



---

## **STATUS RESISTENSI INSEKTISIDA PADA VEKTOR NYAMUK: INDIKATOR KURANG SEHATNYA SANITASI LINGKUNGAN**

**Aidil Fitriansyah\*, Chairil Anwar, Elvi Sunarsih**

Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya,  
Jl. Masjid Al Gazali, Bukit Lama, Ilir Barat I, Palembang, Sumatera Selatan 30128, Indonesia

\*[aidilkantor@gmail.com](mailto:aidilkantor@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Nyamuk telah dianggap sebagai hewan paling berbahaya di seluruh dunia. Arbovirus dan protozoa, khususnya, serta penyakit dan parasit berbahaya, sebagian besar dibawa oleh nyamuk. Untuk penyakit seperti malaria, demam berdarah, virus West Nile, chikungunya, demam kuning, dan virus Zika. Penyebaran penyakit pada manusia, yaitu nyamuk Aedes, Culex, dan Anopheles. Bertujuan untuk menganalisis dan menarik perhatian publik tentang perlunya keterlibatan masyarakat dalam pengendalian nyamuk. Indeks publikasi Research Gate, Google Scholar, dan PubMed diperiksa. Nyamuk, Aedes, Culex, Anopheles, penyakit bawaan nyamuk, malaria, demam kuning, demam berdarah, West Nile, Zika, chikungunya, lingkungan, sanitasi, perumahan, pengendalian nyamuk, dan tempat berkembang biak semuanya ada dalam daftar istilah pencarian. Penelitian ini menggunakan total 150 publikasi yang memenuhi persyaratan inklusi. Ini berarti bahwa 51 makalah berasal dari PubMed, 98 dari Google Scholar, dan satu dari Research Gate. 16,6% dari hubungan signifikan publikasi ini antara perubahan iklim, suhu, curah hujan, lanskap, penggunaan lahan, dan transmisi MBD ditemukan menggunakan teknik BODMAS. Lebih dari 400 juta kasus didiagnosis setiap tahun, menurut Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit AS, dan hingga 20,000 orang meninggal karena penyakit ini. Meskipun kebersihan lingkungan memainkan peran penting dalam mengurangi infestasi nyamuk.

Kata kunci: aedes; anopheles; culex; lingkungan; nyamuk; sanitasi

### ***INSECTICIDE RESISTANCE STATUS IN MOSQUITO VECTORS: INDICATOR OF LESS ENVIRONMENTAL SANITATION***

#### **ABSTRACT**

*Mosquitoes are considered the most dangerous animals in the world. Arboviruses and protozoa, in particular, as well as dangerous diseases and parasites, are mostly carried by mosquitoes. For diseases such as malaria, dengue fever, West Nile virus, chikungunya, yellow fever, and Zika virus. The spread of disease in humans, namely Aedes, Culex, and Anopheles mosquitoes. Aims to analyze and draw public attention to the need for community involvement in mosquito control. The Research Gate, Google Scholar, and PubMed publication indexes were checked. Mosquitoes, Aedes, Culex, Anopheles, mosquito-borne diseases, malaria, yellow fever, dengue, West Nile, Zika, chikungunya, environment, sanitation, housing, mosquito control, and breeding grounds are all on the list of search terms. This study used a total of 150 publications that met the inclusion requirements. This means that 51 papers are from PubMed, 98 are from Google Scholar, and one is from Research Gate. 16.6% of this publication's significant associations between climate change, temperature, rainfall, landscape, land use, and MBD transmission were found using the BODMAS technique. More than 400 million cases are diagnosed each year, according to the US Centers for Disease Control and Prevention, and up to 20,000 people die from the disease. Although environmental hygiene plays an important role in reducing mosquito infestations.*

*Keywords: aedes; anopheles; culex; environment; mosquitoes; sanitation*

## **PENDAHULUAN**

Nyamuk telah lama dianggap sebagai hewan paling berbahaya di seluruh dunia. Arbovirus dan protozoa, khususnya, serta penyakit dan parasit berbahaya lainnya, sebagian besar dibawa oleh nyamuk (Oladipo et al., 2023). Untuk penyakit seperti malaria, demam berdarah, virus West Nile, chikungunya, demam kuning, dan virus Zika, yang menyebabkan ratusan ribu kematian setiap tahun, mereka bertindak sebagai vektor (Agboli et al., 2022). Ada subfamili dan genera yang ditemukan dalam famili Culicidae, yang merupakan bagian dari ordo Diptera (lalat) dari kelas Insecta dan berisi semua nyamuk (Scholarworks & Barry, 2022). Untuk penyebaran penyakit manusia, genus nyamuk *Aedes*, *Culex*, dan *Anopheles* sangat penting (Ishwarya & Vaseeharan, 2023). Ada perbedaan antar spesies, dan masing-masing memiliki persyaratan habitat tertentu (Onen et al., 2023). Larva nyamuk ditemukan di banyak pengaturan perairan, baik alami maupun buatan manusia (Tanga et al., 2022). Akibatnya, beberapa tempat, termasuk kuburan dan jamban, sering berfungsi sebagai tempat berkembang biak buatan yang sukses bagi nyamuk (Agboli et al., 2022). Hampir 80% individu di planet kita rentan terhadap penyakit yang dibawa oleh vektor (Mataba, n.d.). Mayoritas penyakit bawaan nyamuk (MBD), seperti Zika, demam berdarah, chikungunya, dan malaria, harus disalahkan atas beban penyakit yang ditularkan melalui vektor manusia (González et al., 2022).

Bioindikator dapat digunakan untuk melacak kondisi ekosistem ambien yang khas dan mencakup makhluk hidup termasuk bakteri, plankton, tumbuhan, dan hewan (Occupational Safety And Health, 2022). Mereka mengevaluasi lingkungan dan biovariasi geografis apa pun yang terjadi (Obame-Nkoghe et al., 2023). Habitat utama nyamuk seringkali dekat dengan tempat-tempat berpenduduk, terutama daerah pemukiman (Yusuf Eshimutu Abu, 2022). Banyak vektor dengue telah diidentifikasi di kawasan hutan (Vezzani et al. 2005; Hayden et al. 2010), rawa berawa (Sarfraz et al. 2012), dan danau payau (Jader Oliveira, 2022). Parikh et al (2020). menekankan pentingnya menggunakan serangga untuk memantau dan menilai pencemaran lingkungan. Lingkungan perumahan biasanya merupakan sumber potensial tempat berkembang biak karena faktor lingkungan baik di dalam maupun di luar (Azura et al. 2021). Wabah Zika dipicu oleh adanya perbedaan ekstrem, yang menghalangi politisi untuk memperbaiki kondisi higienis di komunitas yang kurang terlayani (Gerken et al., 2023). Karena akumulasi air yang dekat dengan rumah, penduduk terus-menerus berisiko terkena penyakit yang ditularkan melalui vektor, demam berdarah, dan malaria (Sharma et al. 2021). Epidemi arbovirus yang meluas adalah hasil dari cara-cara tertentu di mana orang berinteraksi dengan lingkungan mereka (Phang et al., 2023).

Perubahan lingkungan yang disebabkan oleh manusia berdampak besar pada jumlah dan komposisi banyak spesies nyamuk (Jader Oliveira, 2022). Spesies invasif seperti *Aedes albopictus* dan nyamuk demam kuning *Aedes aegypti*, yang berlimpah di kota-kota, telah menemukan tempat berkembang biak besar di penerima buatan termasuk tangkapan air hujan, wadah penyimpanan air, ban bekas, vas bunga, dan kaleng (Rotz, 2016). Hotspot untuk nyamuk biasanya ada di daerah dengan campuran sempurna habitat berkembang biak, inang manusia, dan pengendalian serangga minimal (Ferdousi et al., 2015). Menggigit nyamuk *Ae. albopictus* dan *Ae. aegypti* dapat bertahan hidup di berbagai habitat buatan, termasuk tempat-tempat dengan vegetasi yang tidak dikelola, sampah, struktur yang memburuk, dan selokan yang tidak memadai (van Etten et al., 2023). Memahami faktor risiko rumah terkait dengan penurunan tingkat gigitan nyamuk dalam ruangan dan penularan penyakit dalam konteks yang bervariasi sangat penting untuk pengendalian dan penghapusan vektor penyakit (Tunali et al., n.d.).

Menurut (Ng'ang'a, 2022) lanskap perkotaan sering menerima lebih banyak input air daripada lanskap alam, yang mendorong reproduksi dan kelangsungan hidup nyamuk. Misalnya, nyamuk perkotaan memanfaatkan struktur dan barang-barang buatan manusia seperti ban bekas dan pot

bunga berisi air, sering kali lebih menyukai tempat berkembang biak buatan ini daripada yang ditemukan di alam (Gerken et al., 2023). Selain itu, badan air buatan sering kekurangan predator nyamuk biologis. Pulau panas perkotaan hanyalah karakteristik lain dari kota metropolitan yang disukai nyamuk (Carrasco-Escobar et al., 2022). Kemungkinan mengembangkan penyakit yang ditularkan melalui vektor meningkat jika seseorang hidup dalam kondisi perumahan terburuk. Telah ditemukan bahwa berbagai faktor, termasuk jenis rumah, memiliki pengaruh signifikan terhadap prevalensi penyakit yang ditularkan melalui vektor (Rosenkrantz, 2022).

Jumlah penelitian yang membahas hubungan antara kerusakan lingkungan dan penyakit menular telah meningkat secara signifikan selama 20 tahun terakhir (Yadav & Upadhyay, 2023). Tingkat keparahan penularan demam berdarah dan populasi nyamuk telah dipengaruhi oleh urbanisasi, sistem drainase yang buruk atau tidak ada, dan penempatan rumah dan pabrik yang berdampak di sebagian kota besar (Sumasgutner et al., 2023). Selain kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan yang disebabkan oleh genangan air, sanitasi yang buruk, dan masalah lainnya, tempat pembuangan sampah terbuka seringkali merupakan tempat berkembang biak nyamuk yang substansial (Cruvinel et al. 2020). Mayoritas arbovirus tetap hidup oleh siklus sylvatic rumit yang melibatkan nyamuk dan hewan penghuni hutan, termasuk burung, mamalia kecil, dan primata non-manusia (Rawson et al., 2023). Karena aktivitas antropogenik mereka, manusia dapat memutus siklus ini dan mentransfer infeksi zoonosis, yang dapat menyebabkan modifikasi virus yang menghasilkan siklus perkotaan dan epidemi (Jackson, n.d.). Ada bukti substansial bahwa deforestasi mengubah ekologi vektor, sehingga memudahkan beberapa penyakit menular menyebar (Ugwu, 2023).

Literatur belum memberikan perhatian yang cukup terhadap efek sanitasi lingkungan yang buruk pada distribusi dan populasi nyamuk (Rotz, 2016). Meskipun ada beberapa inisiatif di negara-negara kaya seperti Amerika Serikat untuk menginformasikan kepada publik tentang hubungan antara sanitasi lingkungan yang tidak memadai dan penyebaran penyakit bawaan nyamuk, belum banyak di negara-negara berkembang dan terbelakang. Esai ini bertujuan untuk menganalisis dan menarik perhatian publik tentang perlunya keterlibatan masyarakat dalam pengendalian nyamuk.

## **METODE**

Indeks publikasi Research Gate, Google Scholar, dan PubMed diperiksa. "Nyamuk," "Aedes," "Culex," "Anopheles," "penyakit bawaan nyamuk," "malaria," "demam kuning," "demam berdarah," "West Nile," "Zika," "chikungunya," "lingkungan," "sanitasi," "perumahan," "pengendalian nyamuk," dan "tempat berkembang biak" semuanya ada dalam daftar istilah pencarian. Abstrak disaring, dan yang tidak terkait dengan topik diabaikan. Artikel saat ini di Google Cendekia disimpan untuk pemeriksaan di masa mendatang ketika artikel yang sama tiba di database yang disebutkan di atas. Bahasa pencarian adalah bahasa Inggris. Hanya karya ilmiah asli disertai dengan analisis kuantitatif dan ulasan yang diperhitungkan; Poster, abstrak konferensi, dan komunikasi singkat tidak diperhitungkan. Hanya makalah dengan akses terbuka yang ditinjau. Database dipilih karena lebih terkini, memiliki berbagai macam sumber daya yang dapat dicari, dan relatif mudah digunakan.

## **HASIL**

Penelitian ini menggunakan total 150 publikasi yang memenuhi persyaratan inklusi. Ini berarti bahwa 51 makalah berasal dari PubMed, 98 dari Google Scholar, dan satu dari Research Gate. 16,6% dari hubungan signifikan publikasi ini antara perubahan iklim, suhu, curah hujan, lanskap, penggunaan lahan, dan transmisi MBD ditemukan menggunakan teknik BODMAS. MBD seperti malaria telah dikaitkan dengan tiga genera nyamuk (Aedes, Culex, dan

Anopheles), serta faktor lingkungan seperti pembuangan yang melanggar hukum, penyimpanan air, limbah, kuburan, dan migrasi manusia. 20% publikasi menyoroti kondisi perumahan sebagai faktor risiko untuk perawatan MBD. 26,7% publikasi menyebutkan wadah buatan, lubang pohon, parit air tawar, kolam, saluran air, dan parit sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk. Pemakaman juga disebutkan oleh 11,3% responden sebagai kemungkinan kekhawatiran MBD.

Hanya 2,7% artikel yang mengidentifikasi serangga sebagai tanda kerusakan lingkungan. 4,0% dari penelitian menyelidiki pencegahan MBD, dinamika penularan nyamuk, dan hubungan antara faktor risiko makanan dan lingkungan. Faktor risiko yang terkait dengan nutrisi dan arsitektur, serta dinamika transmisi. 4,7% lebih banyak penelitian melihat hubungan antara vegetasi dan degradasi hutan, paparan populasi lokal terhadap penyakit yang disebabkan oleh nyamuk, dan paparan penyakit secara umum. Hanya 9,3% dari 150 makalah yang diperiksa dalam analisis ini menganggap interaksi masyarakat dengan nyamuk sebagai strategi yang layak untuk menyingkirkan tempat berkembang biak nyamuk di daerah pemukiman. Sementara itu, 4,7% berbicara tentang penggunaan larvasida untuk menghentikan penyebaran MBD.

### **Kondisi perumahan**

Kondisi perumahan yang buruk dan proporsi rumah tangga yang menerima pengiriman uang adalah dua variabel risiko utama untuk keberadaan dan peningkatan beban demam berdarah selama wabah demam berdarah 2022 di Ekuador (Lippi et al. 2018). Bak semen in-house dengan air sumur ditemukan sebagai sumber air mikrohabitat yang paling ramah bagi larva *Aedes*, menurut Ningsih et al. (2016). Seperti yang dikemukakan oleh Lwetoijera et al. (2013), beberapa karakteristik rumah mempengaruhi kepadatan vektor malaria dan bahaya penularan penyakit di ruangan yang menyertainya. Selain itu, seperti yang dinyatakan oleh Morakinyo et al. (2018), perumahan yang lebih baik menawarkan cara yang menjanjikan untuk mendukung strategi yang lebih komprehensif dan jangka panjang untuk memerangi MBD.

Rumah-rumah di daerah terbelakang terlihat dibangun dengan cara yang memungkinkan peningkatan kelembaban relatif dan, sebagai hasilnya, lingkungan yang lebih ramah untuk *Ae. aegypti*. Faktor-faktor ini termasuk kondisi yang umumnya mengerikan, seperti kurangnya kebersihan lingkungan. Apalagi *Ae. Aegypti* dapat berkembang berkat berbagai lokasi berkembang biak dan kondisi lingkungan. Karena pasokan air pipa tidak stabil, air tambahan harus disimpan dalam wadah (Caprara et al. 2009). Menurut Liu et al (2014) . Pada penelitian, ada hubungan antara prevalensi malaria dan kualitas perumahan.

### **Pengaruh lingkungan terhadap paparan nyamuk**

Chirebvu et al. (2014) mengklaim bahwa orang terkena gigitan nyamuk karena kedekatan wisma dengan tempat berkembang biak nyamuk. Juga, penelitian oleh Yibikon et al. (2020) mengungkapkan bahwa mereka yang tinggal dekat dengan tempat berkembang biak memiliki risiko lebih tinggi terkena malaria. Ketika mengadvokasi pencegahan penyakit yang ditularkan melalui vektor, Madewell et al. (2019) menekankan pentingnya kurikulum yang memperhitungkan bahaya lingkungan dan strategi mitigasi. Dalam sebuah studi tahun 2019, Ngatu et al. (Ngatu et al. 2019) menemukan bahwa faktor risiko utama malaria adalah ukuran rumah tangga, status WASH (air, sanitasi, dan kebersihan), dan lokasi pedesaan. Penelitian ini, yang dilakukan di rumah-rumah Kongo, menemukan bahwa daerah dengan kemiskinan parah memiliki insiden malaria yang tinggi. Karena ban diantisipasi untuk terus menjadi habitat nyamuk pembawa larva dalam waktu dekat, mengidentifikasi semua faktor yang berkaitan dengan komposisi spesies akan menjadi tugas penting untuk akhirnya memahami pola

penularan penyakit karena faktor lingkungan yang ditemukan pada ban terkait erat dengan kelangsungan hidup larva (Yee et al., 2010). (Yee 2008).

Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa pengelolaan limbah yang buruk tidak diragukan lagi merupakan komponen dalam sumber potensial reproduksi *Aedes* (Kamari et al., 2021). Diharapkan bahwa jika sampah ini diproduksi dan tidak dikelola dengan baik, reproduksi nyamuk, khususnya spesies *Aedes*, akan terus meningkat. Limbah padat yang tidak dikelola dari sumber buatan dan alami adalah faktor risiko terpenting untuk prevalensi dan kelimpahan vektor arbovirus *Ae. aegypti* dan *Ae. bromeliae* dalam senyawa hotel yang diteliti dalam penelitian ini (Kampango et al., 2021). Akibatnya, tujuan utama dari intervensi populasi *Aedes* yang sukses di negara-negara tropis adalah sampah rumah tangga ini (Banerjee et al. 2013). Menurut Abeyewickreme et al. (2012), peningkatan tanggung jawab keluarga untuk pengobatan vektor yang ditargetkan diperlukan untuk pengendalian demam berdarah yang efektif dan tahan lama.

Menurut Alemu et al. (2011), ada korelasi antara prevalensi malaria dan tinggal berdekatan dengan tempat berkembang biak nyamuk. Temuan ini menyiratkan bahwa aktivitas manusia, seperti penciptaan habitat berkembang biak, memainkan pengaruh signifikan dalam malaria perkotaan. Penggunaan kelambu berinsektisida (ITN) yang benar harus lebih dipahami untuk mengurangi morbiditas dan kematian malaria di daerah perkotaan. Masyarakat juga harus didorong untuk memperbaiki lingkungan mereka. Ensinka et al. (2007) mengusulkan agar pengelolaan vegetasi, pemeliharaan struktur beton, dan pengambilan limbah ke kolam stabilisasi limbah ditingkatkan di daerah di mana ada risiko MBD atau di mana ada gangguan nyamuk.

Menurut temuan Hasnan et al. (2017), lingkungan setempat, seperti genangan air, mempengaruhi habitat perkembangbiakan nyamuk *Aedes*. Dengan melakukan perbaikan lingkungan, epidemi dengue dapat dihilangkan secara permanen (Hasnan et al. 2017). Menurut Kibret et al. (2018), waduk besar dapat digunakan untuk mengendalikan populasi nyamuk malaria. Tingkat penarikan air yang lebih cepat berkorelasi dengan berkurangnya kelimpahan larva nyamuk, yang mengurangi risiko malaria pada populasi yang tinggal dekat dengan waduk. Penelitian oleh Souza et al. (2017) menunjukkan bagaimana mengubah saluran air badai secara langsung dapat mengurangi retensi air dan, sebagai hasilnya, berpengaruh pada *Ae. Larva Aegypti*.

## **PEMBAHASAN**

Lebih dari 400 juta kasus didiagnosis setiap tahun, menurut Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit AS, dan hingga 20,000 orang meninggal karena penyakit ini (Ivanescu et al., 2023). Meskipun kebersihan lingkungan memainkan peran penting dalam mengurangi infestasi nyamuk, belum banyak penelitian tentang hubungan antara keanekaragaman nyamuk, kelimpahan, dan risiko penularan penyakit dan sanitasi lingkungan di tingkat rumah tangga (Zha & Jiang, 2023). Kita dapat lebih memahami kompleksitas risiko MBD dengan memahami pengaruh lingkungan yang mendasari sirkulasi, kelimpahan, dan komposisi spesies spesies vektor nyamuk faktor-faktor yang pada akhirnya mengendalikan penyebaran patogen yang ditularkan melalui vektor dan memainkan peran penting dalam menjelaskan risiko penularan patogen (Fouad et al., 2023). Nyamuk membutuhkan akses ke air yang tergenang untuk bereproduksi. Pada tahun 2019–2023, tutupan vegetasi berkorelasi positif dengan penyakit dengue ketika lingkungan digunakan sebagai unit agregat (Abada et al., 2023). Ini terkait dengan penurunan insiden pada skala agregat "blok rumah" yang lebih tepat.

Pohon dan semak dapat berdampak pada distribusi spasial dan kelimpahan larva culex pada skala besar dan kecil (Giunti et al., 2023). Genera pohon jalanan utama mungkin memiliki dampak besar pada produksi larva di tingkat lingkungan (Akinbuluma et al., 2022). Misalnya, daerah dengan banyak pohon ek mungkin memiliki lebih sedikit nyamuk karena daun ek mengandung tanin yang beracun bagi jentik nyamuk dan pupa (Ahmad Mir et al., 2023). Pohon dan semak-semak berperan dalam penyebaran nyamuk lokal dengan mendorong betina yang tertarik untuk bertelur di kolam tangkapan air tetangga dan lingkungan perairan terdekat lainnya, yang merupakan tempat peristirahatan bagi nyamuk dewasa dan burung yang bertindak sebagai inang penghisap darah (Abada et al., 2023). Boshell menemukan di Panama pada tahun 1940 bahwa hutan dengan penebangan pohon yang lebih sedikit memungkinkan lebih banyak nyamuk *Haemagogus* ditangkap (Fouad et al., 2023). (Zha & Jiang, 2023) mendukung hipotesis bahwa berbagai spesies daun di lingkungan perairan mempengaruhi produksi nyamuk dan umur panjang tahap dewasa.

Menurut (Ivanescu et al., 2023), menemukan korelasi antara kuantitas nyamuk *Culex* dewasa dan frekuensi infeksi dan tutupan vegetasi, demografi, dan desain daerah pemukiman (Ruiz et al. 2004). Vegetasi antara area populasi dan tempat perkembangbiakan nyamuk menyediakan jalur pembuangan nyamuk ke lokasi tersebut (Azura et al. 2021). Tanaman membantu mencegah larva nyamuk berkembang selama bulan-bulan musim panas, meningkatkan kapasitas mereka untuk bertahan dalam kondisi yang keras (Yee 2008; Yang et al. 2019). Vegetasi yang tidak terawat juga dapat menawarkan nyamuk lokasi untuk beristirahat dan sumber makanan (seperti getah tanaman, nektar, atau melon) (Zhao et al. 2020). Menurut Castro et al. (2010), vegetasi dan keberadaan jentik nyamuk memiliki hubungan positif.

Kelemahan dari membangun sumber air buatan adalah bahwa hal itu meningkatkan perkembangbiakan nyamuk dan penularan penyakit. Beberapa contoh bagaimana modifikasi ketersediaan sumber daya air dapat meningkatkan perkembangbiakan nyamuk dan mempengaruhi penyebaran penyakit terkait adalah pembangunan bendungan, pengembangan lahan basah buatan, dan irigasi pertanian (Jardine et al. 2008). Jumlah air, ukuran kapal, lokasi, warna kapal, jumlah vegetasi, ukuran tabel air, jenis bahan, jumlah sinar matahari, suhu, jumlah bahan organik dan detritus lainnya, keberadaan mikroorganisme, dan kompetisi intra dan interspesifik hanyalah beberapa faktor yang terlibat. ketika memilih wadah atau memastikan bahwa larva atau pupa dalam kultur bertahan hidup (Vezzani 2007; Getachew et al. 2015; Rey & Lounibos, 2015). Manajemen larva adalah strategi yang berhasil untuk menurunkan populasi nyamuk karena secara signifikan menurunkan jumlah larva yang akhirnya matang menjadi dewasa (Adeleke et al. 2008).

Manusia mengubah lingkungan pada tingkat yang sebelumnya tidak pernah terdengar melalui perusakan habitat, polusi nutrisi ekosistem, dan penggunaan agrokimia (Gambar 4). Baru-baru ini, telah dihipotesiskan memiliki peran penting dalam penyebaran spesies nyamuk pembawa penyakit yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan (Schrama et al. 2020). González et al. (2019) menyoroti pentingnya kuburan sebagai situs dengan konsentrasi spesies vektor tinggi mengingat nyamuk *Aedes* dan *Culex* dewasa, termasuk *Ae. Aegypti*, bisa bergerak hingga beberapa meter. Urbanisasi adalah faktor yang dapat meningkatkan jumlah habitat yang disukai nyamuk *Aedes*, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan kelangsungan hidup nyamuk *Aedes*, terutama di daerah pemukiman (Saleeza et al. 2011). Pemeriksaan faktor risiko malaria anak-anak ini menunjukkan bahwa urbanisasi dan komponen perumahan, seperti skrining rumah dan pemasangan langit-langit, dapat memainkan beberapa dampak dalam menurunkan risiko bahkan setelah mengoreksi ketidaksetaraan sosial ekonomi dan perilaku pencegahan (Liu et al. 2014).

Begitu Aedes menyerang bagian timur laut Brasil pada Januari 2016, pemerintah Brasil mengirim hampir 200.000 militer, Pasukan melakukan perjalanan dari keluarga ke keluarga, mengeluarkan insektisida dan berusaha untuk menghilangkan tempat berkembang biak Aedes potensial dalam upaya untuk membendung penyebaran serangga ini dan menunjukkan keterlibatan pemerintah dalam situasi Zika (Löwy 2017). Lahan basah adalah rumah bagi populasi burung dan nyamuk keliling yang besar yang hidup berdampingan dalam ruang dan waktu (Bgh et al. 2007; Ezenwa et al. 2007), menciptakan lingkungan yang penting untuk siklus enzootic penularan Virus West Nile (Roiz et al. 2015). Korelasi antara pendapatan dan kesan nyamuk sebagai masalah dapat tercermin dalam peningkatan jumlah sampah dan limbah lainnya, yang lebih umum di daerah berpenghasilan rendah dan berfungsi sebagai tempat berkembang biak nyamuk (Gambar 4). (LaDeau et al. 2013). Seberapa kotor orang memandang kota mereka adalah salah satu indikator terbaik apakah mereka memandang nyamuk sebagai masalah. Di banyak lokasi perkotaan, limbah dan sampah berfungsi sebagai tempat berkembang biak nyamuk, yang meningkatkan jumlah mereka (LaDeau et al. 2013, Wilke et al. 2020).

## **SIMPULAN**

Sanitasi yang buruk adalah faktor utama yang mendorong keberadaan nyamuk di suatu lokasi. Faktor lingkungan suatu tempat, seperti tutupan vegetasi, pembuangan limbah dan ban, kondisi perumahan, dan pembuangan limbah dan sampah yang buruk, mempengaruhi apakah nyamuk lebih atau kurang mungkin menyebar. Meskipun ada faktor tambahan di luar sanitasi lingkungan yang mempengaruhi ada atau tidaknya vektor penyakit ini, seperti perubahan iklim, migrasi, dan resistensi insektisida, ini Kertas tidak mencakup semuanya. Untuk menghentikan perkembangbiakan nyamuk, penduduk, masyarakat umum, dan profesional kesehatan harus berkolaborasi. Mempertahankan sanitasi lingkungan yang baik akan membantu mengurangi populasi nyamuk dan penyakit yang mereka bawa. Melalui pengelolaan lingkungan, mengurangi habitat perairan (tempat berkembang biak) mengurangi penyebaran MBD, penampilan nyamuk pencari inang, dan waktu yang dibutuhkan vektor untuk menemukan situs oviposisi. Masyarakat akan lebih aman dari MBD jika strategi pengelolaan vektor dan hama terpadu berhasil memasukkan lingkungan perubahan sebagai metode pengendalian hama

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abada, M. Ben, Soltani, A., at all., (2023). Encapsulation of Rosmarinus officinalis essential oil and of its main components in cyclodextrin: application to the control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Pyralidae). *Pest Management Science*. <https://doi.org/10.1002/PS.7418>
- Agboli, E., Tomazatos, A., Maiga-Ascofaré, O., at all., (2022). Arbovirus Epidemiology: The Mystery of Unnoticed Epidemics in Ghana, West Africa. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101914>
- Ahmad Mir, S., Bashir Mir, M., Ahmad Shah, M., at all., (2023). New prospective approaches in controlling the insect infestation in stored grains. In *Journal of Asia-Pacific Entomology* (Vol. 26, Issue 2). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2023.102058>
- Akinbuluma, M. D., Okunlola, O. T., Alabi, at all.,(2022). Towards Food Security: Essential Oil Components as Protectants Against the Rice Weevil, *Sitophilus Oryzae*. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 15(2), 193–197. <https://doi.org/10.54319/jjbs/150205>

- Carrasco-Escobar, G., Moreno, M., Fornace, K., at all.,(2022). The use of drones for mosquito surveillance and control. In *Parasites and Vectors* (Vol. 15, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05580-5>
- Ferdousi, F., Yoshimatsu, S., Ma, E., Sohel, N., at all., (2015). Identification of essential containers for aedes larval breeding to control dengue in Dhaka, Bangladesh. *Tropical Medicine and Health*, 43(4), 253–264. <https://doi.org/10.2149/tmh.2015-16>
- Fouad, H. A., da Camara, C. A. G., de Moraes, M. M., at all., (2023). The synergistic effects of five essential oils and eight chiral compounds on deltamethrin-piperonyl butoxide insecticide against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 26(2). <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2023.102072>
- Gerken, K. N., Maluni, J., Mutuku, F. at all., (2023). Exploring potential risk pathways with high risk groups for urban Rift Valley fever virus introduction, transmission, and persistence in two urban centers of Kenya. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010460>
- Giunti, G., Becker, N., & Benelli, G. (2023). Invasive mosquito vectors in Europe: From bioecology to surveillance and management. In *Acta Tropica* (Vol. 239). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106832>
- González, M. A., Delacour-Estrella, S., Bengoa, M., at all., (2022). A Survey on Native and Invasive Mosquitoes and Other Biting Dipterans in Northern Spain. *Acta Parasitologica*, 67(2), 867–877. <https://doi.org/10.1007/S11686-022-00529-1/METRICS>
- Ishwarya, R., & Vaseeharan, B. (2023). Medically important vector-borne disease control through seaweeds against the chikungunya. *Natural Products in Vector-Borne Disease Management*, 437–446. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91942-5.00018-5>
- Ivanescu, L. M., Bodale, I., Grigore-Hristodorescu, at all., (2023). The Risk of Emerging of Dengue Fever in Romania, in the Context of Global Warming. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8010065>
- Jackson, N. (n.d.). Life in the city-adaptive evolution of urban eastern water dragons. <https://doi.org/10.25907/00736>
- Jader Oliveira, c. g. k. c. c. a. m. a. b. b. w. and w. c. (2022). Biology, Systematics, Taxonomy, and Evolution of Insect Vectors (J. Oliveira, C. Galvão, K. C. C. Alevi, M. Marrelli, A. B. B. Wilke, & W. Cai, Eds.). *Frontiers Media SA*. <https://doi.org/10.3389/978-2-88974-741-2>
- Mataba, G. (n.d.). Exploring integrated strategies to control oviposition and larval development in mosquitoes in northern Tanzania Conservation awareness and compliance campaigns towards conservation of endangered Manyara Tilapia (*Oreochromis amphimelas*) and its habitat in lake Manyara, Tanzania View project. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26645.19689>
- Ng'ang'a, E. N. (2022). Seroprevalence of Chikungunya Virus Infection and Its Sociodemographic Characteristics in Febrile Patients Attending Coast General Teaching and Referral Hospital Kenya. <http://localhost/xmlui/handle/123456789/5951>

- Obame-Nkoghe, J., Makanga, B. K., Zongo, S. at all., (2023). Urban Green Spaces and Vector-Borne Disease Risk in Africa: Case of the Sibang Forested Park in Libreville (Gabon, Cen-Tral Africa). <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202302.0273.V1>
- Occupational Safety And Health. (2022). [safety\\_and\\_healhyethodichni\\_rekomendaciyi2022](https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202302.0273.V1).
- Oladipo, H. J., Tajudeen, Y. A., Oladunjoye, I. O., at all.,(2023). Adopting a Statistical, Mechanistic, Integrated Surveillance, Thermal Biology, and Holistic (SMITH) Approach for Arbovirus Control in a Changing Climate: A Review of Evidence. *Challenges*, 14(1), 8. <https://doi.org/10.3390/challe14010008>
- Onen, H., Luzala, M. M., Kigozi, S., at all., (2023). Mosquito-Borne Diseases and Their Control Strategies: An Overview Focused on Green Synthesized Plant-Based Metallic Nanoparticles. *Insects*, 14(3), 221. <https://doi.org/10.3390/insects14030221>
- Phang, W. K., Hamid, M. H. bin A., at all., (2023). Predicting Plasmodium knowlesi transmission risk across Peninsular Malaysia using machine learning-based ecological niche modeling approaches. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1126418>
- Rawson, T., Doohan, P., Hauck, K., at all., (2023). Climate change and communicable diseases in the Gulf Cooperation Council (GCC) countries. *Epidemics*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2023.100667>
- Rosenkrantz, L. (2022). Impacts of Canada's changing climate on West Nile Virus vectors.
- Rotz, P. D. (2016). Sweetness and Fever? Sugar Production, *Aedes aegypti*, and Dengue Fever in Natal, South Africa, 1926–1927. <https://doi.org/10.1080/02582473.2016.1246590>, 68(3), 286–303. <https://doi.org/10.1080/02582473.2016.1246590>
- Scholarworks@gvsu, S., & Barry, J. T. (2022). ScholarWorks Citation ScholarWorks Citation Vectors, Pathogens and Climate Change: How Will Human Health be Affected? Honors Senior Project. <https://scholarworks.gvsu.edu/honorsprojects>
- Sumasgutner, P., Cunningham, S. J., Hegemann, A., at all., (2023). Interactive effects of rising temperatures and urbanisation on birds across different climate zones: A mechanistic perspective. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.16645>
- Tanga, C., Remigio, M., & Viciano, J. (2022). Transmission of Zoonotic Diseases in the Daily Life of Ancient Pompeii and Herculaneum (79 CE, Italy): A Review of Animal-Human-Environment Interactions through Biological, Historical and Archaeological Sources. In *Animals* (Vol. 12, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ani12020213>
- Tunali, M., Radin, A. A., Başbüyük, S., Musah, A., Valerio, I., Borges, G., Yenigun, O., Aldosery, A., Kostkova, P., Dos Santos, W. P., Massoni, T., Marcia, L., Dutra, M., Machado, G., Moreno, M., Lins De Lima, C., Gomes Da Silva, A. C., Ambrizzi, T., Porfirio Da Rocha, R., ... Campos, C. (n.d.). A review exploring the overarching burden of Zika virus with emphasis on epidemiological case studies from Brazil. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15984-y>/Published
- Ugwu, F. S. O. (2023). Why the World Health Organization should reconsider long lasting insecticide nets (LLIN) and indoor residual spraying (IRS) in primary mosquito/malaria control in favour of house screening. *Bio-Research*, 21(1), 1789–1804. <https://doi.org/10.4314/br.v21i1.3>

- van Etten, J., de Sousa, K., Cairns, J. E., et al., (2023). Data-driven approaches can harness crop diversity to address heterogeneous needs for breeding products. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(14). <https://doi.org/10.1073/pnas.2205771120>
- Yadav, N., & Upadhyay, R. K. (2023). Global Effect of Climate Change on Seasonal Cycles, Vector Population and Rising Challenges of Communicable Diseases: A Review. *Journal of Atmospheric Science Research*, 6(1). <https://doi.org/10.30564/jasr.v6i1.5165>
- Yusuf Eshimutu Abu. (2022). Investigation of Mosquito(Diptera:Culicidae)-Borne Viruses Circulating in some selected areas of Lusaka District, Zambia.
- Zha, Y., & Jiang, W. (2023). Global dynamics and asymptotic profiles for a degenerate Dengue fever model in heterogeneous environment. *Journal of Differential Equations*, 348, 278–319. <https://doi.org/10.1016/j.jde.2022.12.012>