

Efikasi Insektisida *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin 50 g/l)* terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Metode Pengabutan (*Thermal Fogging*)

Efficacy of Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin 50 g/l) Against Aedes aegypti Using Thermal Fogging Method

Firda Yanuar Pradani¹, Willem Sugiharto²

¹ Peneliti Loka Litbang Kesehatan Pangandaran, Jl Raya Pangandaran Km. 3, Dsn Kamurang, Desa Babakan, Pangandaran, Jawa Barat, Indonesia

² PT Inesco Estikakreasi, Jl Letjen Suprpto 121, Komplek Ruko Cempaka Indah Blok B1 No 3A, Jakarta Pusat.

Abstract. *Dengue vector control is still relying on fogging using insecticides with solar solvents. This causes pollution due to the odors generated and residues left in the environment. It is necessary to look for alternative insecticides that no longer use solar as a solvent but use water such as Gokilath-S50EC. In this experiment, we tested the effectiveness of Gokilath-S50EC (d,d-trans-syphenotrin 50 g/l) with the aim to see the insecticidal efficacy of Aedes aegypti known as DHF vector. The sample test mosquito used is Ae. aegypti which comes from Pangandaran Lokalitbangkes as many as 25 females. Test mosquitoes were exposed to insecticides for 3-5 seconds with a method of fogging. The experimental results showed that mosquitoes tested fainting in the first 30 seconds after exposure to insecticides. The same results were shown when the solvent was added polyethylene-glycol (PEG). This time trial also measured droplet diameters at 1.0 mm and 1.2 mm nozzle with or without PEG. The test results showed that PEG increased the percentage of droplets of $\geq 50 \mu\text{m}$ in air and made the insecticide reach even further. Gokilath-S50EC insecticides are effective in killing Ae. aegypti by using water solvents, the addition of PEG will increase the reach of insecticides but not affect the effectiveness of insecticides.*

Keywords: *Insectisides, Gokilath-S50EC, PEG, efficacy*

Abstrak. Pengendalian vektor Demam Berdarah hingga saat ini masih mengandalkan pengasapan (*fogging*) menggunakan insektisida dengan pelarut solar. Hal tersebut menyebabkan polusi karena bau yang ditimbulkan dan residu yang tertinggal di lingkungan. Perlu dicari insektisida alternatif yang tidak lagi menggunakan solar sebagai pelarut tapi menggunakan air seperti *Gokilath-S50EC*. Pada percobaan kali ini, kami menguji efektivitas *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin 50 g/l)* dengan tujuan untuk melihat efikasi insektisida terhadap *Aedes aegypti* yang dikenal sebagai vektor DBD. Nyamuk uji yang digunakan adalah *Ae. aegypti* yang berasal dari Lokalitbangkes Pangandaran sebanyak 25 ekor betina. Nyamuk uji dipaparkan insektisida selama 3-5 detik dengan metode pengabutan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nyamuk uji pingsan pada 30 detik pertama setelah dipaparkan insektisida. Hasil yang sama ditunjukkan ketika pelarut ditambahkan *polyethylene-glycol (PEG)*. Percobaan kali ini juga mengukur diameter droplet dari *nozle* 1,0 mm dan 1,2 mm dengan atau tanpa PEG. Hasil uji menunjukkan bahwa PEG menaikkan persentase droplet dengan ukuran $\geq 50 \mu\text{m}$ di udara dan membuat jangkauan insektisida lebih jauh. Insektisida *Gokilath-S50EC* efektif dalam membunuh nyamuk *Ae. aegypti* dengan menggunakan pelarut air, penambahan PEG akan menambah daya jangkau insektisida tetapi tidak berpengaruh pada efektivitas insektisida.

Kata Kunci: Insektisida, *Gokilath-S50EC*, PEG, efikasi

Naskah masuk: 20 November 2017 | Revisi: 12 April 2018 | Layak terbit: 24 Agustus 2018

¹ Korespondensi: ugik.ok@gmail.com | Telp/Fax: +62 214247573

PENDAHULUAN

Pencegahan vektor yang efektif untuk mengendalikan *Aedes aegypti* melibatkan beberapa strategi seperti pemberantasan sarang nyamuk, penggunaan insektisida kimia dan kontrol biologi. Praktik paling ekstensif untuk mengendalikan *Ae. aegypti*, serta memiliki efikasi tinggi dalam mengatur populasi dengan aksi yang cepat adalah penggunaan insektisida kimia. Penggunaan berbagai kelompok insektisida sintetik telah dilakukan secara luas dalam strategi pengendalian vektor, dengan formulasi berbasis pirethroid yang secara masif menguasai pasar dunia.¹

Deltamethrin, cypermethrin, cyfluthrin, lambda-cyhalothrin, permethrin, alpha-cypermethrin, pyrethrum, bifenthrin, d-phenothrin, z-cypermethrin dan *etofenprox* merupakan beberapa tipe utama pirethroid yang digunakan dan penggunaannya biasanya melibatkan residual atau jarak semprot. Di daerah Asia Tenggara, *deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin, cyfluthrin* dan *lambda-cyhalothrin* biasanya digunakan dalam pengendalian *Ae. aegypti* khususnya di Malaysia, Indonesia, Singapura, dan Thailand.¹

Sebagai racun kontak, insektisida yang diaplikasikan langsung menembus *integument* serangga (kutikula), *trachea* atau kelenjar sensorik dan organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Bahan aktif insektisida dapat larut pada lapisan lemak kutikula dan masuk ke dalam tubuh serangga, meskipun insektisida tidak diaplikasikan secara langsung.²

Ada 3 faktor yang mempengaruhi status kerentanan beberapa serangga termasuk nyamuk, yaitu: **Faktor genetik**, berupa gen-gen yang menyandi pembentukan enzim *esterase*, yang dapat menyebabkan resistensi serangga terhadap insektisida baik *organofosfat* atau *pyrethroid*. Faktor genetik lainnya seperti adanya *gen knockdown resistance (kdr)* sehingga serangga resisten terhadap DDT dan *dieldrin*. **Faktor biologis**, meliputi biotik (adanya pergantian generasi, perkawinan *monogami* atau *poligami* dan pada waktu berakhirnya perkembangan setiap generasi pada serangga alam), perilaku serangga misalnya *migrasi, isolasi, monofagi* atau *polifagi* serta kemampuan serangga di luar kebiasaannya dalam melakukan perlindungan terhadap bahaya atau perubahan tingkah laku. **Faktor operasional**, meliputi bahan kimia yang digunakan dalam pengendalian vektor (golongan insektisida, kesamaan target dan sifat insektisida yang pernah digunakan, *persistensi* residu dan formulasi insektisida yang digunakan) serta aplikasi insektisida tersebut di lapangan (cara aplikasi, frekuensi dan lama penggunaan).²

Data resistensi sangat diperlukan sebagai bahan pertimbangan untuk dilakukannya kegiatan pengendalian vektor DBD. Sangatlah penting untuk

selalu memonitor resistensi selama kegiatan pengendalian masih dilaksanakan. Resistensi terhadap insektisida dapat berkembang sedemikian cepat. Kontribusi terbesar adalah frekuensi dan dosis yang terus ditambah ketika diduga insektisida sudah tidak efektif lagi.³

Beberapa penelitian sebelumnya mengindikasikan bahwa di Indonesia, populasi nyamuk *Aedes aegypti* di beberapa daerah sudah mulai resisten terhadap berbagai jenis insektisida. Penelitian di Malaysia menunjukkan bahwa isolat nyamuk *Ae. aegypti* uji sudah menunjukkan gejala resistensi terhadap insektisida *bendiocarb* (golongan karbamat) yang banyak ditemukan sebagai formulasi insektisida rumah tangga.⁴ Di Indonesia sendiri penelitian terkait resistensi *Ae. aegypti* dilakukan di 8 wilayah kabupaten/kota di Jawa Tengah yaitu Kabupaten Jepara, Blora, Semarang, Salatiga, Magelang, Tegal, Surakarta dan Purwokerto dan menunjukkan hasil yang sama (nyamuk sudah resisten) seperti yang ditemukan di 3 wilayah di Daerah Istimewa Yogyakarta (Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul dan Kabupaten Sleman).⁵ Resistensi terhadap *pyrethroid* juga dilaporkan di beberapa negara seperti Malaysia yang telah resisten terhadap *lambda-cyhalotrin*,⁶ kenyataan ini didukung oleh fakta bahwa *pyrethroid* telah digunakan secara luas selama lebih dari 10 tahun dan merupakan insektisida utama yang digunakan di Malaysia.¹ Mexico melaporkan resistensi *Ae. aegypti* terhadap *cypermethrin* dan *deltamethrin*,⁷ di Costarica terhadap *deltamethrin*⁸ dan di Venezuela Barat juga terhadap *deltamethrin*.⁹

Beberapa penelitian terkait resistensi piretroid di Indonesia sudah dilakukan, salah satunya di daerah Tembalang, Kota Semarang. Hasil uji homogenat nyamuk *Ae. aegypti* menunjukkan telah terjadi peningkatan aktivitas enzim *monooxygenase* yang merupakan enzim yang terlibat dalam proses metabolisme *xenobiotik* (senyawa racun) di tubuh serangga yang berdampak pada status resistensi serangga terhadap insektisida.¹⁰ Resistensi terhadap malation dilaporkan di 11 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan. Nyamuk *Ae. aegypti* yang diujikan masih rentan terhadap malation 5% tetapi sudah mulai toleran di 4 wilayah kabupaten dan resisten di 7 kabupaten/kota lainnya terhadap malation 0,8%.³ Perkembangan resistensi dapat dicegah melalui penerapan sistem pengendalian nyamuk yang efektif. Salah satu cara memperoleh sistem pengendalian nyamuk yang efektif diperlukan studi mengenai tingkat dan mekanisme pertahanan nyamuk yang menyebabkan terjadinya resistensi terhadap insektisida, yang salah satunya adalah melalui enzim-enzim *detoksifikasi*.¹¹

Hasil penelitian lain tentang efektivitas kelambu berinsektisida di Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan terhadap *Anopheles maculatus* menunjukkan bahwa kelambu tidak lagi efektif

dalam membunuh nyamuk uji meskipun penggunaannya kurang dari 2 tahun dan baru dilakukan pencucian sebanyak 4 kali. Kelambu yang diuji merupakan kelambu yang direkomendasikan oleh WHO dan diklaim dapat bertahan lama (merupakan kelambu tipe *Long Lasting Insecticidal Nets/LLINS*).¹² Tahun 2012, Boesri dkk melakukan penelitian efikasi Insektisida *Cypermethrin* (100 g/l) terhadap nyamuk *Cx. quinquefasciatus*, *An. aconitus*, dan *Ae. Aegypti* dengan menggunakan metode pengasapan (*thermal fogging*). Hasil menunjukkan bahwa insektisida tersebut masih efektif membunuh nyamuk uji baik di dalam maupun di luar ruangan pada dosis 100 ml/ha.¹³

Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa *lambdacyhalotrin* (konsentrasi 3,75 dan 3,13 g/ha) aplikasi pengasapan dan pengabutan, efektif membunuh nyamuk vektor DBD *Ae. aegypti* (kematian 90,40-100,00%). Sedangkan konsentrasi 3,75 g/ha, efektif membunuh nyamuk vektor filariasis perkotaan *Cx. quinquefasciatus* (kematian 90.00-100.00%) baik di dalam maupun di luar rumah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi insektisida *lambdacyhalotrin* aplikasi pengasapan maupun pengabutan, adalah lebih dari tiga kali konsentrasi yang direkomendasikan oleh WHO yaitu 1,0 g/ha.¹⁴

Tahun 2013 telah dilakukan uji molekuler terhadap *Ae. aegypti* di Palembang untuk melihat mutasi gen yang merupakan target *site* insektisida. Hasil uji menunjukkan bahwa telah terjadi mutasi pada titik Val1016Ile yang merupakan target *site* insektisida golongan sintetik *phyretroid*. Hal ini berarti bahwa nyamuk sudah mulai mengembangkan mekanisme resistensi terhadap insektisida khususnya dari golongan sintetik *phyretroid*.¹⁵ Hasil uji kerentanan lainnya yang dilakukan tahun 2015 terhadap nyamuk *Ae. aegypti* di Jakarta Timur menunjukkan hasil wilayah Jakarta Timur resisten terhadap beberapa insektisida golongan sintetik *pyrethroid*. Salah satu penyebabnya adalah tingginya paparan insektisida rumah tangga. Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat menggunakan insektisida rumah tangga berbahan dasar sintetik *pyrethroid*.¹⁶

Penggunaan insektisida dengan bahan campuran minyak banyak digunakan di masyarakat. Hal ini selain menimbulkan polusi udara akibat bau yang menyengat juga dapat menyebabkan sesak nafas akibat asap yang ditimbulkan. Baru-baru ini dikembangkan insektisida dengan bahan campuran air (*water based*) dengan tujuan untuk meminimalisir pencemaran udara. Salah satu insektisida yang menggunakan air sebagai bahan campurannya adalah *Gokilath-S50EC* dengan bahan aktif *d,d-trans-sifenotrin* 50 g/L. Penelitian kali ini dilakukan untuk melihat efikasi insektisida dengan menggunakan pelarut air terhadap nyamuk vektor DBD (*Ae. aegypti*). Hasil uji diharapkan mampu

memberikan gambaran efektivitas insektisida berpelarut air dibandingkan dengan insektisida berpelarut minyak. Lebih jauh lagi, diharapkan hasil uji ini bisa memberikan rekomendasi penggunaan insektisida yang lebih murah dan ramah lingkungan.

Untuk mendukung performa insektisida tentu tidak bisa lepas dari *vehicle* yang digunakan yang dalam hal ini adalah mesin *fogging*. Pada uji kali ini digunakan mesin *fogging Swing Fog SN50* dengan *High performance fogging tube for water base*. Pengujian kali ini selain dilakukan untuk mengetahui efikasi insektisida, dilakukan juga untuk mengetahui diameter partikel dan daya jangkau mesin *fogging* tersebut. Hasil uji diharapkan bisa memberikan gambaran daya jangkau dan kesesuaiannya dengan serangga target (*Ae. aegypti*). Kombinasi antara insektisida dan mesin yang tepat diharapkan akan menjadikan kegiatan *fogging* menjadi lebih efektif dan efisien.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Sampel nyamuk yang digunakan adalah nyamuk *Ae. aegypti* hasil *rearing* di insektarium Loka Litbangkes Pangandaran. Sampel nyamuk diambil secara acak sebanyak 15 ekor betina dan 10 ekor jantan. Metode yang digunakan merujuk pada uji efikasi insektisida *Gokilath* dengan pelarut minyak dengan modifikasi pada jumlah serangga uji dan lokasi (penelitian sebelumnya dilakukan di luar ruangan).¹⁷ Data hasil uji disajikan secara deskriptif dengan variabel konsentrasi insektisida dan angka kematian nyamuk uji.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah insektisida *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) yang sudah diuji kadar bahan aktifnya di laboratorium dan ditunjuk oleh Menteri Pertanian, bersegel dan berlabel dengan nomor RI. 3338/12-2008/T; Serangga yang diuji Nyamuk *Ae. aegypti* (dewasa) koloni laboratorium (umur 3-5 hari, kondisi kenyang cairan gula) dengan proporsi 15 ekor nyamuk betina dan 10 ekor nyamuk jantan; Alat perangkap nyamuk; Sangkar uji (12 x 12 x 12 cm); Gelas plastik; Timer; Aspirator; Kapas; Gelas ukur; Mesin *thermal fogger merk Swing Fog Type SN50* dengan *High performance fogging tube for water base*. Ukuran *nozle* standar dengan diameter 1,0 mm dan 1,2 mm; *Water sensitive paper*; *Droplet counting aid*; Alat ukur jarak (meteran); *Polyethylene glycol* (PEG).

Cara Kerja

Uji Efikasi

Insektisida *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) disiapkan dengan pengenceran 1 : 100 (10 mL *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l)

setiap liter pelarut dan dengan penambahan PEG (*polyethylene glycol*) 5% pengenceran 1 : 100 (5% PEG dalam 10 mL *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) setiap liter pelarut). Serangga uji dimasukkan ke dalam kurungan (terbuat dari bahan kelambu dengan rangka kawat). Tiap kurungan dimasukkan 25 ekor serangga uji dengan komposisi 10 jantan dan 15 betina, ditempatkan di dalam ruangan berukuran 3 x 4 m pada lokasi pengujian.

Kemudian dilakukan pengabutan di dalam ruangan dengan lama pengabutan 3-5 detik setiap ruangan. Pengabutan tidak langsung diarahkan kepada serangga sasaran, tetapi disemprotkan dari pintu ruangan. 30 menit setelah aplikasi, kurungan uji diambil. Kemudian dilakukan penghitungan jumlah serangga pingsan. Serangga dipindahkan ke gelas plastik yang bersih untuk pengamatan kelumpuhan sampai 1 jam pasca aplikasi. Kematian dihitung setelah 24 jam aplikasi.

Kegiatan aplikasi dilakukan sesuai jadwal dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 (tiga) kali untuk perlakuan dengan 1 (satu) kontrol. Kriteria efikasi diambil berdasarkan waktu kelumpuhan (*knock down time*) 50% dan jumlah kematian 95% dari jumlah nyamuk uji (dihitung dari data yang telah dikoreksi dengan mortalitas dan kelumpuhan nyamuk uji) pada kontrol (Rumus Abbot, 1995). Pengamatan persen nyamuk mati/lumpuh dihitung pada saat 30, 45 dan 60 menit, serta 2, 4, 8, 12 jam pasca aplikasi. Persen kematian ditentukan 24 jam setelah aplikasi (dikoreksi dengan mortalitas dan kelumpuhan nyamuk uji) pada kontrol (Rumus Abbot, 1995). Pengamatan persen nyamuk mati/lumpuh dihitung pada saat 30, 45 dan 60 menit, serta 2, 4, 8, 12 jam pasca aplikasi. Persen kematian ditentukan 24 jam setelah aplikasi.

Data dianalisis dengan Analisis probit dengan program komputer SPSS Versi 11.0 untuk mengetahui LT_{50} dan LT_{95} . Perbandingan toksisitas antar dosis dilakukan secara diskriptif terhadap persen kematian nyamuk uji pada setiap perlakuan dan perbandingan.

Diameter Partikel dan Jangkauan

Uji diameter partikel dan jangkauan dilakukan dengan menggunakan mesin *fogger* merk *Swing Fog type SN50* dengan *High performance fogging tube for water base* dengan *nozle* diameter 1,0 dan 1,2. Insektisida *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) disiapkan dengan pengenceran 1 : 100 (10 mL) *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) setiap liter pelarut dan dengan penambahan PEG (*polyethylene glycol*) 5% pengenceran 1 : 100 (5% PEG dalam 10 mL *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50g/l) setiap liter pelarut). *Sensitive paper* disimpan pada jarak 1 sampai 6 m dengan interval 0,5 m. Mesin *fogger* disemprotkan dari titik 0 m.

Jarak terjauh diukur dengan menggunakan meteran. Diameter *droplet* diukur dengan

menggunakan *droplet counting aid sifenotrin 50 g/l* setiap liter pelarut). *Sensitive paper* disimpan pada jarak 1 sampai 6 m dengan interval 0,5 m. Mesin *fogger* disemprotkan dari titik 0m. Jarak terjauh diukur dengan menggunakan meteran. Diameter *droplet* diukur dengan menggunakan *droplet counting aid*.

HASIL

Uji Efikasi

Data hasil uji lengkap tercantum dalam Tabel 1. Kematian nyamuk uji setelah mendapatkan pemaparan insektisida *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) berbahan aktif *d,d-trans-sifenotrin* dengan dosis 100 ml/ha (10 ml *Gokilath-S50EC* + 90 ml air) pada menit ke-30 sudah mencapai 100% dengan kematian kontrol 2,4% pada jam ke-24.

Kematian nyamuk uji setelah mendapatkan pemaparan insektisida *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) berbahan aktif *d,d-trans-sifenotrin* dengan dosis 100 ml/Ha (5 ml PEG + 10 ml *Gokilath-S50EC (d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) + 85 ml air) pada menit ke-30 sudah mencapai 100% dengan kematian kontrol 1% pada jam ke-24. Data ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Diameter Partikel dan Jangkauan

Hasil pengukuran jangkauan/jarak semprot mesin *fogger merk Swing Fog type SN50* ditunjukkan pada Tabel 3.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jangkauan terjauh dari campuran *Gokilath-S50EC* + air menggunakan mesin *fogger* dengan merk *Swing Fog* tipe SN50 dengan menggunakan *nozle* diameter 1,00 mm adalah 6,00 m dengan jarak rata-rata sejauh 5,83 m. Untuk *nozle* diameter 1,20 mm jarak terjauh adalah 6,00 m dengan rata-rata 6,00 m. Untuk jarak terjauh jangkauan dengan menggunakan *High performance fogging for water base (HPF-WB)* adalah sejauh 7,00 m dengan jarak rata-rata 6,63 m.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jangkauan terjauh dari campuran *Gokilath-S50EC* + PEG + air menggunakan mesin *fogger* dengan merk *Swing Fog type SN50* dengan menggunakan *nozle* diameter 1,0 mm adalah 7,00 m dengan jarak rata-rata sejauh 6,67 m. *Nozle* diameter 1,20 mm jarak terjauh adalah 7,00 m dengan rata-rata 6,83 m. Jarak terjauh jangkauan dengan menggunakan *high performance fogging for water base* adalah sejauh 8,50 m dengan jarak rata-rata 8,50 m. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil pengukuran diameter *droplet* dapat dilihat dari Tabel 5.

Tabel 1. Persentase Kematian Nyamuk Setelah Pemaparan Insektisida *Gokilath-S50EC* (*d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) + Air (10% insektisida, dosis 100 ml/ha)

Jenis Insektisida	Jarak (meter)	Jumlah Kematian (ekor)						24 Jam	Jumlah Kematian (ekor)		
		Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III			Kontrol		
		N	KD	N	KD	N	KD		N	KD	24 Jam
<i>Gokilath-S50EC</i> (<i>d,d-trans-sifenotrin</i> 50 g/l)	1	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0
	2,5	25	25	25	25	25	25	25	25	0	1
+ Air (10% konsentrasi, dosis 100 ml/ha)	2	25	25	25	25	25	25	25	25	0	1
	4	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0

Ket:

N : Jumlah Nyamuk Uji
 KD : *Knock Down*

Tabel 2. Persentase Kematian Nyamuk Setelah Pemaparan Insektisida *Gokilath-S50EC* (*d,d-trans-sifenotrin* 50 g/l) + PEG (5%) + Air (10% insektisida, dosis 100 ml/ha)

Jenis Insektisida	Jarak (meter)	Jumlah Kematian (ekor)						24 Jam	Jumlah Kematian		
		Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III			Kontrol		
		N	KD	N	KD	N	KD		N	KD	24 Jam
<i>Gokilath-S50EC</i> (<i>d,d-trans-sifenotrin</i> 50 g/l) + PEG (5%)	1	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0
	2,5	25	25	25	25	25	25	25	25	1	0
+ Air (10% konsentrasi, dosis 100 ml/ha)	2	25	25	25	25	25	25	25	25	1	0
	4	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0

Ket:

N : Jumlah Nyamuk Uji
 KD : *Knock Down*

Tabel 3. Hasil Pengukuran Jarak Semprot Menggunakan Insektisida *Gokilath-S50EC* + Air

Ukuran Nozle	Jangkauan/Liputan Kabut (<i>drift</i>) (meter)			Rata-rata (meter)
	Ulangan			
	1	2	3	
1,0 mm	6,0	5,5	6,0	5,83
1,2 mm	6,0	6,0	6,0	6,00
HPF-WB	6,5	6,4	7,0	6,63

Tabel 4. Hasil Pengukuran Jarak Semprot Menggunakan Insektisida *Gokilath-S50EC* + PEG + Air

Ukuran Nozle	Jangkauan/Liputan kabut (<i>drift</i>) (meter)			Rata-rata (meter)
	Ulangan			
	1	2	3	
1,0 mm	6,5	7,0	6,5	6,67
1,2 mm	7,0	7,0	6,5	6,83
HPF-WB	8,5	8,5	8,5	8,50

Tabel 5. Presentase Diameter *Droplet* Insektisida *Gokilath-S50EC* + Air

Ukuran Nozle	Ukuran <i>droplet</i> (%)		Keterangan
	≤ 20 μm	≤ 50 μm	
1,0 mm	20,5	65,0	Jarak terjauh 5,83 m
1,2 mm	20,5	70,0	Jarak terjauh 6,00 m
HPF-WB	22,5	74,5	Jarak terjauh 6,63 m

Tabel 6. Presentase Diameter Droplet Insektisida Gokilath-S50EC + PEG + air

Ukuran Nozle	Ukuran Droplet (%)		Keterangan
	≤ 20µm	≤ 50µm	
1,0 mm	21,5	68,5	Jarak terjauh 6,67 m
1,2 mm	21,5	71,5	Jarak terjauh 6,83 m
HPF-WB	23,5	75,5	Jarak terjauh 8,50 m

Hasil pengujian menunjukkan bahwa diameter partikel *droplet* (*droplet size*) dari jarak terjauh memiliki presentase terbanyak pada ukuran ≤ 50 µm baik untuk ukuran *nozle* 1,0 mm, 1,2 mm maupun dengan menggunakan *high performance fogging for water base* untuk insektisida Gokilath-S50EC dicampur air. Untuk komposisi insektisida Gokilath-S50EC dengan campuran *Polyethylene glycol* (PEG) dan air ditunjukkan pada tabel 6. Presentase droplet dengan diameter ≤ 50 µm lebih tinggi lagi untuk setiap *nozle*.

PEMBAHASAN

Uji Efikasi

Hasil uji efikasi insektisida Gokilath-S50EC dengan menggunakan pelarut air menunjukkan bahwa insektisida ini efektif dalam membunuh nyamuk *Ae. aegypti* dalam waktu 30 menit (*knock down time*). Semua nyamuk uji baik yang disemprot menggunakan Gokilath-S50EC dengan campuran air saja maupun yang dicampur dengan PEG dengan dosis 100 ml/ha mati tidak lama setelah dilakukan pengabutan menggunakan *Swing Fog* tipe SN50. Penambahan PEG bersama insektisida tidak berpengaruh terhadap efektivitas insektisida. Hal ini memberikan alternatif insektisida yang digunakan untuk program pengendalian vektor di masyarakat. Penambahan pelarut air pada aplikasi menjanjikan efisiensi pembiayaan dan meminimalisasi pencemaran udara.

Hasil uji ini berbeda dengan hasil uji sebelumnya dengan menggunakan insektisida sejenis yaitu Gokilath dengan menggunakan pelarut solar yang dilakukan sebelumnya. Hasil uji efikasi *outdoor* dengan menggunakan nyamuk *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus* menunjukkan bahwa nyamuk baru mati secara keseluruhan pada jam ke-6 (enam) untuk *Ae. aegypti* dan jam ke-9 (sembilan) untuk *Cx. quinquefasciatus*.¹⁷

Sementara itu, hasil uji insektisida dengan menggunakan *Bifenthrin* (dosis 0,5 ml/m³) menggunakan sistem *ultra low volume* di luar rumah, angka *knock down* nyamuk *Ae. aegypti* berkisar antara 47,2-91,6% dan di dalam rumah berkisar antara 89,7-91,3%. Untuk angka kematian nyamuk sendiri berkisar antara 67,2-98,8% di luar rumah dan 96,0-97,5% di dalam rumah setelah dipelihara selama 24 jam.¹⁸

Penelitian yang dilakukan di Nice, Prancis menunjukkan hasil bahwa aplikasi *deltamethrin* tidak memberikan dampak signifikan pada jumlah oviposisi maupun daya tetas nyamuk *Ae. albopictus* betina dewasa, demikian pula pada daya parental (*parous rate*) meskipun kerentanan serangga uji relatif tinggi. Perbedaan yang signifikan terlihat ketika insektisida *deltamethrin* diaplikasikan dengan menggunakan *thermal fogger* dimana terjadi penurunan oviposisi hingga 90% dibandingkan dengan aplikasi menggunakan *ULV*. Rendahnya efikasi berkaitan dengan sedikitnya interaksi antara serangga target dengan *ULV aerosol*, meskipun hal ini masih harus didiskusikan lagi untuk mengidentifikasi faktor lain yang dapat memengaruhi keefektifan kedua metode tersebut.¹⁹

Efikasi dari tiga insektisida golongan *pyrethroid* (*lambda cyhalothrin*, *deltamethrin* dan *cypenothrin*) pada aplikasi *cold fogging* dan *thermal fogging* dalam upaya pengendalian nyamuk *Cx. pipiens* dewasa di dalam kandang pada kondisi panas kering di Riyadh, Saudi Arabia. Efikasi dari *cold fogging* dan *thermal fogging* pada jarak yang berbeda (15, 30, 45 dan 60 m) dengan tinggi 1 dan 2 m diteliti dengan mengevaluasi kematian nyamuk dewasa setelah paparan 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *thermal fogging* memiliki efikasi lebih tinggi dibandingkan *cold fogging*. Jarak tidak memberikan pengaruh pada pengaplikasian *thermal fogging* tetapi pada *cold fogging* semakin jauh jaraknya maka semakin redah efikasinya. Efikasi *deltamethrin* tidak dipengaruhi oleh cara aplikasi dan jarak semprot, sedangkan *lambda cyhalothrin* hanya dipengaruhi oleh metode penyemprotan saja.^{19,20}

Kematian nyamuk uji *Ae. aegypti* di dalam rumah dengan aplikasi pengasapan *LADEN 500EC* dosis 750 dan 100 ml/ha adalah 100% dan sebanding dengan *RIDER 500 Ec* (dengan pelarut air). Perkiraan waktu *KT*⁵⁰ untuk *LADEN 500EC* (dosis 500,75 dan 100 ml/ha) masing-masing adalah 39,74; 25,21 dan 17,96 menit. Sedangkan *RIDER 500 EC* dosis 100 ml/ha *knock down time*-nya lebih lambat yaitu 21,45 menit.²¹ Jika dibandingkan dengan Gokilath hasil ini lebih rendah karena untuk dosis 100ml/ha insektisida Gokilath mampu membunuh nyamuk 100%.

Dengan membandingkan hasil tersebut maka bisa dikatakan bahwa aplikasi insektisida

menggunakan pelarut air dengan menggunakan metode pengabutan bisa menjadi alternatif pengendalian vektor khususnya *Ae. aegypti* karena terbukti lebih efektif dan relatif lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan aplikasi menggunakan pelarut solar. Selain itu pelarut air lebih murah dibandingkan pelarut minyak sehingga biaya (*cost*) yang harus dikeluarkan untuk pelaksanaan *fogging* bisa lebih rendah.

Diameter Partikel dan Jangkauan

Dari hasil uji terlihat bahwa jarak jangkauan kabut dari insektisida yang dicampur dengan *Polyethylene glycol* (PEG) lebih jauh dibandingkan dengan jangkauan insektisida yang dicampur dengan air saja. Begitu juga dengan persentase diameter *droplet* $\leq 50 \mu\text{m}$, komposisi insektisida *Gokilath-S50EC* yang ditambahkan PEG dan air lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi insektisida *Gokilath-S50EC* dengan air saja. Hal ini sesuai dengan sifat *Polyethylene glycol* (PEG) yaitu merupakan salah satu zat yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran dan struktur pori. *Polyethylene glycol* (PEG) memiliki karakteristik dapat larut dalam air, *methanol*, *benzene* dan *dichlorometan*. Selain itu, PEG juga memiliki kandungan *toxic* yang rendah. *Polyethylene glycol* (PEG) merupakan *polymer* yang fleksibel.²² Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa penambahan *Glikol* pada penyemprotan menggunakan insektisida *K-Othrine 20 EW*[®] tidak memperlihatkan perbedaan dalam kematian serangga uji tetapi penambahan *glikol* mampu menimbulkan kabut dan sebaran partikel menjadi lebih luas.²³

Diameter partikel yang $\leq 50 \mu\text{m}$ mengharuskan tenaga penyemprot/*fogger* memahami bionomik nyamuk sasaran. Karena dengan diameter partikel sebesar ini, asap yang disebarkan tidak menyebar ke seluruh penjuru ruangan. Pada metode pengabutan, *nozle* harus diarahkan miring ke atas dengan sudut 15 derajat.²⁴

Selain itu dari hasil penelitian Boesri (2012) diketahui bahwa penerimaan masyarakat terhadap metode pengabutan kurang disukai. Hal ini disebabkan asap yang dihasilkan tidak sebanyak metode lainnya meskipun hasilnya menunjukkan efektivitas yang sama.²⁵ Hal ini menjadi pekerjaan rumah tambahan bagi para *surveilans* untuk memberikan pemahaman pada masyarakat bahwa banyak atau sedikitnya asap yang dikeluarkan pada saat penyemprotan tidak ada kaitannya sama sekali dengan efektivitas *fogging* yang dilakukan.

KESIMPULAN

Insektisida *Gokilath-S50EC* (*d,d-trans-sifetrin* 50 g/l) dengan pelarut air efektif membunuh nyamuk *Aedes aegypti* dengan dosis 100 ml/ha untuk aplikasi di dalam ruangan menggunakan *High performance fogging for water base*. Penambahan *Polyethylene glycol* (PEG) tidak berpengaruh pada efektivitas daya bunuh insektisida terhadap nyamuk uji.

Penambahan *Polyethylene glycol* (PEG) lebih berpengaruh pada daya jangkauan dan diameter partikel *droplet* dimana komposisi insektisida *Gokilath-S50EC* dengan PEG dan air membuat jangkauan semakin jauh dan presentase diameter partikel $\leq 50 \mu\text{m}$ lebih banyak dibandingkan dengan campuran *Gokilath-S50EC* dengan air saja. Hasil tersebut menunjukkan bahwa insektisida *Gokilath-S50EC* dengan pelarut air masih efektif dalam membunuh nyamuk *Ae. aegypti* yang diujikan dengan atau tanpa penambahan *Polyethylene glycol*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Loka Litbangkes Pangandaran dan Tim Laboratorium Penelitian Kesehatan, PT Inesco Estikakreasi.

KONTRIBUSI PENULIS

Peran penulis pada artikel ini yaitu Firda Yanuar P. sebagai kontributor utama. Willem Sugiharto sebagai kontributor anggota. Kontribusi penulis dapat dilihat pada rincian berikut:

Konsep	:	Firda Yanuar P.
Kurasi Data	:	Firda Yanuar P.
Analisis Data	:	Firda Yanuar P.
Sponsor Pendanaan	:	Willem Sugiharto
Investigasi	:	Firda Yanuar P.
Metodologi	:	Firda Yanuar P.
Manajemen Proyek	:	Firda Yanuar P.

Sumber Daya : Willem Sugiharto

Pemrograman : Firda Yanuar P.

Pengawasan : Firda Yanuar P.

Validasi : Firda Yanuar P.

Visualisasi : Firda Yanuar P.

Menulis Pembuatan : Firda Yanuar P.

Menulis-Mengkaji & Mengedit : Firda Yanuar P.

DAFTAR RUJUKAN

1. Amelia-Yap, Chee hang Chen, Mohd Sofian Azirun VLL. Pyrethroid resistance in the dengue vector *Ae. aegypti* in southeast asia: present situation and prospects for management. *Parasites and Vectors*. 2018;11:332.
2. Wahyudin D, Teguh D, Prijanto B, Bandung PK. *Aedes* mosquito susceptibility test for the insecticide used in dengue haemorrhagic fever (DHF) controlling programs in Cimahi City of West Java Province. *e-journal stikesayani*. 2012;002.
3. Lasbudi, Pahlepi RI, Tavip Y, Budiyo A, Sitorus H, Febriyanto. Tingkat kerentanan *Aedes aegypti* (Linn) terhadap malation di Provinsi Sumatera Selatan. *Bul Penelit Kesehat*. 2015;43(2):97-104.
4. Rong LS, Ann ATW, Ahmad NW, Lim LH AM. Susceptibility status of field collected *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L) at a dengue endemic site in Shah Alam Selangor, Malaysia. *Southeast Asian*. 2012;43:34-47.
5. Ikawati B, Sunaryo WD. Peta status kerentanan *Aedes aegypti* (Linn) terhadap insektisida cypermethrin dan malation di Jawa Tengah. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2015;7(1):23-38.
6. Hasan HA, Jaal Z, Ranson H MCP. Pyrethroid and organophosphate susceptibility status of *Aedes aegypti* (Linn) and *Aedes albopictus* (skuse) in Penang, Malaysia. *Int J Entomol Res*. 2015;3(3):91-95.
7. Aponte HAA, Penilla RP, Dzul-monzanilla F, Che-Mendoza A, Lopez AD, Solia F, Manrique-Sande P, Ranson H, Lenhart A, McCall PJ RA. The pyrethroid resistance status and mechanism in *Aedes aegypti* from The Guerrero State, Mexico. *Pest Biochem Physiol*. 2013;107:226-234.
8. Bisset JA, Marin R, Rodriguez MM, Severson DW, Ricardo Y, French L DM and PO. Insecticide resistance in two *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) isolats from Costa Rica. *Med Entomol*. 2013;50(2):352-361.
9. Alvarez LC, Ponce G, Oviedo M, Lopez B FA. Resistance to malation and deltamethrin in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Western Venezuela. *Med Entomol*. 2013;50(5):1031-1039.
10. Widiastuti D, Sunaryo, Nova Pramestuti M. Aktivitas enzim monooksigenase pada populasi nyamuk *Aedes aegypti* di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2015;7(1):1-6.
11. Rahardjo G. Resistance status and mechanism of *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae) from several cities in Indonesia to phyrethroid insecticides. Bandung: School of Life Science and Technology, ITB; 2008.
12. Nurmaliani R, Reni Oktarina, Maya Arisanti DA. Daya bunuh kelambu berinsektisida long lasting insecticidal nets (LLINS) terhadap nyamuk *Anopheles maculatus*. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2016;8(1):1-8.
13. Susanti L& BH. Pengaruh insektisida sipermethrin 100 g/l terhadap nyamuk dengan metode pengasapan. *Kesehat Masy*. 2012;8(38):10-16.
14. Boewono DT, Boesri H, - W. Efikasi lambdasihalotrin (insektisida piretroid) terhadap nyamuk vektor (aplikasi penyemprotan ruangan). *Vektora*. 2009;1(2 (Okt))
15. Ghiffari A, Fatimi H, Anwar C. Deteksi resistensi insektisida sintetik piretroid pada *Aedes aegypti* (L.) strain Palembang menggunakan teknik polymerase chain reaction. *Aspirator*. 2013;5(2):37-44.
16. Prasetyowati H, Astuti EP, Ruliansyah A. Penggunaan insektisida rumah tangga dalam pengendalian populasi *Aedes aegypti* di daerah endemis demam berdarah dengue (DBD) di Jakarta Timur. *Aspirator*. 2016;8(1):29-36.
17. Munif A. Hasil Uji Efikasi insektisida merk gokhilath dengan bahan aktif d,d-trans sifenotrin 50EC dalam mematikan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus*. Jakarta; 2015.
18. Boesri H, Boewono T. Perbandingan kematian nyamuk *Aedes aegypti* pada

- penyemprotan aerosystem menggunakan bifenthrin dengan sistem thermal fogging menggunakan malathion. 2000.
19. Boubidi, s., Roiz, D., Rossignol M et al. Efficacy of ULV and thermal aerosol of deltamethrin for control of *Aedes albopictus* in Nice, France. *Parasit Vectors*. 2016;9:597.
 20. Al-sarar, A.S., Al -Shahrani, D., Hussein HI et. al. Evaluation of cold and thermal fogging spraying methods for mosquito control. *Neotrop Entomol*. 2014;43:85.
 21. Boesri H. Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* dengan penyemprotan sistem pengasapan (thermal fogging) menggunakan insektisida Laden 500EC. *Vektora*. 1990;1(1):47-60.
 22. Nuzully S, Kato T, Iwata S, Suharyadi DE. Pengaruh konsentrasi polyethylene glycol (PEG) pada sifat kemagnetan nanopartikel magnetik PEG-Coated Fe₃O₄. *J Fis Indones*. 2013;(51).
 23. Boesri H. Pengaruh penggunaan glikol pada insektisida Aqua-K-Othrine 20 EW ® (b.a. Deltamethrin 21.9 g/l) terhadap nyamuk. 2010;II(1):21-28.
 24. Boesri H, Boewono DT, Word K, Volume UL. Perbandingan kematian nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* pada pengasapan (Thermal Fogging) dan pengabutan (ULV) dengan insektisida GOKILATH-S 50 EC (d-d-trans-cyphenothrin 50 g/l). *Media Litbang Kesehat Vol XVIII Nomor 4 Tahun 2008*. 2008;XVIII:226-234.
 25. Boesri, Hasan & Tri Boewono D. Standar pengasapan (thermal fogging) dan pengabutan (ultra low volume) terhadap persentase kematian nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Culex Quinquefasciatus*. *Vektora*. 2012;III no 2.

