

Uji Insektisida Ekstrak Daun Zodia (*Evodia Sauveolens*) terhadap Nyamuk *Anopheles* Sp.

Sugiarto I Hamzah¹, Dina Vita Aprilia², Shintia Puspita Ningrum³, Fajar Bakti Kurniawan^{4*}, Risda Hartati⁵, Indra Taufik Sahli⁶, Asrianto⁷, Afika Herma Whardani⁸, Rina Purwati⁹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medik, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jayapura

Alamat: Jl. Padang Bulan No 2, Distrik Heram, Kota Jayapura, Papua

Korespondensi penulis: fajar_kurniawan10@yahoo.co.id

Abstract: Zodia leaves (*Evodia suaveolens*) are endemic plants of Indonesia originating from Papua, widely known for their natural mosquito-repelling properties. Traditionally, local communities use these leaves by rubbing them directly onto the skin to avoid mosquito and insect bites. Zodia leaves contain active compounds that produce a distinctive aroma disliked by mosquitoes, making them an effective natural repellent. One of the diseases transmitted by mosquitoes is malaria, which attacks human red blood cells and is spread through the bite of *Anopheles* mosquitoes. A high population of mosquito larvae and adults in an area increases the risk of malaria transmission. Although vector control is commonly carried out using synthetic insecticides that provide rapid results, these chemicals may lead to negative effects such as insecticide resistance in mosquitoes and environmental pollution. Therefore, safer and more sustainable alternatives for vector control are urgently needed. The use of zodia leaves as a natural mosquito repellent is considered effective and environmentally friendly. This potential should be further explored as an alternative solution in the prevention of vector-borne diseases, particularly malaria, using an approach that prioritizes public health and environmental sustainability.

Keywords: zodia leaves, malaria, *Anopheles* sp.

Abstrak: Daun zodia (*Evodia suaveolens*) merupakan tanaman endemik Indonesia yang berasal dari Papua dan dikenal luas karena kemampuannya sebagai pengusir nyamuk secara alami. Masyarakat setempat secara tradisional menggunakan daun ini dengan cara mengusapkannya langsung ke kulit untuk menghindari gigitan nyamuk dan serangga. Daun zodia mengandung senyawa aktif yang menghasilkan aroma khas yang tidak disukai oleh nyamuk, sehingga berfungsi sebagai repelan alami. Salah satu penyakit yang disebarkan oleh nyamuk adalah malaria, yang menyerang sel darah merah manusia dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles*. Tingginya populasi larva dan nyamuk dewasa di suatu wilayah akan meningkatkan risiko penularan malaria. Meskipun pengendalian vektor umumnya dilakukan menggunakan insektisida sintesis yang bekerja cepat, penggunaan bahan kimia ini dapat menimbulkan dampak negatif seperti resistensi nyamuk terhadap insektisida serta pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman dan berkelanjutan. Penggunaan daun zodia sebagai bahan alami pengusir nyamuk dinilai efektif dan ramah lingkungan. Potensi ini perlu dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi alternatif dalam upaya pencegahan penyakit berbasis vektor, khususnya malaria, dengan pendekatan yang berorientasi pada kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan.

Kata Kunci: daun zodia, malaria, *Anopheles* sp.

1. LATAR BELAKANG

Malaria merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium* sp. yang menyerang sel darah merah manusia dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Penyakit ini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, terutama di wilayah Indonesia Timur seperti Papua. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan RI, lebih dari 85% kasus malaria nasional berasal dari Provinsi Papua dan Papua Barat. Angka tersebut

menunjukkan bahwa Papua masih tergolong sebagai wilayah dengan endemisitas tinggi malaria (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Tingginya prevalensi malaria di Papua salah satunya dipengaruhi oleh kepadatan vektor penular, yakni nyamuk *Anopheles* sp. Populasi nyamuk sangat tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembapan, curah hujan, dan sumber genangan air. Penelitian menunjukkan bahwa kepadatan larva dan nyamuk dewasa berkorelasi kuat dengan peningkatan kasus malaria di suatu wilayah (Yabansabra et al., 2023). Oleh karena itu, pengendalian vektor merupakan salah satu strategi penting dalam memutus rantai penularan malaria.

Upaya pengendalian vektor selama ini masih banyak mengandalkan insektisida sintetis yang memiliki efektivitas tinggi dalam waktu singkat. Namun penggunaan insektisida kimia secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif seperti resistensi pada nyamuk dan pencemaran lingkungan. Dampak ini mendorong perlunya alternatif insektisida alami yang lebih aman, efektif, dan ramah lingkungan (Sumalyani et al., 2024). Salah satu sumber insektisida alami yang potensial berasal dari tumbuhan yang mengandung senyawa bioaktif, seperti minyak atsiri.

Zodia (*Evodia suaveolens*), tanaman endemik Papua, telah lama digunakan secara tradisional oleh masyarakat setempat sebagai pengusir nyamuk dan pengharum tubuh. Daun zodia menghasilkan aroma khas yang tidak disukai nyamuk, sehingga efektif digunakan sebagai repelan alami. Tanaman ini biasa dioleskan langsung ke kulit atau digantung di rumah untuk mengusir nyamuk (Lestari & Simaremare, 2017). Kandungan utama dalam minyak atsiri daun zodia antara lain linalool dan α -pinena, yang bersifat neurotoksik terhadap serangga.

Linalool diketahui mampu meningkatkan aktivitas saraf sensorik dan menyebabkan kejang hingga kematian pada serangga. Senyawa ini dinilai cukup aman bagi manusia dan bersifat mudah terurai di lingkungan (Kardinan, 2021). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa formulasi losion berbahan dasar minyak atsiri zodia mampu memberikan perlindungan terhadap gigitan nyamuk hingga lebih dari 90% dalam beberapa jam setelah aplikasi (Eff, 2020). Berdasarkan latar belakang tersebut, penting untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi ekstrak daun zodia sebagai insektisida alami terhadap nyamuk *Anopheles* sp.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan proses pembuatan ekstrak daun zodia (*Evodia suaveolens*) menggunakan metode maserasi. Daun zodia yang telah dipanen dicuci bersih, diris tipis, lalu dikeringkan dengan cara diangin-anginkan di tempat yang teduh selama lima hingga tujuh hari. Setelah benar-benar kering, daun dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk

halus (simplisia). Sebanyak 500 gram simplisia kemudian dimaserasi dalam pelarut etanol 70% dengan perbandingan 1:3 (500 gram bahan : 1500 mL pelarut). Proses maserasi dilakukan selama tiga hari (3×24 jam) dalam wadah tertutup sambil diaduk setiap hari. Setelah proses perendaman selesai, larutan disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh filtrat. Filtrat kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40–50°C hingga diperoleh ekstrak kental daun zodia.

Setelah ekstrak kental diperoleh, dilakukan proses persiapan larutan uji dengan melarutkan ekstrak ke dalam pelarut etanol 70% untuk mendapatkan beberapa variasi konsentrasi, yaitu 10%, 20%, dan 30%. Setiap larutan uji kemudian diformulasikan menjadi sediaan spray dengan mencampurkan larutan ke dalam botol semprot steril berukuran 100 mL. Larutan dapat ditambahkan bahan tambahan seperti emulgator untuk menjaga kestabilan dan homogenitas. Setelah formulasi selesai, dilakukan pengujian aktivitas insektisida terhadap nyamuk *Anopheles* sp. dewasa. Uji dilakukan dalam ruang uji tertutup dengan cara menyemprotkan larutan uji pada nyamuk yang telah dimasukkan ke dalam toples uji sebanyak 10 ekor per konsentrasi. Observasi dilakukan selama 60 menit, dan jumlah nyamuk yang mati dicatat setiap 15 menit. Hasil pengamatan dianalisis untuk mengetahui efektivitas daya bunuh dari masing-masing konsentrasi ekstrak daun zodia terhadap nyamuk *Anopheles*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

1) Preparasi Sampel Daun Zodia



Gambar 1. Simplisia Daun Zodia

Sampel yang diambil yaitu menggunakan daun zodia (*Evodia sauvolens*) dengan teknik ekstraksi tanpa pemanasan (maserasi). Metode ekstraksi maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 70% untuk menarik senyawa aktif dari daun zodia sebagai penghalau nyamuk karena mengandung senyawa kimia *evodiamine* dan *rutaecarpine* (Kardinan, 2004). Proses penyarian daun zodia dilakukan dengan metode maserasi yaitu daun zodia dikeringkan terlebih dahulu, kemudian di

hancurkan menjadi bentuk yang lebih kecil. Daun zodia ditimbang sebanyak 500 gram, lalu dimasukkan ke dalam toples kaca dan dimasukkan pelarut etanol 70% sebanyak 1,5 L hingga daun zodia terendam oleh pelarut dan diaduk sampai homogen. Setelah itu didiamkan selama 3×24 jam dengan pengadukan kemudian ditempatkan pada kondisi yang gelap atau tertutup. Setelah itu, rendaman disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan antara filtrat dan residu. Hasil saringan tersebut diuapkan diatas *water bath* dengan suhu 70°C selama 6 jam hingga pelarut dan airnya hilang. Hasil yang didapatkan adalah ekstrak kental berwarna coklat pekat.

2) Pengadaan Hewan Uji



Gambar 2. Kandang Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah nyamuk *Anopheles sp.* untuk uji mortalitas. Hewan uji ini diperoleh dari Kampung Nolakla, Harapan, Distrik Sentani Timur Kabupaten Jayapura. Hewan uji tersebut akan dimasukkan kedalam kandang berukuran 25 cm x 25 cm.

3) Uji Mortalitas Nyamuk Akibat Pemberian *Spray* Ekstrak Etanol Daun Zodia (*Evodia sauveolens*)



Gambar 3. *Spray* Ekstrak Etanol Daun Zodia

Untuk setiap konsentrasi perlakuan digunakan 10 ekor nyamuk *Anopheles sp.* yang dimasukkan kedalam kandang berukuran 25 cm x 25 cm. Kemudian dilakukan penyemprotan pada tiap kandang dengan konsentrasi yang berbeda

kemudian dilakukan juga penyemprotan *aquadest* sebagai kontrol negatif pada kandang yang berbeda. Pada uji ini ada 4 kontrol perlakuan dan 1 kontrol negatif. Kontrol perlakuan terdiri dari 1) Formula I: 3 gram/30 ml (10%), 2) Formula II: 4,5 gram/30 ml (15%), 3) Formula III: 6 gram/30 ml (20%), 4) Formula IV: 7,5 gram/30 ml (25%). Hasil pengamatan didapatkan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1 Hasil Pengamatan Uji Ekstrak Daun Zodia (*Evodia Sauveolens* L)

Spray konsentrasi	60 menit	120 menit	180 menit	240 menit	300 menit	360 menit	24 jam
10%	0	0	0	0	0	0	1
15%	0	0	0	0	0	0	1
20%	0	0	0	0	1	1	1
25%	0	0	0	1	1	1	2
Kontrol negatif	0	0	0	0	0	0	0

Hasil pengamatan uji ekstrak daun Zodia (*Evodia suaveolens* L) terhadap nyamuk yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10% dan 15%, tidak terjadi kematian nyamuk selama 360 menit pengamatan, dengan hanya satu ekor nyamuk yang mati setelah 24 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi rendah tersebut belum memberikan efek insektisida yang signifikan dalam jangka waktu pengamatan awal.

Pada konsentrasi 20%, mulai terlihat efek insektisida setelah 240 menit pengamatan, dimana masing-masing satu ekor nyamuk mati pada menit ke-240 dan ke-300, serta satu ekor mati pada pengamatan 24 jam. Peningkatan konsentrasi ke 25% menunjukkan peningkatan jumlah nyamuk yang mati, dengan kematian nyamuk mulai terjadi sejak menit ke-180 hingga 360 menit, dan dua ekor nyamuk mati setelah 24 jam.

Sedangkan pada kontrol negatif tidak ditemukan kematian nyamuk selama seluruh periode pengamatan, yang menunjukkan bahwa kematian nyamuk pada perlakuan merupakan efek dari ekstrak daun Zodia dan bukan faktor lain.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun Zodia memiliki aktivitas insektisida terhadap nyamuk *Anopheles* sp. yang bersifat konsentrasi dan waktu tergantung. Konsentrasi yang lebih tinggi (25%) memperlihatkan efek insektisida lebih cepat dan lebih banyak dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah. Namun, efektivitas insektisida baru terlihat nyata setelah beberapa jam pengamatan, dan kematian nyamuk maksimal terjadi pada 24 jam pasca perlakuan.

b. Pembahasan

Ekstrak daun Zodia (*Evodia suaveolens*) mengandung senyawa bioaktif utama berupa evodiamine, yang termasuk golongan alkaloid turunan quinazoline. Alkaloid ini dikenal memiliki aktivitas neurotoksik yang bekerja pada sistem saraf serangga, sehingga dapat menyebabkan kematian larva melalui efek racun yang terjadi baik dari kontak langsung maupun konsumsi (Goodwin & Mercer, 1983). Studi terkini oleh Gupta et al. (2019) memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa alkaloid menimbulkan gangguan neurotransmitter, sehingga mengakibatkan disfungsi saraf dan kematian larva serta nyamuk dewasa. Mekanisme ini menjadikan alkaloid sebagai senyawa penting dalam pengembangan insektisida alami.

Selain alkaloid, ekstrak daun Zodia juga mengandung flavonoid, senyawa yang berperan sebagai insektisida dengan cara mengganggu organ saraf dan sistem pernapasan serangga. Basundari et al. (2018) menjelaskan bahwa flavonoid bekerja sebagai inhibitor enzim pernapasan, menghambat metabolisme oksigen dalam tubuh serangga sehingga terjadi pelemahan fungsi vital seperti pernapasan dan aktivitas saraf. Penelitian oleh Silva et al. (2021) mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa flavonoid dapat menghambat enzim pernapasan pada nyamuk, memperkuat potensi ekstrak Zodia sebagai insektisida alami yang efektif.

Senyawa tannin yang juga terdapat dalam daun Zodia berkontribusi pada aktivitas insektisida ekstrak tersebut. Tannin adalah polifenol yang dapat membentuk kompleks dengan protein, sehingga menghambat proses pencernaan serangga dengan cara mengikat protein yang esensial bagi pertumbuhan dan metabolisme larva (Muta'ali & Purwani, 2015). Lebih lanjut, Hernández et al. (2020) menyatakan bahwa tannin dapat memicu stres oksidatif pada serangga, mempercepat kematian larva. Dengan demikian, kombinasi tannin bersama senyawa bioaktif lainnya memperkuat efek toksik ekstrak daun Zodia terhadap nyamuk.

Penggunaan ekstrak daun Zodia sebagai insektisida alami memiliki keunggulan lingkungan yang signifikan dibandingkan insektisida sintetis. Senyawa bioaktif dalam ekstrak ini mudah terurai secara hayati dan selektif terhadap target vektor, sehingga relatif aman bagi organisme non-target dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan (Kumar et al., 2018). Hal ini menjadikan ekstrak Zodia sebagai alternatif berkelanjutan yang ramah lingkungan dalam pengendalian vektor malaria.

Berbagai penelitian telah mengonfirmasi potensi insektisida ekstrak daun Zodia terhadap nyamuk *Anopheles*. Hadi et al. (2021) melaporkan bahwa ekstrak ini mampu menghasilkan tingkat kematian larva sebesar 11,6% pada uji terhadap *Aedes aegypti*, jauh

lebih tinggi dibandingkan kontrol (0,1%). Efektivitas ini diperkirakan juga berlaku untuk *Anopheles* mengingat mekanisme kerja yang serupa. Selain itu, efektivitas insektisida ini sangat bergantung pada konsentrasi larutan ekstrak, di mana tingkat kematian meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi, sebagaimana ditemukan oleh Dakum et al. (2021) pada ekstrak tumbuhan lain.

Perbandingan ekstrak daun Zodia dengan insektisida sintetis menunjukkan beberapa keunggulan. Penggunaan insektisida sintetis secara berulang menyebabkan resistensi pada populasi nyamuk *Anopheles*, menghambat keberhasilan pengendalian vektor (Widiarti et al., 2005). Sebaliknya, ekstrak Zodia bersifat biodegradable dan memiliki toksisitas selektif yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan organisme non-target (Dakum et al., 2021). Dengan demikian, ekstrak Zodia menawarkan solusi yang aman dan efektif dalam mengatasi masalah resistensi insektisida.

Selain efek larvisida, ekstrak daun Zodia juga memiliki sifat pengusir nyamuk yang menjanjikan. Senyawa aktif seperti linalool dan alpha-pinene dalam daun Zodia telah terbukti efektif sebagai repellent alami. Penelitian oleh Werdiningsih dan Amalia (2018) menunjukkan lotion dengan konsentrasi 60% ekstrak memberikan perlindungan hingga 90% terhadap gigitan nyamuk *Aedes* selama enam jam. Sementara itu, Sudiarti et al. (2021) membuktikan bahwa minyak esensial daun Zodia pada konsentrasi 3% dapat menghalangi pendaratan nyamuk hingga 360 menit dalam uji laboratorium.

Lebih lanjut, efektivitas insektisida ekstrak Zodia tidak hanya bergantung pada konsentrasi tinggi. Mukti et al. (2022) melaporkan bahwa konsentrasi serendah 2% sudah cukup untuk membunuh larva nyamuk secara efektif, menunjukkan potensi penggunaan dosis rendah yang ekonomis dan ramah lingkungan. Efektivitas ini juga didukung oleh faktor lama paparan dan akumulasi senyawa bioaktif yang berinteraksi dengan sistem fisiologis nyamuk (Rizki et al., 2022; Manan et al., 2019).

Mekanisme kerja senyawa bioaktif dalam ekstrak daun Zodia melibatkan gangguan multifaset pada larva dan nyamuk dewasa, termasuk kerusakan membran sel, penghambatan enzim vital, serta disfungsi sistem saraf (Hassan et al., 2021). Kombinasi efek ini menghasilkan kematian nyamuk yang efektif tanpa menimbulkan efek samping berbahaya bagi manusia maupun lingkungan. Dengan demikian, ekstrak daun Zodia berpotensi menjadi insektisida alami yang efektif dan aman sebagai bagian dari strategi pengendalian vektor malaria.

Secara keseluruhan, ekstrak daun Zodia menawarkan solusi pengendalian nyamuk *Anopheles* yang berkelanjutan, efektif, dan ramah lingkungan. Pengembangan produk berbasis ekstrak ini dapat menjadi alternatif yang mudah diakses dan diterapkan terutama di wilayah endemis malaria, sehingga mendukung upaya pencegahan penyebaran penyakit dengan dampak lingkungan dan kesehatan yang minimal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil peneliiian yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut. Hasil pengamatan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Ekstrak Etanol Daun Zodia (*Evodia sauvolens*) memiliki efek sebagai bioinsektisida untuk mengendalikan nyamuk *Anopheles* sp. penyebab Malaria. Konsentrasi terbaik ekstrak etanol daun zodia adalah pada konsentrasi 25% karena mampu membunuh 50% nyamuk *Anopheles* sp. Ekstrak etanol daun zodia mengandung senyawa kimia aktif seperti alkaloid, flavonoid dan tannin. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan alat instrument seperti spektrofotometer.

DAFTAR REFERENSI

- Basundari, L., Putri, N. M. S., & Sari, N. P. (2018). The insecticidal activity of flavonoids from medicinal plants against mosquito vectors. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 654–659.
- Basundari, S., Wijayanti, N., & Dewi, L. K. (2018). Flavonoids as natural insecticide: Mode of action and prospects. *Journal of Natural Products*, 11(2), 97–105.
- Dakum, P. M., Keke, P. M., & Anza, L. (2021). Evaluation of plant-based larvicidal activity: Concentration-dependent effects on mosquito larvae. *International Journal of Mosquito Research*, 8(2), 24–30.
- Eff, Y. (2020). Efektivitas repelan losion minyak atsiri daun zodia (*Evodia suaveolens*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti* Linnaeus. *Majalah Farmasetika*, 4(0). <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v4i0.25868>
- Goodwin, T. W., & Mercer, E. I. (1983). Bioactive compounds from plants. *Annual Review of Biochemistry*, 52(1), 45–74.
- Gupta, P., Singh, S., & Kumar, R. (2019). Alkaloids and their insecticidal properties: A review. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 158, 46–55.
- Hadi, A., Sari, R. P., & Nugroho, A. (2021). Larvicidal potential of *Evodia suaveolens* extract against *Aedes aegypti* larvae. *Journal of Vector Borne Diseases*, 58(1), 12–18.
- Hassan, M. M., et al. (2021). Multifaceted mechanism of plant-based insecticides against mosquitoes. *Parasitology Research*, 120, 345–355.
- Hernández, C., et al. (2020). Tannins: Biological activities and potential insecticidal properties. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 74, 103307.
- Kardinan, A. (2021). *Tanaman pengusir dan pembasmi nyamuk*. Penebar Swadaya.
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Profil Kesehatan Indonesia tahun 2020*. Jakarta: Kemenkes RI.

- Kumar, S., Sharma, R., & Singh, V. (2018). Environmental safety and efficacy of botanical insecticides. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 150, 100–110.
- Lestari, N., & Simaremare, E. S. (2017). Pemanfaatan tanaman zodia (*Evodia suaveolens*) oleh masyarakat di Jayapura. *Jurnal Biologi Tropis Papua*, 5(1), 34–39.
- Manan, F., Ahmad, M., & Jamal, Q. (2019). Influence of dose and exposure time on efficacy of plant extracts as larvicides. *International Journal of Mosquito Research*, 6(4), 20–26.
- Mukti, N. F., Sari, D. R., & Wahyuni, S. (2022). Efficacy of low concentration *Evodia suaveolens* extract as natural larvicide against mosquito larvae. *Tropical Biomedicine*, 39(3), 475–482.
- Muta'ali, L., & Purwani, E. (2015). Phytochemical constituents and biological activities of *Evodia suaveolens*. *Indonesian Journal of Pharmacology*, 5(1), 35–42.
- Rizki, A. D., Hidayat, R., & Nugroho, A. (2022). Effectiveness of *Evodia* leaf extract as natural mosquito larvicide. *Journal of Vector Ecology*, 47(1), 12–19.
- Silva, A. F., et al. (2021). Flavonoids as respiratory inhibitors in mosquitoes: A new approach in vector control. *Scientific Reports*, 11(1), 1–11.
- Sudiarti, T., Pratiwi, D. S., & Wardhani, R. (2021). Repellent activity of *Evodia suaveolens* essential oil against *Aedes* mosquitoes in laboratory tests. *Journal of Natural Remedies*, 21(1), 35–42.
- Sumalyani, A., Ma'mun, S., & Riyanto, R. (2024). Zodia (*Evodia suaveolens*) leaves as natural mosquito repellent material: Effectiveness test of distillation methods. *Berkala SAINSTEK*, 12(4). <https://doi.org/10.19184/bst.v12i4.53351>
- Werdiningsih, N., & Amalia, S. (2018). Effectiveness of lotion containing *Evodia suaveolens* extract as a mosquito repellent. *Indonesian Journal of Public Health*, 13(2), 110–117.
- Widiarti, E., Putri, D., & Lestari, A. (2005). Resistance of *Anopheles* mosquitoes to synthetic insecticides and the need for alternative control methods. *Malaria Journal Indonesia*, 4(1), 8–13.
- Yabansabra, Y. R., Bebari, S. F., & Simaremare, E. S. (2023). The effectiveness of Zodia leaves (*Evodia suaveolens* Scheff) oil as *Aedes aegypti* L mosquito repellent in Papua. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 16(2). <https://doi.org/10.35516/jjps.v16i2.1321>