

Efikasi Kain Bahan Furnitur Berinsektisida Malation terhadap Kematian *Aedes aegypti*

Mortality of Aedes aegypti due to Malathion Deposited on Furniture Fabrics

Hubullah Fuadzy^{1,2}, Susi Soviana², Risa Tiuria²

¹ Loka Litbang Kesehatan Pangandaran, Jl. Raya Pangandaran KM 3 Pangandaran, 46396, Indonesia

² Program Studi Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Institut Pertanian Bogor

Abstract. Implementation of fogging using malathion impacted to insecticides deposited to household furniture in resident. The other hand, *Ae. aegypti* preference resting on that furniture. The objective was determine lethal concentration of malathion in an emulsifiable concentrate (EC) formulation which have been deposited on furniture fabrics against mortality of *Ae. aegypti*. The study was true experimental and completed randomize design. Treatment as much as six of concentration levels (0.00; 0.27; 0.29; 0.31; 0.32; 0.34%) and ten replications. The sample were female *Ae. aegypti* on ovary condition of unfed and bloodfed. Material of fabrics used were cotton, chenille, and blackout. Procedure efficacy test based on WHO (2013). The result showed that between concentration levels gave a significantly different impact of mortality, but between concentration of 0.27% with 0.29% was not significantly. Mortality of *Ae. aegypti* reached 100% on 0.34% concentration for cotton and blackout, whereas chenille on 0.31% concentration. Lower lethal concentration to kill 50% and 95% *Ae. aegypti* population were 0.260% and 0.301% on chenille, whereas the higher were 0.296% and 0.337% on cotton, respectively. Conclusion was malation (EC) which were deposited to cotton, chenille, and blackout fabrics as a upholstery for furniture influence on increasing insecticide efficacy to *Ae. aegypti*.

Keywords: *Aedes aegypti*, fabrics, malathion, deposit

Abstrak. Pelaksanaan fogging menggunakan malation di pemukiman berdampak pada terdepositnya insektisida pada furnitur rumah tangga. Di sisi lain, *Aedes aegypti* menyukai hinggap pada furnitur tersebut. Tujuan penelitian adalah menentukan konsentrasi efektif malation dalam formulasi emulsifiable concentrate (EC) yang didepositkan pada kain bahan furnitur terhadap kematian *Ae. aegypti*. Rancangan penelitian adalah true experimental dan rancangan acak lengkap. Perlakuan sebanyak enam taraf konsentrasi (0,00; 0,27; 0,29; 0,31; 0,32; 0,34%) dan 10 ulangan. Sampel adalah *Ae. aegypti* betina pada kondisi ovarium unfed, dan bloodfed. Media kain yang digunakan adalah katun, chenille, dan blackout. Uji efikasi berdasarkan prosedur WHO (2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa antar taraf konsentrasi memberikan dampak kematian yang berbeda nyata, tetapi antar konsentrasi 0,27% dengan 0,29% tidak berbeda nyata. Kematian *Ae. aegypti* mencapai 100% pada konsentrasi 0,34% untuk kain katun dan blackout, sedangkan kain chenille pada konsentrasi 0,31%. Konsentrasi efektif yang paling rendah untuk mematikan *Ae. aegypti* sebanyak 50% dan 95% adalah 0,260% dan 0,301% pada jenis kain chenille, sedangkan yang paling tinggi adalah 0,296% dan 0,337% pada jenis kain katun. Kesimpulan adalah malation (EC) yang didepositkan pada kain katun, chenille, dan blackout sebagai bahan pelapis pada furnitur berpengaruh dalam meningkatkan efikasi insektisida terhadap *Ae. aegypti*.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, kain, malation, deposit

Naskah masuk: 24 November 2017 | Revisi: 16 Mei 2018 | Layak terbit: 15 Agustus 2018

¹ Corresponding author: hubullah_fy@yahoo.com | Tlp: 081222507611

PENDAHULUAN

Aedes aegypti merupakan spesies nyamuk yang berperan sebagai vektor utama penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Pemerintah beserta masyarakat telah melakukan upaya pengendalian vektor untuk mencegah penularan DBD melalui pengendalian secara fisik; biologi; kimiawi; hingga terpadu, tetapi angka kesakitan semakin meningkat. Kasus DBD ini mengalami peningkatan hingga 700 kali dalam kurun waktu 45 tahun terakhir sejak pertama kali ditemukan di Jakarta dan Surabaya tahun 1968, sedangkan angka menurun 56,16 kali.¹ Penelitian di Kota Bandung menjelaskan bahwa peningkatan kasus DBD dapat dipengaruhi oleh jenis kelamin, pendidikan, sanitasi dasar, pengetahuan dan persepsi.²

Masyarakat cenderung memilih pendekatan kimiawi untuk mengendalikan populasi *Aedes aegypti*, karena dianggap lebih praktis, ekonomis, dan terbukti mampu membasmi nyamuk,³ diantaranya adalah metode pengasapan/*fogging*. Hal ini terjadi di Kota Semarang bahwa 70,1% komunitas sekolah dasar Kec. Tembalang lebih memilih tindakan *fogging* untuk membasmi nyamuk.⁴ Begitu pula dengan mayoritas (86,2%) sikap masyarakat Negeri Sembilan Malaysia yang menginginkan pelaksanaan *fogging* untuk mengendalikan vektor DBD.⁵

Pemanfaatan *fogging* dalam pengendalian vektor dengan menggunakan insektisida malation formulasi *emulsifiable concentrate* (EC) telah sejak lama dilakukan oleh pemerintah. Insektisida ini efektif mengendalikan *Ae. aegypti* apabila diaplikasikan menggunakan perangkat *space sprayer* seperti *thermal fogger/ultra low volume* (ULV) pada ruangan dengan ukuran 72,5 m³, serta lama semprotan 15 detik.⁶

Penggunaan mesin *thermal fogger* dapat menghasilkan ukuran droplet dalam interval yang luas, yaitu 27,0–59,9 µm untuk pengencer air dan 2,6–75,5 µm untuk pengencer minyak pada volume median diameter 0,5 (DV_{0.5}).⁷ Adapun ukuran droplet yang efektif untuk mematikan vektor DBD adalah antara 10-20 µm, sedangkan droplet < 10 µm akan terdegradasi oleh faktor lingkungan di udara, dan droplet > 20 µm akan terdeposit pada permukaan material.⁸ Ukuran droplet yang besar tersebut (> 20 µm), dominan dihasilkan oleh *thermal fogger* daripada *cold fogger*.⁹ Oleh karena itu, aplikasi *thermal*

fogger di permukiman dapat berdampak pada dihasilkannya droplet insektisida ukuran besar yang terdeposit pada furnitur rumah tangga.

Perilaku *Ae. aegypti* lebih menyukai beraktivitas di dalam rumah (endofilik) seperti di kamar tidur (44%), ruang keluarga (25%), dan kamar mandi (20%).¹⁰ Pada ruangan ini, *Ae. aegypti* menyukai hinggap dan beristirahat pada gorden, jendela, dinding, lemari, bagian bawah meja dan sofa.¹¹ Furnitur rumah tangga tersebut dilengkapi dengan *upholstery* material dari bahan kain seperti sofa berbahan kain *chenille*, jendela dihiasi gorden berbahan kain *blackout*, meja dan perangkat rumah tangga lainnya dilengkapi taplak berbahan kain katun.

Hal ini menggambarkan bahwa *fogging* berpeluang besar menimbulkan dampak pada terdepositnya insektisida di furnitur rumah tangga dari bahan kain. Pada kain katun, pernah dilaporkan bahwa terdapat perbedaan dampak kematian *Ae. aegypti* yang dipaparkan pada empat jenis kain yang berinsektisida permethrin, dengan jumlah kematian pada katun hitam lebih besar dibandingkan katun lurik.¹² Hal ini menggambarkan bahwa kain dapat menjadi media yang efektif untuk mendepositkan insektisida dalam pengendalian nyamuk vektor. Sejauh ini manfaat malation yang terdeposit pada furnitur berbahan kain di rumah tangga belum pernah diketahui. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi efektif malation dalam formulasi EC yang didepositkan pada kain bahan furnitur (katun, *blackout*, dan *chenille*) terhadap kematian *Ae. aegypti*. Penelitian ini bermanfaat bagi pengelola program DBD (P2-DBD) dalam penggunaan *space sprayer* berinsektisida malation untuk mengendalikan populasi *Ae. aegypti* di rumah tinggal.

BAHAN DAN METODE

Rancangan penelitian ini adalah *true experimental* dengan pendekatan rancangan acak lengkap. Perlakuan penelitian sebanyak 6 taraf konsentrasi dan 10 ulangan. Sampel adalah 300 *Ae. aegypti* betina pada tiap kondisi ovarium *unfed* dan *bloodfed*. Sampel nyamuk diperoleh dari kawasan Pasar Wisata Pangandaran, dan telah dinyatakan masih rentan terhadap malation 0,8%.¹³ Bahan penelitian adalah malation 500 EC

yang diaplikasikan pada kain katun, *blackout*, dan *chenille*.

Prosedur

Tahap uji efek malation meliputi uji pendahuluan dan uji efikasi. Pada kedua uji ini dilakukan pengaplikasian insektisida pada kain berdasarkan prosedur Muzari (2014)¹⁴ yang telah dimodifikasi, dan uji efikasi berdasarkan pada WHO (2013)¹⁵.

Uji pendahuluan bertujuan untuk memperoleh data mengenai enam rentang konsentrasi yang akan digunakan pada uji efikasi. Bahan yang digunakan adalah malation 500 EC yang diaplikasikan pada jenis kain *spandex*, kemudian dipaparkan terhadap *Ae. aegypti* betina *unfed*. Penetapan konsentrasi malation awal adalah mempersiapkan terlebih dahulu larutan induk (*stock*) konsentrasi 1,2% dengan cara malation 48 mL dan acetone 0,048 mL dimasukkan ke dalam wadah, kemudian ditambahkan akuades hingga mencapai volume 20 L. Larutan induk tersebut diencerkan dengan menambahkan akuades untuk mendapatkan konsentrasi uji pendahuluan, yaitu 1,2%; 0,6%; 0,3%; 0,15%; 0,075%; dan 0% sebagai kontrol. Konsentrasi uji efikasi ditentukan berdasarkan rumus: $F = \frac{(n-1)\sqrt{LD/SD}}$. Keterangan rumus : F adalah faktor deret ukur; n adalah jumlah peringkat konsentrasi; SD adalah konsentrasi rendah; LD adalah konsentrasi tinggi.

Berdasarkan uji anova diketahui bahwa enam taraf konsentrasi malation berbeda nyata terhadap kematian *Ae. aegypti*. Uji efektivitas diperoleh LC₅₀ adalah 0,294% dengan interval 0,259–0,338%. Hasil perhitungan faktor deret ukur diperoleh nilai 1,055, sehingga taraf konsentrasi adalah 0,27%; 0,29%; 0,31%; 0,32%; 0,34%; dan 0% sebagai kontrol. Taraf konsentrasi tersebut menjadi dasar untuk melakukan pengujian efikasi tiga jenis kain terhadap kematian *Ae. aegypti*.

Tahapan uji efikasi adalah pertama-tama mengaplikasikan malation pada lima helai kain dan akuades pada satu helai kain dengan ukuran masing-masing 12 x 15 cm di nampan plastik. Larutan malation sebanyak 1 L dimasukkan pada nampan plastik. Selanjutnya, kain direndam secara mendatar pada nampan tersebut selama 1 menit, dan dikeringanginkan selama 15 menit.

Uji efikasi menggunakan *Ae. aegypti* betina yang berumur 2–5 hari. Pengujian dilakukan

dengan cara mempersiapkan 5 *Ae. aegypti* pada tiap-tiap gelas plastik sebanyak 60 buah, sehingga total kebutuhan nyamuk adaah 300 ekor. *Cone* diletakkan pada tiap-tiap kain dengan posisi berada di tengah-tengahnya. *Ae. aegypti* dimasukkan 5 ekor pada tiap-tiap *cone*, dibiarkan selama 60 menit untuk kontak insektisida dengan nyamuk. *Ae. aegypti* akan *hinggap* pada permukaan kain yang lebih kasar daripada plastik *cone* sehingga membuat nyamuk lebih mudah hinggap. Setelah kontak, *Ae. aegypti* pada tiap *cone* dipindahkan ke dalam tiap gelas plastik, ditambahkan larutan gula 10% pada kapas, dan dibiarkan pada suhu 27±2 °C dan kelembaban 80±10% RH. Kematian nyamuk diamati setelah 24 jam.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan *one way anova* untuk mengetahui perbedaan nyata taraf konsentrasi dampak malation terhadap kematian *Ae. aegypti*. Jika hasil analisis berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji *Tuckey*. *Lethal concentration* (LC₅₀ dan LC₉₅) ditentukan dengan menggunakan *Reliability-probit analysis*. Analisis data menggunakan *software* Minitab.

HASIL

Pengujian setiap status nyamuk dan jenis kain pada penelitian ini dilakukan dalam interval waktu berbeda. Apabila jumlah nyamuk hasil rearing telah mencukupi kuota sampel, maka dilakukan pengujian untuk status nyamuk dan jenis kain tertentu. Selain itu, tidak dilakukan pengukuran terhadap faktor suhu dan kelembaban. Oleh karena itu, penelitian ini belum memenuhi syarat untuk dilakukan analisis uji beda antar status nyamuk dan jenis kain.

Pada konsentrasi 0,34%, relatif persentase kematian *Ae. aegypti* mencapai 100% setelah pengamatan 24 jam (Tabel 1). *Ae. aegypti unfed* yang dipaparkan pada malation dengan media kain katun, *blackout*, dan *chenille* menunjukkan bahwa antar taraf konsentrasi memberikan dampak kematian yang berbeda nyata, tetapi antar konsentrasi 0,27% dengan 0,29% tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). Kematian *Ae. aegypti* mencapai 100% pada konsentrasi 0,34% untuk kain katun dan *blackout*, sedangkan kain *chenille* pada konsentrasi 0,31%.

Tabel 1. Persentase Kematian *Ae. aegypti* Setelah Kontak pada Tiga Jenis Kain yang Telah Didepositkan Malation

Status Nyamuk	Jenis Kain	Persentase Kematian pada Tiap Konsentrasi Malation (%) setelah 24 Jam (n = 300 ekor)					p value	
		0	0,27	0,29	0,31	0,32		0,34
<i>Ae. aegypti unfed</i>	Katun	0 ^a	24 ^b	34 ^b	70 ^c	92 ^d	100 ^d	0,00*
	Blackout	0 ^a	42 ^b	50 ^b	82 ^c	94 ^c	100 ^d	0,00*
	Chenille	0 ^a	72 ^b	76 ^b	100 ^c	100 ^c	100 ^c	0,00*
<i>Ae. aegypti bloodfed</i>	Katun	0 ^a	22 ^b	34 ^b	62 ^c	86 ^d	100 ^e	0,00*
	Blackout	0 ^a	36 ^b	50 ^c	82 ^d	94 ^d	100 ^c	0,00*
	Chenille	0 ^a	66 ^b	74 ^b	100 ^c	100 ^c	100 ^c	0,00*

Ket: Huruf superskrip (a,b,c,d,e) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tiap baris; *(p < 0,05)

Tabel 2. Nilai *Lethal Concentration* Malation pada Tiga Jenis Kain terhadap Kematian *Ae. aegypti*

Status Nyamuk	Jenis Kain	p value	<i>Lethal Concentration (LC)</i>		Persamaan Regresi Linier
			LC ₅₀ (95%CI)	LC ₉₅ (95%CI)	
<i>Ae. aegypti unfed</i>	Katun	0,00*	0,29 (0,28–0,29)	0,33 (0,32–0,34)	y = -12,61 + 43,03x
	Blackout	0,00*	0,28 (0,27–0,28)	0,32 (0,31–0,34)	y = -10,17 + 36,07x
	Chenille	0,00*	0,26 (0,24–0,26)	0,30 (0,29–0,31)	y = -9,99 + 38,41x
<i>Ae. aegypti bloodfed</i>	Katun	0,00*	0,29 (0,29–0,30)	0,33 (0,32–0,34)	y = -11,89 + 40,18x
	Blackout	0,00*	0,28 (0,27–0,28)	0,32 (0,31–0,33)	y = -11,06 + 38,95x
	Chenille	0,00*	0,26 (0,25–0,27)	0,30 (0,29–0,31)	y = -11,09 + 41,93x

Ket: y adalah kematian *Ae. aegypti*; x adalah konsentrasi malation; *(p < 0,05)

Ae. aegypti bloodfed yang dipaparkan pada malation dengan media kain katun, *blackout*, dan *chenille* menunjukkan bahwa antar taraf konsentrasi memberikan dampak kematian yang berbeda nyata, tetapi antar konsentrasi 0,27% dengan 0,29% untuk kain katun dan *chenille*, serta 0,31% dengan 0,32% untuk kain *blackout* tidak berbeda nyata. Kematian *Ae. aegypti* pada kain katun dan *blackout* mencapai 100% dengan konsentrasi 0,34%, sedangkan *chenille* pada konsentrasi 0,31%.

Konsentrasi efektif yang paling rendah untuk mematikan *Ae. aegypti* sebanyak 50% dan 95% adalah 0,260% dan 0,301% pada jenis kain *chenille*, sedangkan yang paling tinggi adalah 0,296% dan 0,337% pada jenis kain katun (Tabel 2).

PEMBAHASAN

Uji efikasi malation yang didepositkan pada kain katun, *blackout*, dan *chenille* terhadap kematian *Ae. aegypti unfed* dan *bloodfed* di laboratorium menunjukkan hasil yang berbeda nyata (p < 0,05). Namun, taraf konsentrasi 0,27% dan 0,29% pada tiap kain relatif memberikan dampak kematian *Ae. aegypti* yang sama. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran bahwa persentase kematian *Ae. aegypti unfed* dan *bloodfed* cenderung sama pada tiap taraf konsentrasi. Walaupun secara persentase, *Ae. aegypti unfed* lebih rentan mati setelah dipaparkan pada malation dibandingkan *bloodfed*.

Hal tersebut dikarenakan *Ae. aegypti bloodfed* memiliki kebugaran yang tinggi dibandingkan *unfed*, sehingga mampu bertahan dari tekanan selektif insektisida, serta dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan tingkat reproduksi nyamuk.^{16,17} Penelitian sebelumnya di laboratorium menyimpulkan bahwa dibutuhkan tingkat konsentrasi insektisida yang tinggi untuk mengubah *Ae. aegypti bloodfed* dari status rentan menjadi resisten dibandingkan dengan *unfed*.¹⁸

Ae. aegypti bloodfed dapat bertahan lebih lama terhadap tekanan selektif insektisida malation yang didepositkan pada tiga jenis kain daripada *unfed*. Rasio daya kematian *Ae. aegypti unfed* yang dipaparkan pada media katun, *blackout*, dan *chenille* mencapai 1,05; 1,02; 1,02 kali dibandingkan dengan *bloodfed*. Oleh karena itu, *Ae. aegypti bloodfed* memiliki kebugaran yang lebih baik dibandingkan *unfed* untuk melawan toksisitas malation.

Malation yang terdeposit pada kain *chenille* mampu mematikan *Ae. aegypti* sebesar 100% pada konsentrasi malation yang lebih rendah dibandingkan katun dan *blackout*. Hal ini menggambarkan bahwa kain *chenille* berpotensi sebagai media yang efektif dalam mendepositkan insektisida untuk pengendalian *Ae. aegypti*.

Karakteristik kain *chenille* yang kasar dan mudah menyerap air tersebut membuat larutan malation dapat bertahan lebih lama pada permukaan kain tersebut dibandingkan dengan katun dan *blackout*. Oleh karena itu, luas permukaan kontak insektisida malation formulasi EC pada kain *chenille* terhadap *Ae. aegypti* lebih tinggi dibandingkan dengan katun dan *blackout*. Hal inilah yang diperkirakan menjadi faktor utama kematian *Ae. aegypti* 100% pada kain *chenille* dapat terjadi ditaraf konsentrasi 0,31%.

Dampak insektisida yang didepositkan pada kain jenis gorden terhadap kematian *Ae. aegypti* pernah dilaporkan di Kota Salatiga, tetapi insektisida yang digunakan adalah sipermethrin 10 EC, dosis 0,5 gr b.a/m² plus etil selulose 0,1%, dengan kematian mencapai 82,93% sampai dengan minggu ke-15.¹⁹

Penelitian ini menunjukkan bahwa malation formulasi EC yang didepositkan pada kain katun dan *blackout* juga dapat mengakibatkan kematian *Ae. aegypti* hingga 100%. Kain katun biasanya digunakan sebagai bahan pelengkap

seprai tempat tidur, penutup perlengkapan masak dan rumah tangga, serta taplak meja. Adapun kain *blackout* biasanya digunakan untuk gorden jendela di rumah tinggal. Ketebalan kedua kain ini relatif sama, sehingga memiliki daya serap yang relatif sama pula terhadap larutan malation. Oleh karena itu, daya bunuh kedua kain yang didepositkan malation ini terhadap kematian *Ae. aegypti* 100% terjadi pada konsentrasi 0,34%.

Perilaku *Ae. aegypti* menyukai hinggap pada furnitur di dalam rumah, dengan mayoritas betina hinggap di permukaan material berbahan kain dan kayu, sedangkan jantan pada permukaan besi dan kardus.²⁰ Selain itu, *Ae. aegypti* pun lebih menyukai hinggap pada material bahan katun daripada poliester.²¹ Hal ini dipertegas lagi oleh penelitian di Kota Bogor, bahwa *Ae. aegypti* banyak ditemukan hinggap pada furnitur rumah tangga yang terdapat di dalam rumah.¹¹ Penelitian lain pun menyatakan bahwa kepadatan *Ae. aegypti* yang hinggap pada ketinggian kurang dari 1,5 m cenderung 17 kali lebih banyak dibandingkan dengan ketinggian lebih dari 1,5 m.¹⁰ Berdasarkan hal tersebut, droplet insektisida ukuran besar yang dihasilkan oleh *thermal fogger* dapat mematikan *Ae. aegypti* pada saat hinggap di furnitur rumah.

Kain *chenille* memiliki kemampuan mendepositkan malation dengan konsentrasi efektif paling rendah dibandingkan katun dan *blackout*. Hal ini memungkinkan untuk menjadi alternatif pengendalian nyamuk. Karakteristik kain ini yang berambut benang halus dan tebal, mampu mempertahankan kelembapan larutan malation dalam waktu yang relatif lebih lama dibandingkan kain katun dan *blackout*. Oleh karena itu, paparan malation tidak hanya mengenai bagian kaki nyamuk, tetapi juga pada bagian tubuh lainnya. Apabila droplet malation mengenai/kontak pada abdomen dan mesotoraks maka akan lebih sensitif dibandingkan kaki nyamuk.²² Hal ini menggambarkan bahwa besar kemungkinan ketika *Ae. aegypti* hinggap pada sofa rumah tangga berbahan *chenille*, maka beberapa bagian tubuh nyamuk akan kontak dengan rambut-rambut halus kain berinsektisida. Oleh karena terjadi kontak antara malation dengan berbagai bagian tubuh, mengakibatkan nyamuk

mengalami hipereksitabilitas dan akhirnya menimbulkan kematian *Ae. aegypti*.

Keberadaan malation pada kain katun dan *blackout* pun efektif untuk mematikan *Ae. aegypti* ($LC_{95} < 0,8\%$). Kain ini umumnya digunakan oleh masyarakat sebagai gorden atau tirai. Intervensi pengendalian *Ae. aegypti* menggunakan gorden berinsektisida dari golongan piretroid mampu menurunkan *Breteau Index* (BI) dari 16 menjadi 6.²³ Bahkan gorden berinsektisida ini mampu menurunkan BI hingga mencapai interval 21,8% sampai dengan bulan ke-8.²⁴

Penelitian ini memberikan informasi bahwa droplet insektisida berukuran besar ($> 20\mu\text{m}$) yang terdeposit pada kain bahan furnitur efektif mematikan *Ae. aegypti* yang hinggap hingga mencapai kematian 100% pada konsentrasi di bawah 0,8% di laboratorium. Hal ini memberikan gambaran pula bahwa kematian *Ae. aegypti* akibat kegiatan *fogging* di masyarakat dapat terjadi melalui dua mekanisme yaitu kontak nyamuk dengan insektisida pada waktu terbang dan pada waktu hinggap pada kain bahan furnitur yang terdeposit insektisida.

Droplet insektisida ukuran besar ($> 20\mu\text{m}$) dapat dihasilkan sebagai akibat dari berbagai hal, diantaranya adalah kerusakan mesin *thermal fogger* yang digunakan ketika melakukan *fogging*. Droplet tersebut akan menempel pada furnitur, dan pada waktu dan tempat tertentu *Ae. aegypti* akan hinggap di furnitur tersebut, akibatnya terjadi kontak nyamuk dengan insektisida, sehingga berpotensi menimbulkan dampak kematian nyamuk. Oleh karena itu, pelaksanaan *fogging* di dalam rumah dengan formulasi insektisida yang tepat dapat meningkatkan kematian *Ae. aegypti*, bahkan pada kondisi *thermal fogger* yang rusak.

Droplet yang terdeposit tersebut dapat juga menjadi risiko meningkatnya tekanan seleksi insektisida terhadap *Ae. aegypti*, sehingga menimbulkan dampak resistensi. Insektisida yang terdeposit pada kain bahan furnitur akan terurai oleh faktor lingkungan, sehingga dapat menurunkan ambang konsentrasi insektisida menjadi *sublethal*. Paparan insektisida *sublethal* yang terus-menerus dalam rentang waktu yang lama terhadap nyamuk dapat meningkatkan toleransi insektisida, hingga menimbulkan galur yang resisten.^{25,26}

Droplet tersebut dapat pula menimbulkan gangguan kesehatan terhadap penghuni rumah. MSDS (*material safety data sheets*) menunjukkan bahwa larutan malation berbau menyengat, dan menimbulkan keracunan per inhalasi pada tikus dengan nilai LC_{50} sebesar 4,36 mg/L selama 4 jam.²⁷ Oleh karena itu, P2-DBD perlu melakukan evaluasi kegiatan *fogging* menggunakan *space sprayer* untuk menjamin kematian serangga target ketika terbang dalam ruangan dan hinggap pada furnitur. Selain itu, perlu evaluasi juga terhadap keamanan dan kesehatan bagi penghuninya.

KESIMPULAN

Malation dalam formulasi *emulsifiable concentrate* (EC) yang didepositkan pada kain katun, *chenille*, dan *blackout* sebagai *upholstery* furnitur berpengaruh terhadap kematian *Aedes aegypti* dalam kondisi *unfed* dan *bloodfed*. Media kain yang paling efektif mematikan *Ae. aegypti* pada kondisi *unfed* dan *bloodfed* adalah *chenille* dengan LC_{50} sebesar 0,26 dan 0,26, sedangkan LC_{95} sebesar 0,30 dan 0,30. Penelitian ini memberikan informasi bahwa droplet yang terdeposit pada kain bahan furnitur sebagai dampak dari pelaksanaan *fogging* di dalam rumah, dapat meningkatkan daya efikasi kematian *Ae. aegypti*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan PPSDM Kesehatan Kemenkes RI yang mendanai, dan Loka Litbang P2B2 Ciamis yang telah membantu penelitian ini. Ibu Prof. DR. drh. Upik Kesumawati Hadi MS. selaku ketua program studi parasitologi dan entomologi kesehatan (PEK) Institut Pertanian Bogor yang telah membina sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar dan sukses.

KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis pada artikel ini berperan sebagai kontributor utama. Kontribusi para penulis dapat dilihat pada rincian berikut:

Konsep : Hubullah Fuadzy

Kurasi Data : Risa Tiuria

Investigasi : Hubullah Fuadzy

Metodologi : Susi Soviana

Menulis-Mengkaji & Mengedit : Susi Soviana, Risa Tiuria

DAFTAR RUJUKAN

1. Karyanti MR, Uiterwaal CS, Kusriastuti R, et al. The changing incidence of dengue haemorrhagic fever in Indonesia: a 45-year registry-based analysis. *BMC Infect Dis.* 2014;14:412-419. doi:10.1186/1471-2334-14-412.
2. Respati T, Raksanegara A, Djuhaeni H, Sofyan A, Agustian D, Faridah L. Berbagai faktor yang memengaruhi kejadian demam berdarah dengue di Kota Bandung. *Aspirator.* 2017;9(2):91-96.
3. Wahyono TYM, Oktarinda. Penggunaan obat nyamuk dan pencegahan demam berdarah di DKI Jakarta dan Depok. *J Epidemiol Kesehat Indones.* 2016;1(1):35-40.
4. Pujiyanti A, Pratamawati DA. Pengendalian vektor demam berdarah dengue pada komunitas sekolah dasar di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. *Vektora.* 2014;6(2):46-51.
5. Rahman AA, Zainuddin H, Minhat HS, Juni MH, Mazeli MI. Community perception towards dengue and dengue prevention program among residences of a rural settlement in Jempol, Negeri Sembilan. *Int J Public Heal Clin Sci.* 2014;1(1):13-23.
6. Harwood JF, Farooq M, Richardson AG, et al. Exploring new thermal fog and ultra-low volume technologies to improve indoor control of the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 2014;54(4):845-854.
7. Hoffmann WC, Walker TW, Fritz BK, et al. Spray characterization of thermal fogging equipment typically used in vector control. *J Am Mosq Control Assoc.* 2008;24(4):550-559. doi:10.2987/08-5779.1.
8. Rose RI. Pesticides and public health: Integrated methods of mosquito management. *Emerg Infect Dis.* 2001;7(1):17-23.
9. Al-Sarar AS, Al-Shahrani D, Hussein HI, Bayoumi AE, Abobakr Y. Evaluation of cold and thermal fogging spraying methods for mosquito control. *Neotrop Entomol.* 2014;43(1):85-89. doi:10.1007/s13744-013-0180-y.
10. Dzul-Manzanilla F, Ibarra-Lopez J, Marin WB, et al. Indoor resting behavior of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Acapulco, Mexico. *J Med Entomol.* 2016;0(0):1-4. doi:10.1093/jme/tjw203.
11. Fadilla Z, Hadi UK, Setyaningsih S. Bioekologi vektor demam berdarah dengue (DBD) serta deteksi virus dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) di kelurahan endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor. *J Entomol Indones.* 2015;12(1):31-38. doi:10.5994/jei.12.1.31.
12. Sayono, Nurullita U, Qoriah. Efektifitas model payung perangkap nyamuk dalam membunuh *Aedes aegypti* di Laboratorium. *J Kesehat Masy Indones.* 2010;6(2):10-18.
13. Fuadzy H. Dampak malation yang terdeposit pada berbagai kain bahan furnitur terhadap *Aedes aegypti*. Tesis. 2017.
14. Muzari OM, Adamczyk R, Davis J, Ritchie S, Devine G. Residual effectiveness of lambda-cyhalothrin harbourage sprays against foliage resting mosquitoes in North Queensland. *J Med Entomol.* 2014;51(2):444-449. doi:10.1603/ME13141.
15. WHO. *Guidelines for Laboratory and Field-Testing of Long-Lasting Insecticidal Nets.* WHO/HTM/NT. Geneva: WHO Press; 2013.
16. Eldridge BF. Mosquito. In: Resh VH, Carde RT, eds. *Encyclopedia of Insects.* Florida: Academic Press, Elsevier Science (USA); 2003:743.
17. Buhagiar TS, Devine GJ, Ritchie SA. Effects of sublethal exposure to metofluthrin on the fitness of *Aedes aegypti* in a domestic setting in Cairns, Queensland. *Parasit Vectors.* 2017;10(274):1-7. doi:10.1186/s13071-017-2220-7.
18. Agramonte NM, Bloomquist JR, Bernier UR. Pyrethroid resistance alters the blood-feeding behavior in Puerto Rican *Aedes aegypti* mosquitoes exposed to treated fabric. *PLoS Negl Trop Dis.* 2017;11(9). doi:10.1371/journal.pntd.0005954.
19. Darwin A, Pujiyanti A, Heriyanto B. Model pengendalian terpadu vektor demam berdarah dengue di Kota Salatiga. *J Vektora.* 2013;V(1):1-6.
20. Perich MJ, Davila G, Turner A, Garcia A, Nelson M. Behavior of resting *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) and its relation to ultra-low volume adulticide efficacy in Panama City, Panama. *J Med Entomol.* 2000;37(4):541-546. doi:10.1603/0022-2585-37.4.541.
21. Tainchum K, Polsomboon S, Grieco JP, et al. Comparison of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) resting behavior on two fabric types under consideration for insecticide treatment in a push-pull strategy. *J Med Entomol.* 2013;50(1):59-68.
22. Aldridge RL, Kaufman PE, Bloomquist JR, Gezan SA, Linthicum KJ. Permethrin and

- malathion LD 90 values for *Culex quinquefasciatus* vary with topical application site. *Med Vet Entomol.* 2017;31:306-311. doi:10.1111/mve.12236.
23. Quintero J, Garcí'a-Betancourta T, Cortes S, et al. Effectiveness and feasibility of long-lasting insecticide-treated curtains and water container covers for dengue vector control in Colombia: A cluster randomised trial. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2015;109:116-125. doi:10.1093/trstmh/tru208.
 24. Vanlerberghe V, Trongtokit Y, Jirarojwatana S, et al. Coverage-dependent effect of insecticide-treated curtains for dengue control in Thailand. *Am J Trop Med Hyg.* 2013;89(1):93-98. doi:10.4269/ajtmh.13-0015.
 25. Wagman JM, Achee NL, Grieco JP. Insensitivity to the spatial repellent action of transfluthrin in *Aedes aegypti*: a heritable trait associated with decreased insecticide susceptibility. *PLoS Negl Trop Dis.* 2015;9(4):1-18. doi:10.1371/journal.pntd.0003726.
 26. Bibbs CS, Kaufman PE. Volatile pyrethroids as a potential mosquito abatement tool: A review of pyrethroid-containing spatial repellents. *J Integr Pest Manag.* 2017;8(1):1-10. doi:10.1093/jipm/pmx016.
 27. IPCO. Malathion 500 EC. [http://www.heinigerhg.com.au/MSDS/Malathion 500EC MSDS 2014 new.pdf](http://www.heinigerhg.com.au/MSDS/Malathion%20500EC%20MSDS%202014%20new.pdf). Accessed November 7, 2017.