Potensi Efek Penghambatan Limbah Pati Aren (*Arenga pinnata*) terhadap Perkembangan dan Metamorfosis *Aedes aegypti*

*Potential inhibitory effects of palm (*Arenga pinnata*) starch waste on the development and metamorphosis of Aedes aegypti*

Novita Eka Putri[1]*, Rosmita Anggraeni[2]

[1]Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

[2]Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: Novita.ep@unisayogya.ac.id

ABSTRAK

Pengendalian populasi *Aedes aegypti* menjadi komponen penting dalam strategi pencegahan penularan dengue. Pengembangan bioinsectisida berbasis tumbuhan sudah banyak dilakukan sebagai alternatif pemanfaatan bahan alami untuk pengendalian vektor *Aedes aegypti.* Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh rendaman jerami (*Oryza sativa*) dan limbah pati aren (*Arenga pinnata)*, baik secara tunggal maupun kombinasi, terhadap perkembangan *Aedes aegypti* mulai dari telur hingga dewasa. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen dengan rancangan *posttest only control group design*. Terdapat enam kelompok bahan yang akan diujikan yaitu air akuades sebagai kontrol, perbandingan rendaman jerami: rendaman limbah aren= 30:70, perbandingan rendaman jerami: rendaman limbah aren= 50:50, perbandingan rendaman jerami: rendaman limbah aren= 70:30, rendaman jerami 100%, rendaman limbah aren 100%. Penambahan cairan limbah aren menurunkan daya tarik oviposisi dan lebih berperan sebagai agen penghambat perkembangan daripada sebagai atraktan. Penambahan cairan limbah aren mulai menghambat penetasan telur pada konsentrasi 50%. Limbah aren berpotensi memiliki aktivitas ovicidal *(ovicidal activity*) atau menghambat penetasan telur (*egg hatch inhibition),* serta diduga memiliki aktivitas yang menyerupai *insect growth regulator* karena menghambat keberhasilan metamorfosis hingga fase dewasa.

Keywords: Arenga Pinnata; Aedes Aegypti; Efek Penghambatan; Metamorfosis

ABSTRACT

Control of Aedes aegypti populations is an important component of dengue transmission prevention strategies. The development of plant-based bioinsecticides has been widely explored as an alternative approach for utilizing natural materials in Aedes aegypti vector control. This study aimed to evaluate the effects of rice (Oryza sativa) straw and palm (Arenga pinnata) starch waste infusions, both individually and in combination, on the development of Aedes aegypti from the egg to adult stage. A quantitative experimental study was conducted using a posttest-only control group design. Six treatment groups were evaluated: distilled water as the control; rice straw infusion and palm starch waste infusion at ratios of 30:70, 50:50, and 70:30; rice straw infusion 100%; and palm starch waste infusion 100%. The addition of palm starch waste infusion reduced oviposition attractiveness and appeared to function more as a developmental inhibitory agent than as an attractant. The addition of palm starch waste infusion began to inhibit egg hatching at a concentration of 50%. Palm starch waste may possess ovicidal activity or egg hatch inhibition effects and may exhibit insect growth regulator-like activity by impairing successful metamorphosis through to the adult stage.

Keywords: *Arenga pinnata; Aedes aegypti; inhibitory effect; metamorphosis*

ARTICLE IDENTIFIERS

ORIGINAL ARTICLE
Volume 9 - Issue 10 - 2026
Pages 4746-4754
DOI: 10.56338/jks.v9i10.12188

ARTICLE HISTORY

Received: 02 September 2026
Revised: 28 October 2026
Accepted: 30 October 2026

CC BY-SA 4.0

PENDAHULUAN

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama penularan virus dengue dan menjadi penyebab masalah kesehatan di berbagai wilayah di dunia. Oleh karena itu, pengendalian populasi *Aedes aegypti* menjadi komponen penting dalam strategi pencegahan penularan dengue. Upaya pengendalian vektor dapat dilakukan baik secara fisik, kimia dan biologi. Pengendalian secara fisik dapat dilakukan dengan menguras bak mandi, menutup tampungan air serta memakai kelambu. Pengendalian secara biologi menggunakan agen biologi seperti bakteri dan hewan pemakan jentik (ikan gabus, cupang, guppy, dll). Pengendalian secara kimia dapat dilakukan menggunakan insektisida. Pengendalian vector *Aedes aegypti* ini tidak hanya ditujukan untuk nyamuk dewasa, tetapi juga memperhatikan stadium pra dewasa yang meliputi telur, larva, dan pupa sebagai bagian dari sklus hidup nyamuk. Penggunaan insektisida masih menjadi pilihan yang banyak dipakai untuk pengendalian *Aedes aegypti*. Namun, penggunaanya harus dipertimbangkan karena berdampak pada lingkungan dan organisme lain (Kemenkes, 2017). Selain itu, penggunaan insektisida yang tidak tepat dapat berkontribusi terhadap berkembangnya resistensi pada populasi nyamuk(Dusfour et al., 2019).

Tinjauan terbaru ditemukan resistensi terhadap malathion, temefos dan piretroid di beberapa wilayah di Indonesia(Ridha et al., 2025). Kondisi ini memperkuat kebutuhan akan stategi pengendalian vektor yang tidak hanya bergantung pada insektisida kimia. Pengendalian berupa pendekatan berbasis lingkungan, pengelolaan perindukan nyamuk, penggunaan perangkap nyamuk dapat menjadi alternatif dari stategi pengendalian. Beberapa intervensi lingkungan juga memberikan pengaruh terhadap kepadatan stadium pra dewasa nyamuk Aedes(Buhler et al., 2019).

Upaya pengendalian vektor ini sangat penting untuk pencegahan demam berdarah. Salah satu metode yang digunakan adalah penggunaan lethal ovitrap, yaitu perangkap telur nyamuk yang efektif untuk memantau dan mengendalikan populasi *Aedes aegypti*. Efektivitas lethal ovitrap dapat ditingkatkan dengan menambahkan atraktan, yaitu zat yang dapat menarik nyamuk mendekat dan bertelur. Beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan atraktan alami, seperti air jerami yang menunjukkan hasil positif dalam menarik nyamuk. Air rendaman jerami menghasilkan amonia dan CO2 yang ditangkap oleh antena nyamuk dan direspon oleh syaraf ORN (*Olfactory Receptor Neurons*) yang berfungsi mendeteksi zat kimia(Hartono et al., 2020). Air rendaman jerami dapat dianggap sebagai atraktan oviposisi yang dapat menarik dan mendorong nyamuk betina untuk meletakkan telurnya. Peningkatan ovoposisi ini berasal dari kandungan kimia volatil pada permukaan air rendaman jerami yang tersentuh oleh organ sensory nyamuk(Pramurditya et al., 2017).

Ovitrap sendiri mempunyai 3 macam fungsi, yaitu: fungsi menarik-membunuh *(attract-kill*), fungsi menolak-mengusir, dan fungsi menarik-mengkontaminasi serangga. Ovitrap menargetkan nyamuk betina gravid yang bertujuan mengurangi kesuburan atau perkembangan populasi nyamuk (Putri & Amalia, 2025). Selain itu ovitrap juga mencegah larva yang ada menetas menjadi nyamuk dewasa. Bahan yang mampu menarik nyamuk untuk melakukan oviposisi tetapi sekaligus menghambat perkembangan keturunannya memiliki potensi untuk dikembangkan dalam strategi *attract-and-kill.*

Bahan organik dan limbah pertanian maupun industry merupakan salah satu sumber alternatif yang menarik untuk dikaji dalam pengendalian *Aedes aegypti*. Pemanfaatan limbah memiliki keuntungan, yaitu sebagai nilai tambah bahan yang sebelumnya kurang dimanfaatkan dan sekaligus mempunyai peran dalam alternatif pengendalian vektor berbasis lingkungan. Pengembangan bioinsectisida berbasis tumbuhan sudah banyak dilakukan sebagai alternatif pemanfaatan bahan alami untuk pengendalian vektor *Aedes aegypti* (Wardaya et al., 2025).

Selain berpotensi sebagai bahan pengendali, bahan organik juga dapat mempengaruhi perilaku ovoposisi nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian yang menguji rendaman jerami sebagai atraktan organik sudah banyak dilakukan(Hartono et al., 2020; Salim & Satoto, 2015). Rendaman jerami dapat meningkatkan indeks ovitrap dan jumlah telur yang diperoleh yang memperkuat potensi bahan tersebut sebagi komponen atraktan (Latisa et al., 2026).

Pada penelitian sebelumnya(Putri & Amalia, 2025), menemukan bahwa rendaman jerami memiliki potensi atraktan ovoposisi sedangkan limbah limbah pati aren menunjukkan pengaruh dalam penghambatan pertumbuhan larva nyamuk *Aedes aegypti*. Namun, hasil tersebut belum menjelaskan bagaimana bahan tersebut mempengaruhi keberlangsungan perkembangan *Aedes aegypti* setelah telur mentas sampai menjadi pupa dan nyamuk dewasa.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh rendaman jerami dan limbah pati aren, baik secara tunggal maupun kombinasi, terhadap perkembangan *Aedes aegypti* mulai dari telur hingga dewasa. Pengamatan terhadap keberhasilan penetasan, perkembangan larva menjadi pupa, kemunculan dewasa, serta

CC BY-SA 4.0

keberlangsungan hidup dewasa memungkinkan identifikasi stadium perkembangan yang paling rentan terhadap perlakuan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai *stage-specific developmental inhibition* pada *Aedes aegypti* dan memperluas pemahaman mengenai potensi bahan organik sebagai komponen pengendalian stadium pradewasa. Temuan mengenai pola penghambatan pada setiap stadium selanjutnya dapat menjadi dasar untuk mengembangkan strategi pengendalian yang tidak hanya menarik nyamuk betina untuk bertelur, tetapi juga mengurangi probabilitas telur tersebut menghasilkan nyamuk dewasa yang viabel. Dengan demikian, pemanfaatan rendaman jerami dan limbah pati aren berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai bagian dari pendekatan *attract-and-kill* berbasis bahan organik.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Parasitologi FKKMK, Universitas Gadjah Mada. Setelah mendapatkan Ethical Clearence dari Komisi Etik FKKMK Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, kemudian dilakukan tahap persiapan larutan uji dan hewan coba berupa nyamuk *Aedes aegypti*. Setelah persiapan selesai, selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium.

Persiapan larutan uji dan hewan coba

Pembuatan media uji air rendaman jerami dan rendaman limbah pati onggok dibuat dari 83 gr bahan kering, dipotong dan direndam dalam 10liter air kemudian didiamkan di dalam wadah plastik tertutup rapat selama 7 hari. Air rendaman kemudian disaring dan siap digunakan dalam pengujian.

Nyamuk yang digunakan untuk pengujian adalah nyamuk betina gravid yang sudah kenyang darah dan siap bertelur. Nyamuk didapatkan dari proses rearing. Sekitar 500 butir telur *Aedes aegypti* hasil kolonisasi laboratorium ditetaskan dan dikembangkan sampai menjadi nyamuk dewasa. Nyamuk dewasa diberikan pakan berupa larutan sukrosa 10% dan darah mencit. Nyamuk betina yang sudah kenyang darah akan mematangkan telurnya dalam waktu 3-4 hari dan menjadi nyamuk gravid.

Desain Penelitian dan Sampel

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen dengan rancangan *posttest only control group design*. Terdapat enam kelompok bahan yang akan diujikan yaitu air akuades sebagai kontrol (K), K1 (perbandingan rendaman jerami : rendaman limbah aren= 30:70), K2 (perbandingan rendaman jerami:rendaman limbah aren= 50:50), K3 (perbandingan rendaman jerami : rendaman limbah aren= 70:30), rendaman jerami (K4), rendaman limbah aren (K5). Hasil pada penelitian ditampilkan pada tabel sebagai berikut. Jumlah ulangan pada penelitian ini dihitung menggunakan rumus Federer.

$(t - 1)(r - 1) > 15$

Keterangan:
t: banyaknya kelompok perlakuan (4)
r: jumlah pengulangan
15: derajat bebas galat

Setelah dilakukan penghitungan melalui rumus federer didapatkan jumlah pengulangan sebanyak 4 kali untuk masing-masing perlakuan. Maka total ovitrap yang diperlukan adalah sebanyak 4 x 6 perlakuan totalnya dibutuhkan sejumlah 24 ovitrap. Ovitrap menggunakan gelas plastik berukuran 195ml, dengan kertas saring sebagai ovistrip. Kertas saring berukuran 20x5cm dipasang melingkar bagian atas menuju bawah gelas, sehingga kertas saring ada bagian yang kering dan sebagian terendam cairan. Cairan diberikan setelah pemasangan kertas saring. Volume media uji pada masing-masing ovitrap sebanyak 150ml.

Enam ovitrap yang diberi 6 macam perlakuan diletakkan secara acak di dalam kandang berukuran 50 cm2 dengan pola lingkaran, jumlah kandang yang dibutuhkan adalah 4 buah. Setelah dibiarkan selama satu jam, dimasukkan 25 ekor nyamuk betina gravid (sekitar 3-4 hari setelah nyamuk diberi pakan darah) dan diberi makan larutan gula sukrosa 10% yang diresapkan pada sepotong kapas. Larutan gula diganti setiap 2 hari sekali. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai dengan hari ke 4 setelah pengujian dilaksanakan. Pada hari

CC BY-SA 4.0

ke empat, ovitrap dikeluarkan untuk dihitung jumlah telur pada tiap-tiap ovitrap menggunakan hand counter. Bila terdapat telur pada air, akan disaring dan jumlahnya ditambahkan ke jumlah telur pada kertas saring.

Pengukuran dan Analisis Data

Analisis data jumlah telur dilakukan dengan menggunakan program SPSS, dengan uji ANOVA (Analysis of Variance) dan uji lanjut LSD (Least Significance Difference). Jika normalitas data tidak terpenuhi maka digunakan uji Kruskal Wallis.

Untuk menganalisis respon nyamuk dalam bertelur digunakan rumus OAI (Oviposition Attractivenes Index) yang dikembangkan oleh Kramer and Mulla (1979). Hasil indeks dalam rentang -1 sampai +1. Hasil positif menunjukkan cairan yang diuji menarik nyamuk betina untuk bertelur. Sedangkan hasil negatif menunjukkan penolakan atau penghambatan cairan uji pada kemampuan bertelur nyamuk betina(Silva et al., 2018).

$$\text{OAI} = \frac{Nt - Nc}{Nt + Nc}$$

OAI : Oviposition attactiveness index
Nt : jumlah rata-rata telur pada cairan yang diuji
Nc : jumlah rata-rata telur pada cairan kontrol

Telur sejumlah 50 pada setiap perlakuan kemudian ditetaskan di dalam wadah yang berisi cairan uji sama seperti sebelumnya. Kemudian diamati dan dihitung jumlah larva yang menetas, larva yang berkembang menjadi pupa dan yang berhasil berkembang menjadi nyamuk dewasa. Data perkembangan telur menjadi nyamuk dianalisis secara deskriptif menggunakan tabel dan grafik.

HASIL

Tabel 1. Jumlah Telur *Aedes aegypti*

	PERLAKUAN					
KANDANG	**K**	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
JUMLAH	**296**	**403**	**368**	**243**	**1484**	**73**
RATA-RATA	**74**	**100,75**	**92**	**60,75**	**371**	**18,25**

(K=kontrol, K1=rendaman jerami 30%: rendaman limbah aren 70%), K2=rendaman jerami 50%: rendaman limbah aren 50%, K3= rendaman jerami 70%: rendaman limbah aren 30%, K4=rendaman jerami 100%, K5= rendaman limbah aren 100%).

Tabel 2. Hasil Uji statistik jumlah telur

Uji	Statistik	p-value	Kesimpulan
Shapiro–Wilk	W = 0,925	0,0756	Data terdistribusi normal
Levene	F = 17,819	<0,001	Varians tidak homogen
Kruskal–Wallis	H = 12,920	0,0241	Ada perbedaan antar perlakuan

Data jumlah telur dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis karena uji homogenitas dengan Levene varians menunjukkan bahwa data tidak memenuhi asumsi homogenitas (Levene, $p < 0,001$). Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap jumlah telur yang dihasilkan ($H = 12,920$; $p = 0,024$). Terdapat perbedaan yang signifikan jumlah telur antar perlakuan. Hal ini menandakan bahwa cairan uji memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah telur yang diletakkan oleh nyamuk.

Untuk menganalisis respon nyamuk dalam bertelur digunakan rumus OAI (Oviposition Attractivenes Index) yang dikembangkan oleh Kramer and Mulla (1979). Hasil indeks dalam rentang -1 sampai +1. Hasil positif

CC BY-SA 4.0

menunjukkan cairan yang diuji menarik nyamuk betina untuk bertelur. Sedangkan hasil negatif menunjukkan penolakan atau penghambatan cairan uji pada kemampuan bertelur nyamuk betina.

Tabel 3. Analisis OAI

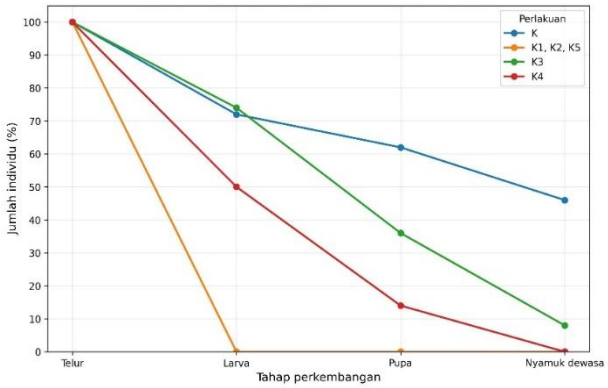
Perlakuan	Nt (rata-rata)	Nc	OAI	Interpretasi
K1	100,75	74	0,153	Atraktan lemah
K2	92,00	74	0,108	Atraktan lemah
K3	60,75	74	-0,098	Sedikit tidak disukai
K4	371,00	74	0,667	**Atraktan sangat kuat**
K5	18,25	74	-0,604	Sangat tidak disukai

(K=kontrol, K1=rendaman jerami 30%: rendaman limbah aren 70%), K2=rendaman jerami 50%: rendaman limbah aren 50%, K3= rendaman jerami 70%: rendaman limbah aren 30%, K4=rendaman jerami 100%, K5= rendaman limbah aren 100%).

Tabel 4. Perkembangan telur menjadi nyamuk dan viabilitasnya

KANDANG	K (n)	%	K1 (n)	%	K2 (n)	%	K3 (n)	%	K4 (n)	%	K5 (n)	%
TELUR	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
LARVA	36	72	0	0	0	0	37	74	25	50	0	0
PUPA	31	62	0	0	0	0	18	36	7	14	0	0
NYAMUK MUNCUL	23	46	0	0	0	0	4	8	0	0	0	0
NYAMUK HIDUP NORMAL (VIABILITAS)	23	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(K=kontrol, K1=rendaman jerami 30%: rendaman limbah aren 70%), K2=rendaman jerami 50%: rendaman limbah aren 50%, K3= rendaman jerami 70%: rendaman limbah aren 30%, K4=rendaman jerami 100%, K5= rendaman limbah aren 100%).



Gambar 1. Pola perkembangan *Aedes aegypti* dari telur hingga dewasa pada berbagai perlakuan

(K=kontrol, K1=rendaman jerami 30%: rendaman limbah aren 70%), K2=rendaman jerami 50%: rendaman limbah aren 50%, K3= rendaman jerami 70%: rendaman limbah aren 30%, K4=rendaman jerami 100%, K5= rendaman limbah aren 100%).

CC BY-SA 4.0

PEMBAHASAN

Terdapat perbedaan yang signifikan jumlah telur antar perlakuan. Hal ini menandakan bahwa cairan uji memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah telur yang diletakkan oleh nyamuk. Perlakuan K4 menghasilkan jumlah telur paling tinggi, menunjukkan bahwa formulasi tersebut memiliki daya tarik oviposisi (*oviposition attractant)* yang kuat. sedangkan K5 menghasilkan rata-rata jumlah telur terendah menjadi atractan ovoposisi paling lemah. Hal ini juga ditegaskan oleh data perolehan OAI. Nilai *Oviposition Attractivenes Index* (OAI) dihitung untuk mengetahui tingkat preferensi oviposisi nyamuk terhadap masing-masing cairan uji dibandingkan dengan kontrol. Nilai OAI berkisar antara −1 hingga +1, di mana nilai positif menunjukkan sifat atraktan, sedangkan nilai negatif menunjukkan bahwa cairan uji kurang disukai dibandingkan kontrol. Nilai OAI sebesar 0,667 pada K4 yang berupa rendaman jerami menunjukkan perlakuan tersebut merupakan attraktan yang kuat bagi nyamuk untuk meletakkan telur, hal ini masih sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Putri & Amalia, 2025). Air rendaman jerami menghasilkan amonia dan CO2 yang ditangkap oleh antena nyamuk dan direspon oleh syaraf ORN *(Olfactory Receptor Neurons*) yang berfungsi mendeteksi zat kimia(Hartono et al., 2020). Air rendaman jerami dapat dianggap sebagai atraktan oviposisi yang dapat menarik dan mendorong nyamuk betina untuk meletakkan telurnya. Peningkatan ovoposisi ini berasal dari kandungan kimia volatil pada permukaan air rendaman jerami yang tersentuh oleh organ sensory nyamuk. Perlakuan K1 dan K2 mempunyai nilai OAI positif, yang berarti merupakan atraktan tetapi masih lebih rendah pengaruhnya daripada K4.

Perlakuan K4 menghasilkan jumlah telur paling tinggi, menunjukkan bahwa formulasi tersebut memiliki daya tarik oviposisi (*oviposition attractant*) yang kuat. Namun, hanya sekitar 50% telur yang menetas, 14% larva berkembang menjadi pupa, dan tidak ada pupa yang berhasil menjadi nyamuk dewasa. Pola ini mengindikasikan bahwa K4 berpotensi memiliki fungsi ganda (dual function), yaitu menarik nyamuk betina untuk bertelur sekaligus menghambat perkembangan pradewasa atau memberikan efek negatif terhadap kelangsungan hidup larva selama proses metamorfosis. Sehingga berpotensi diaplikasikan sebagai lethal ovitrap. Sebaliknya, K3 mempertahankan tingkat penetasan telur yang tinggi (74%), tetapi keberhasilan metamorfosis menurun pada tahap berikutnya hingga hanya 8% telur yang berkembang menjadi nyamuk dewasa. Tetapi pada akhirnya nyamuk ini tidak viabel dan mati. Hal ini menunjukkan bahwa efek penghambatan K3 lebih dominan terjadi setelah fase penetasan. Sementara itu, K1, K2, dan K5 menunjukkan penghambatan sejak tahap paling awal karena tidak ditemukan telur yang menetas menjadi larva. Dengan demikian, ketiga perlakuan tersebut lebih berpotensi sebagai penghambat penetasan telur (*ovicidal/embryotoxic effect*) daripada sebagai atraktan.

Dapat dilihat pada tabel 4, nyamuk yang hidup normal hanya pada perlakuan kontrol. Meskipun prosentase larva yang menetas sampai menjadi nyamuk yang hidup normal tidak 100%. Akan tetapi hal tersebut normal karena memang tidak semua telur nyamuk bisa menetas dan menjadi nyamuk. Perbedaan hasil pada perlakuan dan kontrol membuktikan bahwa terdapat zat didalam larutan uji perlakuan yang menyebabkan perbedaan efek pada perkembangan telur menjadi nyamuk.

Hasil menunjukkan bahwa perlakuan K3 dan K4 tidak hanya mempengaruhi tahap awal perkembangan, tetapi juga mampu menghambat keberhasilan perkembangan nyamuk hingga stadium dewasa. Perlakuan K3 meskipun terdapat 4 nyamuk yang muncul, tapi kemudian mati. Perlakuan K3 memberikan efek letal terhadap nyamuk dewasa yang baru muncul (*post-emergence mortality*) atau menghambat perkembangan normal (*developmental inhibition*). Sehingga tidak bisa menghasilkan nyamuk dewasa yang berhasil berkembang normal, mampu berdiri, terbang, dan bertahan hidup.

Pembuatan formula konsentrasi gabungan dari limbah aren dan rendaman jerami belum mampu meningkatkan daya tarik oviposisi dibandingkan rendaman jerami. Namun demikian, beberapa formulasi menunjukkan aktivitas penghambatan perkembangan yang berbeda pada setiap stadium kehidupan nyamuk. Perlakuan K1, K2, dan K5 terutama menghambat penetasan telur, sedangkan perlakuan K3 menghambat keberhasilan metamorfosis hingga fase imago. Penambahan cairan limbah aren menurunkan daya tarik oviposisi dan lebih berperan sebagai agen penghambat perkembangan daripada sebagai atraktan. Penambahan cairan limbah aren mulai menghambat penetasan telur pada konsentrasi 50%, 70% dan 100%. Limbah aren berpotensi memiliki aktivitas ovicidal (*ovicidal activity*) atau menghambat penetasan telur *(egg hatch inhibition*), serta diduga memiliki aktivitas yang menyerupai *insect growth regulator* karena menghambat keberhasilan metamorfosis hingga fase dewasa.

Pengatur pertumbuhan serangga *(Insect Growth Regulators/IGRs)* atau pengganggu pertumbuhan merupakan hormon atau senyawa yang menyerupai hormon juvenil (juvenoid) yang telah digunakan sebagai pengganti

CC BY-SA 4.0

insektisida sintetis karena penggunaannya hanya diperlukan dalam jumlah yang sangat kecil(Khan et al., 2026). Senyawa tersebut digunakan untuk mencegah perkembangan nyamuk selama tahap pertumbuhan atau metamorfosisnya atau menimbulkan stres perilaku pada nyamuk dewasa yang muncul dari stadium juvenil yang terpapar IGR(Rahman et al., 2024).

Pengatur pertumbuhan serangga *(Insect Growth Regulators/IGRs)* tersedia dalam dua bentuk. Jenis pertama menghambat pertumbuhan larva melalui mekanisme yang melibatkan analog hormon juvenil dan bekerja menyerupai hormon tersebut, sedangkan jenis kedua mempengaruhi produksi sintesis kitin yang sangat diperlukan oleh serangga selama proses pergantian kulit *(molting)* dan pelepasan kutikula. Ada beberapa senyawa sintetis yang bekerja sebagai IGR yaitu, novaluron, metopren dan piriproksifen. Novaluron merupakan IGR yang bekerja sebagai penghambat sintesis kitin, yang mencegah larva melakukan pergantian kulit menuju stadium berikutnya. Metopren diklasifikasikan sebagai analog hormon juvenil yang menghambat perkembangan pupa hingga menjadi stadium dewasa. Piriproksifen juga dikategorikan sebagai analog hormon juvenil yang mengganggu proses pergantian kulit, perkembangan, dan reproduksi berbagai spesies nyamuk. Oleh karena itu, piriproksifen dianggap sebagai larvasida potensial yang dapat mencegah kemunculan nyamuk dewasa dari stadium pupa. Penggunaan larvasida selektif dan IGR pada habitat perkembangbiakan nyamuk dapat menjadi salah satu strategi yang paling sesuai untuk pengendalian nyamuk di tempat perindukannya (Rahman et al., 2024). Pengatur pertumbuhan serangga (*Insect Growth Regulators*/IGRs), seperti metopren dan piriproksifen, pertama kali dikembangkan dan diperkenalkan pada tahun 1970an sebagai pestisida "generasi ketiga". Pestisida tersebut dirancang untuk memberikan selektivitas yang lebih tinggi, mengurangi efek terhadap organisme non-target, serta menurunkan kemungkinan terjadinya perkembangan resistensi. Dengan mengganggu ekspresi gen selama proses metamorfosis, IGR golongan juvenoid dapat menghambat perkembangan dan keberhasilan kemunculan nyamuk dewasa(Clifton & Lopez, 2025).

Penggunaan metode pengatur pertumbuhan serangga (*Insect Growth Regulator*/IGR) disarankan sebagai salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut karena tidak memengaruhi kebersihan air, tidak meningkatkan resistensi, dan relatif aman. Insektisida yang digunakan untuk mengendalikan spesies *Aedes* sp. pada tempat penampungan air sebaiknya memiliki toksisitas yang rendah terhadap mamalia(Sucipto et al., 2018)

Pada penambahan cairan limbah aren konsentrasi 30% (K3) telur masih bisa berkembang menjadi nyamuk, akan tetapi nyamuk tidak berhasil menjadi nyamuk normal dan akhirnya mati. Pada konsentrasi cairan limbah aren 50% sampai 100%, menunjukkan pada konsentrasi tersebut telur tidak mampu untuk menetas. Penghambatan pertumbuhan yang disebabkan oleh cairan limbah aren ini masih perlu diteliti lebih lanjut dengan meneliti kandungan senyawanya dan efek tunggal kandungan cairan tersebut pada metamorfosis nyamuk *Aedes aegypti*. Jika kandungan senyawa pada cairan limbah aren mempunyai aktivitas *insect growth regulator,* maka bahan ini dapat dikembangkan sebagai alternatif pestisida alami dan dibuat dari bahan organik berbasis limbah. Penelitian berbahan limbah organik kulit jeruk keprok dengan konsentrasi 10% juga dilaporkan dapat menghambat penetasan telur *Aedes aegypti* sebesar 98%(Rosa et al., 2026).

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Penambahan cairan limbah aren menurunkan daya tarik oviposisi dan lebih berperan sebagai agen penghambat perkembangan daripada sebagai atraktan. Limbah aren berpotensi memiliki aktivitas ovicidal (ovicidal activity) atau menghambat penetasan telur (egg hatch inhibition), serta diduga memiliki aktivitas yang menyerupai insect growth regulator karena menghambat keberhasilan metamorfosis hingga fase dewasa.

DECLARATIONS

Persetujuan Etik: Penelitian sudah mendapatkan Kelayakan etik dari Komisi Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan FKKMK Universitas Gadjah Mada-RSUP dr. Sardjito dengan nomor KE/FK/0359/EC/2026.

Pendanaan: Penelitian ini memperoleh pendanaan dari Hibah Penelitian Internal Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta sebagai bentuk dukungan institusi terhadap pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan.

Kontribusi Penulis: Penulis pertama berkontribusi dalam perumusan ide dan desain penelitian, pengumpulan data, analisis dan interpretasi data, serta penyusunan dan revisi naskah artikel. Penulis kedua berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian, penelaahan dan penyempurnaan naskah, serta memberikan masukan substantif

CC BY-SA 4.0

terhadap isi artikel. Kedua penulis terlibat dalam proses penyusunan akhir artikel, telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah, serta bertanggung jawab terhadap seluruh isi artikel.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Teknisi Laboratorium Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada (FK-KMK UGM) atas bantuan teknis dan bimbingannya selama pelaksanaan penelitian. Dukungan yang diberikan sangat membantu dalam proses persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian kegiatan penelitian ini.

Pernyataan Penggunaan AI: Teknologi kecerdasan buatan (AI) digunakan sebagai alat bantu dalam proses penyusunan dan penyuntingan artikel, terutama untuk membantu pengembangan struktur tulisan, penyempurnaan bahasa, dan kejelasan penyajian. Seluruh keputusan terkait pemilihan data, analisis, interpretasi hasil, penyusunan argumentasi ilmiah, dan isi akhir artikel ditetapkan dan diverifikasi oleh penulis. AI tidak digunakan untuk menghasilkan, mengubah, atau memanipulasi data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Buhler, C., Winkler, V., Runge-Ranzinger, S., Boyce, R., & Horstick, O. (2019). Environmental methods for dengue vector control – A systematic review and meta-analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(7), e0007420. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007420

Clifton, M. E., & Lopez, K. (2025). Assessing Insect Growth Regulator Resistance Using Bioassays: A Systematic Review and Meta-Analysis of Methoprene and Pyriproxyfen Inhibition of Emergence in Three Vector Mosquito Species. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, *10*(4), 87. https://doi.org/10.3390/tropicalmed10040087

Dusfour, I., Vontas, J., David, J.-P., Weetman, D., Fonseca, D. M., Corbel, V., Raghavendra, K., Coulibaly, M. B., Martins, A. J., Kasai, S., & Chandre, F. (2019). Management of insecticide resistance in the major Aedes vectors of arboviruses: Advances and challenges. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(10), e0007615. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007615

Hartono, Samosir, F. J., Hulu, V. T., Simanullang, A., Dameria., Hutasoit, T., & Mendrofa, I. (2020). The Effectiveness of Attractants on the Amount of Mosquito Aedes Sp. Trapped on Ovitrap: *Proceedings of the International Conference on Health Informatics, Medical, Biological Engineering, and Pharmaceutical*, 181–187. https://doi.org/10.5220/0010292301810187

Kemenkes. (2017). *Pedoman pencegahan dan pengendalian demam berdarah dengue di Indonesia*. Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit Dan Penyehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan RI.

Khan, H., Khan, I., Jilani, T. A., Ihsan, T., Khan, M., Din, N., Ali, I., & Maan, N. A. (2026). Effect of Different Insect Growth Regulators (IGRs) on Aedes aegypti Surveillance and Control in Indoor and Outdoor Attractive Lethal Ovitraps. *INDUS JOURNAL OF BIOSCINCE RESEARCH*, *4*(S3.1), 22–26. https://doi.org/https://doi.org/10.70749/ij

Latisa, A., Munawaroh, R. N., Nuraeni, S., Nurfadila, M., Suhartati, R., Hidana, R., Arrizqiyani, T., Virgianty, D. P., & Ferdiani, D. (2026). Effectiveness of a modified double-trap mosquito device with rice straw infusion attractant in increasing ovitrap and gravidtrap indices. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (JoIMedLabS)*, *7*(2), 25–36. https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v7i2.314

Pramurditya, R., Santjaka, A., & Widyanto, A. (2017). Efektivitas beberapa jenis atraktan dalam menangkap telur nyamuk Aedes sp di kelurahan Teluk Kecamatan Purwokerto selatan Kabupaten Banyumas Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, *36*(3), 244–254. https://doi.org/10.31983/keslingmas.v36i3.2998

Putri, N. E., & Amalia, A. A. (2025). Evaluasi Limbah Pati (Arenga pinnata) sebagai Atraktan Potensial pada Ovitrap untuk Pengendalian Vektor Aedes aegypti. *Jurnal Kolaboratif Sains*, *8*(9), 5643–5650.

Rahman, A. U., Khan, I., Usman, A., & Khan, H. (2024). Evaluation of Insect Growth Regulators (IGRs) as biological pesticides for control of Aedes aegypti mosquitoes. *J Vector Borne Dis*, *61*(1), 129–135. https://doi.org/10.4103/0972-9062.392257

Ridha, M. R., Yudhastuti, R., Notobroto, H. B., Hidajat, M. C., Diyanah, K. C., Jassey, B., & Rahmah, G. M. (2025). A systematic review of insecticide resistance in Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) and implications for dengue control in Indonesia. *Veterinary World*, 658–672. https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.658-672

Rosa, E., Nabila, H., Priyambodo, & Setyaningrum, E. (2026). The Use of Citrus reticulata, Blanco Tangerine Peel Remains as an Ovicide to Prevent Hatching of Aedes aegypti Mosquito Eggs. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, *13*(1), 19–28. https://doi.org/https://doi.org/10.23960/j-bekh.v13i1.457

Salim, M., & Satoto, T. B. T. (2015). Uji Efektifitas Atraktan pada Lethal Ovitrap terhadap Jumlah dan Daya Tetas Telur Nyamuk Aedes aegypti. *Buletin Penelitian Kesehatan*, *43*(3), 147–154. https://doi.org/10.22435/bpk.v43i3.4342.147-154

Silva, W. R. D., Soares-da-Silva, J., Ferreira, F. A. D. S., Rodrigues, I. B., Tadei, W. P., & Zequi, J. A. C. (2018). Oviposition of Aedes aegypti Linnaeus, 1762 and Aedes albopictus Skuse, 1894 (Diptera: Culicidae) under laboratory and field conditions using ovitraps associated to different control agents, Manaus, Amazonas, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, *62*(4), 304–310. https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.08.001

CC BY-SA 4.0

Sucipto, C. D., Wahyudin, D., Santosa, H. J., Latho, I., & Gunawan, A. T. (2018). The Effectiveness of Insect Growth Regulator (IGR) on the Growth and the Development of Aedes aegypti and Aedes albopictus in Tangerang City, Indonesia. *Journal of Medical Science And Clinical Research*, *6*(4). https://doi.org/10.18535/jmscr/v6i4.148

Wardaya, E. C. E., Martini, M., Sutiningsih, D., & Fauzi, M. (2025). The Effectiveness of plant-based Bioinsecticides in controlling Aedes aegypti larva populations: Scoping review. *Journal of Vector Borne Diseases*. https://doi.org/10.4103/jvbd.jvbd_220_25.

CC BY-SA 4.0