



**RESISTENSI INSEKTISIDA MALATION, DDT, PIRETROID, DAN
CYPERMETRIN TERHADAP NYAMUK *A.E AEGYPTI* DAN *A.E
ALBOPICTUS*: STUDY LITERATURE**

Haerul Latif, Elvi Sunarsih*, Yuanita Windusari

Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, Jl.

Masjid Al Gazali, Bukit Lama, Ilir Barat I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30139, Indonesia

*elvisunarsih@fkm.unsri.ac.id

ABSTRAK

Sekitar 3,9 miliar manusia rentan terhadap demam berdarah, 96 juta kasus demam berdarah setiap tahun di 128 lokasi internasional. vektor potensial *Ae. Aegypti* dan *Ae. Albopictus* menyebabkan penyakit yang terkait dengan arbovirus seperti demam kuning, demam berdarah, demam chikungunya, dan virus zika. frekuensi penyemprotan insektisida berakhir dengan paparan berlebihan, diikuti pertumbuhan di dalam tingkat resistensi insektisida. Tujuan untuk memberikan gambaran tentang faktor risiko kejadian demam berdarah dan resistensi insektisida yang dibahas dalam kajian pustaka berdasarkan sumber literatur. Metode Tinjauan sistematis mengikuti objek pelaporan untuk tinjauan Sistematis meninjau penelitian yang diterbitkan prevalensi resistensi insektisida pada *Ae. Aegypti* dan *Ae. Albopictus*. Hasil jenis insektisida kelompok malathion dan deltamethrin adalah 31,25%, sedangkan resistensi insektisida terendah terhadap nyamuk *Ae. Aegypti* dan *Ae. Albopictus* berasal dari kelompok karbamat dengan persentase 0%. Kesimpulan Penelitian kami merangkum pola resistensi insektisida *Ae. Aegypti* dan *Ae. Albopictus* yang mewakili setiap amerika serikat dari Eropa, Asia, Afrika, terutama berpusat pada malathion, DDT, permethrin, pestisida deltamethrin yang paling lazim digunakan untuk pengendalian vektor. malathion insektisida terbaik terhadap *Ae. Aegypti* di Asia, permetrin bermanfaat dalam mengendalikan *Ae. Albopictus*. malathion insektisida terbaik *Ae. Aegypti* di Asia, bahkan sebagai permetrin tetap bermanfaat mengendalikan *Ae. Albopictus*.

Kata kunci: *aedes*; *cypermetrin*; *DDT*; *resistensi*

**RESISTANCE OF MALATION, DDT, PYRETREIDS, AND CYPERMETHRIN
INSECTICIDES TO *A.E AEGYPTI* AND *A.E ALBOPICTUS* MOSQUITOES: STUDY
LITERATURE**

ABSTRACT

Approximately 3.9 billion humans are susceptible to dengue fever, with 96 million cases occurring annually in 128 international locations. Potential vectors of *Ae. aegypti* and *Ae. Albopictus* cause diseases related to arboviruses, such as yellow fever, dengue fever, chikungunya fever, and the virus Zika. the frequency of insecticide spraying ends with overexposure, followed by growth in the level of insecticide resistance. The aim is to provide an overview of the risk factors for dengue fever and insecticide resistance discussed in a literature review based on literature sources. Methods The systematic review follows the reporting object for the review. *Albopictus* comes from the carbamate group with a percentage of 0%. Conclusion Our research summarizes the insecticide resistance patterns of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, representing each of the United States of America from Europe, Asia, and Africa, mainly centered on malathion, DDT, permethrin, and deltamethrin pesticides, which are most commonly used for vector control. Malathion is the best insecticide against *Ae. aegypti* in Asia, and permethrin is useful in controlling *Ae. Albopictus* Malathion is the best insecticide for *Ae. aegypti* in Asia; even as effective as permethrin, it is still useful in controlling *Ae. albopictus*.

Keywords: *aedes*; *cypermethrin*; *DDT*; *resistance*

PENDAHULUAN

Secara global vektor nyamuk bertanggung jawab atas 17% infeksi manusia Ada sekitar 3,9 miliar orang yang berisiko terkena demam berdarah dan 96 juta kasus demam berdarah dilaporkan setiap tahun di 128 negara dengan prevalensi tinggi. Oleh karena itu, hampir setengah dari populasi dunia berisiko. Prevalensi demam berdarah telah meningkat 30 kali lipat dalam 50 tahun terakhir.(Ahmed et al., 2019), *Aedes aegypti* dan *aedes albopictus* adalah vektor epidemi utama arbovirus. (Sene et al., 2021), Vektor utama DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti aegypti*.(Chung et al., 2022) sedangkan vektor potensialnya adalah *Aedes albopictus*.(Dwi Lesmana et al., 2022) menimbulkan beberapa penyakit yang berhubungan dengan arbovirus (Gan et al., 2021) seperti demam kuning, demam berdarah, demam Chikungunya, Ensefalitis Jepang, virus Mayaro dan virus Zika.(Trajer, 2021), (Manikandan et al., 2022)

Demam berdarah adalah infeksi virus yang ditularkan nyamuk endemik di lebih dari 100 negara.(Mashudi et al., 2022) nyamuk yang membawa virus yang menularkan pada manusia termasuk dari keluarga Flaviviridae.(Azratul-Hizayu et al., 2022) Di Malaysia, risiko kejadian tahunan demam berdarah untuk periode 2000 hingga 2019 berkisar antara 30 hingga 390 kasus per 100.000.(Abd Naeem and Abdul Rahman, 2022). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa Jumlah kasus demam berdarah meningkat lebih dari 8 kali lipat selama dua dekade terakhir, dari 505.430 kasus pada tahun 2000, menjadi lebih dari 2,4 juta pada tahun 2010, dan 5,2 juta pada tahun 2019 (WHO, 2022). Kosirkulasi demam berdarah, chikungunya, dan Zika mungkin memiliki konsekuensi kesehatan masyarakat yang serius karena beberapa alasan. Pertama, ketiga penyakit tersebut ditularkan oleh vektor yang sama, yaitu *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*, menyiratkan bahwa distribusi geografis mereka tumpang tindih (Zulfa et al., 2022). Karena belum tersedianya pengobatan khusus dan vaksin (Rezende-Teixeira et al., 2022), yang efisien tersedia untuk sebagian besar penyakit yang ditularkan oleh *Ae. Aegypti*. (Sene et al., 2021), pengendalian vektor menggunakan insektisida merupakan intervensi pengendalian yang sangat efektif. (Obembe, 2021).

Peningkatan frekuensi penyemprotan insektisida tak terhindarkan menyebabkan overexposure ke bahan aktif, diikuti oleh peningkatan pada tingkat resistensi insektisida. (Gómez-Govea et al., 2022) Perkembangan cepat resistensi insektisida untuk molekul yang paling sering digunakan dalam target vektor, ditambah dengan efek mematikan dan potensi sub-mematikan pada spesies non target, merupakan hambatan utama untuk pengendalian nyamuk yang efektif.(Benelli et al., 2021), Ada empat kelas utama insektisida yang biasa digunakan untuk program pengendalian vektor: piretroid, organofosfat (OP), organoklorin (OC), dan karbamat (Aboufadel et al., 2018). OPP merupakan komponen utama herbisida, insektisida, dan pestisida (Ahmad et al., 2022), Secara khusus, malathion (dietil (dimethoxyphosphinothioylthio) suksinat) adalah insektisida organofosfat yang paling umum digunakan dalam tindakan pengendalian nyamuk dewasa (Bala et al., 2016), berfokus pada sintesis senyawa organofosfor baru yang kurang beracun bagi manusia dan lebih efektif di menghancurkan serangga dan agen biologis berbahaya lainnya. Insektisida organ ofosfat banyak digunakan karena dekomposisi yang relatif cepat dan akumulasi yang rendah dalam kehidupan organisme. (Velkoska-Markovska and Petanovska-Ilievska, 2020)

Penggunaan piretroid merupakan bagian integral dari strategi pengendalian hama serangga global, terhitung 15% dari pangsa pasar di seluruh dunia.(Sparks et al., 2020) Insektisida piretroid menargetkan saluran natrium berpintu tegangan (VGSC) di neuron serangga dan mengubah potensial aksi, sehingga mengakibatkan kelumpuhan dan kematian nyamuk.(Naw et al., 2022), dan mengakibatkan kelumpuhan kemudian kematian serangga (Dong et al., 2014),

Seringnya penggunaan dan durasi paparan kelas insektisida ini telah berkontribusi pada terjadinya resistensi yang meluas pada populasi banyak serangga dan vektor penyakit.

Penggunaan bahan kimia yang berbeda secara heterogen ini telah menghasilkan pola resistensi yang sangat fokus dan dinamis, yang secara luas mencerminkan pergeseran longitudinal dalam kebijakan insektisida.(Li et al., 2021) Resistensi insektisida telah didefinisikan sebagai pengurangan, resistensi vektor terhadap insektisida telah dilaporkan berulang kali. Kemampuan insektisida untuk membunuh vektor yang terpapar insektisida tersebut ini dapat diukur dalam vektor menggunakan bioassay botol.(Nwankwo, 2021), bisa juga melalui tes tabung WHO. Namias et al., 2021. Tujuan Penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran tentang faktor risiko kejadian demam berdarah dan resistensi insektisida yang dibahas dalam kajian pustaka berdasarkan sumber literatur atau sejumlah artikel ilmiah.

METODE

Tinjauan sistematis dan meta-analisis ini mengikuti pernyataan Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis (PRISMA).(Moher et al., 2016) Kami meninjau penelitian yang diterbitkan yang melaporkan prevalensi resistensi insektisida pada *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Empat database, yaitu, Scencedirect, PubMed, Scopus, EbscoHost, Google scholar dan Embase, digunakan untuk meningkatkan kemampuan pencarian. Kata kunci pencarian dibuat dengan menggabungkan “*Aedes aegypti*” ATAU “*Aedes albopictus*”, “Organofosfat” ATAU “Organoklorin” ATAU “Pyrethroid,” dan Pengendalian pada Tahun 2016 hingga 2023. Dua pengulas secara terpisah mengekstraksi data, dan ketidaksepakatan diselesaikan melalui diskusi. Tingkat resistensi insektisida diekstraksi atau dihitung ulang dari artikel yang memenuhi syarat. Variabel berikut dimasukkan dalam analisis: nama penulis pertama dan tahun publikasi, masa studi, negara, metode bioassay, jenis insektisida, kelas insektisida.

HASIL

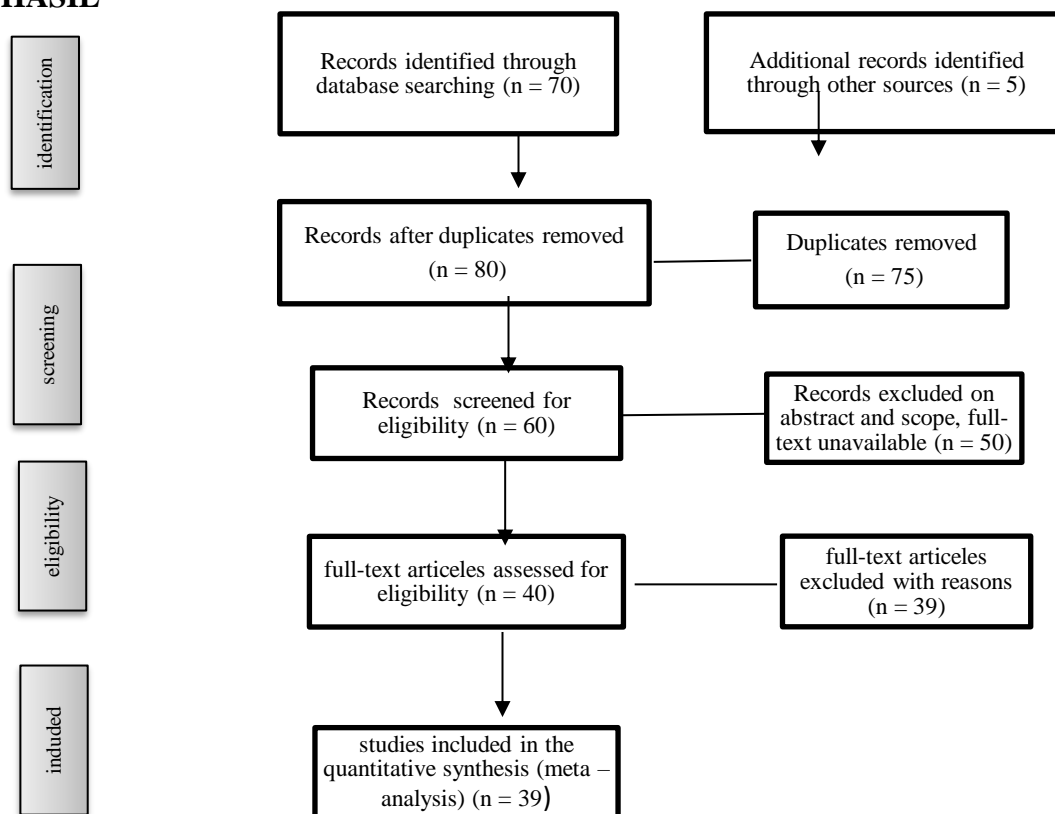


Figure 1. PRISMA flow diagram of article selection

Secara total, 70 publikasi diekstraksi dari database (Gambar 1). Tiga artikel tambahan direkrut dari sumber lain. Setelah menghapus duplikat dan artikel yang tidak memenuhi syarat, 39 artikel memenuhi kriteria inklusi kami untuk sintesis kualitatif dan meta-analisis.

Tabel 1.
 Distribusi Frekuensi artikel yang paling banyak diteliti berdasarkan jenis insektisida yang digunakan

	Spesies nyamuk		Jumlah
<i>Ae. Aegepty</i>	<i>Ae. Albopictus</i>		
19	17		36

Tabel 1, diketahui dari Tahun 2019 - 2022 artikel yang dijadikan literatur review sebanyak 36 artikel tentang spesies nyamuk, artikel paling banyak meneliti spesies nyamuk aedes aegepty sebanyak 19 artikel sedangkan artikel yang meneliti tentang spesies nyamuk aedes albopictus sebanyak 17 artikel.

Tabel 2.
 Distribusi Frekuensi artikel yang paling banyak di teliti berdasarkan jenis insektisida yang digunakan

No	Jenis Insektisida	Tahun				f	%
		2019	2020	2021	2022		
1	Malathion	5	1	3	7	16	50
2	Carbamat	0	0	1	0	1	3,125
3	DDT	1	0	0	1	2	6,25
4	Piretroid	2	0	1	5	8	25
5	Cypermethrin	1	0	0	2	3	9,37
6	Deltamethrin	0	0	0	1	1	3,125
7	Bio insektisida	0	0	0	1	1	3,125

Tabel 2, diketahui dari Tahun 2019 - 2022 artikel yang paling banyak di teliti berdasarkan jenis insektisida yang digunakan yaitu jenis insektisida golongan organo pospat atau malathion yaitu sebesar 50 % atau 16 artikel sedangkan artikel yang paling sedikit di teliti mulai dari tahun 2019 – 2022 yaitu insektisida golongan carbamate, deltamethrin dan bioinsektisida masing – masing berjumlah 3,125 % atau berjumlah 1 artikel penelitian.

Tabel 3.
 Distribusi Frekuensi Jenis insektisida yang paling banyak resisten terhadap spesies nyamuk

No	Jenis Insektisida	Spesies nyamuk		f	%
		Ae. Aegypti	Ae. Albopictus		
1	Malathion	4	1	5	31,25
2	Carbamat	0	0	0	0
3	DDT	0	1	1	6,25
4	Piretroid	1	0	1	6,26
5	Cypermethrin	1	0	1	6,27
6	Deltamethrin	2	3	5	3125
7	Bio insektisida	2	1	3	18,75

Berdasarkan data Tabel 3, diketahui pada jenis insektisida yang resisten terhadap nyaamuk *aedes aegypti* dan *aedes albopictus* yaitu golongan malathion dan deltamethrin masing – masing berjumlah 31,25% sedangkan insektisida yang paling kecil angka resistensinya terhadap nyamuk *aedes aegypti* dan *aedes albopictus* terdapat pada insiektisida golongan Carbamat dengan persentase 0%.

Tabel 4.
 Distribusi Frekuensi Jenis insektisida yang paling banyak digunakan terhadap spesies nyamuk

No	Jenis Insektisida	Spesies nyamuk		f	%
		Ae. Aegypti	Ae. Albopictus		
1	Malathion	3	1	4	23,52
2	Carbamat	0	0	0	0
3	DDT	0	1	1	5,88
4	Piretroid	1	1	2	11,76
5	Cypermethrin	1	0	1	5,88
6	Deltamethrin	1	4	5	29,41
7	Bio insektisida	2	2	4	23,52

Tabel 4, diketahui pada jenis insektisida yang paling digunakan terhadap spesies nyamuk *aedes aegypti* dan *aedes albopictus* yaitu golongan deltamethrin yaitu sebesar 29,41% sedangkan

insektisida yang paling kecil angka resistensinya terhadap nyamuk *aedes aegypti* dan *aedes albopictus* terdapat pada insektisida golongan Carbamat dengan persentase 0%.

PEMBAHASAN

Studi kami merangkum pola resistensi insektisida pada nyamuk spesies *Ae. aegypti* dan *Ae. Albopictus* yang mewakili masing – negara mulai dari benua eropa, asia dan afrika , terutama berfokus pada malathion, DDT, permethrin, carbamate, deltamethrin, piretroid dan bio insektisida yang paling sering digunakan untuk pengendalian vektor penyakit (Ortiz et al., 2022). Singkatnya, malathion adalah insektisida yang paling efektif terhadap *Ae. aegypti* di Asia, sedangkan permetrin dan deltametrin tetap berguna untuk mengendalikan *Ae. Albopictus* (Hennings, 2022). Hasil saat ini menggemakan penelitian sebelumnya di Riau Indonesia yang melaporkan bahwa *Aedes aegypti* resisten terhadap temephos. Itu juga menunjukkan bahwa orang dewasa nyamuk resisten terhadap malathion 5%. Berdasarkan uji aktivitas alfa esterase, sebagian besar nyamuk menunjukkan sangat sensitif sedangkan berdasarkan uji aktivitas beta esterase, sebagian besar nyamuk menunjukkan resistensi. (Dwi Lesmana et al., 2022). Sebaliknya, hasil penelitian menunjukkan bahwa permetrin dan deltametrin tetap efektif melawan *Ae. albopictus* di China, sementara itu, meluasnya penggunaan deltamethrin dan permethrin sebagai adulticides sebagai pengganti DDT dapat menjelaskan munculnya resistensi insektisida di China.(Wei et al., 2021)

Perbedaan dari artikel yang di teliti (Namias et al., 2021) karena kondisi pengujian standar seperti kondisi lingkungan, dosis paparan, dan jenis substrat berbeda secara dramatis dari yang dialami nyamuk di bawah kondisi lapangan, dampak tidak langsung dari resistensi insektisida dan/atau paparan pada umur panjang nyamuk, perkembangan patogen, perilaku mencari inang, dan keberhasilan pemberian darah berdampak pada penularan penyakit. Mengingat terbatasnya jumlah bahan aktif yang tersedia saat ini dan ketidaksesuaian yang diamati antara resistensi dan penularan penyakit, bahwa pedoman pengujian tambahan diperlukan untuk menentukan resistensi praktis kemanjuran alat pengendalian vektor di bawah kondisi lokal yang relevan untuk mendapatkan dampak program.

Mutasi yang tidak biasa (I1532T) ditemukan di *Ae. albopictus* di Cina oleh penelitian sebelumnya. Menurut penelitian yang berbeda, *Ae. albopictus* hanya ditemukan di Italia dengan variasi I1532T. Pada *AE. albopictus* juga ditemukan di Asia memiliki mutasi pada kodon 989 dan 1016, yang biasanya diamati pada *AE. aegypti*. Menurut penemuan ini, mutasi yang sama dapat mempengaruhi kedua spesies (Zhou et al., 2019). Mutasi titik paling sering pada kdr di *Ae. aegypti* adalah F1534C. Ketika dipasangkan dengan perubahan lain, mutasi ini memberikan resistensi terhadap permetrin dan deltametrin. Asia cenderung memiliki lebih banyak contoh mutasi V1016G daripada Amerika, dalam kasus yang jarang terjadi, telah ditemukan bahwa mutasi V1016G dan S989P bersamaan menghasilkan tingkat resistensi yang lebih tinggi, sebuah studi sebelumnya menemukan haplotipe mutan rangkap tiga (989P, 1016, dan 1534C), yang menunjukkan bahwa resistensi yang lebih kuat telah berevolusi. Asia membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi lokasi mutasi KDR yang penting untuk dampak fenotipik (Bisset et al., 2006).

Jika strain resisten mengambil alih populasi vektor, kemanjuran manajemen penyakit akan terganggu. Selain itu, ekologi dan ekosistem dapat dipengaruhi secara signifikan oleh insektisida(Mirzaei et al., 2023), di lapangan, strategi manajemen alternatif untuk mengurangi pertumbuhan populasi nyamuk dan penularan penyakit sedang dievaluasi *Ae. aegypti* yang telah dimodifikasi secara genetik dan terinfeksi *Wolbachia* telah diselidiki di banyak negara sebagai metode yang menjanjikan untuk mengurangi penularan demam berdarah (Turner et al.,

n.d.). Dalam sebuah studi terkontrol acak yang dilakukan di Yogyakarta, Indonesia, Utarini et al. menunjukkan bahwa *Ae. strain wMel aegypti* berhasil menurunkan dengue klinis dan rawat inap (Indriani et al., 2023).

Brasil dan Australia masing-masing melaporkan melihat bukti serupa (Martinez et al., 2022). Meskipun nyamuk yang terinfeksi *Wolbachia* telah berhasil diperkenalkan ke masyarakat, tidak diketahui apa efek penggunaan insektisida dan vektor yang terinfeksi *Wolbachia*. Di Yogyakarta, Tantowijoyo dkk. mengevaluasi populasi nyamuk dan resistensi pestisida di lokasi pengolahan dan pengendalian *Wolbachia*. Menurut temuan, yang menunjukkan tingkat resistensi pestisida yang sebanding pada kedua kelompok, studi *Wolbachia* mungkin tidak tercemar oleh resistensi insektisida (Lee et al., 2022). Pada saat ini, implementasi paralel dari strategi pengendalian inovatif dan perawatan insektisida sedang berlangsung. Oleh karena itu, pemantauan resistensi insektisida masih penting untuk pencegahan penyakit.

SIMPULAN

Resistensi insektisida, terutama resistensi malathion dan deltamethrin, didistribusikan secara luas di *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. *Aegypti* juga menunjukkan resistensi sedang terhadap deltamethrin. Malathion tetap efektif untuk kontrol *Ae. aegypti*, sedangkan deltamethrin dan permethrin efektif melawan *Ae. albopictus*. Tingkat mutasi F1534F, V1016G, dan S989P yang moderat pada *kdr* terdeteksi pada *Ae. aegypti*. Negara dan IPM memiliki efek yang berbeda pada heterogenitas analisis, menunjukkan bahwa resistensi insektisida di seluruh negara sangat bervariasi sehubungan dengan faktor ruang, waktu, dan sosial ekonomi. Sedangkan untuk negara disekitar wilayah Asia adalah hotspot utama untuk demam berdarah, Zika, dan chikungunya. Munculnya resistensi insektisida merupakan masalah kesehatan masyarakat yang koplek. Strategi pengendalian vektor terpadu yang dikombinasikan dengan teknik baru seperti penggunaan bio insektisida yang bisa diandalkan untuk mengurangi keberadaan vector penyakit yang kemungkinan kecil untuk vector penyakit seperti nyamuk bisa resisten dan sangat aman untuk lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Naeem, N.S., Abdul Rahman, N., 2022. Spatio-temporal clustering analysis using two different scanning windows: A case study of dengue fever in Peninsular Malaysia. *Spat Spatiotemporal Epidemiol* 41, 100496.
- Aboufadel, S., Mellouki, F., Ameur, B., *at al.*, 2018. First Report of Susceptibility Status of the Invasive Vector: *Aedes albopictus* to insecticides used in vector control in Morocco.
- Adedayo O. Odula Abiodun Obembe. (2021). Kerentanan Malathion dan Pirimiphosmethyl dari populasi nyamuk *Anopheles gambiae* yang resisten terhadap bendiocarb di perkotaan Lagos, Nigeria. Ahmad, S., Shazmin, Rafique, M., *at al.*, 2022. Organophosphates' Pollution Status and Their Remediation Through Microbial Interaction in the Twenty First Century 177–203.
- Ahmed, T., Hyder, M.Z., Liaqat, I., *at al.*, 2019. Climatic conditions: Conventional and nanotechnology-based methods for the control of mosquito vectors causing human health issues. *Int J Environ Res Public Health*.
- Azratul-Hizayu, T., Chen, C.D., Lau, *at al.*, 2022. Phenotypic profile of *Aedes albopictus* (Skuse) exposed to pyrethroid-based mat vaporizers and underlying detoxification mechanisms: A statewide report in Selangor, Malaysia. *Parasitol Int* 86.

- Bala, R., Kumar, M., Bansal, K., *at al.*, 2016. Ultrasensitive aptamer biosensor for malathion detection based on cationic polymer and gold nanoparticles. *Biosens Bioelectron* 85, 445–449.
- Benelli, G., Wilke, A.B.B., Bloomquist, *at al.*, 2021. Overexposing mosquitoes to insecticides under global warming: A public health concern? *Science of the Total Environment*.
- Bisset, J., Rodríguez, M.M., Fernández, D., 2006. Election Of Insensitive Acetylcholinesterase As A Resistance Mechanism In *Aedes Aegypti* From Santiago De Cuba.
- Chung, H.-H., Tsai, C.-H., Teng, *at al.*, 2022. The role of voltage-gated sodium channel genotypes in pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* in Taiwan. *PLoS Negl Trop Dis* 16, e0010780.
- Dong, K., Du, Y., Rinkevich, F., *at al.*, 2014. Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. *Insect Biochem Mol Biol* 50, 1–17.
- Dwi Lesmana, S., Maryanti, E., Susanty, *at al.*, 2022. Organophosphate Resistance in *Aedes aegypti*: Study from Dengue Hemorrhagic Fever Endemic Subdistrict in Riau, Indonesia, *Reports of Biochemistry & Molecular Biology*.
- Gan, S.J., Leong, Y.Q., bin Barhanuddin, *at al.*, 2021. Dengue fever and insecticide resistance in *Aedes* mosquitoes in Southeast Asia: a review. *Parasit Vectors*.
- Gómez-Govea, M.A., Ramírez-Ahuja, M. de L., *at al.*, 2022. Suppression of Midgut Microbiota Impact Pyrethroid Susceptibility in *Aedes aegypti*. *Front Microbiol* 13.
- Hennings, S.M., 2022. Insecticide Susceptibility and Resistance Detection in Insecticide Susceptibility and Resistance Detection in *Phlebotomus argentipes* Sandflies (Diptera: Psychodidae: Sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) Phlebotominae).
- Indriani, C., Tanamas, S.K., Khasanah, *at al.*, 2023. Impact of randomised wmel *Wolbachia* deployments on notified dengue cases and insecticide fogging for dengue control in Yogyakarta City. *Glob Health Action* 16.
- Lee, E., Nguyen, T.H., Nguyen, *at al.*, 2022. Transient Introgression of *Wolbachia* into *Aedes aegypti* Populations Does Not Elicit an Antibody Response to *Wolbachia* Surface Protein in Community Members. *Pathogens* 11.
- Li, H.-H., He, Z.-J., Xie, L.-M., *at al.*, 2021. Article Evaluation of Xpert Carba-R Assay for the Detection of Carbapenemase Genes in Gram-Negative Bacteria.
- Manikandan, S., Mathivanan, A., Bora, *at al.*, 2022. A Review on Vector Borne Disease Transmission: Current Strategies of Mosquito Vector Control. *Indian Journal of Entomology* 1–11.
- Martinez, J., Ross, P.A., Gu, X., *at al.*, 2022. Genomic and Phenotypic Comparisons Reveal Distinct Variants of *Wolbachia* Strain wAlbB. *Appl Environ Microbiol* 88.
- Mashudi, D.N., Ahmad, N., Said, S.M., 2022. Level of dengue preventive practices and associated factors in a Malaysian residential area during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study. *PLoS One* 17.

- Mirzaei, M., Gorji Anari, M., Saronjic, *at al.*, 2023. Environmental impacts of corn silage production: influence of wheat residues under contrasting tillage management types. *Environ Monit Assess* 195.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., *at al.*, 2016. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica* 20, 148–160.
- Namias, A., Jobe, N.B., Paaijmans, *at al.*, 2021. The need for practical insecticide-resistance guidelines to effectively inform mosquito-borne disease control programs. *Elife*.
- Naw, H., Vö, T.C., Lê, H.G., *at al.*, 2022. Knockdown Resistance Mutations in the Voltage-Gated Sodium Channel of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Myanmar. *Insects* 13.
- Nwankwo, A., 2021. Quantifying the impact of insecticide resistance in the transmission dynamics of malaria. *Chaos Solitons Fractals*.
- Ortiz, D.I., Piche-Ovares, M., Romero-Vega, *at al.*, 2022. The impact of deforestation, urbanization, and changing land use patterns on the ecology of mosquito and tick-borne diseases in central America. *Insects*.
- Rezende-Teixeira, P., Dusi, R.G., *at al.*, 2022. What can we learn from commercial insecticides? Efficacy, toxicity, environmental impacts, and future developments. *Environmental Pollution*.
- Sene, N.M., Mavridis, K., Ndiaye, *at al.*, 2021. Insecticide resistance status and mechanisms in *aedes aegypti* populations from senegal. *PLoS Negl Trop Dis* 15.
- Sparks, T.C., Crossthwaite, A.J., Nauen, *at al.*, 2020. Insecticides, biologics and nematicides: Updates to IRAC's mode of action classification - a tool for resistance management. *Pestic Biochem Physiol* 167.
- Trajer, A.J., 2021. *Aedes aegypti* in the Mediterranean container ports at the time of climate change: A time bomb on the mosquito vector map of Europe. *Heliyon* 7.
- Turner, H.C., Le Quyen, D., Dias, R., Huong, P.T., Simmons, C.P., Anders, K.L., n.d. An economic evaluation of *Wolbachia* deployments for dengue control in Vietnam.
- Velkoska-Markovska, L., Petanovska-Ilievska, B., 2020. Rapid Resolution Liquid Chromatography Method for Determination of Malathion in Pesticide Formulation. *Acta Chromatogr* 32, 256–259.
- Wei, Y., Zheng, X., He, S., Xin, X., *at al.*, 2021. Insecticide susceptibility status and knockdown resistance (kdr) mutation in *Aedes albopictus* in China. *Parasit Vectors* 14.
- WHO, 2022. Dengue and severe dengue [WWW Document]. URL <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue> (accessed 10.26.22).
- Zhou, X., Yang, C., Liu, N., *at al.*, 2019. Knockdown resistance (kdr) mutations within seventeen field populations of *Aedes albopictus* from Beijing China: First report of a novel V1016G mutation and evolutionary origins of kdr haplotypes. *Parasit Vectors* 12.

Zulfa, R., Lo, W.-C., Cheng, P.-C., *at al.*, 2022. Updating the Insecticide Resistance Status of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trop Med Infect Dis* 7, 306.