jam. Grafik tersebut menunjukkan kematian larva *Ae. Aegypti* mengalami kenaikan pada peningkatan konsentrasi temephos dimana persentase kematian larva tertinggi terdapat pada konsentrasi 0,08 mg/l dan 0,04 mg/l yaitu 100% dan persentase kematian larva terendah terdapat pada konsentrasi 0,0025 mg/l yaitu 69%.

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa status resistensi larva *Ae. aegypti* dari Kelurahan Jatiasih masih rentan terhadap temephos dengan persentase sebesar 98%. Sedangkan berdasarkan pada standar WHO status

larva dikatakan rentan apabila persentase kematian larva uji lebih dari 98%.

Suhu ruangan penelitian diukur menggunakan *thermometer* ruangan pada awal perlakuan sebesar 26,2 °C dan pada akhir perlakuan yaitu jam ke-24 mengalami kenaikan pada suhu sebesar 26,7 °C. Sedangkan kelembaban ruangan yang diukur menggunakan *hygrometer* pada awal perlakuan adalah sebesar 66%, dan terjadi penurunan kelembaban pada akhir perlakuan yang menunjukkan kelembaban 62%. Akan tetapi, kondisi ruangan penelitian awal dan akhir perlakuan memenuhi standar pengujian untuk suhu yakni 25 °C - 30 °C dan kelembaban sebesar 60% - 80%.

Hasil Uji Beda

Tabel 4.3 Hasil uji beda dari berbagai konsentrasi temephos terhadap kematian larva *Ae. aegypti*

Konsentrasi Temephos (mg/l)	Kematian jentik <i>Ae. aegypti</i>	
	Rerata	Persentase
0,0025	17,25	69 ^a
0,005	22,25	89 ^a
0,01	24,5	98 ^{ab}
0,02	24,5	98 ^b
0,04	25	100 ^b
0,08	25	100 ^b
Kontrol	0	0

Keterangan: huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada $\alpha = 0,05$ dengan uji *Mann Whitney Test*

Pada tabel 4.3, setelah hasil diuji Kruskal Wallis dilanjutkan dengan menggunakan uji *Mann Whitney* diperoleh kelompok kontrol (tidak diberi perlakuan temephos) terhadap semua konsentrasi temephos (0,0025 mg/l; 0,005 mg/l;

0,01 mg/l; 0,02 mg/l; 0,04 mg/l; 0,08 mg/l) menunjukkan perbedaan yang signifikan yaitu memiliki nilai $p < 0,05$. Konsentrasi 0,0025 mg/l dan 0,02 mg/l; 0,04 mg/l; 0,08 mg/l kemudian konsentrasi 0,005 mg/l dan 0,02 mg/l; 0,04 mg/l; 0,08 mg/l atau sebaliknya menunjukkan perbedaan yang

signifikan yaitu memiliki nilai $p < 0,05$. Sedangkan konsentrasi 0,0025 mg/l dan 0,005 mg/l kemudian konsentrasi 0,02mg/l dan 0,04 mg/l; 0,08 mg/l atau sebaliknya tidak memiliki perbedaan secara signifikan ($p > 0,05$) kemudian konsentrasi 0,01 mg/l terhadap konsentrasi 0,0025 mg/l; 0,005 mg/l; 0,02 mg/l; 0,04 mg/l; 0,08 mg/l menunjukkan perbedaan yang tidak

signifikan yaitu memiliki nilai $p > 0,05$ yang artinya konsentrasi tersebut memiliki pengaruh yang sama terhadap mortalitas larva *Ae. Aegypti*.

Analisis Probit *Lethal Concentration* LC_{50} dan LC_{99} Temephos 1% (Abate 1 SG) terhadap Larva *Ae. aegypti* Kelurahan Jatiasih

Tabel 4.4 Nilai LC_{50} dan LC_{99} pada penelitian konsentrasi temephos terhadap larva *Ae. aegypti*

No	Kematian Larva <i>Ae. aegypti</i>	Estimate	Batas bawah	Batas Atas
1	LC_{50}	0,001	0,000	0,002
2	LC_{99}	0,018	0,010	0,146

Berdasarkan tabel 4.4 setelah dilakukan uji statistik dengan menggunakan analisis probit dengan tingkat kepercayaan 95% maka diperoleh batas konsentrasi temephos 1% (Abate 1 SG) yang digunakan untuk membunuh 50% larva *Ae. aegypti* Kelurahan Jatiasih yaitu sebesar 0,001 mg/l. Sedangkan besar konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh larva *Ae. aegypti* Kelurahan Jatiasih sebanyak 99% adalah 0,018 mg/l. LC_{50} memiliki nilai batas bawah 0,000 dan nilai batas atas 0,002. Sedangkan pada LC_{99} memiliki nilai batas bawah 0,010 dan nilai batas atas 0,146.

PEMBAHASAN

Kepadatan Larva *Ae. aegypti* di Kelurahan Jatiasih

Kepadatan nyamuk merupakan faktor risiko terjadinya penularan DBD. Kepadatan larva *Ae. aegypti* dapat dinilai berdasarkan penghitungan pada *House Index* (HI), *Container Index* (CI), *Breteau Index* (BI). Dari 100 rumah yang diperiksa di Kelurahan Jatiasih, diantaranya 28 rumah (28%) ditemukan larva di dalamnya. Angka Bebas Jentik (ABJ) yang diperoleh di Kelurahan Jatiasih sebesar 72%. Hal tersebut menunjukkan keberadaan vektor DBD di wilayah tersebut cukup tinggi. Menurut Kemenkes

RI, nilai ABJ yang kurang dari 95% memperbesar peluang terjadinya transmisi virus dengue.⁽¹⁾

Pada penelitian ini diketahui bahwa di Kelurahan Jatiasih memiliki kriteria daerah yang berisiko tinggi terhadap penularan DBD dengan nilai HI sebesar 28% (Batas $HI > 5\%$). Sedangkan jika dibandingkan dengan gambaran kepadatan WHO HI Kelurahan Jatiasih berada pada skala 4. Menurut WHO, HI merupakan indikator paling banyak digunakan untuk memonitor tingkat infestasi nyamuk.⁽⁴⁾ Nilai CI menggambarkan banyaknya *container* yang positif dibandingkan dengan jumlah seluruh *container* yang terdapat di suatu wilayah, karena hanya mengungkapkan persentase tempat penampungan air atau *container* yang positif dengan larva nyamuk *Ae. aegypti*.⁽²⁶⁾ Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan diperoleh nilai CI di Kelurahan Jatiasih 27,35% (Batas $CI > 10\%$). Sedangkan jika dibandingkan dengan gambaran kepadatan WHO CI berada pada skala 6.

Status Resistensi Larva *Ae. aegypti* terhadap temephos di Kelurahan Jatiasih

Pada penelitian ini dijelaskan bahwa warga Kelurahan Jatiasih menggunakan larvasida Abate sebanyak 64 orang (64%).

Peneliti tidak melihat secara langsung cara penggunaan temephos di Kelurahan Jatiasih dilakukan secara rutin atau tidak. Namun, faktor tersebut dimungkinkan terjadi karena adanya pola kasus DBD yang memicu adanya kewaspadaan oleh masyarakat setempat untuk mencegah terjadinya penyakit DBD sehingga penggunaan temephos tinggi. Hal ini menjadi kelemahan bagi peneliti. Akan tetapi, hasil wawancara dengan petugas puskesmas setempat menyatakan bahwa di kelurahan Jatiasih selalu dibagikan temephos secara gratis kepada warga setiap kali ada kasus DBD di wilayah tersebut dan apabila ada warga yang meminta.

Jika dilihat dari persentase kematian larva *Ae. aegypti* pada konsentrasi diagnosa menurut WHO yaitu 0,02 mg/l, maka dapat dikatakan bahwa larva *Ae. aegypti* di Kelurahan Jatiasih belum mengalami status penurunan kerentanan (resisten) terhadap larvasida yang digunakan yakni temephos 1% (Abate 1 SG) atau masih rentan karena persentase kematian mencapai 98%. Berdasarkan WHO bahwa larva *Ae. aegypti* dikatakan masih rentan bila tingkat kematian mencapai lebih dari 98%. Pada penelitian ini diperoleh informasi bahwa pemanfaatan temephos sebagai salah satu senyawa larvasida masih dapat digunakan untuk pengendalian larva *Ae. aegypti* di Kelurahan Jatiasih. Hasil penelitian ini tidak diduga sebelumnya mengingat temephos telah digunakan lebih dari 20 tahun di Kota Bekasi. Namun, status resistensi di Kelurahan Jatiasih tersebut setara dengan beberapa daerah di Indonesia, seperti Banjarmasin Utara dan Banjarbaru Kalimantan Selatan serta beberapa Kabupaten/Kota yang masih rentan yaitu Kalimantan Selatan, Jawa Tengah dan DKI Jakarta.⁽²⁷⁾

Namun penelitian ini berbeda dengan status resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos yang telah dibuktikan oleh Bisset dkk di Cuba dengan melakukan penelitian terhadap larva *Ae. aegypti* dari 15 lokasi sampel di Kota Havana, diperoleh hasil bahwa seluruh sampel dinyatakan telah resisten⁽²⁸⁾ kemudian status resistensi di Banjarmasin

Utara dilaporkan bahwa larva *Ae. aegypti* sudah resisten terhadap temephos sedangkan larva *Ae. aegypti* di daerah endemis DBD di Jakarta Barat menunjukkan status toleran bahkan cenderung resisten terhadap temephos.^{(13),(15)}

Larva *Ae. aegypti* di Kelurahan Jatiasih masih rentan terhadap temephos 1% (Abate 1 SG). Hal ini mungkin disebabkan dengan pemakaian yang tidak terkoordinasi dengan baik dimana warga sering meminta temephos 1% (Abate 1 SG) kepada petugas puskesmas setempat, namun penggunaannya tidak pernah dilakukan pengawasan serta juga belum diberikannya sosialisasi yang merata terkait penggunaan temephos yang seharusnya serta aman penggunaannya, tingkat paparan atau penggunaan insektisida kemudian dipengaruhi tindakan masyarakat dalam mengaplikasikan insektisida tanpa dilandasi oleh pengetahuan yang menyeluruh tentang sifat-sifat dasar insektisida kimia.⁽²⁹⁾ Bahkan sering beredar Abate 1 SG yang ditawarkan pihak-pihak swasta sehinggapenggunaannya tidak terpantau atau tidak tercatat di Puskesmas.⁽⁹⁾ Namun hasil ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Gafur, dkk di Banjarmasin Utara terhadap temephos tahun 2006 dan Damar, dkk yang mengatakan bahwa larva *Ae. aegypti* dari Jipang dan Kali Panjur, Semarang masih rentan terhadap larvasida temephos (Abate) dengan persentase kematian 100%.^{(12),(13)}

Larvasida yang digunakan untuk pengendalian larva vektor DBD di Kelurahan Jatiasih adalah Abate yang mengandung bahan aktif temephos 1% dengan cara menaburkan di tempat penampungan air yang sulit dikuras dan berpotensi menjadi tempat berkembangnya larva hingga menjadi nyamuk dewasa.

Di Indonesiatelah dilakukan beberapa penelitian uji resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos. Penelitian terkait yang dilakukan oleh Supratman Soekowati dan Sinta di Jakarta menunjukkan bahwa larva *Ae. aegypti* di daerah DKI Jakarta mempunyai rata-rata kematian sebesar

98% pada konsentrasi temephos 0,02 mg/l. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan di Kelurahan Jatiasih yang mempunyai rata-rata kematian sebesar 98% pada konsentrasi temephos 0,02 mg/l. Namun, sedikit berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Triana di Kelurahan Tembalang, Semarang. Penelitian tersebut menunjukkan kematian larva 99% pada dosis 0,02 mg/l, yang menyatakan bahwa larva *Ae aegypti* masih rentan terhadap temephos.⁽³⁰⁾ Penelitian yang dilakukan di Banjarmasin Barat oleh Istiana dkk., terkait hal serupa menunjukkan bahwa kematian larva 99% diperoleh dengan konsentrasi 0,0243 mg/l. Hasil tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi resistensi pada larva *Ae aegypti*. Istiana dkk menyatakan bahwa resistensi tersebut terjadi karena banyak faktor.

Faktor penyebab berkembangnya resistensi meliputi Faktor genetik faktor biologi-ekologi dan faktor operasional. Faktor genetik meliputi frekuensi, jumlah dan dominasi alel resisten. Faktor bioekologi meliputi perilaku nyamuk, jumlah generasi per tahun, mobilitas dan migrasi. Faktor operasional meliputi jenis dan sifat insektisida yang digunakan, jenis-jenis insektisida yang digunakan sebelumnya, jangka waktu, dosis, frekuensi dan cara aplikasi dan bentuk formulasi. Faktor genetik dan bioekologi merupakan sifat asli serangga sehingga di luar pengendalian program. Resistensi secara genetik terhadap insektisida pada nyamuk terutama disebabkan oleh dua mekanisme yaitu adanya perubahan tempat target yang menginduksi insensitivitas (*target site resistance* dan atau adanya peningkatan metabolisme insektisida (*metabolic-based resistance*). Peningkatan metabolisme insektisida meliputi biotransformasi molekul insektisida oleh enzim dan keadaan ini menjadi mekanisme kunci penyebab resistensi insektisida pada nyamuk.^{(17), (31)}

Pemakaian insektisida secara terus menerus dalam waktu lama dapat menimbulkan terjadinya resistensi pada serangga sasaran. Pengendalian vektor DBD secara kimiawi, baik digunakan untuk pengendalian nyamuk dewasa

maupun larva akan merangsang terjadinya seleksi pada populasi serangga sasaran. Serangga yang masih rentan terhadap insektisida tertentu akan mati, sedangkan yang sudah resisten akan tetap hidup.⁽³²⁾ Resistensi merupakan hambatan terbesar dalam keberhasilan pengendalian serangga termasuk nyamuk secara kimia karena sifatnya yang diturunkan.⁽³³⁾

Penelitian Polson di Phnom Penh (Kamboja) menerangkan bahwa terjadinya perbedaan kerentanan larva terhadap temephos antara daerah satu dengan yang lain dikarenakan intensitas dan lama penggunaan insektisida yang berbeda. Semakin sering digunakannya insektisida tersebut maka akan semakin cepat pula terjadi resistensi. Hal tersebut sudah terbukti di negara Kamboja. Larva *Ae. aegypti* di beberapa wilayah di Kamboja sudah dinyatakan resisten terhadap temephos. Salah satunya adalah ibu kota negara yaitu Phnom Penh. Kamboja tergolong negara yang baru dalam penggunaan temephos karena Kamboja mulai menggunakan pestisida pada tahun 1995. Hal tersebut sangat berbeda dengan Indonesia yang sudah menggunakan temephos sejak tahun 1976. Penyebab terjadinya resistensi di Kamboja dikarenakan peningkatan penggunaan temephos. Selain itu temephos mudah didapat dan mudah digunakan oleh masyarakat sehingga tidak adanya monitor dalam penggunaan temephos. Hal ini menjadi awal terjadinya resistensi pada temephos.⁽¹⁹⁾

Pada penelitian ini, dilakukan juga uji statistik *Kruskall Wallis* yang menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana konsentrasi temephos berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kematian larva *Ae. aegypti*. Semakin tinggi konsentrasi temephos dapat mengakibatkan banyaknya jumlah larva yang mati. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diperlukan suatu penanganan yang baik dan bijaksana agar tidak terjadi peningkatan jumlah larva *Ae. aegypti* yang resisten. Hal ini sejalan dengan pernyataan Soedarto bahwa semakin tinggi konsentrasi larvasida yang diberikan

maka semakin tinggi pula rerata kematian larva *Ae. aegypti*.⁽³⁴⁾

Hasil analisis probit yang digunakan untuk menentukan LC₅₀ dan LC₉₉ menunjukkan nilai ambang batas konsentrasi di bawah standar WHO. Apabila nilai LC₉₉ 24 jam yang didapatkan melebihi 0,02 mg/l maka populasi *Ae. aegypti* tersebut dinyatakan resistensi. Berdasarkan analisis probit yang telah dilakukan maka dihasilkan LC₅₀ sebesar 0,001 mg/l dan LC₉₉ sebesar 0,018 mg/l. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa larva *Ae. aegypti* untuk Kelurahan Jatiasih masih sangat rentan terhadap temephos yang biasanya didistribusikan dengan merek dagang Abate 1 SG dan digunakan dengan dosis anjuran 1 gram untuk 10 liter air berdasarkan WHO dan Kementerian Kesehatan. Akan tetapi penelitian ini berbeda dengan Loke dkk, menemukan bahwa larva *Ae. aegypti* yang dikumpulkan dari daerah Shah Alam Selangor Malaysia telah resisten terhadap temephos (0,02 mg/l) dengan LC sebesar 0,007040–0,033795 mg/l dan ratio resisten 1,2-6,7 kali.⁽³⁵⁾

Hal ini sudah menjadi peringatan kepada petugas kesehatan setempat untuk mempersiapkan larvasida pengganti untuk menghindari terjadi penurunan kerentanan vektor DBD di wilayah setempat terhadap temephos. Kemungkinan yang dapat menjelaskan belum terjadi resisten di Kelurahan Jatiasih ini adalah masyarakat Kelurahan Jatiasih melakukan berbagai macam cara dan metode dalam pengendalian DBD. Sebagian masyarakat melaksanakan manajemen lingkungan berupa pemberantasan sarang nyamuk (PSN) melalui program 3M Plus dan pengelolaan sanitasi lingkungan walaupun terdapat pula sebagian masyarakat menggunakan bahan kimia sintetis temephos. Hal ini sesuai dengan penelitian Roy dkk di Kota Sukabumi yang menyatakan bahwa sebanyak 37,75% penduduk melakukan pengendalian vektor dengan cara PSN dan 16,89% penduduk melakukan sanitasi lingkungan. Kemudian, masih ditemukan pula penduduk yang menggunakan

insektisida sintetis untuk membasmi nyamuk. Pada rumah penduduk yang rutin menggunakan larvasida sintetis, masih ditemukan larva *Ae. aegypti* sebesar 17,6%.⁽¹⁾

Indikasi status resistensi terhadap temephos mengimplikasikan perlunya evaluasi secara berkala terhadap keefektifan larvasida ini, sehingga resistensi dapat segera terdeteksi dan segera diantisipasi. Di samping itu, perlu diwaspadai resistensi silang *Ae. aegypti* terhadap temephos karena biasanya untuk mengatasi peningkatan kasus demam berdarah di musim hujan dilakukan pula upaya pemberantasan nyamuk dewasa dengan pengasapan menggunakan adultisida yaitu tidak tertutup kemungkinan terjadi resistensi *Ae. aegypti* terhadap temephos juga sekaligus terhadap adultisida malathion atau piretroid yang membuat pengendalian lebih kompleks.

Kondisi Ruang Penelitian

Selama penelitian berlangsung diperoleh suhu ruangan pada awal perlakuan sebesar 26,2°C dan pada akhir perlakuan yaitu jam ke-24 sebesar 26,7°C. Hal ini sesuai dengan teori Sudarto bahwa untuk melakukan pertumbuhan yang optimum larva *Ae. aegypti* membutuhkan kondisilingkungan dengan kisaran temperatur antara 25°C-30°C.⁽³⁴⁾ Hal ini dilihat pada konsentrasi kontrol yang tidak mematikan larva *Ae. aegypti* sama sekali. Kematian larva *Ae. aegypti* terjadi karena pemaparan dari konsentrasi temephos tersebut.

Pengukuran kelembaban udara ruangan menggunakan hygrometer yang telah disediakan di laboratorium Terpadu Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. Pengukuran kelembaban udara ruangan pada awal penelitian sebesar 66% dan pada akhir penelitian sebesar 62%. Akan tetapi, kondisi ruangan penelitian awal dan akhir perlakuan masih memenuhi standar pengujian untuk kelembaban ruangan. Kelembaban yang sesuai adalah sekitar 60%-80%⁽³⁶⁾ untuk mendukung kelangsungan hidup nyamuk mulai dari telur, larva, pupa hingga dewasa.

Pengukuran suhu ruangan dan kelembaban ruangan pada pelaksanaan penelitian menunjukkan hasil yang masih mendukung kehidupan larva *Ae. aegypti*, sehingga tidak mempengaruhi perlakuan pada penelitian ini.

KESIMPULAN

1. Larva *Ae. aegypti* dari Kelurahan Jatiasih Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi masih rentan terhadap temephos.
2. Pada konsentrasi terendah 0,0025 mg/l persentase kematian larva *Ae. aegypti* sebesar 69%. Pada konsentrasi diagnose WHO (0,02 mg/l), persentase kematian larva *Ae. aegypti* mencapai 98%. Dan persentase kematian sebesar 100% terjadi pada konsentrasi tertinggi yaitu 0,08 mg/l.
3. LC₅₀ temephos 1% (Abate 1 SG) terhadap larva *Ae. aegypti* sebesar 0,001 mg/l dengan nilai batas bawah 0,000 dan nilai batas atas 0,002. LC₉₉ temephos 1% (Abate 1 SG) terhadap larva *Ae. aegypti* sebesar 0,018 mg/l dengan nilai batas bawah 0,010 dan nilai batas atas 0,146
4. Ada perbedaan jumlah kematian larva *Ae. aegypti* pada berbagai konsentrasi temephos ($p < 0,05$)

SARAN

1. Bagi masyarakat Pengendalian secara kimia dengan menggunakan insektisida khususnya dengan penggunaan temephos harus tetap memperhatikan asas – asas pengendalian seperti pemakaian dosis Abate sesuai anjuran Kementerian Kesehatan supaya tidak menimbulkan resistensi. (Penaburan Abate bisa diulangi 2-3 bulan sekali. Takaran penggunaan Abate : 10 gram untuk 100 liter)
2. Bagi Instansi Kesehatan Deteksi terjadinya resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos harus menjadi perhatian bagi pengelola program pengendalian DBD mengingat larvasida ini telah cukup lama digunakan di Indonesia

khususnya di Kelurahan Jatiasih Kota Bekasi. Walaupun belum terdeteksi sifat resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos namun kegiatan deteksi resistensi perlu dilakukan secara berkala agarantisipasi adanya resistensi dapat segera dilakukan

3. Bagi Peneliti Lain

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang mekanisme resistensi temephos secara biokimia sehingga diketahui pola resistensi yang terjadi. Perlu pula dipertimbangkan pencarian larvasida alami yang berasal dari bahan alam dan lebih ramah lingkungan serta efektif sebagai pengganti temephos untuk menghindari terjadinya resistensi terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*

Daftar Pustaka

1. Handoko D, Prasetyowati EB, Hartoyo S, editors. Modul Pengendalian Demam Berdarah Dengue. Dirjen Pengendalian Penyakit Dan Penyehatan Lingkungan; 2011.
2. CDC. Guideline for Evaluating Insecticide Resistance in Vectors Using the CDC Bottle Bioassay. CDC Methods. 2012;1–28.
3. Marcombe S, Darriet F, Agnew P, Etienne M, Yp-Tcha MM, Yébakima A, et al. Field efficacy of New Larvicide Products for Control of Multi-Resistant *Aedes aegypti* Populations in Martinique (French West Indies). Am J Trop Med Hyg. 2011;84(1):118–26.
4. WHO. Dengue Guidelines For Diagnosis, Treatment, Prevention and Control. Prev Control [Internet]. 2009;409(3):160. Available from: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547871_eng.pdf
5. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia DPPDPL. Rekapitulasi Penderita DBD Kabupaten Kota di Propinsi Jawa Barat 2014. 2014;(1):2014.
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Situasi Penderita DBD di Propinsi Jawa Barat sd. Oktober 2014. 2014;(1):2014.

7. Laporan Keterangan Pertanggungjawaban Kepala Daerah Tahun Anggaran 2013. Kota Bekasi; 2014.
8. DKK. Visualisasi Data Cakupan Pelayanan Kesehatan Provinsi Jawa Barat Tahun 2014. Jawa Barat; 2015.
9. Zanaria TM. Laporan Data Kasus dan Penyakit DBD di Puskesmas Jatiasih. Bekasi; 2015.
10. Zhu J. Mosquito Larvicidal Activity of Botanical-Based Mosquito Repellents. *J Am Mosq Control Assoc.* 2008;24(1):161–8.
11. Yulidar, Hadifah Z. The Abnormalities of Larvae's Morphology After Temefos Exposure in Phase Larvae Instar 3 (L3). *Loka Penelit dan Pengemb Biomedis.* 2014;5(1):23–8.
12. Yanti AO, Boewono DT, Hestingsih R. Vector Resistance Status of Dengue Hemorrhagic Fever (*Aedes aegypti*) in The Sidorejo District Salatiga City Against Temephos (Organophosphates). *Balai Besar Penelit dan Pengemb Vektor dan Reserv Penyakit Salatiga.* 2011;IV(1).
13. Gafur A, Mahrina H. Kerentanan Larva *Aedes aegypti* dari Banjarmasin Utara terhadap Temefos. *Bioscientiae.* 2006;3(2):73–82.
14. Eisen L. Proactive Vector Control Strategies and Improved Monitoring and Evaluation Practices for Dengue Prevention. *J Med Entomol.* 2009;46(6):1245–55.
15. Felix. Ketika Larva dan Nyamuk Dewasa Sudah Kebal Terhadap Insektisida. *Farmacia.* 2008;7(7).
16. Lima, J.B., Pereira da Cunha, Jr. Silva, Galardo AK, S Soares, Braga, RP Ramos DV. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the state of Riode Janeiro and Espirito Santo, Brazil. *Am. J Trop Med Hyg.* 2003;68:329–33.
17. Rodriguez, M.M., J. Bisset, D.M. de Fernandez, L. Lauzan and AS. Detection of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cuba and Venezuela. *JMed Entomol.* 2001;38:623–8.
18. Failloux, A.B., A. Ung. M. Raymond and NP. Insecticide susceptibility in mosquitoes (Diptera: Culicidae) from French Polynesia. *JMed Entomol.* 1994;31:639–44.
19. Polson KA, Rawlins SC, Brogdon WG, Chadee DD. Organophosphate Resistance in Trinidad and Tobago Strains of *Aedes aegypti*. *J Am Mosq Control Assoc.* 2010;26(4):403–10.
20. Rawlins, S.C. and JO. W. Resistance in some Caribbean population of *Aedes aegypti* to several insecticides. *JAm Mosq Control Assoc.* 1995; (11):59–65.
21. Lee HL and WLA. Revolution of the susceptibility status of beld collected *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) larvae to temephos in Malaysia. *Mosq Borne Dis Bull.* 1989;6:91–5.
22. Ponlawat, A., J.G. Scott and LCH. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* accross Thailand. *J Med Entomol.* 2005;42:821–5.
23. Mulyatno KC, Yamanaka A, Ngadino, Konishi E. Resistance of *Aedes aegypti* (L.) Larvae to Temephos in Surabaya, Indonesia. 2012;43(1):0–3.
24. Karunaratne SHPP, Weeraratne TC, Perera MDB, Surendran SN. Insecticide Resistance and Efficacy of Space Spraying and Larviciding in The Control of Dengue Vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Sri Lanka. *Pestic Biochem Physiol* [Internet]. Elsevier Inc.; 2013;107(1):98–105. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.05.011>
25. World Health Organization (WHO). Test Procedures For Insecticide Resistance Monitoring in Malaria Vectors, Bio-efficacy and Mersistence of Insecticides on Treated Surfaces. WHO/CDS/CPC/ MAL/98. 12:1–46.
26. Joharina AS. Kepadatan Larva Nyamuk Vektor sebagai Indikator Penularan Demam Berdarah Dengue di Daerah Endemis di Jawa Timur Larvae Density as an Indicator of Dengue Haemorrhagic Fever Transmission in Endemic Area in East Java. 2014;8(2):33–40.
27. Raharjo J. Uji Efektivitas Themephos terhadap Larva *Aedes aegypti* pada

- Berbagai Sumber Air dan Jenis Bahan Tempat Penampungan Air. Loka Litbang P2B2 Banjarnegara. 2009;5(02):12–6.
28. Tikar SN, Kumar A, Prasad GBKS. Temephos-induced resistance in *Aedes aegypti* and its cross-resistance studies to certain insecticides from India. *Parasitol Resist.* 2009;105:57–63.
 29. Untung K. Ketahanan “*Aedes Aegypti*” Terhadap Pestisida di Indonesia. www.kompas.com. 2004;
 30. Untung K. Ketahanan “*Aedes Aegypti*” Terhadap Pestisida di Indonesia. www.kompas.com. 2004;
 31. Istiana, Heriyani F, Isnaini. Resistance status of *Aedes aegypti* larvae to temephos in West Banjarmasin Status kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Banjarmasin Barat. *J Buski J Epidemiol dan Penyakit Bersumber Binatang.* 2012;4(2):53–8.
 32. Focks A. A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators for Dengue Vectors Gainesville Florida USA. *Infect Dis Anal.* 2003;
 33. Depkes RI. Sudahkah anda mencegah demam berdarah?: cara tepat mencegah demam berdarah. Maret 2014. 2015.
 34. Sudarto. Atlas Entomologi Kedokteran. Jakarta: EGC; 1972.
 35. Loke SR, Andy Tan WA, Benjamin S, Lee HL, Sofian Azirum M. Susceptibility of Field-Collected *Aedes aegypti* (L.) (Diptera:Culicidae) to *Bacillus thuringiensis israelensis* and Temephos. *Trop Biomed.* 2010;27(3):493–503.
 36. Yulidar. The Effect of Different Concentration of Temephos on Larvae Instar 3 (L3.) to The Morphology *Aedes aegypti* Eggs. 2014;8(2):41–4.