



## **UJI RESISTENSI AE. AEGYPTI DENGAN CYPERMETRIN WILKER BOOMBARU PALEMBANG DENGAN METODE CDC BOTTLE TEST**

**Artineke\*, Emilyya Rosa, Dwi Hastuti, Haerul Latif**

Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Palembang, Jalan Letjen Harun Sohar - Tjg Api Api Lr. Bambu Kuning  
No.22, Kebun Bunga, Palembang, Sumatera Selatan 30761, Indonesia

\*[kekemuhir@gmail.com](mailto:kekemuhir@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Status Resistensi merupakan kondisi yang menunjukkan tingkat kemampuan populasi vektor untuk bertahan hidup untuk mentoleransi dosis insektisida. Tujuan Menganalisis status kerentanan Ae. Aegypti dengan senyawa Cypermethrin dengan menggunakan 2 metode CDC Bottle di Wilker Boombaru. Jenis penelitian Control Time Series Desain dengan metode eksperimen. Dilaksanakan dengan metode uji kerentanan CDC Bottle dengan menggunakan kelompok pembandingan (Control). Jumlah nyamuk sebelum pengujian adalah sebesar 22,7 dengan standar deviasi sebesar 2, 61116. Jumlah nyamuk sebelum paparan paling sedikit sebanyak 20 ekor/botol uji sedangkan jumlah nyamuk sebelum paparan paling banyak sebanyak 25 ekor/botol uji. Jumlah nyamuk setelah paparan paling sedikit adalah 0 ekor/botol uji, sedangkan jumlah nyamuk setelah paparan paling banyak adalah sebesar 25 ekor/botol. Hasil Uji Wilcoxon menghasilkan p value sebesar 0,010. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai alpha ( $\alpha 0,05$ ), maka keputusannya adalah menolak  $H_0$ . Menunjukkan bahwa senyawa Agen Kimiawi Cypermethrin masih efektif untuk pengendalian nyamuk Ae. aegypti dewasa dengan tehnik pengasapan (Fogging). Untuk menjaga efektifitas pelaksanaan pencegahan demam berdarah seperti penyemprotan (fogging). Residu dalam dan luar ruangan, sangat penting untuk mengembangkan bahan kimia baru yang memberikan alternatif untuk insektisida eksisida yang potensinya resistensi di antara populasi vektor nyamuk. Mengevaluasi kerentanan populasi liar terhadap insektisida adalah langkah penting menuju penyaringan kandidat potensial dan penempatan mereka dalam kendali pengendalian.

Kata kunci: aedes; cypermethrin; CDC bottle; resistensi

### **RESISTANCE TEST AE. AEGYPTI WITH WILKER BOOMBARU PALEMBANG CYPERMETRIN AND CDC BOTTLE TEST METHOD**

#### **ABSTRACT**

*Resistance status is a condition that shows the level of ability of the vector population to survive and tolerate insecticide doses. The aim is to analyze the susceptibility status of Ae. aegypti to the Cypermethrin compound using two CDC bottle methods at Wilker Boombaru. Research type: control time series design using experimental methods. Carried out using the CDC bottle susceptibility test method using a comparison group (control). The number of mosquitoes before testing was 22.7, with a standard deviation of 2.61116. The number of mosquitoes before exposure was at least 20 individuals per test bottle, while the maximum number of mosquitoes before exposure was 25 individuals per test bottle. The minimum number of mosquitoes after exposure was 0 individuals/test bottle, while the maximum number of mosquitoes after exposure was 25 individuals/bottle. The Wilcoxon test results produced a p value of 0.010. This value was smaller than the alpha value ( $\alpha 0.05$ ), so the decision was to reject  $H_0$ . Shows that the chemical agent compound Cypermethrin is still effective for controlling adult Ae. aegypti mosquitoes using fogging techniques. To maintain the effectiveness of implementing dengue fever prevention measures such as spraying (fogging), Indoor and outdoor residues make it critical to develop new chemicals that provide alternatives to invasive insecticides to which there is potential resistance among mosquito vector populations. Evaluating the susceptibility of wild populations to insecticides is an important step towards screening potential candidates and placing them under control.*

*Keywords: aedes; cypermethrin; CDC bottle; resistance*

## **PENDAHULUAN**

Penyakit yang ditularkan melalui vektor merupakan beban utama bagi kesehatan manusia, spesies vektor nyamuk (Jangir & Prasad, 2022). Dengue adalah penyakit yang menyebabkan kematian karena perdarahan dan gangguan hemodinamik, vektor utama demam berdarah adalah nyamuk *Aedes aegypti*, sedangkan vektor potensial adalah *Ae. Albopictus* (Kraemer et al., 2015). Menurut (WHO, 2023) Sekitar setengah dari populasi dunia sekarang berisiko terkena demam berdarah dengan perkiraan 100-400 juta infeksi terjadi setiap tahun. Obat-obatan dan vaksin khusus yang berkhasiat untuk mencegah dengue masih dalam penelitian, karena tidak ada obat tertentu yang efektif dalam pengobatan dengue (Deng et al., 2020).

Indonesia adalah negara endemis demam berdarah. 248,127 Kasus dilaporkan pada 2019. Sementara itu, hingga Juli Tahun 2020, jumlah kasus telah mencapai 71.633 kasus<sup>2</sup>. Studi epidemiologi demam berdarah di Bandung Kotamadya menyatakan bahwa keberadaan *Ae. Aegypti* Larva nyamuk sangat mempengaruhi tingginya jumlah kasus infeksi (Sutriyawan et al., 2022). Pencegahan dan pengelolaan sarang Demam gue tergantung pada langkah-langkah pengendalian vektor yang efektif. Keterlibatan masyarakat yang berkelanjutan secara substansial dapat meningkatkan upaya pengendalian vektor (Sutriyawan et al., 2023).

Beberapa faktor telah terlibat dalam kenaikan kasus global demam berdarah. Termasuk kegagalan untuk mengendalikan populasi aedes, urbanisasi yang tidak terkendali, dan pertumbuhan populasi yang belum pernah terjadi sebelumnya (Kampango et al., 2021). Dinamika musiman *Ae. Aegypti* ukuran populasi umumnya memiliki hubungan positif dengan variabel iklim seperti suhu, curah hujan, dan kelembaban relatif (Rahayu et al., 2019). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa distribusi pola demam berdarah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, Salah satunya adalah adanya vektor nyamuk yang Dapat dinilai melalui indeks entomologi seperti: Indeks Rumah (HI), Indeks Kontainer (CI), Indeks Breteau (BI), dan Tingkat Bebas Jentik Nyamuk (ABJ) (Handayani et al., 2023). Demam berdarah tinggi Penularan penyakit didorong oleh kepadatan tinggi dari *Ae. nyamuk aegypti*.

Belum tersedianya vaksin yang efektif atau terapi khusus untuk infeksi DENV, CHIKV, atau ZIKV, kontrol dari *Ae.aegypti* adalah tindakan utama untuk mengurangi penularan virus (Morrison et al., 2008). Kelas insektisida umumnya digunakan untuk mengendalikan *Ae. Aegypti* termasuk piretroid, organ-ofosfat, dan karbamat (Kemenkes R.I, 2018). Dari jumlah tersebut, yang paling umum digunakan adalah piretroid karena efektivitasnya terhadap serangga dan profil keamanannya pada mamalia, namun, resistensi terhadap piretroid sekarang tersebar luas di *Ae. Aegypti* dan ini mengancam efektivitas program pengendalian berbasis insektisida (Corbel et al., 2023).

Wilayah yang mendapatkan perhatian khusus terkait keberadaan vektor adalah pelabuhan. Karena kemajuan teknologi transportasi akan berpotensi membawa vektor penular penyakit dari satu daerah ke daerah lainnya serta dari negara ke negara lain dengan cepat menyebar melalui pintu masuk negara seperti pelabuhan laut dan bandar udara. Area pelabuhan dibagi menjadi 2 bagian yaitu area *perimeter* (dalam pelabuhan) dan area *buffer* (luar pagar pelabuhan radius 400 m) (IHR 2005). Status Resistensi merupakan suatu kondisi yang menunjukkan tingkat kemampuan populasi vektor dan binatang pembawa penyakit untuk bertahan hidup untuk mentoleransi dosis insektisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh spesies vektor dan binatang pembawa penyakit (Permenkes, 2017). Munculnya resistensi insektisida pada populasi vektor merupakan fenomena evolusioner (Sparks et al., 2021).

Insektisida adalah senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan kepadatan serangga atau vektor pembawa penyakit (Almet et al., 2018). Golongan insektisida kimia yang sering digunakan yaitu golongan *piretroid* yang bekerja untuk mengganggu sistem saraf, golongan *organoklorin* yang menyerang sistem khawahir (*neurotoksin*), golongan *organofosfat* dan organisasi karbamat sebagai polusi sentuhan, racun lambung dan polutan pernapasan tambahan dan golongan bioinsektisida. Golongan insektisida *piretroid* yang mungkin paling sering digunakan untuk mengendalikan *virus dengue* (Putri, 2021).

Piretroid bertindak dengan mengikat saluran natrium tegangan-gated (VGSC) sel-sel saraf, mengganggu pelepasan ion normal, dan depolarisasi, dan menyebabkan kelumpuhan serangga ("knockdown" atau KD) dan kematian (Kotze & Hunt, 2023). Pada nyamuk resisten, pemilihan mutasi titik non-sinonim pada gen VGSC mencegah pengikatan piretroid ke VGSC (Field et al., 2017). Mekanisme pelindung ini disebut sebagai "knockdown resistance" (kdr) dan mutasi yang terlibat disebut kdr mutasi (Shettima et al., 2023). In *Ae. aegypti*, lima mutasi telah dikaitkan dengan resistensi terhadap tipe-I (misalnya, permethrin) dan tipe-II (misalnya, deltamethrin) piretroid: S989P, I1011M, V1016G / I, F15340C, dan V410L (Yuan et al., 2023). Frekuensi mereka bervariasi secara geografis, dan mereka dapat terjadi secara independen atau bersama-sama dengan efek aditif pada piretroid resistensi (Kawada et al., 2023).

Resistensi metabolik terjadi melalui peningkatan degradasi insektisida atau penyerapan oleh enzim detoksifikasi sebelum insektisida memberikan efek toksik (Shehzad et al., 2023). Golongan enzim yang mendetoksifikasi insektisida termasuk sitokrom P450 tergantung multi fungsi oksidase (CYP450 MFO), esterase, dan glutathion S-transferase (GST) (Kaleem Ullah et al., 2023). "Enzim detoksifikasi" ini memiliki peran dalam metabolisme piretroid dan insektisida lainnya di *Ae. Aegypti* (Amelia-Yap et al., 2018; Wang et al., 2023). Ekspresi berlebihan dari *Ae. aegypti* Gen CYP450, terutama anggota subfamili CYP6 dan CYP9 telah dikaitkan dengan resistensi piretroid (Al-Amin et al., 2023a). Di antara gen CYP terbukti memetabolisme piretroid atau memberikan resistensi ketika diekspresikan dalam *Drosophila*, CYP9J10, CYP6BB2, CYP9J26, dan CYP6J28 paling konsisten dan ditemukan di Asia dan Amerika (Moyes et al., 2017).

Di Indonesia, intervensi insektisida terhadap vektor penyakit digunakan untuk mengendalikan malaria (termasuk penggunaan jaring insektisida tahan lama [LLINs], dan penyemprotan residual dalam ruangan [IRS]) (Hasyim et al., 2023) dan untuk program pengendalian aedes aegypti nyamuk dewasa disebabkan oleh dengan cara (fogging termal dengan piretroid baik nyamuk dewasa dan larvasida dengan organofosfat temephos) (Nurul-Nastasea et al., 2023). Dalam penelitian ini, kami bertujuan menganalisis status kerentanan *Ae. Aegypti* dengan konsentrasi *Cypermethrin* dengan menggunakan 2 metode *CDC Bottle Test* di Wilayah Kerja Pelabuhan Boombaru Palembang.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah *Control Time Series Desain* dengan metode eksperimen. Dilaksanakan dengan metode uji kerentanan *CDC Bottle Test* dengan menggunakan kelompok pembanding (Control).

## HASIL

Tabel 1.  
 Karakteristik Pengujian (Numerik)

Variabel	Status Perlakuan	n	Mean ± SD	Median	95% CI	
				(min - max)	Low	Up
Jumlah Nyamuk sebelum Pengujian	Kelompok Uji	8	22.5000 ± 2.67261	22.5 (20-25)	202.656	247.344
	Kelompok Kontrol	3	23.3333 ± 2.88675	25 (20-25)	161.622	305.044
Jumlah Nyamuk Setelah Pengujian	Kelompok Uji	8	0.1250 ± 0.35355	0 (0-1)	-0.1706	0.4206
	Kelompok Kontrol	3	23.3333 ± 2.88675	25 (20-25)	161.622	305.044
Jumlah Kematian Nyamuk	Kelompok Uji	8	22.3750 ± 2.82527	225.000 (19-25)	200.130	247.370
	Kelompok Kontrol	3	0,00±0,00	0 (0-0)	0	0
Kematian Nyamuk pada 15 menit paparan <i>cypermethrin</i>	Kelompok Uji	8	19.7500 ± 5.62520	22.5 (14-25)	150.472	244.528
	Kelompok Kontrol	3	0,00±0,00	0 (0-0)	0	0
Kematian Nyamuk pada 30 menit paparan <i>cypermethrin</i>	Kelompok Uji	8	22.1250 ± 3.09089	22.5 (19-25)	195.410	247.090
	Kelompok Kontrol	3	0,00±0,00	0 (0-0)	0	0
Kematian Nyamuk pada 40 menit paparan <i>cypermethrin</i>	Kelompok Uji	8	22.5 ± 2.67261	22.5 (20-25)	202.656	247.344
	Kelompok Kontrol	3	0,00±0,00	0 (0-0)	0	0
Kematian Nyamuk pada 60 menit paparan <i>cypermethrin</i>	Kelompok Uji	8	22.5 ± 2.67261	22.5 (20-25)	202.656	247.344
	Kelompok Kontrol	3	0,00±0,00	0 (0-0)	0	0

Tabel 1, diketahui bahwa rata-rata jumlah nyamuk hidup sebelum pengujian pada kelompok uji adalah sebesar 22,5 (95% CI = 20.2656 - 24.7344) dengan standar deviasi sebesar 2.67261 dan

jumlah nyamuk hidup paling banyak adalah sebanyak 25 ekor. Sedangkan rata-rata jumlah nyamuk hidup sebelum pengujian pada kelompok kontrol adalah sebesar sebesar 23.3 (95% CI = 16.1622 - 30.5044) dengan standar deviasi sebesar 2.88675 dan jumlah nyamuk paling banyak hidup adalah sebanyak 25 ekor.

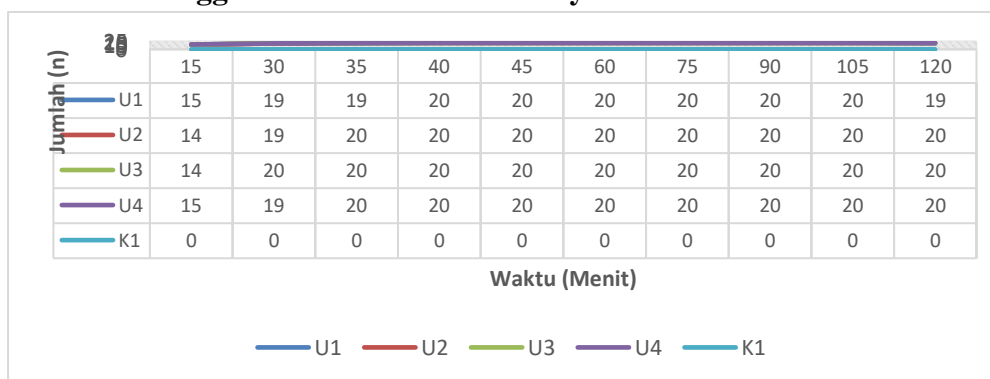
Adapun rata-rata jumlah nyamuk hidup setelah pengujian pada kelompok uji adalah sebesar 0.125 (CI 95% = -0.1706 - 0.4206) dengan standar deviasi sebesar 0.35355 dan jumlah nyamuk paling banyak adalah sebanyak 1 ekor. Sedangkan rata-rata jumlah nyamuk hidup setelah pengujian pada kelompok kontrol adalah sebesar 23.3333 (CI 95% = 16.1622 - 30.5044) dengan standar deviasi sebesar 2.8867 dan jumlah nyamuk paling banyak adalah sebanyak 25 ekor. Selanjutnya rata-rata kematian nyamuk setelah pengujian pada kelompok uji sebesar 22.3750 (95% CI = 20.0130 - 24.7370) dengan standar deviasi sebesar 2.82527 dan jumlah kematian nyamuk paling banyak adalah sebesar 25 ekor. Sedangkan pada kelompok control setelah pengujian tidak ada satupun nyamuk yang mati. Terjadi peningkatan rata-rata kematian nyamuk pada kelompok uji, yaitu pada menit ke-15 setelah pengujian rata-rata nyamuk mati sebesar 19.7500, lalu terjadi peningkatan kematian nyamuk pada menit ke-30 dengan rata-rata kematian sebesar 22.1250 dan juga terjadi peningkatan kematian nyamuk pada menit ke-40 dan menit ke-60 dengan masing-masing rata-rata kematian nyamuk sebesar 22,5.

Tabel 2.  
 Karakteristik pengujian (kategorik)

Karakteristik	f	%
Status Kerentanan		
Rentan	8	72.7
Terduga Resisten	0	0
Resisten	3	27.3
Status Perlakuan		
Kelompok Uji	8	72.7
Kelompok Kontrol	3	27.3
Metode Pengujian		
<i>CDC Bottle Assay</i>	5	45.5

Tabel 2 diatas, dapat diketahui bahwa mayoritas nyamuk rentan dengan senyawa *Cypermethrin* sedangkan sebanyak 0% terduga resisten dengan senyawa *Cypermethrin* dan sebanyak 27,3% nyamuk yang resisten terhadap senyawa *Cypermethrin*. Terdapat 72,7% nyamuk yang dimasukkan dalam kelompok pengujian (perlakuan/eksperimen) sedangkan sebanyak 27,3% nyamuk dimasukkan dalam kelompok pengujian control (non-eksperimen). Lebih dari setengah nyamuk yang diujikan menggunakan metode pengujian *CDC Bottle Assay* 45,5%.

### Hasil Uji Resistensi Menggunakan CDC Bottle Assay



Grafik 1 Hasil Uji Resistensi Menggunakan CDC Bottle Assay

Keterangan:

- U1 : Botol Pengujian kelompok eksperimen nomor 1
- U2 : Botol Pengujian kelompok eksperimen nomor 2
- U3 : Botol Pengujian kelompok eksperimen nomor 3
- U4 : Botol Pengujian kelompok eksperimen nomor 4
- K1 : Botol Pengujian kelompok non-eksperimen nomor 1

Hasil Grafik diatas dapat diketahui bahwa pada menit-15 jumlah nyamuk *knock down* pada U1 dan U4 masing-masing sebanyak 15 ekor, sedangkan pada U2 dan U3 jumlah nyamuk *knock down* masing-masing sebanyak 14 ekor dan pada K1 jumlah nyamuk *knock down* sebanyak 0 ekor. Adapun pada menit-30 jumlah nyamuk *knock down* pada U1, U2, dan U4 masing-masing sebanyak 19 ekor sedangkan pada U3 jumlah nyamuk *knock down* sebanyak 20 ekor sedangkan pada K1 jumlah nyamuk *knock down* sebanyak 0 ekor. Setelah 120 menit keseluruhan nyamuk mati pada U2, U3 dan U4 sedangkan pada U1 mati sebanyak 19 ekor dan pada K1 tidak ada nyamuk yang mati.

### Menganalisis Perbedaan Jumlah Kematian Nyamuk *Aedes Aegypti* Pada Kelompok Uji dengan Kelompok Kontrol

Tabel 3.  
Rata-rata Peringkat Kelompok

Kematian nyamuk	N	Mean rank	Sum of rank
Kelompok Uji	8	7.50	60.00
Kelompok Kontrol	3	2.00	6.00

Tabel di atas menunjukkan *Mean Rank* atau rata-rata peringkat tiap kelompok. Pada kelompok Uji rerata peringkatnya 7,5 lebih tinggi dari pada rerata kelompok Kontrol, yaitu 2,00.

Tabel 4.  
Uji Beda Mean Kematian Nyamuk *Aedes Aegypti* Pada Kelompok Uji Dengan Kelompok Kontrol

Kematian nyamuk	N	Median (min-max)	Mean ± SD	P value
Kelompok Uji	8	22,5 (19-25)	22.3750 ± 2.82527	0,011
Kelompok Kontrol	3	0 (0-0)	0,000 ± 0,000	

Tabel 4 dapat diketahui sebanyak 8 botol pengujian pada kelompok uji dan 3 botol pengujian pada kelompok kontrol. Adapun rata-rata kematian nyamuk pada kelompok uji sebesar 22,5 dengan standar deviasi sebesar 2,8. Adapun kematian kelompok uji paling sedikit berjumlah 19 ekor dan kematian paling banyak sebesar 25 ekor. Pada kelompok kontrol, didapatkan rata-rata sebesar 0,00 dan tidak ada satupun kematian nyamuk. hasil perhitungan menggunakan analisis mann whitney menghasilkan p value sebesar 0,011. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai alpha ( $\alpha=0,05$ ), maka keputusannya adalah menolak H0. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kematian nyamuk yang signifikan antara kelompok uji (perlakuan/eksperimen) dengan kelompok kontrol.

### Efektifitas *Cypermethrin* Sebagai Agen Kimiawi dalam Pencegahan Vektor Nyamuk *Aedes Aegypti*

Tabel 5.  
Uji Beda Mean Antara Jumlah Nyamuk Sebelum Pengujian dengan Jumlah Nyamuk Setelah Pengujian *Cypermethrin*

Kematian nyamuk	N	Median (min-max)	Mean ± SD	P value
Jumlah Nyamuk Sebelum paparan <i>Cypermethrin</i>	11	25 (20-25)	22.7273 ± 2.61116	0,01
Jumlah Nyamuk setelah <i>Cypermethrin</i>	11	0.00 (0-25)	6.4545 ± 10.92121	

Tabel 6, dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah nyamuk sebelum pengujian adalah sebesar 22,7 dengan standar deviasi sebesar 2, 61116. Jumlah nyamuk sebelum paparan paling sedikit sebanyak 20 ekor/botol uji sedangkan jumlah nyamuk sebelum paparan paling banyak sebanyak 25 ekor/botol uji. Adapun rata-rata jumlah nyamuk setelah pengujian adalah sebesar 6,45 dengan standar deviasi sebesar 10, 92121. Jumlah nyamuk setelah paparan paling sedikit adalah 0 ekor/botol uji, sedangkan jumlah nyamuk setelah paparan paling banyak adalah sebesar 25 ekor/botol. Hasil *Uji Wilcoxon* menghasilkan *p value* sebesar 0,010. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai alpha ( $\alpha=0,05$ ), maka keputusannya adalah menolak  $H_0$ . Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah nyamuk yang signifikan antara sebelum paparan *Cypermethrin* dan setelah paparan *Cypermethrin*.

Tabel 6.  
 Peringkat Uji Beda Mean Antara Jumlah Nyamuk Sebelum Pengujian dengan Nyamuk Setelah Pengujian *Cypermethrin*

	Rank	n	Mean rank	Sum of rank
Jumlah Nyamuk Sesudah Uji-Jumlah Nyamuk sebelum Uji	Negative Ranks	8	4.50	36.00
	Positive Ranks	0	0.00	0.00
	Ties	3		

Tabel 5 diketahui negative rank sebesar 8, artinya 8 botol uji yang diberikan senyawa *Cypermethrin* mengalami penurunan jumlah nyamuk hidup dari sebelum paparan dan setelah paparan senyawa *Cypermethrin*. Lalu diketahui *positive rank* sebesar 0, artinya 0 botol uji yang mengalami kenaikan jumlah nyamuk hidup. Dan pada *rank ties* diketahui sebesar 3, artinya 3 botol uji yang tidak diberikan paparan senyawa *Cypermethrin* memiliki jumlah nyamuk hidup yang sama sebelum dan sesudah pengujian. Dari kesimpulan yang didapat dalam pengujian diatas, menunjukkan bahwa senyawa Agen Kimiawi *Cypermethrin* efektif untuk pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dengan tehnik pengasapan (Foging).

## PEMBAHASAN

### Hasil Uji Resistensi Menggunakan *CDC Bottle Assay*

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan variasi dalam data kematian dari bioassay botol CDC, WHO tes tabung, dan bioassay aplikasi topikal. Variasi paling banyak terlihat dalam kurva dosis-respons yang dihasilkan oleh bioassay botol CDC, diikuti oleh WHO Tes tabung. Kurang variasi diamati ketika satu dosis diuji dengan beberapa replikasi pada satu hari, menunjukkan peran tambahan variasi sehari-hari. Namun, bahkan dengan beberapa replikasi pada satu hari, jauh lebih banyak variasi terlihat dalam kematian di dalam Bioassay botol CDC dibandingkan dengan tes tabung WHO dan bioassay aplikasi topikal. Hasil penelitian diketahui bahwa pada menit-15 jumlah nyamuk *knock down* pada U1 dan U4 masing-masing sebanyak 15 ekor, sedangkan pada U2 dan U3 jumlah nyamuk *knock down* masing-masing sebanyak 14 ekor dan pada K1 jumlah nyamuk *knock down* sebanyak 0 ekor. Adapun pada menit-30 jumlah nyamuk *knock down* pada U1, U2, dan U4 masing-masing sebanyak 19 ekor sedangkan pada U3 jumlah nyamuk *knock down* sebanyak 20 ekor sedangkan pada K1 jumlah nyamuk *knock down* sebanyak 0 ekor. Setelah 120 menit keseluruhan nyamuk mati pada U2, U3 dan U4 sedangkan pada UI mati sebanyak 19 ekor dan pada K1 tidak ada nyamuk yang mati.

Hasil penelitian (Choirul Hidajat et al., 2021) menunjukkan bahwa dengan menggunakan Metode WHO dan CDC, *Aedes aegypti* di Semarang Kota sudah tahan terhadap cypermethrin. Tes menggunakan metode WHO menunjukkan *A. aegypti* dalam 3 studi Lokasi tahan terhadap cypermethrin, saat menggunakan Metode CDC di Terboyo Wetan dan, Kandri itu adalah resisten selama di Patemon statusnya toleran. Sesudah penambahan sinergi PBO pun terjadi

peningkatan dalam persentase kematian tetapi masih belum dapat berubah status menjadi rentan. Grafik persentase kematian menunjukkan bahwa di desa Kandri Resistensi yang terjadi adalah karena mutase lokasi sasaran, sementara di desa-desa termiskin ada resistensi mekanisme ganda, tetapi peran Enzim monooksigenase lemah. Terlihat bahwa peningkatan angka kematian tidak mengubah status menjadi rentan pada 30 menit. Hasil ini konsisten dengan tes molekuler untuk gen VGSC. The VGSC urutan gen domain II menunjukkan bahwa mutasi adalah cukup tinggi di kodon S989P (57,9%) dan V1016G (78.9%).

Status perlawanan di Kota Semarang berada di sesuai dengan adanya paparan insektisida yang telah terjadi (Sukaningtyas et al., 2020). Penggunaan insektisida rumah tangga adalah cukup masif di Indonesia (Wigati et al., 2012). Penggunaan rumah tangga insektisida dilaporkan di Pangandaran sebesar 82%, di Kota Salatiga sebesar 72% dan Semarang sebesar 93%. Si Bahan aktif insektisida rumah tangga yang digunakan adalah piretroid sintetis (Nurul Hidayati Kusumastuti, 2014). Beberapa penelitian yang membandingkan metode WHO dan CDC di negara lain menggunakan spesies nyamuk yang berbeda telah menunjukkan hasil yang beragam. Owusu (2015) melaporkan uji kerentanan strain ROCK nyamuk *A. aegypti* menggunakan WHO dan CDC. Uji kerentanan terhadap malathion, permetrin dan DDT menunjukkan hasil yang sama, yaitu resistensi. Uji kerentanan terhadap Lambda Cyhalotrin menunjukkan hasil yang berbeda, dimana menggunakan metode WHO *A. aegypti* rentan, saat menggunakan metode CDC Statusnya resisten (Owusu et al., 2015). Perbedaan hasil ini mungkin disebabkan oleh penelitian sebelumnya yang menggunakan koloni *A. nyamuk aegypti* dari laboratorium, padahal ini Studi digunakan nyamuk yang ditangkap di lapangan.

Owusu et al., (2015) di Iran melaporkan kesamaan dalam status resistensi nyamuk *An.stephensii* terhadap DDT, bendiocarb dan deltametrin menggunakan metode WHO dan CDC, namun terdapat perbedaan hasil LT50 antara kedua metode tersebut. Kerentanan Nyamuk *Anopheles Gambiae* yang menggunakan metode WHO dan CDC masing-masing adalah 98,33% dan 97,95% (Owusu et al., 2015). Sebuah studi kerentanan oleh Fonseca-González (Fonseca-González et al., 2009) menggunakan nyamuk *An.nuneztovary* terhadap fenitometri menunjukkan bahwa menggunakan metode WHO masih rentan, tetapi menggunakan metode CDC kematian Tingkat hanya 20%. Sementara penelitian dari (Kim et al., 2023) menunjukkan bahwa lapangan mengumpulkan *Ae. Aegypti* telah berkembang resistansi silang terhadap permetrin dan metofluthrin, ini konsisten dengan temuan sebelumnya yang secara signifikan menurunkan mortalitas 24 jam terhadap metofluthrin relatif terhadap permetrin. Namun, data tingkat pemulihan nyamuk tidak disajikan dalam uji botol CDC. Meskipun mereka melaporkan kematian >90% dalam waktu satu jam setelah paparan, pemulihan 24 jam pengamatan harus dilakukan karena kami menemukan bahwa TFT menunjukkan knockdown tinggi dengan MRE tinggi dengan populasi nyamuk resisten.

### **Peringkat Uji Beda Mean Antara Jumlah Nyamuk Sebelum Pengujian Dengan Nyamuk Setelah Pengujian Cypermetrin**

Salah satu penggunaan koefisien korelasi dalam teknik analisis data statistik non-parametrik adalah Korelasi Peringkat Spearman, juga dikenal sebagai koefisien korelasi peringkat spearman. Dalam situasi ketika salah satu atau kedua variabel diukur pada skala ordinal (dalam bentuk peringkat) atau kedua variabel kuantitatif tetapi persyaratan khas tidak terpenuhi, statistik non-parametrik ini dapat digunakan untuk mengukur asosiasi atau hubungan. Statistik nonparametrik mengandaikan bahwa statistik diterapkan ketika data diberi peringkat, tidak memberikan informasi parameter, atau tidak didistribusikan secara normal (Sriwidadi,2011).

Diketahui bahwa rata-rata jumlah nyamuk sebelum pengujian adalah sebesar 22,7 dengan standar deviasi sebesar 2, 61116. Jumlah nyamuk sebelum paparan paling sedikit sebanyak 20 ekor/botol uji sedangkan jumlah nyamuk sebelum paparan paling banyak sebanyak 25 ekor/botol uji. Adapun rata-rata jumlah nyamuk setelah pengujian adalah sebesar 6,45 dengan standar deviasi sebesar 10, 92121. Jumlah nyamuk setelah paparan paling sedikit adalah 0 ekor/botol uji, sedangkan jumlah nyamuk setelah paparan paling banyak adalah sebesar 25 ekor/botol. Hasil *Uji Wilcoxon* menghasilkan *p value* sebesar 0,010. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai alpha ( $\alpha=0,05$ ), maka keputusannya adalah menolak  $H_0$ . Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah nyamuk yang signifikan antara sebelum paparan *Cypermethrin* dan setelah paparan *Cypermethrin*. 1.

Penelitian Slade and Richards, (2023) dengan menggunakan metode *CDC Bottle* dengan menggunakan *permethrin* dan *malathion* menunjukkan Data mortalitas untuk masing-masing (*permethrin* dan *malathion*) dan metode pemaparan (topikal dan residual). Jumlah nyamuk yang mati pada setiap titik waktu dicatat dan dihitung persentase kematiannya. Tidak ada perbedaan yang signifikan ( $P > 0,05$ ) yang diamati pada tingkat kematian antara *permethrin* dan nyamuk yang terpapar *malathion* pada setiap titik waktu dalam kelompok paparan topikal. Tingkat kematian 100% dihitung pada tanda waktu 24 jam untuk semua kelompok perlakuan. Tidak ada kematian yang diamati pada kelompok kontrol baik dalam kelompok residual maupun kelompok topikal.

Hasil penelitian (Parente and Stoddard,2023) mengungkapkan tingkat kematian tipikal setelah terpapar *permethrin* pada konsentrasi yang berbeda. Kolom menunjukkan bahwa total 694 nyamuk betina *Ae aegypti* diberi perlakuan 5 dosis larutan permethrin percobaan dan 60 nyamuk betina diuji dengan larutan kontrol. menunjukkan bahwa lima hingga dua puluh nyamuk terpapar di setiap replikasi, menampilkan jumlah kematian untuk setiap konsentrasi replikasi. Kelompok kontrol memiliki lebih sedikit betina karena pembatasan peternakan pada saat percobaan. Namun, tingkat kematian 0% kelompok kontrol memberi kita keyakinan bahwa metode anestesi dan aplikasi langsung *permethrin* tidak menyebabkan kematian.

Penelitian Umniyati, (2019) yang menggabungkan 2 jenis insektisida menunjukkan status kerentanan terhadap malathion dan *cypermethrin* dari *Ae. Aegypti* yang dikumpulkan dari Kota Bengkulu juga ditentukan dengan mengukur aktivitas esterase non-spesifik (terkait dengan resistensi malathion) dan monooksigenase (terkait dengan resistensi *Cypermethrin*) *Ae.aegypti* Larva instar ke-3 Aegypti. Untuk aktivitas esterase non-spesifik, SD rata-rata kontrol negatif adalah 0,414 0,070, AV cut-off adalah 0,624, dan dengan demikian AV rata-rata 0,624 dikategorikan sebagai SS,  $>0,834$  sebagai RR, dan nilai menengah sebagai RS. Demikian pula, untuk aktivitas monooksigenase, rata-rata SD AV dari kontrol negatif adalah 0,160 0,039, sehingga AV rata-rata 0,277 dianggap SS,  $>0,394$  RR, dan RS nilai menengah.

### **Menganalisis Perbedaan Jumlah Kematian Nyamuk *Aedes Aegypti* Pada Kelompok Uji dengan Kelompok Kontrol**

Salah satu penggunaan koefisien korelasi dalam teknik analisis data statistik non-parametrik adalah Korelasi Peringkat Spearman, juga dikenal sebagai koefisien korelasi peringkat spearman. Dalam situasi ketika salah satu atau kedua variabel diukur pada skala ordinal (dalam bentuk peringkat) atau kedua variabel kuantitatif tetapi persyaratan khas tidak terpenuhi, statistik non-parametrik ini dapat digunakan untuk mengukur asosiasi atau hubungan. Statistik nonparametrik mengandaikan bahwa statistik diterapkan ketika data diberi peringkat, tidak memberikan informasi parameter, atau tidak didistribusikan secara normal (Sriwidadi,2011).



Dapat diketahui sebanyak 8 botol pengujian pada kelompok uji dan 3 botol pengujian pada kelompok kontrol. Adapun rata-rata kematian nyamuk pada kelompok uji sebesar 22,5 dengan standar deviasi sebesar 2,8. Adapun kematian kelompok uji paling sedikit berjumlah 19 ekor dan kematian paling banyak sebesar 25 ekor. Pada kelompok kontrol, didapatkan rata-rata sebesar 0,00 dan tidak ada satupun kematian nyamuk. Hasil perhitungan menggunakan analisis Mann-Whitney menghasilkan p value sebesar 0,011. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai alpha ( $\alpha=0,05$ ), maka keputusannya adalah menolak  $H_0$ . Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kematian nyamuk yang signifikan antara kelompok uji (perlakuan/eksperimen) dengan kelompok kontrol.

Penelitian (Slade and Richards, 2023) dengan menggunakan metode *CDC Bottle* dengan menggunakan *permethrin* dan *malathion* menunjukkan Data mortalitas untuk masing-masing (*permethrin* dan *malathion*) dan metode pemaparan (topikal dan residual). Jumlah nyamuk yang mati pada setiap titik waktu dicatat dan dihitung persentase kematiannya. Tidak ada perbedaan yang signifikan ( $P > 0,05$ ) yang diamati pada tingkat kematian antara *permethrin* dan nyamuk yang terpapar *malathion* pada setiap titik waktu dalam kelompok paparan topikal. Tingkat kematian 100% dihitung pada tanda waktu 24 jam untuk semua kelompok perlakuan. Tidak ada kematian yang diamati pada kelompok kontrol baik dalam kelompok residual maupun kelompok topikal.

Hasil penelitian (Parente and Stoddard, 2023) mengungkapkan tingkat kematian tipikal setelah terpapar *permethrin* pada konsentrasi yang berbeda. Kolom menunjukkan bahwa total 694 nyamuk betina *Ae aegypti* diberi perlakuan 5 dosis larutan permethrin percobaan dan 60 nyamuk betina diuji dengan larutan kontrol. Menunjukkan bahwa lima hingga dua puluh nyamuk terpapar di setiap replikasi, menampilkan jumlah kematian untuk setiap konsentrasi replikasi. Kelompok kontrol memiliki lebih sedikit betina karena pembatasan peternakan pada saat percobaan. Namun, tingkat kematian 0% kelompok kontrol memberi kita keyakinan bahwa metode anestesi dan aplikasi langsung *permethrin* tidak menyebabkan kematian. Hasil penelitian (Li et al., 2022) menunjukkan bahwa keempat kelompok, larva DS (A), DS dewasa (B), larva DR (C) dan DR dewasa (D), dapat dikelompokkan bersama dan dipisahkan dengan jelas antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, menunjukkan bahwa sampel dalam satu kelompok memiliki karakteristik yang sama dengan demikian, hasil ini dapat digunakan untuk pemrosesan dan analisis data lebih lanjut.

Berdasarkan hasil penelitian (Gray et al., 2018) ketika kedua insektisida diterapkan sebagai semprotan permukaan, knockdown nyamuk yang lebih tinggi diamati ketika insektisida diterapkan sesuai dengan cara aplikasi yang direkomendasikan. Dibandingkan dengan formulasi semprotan ruang, formulasi semprotan permukaan sisa menghasilkan *knock-down* yang lebih besar dibandingkan dengan formulasi semprotan ruang (uji LR: 229,5, p 0,0001). Perbedaan t paling menonjol pada hari awal aplikasi insektisida dan terus menurun selama tiga hari tersisa. Perbedaan yang signifikan dalam knockdown juga diamati antara strain nyamuk (uji LR: 695,7, p 0,0001). Perbedaan persen rata-rata knock-down secara keseluruhan hanya signifikan antara strain rentan dan masing-masing dari tiga strain Feld resisten (tes Tukey post-hoc; nilai-p 0,05). Signifikansi dalam tingkat *knock-down* di antara empat strain nyamuk dipertahankan selama empat hari.

### **Efektifitas *Cypermethrin* Sebagai Agen Kimiawi dalam Pencegahan Vektor Nyamuk *Aedes Aegypti***

Menurut penelitian (Sulistiawati S et al., 2023) dari keenam artikel tersebut, terdapat dua penelitian yang membahas efektivitas permethrin sebagai pengendalian vektor, dua penelitian

yang membahas Mesocyclops, dan dua penelitian lainnya membahas *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Hasilnya adalah jumlah vektor *Aedes aegypti* dengan berbagai bentuk variabel dependen. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, lima jurnal memberikan output berupa jumlah nyamuk *Aedes aegypti*, empat di antaranya menyatakan bahwa mereka memiliki hasil yang signifikan bahwa ada penurunan jumlah nyamuk setelah intervensi menggunakan permetrin.

Diketahui negative rank sebesar 8, artinya 8 botol uji yang diberikan senyawa *Cypermethrin* mengalami penurunan jumlah nyamuk hidup dari sebelum paparan dan setelah paparan senyawa *Cypermethrin*. Lalu diketahui *positive rank* sebesar 0, artinya 0 botol uji yang mengalami kenaikan jumlah nyamuk hidup. Dan pada *rank ties* diketahui sebesar 3, artinya 3 botol uji yang tidak diberikan paparan insektisida *Cypermethrin* memiliki jumlah nyamuk hidup yang sama sebelum dan sesudah pengujian. Dari kesimpulan yang didapat dalam pengujian diatas, menunjukkan bahwa senyawa Agen Kimiawi *Cypermethrin* masih efektif untuk pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dengan tehnik pengasapan (Foging).

Penelitian (Kumar Shah & Sreedhar, 2023) menunjukkan Risiko kematian secara signifikan lebih tinggi pada dosis 35 (HR = 150,45 (95% CI: 94,76 - 238,87), P-value<0,001), dosis 20 (HR = 40,61 (95% CI: 25,77 - 64,01), P-value<0,001), dosis 10 (HR = 17,19 (95% CI: 10,86 - 27,22), P-value<0,001) dan dosis 5 (HR = 3,45 (95% CI: 2,07 - 5,74), P-value<0,001) bila dibandingkan dengan kontrol yaitu, dosis 0. Perkembangan nyamuk *Ae. aegypti*, yang belum matang secara keseluruhan. *An. Stephensi* dan *Cx. quinquefasciatus* yang diobati dengan uralaner pada konsentrasi obat yang berbeda diberikan. Rata-rata belum dewasa perkembangan bervariasi secara signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan pada konsentrasi obat yang lebih tinggi diuji – untuk *Ae. aegypti* – 20 ng/mL; untuk *An. stephensi* – 25 ng/mL; untuk *Cx. quinquefasciatus* – 45 ng / mL (P<0.05 untuk semua spesies).

Penelitian (Al-Amin et al., 2023b) dengan menggunakan uji-t Student, ditunjukkan bahwa sinergis PBO dan DEF yang diterapkan sebelum paparan dosis diagnostik *permetrin* menyebabkan peningkatan KD dan mortalitas yang signifikan (P 0,05). Misalnya, di koloni Utara, KD dan tingkat kematian meningkat sebesar 52% (P = 0,038) dan 31% (P = 0,013) setelah terpapar PBO dan sebesar 33% (P = 0,002) dan 19% (P = 0,002) setelah terpapar DEF. Dalam satu koloni, kerentanan sepenuhnya dipulihkan dengan penambahan PBO inhibitor oksidase. Hal ini menunjukkan bahwa oksidase dan esterase merupakan kontributor utama fenotipe resisten permetrin di *Ae. aegypti* dari Dhaka. Penambahan sinergis memiliki efek yang jauh lebih tinggi (P = 0,002) pada mortalitas koloni Bashundhara dibandingkan dengan mortalitas tanpa pra-paparan EA.

Hasil penelitian (Richards et al., 2020) sinergis dapat digunakan dalam *CDC Bottle Test* dan *WHOPES* (disiapkan oleh pengguna tidak termasuk dalam kit standar) untuk menilai lebih lanjut nyamuk yang telah diklasifikasikan sebagai resisten (90% kematian pada DD dan DT). Misalnya, jika populasi nyamuk yang ditandai resisten terhadap AI terpapar PBO sebelum bioassay botol *CDC* dan kemudian diklasifikasikan kembali sebagai rentan, resistensi berbasis enzim (yaitu, monooksigenase) mungkin terlibat. 9 Jika PBO tidak "memulihkan" kerentanan, mungkin ada mekanisme resistensi lain yang terlibat.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis status kerentanan *Aedes aegypti* dengan konsentrasi *Cypermethrin* pada metode *CDC Bottle Test* di Wilayah Kerja Pelabuhan Boombaru Palembang. dapat disimpulkan sebagai berikut mengidikasikan nyamuk *Aedes.aegypti* masih *Susceptible*/rentan

terhadap insektisida *Cypermethrin* masih efektif untuk pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* dewasa dengan teknik pengasapan (*Foging*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ajith, T. A., Barlas, S. A., Bukhari Bahauddin Zakariya *at all* (2018). *Shahida Begum, Seema Iqbal and Sajid Ali*.
- Al-Amin, H. M., Gyawali, N., Graham, M., *at all* (2023a). Insecticide resistance compromises the control of *Aedes aegypti* in Bangladesh. *Pest Management Science*, 79(8), 2846–2861. <https://doi.org/10.1002/PS.7462>
- Al-Amin, H. M., Gyawali, N., Graham, M., *at all* (2023b). Insecticide resistance compromises the control of *Aedes aegypti* in Bangladesh. *Pest Management Science*. <https://doi.org/10.1002/ps.7462>
- Almet, J., Wuri, D. A., N Widi, A. Y., *at all* (2018). Status resistensi nyamuk *Anopheles* sp. terhadap insektisida malathion di Kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*, 6(2), 69–77. <https://doi.org/10.35508/jkv.v6i2.04>
- Amelia-Yap, Z. H., Chen, C. D., Sofian-Azirun, *at all* (2018). Pyrethroid resistance in the dengue vector *Aedes aegypti* in Southeast Asia: Present situation and prospects for management. In *Parasites and Vectors* (Vol. 11, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2899-0>
- Ashu, F. A., Fouet, C., Ambadiang, M. M., *at all* (2023). Vegetable oil-based surfactants are adjuvants that enhance the efficacy of neonicotinoid insecticides and can bias susceptibility testing in adult mosquitoes. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 17(11), e0011737. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011737>
- CDC. (2017). *Surveillance and Control of Aedes aegypti and Aedes albopictus in the United States*.
- Choirul Hidajat, M., Ambar Garjito, T., Prihasto Siswoko, S., *at all* (2021). Comparison of CDC Bottle Bioassay Test with WHO Standard Method for Assessment of *Aedes Aegypti* Susceptibility to Carbamates and Organophosphates Insecticides in Semarang, Indonesia. In *Journal of Hunan University (Natural Sciences)* (Vol. 48, Issue 6).
- Corbel, V., Kont, M. D., Ahumada, M. L., *at all* (2023). A new WHO bottle bioassay method to assess the susceptibility of mosquito vectors to public health insecticides: results from a WHO-coordinated multi-centre study. *Parasites and Vectors*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05554-7>
- Deng, S. Q., Yang, X., Wei, Y., *at all* (2020). A review on dengue vaccine development. In *Vaccines* (Vol. 8, Issue 1). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/vaccines8010063>
- Field, L. M., Emyr Davies, T. G., O'Reilly, A. O., *at all* (2017). Voltage-gated sodium channels as targets for pyrethroid insecticides. *European Biophysics Journal*, 46(7), 675–679. <https://doi.org/10.1007/s00249-016-1195-1>
- Fonseca-González, I., Cárdenas, R., Quiñones, M. L., *at all* (2009). Pyrethroid and organophosphates resistance in *Anopheles* (N.) *nuneztovari* Gabaldón populations from malaria endemic areas in Colombia. *Parasitology Research*, 105(5), 1399–1409. <https://doi.org/10.1007/S00436-009-1570-2/METRICS>

- Gray, L., Florez, S. D., Barreiro, A. M., *at all* (2018). Experimental evaluation of the impact of household aerosolized insecticides on pyrethroid resistant *Aedes aegypti*. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30968-8>
- Handayani, M. T., Raharjo, M., & Joko, T. (2023). Pengaruh Indeks Entomologi dan Sebaran Kasus Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1), 46–54. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.1.46-54>
- Hasyim, H., Ihram, M. A., Fakhriyatiningrum, *at all* (2023). Environmental determinants and risk behaviour in the case of indigenous malaria in Muara Enim Regency, Indonesia: A casecontrol design. *PLoS ONE*, 18(8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289354>
- Health Organization, W. (2022). *Standard operating procedure for testing insecticide susceptibility of adult mosquitoes in WHO bottle bioassays*.
- Irawati, N. B. U., & Putri, N. E. (2021). Resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap cypermetrin di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.26630/rj.v15i1.2608>
- Jangir, P. K., & Prasad, A. (2022). Spatial distribution of insecticide resistance and susceptibility in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in India. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(2), 1019–1044. <https://doi.org/10.1007/S42690-021-00670-W/METRICS>
- Jangir, P. K., & Prasad, A. (2023). Insecticide susceptibility status on *Aedes aegypti* (Linn) and *Aedes albopictus* (Skuse) of Chittorgarh district, Rajasthan, India. *Experimental Parasitology*, 254. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2023.108619>
- Kaleem Ullah, R. M., Gao, F., Sikandar, A., *at all* (2023). Insights into the Effects of Insecticides on Aphids (Hemiptera: Aphididae): Resistance Mechanisms and Molecular Basis. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms24076750>
- Kampango, A., Furu, P., Sarath, D. L., *at all* (2021). Risk factors for occurrence and abundance of *Aedes aegypti* and *Aedes bromeliae* at hotel compounds in Zanzibar. *Parasites and Vectors*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05005-9>
- Kawada, H., Higa, Y., & Kasai, S. (2023). Reconsideration of importance of the point mutation L982W in the voltage-sensitive sodium channel of the pyrethroid resistant *Aedes aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) in Vietnam. *PLoS ONE*, 18(5 May). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285883>
- Kemenkes R.I. (2018). *Panduan Monitoring Resistensi Vektor Terhadap Insektisida*.
- Kim, D. Y., Hii, J., & Chareonviriyaphap, T. (2023). Transfluthrin and Metofluthrin as Effective Repellents against Pyrethroid-Susceptible and Pyrethroid-Resistant *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Insects*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/insects14090767>
- Kotze, A. C., & Hunt, P. W. (2023). The current status and outlook for insecticide, acaricide and anthelmintic resistances across the Australian ruminant livestock industries: assessing the threat these resistances pose to the livestock sector. In *Australian Veterinary*

- Journal* (Vol. 101, Issue 9, pp. 321–333). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/avj.13267>
- Kraemer, M. U., Sinka, M. E., Duda, K. A., *at all* (2015). *The global distribution of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Ae. albopictus*. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347.001>
- Kumar Shah, H., & Sreedhar, V. K. (2023). *Ecacy of uralaner, a long acting acaricide against three species of vector mosquitoes (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions-a potential candidate for drug based vector control*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2803950/v1>
- Lees, R., Praulins, G., Davies, R., *at all* (2019). A testing cascade to identify repurposed insecticides for next-generation vector control tools: screening a panel of chemistries with novel modes of action against a malaria vector. *Gates Open Research* 2019 3:1464, 3, 1464. <https://doi.org/10.12688/gatesopenres.12957.2>
- Li, Y., Li, Y., Wang, G., *at all* (2022). Differential metabolome responses to deltamethrin between resistant and susceptible *Anopheles sinensis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113553>
- Morrison, A. C., Zielinski-Gutierrez, E., Scott, T. W., *at all* (2008). Defining challenges and proposing solutions for control of the virus vector *Aedes aegypti*. In *PLoS Medicine* (Vol. 5, Issue 3, pp. 0362–0366). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050068>
- Moyes, C. L., Vontas, J., Martins, A. J., *at all* (2017). Contemporary status of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses infecting humans. In *PLoS Neglected Tropical Diseases* (Vol. 11, Issue 7). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005625>
- Nurul Hidayati Kusumastuti. (2014). *Penggunaan insektisida rumah tangga antinyamuk Di desa pangandaran, kabupaten pangandaran*.
- Nurul-Nastasea, S., Yu, K. X., Rohani, A., *at all* (2023). Insecticide resistance status of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Malaysia (2010 to 2022): A review. In *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* (Vol. 16, Issue 10, pp. 434–445). Wolters Kluwer Medknow Publications. <https://doi.org/10.4103/1995-7645.378561>
- Owusu, H. F., Jančáryová, D., Malone, D., *at all* (2015). Comparability between insecticide resistance bioassays for mosquito vectors: Time to review current methodology? *Parasites and Vectors*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0971-6>
- Parente, M. E., & Stoddard, P. (2023). Inducible Resistance to Pyrethroid Insecticide is Lacking in Adult *Aedes aegypti* Mosquitoes. *FIU Undergraduate Research Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.25148/URJ.010322>
- Patcharawan Sirisopa, K. T. T. C. and W. J. (2014). *Resistance to Synthetic Pyrethroids in Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) in Thailand*.
- Permenkes. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*.
- Rahayu, A., Saraswati, U., Supriyati, E., *at all* (2019). Prevalence and distribution of dengue virus in *aedes aegypti* in Yogyakarta city before deployment of wolbachia infected aedes

- aegypti. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph16101742>
- Ramzan, H., Manzoor, F., & Oneeb, M. (2023). Current status of insecticide resistance and its underlying mechanisms in *Aedes aegypti* (L.) in Punjab, Pakistan. *Journal of Vector Borne Diseases*, 60(1), 57–64. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.353250>
- Richards, S. L., Byrd, B. D., Reiskind, M. H., *at all* (2020). Assessing Insecticide Resistance in Adult Mosquitoes: Perspectives on Current Methods. *Environmental Health Insights*, 14. <https://doi.org/10.1177/1178630220952790>
- Sathantriphop, S., Paeporn, P., Ya-Umphon, P., *at all* (2020). Behavioral action of deltamethrin and cypermethrin in pyrethroid-resistant *aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): Implications for control strategies in Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 57(4), 1157–1167. <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa019>
- Scott, M. L., Hribar, L. J., Leal, A. L., *at all* (2023). Characterization of pyrethroid resistance mechanisms in *aedes aegypti* from the Florida keys. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 104(3), 1111–1122. <https://doi.org/10.4269/AJTMH.19-0602>
- Shehzad, M., Bodlah, I., Siddiqui, J. A., *at all* (2023). Recent insights into pesticide resistance mechanisms in *Plutella xylostella* and possible management strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(42), 95296–95311. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-29271-5/METRICS>
- Shettima, A., Ishak, I. H., Lau, B., *at all* (2023). Quantitative proteomics analysis of permethrin and temephos-resistant *Ae. aegypti* revealed diverse differentially expressed proteins associated with insecticide resistance from Penang Island, Malaysia. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 17(9), e0011604. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011604>
- Slade, R., & Richards, S. (2023). *Impact of insecticide exposure method on susceptibility/resistance in aedes albopictus mosquitoes.*
- Sparks, T. C., Storer, N., Porter, A., *at all* (2021). Insecticide resistance management and industry: the origins and evolution of the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) and the mode of action classification scheme. In *Pest Management Science* (Vol. 77, Issue 6, pp. 2609–2619). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/ps.6254>
- Sriwidadi, T. (2011). *Penggunaan uji mann-whitney pada analisis pengaruh pelatihan wiraniaga dalam penjualan produk baru.*
- Sukaningtyas, R., Udijono, A., Martini, M., *at all* (2020). *PELABUHAN KELAS II SEMARANG*. 8(6). <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Sulistiaawati S, S., Masulun, M. J., Ramadhany, A. K., *at all* (2023). Effectiveness of the *Aedes aegypti* Mosquito Vector Control Program in Southeast Asia – A Systematic Review. *Pharmacognosy Journal*, 15(5), 969–975. <https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.180>
- Sutriyawan, A., Herdianti, H., Cakranegara, P. A., *at all* (2022). Predictive Index Using Receiver Operating Characteristic and Trend Analysis of Dengue Hemorrhagic Fever Incidence. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(E), 681–687. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.8975>

- Sutriyawan, A., Manap, A., Sulami, N., *at all* (2023). Analysis of entomological indicators and distribution of *Aedes aegypti* larvae in dengue endemic areas. *Zhurnal Mikrobiologii Epidemiologii i Immunobiologii*, 100(4), 314–320. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-406>
- Umniyati, S. R. (2019). *Resistance status of aedes aegypti to malathion and cypermethrin in Bengkulu City, Indonesia*. <https://www.researchgate.net/publication/339175737>
- Wang, Y., Wang, X., Brown, D. J., *at all* (2023). Insecticide resistance: Status and potential mechanisms in *Aedes aegypti*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105577>
- Wan-norafikah, O., Abdul Hamid Hasani, N., Bakar Nabila, A., *at all* (2023). *PROFILING INSECTICIDE SUSCEPTIBILITY OF AEDES ALBOPICTUS FROM HOT SPRINGS IN SELANGOR, MALAYSIA*. <http://meridian.allenpress.com/jamca/article-pdf/39/3/183/3273239/i1943-6270-39-3-183.pdf>
- WHO. (2005). *GUIDELINES FOR LABORATORY AND FIELD TESTING OF MOSQUITO LARVICIDES*.
- WHO. (2023). *Dengue and severe dengue*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- Wigati, R. A., Lulus, D., (2012). *Hubungan karakteristik, pengetahuan, dan sikap, dengan Perilaku masyarakat dalam penggunaan anti nyamuk di Kelurahan kutowinangun*.
- Yuan, H., Shan, W., Zhang, Y., *at all* (2023). High frequency of Voltage-gated sodium channel (VGSC) gene mutations in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) suggest rapid insecticide resistance evolution in Shanghai, China. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011399>
- Zamin Khan, G., Khan, I., Ali Khan, I., *at all* (2017). Monitoring of resistance status in dengue vector *Aedes albopictus* (Skuse) (Culicidae: Diptera) to currently used public health insecticides in selected districts of Khyber Pakhtunkhwa-Pakistan. ~ 123 ~ *International Journal of Mosquito Research*, 4(3), 123–127.

