

Aktivitas Larvasida *Eco-Enzyme* Berbasis Limbah Kulit Jeruk Siam (*Citrus nobilis*)

Made Indriyani Dwiymi¹, Pande Ayu Naya Kasih Permatananda^{2*}, Erly Sintya³, Asri Lestarini³, I Gde Suranaya Pandit⁴

¹ Program Studi Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Warmadewa, Kota Denpasar, Bali 80239, Indonesia

² Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Warmadewa, Kota Denpasar, Bali 80239, Indonesia

³ Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Warmadewa, Kota Denpasar, Bali 80239, Indonesia

⁴ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa, Kota Denpasar, Bali 80239, Indonesia

*Corresponding author: nayakasih@gmail.com



©2026. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Info Artikel: Diterima 26 September 2025 ; Direvisi 10 Januari 2026 ; Disetujui 13 Januari 2026

Tersedia online : 19 Januari 2026 ; Diterbitkan secara teratur : Februari 2026



Cara sitasi: Dwiymi MI, Permatananda PANK, Sintya E, Lestarini A, Pandit IGS. Aktivitas Larvasida *Eco-Enzyme* Berbasis Limbah Kulit Jeruk Siam (*Citrus nobilis*). Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2026 Feb;25(1):49-54. <https://doi.org/10.14710/jkli.77435>.

ABSTRAK

Latar belakang: Demam Berdarah Dengue (DBD) termasuk dalam masalah kesehatan kompleks dengan angka kematian yang tinggi. Penatalaksanaan yang adekuat hingga saat ini belum optimal, sehingga modalitas yang tersisa adalah pencegahan. Namun program pencegahan konvensional melalui gerakan 3M+ termasuk penggunaan larvasida konvensional belum sepenuhnya efektif menekan kejadian DBD. Salah satu alternatif yang potensial adalah pemanfaatan larvasida berbahan limbah organik yaitu *eco-enzyme*. Riset ini memiliki tujuan untuk menganalisis potensi aktivitas larvasida dari *eco-enzyme* berbasis limbah kulit jeruk siam.

Metode: Metode eksperimental berbasis *post-test only controlled group* dengan subjek penelitian berupa larva *Aedes aegypti* instar III yang masih bergerak aktif. Larva instar I dan II, larva mati, serta larva yang sudah berubah menjadi pupa dieksklusi. Uji larvasida dilakukan pada empat kelompok perlakuan dengan konsentrasi *eco-enzyme* sebesar 1,5%, 3%, 9%, dan 27%, serta satu kelompok kontrol tanpa pemberian *eco-enzyme*. Analisis dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang hidup dan mati. Data dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis jika data tidak terdistribusi normal, kemudian dilanjutkan dengan analisis Probit untuk menentukan efektivitas larvasida.

Hasil: Semakin tinggi konsentrasi *eco-enzyme* limbah kulit jeruk siam, maka angka mortalitas larva *Aedes aegypti* juga makin tinggi. Konsentrasi tertinggi yang diberikan adalah 27 % dengan hasil kematian total larva *Aedes aegypti* sebanyak 60 larva (100%). Sebaliknya, pada konsentrasi 1,5%, tidak ditemukan kematian larva (0%). Pada kelompok kontrol tanpa pemberian *eco-enzyme* juga tidak terdapat kematian larva *Aedes aegypti*. Uji analisis menemukan bahwa setiap konsentrasi perlakuan terhadap larva *Aedes aegypti* memiliki efek yang signifikan ($P < 0,05$), dengan nilai LC_{50} sebesar 6,77 % dan LC_{99} adalah 13,72 %.

Simpulan: *Eco-enzyme* dengan bahan dasar limbah kulit jeruk siam memiliki potensi aktivitas larvasida untuk larva *Aedes aegypti*.

Kata kunci: Dengue; *Aedes aegypti*; Larvasida; *Eco-enzyme*; Kulit jeruk

ABSTRACT

Title: Larvicide Activity of Eco-enzyme Derived From Siamese Orange Peel Waste (*Citrus nobilis*)

Background: Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a complex health problem with a high mortality rate. Adequate management has not been optimal to date, so the remaining modality is prevention. However, conventional prevention programs through the 3M+ movement, including the use of conventional larvicides, have not been fully effective in suppressing the incidence of dengue fever. One potential alternative is the use of organic waste-based larvicides, namely eco-enzymes. This research aims to analyze the potential larvicidal activity of eco-enzymes made from Siamese orange peel waste.

Method: This study employed an experimental method with a post-test only controlled group design. The research subjects were actively moving *Aedes aegypti* larvae at the third instar stage. Larvae at instar I and II, dead larvae, and larvae that had developed into pupae were excluded. The larvicidal test was conducted on four treatment groups with eco-enzyme concentrations of 1.5%, 3%, 9%, and 27% as well as one control group without eco-enzyme exposure. Analysis was carried out by counting number of live and dead larvae. Data were analyzed using Kruskal Wallis if not normally distributed, followed by Probit analysis to determine larvicidal effectiveness.

Result: The higher the concentration of eco-enzyme from Siamese orange peel waste, the higher the mortality rate of *Aedes aegypti* larvae. The highest concentration administered was 27%, resulting in a total of 60 dead *Aedes aegypti* larvae (100%). Conversely, at a concentration of 1.5%, no larval deaths were observed (0%). In the control group without eco-enzyme administration, there were also no deaths of *Aedes aegypti* larvae. The analysis test found that each treatment concentration against *Aedes aegypti* larvae had a significant effect ($P < 0.05$), with an LC50 value of 6.77% and an LC99 value of 13.72%.

Conclusion: Eco-enzyme derived from Siamese orange peel waste (*Citrus nobilis*) has potential larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae.

Keywords: Dengue; *Aedes aegypti*; Larvasida; Eco-enzyme; Citrus peel

PENDAHULUAN

Berada dekat dengan khatulistiwa, iklim tropis yang dimiliki Indonesia sangat mendukung keanekaragaman hayati dan makhluk hidup di nusantara. Hal ini tentu menimbulkan berbagai dampak, salah satunya menyebabkan Indonesia menjadi negara dengan risiko infeksi penyakit yang tinggi, terutama demam berdarah dengue (DBD).¹ DBD merupakan penyakit infeksi yang menular melalui vektor artropoda penghisap darah (nyamuk). Virus ini dikenal sebagai *arthropoda-borne-viruses* (*arboviruses*) dan nyamuk *Aedes aegypti* telah dikenal sebagai penyebar 4 jenis *arboviruses*, yaitu virus penyebab *yellow fever*, zika, dengue, dan chikungunya. Vektor akan terinfeksi seumur hidupnya akibat menghisap darah vertebrata yang memiliki virus dengue dan virus akan berkembang di dalam tubuh vektor tanpa menimbulkan penyakit.^{2,3}

Di Indonesia, DBD merupakan masalah kesehatan yang sangat kompleks. Provinsi Bali memiliki kejadian DBD yang cukup tinggi mencapai 61,3 per 100.000 penduduk pada tahun 2021.⁴ Pada akhir 2022 jumlah kasus DBD di Indonesia mencapai 143.000 dengan 5.761 kasus di Bali.⁵ Beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya penyebaran virus DBD di Bali, mencakup faktor geografis, perilaku vektor, mobilitas masyarakat, iklim, dan jumlah penduduk. Kepadatan pemukiman yang tinggi, perilaku vektor yang aktif menggigit dan berkembang biak, mobilitas masyarakat terutama wisatawan, serta jumlah penduduk yang padat khususnya di pusat-pusat wisata meningkatkan potensi penyebaran demam berdarah yang tinggi.⁶

Penatalaksanaan DBD hingga saat ini belum optimal sehingga upaya pencegahan menjadi langkah yang strategis dalam manajemen DBD. Berbagai cara dapat dilakukan, seperti gerakan 3M plus, berupa menguras, menutup, memanfaatkan kembali atau mendaur ulang dan menabur larvasida.^{7,8} Penggunaan larvasida diupayakan untuk mengendalikan vektor. Menurut penelitian Istiana tahun 2015, larvasida dengan kandungan dosis 0,1 g/l methopren efektif untuk membunuh 50% dan dosis 1,704 g/l pyriproksifen efektif membunuh 90% larva *Aedes aegypti*. Namun, penggunaan larvasida atau abate hingga saat ini belum optimal dalam pengendalian vektor dengue. Sehingga perlu mencari larvasida alternatif, salah satunya dengan memanfaatkan limbah organik yang berasal dari kulit buah ataupun sayur.⁹

Proses fermentasi sampah organik dengan gula dan air menghasilkan suatu larutan serbaguna yang disebut *eco-enzyme*, yang dikemukakan pertama kali oleh ahli dari Thailand.¹⁰ Penelitian yang dilakukan oleh Vama & Cherekar pada tahun 2020 berhasil membuktikan bahwa *eco-enzyme* memiliki efek dalam bidang kesehatan, termasuk sebagai antibakteri, antijamur, dan agen pembersih.¹¹ Namun efek *eco-enzyme* terhadap larvasida masih belum banyak diteliti. Penelitian oleh Hariyo *et al.*, pada tahun 2024 menyebutkan bahwa *eco-enzyme* yang berasal dari limbah organik dapat membunuh larva *Aedes aegypti* dengan bermacam konsentrasi, mulai dari 2% hingga 30%.¹²

Bahan baku *eco-enzyme* berasal dari limbah domestik rumah tangga, seperti sisa sayur dan buah. Bali merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan produksi limbah yang tinggi hingga 4.281 ton per hari, yang

hampir 60% di antaranya berupa sampah organik.¹³ Bali memiliki perkebunan jeruk siam dengan sentra produksi terbesar berada di Kintamani dengan hasilnya mencapai 2.532.062 pada tahun 2019.¹⁴ Produksi pertanian yang tinggi ini tentunya mendorong limbah yang melimpah juga, sehingga eksplorasi potensi pemanfaatan limbah dinilai penting sebagai bagian dari upaya *zero waste system*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi *eco-enzyme* berbasis limbah kulit jeruk siam (*Citrus nobilis*) sebagai larvasida alternatif dalam pencegahan demam berdarah dengue.

MATERI DAN METODE

Riset eksperimental berbasis *posttest only control group design* dilakukan dengan subjek penelitian adalah larva *Aedes aegypti* instar III yang didapat dari laboratorium penelitian Universitas Warmadewa dengan kriteria inklusi berupa larva *Aedes aegypti* instar III yang masih bergerak aktif. Larva *Aedes aegypti* instar I dan II, larva mati dan yang berubah menjadi pupa dikeluarkan dari penelitian. Sampel dipilih dengan *random sampling* dan besar sampel ditetapkan sebanyak 20 larva *Aedes Aegypti* instar III disetiap konsentrasi larutan uji dan kontrol. Penentuan besar sampel penelitian ditentukan dari rekomendasi WHO.¹⁵

Bahan dan alat yang digunakan meliputi larva *Aedes aegypti*, *eco-enzyme* (limbah kulit jeruk siam) dan air. Alat yang diperlukan adalah wadah plastik, labu takar, pipet ukur, dan kantong plastik, lidi, pengaduk, beker glass, dan neraca.

Penelitian dilakukan di laboratorium penelitian Universitas Warmadewa dengan variabel terkontrol meliputi umur larva, PAM, tempat hidup, kepadatan larva, jumlah air, suhu, dan kelembababan.

Prosedur penelitian meliputi:

1. Pembuatan *Eco-enzyme*

Pembuatan *eco-enzyme* dimulai dari menuangkan air ke dalam ember dengan menambahkan molase (gula merah) lalu diaduk hingga larut dan tercampur rata. Setelah tercampur rata masukkan kulit jeruk siam yang telah dipotong kecil-kecil sambil diremas dan dicampur rata. Jika semua bahan telah tercampur dengan sempurna, ember ditutup hingga tidak ada udara yang bisa masuk. Dilakukan fermentasi selama 3 bulan. Tutup ember dapat dibuka sebanyak 2-3 kali dalam hitungan detik selama prosedur perlakuan untuk pembuangan gas yang terbentuk.

2. Pengujian Larvasida

Pengujian larvasida dilakukan pada 5 kelompok berbeda, yaitu 4 kelompok dengan konsentrasi *eco-enzyme* 1,5%, 3%, 9%, dan 27% serta 1 kelompok tidak diberikan *eco-enzyme*. Sebanyak 20 larva dimasukkan ke dalam setiap wadah yang telah diberikan konsentrasi *eco-enzyme* yang berbeda sesuai kelompok uji. Larva akan dibiarkan selama 24 jam tanpa diberikan makanan dan larva yang tidak bergerak (mati) setelah 24 jam pada semua wadah uji akan dicatat untuk dianalisis secara statistik. Replikasi dilakukan sebanyak 3 kali.

Uji statistik Analisis Varian (ANOVA) dilaksanakan untuk menganalisis efek pemberian *eco-enzyme* limbah kulit jeruk siam terhadap kematian *Aedes aegypti* L. antar kelompok uji, dengan syarat data memiliki distribusi normal. Jika tidak normal, maka uji alternatif yaitu uji Kruskal Wallis berlaku. Untuk mendapatkan efektivitas *eco-enzyme* kulit jeruk siam terhadap larva *Aedes aegypti* L. berupa LC₅₀ dan LC₉₉ digunakan uji Analisis Probit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini menggunakan larvasida yang terbuat dari *eco-enzyme* limbah kulit jeruk siam dengan menggunakan 4 varian konsentrasi, yaitu 1,5%, 3%, 9%, dan 27%. Sebagai pembandingan atau kontrol, digunakan aquades. Sebanyak 20 larva dimasukkan ke dalam setiap wadah yang telah diberikan konsentrasi *eco-enzyme* yang berbeda sesuai kelompok uji. Larva akan dibiarkan selama 24 jam tanpa diberikan makanan dan larva yang tidak bergerak (mati) setelah 24 jam pada semua wadah uji akan dicatat. Replikasi dilakukan sebanyak 3 kali.

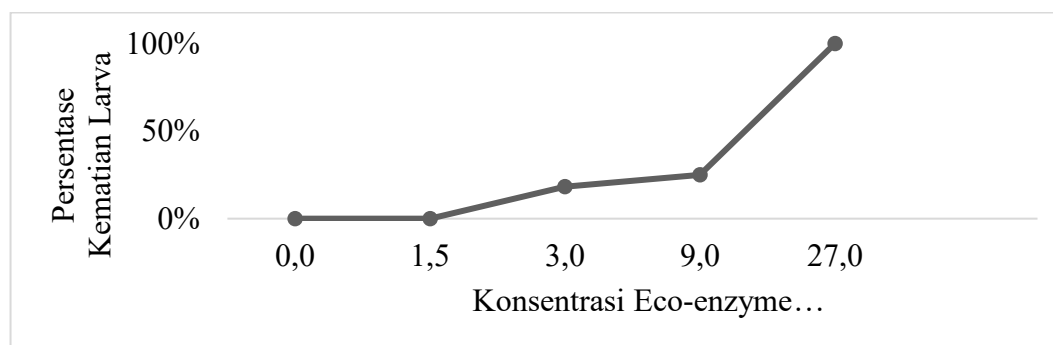
Tabel 1. Jumlah Mortalitas Larva *Aedes aegypti* Setelah 24 jam Perlakuan

Ulangan	Jumlah Mortalitas Larva pada Berbagai Konsentrasi <i>Eco-enzyme</i>				
	kontrol	1,5%	3 %	9 %	27%
I	0	0	4	5	20
II	0	0	3	20	20
III	0	0	4	20	20
Jumlah	0	0	11	45	60
Rata-rata	0	0	3,66	15	20
Persentase mortalitas (%)	0%	0%	18,3%	25%	100%

Hasil penelitian pada tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *eco-enzyme* limbah kulit jeruk siam Kintamani yang diberikan maka semakin tinggi pula angka kematian pada larva *Aedes aegypti*. Konsentrasi tertinggi yang diberikan adalah 27% dengan kematian total larva *Aedes aegypti* sebanyak 60 larva *Aedes aegypti* (100%) dan konsentrasi terendah yang diberikan adalah 1,5% dengan total kematian sebanyak 0 larva *Aedes*

aegypti (0%). Pada kelompok kontrol yang tidak diberikan *eco-enzyme* tidak terdapat kematian larva *Aedes aegypti*.

Temuan ini juga didukung menurut riset Nurhaifah dan Sukeesi menggunakan bahan mirip yaitu kulit jeruk manis bahwa dengan konsentrasi 0,2% dapat menimbulkan mortalitas larva *Aedes aegypti* sebanyak 57,32% dan dengan konsentrasi 1,4% dapat menyebabkan kematian larva *Aedes aegypti* 100%.¹⁶ Selain itu, penelitian dengan menggunakan bahan kulit jeruk purut juga didapatkan hasil dengan konsentrasi 0,25% didapatkan kematian larva *Aedes aegypti* sebanyak 25% larva dan konsentrasi 1% didapatkan kematian larva *Aedes aegypti* sebanyak 80% larva.¹⁷ Belum banyak penelitian yang mengkaji kebermanfaatan *eco-enzyme* sebagai larvasida, namun fenomena dose-related effect ini juga ditemukan pada penelitian Hariyono *et al.* pada tahun 2024. Pada penelitian tersebut, *eco-enzyme* dengan konsentrasi 2% berhasil membunuh 35% larva *Aedes aegypti*, sedangkan konsentrasi 10% berhasil membunuh 50% larva *Aedes aegypti*.¹²



Gambar 1. Tren Mortalitas Larva *Aedes aegypti* dengan Berbagai Konsentrasi *Eco-enzyme* (%)

Gambar 1 menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi *eco-enzyme* sejalan dengan mortalitas larva *Aedes aegypti*. Gambar tersebut mengilustrasikan peningkatan mortalitas larva *Aedes aegypti* yang signifikan pada angka konsentrasi 9% sampai 27%, sehingga dapat dikatakan bahwa *lethal concentration* 50% (LC_{50}) dan *lethal concentration* 99% (LC_{99}) berada pada rentang konsentrasi tersebut. Hasil analisis menggunakan uji Kruskal Wallis karena data tidak tersebar normal, didapatkan nilai P 0.009 yang artinya setiap konsentrasi *eco-enzyme* terhadap larva *Aedes aegypti* memiliki perbedaan dan kemampuan untuk membunuh larva tersebut. Analisis probit menemukan besar konsentrasi *eco-enzyme* untuk membunuh larva *Aedes aegypti* sebesar 50% (LC_{50}) adalah 6,77% (Interval Kepercayaan 95%: 6,056%-7,620%), sedangkan untuk kematian 99% (LC_{99}) adalah 13,72% (Interval Kepercayaan 95%: 12,162%-16,027%).

Riset sebelumnya yang menyebutkan LC_{50} dan LC_{99} *eco-enzyme* terhadap larva *Aedes aegypti* masih terbatas. Penelitian sebelumnya pada tahun 2023 didapatkan LC_{50} *eco-enzyme* dengan bahan kulit jeruk siam Kintamani terhadap bibit ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah sebesar 15,816 ml/L dan LC_{99} sebesar 58,519 ml/L.¹⁸ Data LC_{50} adalah data konsentrasi yang mampu membunuh 50% pada suatu populasi uji dan data LC_{99} adalah data konsentrasi yang dapat mengakibatkan kematian 99% pada suatu populasi uji. *WHO Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides* pada tahun 2005 memiliki syarat standar konsentrasi maksimal untuk larvasida adalah 1%.¹⁵ Sehingga hasil penelitian berupa nilai LC_{50} 6,77% dan LC_{99} 13,72% berada di atas standar WHO dan kondisi itu sulit dicapai dalam kondisi praktis di lapangan, terutama pada air tergenang yang menjadi habitat asli nyamuk.

Efek *eco-enzyme* sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* diperkirakan terkait dengan kandungan fitokimia atau metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. *Eco-enzyme* dengan bahan dasar *Citrus sinensis* mengandung sejumlah senyawa fitokimia.¹⁹ Senyawa fitokimia seperti flavonoid dapat menjadi racun respirasi dan masuk ke tubuh larva *Aedes aegypti* melalui sistem respirasi sehingga mengganggu sistem saraf dan pernapasan sampai larva *Aedes aegypti* tidak dapat bernapas dan akhirnya larva *Aedes aegypti* mati. Alkaloid dapat menjadi racun perut dan mengganggu kinerja enzim kolinesterase pada larva *Aedes aegypti*. Saponin bersifat toksik dan mengakibatkan hemolysis dalam pembuluh darah larva *Aedes aegypti*. Selain itu, penghambatan metamorfosis dan pembentukan kulit larva *Aedes aegypti* oleh saponin menjadi penyebab kematian larva *Aedes aegypti*. Selain itu terdapat juga senyawa polifenol memiliki efek kerja sebagai inhibitor pencernaan serangga.²⁰

Selain karena komposisi fitokimia yang terkandung dalam *eco-enzyme*, kemampuan larvasida *eco-enzyme* juga diperkirakan karena kandungan pH *eco-enzyme* yang rendah atau asam. Pada penelitian yang dilakukan oleh Permatananda dan Pandit (2023), pH yang terdapat pada *eco-enzyme* limbah kulit jeruk siam Kintamani yang telah di fermentasi selama 3 bulan adalah 3,3.²¹ Semakin besar asam organik yang terkandung, maka semakin rendah juga pH yang tercipta.²² Asam organik yang terkandung dalam *eco-enzyme* terwujud akibat proses fermentasi dalam kurun waktu 3 bulan.^{23,24} Kadar pH yang rendah diketahui berhubungan dengan kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian Farhana tahun 2020 menyebutkan bahwa suasana asam akan mempersulit perkembangan larva nyamuk *Aedes aegypti* menjadi pupa dan nyamuk dewasa.²⁵

Studi ini menemukan bahwa *eco-enzyme* berbasis limbah kulit jeruk siam kintamani mempunyai potensi untuk menjadi larvasida alternatif yang alami untuk larva *Aedes aegypti* dalam skema uji laboratorium, sedangkan implikasi praktisnya di lapangan, terutama pada lingkungan alami seperti genangan air yang luas dan paparan lingkungan seperti cahaya, suhu, dan mikroorganisme dapat memberikan hasil uji yang berbeda. Penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan mencakup tidak adanya kontrol terhadap variasi pH dan tidak dilakukannya analisis fitokimia pada berbagai variasi konsentrasi.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menemukan potensi *eco-enzyme* berbasis limbah kulit jeruk siam kintamani sebagai larvasida alternatif untuk *Aedes aegypti* dengan nilai LC₅₀/LC₉₉ mencakup 6,77% dan 13,72% yang melebihi konsentrasi maksimal larvasida yang disyaratkan oleh WHO. Variasi penelitian *eco-enzyme* khususnya sebagai larvasida masih sangat sedikit, sehingga penelitian lain terkait potensi *eco-enzyme* terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* masih dibutuhkan. Penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi efektivitas *eco-enzyme* baik melalui upaya optimasi seperti peningkatan konsentrasi komponen fitokimia, pengendalian pH, modifikasi formulasi, peningkatan waktu paparan, atau kombinasi dengan agen larvasida lain diperlukan untuk dapat mengaplikasikan *eco-enzyme* sebagai larvasida alami yang efektif secara praktis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Megawati D, Masyeni S, Yohan B, Lestari A, Hayati RF, Meutiawati F, et al. Dengue in Bali: Clinical characteristics and genetic diversity of circulating dengue viruses. PLoS Negl Trop Dis. 2017 May 1;11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005483>
2. Souza-Neto JA, Powell JR, Bonizzoni M. Aedes aegypti vector competence studies: A review. Vol. 67, Infection, Genetics and Evolution. Elsevier B.V.; 2019. p. 191–209. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.009>
3. Permatananda PANK. Dengue Complication in Children. International Journal of Science and Research (IJSR). 2020 Jan 5;9(1):613–9. <https://doi.org/10.21275/ART20204067>
4. Kementerian Kesehatan RI. Kasus DBD Meningkat, Kemenkes Galakkan Gerakan 1 Rumah 1 Jumanik (G1R1J) – Sehat Negeriku. Sehat Negeriku Kemenkes RI. 2022;2–3.
5. Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit. Membuka Lembaran Baru. LAPORAN TAHUNAN 2022. Demam Berdarah Dengue. Germas. 2022;
6. Primadi O. Profil Kesehatan Indonesia 2020. kementerian kesehatan republik indonesia. 2021. 480 p.
7. Kemenkes RI. upaya pencegahan DBD dengan 3M Plus. Kementerian Kesehatan RI. 2019;(April):23–4.
8. Permatananda PANK, Cahyawati PN, Pandit IGS, Lestari A, Aryastuti AASA. Community Empowerment for Vector Control of Dengue Hemorrhagic Fever. Mattawang: Jurnal Pengabdian Masyarakat. 2023 Jun 30;4(2):235–40. <https://doi.org/10.35877/454RI.mattawang1871>
9. Istiana. Uji Efektivitas Beberapa Larvasida Terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti dari Banjarmasin Barat. Berkala Kedokteran. 2015;11(1):51–61.
10. Viza RY. Uji Organoleptik Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah. BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains. 2022 Mar 24;5(1):24–30. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3387>
11. Lapsia V, Makarand NC. Production, Extraciton and Uses of Eco Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. Asian Jr of Microbiol Biotech Env Sc. 2020;22(2):346–51.
12. Hariyono H, Madyawati SP, Fauziyah S, Muthu P, Sucipto TH. The Use of Eco-Enzyme as a Larvacide for Aedes aegypti Mosquito Larvae. International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM). 2024 Aug 14;12(08):1168–72. <https://doi.org/10.18535/ijrm/v12i08.mp05>
13. Wijaya IMW, Putra IKA. Potensi Daur Ulang Sampah Upacara Adat di Pulau Bali. Jurnal Ecocentrism. 2021;(1):18. <https://doi.org/10.36733/jeco.v1i1.1763>
14. Nirmalasari NKDA, Permatananda PANK, Udiyani DPC, Aryastuti AASA, Dewi ES. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Limbah Kulit Jeruk Siam Kintamani (Citrus nobilis) dengan Pelarut Polar, Semipolar, dan Nonpolar. Jurnal Ners. 2024;8(1):210–5.
15. World Health Organization. Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides. Geneva; 2005.
16. Nurhaifah D, Sukesu TW. Efektivitas Air Perasan Kulit Jeruk Manis Sebagai Larvasida Nyamuk Aedes aegypti. Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional. 2015;9(3):207–13. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v9i3.566>
17. Rachmawati D, Megawati M, Ahmad T. Aktivitas Larvasida Ekstrak Kulit Jeruk Purut (Citrus hystrix D.C) terhadap Larva Nyamuk (Anopheles aconitus). Media Farmasi. 2019;15(2):116. <https://doi.org/10.32382/mf.v15i2.1074>
18. Permatananda PANK, Pandit IGS, Aryastuti AASA, Cahyawati PN, Lestari A. Acute Toxicity Test of Orange Peel Waste (Citrus nobilis) Based Eco-enzyme on Tilapia Fish (Oreochromis niloticus). Bali Medical Journal. 2024;13(2):59–62.

19. Irianto IDK, Purnomo K, Amanati A, Savila D, Mardiyarningsih A. Aktivitas antibakteri Eco-enzyme Limbah Citrus sinensis, musa paradisiaca L. var Bluggoe, dan kombinasinya terhadap Staphylococcus aureus. *Majalah Farmaseutik*. 2023;19(4):504–13.
20. Suputra IPGJ, Permatananda PANK, Dewi NWES, Aryastuti AASA. The Potential of Tulsi Ethanol (*Ocimum tenuiflorum*) Extract as a Natural Larvicide on *Aedes aegypti* Larvae. *African Journal of Biological Science*. 2024;6(13):886–92.
21. Permatananda PANK, Pandit IGS. Characteristic of Orange Peel Waste-Based on Eco Enzyme at Different Fermentation Duration. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2023 Jun 25;9(6):4289–93. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3527>
22. Rasit N, Fern LH, Ghani AWAK. Production and Characterization of Eco Enzyme Produced From Tomato and Orange Wastes and Its Influence On The Aquaculture Sludge. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019;10(03):967–80.
23. Samriti, Sarabhai S, Arya A. Garbage enzyme: A study on compositional analysis of kitchen waste ferments. *The Pharma Innovation Journal*. 2019;8(4):1193–7.
24. Putri AAAR, Permatananda PANK, Pandit IGS, Lestarini A. Antioxidant activity of ecoenzyme derived from Siamese orange peel (*Citrus nobilis*) at different fermentation duration. *Acta Biochimica Indonesiana*. 2024 Dec 27;7(2):173. <https://doi.org/10.32889/actabioina.173>
25. Dwiyantri F, Kurniawan B, Lisiswanti R, Mutiara H. Hubungan pH Air terhadap Pertumbuhan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*. *Medula*. 2023;13(3):158–63.