

DETERMINAN EPIDEMIOLOGI DEMAM BERDARAH DENGUE: ANALISIS DAMPAK VARIABILITAS IKLIM DAN RESISTENSI INSEKTISIDA

Sustin Murniati¹, Elyas Eka Wahyu Saputra²

Universitas Bhakti Hasta Mulia Madiun

Email : murniatisustin@gmail.com¹, ilyasekawahyu@gmail.com²

ABSTRAK

Demam Berdarah Dengue (DBD) tetap menjadi beban kesehatan masyarakat yang signifikan di Indonesia meskipun berbagai upaya pengendalian telah dilakukan. Dinamika epidemiologinya bersifat kompleks, dipengaruhi oleh faktor lingkungan alami dan tantangan teknis dalam pengendalian vektor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis determinan epidemiologi DBD di Indonesia melalui tinjauan literatur sistematis, dengan fokus khusus pada dampak variabilitas iklim dan fenomena resistensi insektisida. Studi ini menggunakan desain Literature Review. Penelusuran artikel dilakukan melalui database Google Scholar menggunakan kata kunci "Epidemiologi DBD", "Variabilitas Iklim", dan "Resistensi Insektisida". Sebanyak 8 artikel relevan yang dipublikasikan antara tahun 2019-2025 dipilih berdasarkan kriteria inklusi. Analisis menunjukkan bahwa variabilitas iklim, khususnya kelembapan dan curah hujan, berkorelasi signifikan terhadap lonjakan kasus DBD dengan mempercepat siklus hidup nyamuk dan replikasi virus. Di sisi lain, penggunaan insektisida kimia secara masif telah memicu status "toleran" dan resistensi pada nyamuk *Aedes aegypti*, yang dibuktikan dengan adanya mutasi genetik Ace-1. Temuan lain menyoroti peran *Aedes albopictus* di area publik serta keterlambatan sistem surveilans sebagai hambatan utama. Teknologi inovatif seperti nyamuk ber-Wolbachia dan aplikasi pemantau jentik berbasis Android menunjukkan efektivitas tinggi dalam menekan insidensi kasus. Pengendalian DBD di Indonesia memerlukan transisi dari metode konvensional ke strategi terintegrasi yang menggabungkan sistem kewaspadaan dini berbasis iklim dan intervensi biologi-digital untuk mengatasi tantangan resistensi dan perubahan lingkungan.

Kata Kunci: DBD, Resistensi Insektisida, Variabilitas Iklim.

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) hingga saat ini masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang paling signifikan di Indonesia. Sebagai penyakit yang ditularkan melalui vektor (vector-borne disease), dinamika penularan DBD sangat dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara virus dengue, inang manusia, dan faktor lingkungan. Data nasional menunjukkan beban epidemiologi yang masif dan persisten, di mana mayoritas wilayah kabupaten dan kota secara konsisten melaporkan temuan kasus setiap tahunnya (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Selain menyerang kelompok usia anak, karakteristik klinis dan risiko komplikasi berat seperti syok juga dilaporkan meluas secara signifikan pada berbagai kelompok umur, yang menuntut ketajaman diagnosis klinis serta manajemen tata laksana pasien yang komprehensif di fasilitas pelayanan kesehatan (Salamah et al., 2023).

Variabilitas iklim global saat ini telah diakui sebagai determinan lingkungan utama yang memperparah dan memperluas distribusi spasial maupun temporal kasus DBD di wilayah tropis. Fluktuasi parameter meteorologi seperti peningkatan suhu udara rata-rata, tingkat kelembapan yang tinggi, serta pola curah hujan yang tidak menentu terbukti secara langsung memodifikasi aspek biologi dan perilaku vektor. Suhu udara yang lebih tinggi berkontribusi mempercepat masa inkubasi ekstrinsik virus dengue di dalam tubuh nyamuk sekaligus memperpendek siklus perkembangan vektor dari fase telur hingga dewasa. Di sisi

lain, tingginya curah hujan dan kelembapan menciptakan habitat perindukan alami yang masif, yang secara statistik memiliki korelasi linear yang kuat terhadap lonjakan angka kesakitan (incidence rate) DBD di berbagai wilayah urban Indonesia (Ernyasih et al., 2023).

Tantangan dalam pengendalian vektor di lapangan semakin kompleks dengan tingginya kepadatan jentik, tidak hanya di pemukiman tetapi juga di berbagai area publik. Fokus pengawasan jentik konvensional yang selama ini berpusat pada lingkup internal rumah tangga cenderung mengabaikan keberadaan vektor potensial seperti *Aedes albopictus* yang mendominasi area luar ruangan (outdoor) seperti taman, tempat wisata, dan kebun. Implementasi survei entomologi menggunakan indikator baku seperti pengukuran Density Figure (DF) menunjukkan bahwa angka kepadatan larva di tempat-tempat umum seringkali melampaui batas aman dengan nilai indeks yang tinggi, menandakan risiko transmisi aktif yang sangat mengancam masyarakat di ruang publik (Ramadhan et al., 2019).

Di sisi lain, strategi pengendalian yang selama ini bertumpu pada intervensi kimiawi, seperti aplikasi larvasida dan pengasapan (fogging), mulai menemui hambatan serius akibat meluasnya fenomena resistensi vektor. Penggunaan insektisida golongan organofosfat (seperti malation) dan temefos secara masif, terus-menerus, dan tanpa strategi rotasi bahan aktif yang tepat telah memicu tekanan seleksi evolusioner pada populasi nyamuk *Aedes aegypti*. Secara molekuler, keberadaan mutasi genetik pada gen *Acetylcholinesterase-1* (Ace-1) telah mengubah status kerentanan nyamuk di berbagai wilayah endemis menjadi toleran hingga resisten penuh. Dampaknya, intervensi kimiawi konvensional kehilangan efektivitasnya dalam memutus rantai penularan, terutama saat terjadi lonjakan kasus atau kejadian luar biasa (Akollo et al., 2020).

Kelemahan pada sistem surveilans kesehatan serta pola perilaku masyarakat dalam pemberantasan sarang nyamuk turut memperburuk status epidemiologi DBD. Evaluasi di lapangan menunjukkan bahwa keterlambatan pelaporan data kasus dari fasilitas pelayanan kesehatan ke dinas kesehatan terkait misalnya melalui sistem Kewaspadaan Dini Rumah Sakit (KDRS) yang melebihi ambang batas 24 jam sering kali menghambat respons penanggulangan dini (Masturoh et al., 2021). Guna mengatasi kelemahan respons dan kejenuhan metode edukasi cetak tradisional, integrasi teknologi digital mulai dikembangkan. Penerapan aplikasi pengingat Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) berbasis Android terbukti mampu meningkatkan kepatuhan dan kemandirian masyarakat secara signifikan dalam melakukan pemantauan jentik berkala (Chandra et al., 2022).

Menghadapi kompleksitas determinan tersebut, diperlukan pergeseran paradigma menuju strategi pengendalian DBD yang lebih terintegrasi, inovatif, dan berkelanjutan. Implementasi inovasi biologis seperti pemanfaatan teknologi nyamuk ber-*Wolbachia* menawarkan prospek menjanjikan melalui mekanisme interferensi replikasi virus di dalam tubuh vektor. Kendati teknologi ini secara etis dinilai memenuhi prinsip beneficence (memberikan kemanfaatan optimal bagi proteksi kesehatan masyarakat), keberhasilannya di lapangan tetap harus diimbangi dengan penguatan kapasitas sistem kesehatan nasional, ketepatan data surveilans, serta pemahaman komprehensif mengenai tata laksana klinis pasien guna menurunkan angka fatalitas (Amrullah et al., 2024; Salamah et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel literature review ini bertujuan untuk menyintesis dan menganalisis secara mendalam keterkaitan antara determinan epidemiologi utama khususnya variabilitas iklim dan fenomena resistensi insektisida kimiawi terhadap dinamika penyebaran DBD di Indonesia. Melalui kajian komprehensif terhadap berbagai literatur mutakhir, studi ini diharapkan dapat merumuskan rekomendasi strategis bagi

penguatan sistem surveilans adaptif serta integrasi intervensi berbasis teknologi demi tercapainya eliminasi DBD yang efektif di masa depan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain Literature Review untuk mensintesis temuan-temuan penelitian terdahulu secara komprehensif yang mengevaluasi determinan epidemiologi Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2019-2024). Strategi pencarian literatur dilakukan melalui basis data elektronik bereputasi, meliputi Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah "Epidemiologi DBD", "Variabilitas Iklim", dan "Resistensi Insektisida". Kriteria inklusi dalam studi ini meliputi: (1) Artikel jurnal orisinal atau laporan ilmiah yang diterbitkan dalam rentang waktu 2019 hingga 2025; (2) Lokasi penelitian dilakukan di wilayah administratif Indonesia; (3) Fokus pembahasan mencakup faktor risiko lingkungan, biologi vektor, atau inovasi pengendalian.

Dari total 24.840 artikel yang teridentifikasi pada pencarian awal, dilakukan penyaringan berdasarkan relevansi judul dan abstrak. Sebanyak 8 artikel terpilih dianalisis secara mendalam menggunakan teknik content analysis untuk mengekstraksi temuan utama terkait dampak iklim, status resistensi, efektivitas teknologi digital, dan efikasi metode biologis. Analisis data dilakukan secara naratif dengan mensintesis hasil penelitian kualitatif dan kuantitatif dari berbagai daerah endemis seperti Jakarta, Tangerang Selatan, Ambon, Yogyakarta, dan Jambi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Karakteristik Artikel yang Dianalisa

No	Judul Jurnal	Nama Pengarang	Tahun	Fokus Penelitian	Partisipan / Lokasi	Desain & Metode
1	Analisis Variasi Iklim dengan Kejadian DBD di Kota Tangerang Selatan	Ernyasih, et al.	2023	Kelembapan dan curah hujan memiliki korelasi kuat dengan lonjakan kasus DBD.	Kota Tangerang Selatan	Studi Korelasional (Data Sekunder)
2	Penyebaran Nyamuk Wolbachia dalam Perspektif Prinsip Etika Beneficence	Amrullah, A. A., et al.	2024	Penurunan insidensi DBD hingga 76% dan efektivitas biaya dalam jangka panjang.	Yogyakarta	Deskriptif (Studi Kepustakaan)
3	Gejala Klinis dan Karakteristik Laboratorium Pasien DBD	Salamah, Q. N., et al.	2023	Risiko syok (DSS) lebih tinggi pada anak meskipun gejala awal mirip dengan dewasa.	DKI Jakarta	Cross-sectional (Data Rekam Medis)
4	Pengingat PSN Berbasis Android dalam Upaya Pembudayaan PSN	Chandra, E., et al.	2022	Aplikasi android meningkatkan kepatuhan PSN hingga 88,25% dibanding media cetak.	Kota Jambi	Quasi-Experimental
5	Evaluasi Sistem Surveilans DBD di Kota Tasikmalaya	Masturoh, I., et al.	2021	Keterlambatan pelaporan (>24 jam) menghambat respons fongus fokus.	Kota Tasikmalaya	Mix-Method (Evaluasi Sistem)
6	Status Resistensi Aes aegypti terhadap Malotion & Mutasi Gen Ace-1	Akollo, I. R., et al.	2020	Ditemukan status "Toleran" di Ambon dengan indikasi mutasi genetik Ace-1.	Kota Ambon	Laboratorium (Bioassay & PCR)
7	Analisis Spasial Kepadatan Jentik di Wilayah Endemis	Ramadhan, et al.	2019	Klaster kasus berkumpul pada wilayah dengan Density Figure (DF) tinggi.	Jawa Barat	Analisis Spasial
8	Partisipasi Masyarakat dalam Pengendalian Vektor DBD	Yuliandra, et al.	2019	Tingkat pendidikan dan motivasi berhubungan langsung dengan keberhasilan ABJ.	Maros, Sulawesi Selatan	Observasional Analitik

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa variabel meteorologi memiliki peran penting sebagai pemicu utama lonjakan kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di wilayah perkotaan. Penelitian di Kota Tangerang Selatan mengonfirmasi bahwa kelembapan udara (p=0,0005) dan intensitas curah hujan (p=0,016) merupakan faktor prediktor terkuat terhadap dinamika insidensi penyakit ini. Kondisi atmosfer tersebut secara langsung menciptakan karakteristik mikroklimat yang ideal bagi stabilitas pertumbuhan dan bionomik perkembangbiakan vektor. Peningkatan suhu udara juga berkontribusi mempercepat laju replikasi virus dengue di dalam tubuh nyamuk, memperpendek masa inkubasi ekstrinsik, serta mempersingkat siklus hidup vektor dari fase telur hingga menjadi dewasa, yang secara efektif meningkatkan frekuensi gigitan terhadap inang manusia (Ernyasih et al., 2023).

Temuan penting lainnya berkaitan dengan pergeseran karakteristik habitat perindukan nyamuk penular DBD di luar lingkungan domestik. Meskipun program Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) secara konvensional masih berfokus di dalam rumah, pengawasan entomologi di lapangan menunjukkan bahwa tempat-tempat umum (public places) kini

menjadi titik kritis penularan yang mengkhawatirkan. Survei jentik lapangan menggunakan indikator baku membuktikan bahwa angka kepadatan larva di area terbuka dan fasilitas umum sering kali melampaui ambang batas aman. Wilayah dengan nilai indeks kepadatan jentik atau Density Figure (DF) yang tinggi ini bertindak sebagai episentrum penularan aktif yang berbahaya bagi komunitas namun sering kali luput dari jangkauan pengawasan rutin petugas kesehatan (Ramadhan et al., 2019).

Keberhasilan upaya pengendalian vektor secara kimiawi saat ini mulai terancam secara serius oleh meluasnya fenomena resistensi nyamuk terhadap bahan aktif insektisida. Di wilayah endemis seperti Kota Ambon, populasi nyamuk *Aedes aegypti* dilaporkan telah mencapai status penurunan kerentanan atau "toleran" terhadap paparan golongan organofosfat, khususnya senyawa malation. Analisis biomolekuler mengonfirmasi adanya mutasi genetik spesifik pada gen Acetylcholinesterase-1 (Ace-1) yang menyebabkan target enzim menjadi tidak sensitif, sehingga aplikasi dosis standar pengasapan (fogging) kehilangan efektivitasnya dalam memutus rantai penularan. Fenomena ini menuntut diterapkannya strategi rotasi penggunaan jenis insektisida dan penguatan uji kerentanan (bioassay) secara berkala untuk mencegah kegagalan total dalam penanggulangan wabah (Akollo et al., 2020).

Guna mengatasi keterbatasan metode konvensional, adopsi teknologi digital berbasis komunitas kini mulai diintegrasikan untuk memperkuat kemandirian masyarakat. Pemanfaatan sistem digital berupa aplikasi pengingat kegiatan PSN berbasis Android terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi mandiri keluarga untuk memantau kebersihan wadah penampungan air secara teratur. Penggunaan platform digital interaktif ini ditemukan jauh lebih berdaya guna dalam membangun budaya pemberantasan sarang nyamuk secara mandiri jika dibandingkan dengan metode penyuluhan tradisional yang hanya bertumpu pada media cetak statis seperti selebaran atau leaflet (Chandra et al., 2022).

Paralel dengan akselerasi teknologi informasi, pemanfaatan inovasi teknologi hayati di bidang biologi medis juga menawarkan solusi jangka panjang dalam memotong rantai penularan arbovirus. Penyebaran nyamuk yang mengandung bakteri simbiotik intraseluler *Wolbachia* terbukti secara signifikan mampu menurunkan beban penyakit melalui penurunan insidensi penularan dan angka rawat inap di rumah sakit akibat mekanisme hambatan replikasi virus di dalam tubuh vektor. Ditinjau dari sudut pandang bioetika kesehatan masyarakat, implementasi pelepasan nyamuk ber-*Wolbachia* ini dinilai sangat memenuhi prinsip moralitas beneficence karena secara nyata memberikan kemanfaatan optimal yang meluas bagi proteksi keselamatan jiwa masyarakat banyak (Amrullah et al., 2024).

Kendati instrumen teknologi preventif terus berkembang, ketepatan respons penanggulangan di lapangan masih sering terkendala oleh hambatan manajerial pada sistem surveilans nasional. Evaluasi sistem kesehatan di Kota Tasikmalaya mengungkapkan adanya kendala struktural berupa keterlambatan transmisi dokumen laporan Kewaspadaan Dini Rumah Sakit (KDRS) dari fasilitas pelayanan kesehatan ke dinas kesehatan hingga melampaui tenggat waktu standar baku 24 jam. Hambatan operasional yang sering kali dipicu oleh beban kerja ganda petugas di lapangan ini berdampak langsung pada lambatnya respons operasional mitigasi berupa tindakan fogging fokus (Masturoh et al., 2021).

Dari dimensi tata laksana klinis, kewaspadaan terhadap karakteristik keparahan infeksi harus tetap dipertahankan secara ketat untuk meminimalkan fatalitas penyakit. Profil pemeriksaan laboratorium komprehensif menunjukkan bahwa manifestasi gejala klinis akut pada dasarnya dapat menyerang seluruh kelompok usia baik populasi anak-anak maupun

dewasa. Namun demikian, kelompok pasien anak-anak tercatat memiliki tingkat kerentanan klinis yang jauh lebih tinggi terhadap risiko komplikasi berat berupa syok atau Dengue Shock Syndrome (DSS), yang menegaskan urgensi manajemen pemantauan cairan yang ketat di fasilitas pelayanan kesehatan (Salamah et al., 2023).

KESIMPULAN

Dinamika epidemiologi Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia secara signifikan dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara variabilitas iklim (khususnya kelembapan dan curah hujan sebagai prediktor utama), tingginya kepadatan larva *Aedes albopictus* di area publik, serta kegagalan intervensi kimiawi akibat mutasi genetik Ace-1 yang memicu resistensi terhadap malation. Meskipun metode konvensional seperti fogging mulai menemui jalan buntu, adopsi inovasi biologis melalui teknologi nyamuk ber-Wolbachia dan digitalisasi sistem pengingat PSN berbasis Android terbukti memberikan efektivitas yang jauh lebih tinggi dalam menekan angka rawat inap serta meningkatkan partisipasi mandiri masyarakat. Secara keseluruhan, penanggulangan DBD menuntut transisi mendesak dari metode reaktif menuju pendekatan preventif yang terintegrasi berbasis teknologi dan manajemen resistensi vektor yang adaptif.

Otoritas kesehatan direkomendasikan untuk segera mengakselerasi perluasan implementasi teknologi nyamuk ber-Wolbachia ke berbagai wilayah endemis nasional dengan tetap mengedepankan prinsip etika beneficence. Modernisasi sistem surveilans melalui integrasi platform digital antara rumah sakit dan dinas kesehatan mutlak diperlukan guna mengeliminasi keterlambatan pelaporan KDRS yang melebihi ambang batas 24 jam. Selain itu, Dinas Kesehatan setempat harus menerapkan strategi rotasi bahan aktif insektisida secara berkala berdasarkan uji kerentanan (bioassay) untuk menghambat laju resistensi genetik vektor. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi lebih mendalam mengenai analisis efektivitas biaya (cost-effectiveness) dari integrasi inovasi teknologi ini serta dampaknya terhadap manajemen pengendalian vektor jangka panjang di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Akollo, I. R., Satoto, T. B. T., & Umniyati, S. R. (2020). Status Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap Malation dan Mutasi Gen Ace-1 di Kota Ambon. *Jurnal Vektor Penyakit*, 14(2),
- Amrullah, A. A., Safitriani, V. A., Aisy, A. R., Rajebta, N. A., & Karimah, A. S. (2024). Penyebaran Nyamuk Wolbachia Sebagai Pencegahan Demam Berdarah dalam Perspektif Prinsip Etika Beneficence. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), pp. 15341-15349. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/10777>.
- Chandra, E., Ariyadi, B., & Zunidra. (2022). Pengingat pemberantasan sarang nyamuk (PSN) berbasis android dalam upaya pembudayaan PSN pada masyarakat. *Riset Informasi Kesehatan*, 11(1), pp. 64-70. <https://doi.org/10.30644/rik.v11i1.543>.
- Ernyasih, Putri, V. T., Lusida, N., Mallongi, A., Latifah, N., Fajrini, F., & Hardiman, S. G. (2023). Analisis Variasi Iklim dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 19(1), pp. 33-41. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JKK/article/view/15535>.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Profil Kesehatan Indonesia 2022. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Masturoh, I., Sugiarti, I., & Riandi, M. U. (2021). Evaluasi Sistem Surveilans Demam Berdarah Dengue di Kota Tasikmalaya. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 17(1), pp. 57-72. <https://doi.org/10.22435/blb.v17i1.4247>. pp. 119-128. <https://doi.org/10.22435/vektor.v14i1.2934>.

- Ramadhan, M. R., Amanulloh, M., & Krisdayanti, E. (2019). Metode Survei Kepadatan Jentik Nyamuk Aedes dengan Pengukuran Density Figure. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 1(1), pp. 109-114. <https://doi.org/10.37287/jppp.v1i1.30>.
- Salamah, Q. N., Adnan, N., & Supriadi. (2023). Gejala Klinis dan Karakteristik Laboratorium Pasien Demam Berdarah Dengue (DBD) Pada Anak-anak dan Dewasa di Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Khatulistiwa*, 10(3), pp. 166-178. <https://doi.org/10.29406/jkmk.v10i3.5952>.