

Impak Semburan Isi Padu Ultra-Rendah minyak pati *Piper aduncum* L. terhadap Populasi Vektor Denggi di Kawasan Wabak dan Bukan Wabak di Selangor, Malaysia

(The Impact of Ultra-Low Volume Spraying of *Piper aduncum* L. Essential Oil against Dengue Vector Population in Outbreak and Non-outbreak Areas in Selangor, Malaysia)

SYAMIMI OMAR¹, NORHAFIZAH KARIM^{1,2}, NUR SHAFARAHZATIN RAMLI¹ & HIDAYATULFATHI OTHMAN^{1,*}

¹Pusat Kajian Toksikologi dan Risiko Kesihatan, Fakulti Sains Kesihatan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Jalan Raja Muda Abdul Aziz, 50300 Kuala Lumpur, Malaysia

²Jabatan Perubatan Kesihatan Awam, Fakulti Perubatan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bandar Tun Razak, Cheras, 56000 Kuala Lumpur, Malaysia

Diserahkan: 20 Jun 2023/Diterima: 28 Ogos 2023

ABSTRAK

Penyelidikan selama 16 minggu telah dijalankan untuk menilai impak semburan Isi Padu Ultra-Rendah (ULV) minyak pati *Piper aduncum* ke atas populasi vektor di lapangan dengan sipermetrin berfungsi sebagai kawalan positif. Kedua-duanya dinilai terhadap sentinel dewasa yang diberi gula dan larva instar ke-3 *Aedes aegypti* di kawasan perumahan yang mewakili kawasan wabak denggi manakala *Ae. albopictus* diuji di kawasan bukan wabak. Kesan minyak pati tumbuhan dan piretroid terhadap populasi lapangan larva *Ae. aegypti* dipantau setiap minggu menggunakan bekas botol. Setiap kawasan mempunyai kawasan kawalannya tersendiri yang disemur dengan aseton 0.1% (kawalan negatif). Kesan penggunaan semburan ULV diukur dengan indeks ovitrap (OI) dalam rumah dan luar rumah. Pengurangan OI yang ketara diperhatikan di dalam dan di luar, di kawasan yang dirawat berbanding dengan kawasan kawalan ($p < 0.05$). Pengurangan OI dicapai dari semasa ke semasa di kawasan yang dirawat terutama setiap kali selepas semburan dilakukan. Kedua-dua ekstrak *P. aduncum* dan cypermethrin menunjukkan potensi kesan membunuh terhadap nyamuk dewasa di lapangan. Menariknya minyak pati *P. aduncum* menunjukkan potensi sebagai larvisid apabila memberikan kematian 75.7% untuk luar rumah dan 48.5% untuk larva di dalam rumah selepas semburan yang signifikan pada $p < 0.05$. Secara kesimpulannya, minyak pati *P. aduncum* yang disemur secara semburan ULV berkesan dalam memberikan impak terhadap populasi vektor denggi dan memberikan kesan ke atas larva yang secara tidak langsung telah menyebabkan penindasan populasi larva lapangan.

Kata kunci: *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; kawalan vektor; *Piper aduncum*; semburan ULV; vektor denggi

ABSTRACT

A 16 weeks study was conducted to evaluate the impact of Ultra-Low Volume spray application of *Piper aduncum* essential oil (EO) on vector populations with cypermethrin serves as the positive control. Both were evaluated against the sentinel sugar-fed adults and 3rd-instar larvae of *Aedes aegypti* at a dengue outbreak residential area and *Ae. albopictus* was used at a non-outbreak area. The impact of both plant extract and pyrethroid on field populations of *Ae. aegypti* larvae were monitored weekly using bottle containers. Each site has its own control site which was sprayed with 0.1% acetone (negative control). The impact of spray ULV application was measured using indoor and outdoor ovitrap index (OI). Significant reductions of OI were observed both indoors and outdoors, in treated sites compared to control sites ($p < 0.05$). OI reduction was achieved over time in the treated area especially soon after the sprayings. Both *P. aduncum* essential oil and cypermethrin showed potential killing effects against adult mosquitoes in the field. Interestingly, the essential oil of *P. aduncum* showed potential as a larvicide when it gave 75.7% mortality for outdoor and 48.5% for indoor larvae after 24-hour spraying which was significant at $p < 0.05$. In conclusion, *P. aduncum* essential oil sprayed by ULV spraying is effective in impacting the dengue vector population and influences the larvae which has indirectly caused the suppression of the field larval population.

Keywords: *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; dengue vector; *Piper aduncum*; Ultra-Low Volume spraying; vector control

PENGENALAN

Virus denggi ditularkan daripada vektor kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* (Gubler & Kuno 1997). Kedua-dua spesies nyamuk ini hidup secara meluas di Malaysia (Yap et al. 1984). *Ae. aegypti* boleh ditemui di kawasan yang pesat membangun dengan tumbuh-tumbuhan yang kurang, manakala *Ae. albopictus* lebih suka hidup di luar rumah dengan kawasan yang dipenuhi tumbuh-tumbuhan (Chen et al. 2006). Di negara endemik denggi, *Ae. aegypti* merupakan vektor utama manakala *Ae. albopictus* adalah vektor sekunder. Walau bagaimanapun, *Ae. albopictus* dengan jelas merupakan vektor yang menularkan virus denggi (DENV) sehingga ia dianggap penting. Contoh penularan denggi bawaan *Ae. albopictus* ialah di kepulauan Seychelles pada tahun 1976 sehingga 1977, di China pada tahun 2004, di Mauritius pada tahun 2009 dan di Jepun pada tahun 2014 (Whitehorn et al. 2015). Namun begitu, di Malaysia kedua-dua spesies nyamuk ini bertanggungjawab dalam penularan wabak denggi. Kajian oleh Duke et al. (2010) menyatakan bahawa metabolit semula jadi dalam tumbuhan membuatnya mempunyai pelbagai tindakan biologi. Kepelbagaian biologi dalam tumbuhan ini dapat melindunginya daripada serangan perosak dan pesaing. Metabolit dalam tumbuh-tumbuhan dapat memberikan kesan pada serangga yang mana sekaligus dapat menjadikannya sebagai bioinsektisid. Kajian oleh Almeida et al. (2018) mendapati sebatian utama *P. aduncum* ialah dillapiole (76%). Dillapiole mempunyai kesan sebagai larvisidal dan insektisidal. Hasil kajian Pinto et al. (2012) juga menunjukkan metabolit aktif dalam *P. aduncum* yang memberikan kesan larvisid merupakan dillapiole. Kajian oleh Hidayatulfathi, Sallehudin dan Ibrahim (2004) telah menunjukkan *P. aduncum* memberikan kesan adultisid terhadap *Ae. aegypti*. Dalam kajian Santana et al. (2015), *P. aduncum* mempunyai kesan larvisid dan dapat membunuh larva *Ae. aegypti*. *P. aduncum* juga menunjukkan kesan insektisid terhadap nyamuk dewasa *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* apabila digunakan sebagai semburan aerosol (Misni, Hidayatulfathi, O. & Sulaiman 2010).

Gratz (1991) melaporkan bahawa penggunaan racun serangga yang diaplikasi secara semburan isi padu ultra-rendah (ULV) jika digunakan dengan betul dan berkala sangat berkesan dalam menyekat vektor denggi semasa keadaan wabak. Racun kimia merupakan bahan utama dalam kawalan vektor (WHO 2017). Keberkesanannya tidak disangkal tetapi penggunaan berterusan ini menyebabkan berlakunya kerintangan

(Rasli et al. 2021), gangguan terhadap sistem biologi semula jadi, gangguan kepada organisma bukan sasaran dan juga memberikan kesan kepada kesihatan manusia (Yang et al. 2002). Pelbagai kekangan yang timbul menyebabkan strategi baru dalam kawalan vektor perlu dilaksanakan.

Oleh itu, penyelidikan ini dijalankan untuk membandingkan keberkesanan ekstrak tumbuhan *Piper aduncum* (Fam: Piperaceae) dan cypermethrin menggunakan semburan ULV terhadap vektor denggi di kawasan perumahan yang telah diwartakan melalui aplikasi i-dengue sebagai kawasan wabak dan bukan wabak.

KAEDAH KAJIAN

Nyamuk Sentinel

Nyamuk yang digunakan dalam kajian ini adalah *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* F10 strain rentan yang diperoleh daripada Institut Penyelidikan Perubatan Malaysia (IMR). Nyamuk kemudian dikolonisasi di Insekterium Program Sains Bioperubatan, Fakulti Sains Kesihatan, Universiti Kebangsaan Malaysia pada suhu 22-26±1 °C dan fotokala 12:12 (Cahaya:Gelap). Nyamuk dewasa dijaga dan diletakkan dalam sangkar khas dan diberi makan larutan sukrosa 10%. Manakala nyamuk betina dewasa diberi darah argus untuk proses menghasilkan telur. Selepas dibiarkan selama seminggu, kertas turas yang mengandungi telur dikeringkan pada suhu bilik semalaman sebelum dipindahkan ke dalam dulang enamel (60 × 80 × 8 cm) yang berisi air yang telah dienap. Telur akan menetas menjadi larva dalam tempoh beberapa jam. Serbuk hati lembu akan diletakkan sedikit ke dalam dulang enamel sebagai makanan kepada larva peringkat satu dan dua. Apabila larva membesar ke peringkat tiga (48 jam selepas menetas) dan empat, ketulan hati yang dibakar akan dimasukkan sebagai makanan larva spesies *Ae. aegypti* manakala ketulan hati yang dicelur merupakan makanan bagi larva spesies *Ae. Albopictus* mengikut garis panduan yang diberikan oleh Institut Penyelidikan Perubatan (IMR).

Bekas berdiameter 5.5 cm dengan ketinggian 3.5 cm setiap satunya yang mengandungi 25 ekor larva instar ke-empat *Ae. aegypti* di dalam air yang berisi padu 100 mL dibiarkan di atas lantai dalam setiap rumah dan juga di luar kawasan rumah manakala sangkar silinder (berukuran 26 cm panjang × 18 cm diameter) yang juga mengandungi 25 ekor nyamuk dewasa betina *Ae. aegypti* yang berusia antara 3-5 hari digantungkan di dalam dan di luar rumah. Satu kiub gula komersial seberat 5 g yang mengandungi sukrosa dimasukkan ke dalam setiap

sangkar silinder sepanjang kajian untuk pemakanan secara *ad lib* bagi memastikan nyamuk dewasa tidak mati kerana kelaparan tetapi kerana semburan insektisid.

Kedua-dua sangkar silinder nyamuk dewasa dan bekas yang mengandungi larva dibiarkan selama 24 jam selepas aplikasi semburan. Kadar kepengsanan dan juga mortaliti setiap sangkar silinder nyamuk dewasa dan bekas larva direkodkan selepas 1 jam dan 24 jam selepas semburan mengikut kaedah yang digariskan oleh World Health Organization (WHO) untuk menilai keberkesanan antara ekstrak tumbuhan dan insektisid mutakhir itu. Keberkesanan semburan direkodkan pada 1 jam dan 24 jam selepas semburan bagi memastikan sama ada ekstrak tumbuhan memberikan kesan mortaliti (semburan selepas 24 jam) atau hanya kesan kepengsanan kepada nyamuk dewasa (semburan selepas 1 jam) seperti yang

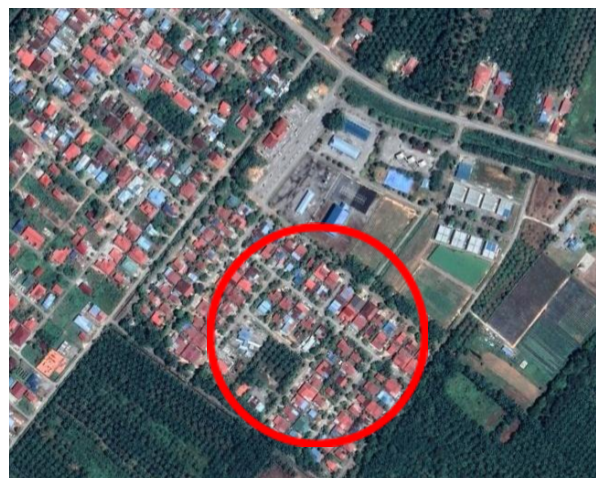
ditunjukkan kebanyakan ekstrak minyak pati yang hanya memberikan kesan kepengsanan yang tinggi berbanding kesan mortaliti (Norris et al. 2015).

Lokasi kajian

Semburan dijalankan di Taman Tenaga, Kajang, Selangor berkoordinat Latitud: 2.959836 Longitud: 101.78919 (Rajah 1) yang diwartakan oleh i-Dengue sebagai kawasan wabak dan di Desa Kasih, Merbau Berdarah, Sg. Besar, Selangor berkoordinat Latitud: 3.711816, Longitud: 101.126170 (Rajah 2) yang merupakan kawasan bukan wabak. Rumah dibahagikan kepada tiga sektor dengan 10 buah rumah dipilih secara rawak dan mengambil kira taburan rumah adalah seimbang pada setiap sektor dan menjadikan jumlah rumah yang diuji ialah 30 buah rumah. Setiap blok berjarak 300-600 m.



RAJAH 1. Taman Tenaga, Kajang, Selangor (2.958991, 101.788959)



RAJAH 2. Desa Kasih, Merbau Berdarah, Sg. Besar, Selangor (3.711816, 101.126170)

Semburan ULV

Di setiap kawasan wabak dan bukan wabak, tiga blok telah dipilih. Satu blok menerima semburan minyak pati *P. aduncum*, blok kedua disemur dengan cypermethrin dan sektor ketiga disemur dengan 0.1% aseton sebagai kawalan negatif. Semua insektisid disemur pada pukul 1830 setiap kali semburan dan disemur sebanyak tiga kali berselang empat minggu selama 16 minggu tempoh kajian dilakukan. Semburan dijalankan dengan menggunakan mesin ULV yang dipasang di atas kereta daripada jenis 4x4 Toyota Hilux yang disediakan oleh Majlis Perbandaran Kajang (MPKJ). Kereta akan bergerak pada kelajuan 15 km/j dengan keadaan nozel menghala 45° ke atas kepada garisan mendatar dan dihalakan ke rumah. Kadar aliran aplikasi ULV ialah 104 mL/min (3.5fl oz/min). Laluan penyemburan meliputi jarak 260 m mengelilingi setiap blok bangunan. Semburan dilakukan pada keadaan cuaca baik dan tidak hujan dengan kelajuan angin tidak melebihi 13 km/j supaya berkesan terhadap nyamuk dewasa. Kepengsaan dan mortaliti nyamuk *Ae. aegypti* serta *Ae. albopictus* yang diberi makan gula berumur empat hari dalam sangkar digunakan untuk menilai kecekapan ekstrak tumbuhan dan racun serangga. Sangkar sentinel bersaring silinder (25 cm panjang × 18 cm diameter) telah diisi dengan 20 ekor nyamuk betina yang diberi makan gula dan sangkar itu digantung di dalam dan di luar setiap rumah pada ketinggian 1.5 m di atas lantai seperti simulasi keadaan nyamuk yang terbang lebih kurang 1.5 m ketinggian dari lantai. Ini selari dengan kajian lepas yang menyatakan *Aedes* sp. (i.e., *Ae. caspius*) boleh terbang setinggi 1.63 m (Bellini et al. 1997). Satu kiub gula diletakkan di atas setiap sangkar untuk memberi makan secara *ad lib*. Selain itu, bekas botol (5.7 × 6.5 cm) berisi air setiap satu mengandungi 20 larva *Ae. aegypti* diletakkan di atas lantai di dalam dan di luar setiap flat. Kedua-dua sangkar yang disaring dan bekas botol ditinggalkan di tapak penempatannya 24 jam selepas aplikasi semburan ULV.

Pemantauan populasi nyamuk di lapangan

Proses memantau populasi asal *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* di lapangan menggunakan ovitrap iaitu bekas plastik yang berwarna hitam berdiameter 40 cm dan berketinggian 55 cm yang mengandungi air dan pendayung (paddle) iaitu sejenis papan nipis yang bersaiz 3 × 12 cm dan mempunyai permukaan yang kasar bagi nyamuk *Aedes* sp. meletakkan telurnya. Botol bersama pendayung dan berisi air diletakkan di dalam dan di luar setiap rumah selama empat minggu sebelum disemur sebagai tempat pembiakan nyamuk liar bagi tujuan mengetahui populasi selama tempoh kajian dilakukan

iaitu 16 minggu. Pendayung dan air di dalam ovitrap akan ditukar seminggu sekali. Setiap minggu bilangan larva dalam bekas botol dikira dan dikeluarkan. Analisis data adalah menggunakan ujian statistik ANOVA dua hala antara kumpulan ($p < 0.05$).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Kedua-dua insektisid cypermethrin dan minyak pati *Piper aduncum* adalah berbeza dengan ketara berbanding kawalan dalam menyebabkan kepengsaan nyamuk dewasa 1 jam selepas semburan ULV di dalam dan di luar rumah di kawasan wabak dan bukan wabak ($P < 0.005$) (Jadual 1 & 2). Cypermethrin adalah lebih berkesan daripada minyak pati *P. aduncum* dalam menyebabkan kepengsaan nyamuk dewasa ($P < 0.01$). Kedua-dua minyak pati *P. aduncum* dan cypermethrin juga menunjukkan perbezaan yang ketara berbanding kawalan dalam menyebabkan kematian dewasa ($P < 0.005$). Tiada perbezaan signifikan antara minyak pati *P. aduncum* dan cypermethrin dalam menyebabkan kematian nyamuk dewasa di dalam rumah ($P > 0.05$). Namun, terdapat perbezaan yang signifikan dalam kematian nyamuk dewasa di luar rumah antara minyak pati *P. aduncum* dan cypermethrin ($P < 0.005$). Keputusan ini menunjukkan bahawa cypermethrin yang merupakan produk komersial berkesan dalam mengawal vektor denggi di lapangan. Minyak pati *P. aduncum* juga menunjukkan potensi racun larvisid. Keputusan kajian mendapati ekstrak minyak pati *P. aduncum* memberikan kesan membunuh ke atas larva. Kaedah ULV memberikan kesan semburan yang sangat ringan dan halus di udara sehingga mampu memasuki ruang halus serta mampu memberikan kesan kepada larva dalam bekas. Selepas 24 jam semburan dilakukan, mortaliti larva adalah antara 48.5% hingga 75.6% bagi dalam dan luar rumah di kedua-dua kawasan wabak dan bukan wabak.

Cypermethrin menunjukkan kesan kepengsaan tahap rendah berbanding ekstrak tumbuhan *P. aduncum* dan kawalan di dalam dan di luar rumah ($P < 0.001$). Kedua-dua ekstrak cypermethrin dan *P. aduncum* juga menunjukkan tahap kematian larva yang rendah di dalam dan di luar rumah dan perbezaan yang ketara kepada kawalan ($P < 0.001$). Cypermethrin juga menunjukkan kematian larva yang lebih tinggi berbanding ekstrak *P. aduncum* ($P < 0.01$). Keputusan menunjukkan bahawa kedua-dua ekstrak cypermethrin dan *P. aduncum* berkesan dalam menyebabkan kematian *Ae. aegypti* dewasa di lapangan. Kajian ini disokong oleh Sulaiman et al. (2001) bahawa ekstrak *P. aduncum* mempunyai kesan adultisidal dan kepengsaan yang lebih tinggi

pada *Ae. aegypti* daripada ekstrak *Cy. nardus*. Dengan membandingkan ekstrak *P. aduncum* dengan cypermethrin sebagai produk komersial, walaupun cypermethrin lebih berkesan daripada ekstrak tumbuhan semula jadi, *P. aduncum* boleh digunakan sebagai kawalan vektor denggi pada masa hadapan. Minyak pati *P. aduncum* lebih menjanjikan hasil optimum sebagai insektisid terhadap vektor denggi dan malaria, *Ae. aegypti* dengan kadar LC₅₀

antara 57-200 µg/mL (Durofil et al. 2021). Kajian lepas juga menunjukkan minyak pati *P. aduncum* memberikan peratusan kematian larva *Ae. aegypti* dalam strain yang rentan dan terdedah kepada piretroid yang dirawat dengan minyak pati *Piper* sp. sebanyak 100% (Pereira Filho et al. 2021). Dengan kehadirannya dalam habitat semula jadi di Malaysia, ekstrak *P. aduncum* boleh digunakan secara komersial pada masa hadapan dalam waktu terdekat.

JADUAL 1. Kesan kepengsaan dan mortaliti keseluruhan akibat semburan ULV terhadap *Aedes* sp. dewasa sentinel dan larva di dalam dan di luar rumah kawasan wabak

Semburan	Dewasa				Larva			
	Purata 1-j Kepengsaan (%)		Purata 24-j Mortaliti (%)		Purata 1-j Kepengsaan (%)		Purata 24-j Mortaliti (%)	
	di luar rumah	di dalam rumah	di luar rumah	di dalam rumah	di luar rumah	di dalam rumah	di luar rumah	di dalam rumah
Cypermethrin	42.67 ±	44.13 ±	75.73 ±	77.07 ±	8.6 ±	10.1 ±	12.9 ±	16.6 ±
	37.29 a	35.04 a	22.82 a	22.06 a	3.76b	3.50a	2.06a	1.35a
<i>Piper aduncum</i>	43.73 ±	43.73 ±	69.73 ±	69.33 ±	38.83 ±	19.17 ±	75.67 ±	48.50 ±
	40.42 a	40.73 a	42.85 a	39.87 a	37.85 c	31.41 b	29.53 b	36.82 b
Kawalan	6.27 ±	5.47 ±	10.93 ±	11.33 ±	0.83 ±	0.67 ±	3.17 ±	2.50 ±
	9.67 b	7.53 b	12.16 b	13.78 b	2.96 a	1.73 c	6.76 c	5.53 c

Purata dalam suatu kolom diikuti dengan huruf yang sama adalah tidak berbeza secara signifikan ($P > 0.05$; perbezaan paling tidak ketara)

JADUAL 2. Kesan kepengsaan dan mortaliti keseluruhan akibat semburan ULV terhadap *Aedes* sp. dewasa sentinel dan larva di dalam dan di luar rumah kawasan bukan wabak

Semburan	Dewasa				Larva			
	Purata 1-j Kepengsaan (%)		Purata 24-j Mortaliti (%)		Purata 1-j Kepengsaan (%)		Purata 24-j Mortaliti (%)	
	di luar rumah	di dalam rumah	di luar rumah	di dalam rumah	di luar rumah	di dalam rumah	di luar rumah	di dalam rumah
<i>Piper aduncum</i>	43.73 ±	43.73 ±	69.73 ±	69.33 ±	38.83 ±	19.17 ±	75.67 ±	48.50 ±
	40.42 a	40.73 a	42.85 a	39.87 a	37.85 c	31.41 b	29.53 b	36.82 b
Cypermethrin®	42.67 ±	44.13 ±	75.73 ±	77.07 ±	8.6 ±	10.1 ±	12.9 ±	16.6 ±
	37.29 a	35.04 a	22.82 a	22.06 a	3.76b	3.50a	2.06a	1.35a
Kawalan	6.27 ±	5.47 ±	10.93 ±	11.33 ±	0.83 ±	0.67 ±	3.17 ±	2.50 ±
	9.67 b	7.53 b	12.16 b	13.78 b	2.96 a	1.73 c	6.76 c	5.53 c

Purata dalam suatu kolom diikuti dengan huruf yang sama adalah tidak berbeza secara signifikan ($P > 0.05$; perbezaan paling tidak ketara)

Saiz titisan adalah faktor penting dalam menentukan kecekapan dan keberkesanan aerosol yang dihasilkan daripada ULV (Faraji et al. 2016). Saiz titisan semburan ULV diukur menggunakan slaid bersalut Teflon. Satu slaid diletakkan di luar rumah dan satu slaid diletakkan di dalam rumah sebelum semburan dilakukan. Sejurus selepas semburan dilakukan, titisan semburan ULV yang melekat pada permukaan Teflon diukur menggunakan mikroskop cahaya. Teflon slaid diperiksa secepat mungkin atau dalam masa 48 jam selepas penyemburan. Sebanyak 200-300 titisan dikira untuk setiap satu semburan dilakukan untuk menentukan saiz titisan semburan racun serangga (Carlisle & Rathburn 1970).

Berdasarkan keputusan saiz titisan, diameter median isi padu (VMD) bagi setiap kawasan adalah tidak sekata, antara 74 μm hingga 94 μm (Jadual 3). Kajian lepas menyarankan saiz titisan sekitar VMD 8-25 μm sebagai saiz titisan yang optimum bagi adultisid nyamuk dewasa (Bonds 2012; Faraji et al. 2016). Walaupun terdapat perbezaan saiz titisan, banyak faktor yang mempengaruhi semburan ULV. Antaranya adalah faktor angin yang menjadi penyumbang kepada ketidaksamaan tersebut. Pergerakan udara yang kurang daripada 3 kmJ^{-1} akan menyebabkan berlakunya percampuran kabus semburan secara menegak manakala, jika pergerakan udara melebihi 13 kmJ^{-1} pula akan menyebabkan kabus dibawa keluar dengan cepat dari kawasan kawalan dan menyebabkan vektor terdedah dengan insektisid dalam kadar masa yang singkat (Armed Forces Pest Management Board 2011; WHO 2003). Kajian di Florida juga menyokong bahawa hala tuju dan kelajuan angin mempengaruhi mortaliti *Ae. aegypti* melalui semburan ULV (Farooq et al. 2020). Titisan halus daripada semburan ULV mempunyai halaju mendapan yang rendah dan dipengaruhi oleh keadaan atmosfera semasa. Justeru, halaju angin yang tekal diperlukan di samping tarikan graviti ke atas titisan tersebut dan laluan semburan yang pendek dapat meningkatkan keberangkalian sentuhan (Faraji et al. 2016). Selain itu, semburan dilakukan pada lewat petang dengan nyamuk *Aedes* lebih banyak berada di habitat yang tersorok dan terlindung daripada semburan ULV (Faraji et al. 2016).

Rajah 3 sehingga 6 menunjukkan populasi larva *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* dalam bekas pembiakan lapangan sebelum dan selepas semburan ULV dengan insektisid cypermethrin dan minyak pati *P. aduncum*. Pengurangan populasi larva diperhatikan selepas setiap penyemburan oleh kedua-dua cypermethrin dan ekstrak tumbuhan manakala populasi larva dalam kawalan secara amnya kekal lebih tinggi daripada

populasi larva puncak di kawasan yang dirawat. Kajian ini menunjukkan bahawa kedua-dua piretroid dan ekstrak tumbuhan berkesan dalam menyekat populasi larva lapangan *Aedes* sp. Pengurangan yang sama dalam populasi lapangan dan tindakan sisa yang jelas berikutan penggunaan ULV malathion telah didokumenkan (Pant et al. 1979). Kajian lepas juga menyatakan keupayaan minyak pati daripada lima jenis *Piper* sp. iaitu *P. aduncum*, *P. marginatum*, *P. gaudichaudianum*, *P. crassinervium*, and *P. arboreum* sebagai larvisid yang berpotensi tinggi (Pereira Filho et al. 2021).

Rajah 7 sehingga 10 menunjukkan indeks ovitrap (OI) sepanjang 16 minggu kajian dijalankan. OI diambil dari kedua-dua dalam dan luar ovitrap dengan OI keseluruhan berkisar antara 0 hingga 100%. Minggu 1, OI adalah antara 70 hingga 100% bagi kedua-dua kawasan wabak dan bukan wabak untuk ovitrap yang diletakkan di dalam dan di luar rumah. Dapat dilihat dengan jelas penurunan OI berlaku pada setiap kali semburan dilakukan iaitu tiga kali semburan pada minggu ke-4, 8 dan 14. Penurunan juga berlaku apabila semburan ULV secara berkala dijalankan di kedua-dua kawasan. Rawatan semburan ULV dengan minyak pati *Piper aduncum* menunjukkan kesan ketara penurunan OI pada setiap kali semburan berbanding dengan insektisid cypermethrin terutama sekali di kawasan wabak. Walaupun nyamuk di kawasan wabak sering terdedah pada insektisid kimia kerana kawalan vektor sering dijalankan, kajian ini membuktikan ekstrak minyak pati *P. aduncum* boleh menurunkan OI di lapangan berdasarkan ovitrap yang dipasang di dalam dan di luar rumah kawasan terbabat. Dua kelas racun serangga yang sering digunakan oleh pihak berkuasa tempatan dan Kementerian Kesihatan adalah daripada kelas piretroid dan organofosfat (Akhir et al. 2022). Keputusan kajian ini menunjukkan *P. aduncum* berkesan dalam membunuh spesies vektor denggi yang berlainan dan berjaya memberikan penurunan bilangan telur nyamuk lapangan di kawasan yang sering terdedah dengan insektisid kimia. Taburan geografi nyamuk yang bermutasi disebabkan oleh kerintangan terhadap insektisid perlu dititikberatkan dalam kajian akan datang.

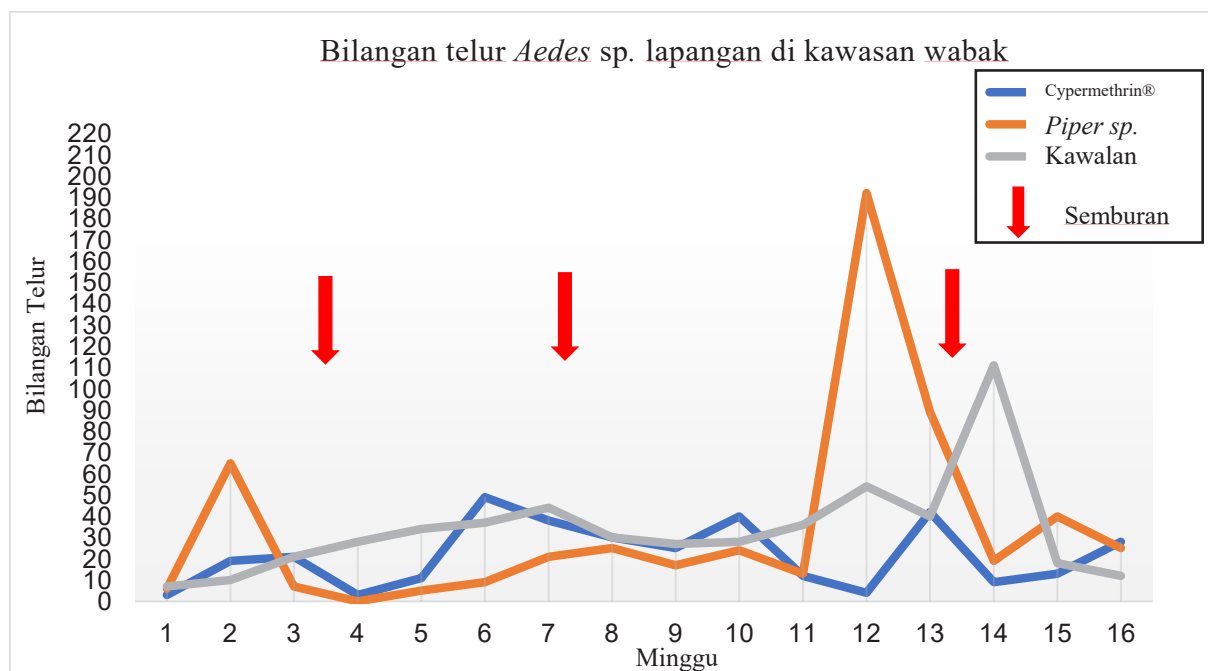
Dalam kajian ini, didapati senario spesies nyamuk yang mendominasi hampir 96.67% di kawasan wabak merupakan *Ae. aegypti* manakala *Ae. albopictus* adalah dominan sehingga 100% di kawasan bukan wabak. Vektor utama dalam menularkan wabak denggi ialah nyamuk *Ae. aegypti* yang merupakan nyamuk endofilik yang suka tinggal di dalam dan persekitaran rumah di kawasan tropika dan subtropika. Manakala vektor

sekunder yang bertanggungjawab dalam penularan wabak denggi ialah nyamuk *Ae. albopictus* yang merupakan nyamuk eksofilik yang suka hidup di persekitaran semula jadi (Carrington & Simmons 2014).

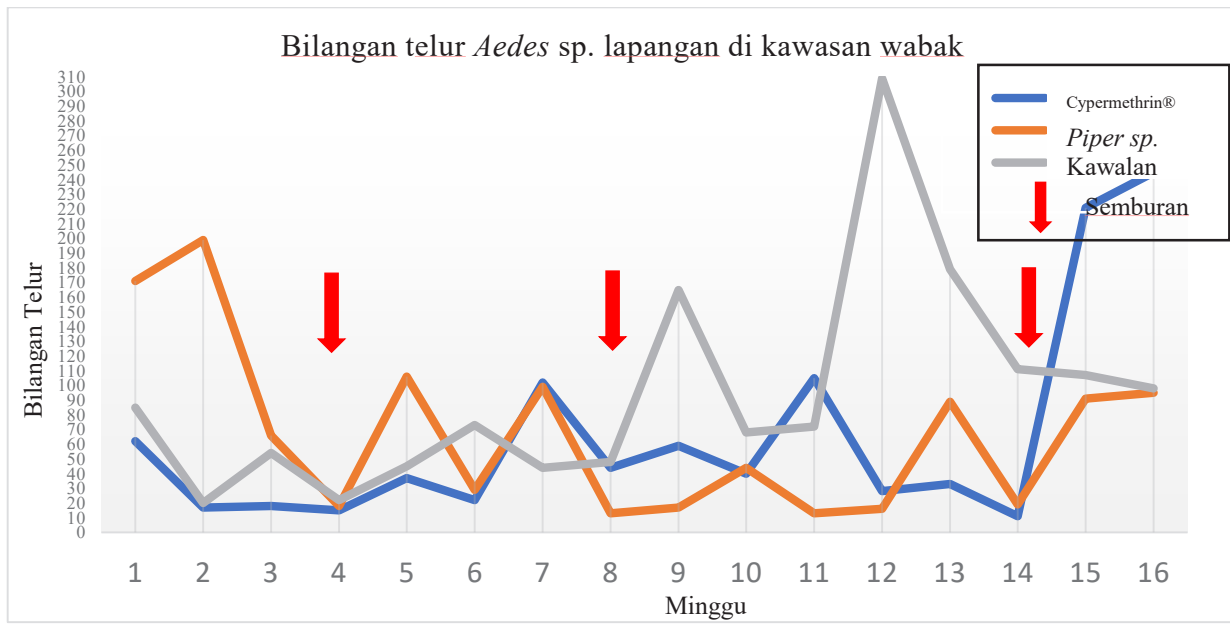
Aedes sp. menunjukkan penurunan oviposit yang ketara di kawasan rawatan berbanding kawasan kawalan, keputusan ini adalah sama dengan keputusan yang dilaporkan oleh Chan, Ng dan Tan (1977) di Singapura dengan ovitrap yang disaring secara autosid.

JADUAL 3. Purata saiz droplet semburan ULV

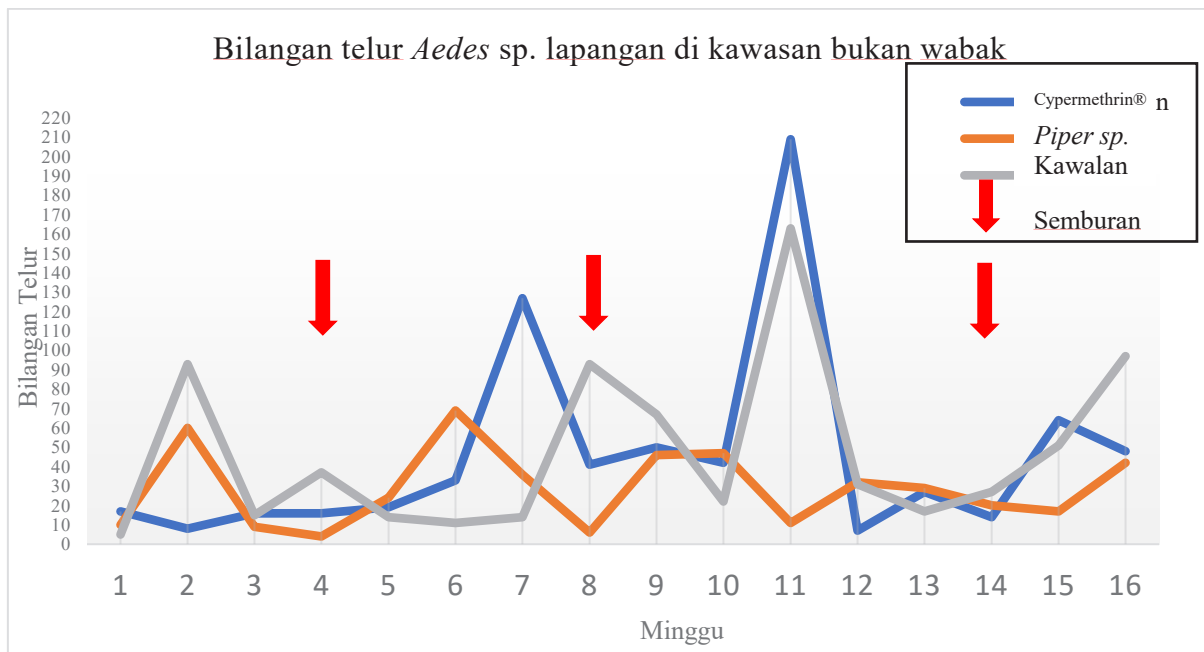
Kawasan	Cypermethrin®	<i>Piper aduncum</i>	Kawalan
Wabak	74 μ	89 μ	94 μ
Bukan wabak	85 μ	90 μ	90 μ



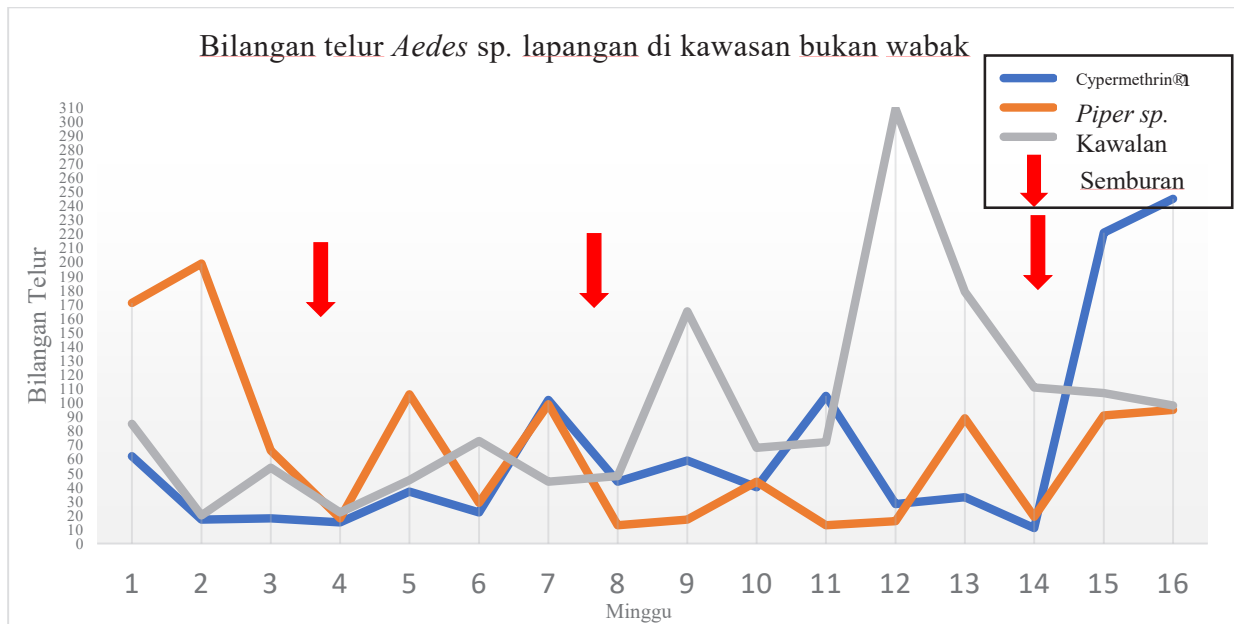
RAJAH 3. Bilangan telur *Aedes aegypti* di lapangan bagi kawasan wabak di dalam rumah sebelum dan selepas semburan ULV sepanjang 16 minggu kajian dilakukan



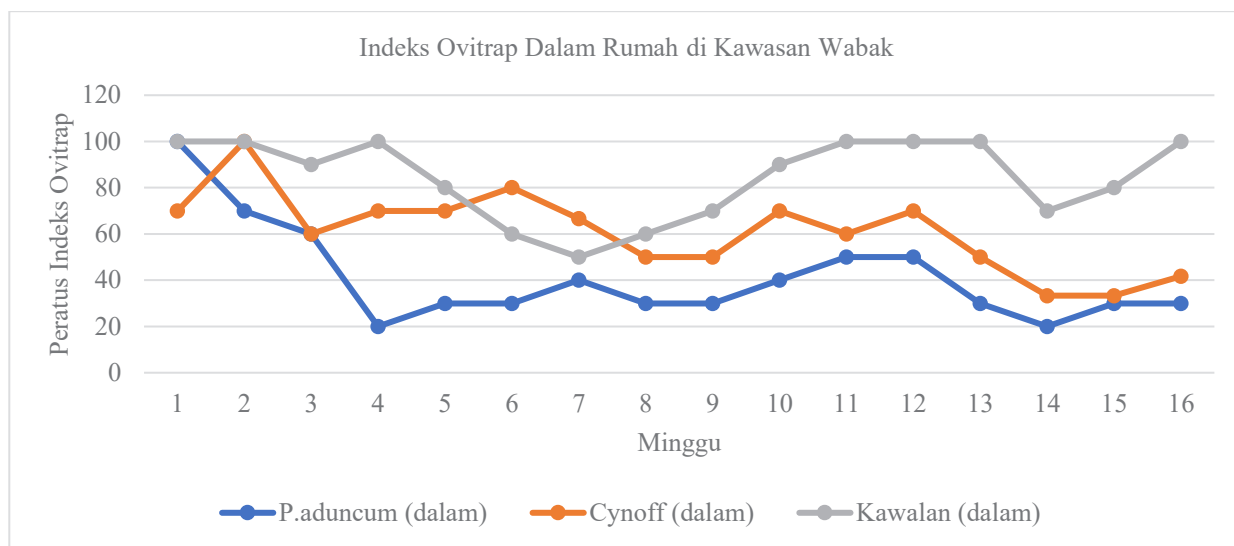
RAJAH 4. Bilangan telur *Aedes aegypti* di lapangan bagi kawasan wabak di luar rumah sebelum dan selepas semburan ULV sepanjang 16 minggu kajian dilakukan



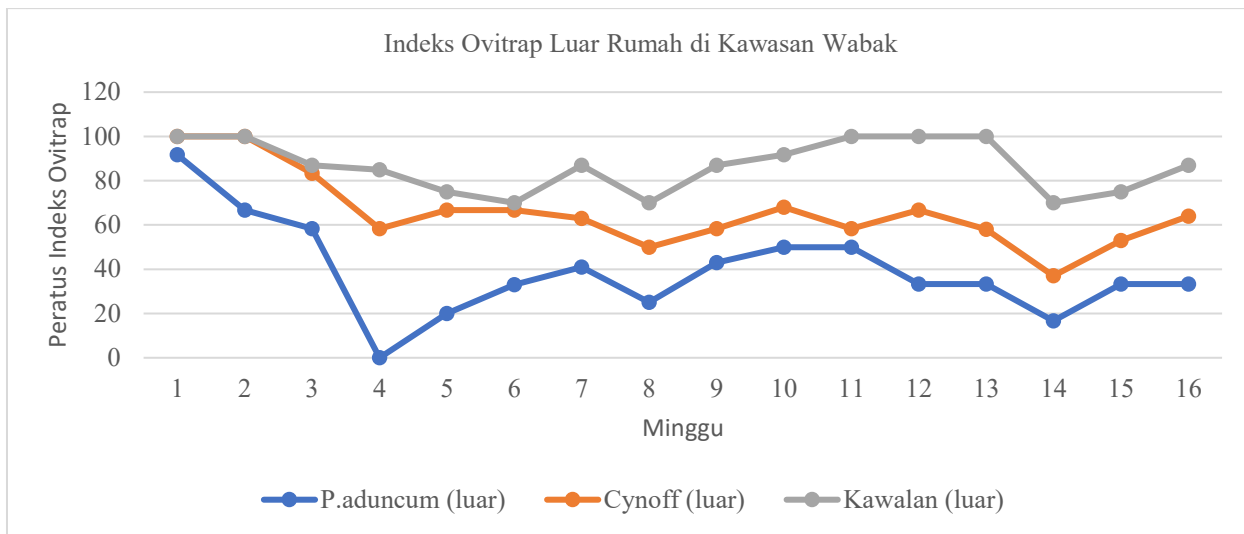
RAJAH 5. Bilangan telur *Aedes albopictus* di lapangan bagi kawasan bukan wabak di dalam rumah sebelum dan selepas semburan ULV sepanjang 16 minggu kajian dilakukan



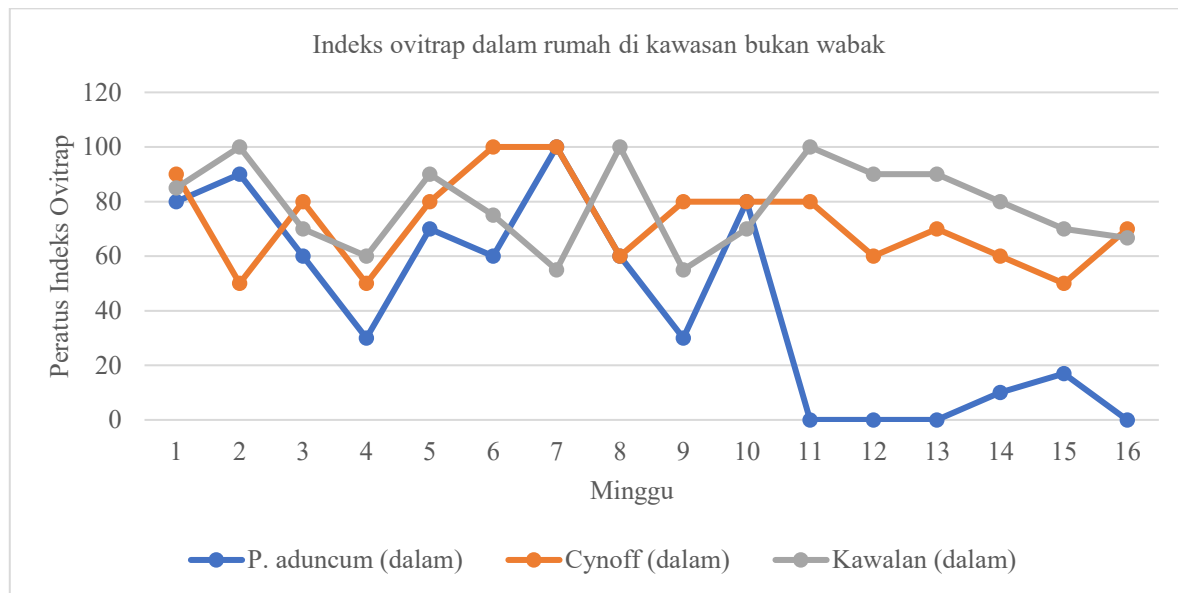
RAJAH 6. Bilangan telur *Aedes albopictus* di lapangan bagi kawasan bukan wabak di luar rumah sebelum dan selepas semburan ULV sepanjang 16 minggu kajian dilakukan



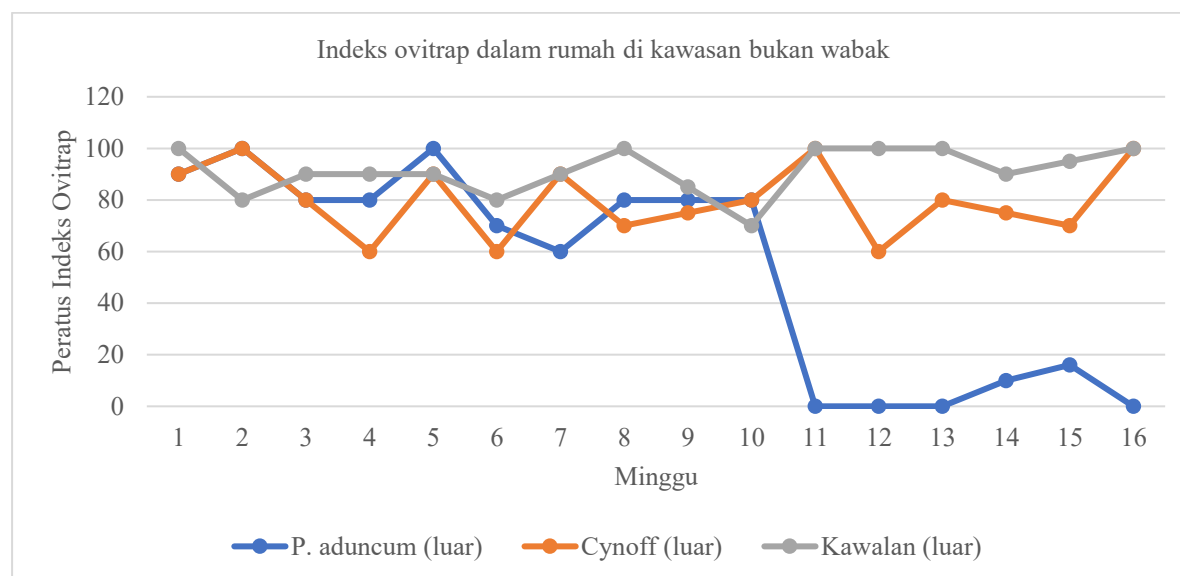
RAJAH 7. Ovitrap indeks (IO) di dalam rumah (kawasan wabak) sebelum dan selepas semburan dengan minyak pati *Piper aduncum* dan Cypermethrin berbanding kawalan



RAJAH 8. Ovitrap indeks (IO) di luar rumah (kawasan wabak) sebelum dan selepas semburan dengan minyak pati *Piper aduncum* dan Cypermethrin berbanding kawalan



RAJAH 9. Ovitrap indeks (IO) di dalam rumah (kawasan bukan wabak) sebelum dan selepas semburan dengan minyak pati *Piper aduncum* dan Cypermethrin berbanding kawalan



RAJAH 10. Ovitrap indeks (IO) di luar rumah (kawasan bukan wabak) sebelum dan selepas semburan dengan minyak pati *Piper aduncum* dan Cypermethrin berbanding kawalan

KESIMPULAN

Kesimpulannya, kajian ini menunjukkan bahawa semburan ULV oleh kedua-dua ekstrak cypermethrin dan minyak pati *P. aduncum* boleh menyebabkan kematian tinggi bagi vektor demam denggi di kedua-dua kawasan wabak serta bukan wabak.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia kerana menyediakan fasiliti penyelidikan. Kami sangat menghargai kakitangan teknikal, Program Sains Bioperubatan, Universiti Kebangsaan Malaysia, kakitangan teknikal Unit Entomologi, Institut Penyelidikan Perubatan (IMR) dan tidak dilupakan kepada kakitangan teknikal Kampus Kuala Lumpur. Kami juga mengucapkan jutaan terima kasih kepada Agr Evo HS (Malaysia) Sdn. Bhd. untuk bekalan cypermethrin dan kakitangan Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) untuk bantuan ekstraksi minyak pati tumbuhan.

RUJUKAN

Almeida, C.A., Azevedo, M.M.B., Chaves, F.C.M., Oliveira, M.R., Rodrigues, I.A., Bizzo, H.R., Gama, P.E., Alviano, D.S. & Alviano, C.S. 2018. *Piper* essential oils inhibit *Rhizopus oryzae* growth, biofilm formation, and rhizopuspepsin activity. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology* 4: 1-7.

- Akhir, M.A.M., Wajidi, M.F.F., Lavoué, S., Azzam, G., Jaafar, I.S., Awang Besar, N.A.U. & Ishak, I.H. 2022. Knockdown resistance (*kdr*) gene of *Aedes aegypti* in Malaysia with the discovery of a novel regional specific point mutation A1007G. *Parasites Vectors* 15: 122. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05192>
- Armed Forces Pest Management Board. 2011. Technical guide no. 13: Dispersal of ultra-low volume (ULV) insecticides by cold aerosol and thermal fog ground application equipment. <https://www.acq.osd.mil/eie/afpmb/docs/techguides/tg13.pdf>. Diakses pada 7 September 2015.
- Bellini, R., Veronesi, R., Draghetti, S. & Carrieri, M. 1997. Study on the flying height of *Aedes caspius* and *Culex pipiens* females in the Po Delta area, Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association* 13(4): 356-360.
- Bonds, J.A.S. 2012. Ultra-low-volume space sprays in mosquito control: A critical review. *Medical and Veterinary Entomology* 26(2): 121-130.
- Carrington, L.B. & Simmons, C.P. 2014. Human to mosquito transmission of dengue viruses. *Frontiers in Immunology* 5: 290.
- Carlisle, B. & Rathburn, J.R. 1970. Methods of assessing droplet size of insecticidal sprays and fogs. *Mosquito News* 30(3): 501-513.
- Chan, K.L., Ng, S.K. & Tan, K.K. 1977. An autocidal ovitrap for the control and possible eradication of *Aedes aegypti*. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 8: 56-61.
- Chen, C.D., Nazni, W.A., Lee, H.L., Seleena, B., Mohd Masri, S., Chiang, Y.F. & Sofian Azirun, M. 2006. Mixed breeding of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse in four dengue endemic areas in Kuala Lumpur and Selangor, Malaysia. *Tropical Biomedicine* 23: 224-227.

- Duke, S.O., Cantrell, C.L., Meepagala, K.M., Wedge, D.E., Tabanca, N. & Schrader, K.K. 2010. Natural toxins for use in pest management. *Toxins* 2: 1943-1962.
- Durofil, A., Radice, M., Blanco-Salas, J. & Ruiz-Téllez, T. 2021. *Piper aduncum* essential oil: A promising insecticide, acaricide and antiparasitic. A review. *Parasite* 28: 42.
- Faraji, A., Unlu, I., Crepeau, T., Healy, S., Crans, S., Lizarraga, G., Fonseca, D. & Gaugler, R. 2016. Droplet characterization and penetration of an ultra-low volume mosquito adulticide spray targeting the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*, within urban and suburban environments of Northeastern USA. *PLoS ONE* 11(4): e0152069.
- Farooq, M., Cilek, J.E., Sumners, E., Briley, A.K.C., Weston, J., Richardson, A.G. & Lindroth, E.J. 2020. Potential of outdoor ultra-low-volume aerosol and thermal fog to suppress the dengue vector, *Aedes aegypti*, inside dwellings. *Journal of the American Mosquito Control Association* 36(3): 189-196.
- Gratz, N.G. 1991. Emergency control of *Aedes aegypti* as a disease vector in urban areas. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7: 353-365.
- Gubler, D.J. & Kuno, G. 1997. *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*. New York: CAB International Publishing.
- Hidayatulfathi, O., Sallehudin, S. & Ibrahim, J. 2004. Adulticidal activity of some Malaysian plant extracts against *Aedes aegypti* Linn. *Tropical Biomedicine* 21(2): 61-67.
- Misni, N., Hidayatulfathi, O. & Sulaiman, S. 2010. The effect of *Piper aduncum* Linn. (Family: Piperaceae) essential oil as aerosol spray against *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse. *Tropical Biomedicine* 28(2): 249-258.
- Norris, E.J., Gross, A.D., Dunphy, B.M., Bessette, L.B., Bartholomay, L. & Coats, J.R. 2015. Comparison of the insecticidal characteristics of commercially available plant essential oils against *Aedes aegypti* and *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 52(5): 993-1002. DOI: 10.1093/jme/tjv090
- Pant, C.P., Mount, G.A., Jatanasen, S. & Mathis, H.L. 1979. Ultra-low-volume ground aerosols of technical malathion for the control of *Aedes aegypti* L. *Bull. World Health Organ* 45(6): 805-817.
- Pereira Filho, A.A., Pessoa, G.C.D.Á., Yamaguchi, L.F., Stanton, M.A., Serravite, A.M., Pereira, R.H.M., Neves, W.S. & Kato, M.J. 2021. Larvicidal activity of essential oils from *Piper* species against strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids. *Frontiers in Plant Science* 12: 685864.
- Pinto, A.C.S., Nogueira, K.L., Chaves, F.C.M., Silva, L.V.S., Tadei, W.P. & Pohlit, A.M. 2012. Adulticidal activity of dillapiol and semi-synthetic derivatives of dillapiol against *Aedes aegypti* (L.) (Culicidae). *Journal of Mosquito Research* 2(1): 1-7.
- Rasli, R., Cheong, Y.L., Che Ibrahim, M.K., Farahinajua Fikri, S.F., Norzali, R.N., Nazarudin, N.A., Hamdan, N.F., Muhamed, K.A., Hafisool, A.A., Azmi, R.A., Ismail, H.A., Ali, R., Ab Hamid, N., Taib, M.Z., Omar, T., Ahmad, N.W. & Lee, H.L. 2021. Insecticide resistance in dengue vectors from hotspots in Selangor, Malaysia. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 15(3): e0009205.
- Santana, H.T., Trindade, F.T.T., Stabeli, R.G., Silva, A.A.E., Militao, J.S.L.T. & Facundo, V.A. 2015. Essential oils of leaves of *Piper* species display larvicidal activity against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 17(1): 105-111.
- Sulaiman, S., Kadir, A.A., Pawanchee, Z.A., Othman, H.F., Shaari, N., Wahab, A., Rahman, A.R.A. & Sohadi, A.R. 2001. Field evaluation of the control efficacy of plant extracts applied by ULV spraying at high-rise flats to control dengue vectors. *Arbovirus Res. Aust.* 8: 375-378.
- Whitehorn, J., Kien, D.T., Nguyen, N.M., Nguyen, H.L., Kyrillos, P.P., Carrington, L.B., Tran, C.N., Quyen, N.T., Thi, L.V., Lee, T.D., Truong, N.T., Luong T.T., Nguyen, C.V., Wills, V., Wolbers, M. & Simmons, C.P. 2015. Comparative susceptibility of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* to dengue virus infection after feeding on blood of viremic humans: Implications for public health. *Journal of Infectious Diseases* 212(8): 1182-1190.
- WHO. 2017. *Dengue and Severe Dengue. Global Burden of Dengue*. Geneva: WHO.
- WHO. 2003. *Space Spray Application of Insecticides for Vector and Public Health Pest Control: A Practitioner's Guide*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/68057>. Diakses pada 9 Mac 2019.
- Yang, Y.C., Lee, S.G., Lee, H.K., Kim, M.K., Lee, S.H. & Lee, H.S. 2002. A piperidine amide extracted from *Piper longum* L. fruit shows activity against *Aedes aegypti* mosquito larvae. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50: 3765-3767.
- Yap, H.H., Chong, N.L., Foo, A.E. & Lee, C.Y. 1984. Vector control in Malaysia - Present status and future prospects. *Journal of Malaysian Society of Health* 4: 7-12.

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: hida@ukm.edu.my