

# Status Resistensi *Aedes aegypti* (Linn.) terhadap Organofosfat di Tiga Kotamadya DKI Jakarta

## *The Resistance Status of Aedes aegypti (Linn.) to Organophosphate in Three District Jakarta*

Heni Prasetyowati\*, Joni Hendri, Tri Wahono  
Loka Litbang P2B2 Ciamis  
Jl. Raya Pangandaran Km 3 Babakan Pangandaran, Jawa Barat, Indonesia  
\*E\_mail: myheraphie@gmail.com

*Received date: 08-01-2016, Revised date: 23-05-2016, Accepted date: 20-06-2016*

### ABSTRAK

Tingginya kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jakarta memacu peningkatan upaya pengendalian populasi *Aedes aegypti* dengan menggunakan insektisida. Insektisida yang kerap digunakan dalam pengendalian *Ae. aegypti* adalah malathion dan temephos yang berasal dari golongan organofosfat. Terkait dengan adanya resistensi diberbagai wilayah maka tujuan penulisan artikel ilmiah ini adalah mengetahui status kerentanan *Ae. aegypti* di daerah endemis DBD di Jakarta terhadap insektisida malathion 0,8 % dan temephos 0,02 ppm. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan desain *cross sectional*. Lokasi penelitian di tiga kota madya yaitu Jakarta Timur, Jakarta Barat dan Jakarta Selatan. Masing-masing kota madya diambil 3 puskesmas yang mewakili. Populasi penelitian adalah semua rumah yang berada di RW endemis tertinggi di masing-masing wilayah puskesmas. Sampel survei berupa 100 rumah/bangunan di masing masing RW. Survei jentik dilakukan di rumah/bangunan tersebut, kemudian jentik yang didapat dikumpulkan untuk kemudian dikolonisasi sampai generasi ke 3. Uji kerentanan terhadap malathion 0,8 % dilakukan dengan menggunakan *impregnated paper* mengacu pada metode WHO, sedangkan uji kerentanan terhadap temephos dilakukan dengan metode *elliot*. Status kerentanan *Ae. aegypti* pada semua wilayah penelitian telah resisten terhadap insektisida temephos dan malathion 0,8 %. Penggunaan malathion dan temephos dalam jangka waktu yang lama menjadi penyebab terjadinya resistensi *Ae. aegypti*. Perlu penggantian insektisida dengan bahan aktif yang teruji keefektifannya serta peningkatan upaya pemberantasan sarang nyamuk di masyarakat.

**Kata kunci:** *Aedes aegypti*, resistensi, malathion, temephos, Jakarta

### ABSTRACT

*High cases of dengue fever in Jakarta lead to increased insecticides usage in Aedes aegypti control activity. Malathion and temephos are the most frequent used insecticide in Jakarta. These insecticides derived from organophosphates class. This study aimed to know the resistance status of Ae. aegypti in three municipalities in Jakarta to malathion 0.8 % and temephos 0.02 ppm. This study was an observational study with cross-sectional design. Research sites consisted of three municipalities i.e. East Jakarta, West Jakarta and South Jakarta. Each municipality represented by three public health centers. The study population were all houses located in highest endemic areas in each health centers. Larvae survey was conducted in 100 houses in each area. Collected larvae was then colonized to 3<sup>rd</sup> generation. Test of susceptibility to malathion 0.8 % was done using impregnated paper refers to the WHO method, whereas temephos susceptibility test was conducted in accordance with Elliot method. The result showed that Ae. aegypti in all research areas have been resistant to temephos 0,02 ppm and malathion 0.8 %. The usage of malathion and temephos in long term caused the resistance of Ae. aegypti. Need replacement insecticide with the active ingredient that is proven its effectiveness as well as increased mosquito eradication efforts in the community.*

**Keywords:** *resistance, Ae. aegypti, resistance, malathion, temephos, Jakarta*

### PENDAHULUAN

Meningkatnya kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di berbagai wilayah di Indonesia memacu peningkatan upaya pengendalian populasi nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor DBD baik oleh dinas terkait maupun oleh

masyarakat. Diantara berbagai jenis upaya pengendalian, upaya dengan menggunakan bahan kimia insektisida masih menjadi pilihan utama. Berbagai alasan memilih insektisida dikemukakan antara lain karena faktor kepraktisandan keamanan penggunaan, serta biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli insektisida tersebut.<sup>1</sup>

Insektisida dapat digunakan untuk mengendalikan vektor DBD baik pada fase larva maupun fase dewasa (nyamuk).

Di Indonesia, penggunaan malathion dan temephos sebagai insektisida dalam program nasional pengendalian DBD sejak ada tahun 1970-an. Salah satu penentu efektivitas aplikasi kedua insektisida ini adalah tingkat kerentanan nyamuk vektor baik pada stadium larva maupun dewasa.<sup>2</sup> Di beberapa wilayah di Indonesia, insektisida jenis ini masih digunakan dan dianggap efektif dalam pengendalian DBD. Namun dampak penggunaan kedua insektisida berbahan dasar organofosfat ini apabila dilakukan secara terus menerus adalah adanya bahaya resistensi nyamuk vektor DBD. Hal ini didasarkan pada pernyataan Georgio dan Melon yang menyebutkan bahwa penggunaan insektisida kimia dalam jangka lama dengan frekuensi per tahun yang tinggi secara bertahap akan menekan dan menyeleksi serangga (nyamuk vektor) sasaran untuk menjadi toleran sampai resisten terhadapnya.<sup>3</sup>

Resistensi terhadap malathion dan temephos terjadi apabila vektor tidak dapat dibunuh oleh dosis standar atau berhasil menghindari kontak dengan insektisida melalui fenomena evolusi.<sup>4</sup> Laporan adanya resistensi terhadap kedua insektisida ini di berbagai tempat sudah banyak. Jentik *Ae. aegypti* yang resisten terhadap temephos telah dilaporkan di beberapa negara,<sup>5-9</sup> termasuk di beberapa negara di Asia seperti di Malaysia,<sup>10,11</sup> Thailand,<sup>12</sup> dan India.<sup>13,14</sup> Di Indonesia sendiri resistensi temephos sudah dilaporkan terjadi di beberapa kota di Pulau Jawa<sup>15-18</sup> dan Kalimantan.<sup>19</sup> Namun demikian ditemukan pula beberapa kota yang masih rentan terhadap temephos.<sup>20-22</sup> Resistensi terhadap malathion di wilayah Indonesia juga dilaporkan antara lain di berbagai kota/kabupaten di Pulau Jawa,<sup>23-26</sup> Sulawesi,<sup>27</sup> Kalimantan,<sup>28</sup> Maluku,<sup>29</sup> dan Sumatera.<sup>30</sup>

Masih tingginya kasus DBD di DKI Jakarta menunjukkan kurang berhasilnya penggunaan insektisida dalam pengendalian *Ae. aegypti*. Berdasarkan data kasus DBD tahun 2005-2009, DKI Jakarta merupakan provinsi yang selalu menduduki Angka Insiden (AI) yang paling tinggi setiap tahunnya.<sup>31</sup> Tingginya kasus DBD di DKI Jakarta masih berlangsung sampai tahun 2014

dimana terdapat 8,447 kasus dengan *Incidence Rate* (IR) 83,34 per 100.000 penduduk.<sup>32</sup> Laporan adanya resistensi *Ae. aegypti* terhadap organofosfat pernah dilaporkan di wilayah DKI Jakarta, namun tidak semua tempat resisten, mengingat masih ditemukan tempat yang toleran terhadap organofosfat. Penelitian resistensi vektor DBD terhadap malathion 0,8 % di Kecamatan Johar Baru, Tanjung Priuk, Kramat Jati, Kebon Jeruk dan Cilandak Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2006 di DKI Jakarta menunjukkan hasil resisten di semua wilayah tersebut.<sup>33</sup> Kondisi berbeda dilaporkan oleh penelitian Ahmad, dkk di tahun yang sama menunjukkan hasil yang berbeda dimana nyamuk *Ae. aegypti* di Jakarta masih rentan terhadap malathion.<sup>34</sup> Adanya perbedaan hasil tersebut diduga karena faktor waktu, lokasi dan lingkup penelitian yang mempengaruhi hasil dari status kerentanan di suatu wilayah.

Penentuan status kerentanan spesies nyamuk vektor secara berkala sangat diperlukan untuk mendapatkan data dasar deteksi lebih lanjut dan monitoring terjadinya resistensi. Terkait dengan adanya perbedaan hasil status kerentanan di wilayah DKI Jakarta karena faktor lokasi dan waktu maka tujuan penulisan artikel ilmiah ini adalah mengetahui status kerentanan *Ae. aegypti* di tiga kotamadya endemis tinggi DBD di DKI Jakarta terhadap insektisida organofosfat yaitu malathion dan temephos. Hal yang membedakan penelitian ini dengan sebelumnya adalah faktor lokasi dan waktu pengambilan sampel di wilayah dengan riwayat penggunaan temephos dan atau malathion.

## METODE

### Pengambilan Sampel

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Pemetaan Status Kerentanan *Aedes aegypti* terhadap Insektisida di Indonesia tahun 2015 dengan persetujuan etik (*exempted*) dari Komisi Etik Badan Penelitian Kesehatan No LB 02.01/5.2/KE 105/2015. Pengambilan data dilakukan selama bulan Mei-Oktober 2015. Penelitian ini dilakukan di 3 kotamadya endemis tinggi DBD dan di masing-masing kotamadya diambil 3 Puskesmas endemis tinggi sebagai perwakilan dari kotamadya tersebut. Wilayah puskesmas tersebut adalah Puskesmas

Cengkareng, Puskesmas Kembangan dan Puskesmas Grogol Petamburan untuk mewakili wilayah Jakarta Barat. Mewakili wilayah Jakarta Timur meliputi Puskesmas Matraman, Puskesmas Jatinegara dan Puskesmas Duren Sawit. Sedangkan untuk mewakili wilayah Jakarta Selatan meliputi Puskesmas Pasar Minggu, Puskesmas Cilandak dan Puskesmas Kebayoran Baru. Di masing-masing puskesmas selanjutnya dipilih satu RW dengan kasus DBD tertinggi tiga tahun terakhir. Survei jentik dilakukan pada 100 rumah yang dipilih pada masing-masing RW yang dilakukan secara random. Survei jentik dilakukan dengan pengamatan pada kontainer/tempat yang dapat menampung air di dalam dan luar rumah responden. Jentik yang ditemukan diambil menggunakan pipet maupun penyedot jentik dan ditampung dalam wadah plastik. Maksimal jentik yang diambil dalam satu rumah adalah 40. Hal ini untuk mengheterogenkan sampel nyamuk yang diuji resistensinya. Jentik *Ae. aegypti* yang diperoleh dipelihara di laboratorium Loka Litbang P2B2 Ciamis sampai nyamuk generasi ketiga.

### Uji Resistensi

Nyamuk yang diuji adalah nyamuk *Ae. aegypti* betina generasi ke 3 (F3), dengan umur

yang relatif sama dalam kondisi perut penuh kenyang cairan gula. Uji kerentanan dilakukan dengan menyediakan 2 tabung *susceptibility* yang berwarna bintik merah untuk perlakuan dan 2 tabung bintik hijau untuk kontrol. Ke dalam 2 tabung perlakuan dimasukan impregnated paper (kertas berinsektisida) malathion 0,8 % sedangkan ke dalam tabung kontrol dimasukan kertas dengan yang tidak berinsektisida. Sebanyak 25 nyamuk *Ae. aegypti* betina yang kenyang gula masing-masing dimasukkan ke dalam tabung 4 tabung penyimpanan untuk aklimatisasi. Kemudian nyamuk dari tabung penyimpanan dimasukkan ke dalam tabung uji dan dibiarkan kontak selama 1 jam. Setelah satu jam, nyamuk pada tabung uji dipindahkan kedalam tabung penyimpanan kembali, dipelihara dengan diberi larutan gula.

Untuk menjaga kelembaban dan suhu dalam ruang pemeliharaan, tabung yang berisi nyamuk yang diamati, dimasukkan ke dalam kurungan dan ditutupi dengan handuk basah. Pengamatan dilakukan pada 24 jam, dihitung jumlah nyamuk yang mati, *knockdown* dan yang masih hidup. Dalam pengujian ini apabila kematian nyamuk pada kontrol >10 %, maka dianggap gagal dan harus diulang. Jika kurang dari 10 % maka digunakan faktor koreksi rumus ABBOTS.<sup>35</sup>

$$\text{ABBOTS} = \frac{\% \text{ kematian nyamuk uji} - \% \text{ kematian nyamuk kontrol}}{100 - \% \text{ kematian nyamuk kontrol}} \times 100 \%$$

Hasil uji kerentanan dikelompokkan dengan kriteria kematian nyamuk sbb:

- Kematian 98-100 % kategori rentan
- Kematian 80-98 % kategori toleran
- Kematian <80 % kategori resisten

Uji kerentanan terhadap temephos dilakukan pada larva *Ae. aegypti* instar III dan atau IV awal. Uji kerentanan dilakukan berdasarkan metode elliot.<sup>36</sup> Jumlah larva yang diperlukan sebanyak 25 larva dengan ulangan sebanyak 4 kali dan 1 kontrol, sehingga jumlah larva keseluruhan sebanyak 125. Konsentrasi temephos yang diuji adalah 0,02 ppm dalam pelarut aquades, sedangkan untuk kontrol digunakan aquades. Untuk mendapatkan temephos dengan konsentrasi yang dilakukan pengenceran larutan stok dengan memakai persamaan:

$$C1V1 = C2V2$$

dimana:

- C1 = Konsentrasi larutan (ppm) sebelum pengenceran
- V1 = Volume larutan (ml) sebelum pengenceran
- C2 = Konsentrasi larutan (ppm) sesudah pengenceran
- V2 = Volume larutan (ml) sesudah pengenceran

Sebanyak 25 larva dimasukkan ke dalam gelas/kontainer yang telah berisi temephos dengan konsentrasi 0.02 ppm. Kemudian larva dibiarkan kontak dengan larutan insektisida temephos selama satu jam. Setelah satu jam larva dipindahkan ke dalam saringan dan dibilas dalam kontainer pembilasan berisi 250 ml aquadest. Untuk setiap satu perlakuan konsentrasi insektisida yang diuji digunakan satu saringan. Larva disimpan dalam kontainer penyimpanan

yang berisi 250 ml aquadest selama 24 jam, dan diberi makan. Pada jam ke 0, 1 dan 24 dilakukan pengamatan. Dihitung dan dicatat jumlah larva yang pingsan, mati, dan jumlah larva yang masih hidup. Dalam pengujian ini apabila kematian larva pada kontrol >10 %, maka dianggap gagal dan harus diulang. Jika kurang dari 10 % maka digunakan faktor koreksi rumus ABBOTS. Pengukuran temperatur di catat selama percobaan. Sebagai panduan untuk menafsirkan hasil uji bioassay WHO adalah sebagai berikut:

- Kematian > 98 % menunjukkan spesies rentan
- Kematian 80-98 % menunjukkan spesies toleran
- Kematian < 80 % menunjukkan spesies resisten

## HASIL

Hasil uji resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temephos 0,02 ppm tersaji dalam Tabel 1. Diperoleh informasi bahwa kematian larva tertinggi pada pengamatan 24 jam adalah Jakarta Selatan diikuti Jakarta Timur dan terakhir Jakarta Barat. Sesuai klasifikasi uji kerentanan maka ketiga wilayah tersebut sudah resisten terhadap temephos. Sedangkan untuk uji resistensi terhadap malathion 0,8 % di ketiga wilayah juga menunjukkan hasil yang sama dimana semua wilayah yang di uji telah resisten. Kematian nyamuk dewasa tertinggi didapatkan di daerah Jakarta Barat 75 %.

Tabel 1. Status Resistensi Larva *Ae. aegypti* terhadap Malathion 0,8 % dan Temephos 0,02 ppm di Masing-Masing Wilayah Tahun 2015

Wilayah	N	Malathion 0,8 %		Temephos 0,02 ppm	
		% Kematian	Satus	% Kematian	Satus
Jakarta Timur	25	53	Resisten	53	Resisten
Jakarta Barat	25	75	Resisten	33	Resisten
Jakarta Selatan	25	53	Resisten	72	Resisten

## PEMBAHASAN

Seperti sistem saraf pada umumnya, pada ujung saraf serangga juga akan dihasilkan asetilkolin apabila saraf distimulasi sehingga impuls listrik yang merangsang otot daging untuk berkontraksi. Dalam keadaan normal asetilkolin harus segera dinetralisir oleh enzim asetilkolinesterase menjadi kolin, laktat dan air. Bila tidak segera dinetralisir maka otot akan terus menerus berkontraksi dalam waktu lama sehingga akan terjadi kekejangan. Temephos dapat bertindak sebagai anti kolinesterase yang bekerja dengan cara mengikat enzim tersebut sehingga terjadi kekejangan otot pada larva nyamuk secara terus menerus, larva akhirnya akan mati.<sup>37</sup>

Sementara itu, malathion juga memiliki kemampuan mempengaruhi sistem saraf serangga seperti halnya nyamuk. Secara rinci malathion dapat berikatan *irreversibel* dengan enzim kolinesterase pada sistem saraf serangga. Malathion membunuh serangga baik dengan cara meracuni lambung, maupun kontak langsung.

Malathion diklaim memiliki kelebihan seperti efektif dalam mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti*, hemat, dosis yang rendah, beraroma lembut dan relatif tidak berbahaya kepada pengguna, selain itu malathion murah serta dapat diaplikasikan dengan *cold fogging*/pengkabutan maupun dengan *thermal fogging*/pengasapan.<sup>38</sup>

Hasil uji kerentanan terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dari wilayah penelitian di Jakarta Timur, Jakarta Barat dan Jakarta Selatan menunjukkan hasil semua wilayah penelitian resisten terhadap insektisida golongan organofosfat (temephos 0,02 ppm dan malathion 0,8 %). Berdasarkan riwayat pemakaiannya, temephos sering diaplikasikan setidaknya 3 tahun terakhir pada masyarakat di wilayah yang disurvei. Sementara untuk malathion walaupun hanya digunakan di sebagian kecil wilayah yang disurvei, namun penggunaan insektisida ini sejatinya telah lama digunakan di Indonesia termasuk di DKI Jakarta.

Penelitian sebelumnya terhadap nyamuk *Ae. aegypti* yang dikoleksi pada tahun 2006 di DKI Jakarta menunjukkan hasil bahwa nyamuk

tersebut sudah resisten terhadap malathion 0,8 %.<sup>39</sup> Meskipun statusnya sama-sama resisten namun jika dibandingkan dengan hasil penelitian tersebut terdapat perbedaan prosentase kematian nyamuk uji. Pada penelitian tahun 2006, prosentase kematian nyamuk uji untuk Jakarta Timur, Jakarta Selatan dan Jakarta Barat adalah 2 %, 16 % dan 16 % sedangkan pada penelitian ini prosentase kematian nyamuk uji berturut-turut 53 %, 72 % dan 33 %. Adanya perbedaan hasil tersebut diduga terjadi karena faktor waktu yang dapat mempengaruhi hasil dari status kerentanan di suatu wilayah, disamping lokasi dan lingkup penelitian.

Perbedaan waktu pengambilan sampel sangat mempengaruhi status resistensi di suatu wilayah. Sebagai contoh, Ditjen PP-PL Kemenkes menyatakan bahwa berdasarkan survei pada tahun 2009 Provinsi Sumatera Selatan merupakan daerah yang resisten terhadap malathion, namun hasil penelitian terhadap strain nyamuk yang dikoleksi pada tahun 2013 di lingkup lokasi yang sama menunjukkan bahwa dari 11 Kabupaten yang menjadi sampel penelitian memiliki status resistensi yang berbeda dimana 7 kabupaten berstatus resisten, 3 kabupaten berstatus toleran dan 1 kabupaten masih berstatus rentan.<sup>30</sup> Dengan demikian status resistensi di suatu wilayah tidak serta merta menunjukkan status wilayah tersebut secara keseluruhan.

Perbedaan lokasi dan waktu pengambilan sampel antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya namun dengan status resistensi yang sama menunjukkan bahwa status resistensi nyamuk yang semakin berkembang, semakin luas wilayahnya dan semakin banyaknya individu yang resisten terhadap insektisida tersebut. Hasil penelitian ini secara umum menunjukkan bahwa resistensi pada lokasi survei harus diperhatikan, mengingat nyamuk yang resisten akan menurunkan generasi yang berpeluang besar menjadi resisten. Rodriguez *et al.* membuktikan bahwa status resistensi dapat diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Hal ini telah dibuktikan pada penelitian uji resistensi deltamethrin pada populasi *Ae. aegypti*.<sup>40</sup> Selain itu, penelitian lain di Malaysia menunjukkan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* yang terpapar dan diseleksi menggunakan malathion sampai generasi ke-45 akan memiliki tingkat resistensi yang tinggi

terhadap insektisida tersebut dengan peningkatan resistensi sebesar 3,24 kali dari generasi ke-0.<sup>41</sup>

Munculnya individu resisten terhadap temephos dan malathion dikarenakan adanya paparan kedua insektisida ini dalam waktu yang lama. Berdasarkan data Dinas Kesehatan DKI Jakarta, insektisida yang digunakan untuk pengasapan di wilayah Jakarta adalah malathion. Insektisida tersebut diketahui telah digunakan secara massal sejak tahun 1970 an. Selain itu, juga digunakan temephos yang merupakan larvisida yaitu insektisida untuk membunuh larva *Ae. aegypti* yang telah digunakan setidaknya sejak tahun 1980-an. Hal ini didukung oleh pernyataan Lima *et al.* yang menyebutkan bahwa munculnya galur nyamuk *Ae. aegypti* resisten dipicu oleh adanya pajanan 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-transferase dan modifikasi reseptor insektisida.<sup>6</sup>

Selain itu, secara operasional resistensi terjadi karena adanya kesalahan aplikasi dari insektisida. Dosis temephos pada program larvasidasi nasional adalah 10 gram dalam 100 liter air.<sup>42</sup> Kenyataannya penggunaan temephos sangat tergantung pada pengetahuan dan perilaku masyarakat. Masyarakat yang memiliki pengetahuan yang kurang akan mengaplikasi insektisida yang tidak sesuai aturan. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Salim dkk. di Kota Palembang, pemakaian temephos akan menjadi tidak efektif apabila pengurasan penampungan air cenderung sering dilakukan. Ketersediaan temephos di masyarakat juga masih bergantung pada ketersediaan dipetugas kesehatan yang didasari dari ada tidaknya kasus DBD di lapangan.<sup>43</sup> Hal ini kemungkinan juga terjadi di wilayah DKI Jakarta termasuk di lokasi survei. Temephos ini dapat menimbulkan resistensi jika tidak menggunakan dosis yang sesuai. Faktor terbesar yang berperan dalam resistensi *Aedes* spp. terhadap organofosfat termasuk temephos adalah karena faktor metabolik dimana terbentuk

enzim detoksikasi terutama esterase, disamping faktor penebalan kutikula dan perubahan akibat mutasi.<sup>42</sup> Hal tersebut akan cepat terbentuk jika tidak menggunakan insektisida secara bijaksana.

Adanya dugaan resistensi silang dengan insektisida lain merupakan hal yang perlu diwaspadai. Hidayati *et al.* membuktikan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* yang telah resisten terhadap malathion juga memiliki tingkat resistensi tinggi terhadap DDT dan Fenitrotrion serta resisten sedang dengan insektisida propoksur. Selain itu nyamuk tersebut juga telah toleran terhadap permetrin dan lamdasihalotrin dan resisten rendah dengan siflutrin.<sup>41</sup> Fenitrotrion masih satu golongan dengan malathion, sedangkan propoksur walaupun berbeda golongan, tetapi memiliki cara kerja yang hampir sama terhadap serangga dengan malathion. Lain halnya dengan DDT, permetrin, lamdasihalotrin dan siflutrin, insektisida ini memiliki golongan dan cara kerja yang jauh berbeda dengan malathion.

Kondisi ini harus dijadikan perhatian serius bagi pemegang program dan masyarakat DKI Jakarta. Pengendalian menggunakan insektisida seharusnya bukan menjadi ujung tombak bagi pengendalian populasi *Ae.aegypti*. Sehingga pemakaian insektisida oleh masyarakat dan program dapat dikurangi mengingat penggunaan yang terlalu sering dapat meningkatkan populasi nyamuk yang resisten terhadap insektisida.

## KESIMPULAN

Status kerentanan *Ae. aegypti* pada semua wilayah penelitian telah resisten terhadap insektisida organofosfat (temephos 0,02 ppm dan malathion 0,8 %). Status resistensi yang sama dengan lokasi dan waktu pengambilan sampel yang berbeda dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kondisi nyamuk yang semakin berkembang (semakin luas habitatnya) dan semakin banyaknya individu yang resisten terhadap insektisida tersebut.

## SARAN

Perlu adanya penggantian jenis insektisida dan larvasida dengan insektisida sintetik lainnya ataupun dengan insektisida nabati dengan terlebih dahulu diuji keefektifannya terhadap *Ae. aegypti* di wilayah tersebut. Upaya pengendalian populasi

*Ae. aegypti* dengan menggunakan insektisida perlu dikurangi frekuensinya diganti dengan lebih menggiatkan gerakan 3M+ serta menambah upaya pengendalian lain selain menggunakan insektisida.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar besarnya kami sampaikan kepada Badan Litbang Kesehatan RI selaku pemegang anggaran penelitian, Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat selaku koordinator riset, Loka litbang P2B2 Ciamis selaku pengelola anggaran, Dinas Kesehatan DKI Jakarta, Suku Dinas Kesehatan Jakarta Timur, Suku Dinas Kesehatan Jakarta Barat dan Suku Dinas Kesehatan Jakarta Selatan beserta Jajaran staf Puskesmas di wilayah Penelitian selaku pemegang wilayah serta tim peneliti Loka Litbang P2B2 Ciamis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yuliani TS, Triwidodo H, Mudikdjo K, Panjaitan NK, Manuwoto S. Pesticida rumah tangga untuk pengendalian hama pemukiman pada rumah tangga. *JPSL*. 2011;1(2):73–83.
2. Lidia K, Levina E, Setianingrum S. Deteksi dini resistensi nyamuk *Aedes albopictus* terhadap insektisida organofosfat di daerah endemis demam berdarah dengue di Palu (Sulawesi Utara). *Mkm*. 2008;03(02):105–10.
3. Georghiou GP, Melon R. Pest resistance to pesticides. Georghiou G, Sito T, editors. New York: Plenum Press; 1998.
4. WHO. Global Plan For Insecticide resistance management in malaria vector (GPIRM). Geneva, Switzerland: WHO Press; 2012.
5. Rocha HDR, Paiva MHS, Silva NM, de Araujo AP, de Azevedo Camacho D dos R da R, da Moura AJF, et al. Susceptibility profile of *Aedes aegypti* from Santiago Island, Cabo Verde, to insecticides. *Acta Trop*. Elsevier B.V.; 2015;152:66–73.
6. Lima EP, Paiva MH, de Araujo a P, da Silva E V, da Silva UM, de Oliveira LN, et al. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations from Ceara, Brazil. *Parasit Vectors*. 2011;4(5):1–12.
7. Grisales N, Poupardin R, Gomez S, Fonseca-Gonzalez I, Ranson H, Lenhart A. Temephos resistance in *Aedes aegypti* in Colombia compromises dengue vector control. *PLoS Negl*

- Trop Dis. 2013;7(9):e2438.
- Kota Tasikmalaya. Vektora. 2015;7(2):57–64.
8. Gambarra WPT, Martins WFS, Filho ML de L, de Albuquerque IMC, Apolinario OK dos S, Beserra EB. Spatial distribution and esterase activity in populations of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) resistant to temephos. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2013;46(2):178–84.
  9. Duque JEL, Silva AM, Fantinatti ECS, Navarro-Silva MA. Resistance of *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae ) to temephos in Paraná State , Brazil. *Rev Colomb Entomol*. 2015;41(2):205–11.
  10. Chen CD, Nazni WA, Lee HL, Norma-Rashid Y, Lardizabal ML, Sofian-Azirun M. Temephos resistance in field *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) from Selangor, Malaysia. *Trop Biomed*. 2013;30(2):220–30.
  11. Mohiddin A, Lasim AM, Zuharah WF. Susceptibility of *Aedes albopictus* from dengue outbreak areas to temephos and *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2016;6(4):295–300.
  12. Poupardin R, Srisukontarat W, Yunta C, Ranson H. Identification of carboxylesterase genes implicated in temephos resistance in the dengue vector *Aedes aegypti*. *PLoS Negl Trop Dis*. 2014;8(3):e2743.
  13. Muthusamy R, Shivakumar MS. Susceptibility status of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) to temephos from three districts of Tamil Nadu, India. *J Vector Borne Dis*. 2015;52(June):159–65.
  14. Shetty V, Sanil D, Shetty NJ. Inheritance pattern of temephos resistance, an organophosphate insecticide, in *Aedes aegypti* (L.). *Genet Res Int*. 2015. doi:10.1155/2015.
  15. Zulhasril, Lesmana SD. Resistensi Larva *Aedes aegypti* terhadap insektisida organofosfat di Tanjung Priok dan Mampang Prapatan, Jakarta. *Majalah Kedokteran FK UI*. 2010;37(3):107–96.
  16. Mulyatno KC, Yamanaka A, Ngadino, Konishi E. Resistance of *Aedes aegypti* (L.) larvae to temephos in Surabaya, Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2012;43(1):29–33.
  17. Sayidi W. Karakteristik tempat perindukan dan status resistensi larva *Aedes* spp. terhadap insektisida organofosfat di Kecamatan Danureja dan Kotagede, Kota Jogjakarta. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta; 2014.
  18. Fuadzy H, Hendri J. Indeks entomologi dan kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Kelurahan Kersamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *Vektora*. 2015;7(2):57–64.
  19. Istiana, Heriyani F, Isnaini. Status kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Banjarmasin Barat. *Jurnal Buski*. 2012;4(2):53–58.
  20. Yanti S, Oktasari A, Boewono DT, Hestiningih R. Vector resistance status of Dengue Haemorrhagic Fever (*Aedes aegypti*) in The Sidorejo District Salatiga City against temephos. *Vektora*. 2012;4(1): 9–21.
  21. Merty DK, Rusmartini T, Purbaningsih W. Resistensi malathion 0,8 % dan temephos 1% pada nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dan larva di Kecamatan Buah Batu Kota Bandung. *Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba*. Bandung; 2015. p. 149–53.
  22. Fuadzy H, Hodijah DN, Jajang A, Widawati M. Kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di tigakelurahan endemis Demam Berdarah Dengue Kota Sukabumi. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 2015;43(1):41–6.
  23. Widiarti, Heriyanto B, Boewono DT, Mujjoni, Lasmia, Yuliadi. Peta resistensi vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti* terhadap insektisida kelompok organofosfat, karbamat dan piretroid di Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 2011;39(4):176–89.
  24. Widiarti, Boewono DT, Garjito TA, Tunjungsari R, Asih PBS, Syafruddin D. Identifikasi mutasi noktah pada “gen voltage gated sodium channel” *Aedes aegypti* resisten terhadap insektisida pyrethroid Di Semarang Jawa Tengah. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 2012;40(1):31–8.
  25. Sunaryo, Ikawati B, Rahmawati, Widiastuti D. Status resistensi vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes aegypti* terhadap malathion 0,8 %, permethrin 0,25% di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 2014;13(2):146–52.
  26. Ikawati B, Sunaryo, Widiastuti D. Peta status kerentanan *Aedes aegypti* (Linn.) terhadap insektisida cypermethrin dan malathion di Jawa Tengah. *Aspirator*. 2015;7(1):23–8.
  27. Soenjoni SJ. Status kerentanan nyamuk *Aedes* sp. (Diptera: Culicidae) terhadap malathion dan aktivitas enzim esterase non spesifik di wilayah kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. *JKL*. 2011;1(1):1–6.
  28. Safitri. pemetaan, karakteristik habitat dan status resistensi *Aedes aegypti* di Kota Banjarmasin Selatan, Kalimantan Selatan. *Vektora*. 2013;3(2):136–48.

29. Tasane I. Uji resistensi malathion 0,8 % terhadap nyamuk *Aedes aegypti* di wilayah fogging Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Ambon. Thesis. Semarang: Universitas Diponegoro, Kesehatan Masyarakat; 2015.
30. Ambarita LP, Taviv Y, Budiyanto A, Sitorus H, Pahlepi RIF. Tingkat kerentanan *Aedes aegypti* (Linn.) terhadap malathion di Provinsi Sumatera Selatan. Buletin Penelitian Kesehatan. 2015;43(2):97–104.
31. Anonim. Demam Berdarah Dengue di Indonesia tahun 1968-2009. Buletin Jendela Epidemiologi Indonesia. 2010;2:1–14.
32. Kementerian Kesehatan RI. Profil kesehatan Indonesia tahun 2014. Yudianto, Budijanto D, Hardana B, Soenardi T, editors. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2015.
33. Sinta, Sukowati S, Sukirno M, Aryati M. Uji kerentanan vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti* terhadap insektisida organofosfat dan pyrethroid di delapan kecamatan endemis DBD di DKI Jakarta, Bogor, Tangerang dan Bekasi. Laporan Penelitian. Jakarta; 2006.
34. Ahmad I, Astari S, Rahayu R, Hariani N. Status kerentanan *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) pada tahun 2006-2007 terhadap malathion di Bandung, Jakarta, Surabaya, Palembang dan Palu. Biosfera. 2009;26(2):82–9.
35. WHO. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. Geneva: WHO Press; 2013.
36. WHO. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides [Internet]. 1981 [cited 2015 Dec 12]. Available from: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/69615>
37. Nugroho A. Kematian larva *Aedes aegypti* setelah pemberian abate dibandingkan dengan pemberian serbuk serai. J Kesehat Masy. 2011;7(1):91–6.
38. Innatesari D, Arlianovita D, Rosida B, Wahyuni E, Fathonah N. Organofosfat dan karbamat: Makalah Kimia Rumah Tangga. Surabaya; 2014.
39. Sinta, Sukowati S, Fauziyah A. Kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* Di Daerah Khusus Ibukota dan Bogor terhadap insektisida malathion dan lamdacyhalothrin. J Ekol Kesehat. 2008;7(1):722–31.
40. Rodriguez MM, Hurtado D, Severson DW, Bisset JA. Inheritance of resistance to deltamethrin in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) From Cuba. J Med Entomol. 2014;51(6):1213–9.
41. Hidayati H, Nazni WA, Lee HL, Sofian-Azirun M. Insecticide resistance development in *Aedes aegypti* upon selection pressure with malathion. Trop Biomed. 2011;28(2):425–37.
42. Sukesu T. Resistance status of *Aedes aegypti* L. against organofosfatase larvacide (temephos), organofosfatase (malathion) and pyrethroid (sipermethrin) insecticide in the Gedongkiwo Village, Mantrijeron Sub District, Yogyakarta. In: Ginanjar P, Pengestuti D, Saraswati L, editors. Prosiding: International Seminar Integrated Vector Management Health and Environmental Perspectives. Semarang: Public Health Faculty Diponegoro University; 2013.
43. Salim M, Ambarita LP, Yahya, Yenni A, Sufranelfy Y. Efektifitas malathion dalam pengendalian vektor DBD dan uji kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temephos di Kota Palembang. Buletin Penelitian Kesehatan. 2011;9(1):10–21.