

UJI RESISTENSI PERMETRIN PADA NYAMUK AEDES AEGYPTI: STUDI LABORATORIUM DAN ANALISIS LAB

Ayu Eka Fatril, S.Pd., M.Biomed.
Fakultas Kedokteran IPB University
ayuekaf@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia. Salah satu tantangan utama dalam pengendalian vektor ini adalah munculnya resistensi terhadap insektisida yang umum digunakan, termasuk permetrin. Penelitian ini bertujuan dalam mengetahui tingkat resistensi nyamuk *A. aegypti* terhadap permetrin menggunakan metode uji standar WHO. Dari hasil pengamatan, ditemukan bahwa hanya 71% nyamuk yang mati setelah pemaparan, sehingga menurut klasifikasi WHO, populasi nyamuk ini termasuk kategori resisten. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pemantauan berkala dan pengelolaan penggunaan insektisida secara bijak untuk mencegah peningkatan resistensi. Penelitian ini juga membahas secara komprehensif faktor-faktor biologis, genetik, ekologis, dan antropogenik yang mempengaruhi perkembangan resistensi, serta menawarkan pendekatan pengendalian yang lebih berkelanjutan melalui manajemen terpadu vektor berbasis ilmiah dan komunitas.

Keyword: *Aedes aegypti*, DBD, permetrin, resistensi, insektisida, pengendalian vektor

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu ancaman kesehatan masyarakat yang semakin meningkat di Indonesia. Penyakit ini disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *A. aegypti*. Vektor tersebut sangat adaptif terhadap lingkungan perkotaan, memiliki perilaku antropofilik, serta mampu berkembang biak dengan cepat di berbagai tempat penampungan air bersih yang umum dijumpai di pemukiman penduduk. Dalam konteks global, WHO melaporkan bahwa lebih dari 50 juta kasus DBD terjadi setiap tahun, dan lebih dari separuh populasi dunia kini tinggal di wilayah yang berisiko tinggi terhadap penularan dengue. Di Indonesia, tren kasus DBD dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan signifikan terutama di daerah-daerah urban dengan tingkat mobilitas penduduk yang tinggi.

Upaya pengendalian nyamuk sebagai vektor utama penyakit tersebut menjadi sangat krusial, terutama karena hingga saat ini belum tersedia vaksin yang sepenuhnya efektif untuk mencegah infeksi virus dengue, dan belum ada terapi antivirus yang spesifik. Pengendalian berbasis vektor, oleh karena itu, menjadi tulang punggung strategi intervensi yang diterapkan oleh berbagai negara, termasuk Indonesia. Salah satu pendekatan yang paling umum digunakan adalah penggunaan insektisida kimia, terutama dari golongan piretroid seperti permetrin. Namun, efektivitas insektisida ini dalam jangka panjang menghadapi tantangan besar akibat munculnya fenomena resistensi, yakni kemampuan populasi nyamuk untuk bertahan hidup meskipun terpapar bahan kimia yang seharusnya mematikan.

Fenomena resistensi tersebut tidak muncul secara tiba-tiba, melainkan merupakan hasil dari proses seleksi alam yang terus berlangsung seiring dengan tekanan insektisida yang diterapkan secara terus-menerus dan kadang tidak sesuai dosis. Dalam jangka panjang, hanya nyamuk-nyamuk yang memiliki mutasi genetik tertentu yang mampu bertahan dan mewariskan karakter resisten ini kepada keturunannya. Situasi ini diperburuk oleh praktik penggunaan insektisida yang kurang bijak di tingkat masyarakat, kurangnya rotasi jenis bahan aktif, serta lemahnya sistem pemantauan resistensi di tingkat lokal. Hal ini menimbulkan kebutuhan mendesak untuk memahami lebih dalam bagaimana resistensi berkembang dan bagaimana strategi pengendalian yang adaptif dapat diterapkan.

METODOLOGI

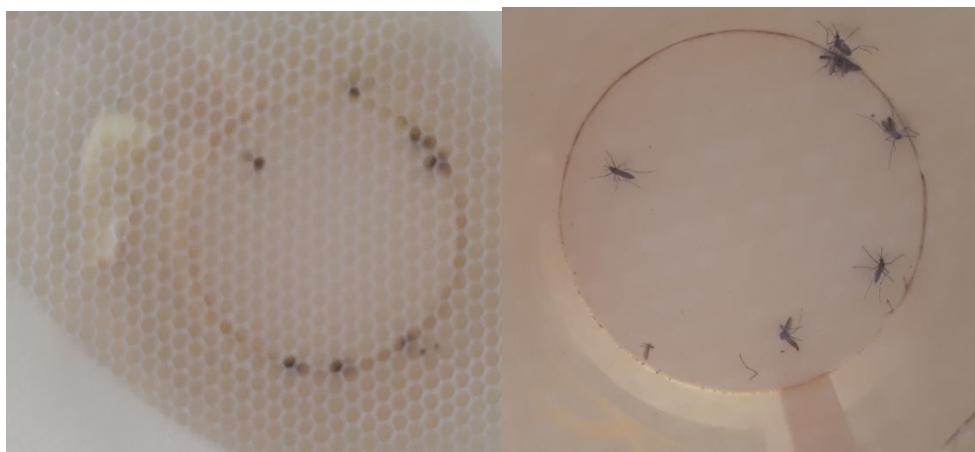
Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimental menggunakan protokol standar dari WHO dalam menguji resistensi vektor terhadap insektisida. Sampel berupa nyamuk *A. aegypti* dewasa berumur 3 hingga 5 hari dikumpulkan dan diuji di laboratorium dengan kondisi suhu dan kelembaban yang dikontrol agar menyerupai lingkungan alami. Masing-masing nyamuk dimasukkan ke dalam tabung uji yang telah dilapisi kertas saring mengandung permetrin konsentrasi 0,05%.

Prosedur eksposur berlangsung selama 60 menit, setelah itu nyamuk dipindahkan ke tabung kolektor untuk melalui masa observasi (holding period) selama 24 jam. Selama masa ini, nyamuk diberi makan larutan gula sebagai sumber energi, dan lingkungan diatur agar optimal untuk pemulihan. Persentase kematian dihitung setelah 24 jam, dan hasil diklasifikasikan berdasarkan kategori WHO, yakni rentan jika kematian $\geq 98\%$, toleran antara 80–97%, dan resisten jika kematian $< 80\%$. Selain pengamatan kematian, dilakukan juga analisis perilaku

nyamuk pasca eksposur terhadap permethrin untuk menilai dampak subletal seperti kehilangan koordinasi gerak dan penurunan aktivitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari total 24 nyamuk yang diuji, tercatat 17 individu mati setelah periode 24 jam, sedangkan 7 individu tetap hidup. (Gambar 1)



Gambar 1. Pengamatan uji resistensi nyamuk pada 1 jam dan 24 jam

Tingkat kematian 71% secara langsung menempatkan populasi ini dalam kategori resisten berdasarkan standar WHO. Hasil ini mengindikasikan bahwa populasi nyamuk yang diuji memiliki kemampuan fisiologis atau biokimia untuk bertahan dari paparan permethrin.

Faktor yang mendasari resistensi pada nyamuk mencakup kompleksitas genetik dan lingkungan. Mutasi pada gen yang mengkode enzim detoksifikasi seperti monooxygenase, esterases, dan glutation S-transferase dapat meningkatkan metabolisme insektisida sebelum mencapai target sistem saraf nyamuk. Di samping itu, modifikasi pada situs target seperti saluran natrium pada membran neuron, yang menjadi target utama permethrin, juga berkontribusi terhadap ketahanan. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa kombinasi antara mekanisme resistensi metabolik dan target-site resistance dapat memperkuat tingkat toleransi nyamuk terhadap insektisida.

Selain aspek genetik, faktor ekologi seperti tingginya mobilitas nyamuk, tingginya laju reproduksi, serta kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan yang beragam turut mempercepat penyebaran sifat resisten. Penggunaan insektisida yang tidak rasional di lingkungan masyarakat, baik dalam bentuk fogging yang tidak teratur maupun penggunaan produk rumah tangga yang mengandung bahan aktif serupa, memberikan tekanan seleksi

tambahan terhadap populasi nyamuk. Intervensi yang tidak konsisten dan tanpa didukung data surveilans juga memperburuk situasi.

Dampak dari resistensi ini sangat luas. Secara langsung, resistensi menyebabkan penurunan efektivitas intervensi pengendalian, yang pada gilirannya meningkatkan kejadian kasus DBD di masyarakat. Secara tidak langsung, biaya kesehatan meningkat karena perlunya intervensi lanjutan dan pengobatan pasien. Lebih jauh lagi, hal ini dapat melemahkan kepercayaan publik terhadap program pengendalian penyakit berbasis pemerintah. Ketika upaya pengendalian kehilangan efektivitasnya, masyarakat cenderung berpaling ke solusi alternatif yang tidak terstandar, yang justru dapat memperburuk kondisi ekologis dan mempercepat munculnya resistensi.

Strategi untuk mengatasi resistensi harus bersifat holistik. Rotasi penggunaan insektisida dengan mekanisme aksi yang berbeda menjadi salah satu solusi utama. Penggunaan pendekatan biologis seperti pemanfaatan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), introduksi ikan pemakan jentik, atau penggunaan wolbachia juga terbukti menurunkan populasi nyamuk dengan cara yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, strategi pengelolaan berbasis komunitas seperti Gerakan 3M Plus (menguras, menutup, dan mendaur ulang + edukasi dan pengawasan) perlu ditingkatkan efektivitasnya melalui pendekatan sosial yang kontekstual dan berbasis budaya lokal.

Pengendalian berbasis lingkungan seperti pemberantasan sarang nyamuk dan pengelolaan air bersih harus menjadi bagian integral dari kebijakan kesehatan masyarakat. Pendidikan masyarakat juga berperan penting dalam membentuk perilaku yang mendukung keberhasilan intervensi. Dalam konteks ini, pemantauan resistensi secara periodik menjadi krusial. Dengan memahami pola dan tingkat resistensi di setiap wilayah, strategi pengendalian dapat disesuaikan secara spesifik dan berbasis data. Pendekatan ini merupakan bagian dari strategi manajemen vektor terpadu (Integrated Vector Management) yang disarankan oleh WHO dan mulai diadopsi di berbagai negara berkembang.

Selain itu, kolaborasi antara sektor kesehatan, akademisi, dan pemerintah lokal diperlukan untuk memperkuat kapasitas laboratorium dalam menguji resistensi, mengembangkan bank data nasional mengenai status resistensi insektisida, serta mempercepat adopsi teknologi pengendalian yang inovatif. Investasi dalam riset dan pengembangan serta integrasi sistem informasi berbasis geografis (GIS) juga akan sangat berguna dalam memetakan persebaran resistensi dan menentukan wilayah prioritas intervensi.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa populasi nyamuk *A. aegypti* yang diuji menunjukkan resistensi terhadap permetrin, dengan tingkat kematian hanya 71% setelah pemuparan. Fakta tersebut mengindikasikan adanya tantangan serius dalam upaya pengendalian vektor berbasis insektisida dan memperkuat urgensi untuk mengembangkan pendekatan yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Untuk menjawab tantangan ini, dibutuhkan kerja sama lintas sektor dan lintas disiplin, serta keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan pengendalian. Penggunaan data ilmiah sebagai dasar pengambilan keputusan, integrasi pendekatan ekologis, biologis, dan kimiawi, serta edukasi publik menjadi fondasi dalam membangun sistem pertahanan yang tangguh terhadap penyebaran penyakit tular vektor, khususnya DBD di Indonesia. Strategi yang berorientasi pada keberlanjutan, kolaborasi multisektor, dan pemberdayaan masyarakat lokal diyakini akan memperlambat laju resistensi serta menjaga efektivitas insektisida sebagai salah satu alat penting dalam pengendalian penyakit berbasis vektor.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sinta., Sukowati, S., Asri F. (2008). Kerentanan Nyamuk Ae.aegypti di Daerah Khusus Ibukota Jakarta dan Bogor Terhadap Insektisida Malation dan Lambdacyhalothrin. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 7(1), 722–731.
2. Muthusamy R., Shivakumar MS. (2015). Susceptibility status of *Aedes aegypti* to temephos from three districts of Tamil Nadu, India. *J Vector Borne*, 52(June), 159–165.
3. Lidia K., Levina E., Setianingrum S. (2008). Deteksi Dini Resistensi Nyamuk *Aedes albopictus* Terhadap Insektisida Organofosfat di Palu. *MKM*, 03(02), 105–110.
4. Mantolu Y., Kustiati, Ambarningrum TB., et al. (2016). Status dan perkembangan resistensi *Aedes aegypti* terhadap permetrin. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 13(1), 1–8.
5. Kusriastuti R. (2009). Kebijakan Nasional Untuk Pengendalian Dengue Fever. Jakarta.
6. Ahmad, I. (2011). Adaptasi serangga dan dampaknya terhadap kehidupan manusia. Pidato Ilmiah Guru Besar ITB.
7. WHO. (1981). *Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides*. Geneva: WHO.
8. Chin K. (2006). Vector-borne disease control in the context of climate change. WHO Regional Office for SE Asia.

9. WHO. (2005). *Global strategic framework for integrated vector management*. Geneva: WHO.
10. Hemingway J., Ranson H. (2000). Insecticide resistance in insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 45, 371–391.
11. Moyes C. et al. (2017). Contemporary status of insecticide resistance in the major Aedes vectors of arboviruses: a WHO expert consultation. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(7), e0005625.