

Uji Resistensi Larva Nyamuk *Aedes Aegypty* Terhadap Temepos (Abate) Pada Daerah Endemis DBD Di Kota Kendari Sulawesi Tenggara

Assessment of Aedes aegypti Larval Resistance to Temephos (Abate) in Dengue-Endemic Regions of Kendari, Southeast Sulawesi

Nurqomaria^{1*}, Elis Oktaviani², Najma Helmia², Sriswanti², Agus Kurniawan Putra³

¹ Laboratorium Entomologi Dan Parasitologi Universitas Mandala Waluya

² Program Studi D-III Sanitasi, Universitas

³ Workshop Pengendalian Vektor Universitas Mandala Waluya

Kutipan: Nurqomaria., Oktaviani E., Helmia N., Sriswanti., Putra AK. Uji Resistensi Larva Nyamuk *Aedes aegypty* Terhadap Temepos (Abate) Pada Daerah Endemis DBD Di Kota Kendari Sulawesi Tenggara ASP. Desember 2025; 16(2): 31–42

Editor: Umar Riandi

Diterima: 4 Juni 2025

Revisi: 15 Juli 2025

Layak Terbit: 30 April 2026

Catatan Penerbit: Aspirator tetap netral dalam hal klaim yurisdiksi di peta yang diterbitkan dan afiliasi kelembagaan.



Hak Cipta: © 2025 oleh penulis. Jurnal Aspirator diberikan hak untuk menerbitkan berdasarkan lisensi Creative Commons Attribution Share-Alike (CC BY SA) yang memperbolehkan distribusi dan penggunaan artikel ini selama pengakuan yang tepat diberikan kepada penulis.

Abstract. *Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) remains a major public health issue in Kendari City, Southeast Sulawesi. Larvicidal insecticides such as temephos (Abate) are commonly used for vector control; however, repeated use may lead to resistance in Aedes aegypti populations. This study aimed to assess the resistance level of Aedes aegypti larvae to temephos in dengue-endemic areas of Kendari City. Laboratory tests were conducted at the Entomology and Parasitology Laboratory of Mandala Waluya University. Larvae were collected from three endemic sub-districts: Baruga, Kadia, and Poasia. Resistance was tested using temephos at concentrations of 0.005 mg/L, 0.01 mg/L, 0.02 mg/L, and 0.03 mg/L. Each treatment was replicated three times with 25 larvae per replicate. Mortality was recorded after 24 hours of exposure. All tested populations demonstrated resistance, with larval mortality rates remaining below 80% across all concentrations. In Baruga, the highest mortality (60%) occurred at 0.03 mg/L with an LC₅₀ of 0.023 mg/L. In Kadia, the highest mortality was 42.66%. In Poasia, 49.33% mortality was observed at 0.03 mg/L with an LC₅₀ of 0.043 mg/L. No mortality was observed in the control group, thus Abbott's correction was not applied. Aedes aegypti larvae from dengue-endemic regions in Kendari City exhibited resistance to temephos at all tested concentrations. These findings highlight the need for reevaluation of larvicide use and implementation of integrated vector control strategies.*

Keywords: *Aedes aegypti, Temephos, resistance, larvae, dengue, Kendari*

Abstrak. *Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius di Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Penggunaan insektisida larvasida seperti temefos (Abate) merupakan strategi utama dalam pengendalian vektor Aedes aegypti. Namun, penggunaan berulang berpotensi menimbulkan resistensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat resistensi larva nyamuk Aedes aegypti terhadap temefos pada daerah endemis DBD di Kota Kendari. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Entomologi dan Parasitologi Universitas Mandala Waluya dengan menggunakan larva Aedes aegypti dari tiga kecamatan endemis: Baruga, Kadia, dan Poasia. Uji resistensi dilakukan dengan paparan temefos pada berbagai konsentrasi (0,005 mg/L, 0,01 mg/L, 0,02 mg/L, dan 0,03 mg/L). Masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan, dengan 25 larva per ulangan. Hasil kematian larva diamati setelah 24 jam. Pada semua lokasi uji, tingkat kematian larva <80% menunjukkan status resistensi terhadap temefos. Di Kecamatan Baruga, kematian tertinggi terjadi pada konsentrasi 0,03 mg/L (60%) dengan LC₅₀ = 0,023 mg/L. Di Kecamatan Kadia, kematian maksimum tercatat 42,66% (LC₅₀ tidak disebutkan). Sedangkan di Poasia, kematian tertinggi sebesar 49,33% terjadi pada konsentrasi 0,03 mg/L dengan LC₅₀ = 0,043 mg/L. Tidak ditemukan kematian pada kelompok kontrol, sehingga tidak dilakukan koreksi dengan formula Abbot. Larva Aedes aegypti dari wilayah endemis DBD di Kota Kendari menunjukkan resistensi terhadap temefos pada semua konsentrasi yang diuji. Diperlukan evaluasi ulang penggunaan larvasida dan penerapan strategi pengendalian vektor yang berkelanjutan.*

*Korespondensi Penulis

Email: nurqomaria@umw.ac.id

Telp: +6285241065165

Kata Kunci: *Aedes aegypti, temefos, resistensi, larva, DBD, Kendari*

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh salah satu dari empat serotipe virus dengue yang berkerabat dekat (DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4) dari genus *Flavivirus*. Infeksi dengan satu serotipe tidak memberikan kekebalan terhadap serotipe lainnya, sehingga seseorang dapat terinfeksi beberapa kali dalam hidupnya^{1,2}. Vektor utamanya adalah nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, yang berkembang biak di air yang tergenang dan paling aktif pada siang hari^{1,3-6}. Virus ini bertahan dalam siklus manusia-nyamuk-manusia, terutama di daerah perkotaan dan semi-perkotaan¹. Faktor Sanitasi yang buruk, penyimpanan air yang tidak tepat, dan kepadatan penduduk yang tinggi meningkatkan perkembangbiakan nyamuk dan penularan penyakit^{4,6-8}. Perubahan musim, terutama musim hujan, juga berkontribusi pada tingkat penularan yang lebih tinggi^{3,8}.

Di Indonesia, urgensi pengendalian Demam Berdarah Dengue (DBD) semakin menonjol karena negara ini menempati peringkat kasus tertinggi kedua di antara 30 negara endemis. Wilayah Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur mencatat angka kematian tertinggi, sementara Banten—khususnya Kabupaten Tangerang—mengalami lonjakan kasus signifikan pada awal tahun 2024⁹. Kondisi ini menegaskan bahwa DBD merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius dan membutuhkan strategi pengendalian yang efektif. Salah satu pendekatan yang paling menjanjikan adalah pengendalian vektor pada fase larva^{9,10}.

Pengendalian *Aedes aegypti* pada fase larva sangat efektif karena larva bersifat stasioner dan intervensi dapat memutus siklus hidup sebelum nyamuk dewasa menularkan penyakit¹¹⁻¹⁷. Penggunaan larvasida kimia seperti temefos dan pyriproxyfen, larvasida nabati (ekstrak kecombrang, lada, bawang putih, kopi), agen hayati (jamur *Metarhizium anisopliae*, ekstrak timun laut), serta pengelolaan lingkungan terbukti menurunkan populasi larva secara signifikan¹¹⁻¹⁸.

Pengendalian larva *Aedes sp.* dengan bahan kimia seperti temefos (Abate) telah lama menjadi strategi utama dalam upaya menurunkan angka penularan penyakit seperti demam berdarah. Penggunaan temefos terbukti efektif meningkatkan angka rumah bebas jentik (Larvae Free Rate/LFR), seperti yang terlihat di Bengkulu, di mana LFR naik signifikan dari 67,61% menjadi 82,98% setelah intervensi temefos¹⁹. Namun, penggunaan temefos secara luas dan berulang telah menyebabkan munculnya resistensi pada populasi *Aedes aegypti* sehingga efektivitasnya mulai menurun^{9,20-22}. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar populasi *Aedes aegypti* kini menunjukkan tingkat resistensi sedang hingga tinggi terhadap temefos seperti yang ditemukan di Meksiko, Peru, dan Kuba, serta di beberapa pelabuhan di Indonesia^{20,23-25}, sementara *Aedes albopictus* cenderung masih lebih rentan, meski mulai terdeteksi toleransi di beberapa wilayah^{20,26,27}. Di Indonesia, beberapa studi menunjukkan bahwa populasi *Aedes aegypti* di pelabuhan Dumai, Tarakan dan Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang, serta Desa Peguyangan Kaja, Kota Denpasar sudah menunjukkan toleransi hingga resistensi terhadap temefos, dengan mekanisme resistensi yang melibatkan peningkatan aktivitas enzim seperti α -esterase dan monooxygenase^{23,28}.

Pemantauan rutin dan rotasi penggunaan larvasida sangat dianjurkan untuk mencegah peningkatan resistensi serta mempertahankan efektivitas pengendalian vektor^{20,27}. Salah satu langkah penting dalam strategi ini adalah mengetahui status kerentanan vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) terhadap insektisida, seperti temefos, secara berkala. Kegiatan tersebut bertujuan untuk memperoleh data dasar serta memantau perkembangan resistensi yang dapat digunakan dalam perumusan

strategi pengendalian yang lebih tepat dan efektif

Di Wilayah kerja Puskesmas Kelurahan Baruga, kadia dan Poasia pada daerah endemis DBD di kota kendari, pembagian larvasida temefos (abate) secara rutin dilakukan setiap 2 hingga 3 bulan sekali. Kegiatan ini menysasar berbagai lokasi strategis seperti perkantoran, sekolah, dan permukiman warga. Meskipun distribusi larvasida telah berjalan secara berkala, hingga saat ini masih terdapat keterbatasan data terkait status kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di wilayah tersebut. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian uji kerentanan untuk mengetahui tingkat efektivitas temefos terhadap larva *Aedes aegypti* di wilayah kerja Puskesmas Poasia sebagai dasar pengambilan kebijakan pengendalian vektor yang lebih tepat sasaran.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *True Experimental Laboratory Study* menggunakan rancangan *post-test only control group design* untuk menentukan status kerentanan larva *Ae. aegypti* terhadap larvasida temefos pada berbagai konsentrasi. Penelitian dilakukan pada bulan September–Desember 2024 di Laboratorium Parasitologi dan Entomologi Universitas Mandala Waluya Kendari. Penelitian mengacu pada prosedur standar WHO larval bioassay untuk pengujian kerentanan larva nyamuk terhadap insektisida larvasida.

Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh larva *Ae. aegypti* yang ditemukan pada wilayah endemis DBD di Kecamatan Baruga, Kadia, dan Poasia Kota Kendari. Sampel penelitian berupa larva *Ae. aegypti* instar III–IV yang diperoleh dari tempat penampungan air rumah tangga seperti bak mandi, ember, dan dispenser, dengan kriteria larva aktif bergerak, tidak mengalami cacat morfologi, berasal dari instar yang seragam, serta tidak menunjukkan tanda stres atau kematian sebelum pengujian. Jumlah sampel pada masing-masing wilayah sebanyak 375 larva, sehingga total keseluruhan sampel adalah 1.125 larva. Setiap kelompok perlakuan terdiri atas 25 larva per gelas uji dengan 4 konsentrasi temefos, dilakukan 3 kali pengulangan, serta dilengkapi dengan 1 kelompok kontrol.

Untuk menjamin validitas hasil bioassay, dilakukan kontrol kualitas larva dengan pemeliharaan pada suhu ruang laboratorium 27–30°C dan pH air 6,5–7,5, serta penggunaan larva instar III–IV dengan ukuran relatif seragam. Larva yang lemah, tidak aktif, atau cacat tidak digunakan dalam pengujian, dan sebelum perlakuan larva diadaptasikan selama 30 menit. Air kontrol dan air perlakuan menggunakan sumber air yang sama untuk menjaga konsistensi. Pemantauan kematian pada kelompok kontrol dilakukan sesuai standar WHO, yaitu kematian kontrol <5% dianggap valid, kematian kontrol 5–20% dilakukan koreksi menggunakan rumus Abbott, sedangkan kematian kontrol >20% mengharuskan pengulangan pengujian.

Prosedur Penelitian

a) Pengumpulan Larva

Larva dikumpulkan dari wilayah endemis DBD di Kecamatan Baruga, Kadia, dan Poasia menggunakan metode survei larva pada tempat penampungan air rumah tangga, kemudian larva yang diperoleh dibawa ke laboratorium

menggunakan wadah plastik berisi air asal habitat untuk mencegah stres selama transportasi sehingga kondisi larva tetap terjaga hingga siap digunakan dalam pengujian bioassay.

b) Konsentrasi temefos

Untuk membuat larutan konsentrasi temefos dengan berbagai konsentrasi di gunakan rumus pengenceran, yaitu :

Rumus Pengenceran : $V_1.M_1 = V_2.M_2$

1. Membuat larutan temefos 0,005 mg/L sebanyak 250 ml

$$\begin{aligned} V_1.M_1 &= V_2.M_2 \\ V_1.1 &= 250 . 0,005 \\ V_1 &= \frac{1,25}{1} \\ &= 1,25 \text{ ml} \end{aligned}$$

Untuk membuat larutan temefos 0,005 mg/L sebanyak 250 ml, di butuhkan larutan temefos konsentrasi 1 mg/L sebanyak 1,25 ml.

2. Membuat larutan temefos 0,01 mg/L sebanyak 250 ml

$$\begin{aligned} V_1.M_1 &= V_2.M_2 \\ V_1.1 &= 250.0,01 \\ V_1 &= \frac{2,5}{1} \\ &= 2,5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Untuk membuat larutan temefos 0,01 mg/L sebanyak 250 ml, di butuhkan larutan temefos konsentrasi 1 mg/L sebanyak 2,5 ml

3. Membuat larutan temefos 0,02 mg/L sebanyak 250 ml

$$\begin{aligned} V_1.M_1 &= V_2.M_2 \\ V_1.1 &= 250.0,02 \\ V_1 &= \frac{5}{1} \\ &= 5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Untuk membuat larutan temefos 0,02 mg/L sebanyak 250 ml, di butuhkan larutan temefos konsentrasi 1 mg/L sebanyak 5 ml.

4. Membuat larutan temefos 0,03 mg/L sebanyak 250 ml

$$\begin{aligned} V_1.M_1 &= V_2.M_2 \\ V_1.1 &= 250.0,03 \\ V_1 &= \frac{7,5}{1} \\ &= 7,5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Untuk membuat larutan temefos 0,03 mg/L sebanyak 250 ml, di butuhkan larutan temefos konsentrasi 1mg/L sebanyak 7,5 ml.

Sehingga untuk membuat larutan temefos konsentrasi 0,005 mg/L dibutuhkan temefos 1mg/L sebanyak 1,25 ml, konsentrasi 0,01 dibutuhkan temefos 1mg/L

sebanyak 2,5 ml, konsentrasi 0,02 dibutuhkan temefos 1mg/L sebanyak 5 ml dan konsentrasi 0,03 dibutuhkan temefos 1mg/L sebanyak 7,5 ml.

c) Uji Kerentanan Larva (WHO Larval Bioassay)

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian status kerentanan menggunakan metode adalah sebagai berikut :

Larva *Aedes aegypti* instar III yang sehat dan tidak cacat dipilih, kemudian masing-masing sebanyak 25 ekor dimasukkan ke dalam 20 gelas berisi air sumur, terdiri atas 16 gelas dengan volume 100 mL untuk perlakuan dan 4 gelas dengan volume 250 mL sebagai kontrol, lalu dibiarkan beradaptasi selama 30 menit. Gelas uji diberi label sesuai konsentrasi temefos dan jumlah ulangan, kemudian dibuat larutan dengan konsentrasi 0,005 mg/L, 0,01 mg/L, 0,02 mg/L, dan 0,03 mg/L, masing-masing diaplikasikan pada 4 gelas perlakuan sehingga totalnya menjadi 16 gelas perlakuan dengan konsentrasi temefos yang berbeda. Setelah larutan temefos dimasukkan sesuai label, volume air dicukupkan hingga 250 mL dengan menambahkan air sumur. Larva dipaparkan selama 1 jam, kemudian dipindahkan ke dalam gelas berisi 250 mL air sumur yang diberi label sama. Selanjutnya larva diberi pakan pelet dan dibiarkan selama 24 jam pada suhu ruang laboratorium, lalu dilakukan pengamatan untuk menghitung jumlah larva yang mati, pingsan, maupun hidup sesuai kriteria WHO, yaitu larva dinyatakan mati apabila tidak menunjukkan gerakan, tidak merespon rangsangan, atau tenggelam di dasar wadah.

Metode statistik

Analisis data

Data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung persentase kematian larva menggunakan rumus :

$$n = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

n : persentase kematian

a : total larva yang mati

b : Total larva uji

Untuk menentukan status kerentanan temefos terhadap larva *Ae.aegypti* ditafsirkan mengikuti panduan WHO (1975), yang terbagi ke dalam tiga kategori :

1. Resisten apabila kematian kurang dari 80%
2. Toleran apabila kematian 80-97%
3. Rentan apabila kematian 98-100%

Apabila pada penelitian ini kematian kontrol antara 5-20%, maka harus dilakukan pengoreksian menggunakan formula Abbot, tetapi jika kematian larva pada kontrol >20%, maka seluruh pelaksanaan penelitian dinyatakan gagal dan harus dilakukan pengulangan²⁹.

$$\text{Abbott : } \frac{\% \text{kematian nyamuk uji} - \% \text{kematian nyamuk kontrol}}{100 - \% \text{kematian nyamuk kontrol}} \times 100\%$$

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan di Laboratorium Entomologi dan Parasitologi Universitas mandala Waluya telntang “Uji Relsistelni Larva Nyamuk *Ae. aegypti* di Wilayah endemis DBD di Kota kendari” dengan berbagai konsentrasi yaitu 0,005 mg/L, 0,01 mg/L, 0,02 mg/L, dan 0,03 mg/L, masing-masing.

Tabel 1. Persentase Kematian Larva *Aedes aegypti* Setelah terpapar Temefos Berbagai Konsentrasi Pada Pengamatan 24 Jam di Kel. Baruga

Konsentrasi (mg/L)	Pengulangan Jumlah larva pengujian			Rata-Rata Larva Mati (Ekor)	Total Larva Uji (Ekor)	% Kematian	Status Uji	Suhu (°C)	Ph
	U1	U2	U3						
Kontrol	25	25	25	0	75	0	Resistensi	29	8
0,005	25	25	25	6	75	24	Resistensi	29	8
0,01	25	25	25	8	75	30,7	Resistensi	29	8
0,02	25	25	25	12	75	48	Resistensi	29	8
0,03	25	25	25	15	75	60	Resistensi	29	8

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1. Yang dilakukan di Kec. Baruga Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara, jumlah sampel larva mati yang teramati setelah diberi paparan temefos dengan empat konsentrasi berbeda menunjukkan hasil yang bervariasi. Frekuensi kematian tertinggi terjadi pada pemberian konsentrasi 0,03 mg/L (60%) dan 0,02 mg/L (48%) dan tergolong resisten. Sedangkan pada konsentrasi 0,01 mg/L persentase kematian menurun menjadi (30,7%), dan terendah pada konsentrasi 0,005 mg/L yakni sebesar (24%). Persentase kematian larva pada kelompok kontrol adalah 0%, yang menandakan jika kematian sampel larva uji hanya dipengaruhi oleh pemberian temefos. Pada penelitian ini tidak dilakukan koreksi kematian larva dengan formula Abbot, karena kematian larva pada kelompok kontrol tidak lebih dari 5%. Hasil analisis probit menggunakan aplikasi SPSS diperoleh nilai estimasi dari konsentrasi temefos yang dapat membunuh 50% larva nyamuk *Ae. aegypti* (LC_{50}) yaitu 0,023 mg/L dengan batas bawah 0,009 mg/L dan batas atas 0,029 mg/L. Nilai estimasi dari konsentrasi temefos yang dapat membunuh 99% larva nyamuk *Ae. aegypti* (LC_{99}) yaitu 0,061 mg/L dengan batas bawah 0,050 mg/L dan batas atas 0,092 mg/L.

Table 2. Persentase Kematian Larva *Aedes aegypti* Setelah terpapar Temefos Berbagai Konsentrasi Pada Pengamatan 24 Jam di Kel. Kadia Kota Kendari

Konsentrasi (mg/L)	Pengulangan Jumlah larva pengujian			Rata-Rata Larva Mati (Ekor)	Total Larva Uji (Ekor)	% Kematian	Status Uji	Suhu (°C)	Ph
	U1	U2	U3						
Kontrol	25	25	25	0	75	0	Resistensi	30	7
0,005	25	25	25	8,33	75	33,33	Resistensi	30	7
0,01	25	25	25	8,66	75	34,66	Resistensi	30	7
0,02	25	25	25	9	75	36	Resistensi	30	7
0,03	25	25	25	10,66	75	42,66	Resistensi	30	7

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2 Jumlah sampel larva mati yang teramati setelah diberi paparan temefos dengan 4 konsentrasi berbeda menunjukkan hasil yang bervariasi. Frekuensi kematian tertinggi terjadi pada pemberian konsentrasi 0,02 mg/L (36%) dan 0,03 mg/L (42,66%) tergolong resisten. Sedangkan pada konsentrasi 0,01 mg/L persentase kematian menurun menjadi (34,66%), dan terendah pada konsentrasi 0,005 mg/L yakni sebesar (33,33%). Persentase kematian larva pada kelompok kontrol adalah 0%, yang menandakan jika kematian sampel

larva uji hanya dipengaruhi oleh pemberian temefos.

Tabel 3. Persentase Kematian Larva *Aedes aegypti* Setelah terpapar Temefos Berbagai Konsentrasi Pada Pengamatan 24 Jam di Kel. Poasia Kota Kendari

Konsentrasi (mg/L)	Pengulangan Jumlah larva pengujian			Rata-Rata Larva Mati (Ekor)	Total Larva Uji (Ekor)	% Kematian	Status Uji	Suhu (°C)	Ph
	U1	U2	U3						
Kontrol	25	25	25	0	75	0	Resistensi	27-30	7
0,005	25	25	25	3	75	12	Resistensi	27-30	7
0,01	25	25	25	4	75	16	Resistensi	27-30	7
0,02	25	25	25	5.66	75	22.66	Resistensi	27-30	7
0,03	25	25	25	12.33	75	49.33	Resistensi	27-30	7

Berdasarkan hasil pengamatan yang terlihat pada Table 3. menunjukkan bahwa jumlah presentasi kematian larva terbesar terdapat pada konsentrasi 0,04 mg/L yaitu 49.33% dengan rata-rata kematian larva setelah 24 jam sebanyak 12,33. Pada konsentrasi 0,01mg/L presentasi kematian yang di peroleh yaitu 16% dengan rata-rata kematian setelah 24 jam sebanyak 4 sedangkan pada konsentrasi 0,02 mg/L yang merupakan dosis diagnostic WHO pada pengamatan ini kematian yang di peroleh yaitu 22.66% dengan rata-rata kematian setelah 24 jam sebanyak 5.66. Dan Presentasi kematian terendah terdapat pada konsentrasi 0,005 mg/L sebanyak 12% dengan rata-rata kematian setelah 24 jam sebesar 3 kali. Hasil analisis probit menggunakan sistem SPSS diperoleh nilai estimasi dari konsentrasi temephos yang dapat membunuh 50% larva nyamuk (LC_{50}) yaitu 0,043 mg/L dengan batas bawah 0,047 mg/L dan batas atas 0,170 mg/L.

Setiap perlakuan menggunakan n 25 larva dan di lakukan 3 kali pengulangan, total larva uji pada pengamatan ini sebanyak 375 larva. Status kerentanan larva di Kelurahan Andonuhu di nyatakan resisten karena kematian larva di semua konsentrasi kurang dari 80%.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas insektisida temefos terhadap larva *Ae. aegypti* pada berbagai konsentrasi pada daerah endemis DBD yang terdapat di Kota Kendari Sulawesi Tenggara khususnya pada kelurahan Baruga, Anduonohu dan Baruga. Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh dari Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, terlihat bahwa efektivitas temefos dalam membunuh larva bervariasi tergantung pada konsentrasi yang digunakan.

Efektivitas temefos dalam membunuh larva bervariasi tergantung pada konsentrasi yang digunakan. Persentase kematian tertinggi terjadi pada konsentrasi 0,03 mg/L dengan tingkat kematian mencapai 60%, diikuti oleh konsentrasi 0,02 mg/L sebesar 48%. Kedua konsentrasi ini tergolong dalam kategori resisten, karena tidak mencapai ambang kematian $\geq 90\%$ yang umumnya dijadikan sebagai indikator kerentanan larva terhadap insektisida. Hal ini menunjukkan bahwa populasi larva *Ae. aegypti* di wilayah studi telah mengalami penurunan kepekaan terhadap temefos. Penurunan efektivitas semakin terlihat pada konsentrasi yang lebih rendah, yakni 0,01 mg/L dan 0,005 mg/L, dengan angka kematian berturut-turut sebesar 30,7% dan 24%. Sementara itu, kelompok kontrol menunjukkan angka kematian 0%, yang berarti bahwa seluruh kematian pada kelompok perlakuan disebabkan oleh paparan temefos, bukan oleh faktor eksternal lainnya. Karena angka kematian pada kontrol $< 5\%$, maka tidak diperlukan koreksi menggunakan formula Abbot, sesuai standar pengujian insektisida WHO²⁹.

Berdasarkan jumlah rata-rata kematian larva setelah 24 jam, konsentrasi 0,04 mg/L menunjukkan persentase kematian tertinggi (49,33%) dengan rata-rata 12,33 larva mati dari 25 larva per ulangan. Pada konsentrasi 0,02 mg/L (dosis diagnostik WHO), angka kematian hanya sebesar 22,66%, mengindikasikan resistensi nyata terhadap dosis standar WHO. Konsentrasi 0,01 mg/L dan 0,005 mg/L bahkan hanya menghasilkan kematian sebesar 16% dan 12%, dengan rata-rata kematian masing-masing 4 dan 3 larva. Penggunaan temefos secara terus-menerus tanpa rotasi bahan aktif telah menyebabkan resistensi luas pada larva *Aedes aegypti* di berbagai wilayah dunia, termasuk Indonesia. Nilai LC_{50} dan LC_{99} yang melebihi ambang batas WHO menandakan resistensi yang signifikan. Resistensi temefos telah dilaporkan di banyak negara, seperti Meksiko, Peru, India, dan Kuba, dengan tingkat resistensi bervariasi dari sedang hingga tinggi^{9,20,24–26,30–32}. Di beberapa wilayah, lebih dari 75% populasi *Ae. aegypti* menunjukkan resistensi dengan tingkat kematian larva di bawah 93% pada konsentrasi diskriminasi WHO (0,012 mg/L)^{20,25,26,30,32}. Studi di Indonesia juga melaporkan toleransi/resistensi dengan mortalitas larva hanya 91,67% pada konsentrasi 0,012 mg/L (33,34). Penggunaan temefos secara berulang tanpa rotasi adalah faktor utama resistensi^{9,20,24,25,30,35}.

Hasil analisis probit menggunakan perangkat lunak SPSS menghasilkan nilai LC_{50} sebesar 0,023 mg/L, dengan batas kepercayaan antara 0,009 mg/L hingga 0,029 mg/L. Artinya, pada konsentrasi ini, diperkirakan 50% larva akan mati akibat paparan temefos. Sedangkan nilai LC_{99} sebesar 0,061 mg/L menunjukkan bahwa dibutuhkan konsentrasi lebih tinggi untuk membunuh 99% populasi larva, dengan rentang batas kepercayaan antara 0,050 mg/L hingga 0,092 mg/L. Nilai LC_{50} yang relatif tinggi dibandingkan standar WHO (yakni 0,012 mg/L untuk larva yang masih rentan terhadap temefos) menunjukkan bahwa larva *Ae. aegypti* di wilayah penelitian telah mengalami resistensi parsial hingga tinggi terhadap temefos. Hal ini bisa disebabkan oleh Penggunaan insektisida secara terus-menerus memang menciptakan tekanan seleksi yang kuat pada populasi serangga, sehingga individu dengan gen resisten akan bertahan dan mewariskan sifat tersebut ke generasi berikutnya. Proses ini menyebabkan frekuensi gen resisten meningkat pesat, terutama jika tidak ada rotasi bahan aktif atau strategi pengelolaan resistensi yang diterapkan, sehingga efektivitas insektisida menurun seiring waktu^{36–38}.

Beberapa penelitian melaporkan penurunan yang signifikan dalam sensitivitas larva *Ae. aegypti* terhadap temefos, larvasida yang banyak digunakan. Di Jawa Tengah, Indonesia, nilai LC_{50} dan LC_{99} untuk temefos telah meningkat di atas nilai referensi WHO, yang menunjukkan penurunan kerentanan dan kemungkinan resistensi pada populasi lokal³⁹. Pola serupa diamati di wilayah lain, seperti Meksiko, Peru, Kuba, dan India, di mana resistensi temefos yang meluas dan sedang hingga tinggi telah terdokumentasi^{20,21,24–26,30,40}. Dalam beberapa kasus, angka kematian pada konsentrasi diagnostik jauh di bawah ambang batas kerentanan WHO, yang mengonfirmasi resistensi^{33,39}. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian di Kecamatan Baruga, Kota Kendari, yang juga menunjukkan nilai LC_{50} cukup tinggi (0,023 mg/L) dan mengindikasikan adanya resistensi parsial hingga tinggi terhadap temefos.

Keterbatasan penelitian ini adalah Pertama, cakupan lokasi terbatas hanya pada tiga kecamatan, sehingga belum mewakili seluruh populasi *Aedes aegypti* di Kota Kendari. Kedua, penelitian tidak menilai faktor lingkungan seperti kualitas air, mikrobiota larva, atau kondisi ekologi yang dapat memengaruhi tingkat resistensi. Ketiga, penelitian ini hanya menilai fenomena resistensi berdasarkan mortalitas larva, tanpa analisis molekuler untuk mengidentifikasi mekanisme biologis yang mendasarinya.

Implikasi praktis dari temuan ini sangat penting bagi program pengendalian vektor DBD. Resistensi yang tinggi terhadap temefos menunjukkan bahwa penggunaan larvasida ini secara terus-menerus tidak lagi efektif di wilayah penelitian. Oleh karena itu, strategi pengendalian harus diarahkan pada rotasi larvasida dengan bahan aktif berbeda, kombinasi metode kimia dan biologis, serta pengelolaan lingkungan untuk mengurangi tempat perkembangbiakan nyamuk. Pemantauan resistensi secara berkala juga diperlukan agar kebijakan pengendalian vektor dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan. Tanpa upaya pengelolaan yang tepat, resistensi akan terus berkembang dan mengurangi efektivitas intervensi kesehatan masyarakat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa larva *Aedes aegypti* di Kecamatan Baruga, Kadia, dan Poasia Kota Kendari telah mengalami resistensi terhadap temefos, ditandai dengan tingkat kematian <80% pada semua konsentrasi yang diuji, termasuk konsentrasi diagnostik WHO (0,02 mg/L). Nilai LC_{50} dan LC_{99} yang lebih tinggi dari ambang batas WHO semakin menegaskan adanya resistensi parsial hingga kuat.

Implikasi praktis dari temuan ini adalah perlunya perubahan strategi pengendalian vektor. Penggunaan temefos secara berulang tidak lagi efektif, sehingga program pengendalian harus mengintegrasikan rotasi larvasida dengan bahan aktif berbeda, pemantauan resistensi secara berkala, serta penerapan metode alternatif seperti pengendalian biologis (misalnya pemanfaatan ikan pemakan jentik atau bakteri Bti) dan pengelolaan lingkungan untuk mengurangi tempat perkembangbiakan nyamuk. Dengan langkah-langkah ini, efektivitas pengendalian vektor dapat dipertahankan dan risiko penularan DBD di wilayah endemis dapat ditekan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Dinas Kesehatan Kota Kendari, Puskesmas Kelurahan Baruga, Puskesmas Kelurahan Kadia dan Puskesmas Kelurahan Poasia yang telah memberikan Izin dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada LPPM Universitas Mandala Waluya yang telah membantu serta semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Peran penulis pada artikel ini yaitu Nur Qomaria berperan sebagai kontributor utama (*equal contributor*) Elis Octaviani berperan sebagai konsep, kurasi data dan supervisi, Najma Helmia berperan sebagai Supervisi, Sriswanti berperan sebagai supervisi dan Agus Kurniawan Putra berperan sebagai analis data.

Peran	Kontributor
Konsep	NQ, EO, AKP
Kurasi Data	: NQ, NH, S
Analisis Data	: NQ, AKP
Investigasi	: NQ, NH, S
Manajemen Proyek	: NQ, AKP, NH
Sumber Daya	: NH, EO, S
Pengawasan	: NH, EO, S

Validasi	: NH, EO, S
Visualisasi	: NQ, EO, AKP
Menulis Pembuatan Draft	: NQ, ELO, AKP

DAFTAR RUJUKAN

1. Parveen S, Riaz Z, Saeed S, Ishaque U, Sultana M, Faiz Z, *et al.* Dengue hemorrhagic fever: a growing global menace. *J Water Health*. 2023;21(11):1632–50.
2. zanan M, Naffaa M, Alanazi A, Nasser F, Alsaiani AA, Almeahmadi M, *et al.* Genetic variants associated with dengue hemorrhagic fever. A systematic review and meta-analysis. *J Infect Public Health*. 2024;17(4):579–87.
3. Nurul Khoirun Nisa, Aditiya Sardi, Zuliani Zuliani, Sunarti Sunarti, Ria Damayanti. Gerakan Masyarakat Anti Jentik (Gemantik) Di Kelurahan Baning Kota Sintang. *Cakrawala J Pengabdian Masy Glob*. 2024;3(1):232–43.
4. Anliyanita R, Anwar C, Fajar NA. Effect of physical environment and community behavior on dengue hemorrhagic fever (DHF): A literature review. *Community Res Epidemiol*. 2023;3(2):74–6.
5. Rosmaini R, Setiawati E. Pathogenesis, Symptoms and Diagnosis, and Prevention of Dengue Hemorrhagic Fever in Adults. *Oshada*. 2024;1(3):1–9.
6. Yulianti, Hidayani WR. The Relationship between Environmental Sanitation and the Incidence of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) in Indonesia. *J Public Heal Sci*. 2022;1(02):71–88.
7. Rivaldi Akhyar Nasrullah, Muhammad Rafi Mufti. Spatial autocorrelation analysis of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) incidence in Jombang Regency in 2021. *World J Adv Res Rev*. 2023;19(1):951–8.
8. Sherli Shobur, Am. Al Fath Sabiliy Haq, Sukmawati Sukmawati, Aidil Dwi Rangga, Della Merry Puspita, Ade Lorensi Ilhamni, *et al.* Edukasi Penanggulangan Penyakit DBD di Panti Asuhan Harapan Kita. *J Pengabdian Masy Nusant*. 2024;6(4):22–31.
9. Fauzi E rifki, Doungjan K. Temephos Resistance in Prevention of Dengue Cases: Literature Review. *J Heal Sci*. 2023;16(01):1–7.
10. Avicenna, Fauziah M. Status of Resistance of *Aedes Aegypti* Larva To The Use of Temephos in Jalan Kutai Community Health Center Area 2024. *MJE Muhammadiyah J Epidemiol*. 2025;6(1):46–55.
11. Cárdenas R, Cabrera OL, Carrillo MA, Pineda A, Ahumada ML, Yañez Y, *et al.* *Aedes aegypti* control in breeding sites through an insecticidal coating with dual effect: Laboratory trials and safety assessment. *Med Vet Entomol*. 2025 Jun 1;39(2):252–65.
12. Destriani NPI, Risma, A. IP, Rohmah EA. Effectiveness Of Kecombrang Flower (*Etilingera Elatior*) As a Larvacide for *Aedes aegypti* Instar III Mosquitoes | Jurnal Harian Regional. *E-Jurnal Med Udayana* [Internet]. 2024 [cited 2025 Aug 11];13(2):26–9. Available from: <https://jurnal.harianregional.com/eum/full-108634>
13. Sharawi SE. Larvicidal Effect of Sea Cucumber (*Stichopus horrens*) against *Aedes aegypti* Mosquito Larvae (Diptera: Culicidae). *Indian J Anim Res*. 2024 Dec 21;(Of).
14. Yuyun Solihat, Rosa E, Dania Pratami G, Nurcahyani N. The Effectiveness of Pepper Leaves (*Piper nigrum L.*) As a Larvacide of *Aedes aegypti* Mosquito. *J Ilm Biol Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 2021;8(2):31–7.
15. Thanasoponkul W, Changbunjong T, Sukkurud R, Saiwichai T. Spent Coffee Grounds and Novaluron are Toxic to *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Larvae. *Insects*. 2023;14(6).

16. Yearsi SEN, Munawaroh SD. Effectiveness of Garlic Extract (*Allium sativum* L) as Larvicide of *Aedes aegypti*. Insights Public Heal J. 2021;2(1).
17. Bitencourt R de OB, Santos-Mallet JR dos, Lowenberger C, Ventura A, Gôlo PS, Bittencourt VREP, et al. A Novel Model of Pathogenesis of *Metarhizium anisopliae* Propagules through the Midguts of *Aedes aegypti* Larvae. Insects. 2023;14(4):1–12.
18. Sharawi SE. Mortality and malformation effects of boric acid against larval stage of *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). Int J Mosq Res. 2022;9(5):23–7.
19. Gunasari LFV, Destilyana R, Massardi NA, Triana D. Differences in Before and After Temephos Intervention in Bengkulu City: Larvae Free Rate of *Aedes spp.* J Presipitasi Media Komun dan Pengemb Tek Lingkungan. 2025;22(1):157–67.
20. Davila-Barboza JA, Gutierrez-Rodriguez SM, Juache-Villagrana AE, Lopez-Monroy B, Flores AE. Widespread Resistance to Temephos in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Mexico. Insects . 2024;15(2):1–12.
21. Singh RK, Kumar G, Joshi S, Anvikar AR. Susceptibility of temephos against *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi* larvae in Dehradun, Uttarakhand, India. J Vector Borne Dis. 2025;62(1):117–21.
22. Nurmayanti D, Marlik, Nurhaidah. Conventional detection of resistance of *Aedes aegypti* larvae as DHF vector in kediri district against temephos. Indian J Forensic Med Toxicol. 2020;14(1):230–3.
23. Ardhi K, Satoto TBT, Umniyati SR. Temephos resistance in *Aedes aegypti* at Dumai Seaport: implications for vector control. BKM Public Heal Community Med. 2025;41(3):e16444.
24. Piedra LA, Martinez Y, Camacho E, Garcia I, Rodriguez D, Vanlerberghe V, et al. Temephos Resistance Status of *Aedes aegypti* Populations From Havana, Cuba. J Am Mosq Control Assoc. 2024;40(2):117–20.
25. Palomino M, Pinto J, Yañez P, Cornelio A, Dias L, Amorim Q, et al. First national-scale evaluation of temephos resistance in *Aedes aegypti* in Peru. Parasites and Vectors [Internet]. 2022;15(1):1–13. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05310-x>
26. Ciau-Mendoza JA, Gómez-Rivera ÁS, Canto-Mis KL, Chan-Chable RJ, González-Acosta C, Moreno-García M, et al. Susceptibility Status to Temephos in Larval *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Populations from Quintana Roo, Southeastern Mexico. Florida Entomol. 2022;105(3):255–7.
27. Wan-Norafikah O, Aliah-Diyanah S, Atiqah-Izzah Z, Chen CD, Sofian-Azirun M, Lailatul-Nadhirah A, et al. Assessing the bioefficacy of a commercial temephos formulation (Temebate®) for controlling *Aedes albopictus* larvae in different land use localities in Malaysia. Exp Parasitol [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2025 Aug 1];254:108627. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014489423001686?via%3Dihub>
28. Irayanti I, Martini M, Wurjanto A, Susanto HS, Firmansyah YW, Ramadhansyah MF. Status Kerentanan Larva *Aedes aegypti* Terhadap Temephos Di Wilayah Kerja Pelabuhan KKP Kelas II Tarakan. J Rekam Medis Manaj Infomasi Kesehat. 2022;2(1):19–27.
29. Mukti BH, Prayitno B, Ramadhani R, Mahdiyah D. Pengaruh Ekstrak Daun Zodia (*Evodias suaveolens*) sebagai Larvasida Nabati Terhadap Kematian Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*. BIOSCIENTIAE [Internet]. 2022 Sep 30 [cited 2025 Aug 11];19(2). Available from: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/bioscientiae/article/view/6248>
30. Piedra LA, Martínez Y, Camacho E, Garcia I, Rodriguez D. Temephos resistance levels in populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Havana, Cuba. Open J Trop Med. 2023;7(1).

31. Sharma S, Singh D. Multidisciplinary Approach: Enhanced Agriculture Production in a Sustainable Way. Department of Agriculture Entomology Shri Vaishnav Institute of Agriculture. 2023. 233 p.
32. Kaura T, Devi S, Mewara A, Kaur J, Lovleen, Singh NI, et al. Detection of Insecticide Resistance in *Aedes aegypti* from Dengue Endemic Areas of Northern India. *J Commun Dis*. 2024;56(3):56–61.
33. Rahayu R, Melta D, Hasmiwati. Detection of Ace-1 Mutation in Temephos-Resistant *Aedes aegypti* L. in West Sumatra, Indonesia. *Pakistan J Biol Sci*. 2022;25(9):816–21.
34. Fauzi E rifki, Doungjan K. Temephos Resistance in Prevention of Dengue Cases: Literature Review. *J Heal Sci*. 2023 Feb 28;16(01):1–7.
35. Adhikari K, Khanikor B. Gradual reduction of susceptibility and enhanced detoxifying enzyme activities of laboratory-reared *Aedes aegypti* under exposure of temephos for 28 generations. *Toxicol Reports* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2025 Aug 13];8:1883–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34900604/>
36. Liang J, Xiao F, Ojo J, Chao WH, Ahmad B, Alam A, et al. Insect Resistance to Insecticides: Causes, Mechanisms, and Exploring Potential Solutions. *Arch Insect Biochem Physiol* [Internet]. 2025 Feb 1 [cited 2025 Aug 13];118(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40001298/>
37. Pu J, Chung H. New and emerging mechanisms of insecticide resistance. *Curr Opin Insect Sci* [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2025 Aug 1];63:101184. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214574524000269?via%3Dihub>
38. Muthu Lakshmi Bavithra C, Murugan M, Pavithran S, Naveena K. Enthralling genetic regulatory mechanisms meddling insecticide resistance development in insects: role of transcriptional and post-transcriptional events. *Front Mol Biosci*. 2023;10(September):1–22.
39. Kresnadi I, Amin BF, Ariq H, Akbar VA, Winita R, Syam R, et al. The Susceptibility of *Aedes aegypti* In Dengue Endemic Areas, Tegal, Central Java Indonesia. *BALABA J LITBANG Pengendali Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*. 2021 Jun 30;11–8.
40. Piedra LA, Rodríguez MM, Martínez LC, Ruiz A, García I, Rey J, et al. Characterization of Insecticide Resistance in *Aedes Aegypti* From the Zoological Garden of Havana, Cuba. *J Am Mosq Control Assoc*. 2022;38(3):208–15.