

**NYAMUK VEKTOR PENULAR DEMAM BERDARAH DENGUE  
DAN UPAYA PENCEGAHAN PENULARANNYA**

**Dewi Peti Virgianti  
Yane Liswanti  
Sudianto  
Alsya Latisa  
Lisdiana Pavila Safitri**



**GETPRESS INDONESIA**

**NYAMUK VEKTOR PENULAR DEMAM BERDARAH DENGUE  
DAN UPAYA PENCEGAHAN PENULARANNYA**

**Penulis :** Dewi Peti Virgianti

Yane Liswanti

Sudianto

Alsya Latisa

Lisdiana Pavila Safitri

**ISBN :**

**Editor :** Mila Sari, M.Si.

**Desain Sampul dan Tata Letak :** Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

**Penerbit :** GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

**Redaksi :**

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah  
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat

website: [www.getpress.co.id](http://www.getpress.co.id)

email: [adm.getpress@gmail.com](mailto:adm.getpress@gmail.com)

Cetakan pertama, September 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk  
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku *Nyamuk Vektor Penular Demam Berdarah Dengue dan Upaya Pencegahan Penularannya* ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bentuk kontribusi dalam upaya meningkatkan pemahaman mengenai vektor utama penyakit demam berdarah dengue di Indonesia, yaitu nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, serta berbagai upaya pencegahan penularan yang dapat dilakukan. Kami berharap buku ini dapat memberikan manfaat bagi para akademisi, praktisi kesehatan, serta masyarakat luas dalam mendukung program pengendalian penyakit ini.

Dalam buku ini, kami membahas berbagai aspek penting terkait epidemiologi demam berdarah, biologi dan ekologi nyamuk vektor, serta metode pengendalian yang melibatkan pendekatan fisik, kimia, dan biologis. Tidak hanya itu, kami juga menyoroti pentingnya peran serta masyarakat dan pendidikan dalam upaya pencegahan, serta menampilkan beberapa studi kasus dari daerah endemis di Indonesia. Semoga buku ini dapat menjadi referensi yang berguna dalam upaya memerangi demam berdarah di masa mendatang.

Padang,                      September  
2024  
Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                                               | <b>i</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                                    | <b>ii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                                | <b>v</b>  |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                                                             | <b>1</b>  |
| A. Latar Belakang.....                                                                    | 1         |
| B. Tujuan Penulisan.....                                                                  | 1         |
| C. Metodologi Penelitian.....                                                             | 2         |
| D. Sistematika Penulisan .....                                                            | 2         |
| <b>BAB 2 EPIDEMIOLOGI DEMAM BERDARAH DI<br/>INDONESIA .....</b>                           | <b>3</b>  |
| A. Sejarah Demam Berdarah di Indonesia.....                                               | 3         |
| B. Data dan Statistik Kasus Demam Berdarah di<br>Indonesia.....                           | 5         |
| C. Wilayah Endemis Demam Berdarah Dengue di<br>Indonesia dan Faktor Risiko .....          | 6         |
| D. Faktor Risiko.....                                                                     | 7         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                               | <b>10</b> |
| <b>BAB 3 BIOLOGI VEKTOR PENULAR .....</b>                                                 | <b>15</b> |
| A. Jenis Nyamuk sebagai Vektor Demam Berdarah di<br>Indonesia.....                        | 15        |
| B. Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dan <i>Aedes<br/>        albopictus</i> ..... | 18        |
| C. Habitat dan Perilaku Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dan<br><i>Aedes albopictus</i> .....  | 23        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                               | <b>25</b> |

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB 4 EKOLOGI VEKTOR.....</b>                                               | <b>31</b> |
| A. Kondisi Lingkungan yang Mempengaruhi Populasi Nyamuk.....                   | 31        |
| B. Perubahan Iklim dan Dampaknya pada Vektor.....                              | 33        |
| C. Peran Manusia dalam Penyebaran Vektor.....                                  | 35        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                     | <b>38</b> |
| <b>BAB 5 PENGENDALIAN VEKTOR .....</b>                                         | <b>41</b> |
| A. Metode Fisik dan Mekanik dalam Pengendalian Nyamuk.....                     | 41        |
| B. Metode Kimia dan Biologi dalam Pengendalian Nyamuk.....                     | 43        |
| C. Strategi Pengendalian Berbasis Masyarakat.....                              | 45        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                     | <b>49</b> |
| <b>BAB 6 RESISTENSI INSEKTISIDA .....</b>                                      | <b>55</b> |
| A. Sejarah dan Perkembangan Resistensi Nyamuk terhadap Insektisida.....        | 55        |
| B. Faktor-faktor yang Menyebabkan Resistensi Nyamuk terhadap Insektisida ..... | 57        |
| C. Alternatif Pengendalian dan Manajemen Resistensi.....                       | 59        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                     | <b>63</b> |
| <b>BAB 7 PENDIDIKAN DAN KESADARAN MASYARAKAT ..</b>                            | <b>65</b> |
| A. Kampanye Kesadaran dan Edukasi dalam Pengendalian Nyamuk.....               | 65        |
| B. Peran Pemerintah dan Lembaga Non-Profit dalam Pengendalian Nyamuk.....      | 67        |
| C. Kolaborasi Internasional terkait Pengendalian Nyamuk.....                   | 70        |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                        | <b>73</b> |
| <b>BAB 8 STUDI KASUS .....</b>                                     | <b>75</b> |
| A. Analisis Kasus di Beberapa Daerah Endemis.....                  | 75        |
| B. Keberhasilan dan Kegagalan Program<br>Pengendalian Nyamuk ..... | 78        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                        | <b>81</b> |
| <b>BAB 9 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....</b>                      | <b>87</b> |
| A. Ringkasan Temuan Utama .....                                    | 87        |
| B. Rekomendasi .....                                               | 89        |
| C. Rekomendasi untuk Penelitian dan Kebijakan<br>Masa Depan .....  | 90        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                        | <b>94</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dewasa.....                                                       | 16 |
| Gambar 3. 2. Nyamuk <i>Aedes albopictus</i> dewasa.....                                                    | 17 |
| Gambar 3. 3. Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes sp</i> .....                                                     | 18 |
| Gambar 3. 4. Telur Nyamuk <i>Aedes sp</i> .....                                                            | 19 |
| Gambar 3. 5. Larva Nyamuk <i>Aedes sp</i> .....                                                            | 20 |
| Gambar 3. 6. Duri pada larva <i>Aedes sp</i> , a) <i>Aedes aegypti</i><br>b) <i>Aedes albopictus</i> ..... | 20 |
| Gambar 3. 7. Larva Nyamuk <i>Aedes sp</i> .....                                                            | 21 |
| Gambar 3. 8. Perbedaan Jantan dan Betina Pada<br>Nyamuk <i>Aedes sp</i> .....                              | 22 |
| Gambar 3. 9. Morfologi Nyamuk Dewasa <i>Aedes sp</i> .....                                                 | 22 |



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Demam berdarah dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit yang paling mematikan di Indonesia dan menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Penyakit ini disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Dengan meningkatnya urbanisasi, perubahan iklim, dan mobilitas manusia, penyebaran DBD menjadi semakin luas dan kompleks. Mengingat dampak yang ditimbulkan, pemahaman yang mendalam mengenai vektor penular sangatlah penting untuk merancang strategi pengendalian yang efektif.

### B. Tujuan Penulisan

Buku ini bertujuan untuk menyediakan informasi komprehensif mengenai vektor penular demam berdarah di Indonesia. Dengan menyajikan informasi yang terperinci tentang epidemiologi, biologi vektor, ekologi, pengendalian, serta pendidikan masyarakat, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan kesadaran pembaca terhadap ancaman DBD dan cara-cara untuk mengatasinya. Buku ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti, praktisi kesehatan, serta pembuat kebijakan dalam upaya pencegahan dan pengendalian DBD di Indonesia.

### **C. Metodologi Penelitian**

Penulisan buku ini didasarkan pada kajian literatur yang luas, data epidemiologi terbaru, serta hasil penelitian lapangan yang relevan. Berbagai sumber informasi digunakan untuk memastikan keakuratan dan keterkinian data yang disajikan. Selain itu, wawancara dengan pakar dan praktisi di bidang kesehatan masyarakat juga dilakukan untuk mendapatkan wawasan dan perspektif yang lebih mendalam.

### **D. Sistematika Penulisan**

Buku ini disusun dalam beberapa bab yang masing-masing membahas aspek-aspek penting dari vektor penular demam berdarah. Setiap bab disusun secara sistematis dengan pendekatan ilmiah yang mudah dipahami, sehingga memudahkan pembaca dalam mengikuti alur pembahasan. Di akhir buku, disertakan juga rekomendasi kebijakan dan strategi yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi tantangan dalam pengendalian DBD di Indonesia.

## BAB 2

# EPIDEMIOLOGI DEMAM BERDARAH DI INDONESIA

### A. Sejarah Demam Berdarah di Indonesia

Demam berdarah dengue (DBD) pertama kali dilaporkan di Indonesia pada tahun 1968 di kota Surabaya dan Jakarta. Kasus awal ini dicirikan oleh gejala yang berat dan sering kali berujung pada kematian, terutama pada anak-anak. Pada tahun-tahun awal kemunculannya, jumlah kasus masih relatif sedikit, tetapi penyakit ini mulai menyebar dengan cepat seiring dengan pertumbuhan populasi, urbanisasi yang pesat, dan peningkatan mobilitas penduduk (Yulidar, Maksuk and Priyadi, 2021).

Pada dekade 1970-an dan 1980-an, DBD mulai menyebar ke berbagai kota besar lainnya di Indonesia, termasuk Semarang, Medan, dan Makassar. Penyebaran ini didukung oleh kondisi lingkungan yang memungkinkan berkembang biaknya nyamuk *Aedes aegypti*, seperti adanya genangan air dan kurangnya sistem sanitasi yang memadai. Pemerintah mulai menyadari seriusnya ancaman ini dan melakukan berbagai upaya pengendalian, meskipun dengan sumber daya dan teknologi yang masih terbatas pada masa itu. Upaya-upaya ini termasuk kampanye kesadaran masyarakat, pengasapan, dan upaya pemberantasan sarang nyamuk (Irawati, 2010).

Memasuki tahun 1990-an dan 2000-an, DBD tidak hanya menjadi masalah kesehatan di kota-kota besar, tetapi juga mulai menyebar ke daerah pedesaan. Peningkatan mobilitas manusia antara kota dan desa, serta perubahan iklim yang

menciptakan kondisi yang lebih menguntungkan bagi nyamuk vektor, turut memperparah penyebaran penyakit ini (Sabran and Jannah, 2020). Pada periode ini, Indonesia mengalami beberapa wabah besar dengan ribuan kasus dan ratusan kematian setiap tahunnya. Pemerintah bersama organisasi internasional meningkatkan upaya pencegahan dan pengendalian, termasuk kampanye kesadaran masyarakat, peningkatan sistem deteksi dini, dan pengembangan program pengendalian vektor yang lebih efektif (Muchtar *et al.*, 2022).

Di era modern, meskipun teknologi dan strategi pengendalian telah banyak berkembang, DBD tetap menjadi tantangan besar bagi Indonesia. Wabah demi wabah terus terjadi, dengan fluktuasi jumlah kasus yang sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca, perilaku masyarakat, serta efektivitas program pengendalian. Saat ini, penelitian dan inovasi terus dilakukan untuk menemukan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan dalam memerangi DBD (Nitbani and Siagian, 2022). Edukasi masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan menerapkan langkah-langkah pencegahan pribadi, seperti menggunakan kelambu dan obat nyamuk, menjadi bagian penting dari strategi nasional dalam mengendalikan penyakit ini (Aini *et al.*, 2022).

Sejarah panjang DBD di Indonesia mencerminkan kompleksitas dalam pengendalian penyakit ini, yang tidak hanya membutuhkan pendekatan medis tetapi juga sosial, lingkungan, dan kebijakan yang terintegrasi. Pengalaman Indonesia dalam menghadapi DBD selama beberapa dekade ini memberikan banyak pelajaran berharga yang dapat digunakan untuk memperkuat strategi pengendalian dan pencegahan di masa depan (Hikmah and Kasmini H, 2015).

## **B. Data dan Statistik Kasus Demam Berdarah di Indonesia**

Demam berdarah dengue (DBD) merupakan penyakit endemik di Indonesia dan telah menunjukkan peningkatan jumlah kasus yang signifikan selama beberapa dekade terakhir. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, jumlah kasus DBD meningkat dari sekitar 58.000 kasus pada tahun 2007 menjadi lebih dari 137.000 kasus pada tahun 2020. Angka kematian juga menunjukkan variasi, dengan tingkat fatalitas kasus (CFR) rata-rata sekitar 0,89% pada tahun 2020 (Harapan *et al.*, 2019).

Penyebaran DBD di Indonesia bersifat geografis dan temporal. Beberapa provinsi menunjukkan angka kejadian yang lebih tinggi dibandingkan yang lain, terutama di wilayah urban dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan kondisi lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk vektor. Pada tahun 2020, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah kasus tertinggi, masing-masing mencatat lebih dari 20.000 kasus per tahun. Namun, wilayah seperti Sumatera dan Kalimantan juga menunjukkan peningkatan jumlah kasus yang signifikan (Harapan *et al.*, 2019).

Faktor musiman juga mempengaruhi insiden DBD di Indonesia. Musim hujan, yang biasanya berlangsung dari November hingga April, menjadi periode dengan jumlah kasus tertinggi setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya genangan air yang menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menunjukkan korelasi antara curah hujan yang tinggi dengan

peningkatan jumlah kasus DBD di berbagai wilayah (Maula, Fuad and Utarini, 2018).

Selain itu, peningkatan mobilitas manusia dan urbanisasi turut berkontribusi pada penyebaran DBD. Perpindahan penduduk dari daerah endemis ke daerah non-endemis menyebabkan penyebaran virus yang lebih luas. Studi dari World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa urbanisasi yang cepat tanpa diimbangi dengan infrastruktur sanitasi yang memadai dapat meningkatkan risiko penyebaran DBD (Haryanto, 2018).

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk mengendalikan DBD, termasuk program pengasapan (fogging), pemberantasan sarang nyamuk (PSN), serta kampanye kesadaran masyarakat. Meskipun demikian, tantangan dalam pengendalian DBD masih besar, terutama terkait dengan resistensi nyamuk terhadap insektisida dan perubahan perilaku masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan (Nitbani and Siagian, 2022).

### **C. Wilayah Endemis Demam Berdarah Dengue di Indonesia dan Faktor Risiko**

Demam berdarah dengue (DBD) merupakan penyakit endemik di Indonesia dengan penyebaran yang luas di berbagai wilayah. Wilayah endemis DBD di Indonesia meliputi hampir seluruh provinsi, dengan insidensi tertinggi di wilayah-wilayah berpenduduk padat seperti Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menunjukkan bahwa provinsi-provinsi seperti Jawa Barat, Jawa Timur, dan DKI Jakarta secara konsisten mencatat jumlah kasus tertinggi setiap tahunnya. Pada tahun 2020, Jawa Barat melaporkan lebih dari

34.000 kasus, Jawa Timur 26.000 kasus, dan DKI Jakarta sekitar 15.000 kasus (Harapan *et al.*, 2022).

Selain itu, wilayah lain seperti Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Selatan juga menunjukkan tren peningkatan kasus DBD. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh tingginya mobilitas penduduk, urbanisasi yang cepat, dan perubahan iklim yang menciptakan kondisi ideal bagi perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, vektor utama penyebaran DBD (Maula, Fuad and Utarini, 2018).

#### **D. Faktor Risiko**

Tingginya kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di wilayah-wilayah endemis di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko utama. Pertama, faktor lingkungan memiliki dampak yang signifikan, terutama di daerah urban yang sering kali mengalami sanitasi yang buruk dan banyaknya genangan air. Nyamuk *Aedes aegypti*, sebagai vektor utama DBD, berkembang biak di tempat-tempat yang mudah menggenang air seperti pot bunga, ban bekas, dan tempat penampungan air yang tidak tertutup (Prameswarie *et al.*, 2023; Manzambi *et al.*, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa keberadaan jentik *Aedes aegypti* sangat terkait dengan kondisi sanitasi lingkungan dan perilaku masyarakat dalam menjaga kebersihan (Manzambi *et al.*, 2023; Saifur *et al.*, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan lingkungan yang baik sangat penting untuk mengurangi risiko penyebaran DBD.

Kedua, perubahan iklim global juga berkontribusi terhadap penyebaran DBD. Peningkatan suhu global dan perubahan pola curah hujan menciptakan kondisi yang lebih mendukung bagi nyamuk untuk berkembang biak. Musim hujan yang lebih panjang dan suhu yang lebih hangat

memperpanjang masa hidup nyamuk dan meningkatkan aktivitas mereka, sehingga meningkatkan risiko penularan virus dengue (Paiman *et al.*, 2023; Dianti *et al.*, 2019). Penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat berpengaruh terhadap peningkatan risiko penularan DBD, terutama di daerah tropis, di mana suhu yang lebih tinggi dan curah hujan yang tidak teratur dapat meningkatkan kepadatan populasi nyamuk (Dianti *et al.*, 2019; Karuitha *et al.*, 2020).

Ketiga, faktor sosial ekonomi memainkan peran penting dalam penyebaran DBD. Wilayah dengan tingkat kemiskinan yang tinggi sering kali memiliki akses yang terbatas terhadap fasilitas kesehatan dan program pengendalian nyamuk. Kurangnya edukasi tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan upaya pencegahan DBD juga menjadi kendala utama dalam mengendalikan penyebaran penyakit ini (Zahouli *et al.*, 2017; Joannides *et al.*, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan masyarakat tentang pemberantasan sarang nyamuk (PSN) berhubungan erat dengan keberadaan jentik *Aedes aegypti* (Saifur *et al.*, 2012; Paul *et al.*, 2018).

Keempat, urbanisasi yang cepat tanpa disertai dengan perencanaan infrastruktur yang memadai meningkatkan risiko penyebaran DBD. Perpindahan penduduk dari pedesaan ke perkotaan sering kali tidak diikuti dengan peningkatan fasilitas sanitasi dan kesehatan yang memadai, sehingga menciptakan lingkungan yang ideal untuk berkembang biaknya nyamuk (Perwitasari *et al.*, 2018; Ferede *et al.*, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa kepadatan penduduk yang tinggi berhubungan dengan kejadian DBD, di mana daerah dengan kepadatan tinggi cenderung memiliki lebih

banyak genangan air yang menjadi tempat perindukan nyamuk (Ferede *et al.*, 2018;Oguche *et al.*, 2022).

Dengan demikian, untuk mengatasi tingginya kasus DBD, diperlukan pendekatan yang komprehensif yang mencakup perbaikan sanitasi lingkungan, edukasi masyarakat, serta perencanaan infrastruktur yang lebih baik di daerah urban.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, L. *et al.* (2022) 'Implementasi Water Tepid Sponge dalam Mengatasi Masalah Hipertemia pada Penderita Demam Berdarah Dangué', *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (Pkm)*, 5(8), pp. 2448–2457. Available at: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v5i8.6483>.
- Dianti, I., Budiyo, B. and Joko, T. (2019) 'Nutrition Factors in Breeding Place Media and Larva Density of *Aedes Aegypti*', *Journal of Public Health for Tropical and Coastal Region*, 2(2), pp. 33–39. Available at: <https://doi.org/10.14710/jphtcr.v2i2.6188>.
- Ferede, G. *et al.* (2018) 'Distribution and larval breeding habitats of *Aedes* mosquito species in residential areas of northwest Ethiopia', *Epidemiology and Health*, (40), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.4178/EPIH.E2018015>.
- Harapan, H. *et al.* (2019) 'Epidemiology of dengue hemorrhagic fever in Indonesia: Analysis of five decades data from the National Disease Surveillance', *BMC Research Notes*, 12(1), pp. 4–9. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4379-9>.
- Harapan, H. *et al.* (2022) 'Hyperendemic Dengue and Possible Zika Circulation in the Westernmost Region of the Indonesian Archipelago', *Viruses*, 14(2), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.3390/v14020219>.
- Haryanto, B. (2018) 'Indonesia Dengue Fever: Status, Vulnerability, and Challenges', *Current Topics in Tropical Emerging Diseases and Travel Medicine* [Preprint], (December). Available at: <https://doi.org/10.5772/intechopen.82290>.
- Hikmah, M. and Kasmini H, O.W. (2015) 'Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Kematian Akibat Demam Berdarah Dengue', *Unnes Journal of Public Health*, 4(4), pp. 180–189. Available at: <https://doi.org/10.15294/ujph.v4i4.9693>.

- Joannides, J. *et al.* (2021) 'Species composition and risk of transmission of some Aedes-borne arboviruses in some sites in Northern Ghana', *PLoS ONE*, 16(6 June), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234675>.
- Karuitha, M. *et al.* (2020) 'Larval habitat diversity and mosquito species distribution along the coast of Kenya [ version 1 ; peer review : 1 approved , 2 approved with reservations ]', (May), pp. 1–23.
- Manzambi, E.Z. *et al.* (2023) 'Behavior of Adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Kinshasa, DRC, and the Implications for Control', *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(4). Available at: <https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1504398>.
- Maula, A.W., Fuad, A. and Utarini, A. (2018) 'Ten-years trend of dengue research in Indonesia and South-east Asian countries: a bibliometric analysis', *Global Health Action*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1504398>.
- Muchtar, F. *et al.* (2022) 'Edukasi Pencegahan Demam Berdarah Dengue (DBD) pada Siswa SMA Negeri 3 Kendari', *Indonesia Berdaya*, 3(4), pp. 1139–1146. Available at: <https://doi.org/10.47679/ib.2022357>.
- Nitbani, M.P. and Siagian, E. (2022) 'Hubungan Tingkat Pengetahuan, Sikap Dan Praktik Masyarakat Dalam Upaya Pencegahan Demam Berdarah Dengue (Dbd) Di Puskesmas Parongpong', *Klabat Journal of Nursing*, 4(2), p. 27. Available at: <https://doi.org/10.37771/kjn.v4i2.827>.
- Nuzulia Irawati (2010) 'Kepadatan Vektor Demam Berdarah Dengue di Perumnas Siteba Padang Tahun 2008', *Majalah Kedokteran Andalas*, 34, p. 135. Available at: <http://jurnalmka.fk.unand.ac.id/index.php/art/article/download/77/74>.

- Oguche O. D, Auta, I.K, Ibrahim, B, and Yayock, H. C, and J.O. and Department (2022) 'Breeding Sites Characteristics And Mosquito Abundance In Some Selected Locations Within Kaduna Metropolis', *Journal of Economic Perspectives*, 2(1), pp. 1–4.  
[surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203%0Ahttp://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/%0Ahttps://doi.org/10.1080/23322039.2017](http://surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203%0Ahttp://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/%0Ahttps://doi.org/10.1080/23322039.2017).
- Paiman, D., Setiani, O. and Budiyono, B. (2023) 'Characteristics of Dengue Hemorrhagic Fever Vectors in North Kembangan Sub-district, Kembangan District, West Jakarta City', *Majalah Kesehatan Indonesia*, 4(2), pp. 95–98. Available at: <https://doi.org/10.47679/makein.2023187>.
- Paul, K.K. *et al.* (2018) 'Risk factors for the presence of dengue vector mosquitoes, and determinants of their prevalence and larval site selection in Dhaka, Bangladesh', *PLoS ONE*, 13(6), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199457>.
- Perwitasari, D., RES, R.N. and Ariati, J. (2018) 'Indeks Entomologi dan Sebaran Vektor Demam Berdarah Dengue di Provinsi Maluku Utara Tahun 2015', *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 28(4), pp. 279–288. Available at: <https://doi.org/10.22435/mpk.v28i4.242>.
- Sabran, L.O. and Jannah, M. (2020) 'Model Matematika Seirs-Sei Pada Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Dengan Pengaruh Suhu', *MAp (Mathematics and Applications) Journal*, 2(2), pp. 66–78. Available at: <https://doi.org/10.15548/map.v2i2.2267>.
- Saifur, R.G.M. *et al.* (2012) 'Changing domesticity of *Aedes aegypti* in northern peninsular Malaysia: Reproductive consequences and potential epidemiological implications', *PLoS ONE*, 7(2). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030919>.

- Thia Prameswarie *et al.* (2023) '*Aedes aegypti* Hatchability and Larval Development Based on Three Different Types of Water', *Majalah Kesehatan Indonesia*, 4(1), pp. 8-12. Available at: <https://doi.org/10.36086/salink.v1i1.1105>.
- Yulidar, Y., Maksuk, M. and Priyadi, P. (2021) 'Kondisi Sanitasi Lingkungan Rumah Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Kerja Puskesmas', *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(1), pp. 8-12. Available at: <https://doi.org/10.36086/salink.v1i1.1105>.
- Zahouli, J.B.Z. *et al.* (2017) 'Urbanization is a main driver for the larval ecology of *Aedes* mosquitoes in arbovirus-endemic settings in south-eastern Co<sup>^</sup>te d'Ivoire', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(7), pp. 1-23. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005751>.



## BAB 3

# BIOLOGI VEKTOR PENULAR

### A. Jenis Nyamuk sebagai Vektor Demam Berdarah di Indonesia

Di Indonesia, demam berdarah dengue (DBD) utamanya ditularkan oleh dua spesies nyamuk, yaitu *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Kedua spesies ini memainkan peran penting sebagai vektor penyebaran virus dengue, yang menyebabkan penyakit DBD (Adhikari *et al.*, 2023).

#### 1. *Aedes aegypti*

*Aedes aegypti* adalah vektor utama penyebaran virus dengue di Indonesia. Nyamuk ini sangat adaptif terhadap lingkungan perkotaan dan sering ditemukan di sekitar tempat tinggal manusia (Adhikari *et al.*, 2023). *Aedes aegypti* memiliki karakteristik yang memudahkan identifikasi, seperti garis putih pada kaki dan tanda berbentuk lyra di bagian punggungnya (Dala *et al.*, 2021). Siklus hidup nyamuk ini berkisar antara 8 hingga 10 hari, mulai dari telur, larva, pupa, hingga dewasa. Mereka berkembang biak di tempat-tempat yang mudah menggenang air, seperti pot bunga, ban bekas, dan tempat penampungan air yang tidak tertutup (Faridah *et al.*, 2023).



**Gambar 3. 1. Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa**

Sumber : (Akhyari, 2019)

*Aedes aegypti* memiliki kebiasaan menggigit pada siang hari, dengan puncak aktivitas terjadi pada pagi dan sore hari. Nyamuk betina membutuhkan darah manusia untuk pematangan telurnya, sehingga kontak langsung dengan manusia menjadi sangat sering. Penyebaran virus terjadi ketika nyamuk betina menggigit seseorang yang sudah terinfeksi virus dengue dan kemudian menggigit orang lain, menyebarkan virus tersebut (Adhikari *et al.*, 2023; Dala *et al.*, 2021).

## 2. *Aedes albopictus*

*Aedes albopictus*, yang juga dikenal sebagai nyamuk harimau Asia, adalah vektor sekunder dalam penyebaran DBD di Indonesia. Nyamuk ini memiliki karakteristik fisik yang mirip dengan *Aedes aegypti*, dengan garis-garis putih pada tubuh dan kaki (Adhikari *et al.*, 2023; Dala *et al.*, 2021). *Aedes albopictus* lebih adaptif terhadap lingkungan perdesaan dan semi-urban serta dapat berkembang biak di habitat alami seperti lubang pohon dan bambu, selain di

tempat penampungan air buatan manusia (Faridah *et al.*, 2023).



**Gambar 3. 2. Nyamuk *Aedes albopictus* dewasa**

Sumber : (Center for Invasive Species Research, 2024)

*Aedes albopictus* juga memiliki kebiasaan menggigit di siang hari, meskipun aktivitasnya lebih tersebar sepanjang hari dibandingkan dengan *Aedes aegypti*. Nyamuk ini dikenal sebagai vektor yang lebih oportunistik, karena tidak hanya menggigit manusia tetapi juga hewan lain (Adhikari *et al.*, 2023; Dala *et al.*, 2021). Hal ini menjadikan *Aedes albopictus* sebagai vektor yang potensial dalam penyebaran virus dengue di berbagai jenis lingkungan.

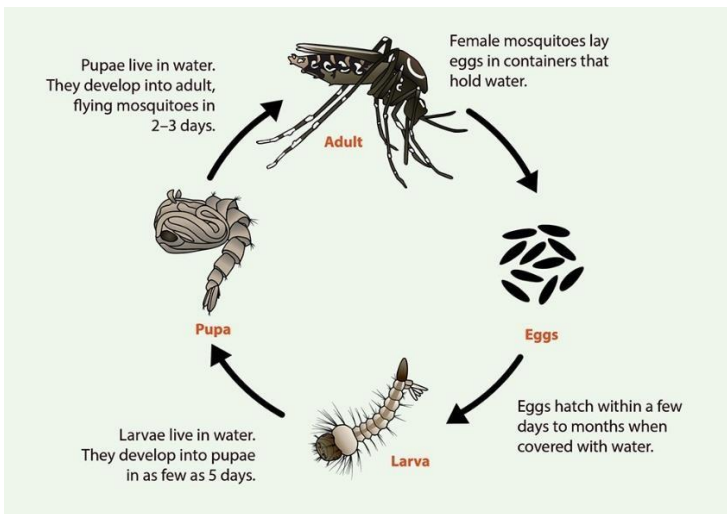
### 3. Perbandingan dan Implikasi Kesehatan

Kedua spesies nyamuk ini berkontribusi signifikan terhadap penyebaran DBD di Indonesia. *Aedes aegypti* cenderung lebih dominan di area perkotaan, sementara *Aedes albopictus* lebih sering ditemukan di daerah pedesaan dan semi-urban (Adhikari *et al.*, 2023; Faridah *et al.*, 2023). Pemahaman tentang distribusi dan perilaku

kedua spesies ini sangat penting untuk pengendalian DBD. Strategi pengendalian yang efektif harus mempertimbangkan perbedaan habitat dan perilaku antara kedua spesies ini.

## B. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*

Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, dua vektor utama penyebaran demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia, memiliki siklus hidup yang terdiri dari empat tahap utama: telur, larva, pupa, dan dewasa. Memahami siklus hidup ini sangat penting untuk pengendalian populasi nyamuk dan pencegahan penyebaran penyakit (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020).



**Gambar 3. 3. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes* sp**  
Sumber : (Centers for Disease Control, 2024)

### 1. Tahap Telur

Tahap pertama dari siklus hidup nyamuk *Aedes* adalah tahap telur. Nyamuk betina dewasa akan bertelur di dekat permukaan air yang tenang, seperti pot bunga, kaleng bekas, dan tempat penampungan air. Telur-telur ini dapat bertahan dalam kondisi kering selama beberapa bulan dan akan menetas ketika terkena air (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020). *Aedes aegypti* biasanya bertelur di tempat-tempat yang berdekatan dengan habitat manusia, sedangkan *Aedes albopictus* dapat bertelur di habitat alami seperti lubang pohon dan bambu serta tempat penampungan air buatan manusia (Deng *et al.*, 2021).



**Gambar 3. 4. Telur Nyamuk *Aedes* sp**

Sumber : (Centers for Disease Control, 2024)

### 2. Tahap Larva

Setelah telur menetas, larva nyamuk akan muncul dan hidup di air. Tahap larva berlangsung selama 5 hingga 10 hari, tergantung pada suhu dan kondisi (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020). Larva ini dikenal sebagai "jentik-jentik" dan melewati empat instar (tahap pertumbuhan) sebelum menjadi pupa. Selama tahap ini, larva memakan mikroorganisme dan materi organik dalam air. Larva *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sering ditemukan di air yang tenang dan bersih (Deng *et al.*, 2021; Ratnasari *et al.*, 2020)



**Gambar 3. 5. Larva Nyamuk *Aedes sp***  
Sumber : (Centers for Disease Control, 2024)

Terdapat perbedaan mendasar pada bagian duri yang mana *Aedes aegypti* sisik seperti garpu rumput, tetapi *Aedes albopictus* sisiknya seperti duri. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3.6.**



(a)



(b)

**Gambar 3. 6. Duri pada larva *Aedes sp*, a) *Aedes aegypti* b) *Aedes albopictus***

Sumber : (Center For Invasive Species And Ecosystem Health, 2018)

### 3. Tahap Pupa

Tahap pupa adalah tahap terakhir sebelum nyamuk menjadi dewasa. Pupa tidak memakan apa pun dan hanya bertahan beberapa hari hingga berubah menjadi nyamuk

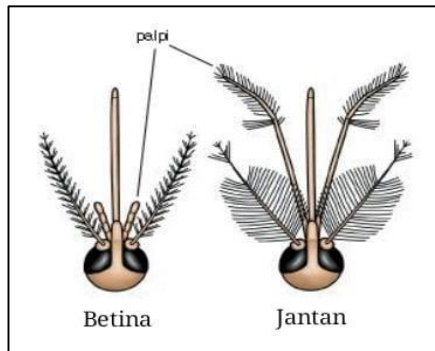
dewasa. Tahap pupa ini juga terjadi di dalam air. Pupa memiliki bentuk yang lebih kompak dan dapat bergerak dengan cepat di dalam air jika terganggu. Proses metamorfosis dari pupa menjadi nyamuk dewasa dikenal sebagai eclosion (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020).



**Gambar 3. 7. Larva Nyamuk *Aedes* sp**  
Sumber : (Centers for Disease Control, 2024)

#### 4. Tahap Dewasa

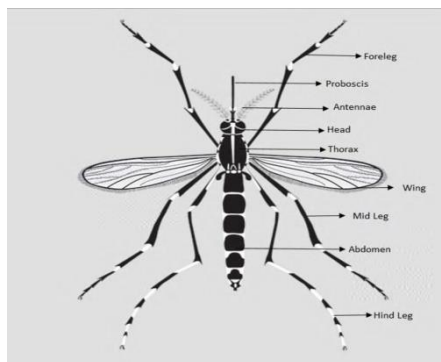
Nyamuk dewasa muncul dari pupa dan segera mencari pasangan untuk berkembang biak. *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* betina membutuhkan darah untuk mematangkan telurnya, yang menyebabkan mereka menggigit manusia dan hewan (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020). Nyamuk betina biasanya mencari makan pada pagi dan sore hari. Siklus hidup nyamuk dewasa berlangsung sekitar dua minggu, tetapi dapat bervariasi tergantung pada suhu dan kelembapan lingkungan (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020).



**Gambar 3. 8. Perbedaan Jantan dan Betina Pada Nyamuk *Aedes sp***

Sumber : (Nikmatullah, 2024)

Nyamuk jantan biasanya memakan nektar bunga dan tidak menggigit manusia. Setelah kawin, nyamuk betina akan mencari tempat bertelur dan memulai siklus hidup baru. Kemampuan nyamuk betina untuk bertelur beberapa kali selama hidupnya meningkatkan potensi penyebaran virus dengue (Zhou *et al.*, 2022; Ratnasari *et al.*, 2020).



**Gambar 3. 9. Morfologi Nyamuk Dewasa *Aedes sp***

Sumber : (Research Gate, 2024)

### **C. Habitat dan Perilaku Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus***

#### **1. Habitat Nyamuk *Aedes aegypti***

*Aedes aegypti*, dikenal sebagai nyamuk demam berdarah, memiliki habitat yang sangat adaptif terhadap lingkungan perkotaan. Nyamuk ini sering ditemukan di sekitar tempat tinggal manusia dan memanfaatkan berbagai wadah buatan yang dapat menampung air sebagai tempat berkembang biak (Ali *et al.*, 2021;Zahouli *et al.*, 2017). Habitat ideal *Aedes aegypti* meliputi pot bunga, kaleng bekas, ban bekas, bak mandi, dan tempat penampungan air yang tidak tertutup (Paiman *et al.*, 2023;Zahouli *et al.*, 2017). Nyamuk ini cenderung memilih air bersih dan tenang sebagai tempat bertelur. Kehadirannya sangat dipengaruhi oleh kegiatan manusia, seperti penyimpanan air dan kebersihan lingkungan (Paiman *et al.*, 2023;Zahouli *et al.*, 2017).

#### **2. Perilaku Nyamuk *Aedes aegypti***

*Aedes aegypti* memiliki perilaku yang unik dan berbeda dengan banyak spesies nyamuk lainnya. Mereka adalah penyerang di siang hari, dengan puncak aktivitas menggigit terjadi pada pagi dan sore hari (Manzambi *et al.*, 2023)(Saifur *et al.*, 2012). Nyamuk betina membutuhkan darah untuk mematangkan telurnya, sehingga mereka sering menggigit manusia dan terkadang hewan peliharaan (Karuitha *et al.*, 2020). Nyamuk ini sangat antropofilik, yang berarti mereka lebih suka menghisap darah manusia daripada hewan lain (Hall-Mendelin *et al.*, 2016). Selain itu, *Aedes aegypti* dikenal memiliki kemampuan terbang yang terbatas, biasanya hanya dalam radius 100 meter dari tempat berkembang biaknya (Soares *et al.*, 2020).

### 3. Habitat Nyamuk *Aedes albopictus*

*Aedes albopictus*, atau nyamuk harimau Asia, memiliki habitat yang lebih bervariasi dibandingkan *Aedes aegypti*. Nyamuk ini dapat ditemukan baik di daerah urban maupun pedesaan, dan mereka mampu berkembang biak di habitat alami serta buatan (Wanti et al., 2022). *Aedes albopictus* sering memanfaatkan lubang pohon, bambu, dan daun yang tergenang air sebagai tempat bertelur di habitat alami (Ohba et al., 2012; Hidayah et al., 2017). Di lingkungan perkotaan, mereka menggunakan wadah buatan seperti ban bekas, pot bunga, dan tempat penampungan air lainnya (Putri et al., 2018; Bonnet et al., 2020). Kemampuan mereka untuk beradaptasi di berbagai habitat menjadikan *Aedes albopictus* sebagai vektor potensial di berbagai lingkungan (Hussain and Dhiman, 2022; Fadilla et al., 2015).

### 4. Perilaku Nyamuk *Aedes albopictus*

Perilaku *Aedes albopictus* juga menunjukkan beberapa perbedaan dari *Aedes aegypti*. Nyamuk ini lebih oportunistik dalam mencari mangsa dan dapat menggigit manusia serta hewan lainnya (Klun et al., 2013). Aktivitas menggigitnya juga terjadi di siang hari, tetapi lebih tersebar sepanjang hari dibandingkan dengan *Aedes aegypti* (Hidayah and Rahmawati, 2019; Liu et al., 2016). *Aedes albopictus* memiliki kemampuan terbang yang lebih luas dan bisa menjangkau area yang lebih jauh dari tempat berkembang biaknya, hingga beberapa ratus meter (Chansang et al., 2019). Adaptabilitas yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan dan perilaku menggigit yang luas menjadikan *Aedes albopictus* sebagai vektor yang sulit dikendalikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, E. O. M., Babalghith, A. O., Bahathig, A. O. S., Toulah, F. H. S., Bafaraj, T. G., Al- Mahmoudi, S. M. Y., Alhazmi, A. M. F., and Abdel-Latif, M. E. (2021). Prevalence of larval breeding sites and seasonal variations of *Aedes aegypti* mosquitoes (Diptera: Culicidae) in makkah al-mokarramah, saudi arabia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph18147368>
- Akhyari H. (2019). Bagaimana Jika Nyamuk Punah dari Planet Bumi? Apa yang akan terjadi?. [online]. 28 Agustus 2024. Dapat diakses : <https://www.mongabay.co.id/2019/09/26/bagaiman-jika-nyamuk-punah-dari-planet-bumi-apa-yang-akan-terjadi/>
- Bonnet, E., Fournet, F., Benmarhnia, T., Ouedraogo, S., and Dabire', R. (2020). *Impact of a community-based intervention on Aedes aegypti and its spatial distribution in Ouagadougou , Burkina Faso*. 6, 1–9.
- Centers for Disease Control. (2024). Life Cycle of *Aedes* Mosquito. [online]. 28 Agustus 2024. Dapat diakses : <https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html>
- Center for Invasive Species Research. (2024). Asian Tiger Mosquito. [online]. 28 Agustus 2024. Dapat diakses : [https://c isr-ucr-edu.translate.goog/invasive-species/asian-tiger-mosquito?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=t c](https://c isr-ucr-edu.translate.goog/invasive-species/asian-tiger-mosquito?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=t c)

- Chansang, C., Chansang, U., Mongkalagoon, P., Kittayapong, P., Ninphanomchai, S., and Limohpasmanee, W. (2019). Combined sterile insect technique and incompatible insect technique: The first proof-of-concept to suppress *Aedes aegypti* vector populations in semi-rural settings in Thailand. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(10), 1–21.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007771>
- Deng, J., Guo, Y., Su, X., Liu, S., Yang, W., Wu, Y., Wu, K., Yan, G., and Chen, X. G. (2021). Impact of deltamethrin-resistance in *Aedes albopictus* on its fitness cost and vector competence. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(4), 1–15.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009391>
- Fadilla, Z., Hadi, U., and Setiyaningsih, S. (2015). Bioekologi vektor demam berdarah dengue (DBD) serta deteksi virus dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) di kelurahan endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12(1), 31–38.  
<https://doi.org/10.5994/jei.12.1.31>
- Faridah, L., Ekawardhani, S., Fauziah, N., Djati, I. D., Putra, R. E., and Watanabe, K. (2023). Arbovirus Detection of Adult Female *Aedes aegypti* for Dengue Surveillance: a Cohort Study in Bandung City, Indonesia. *Global Medical and Health Communication (GMHC)* 11(3), 225–233.  
<https://doi.org/10.29313/gmhc.v11i3.12749>
- Hall-Mendelin, S., Pyke, A. T., Moore, P. R., Mackay, I. M., McMahon, J. L., Ritchie, S. A., Taylor, C. T., Moore, F. A. J., and van den Hurk, A. F. (2016). Assessment of Local Mosquito Species Incriminates *Aedes aegypti* as the Potential Vector of Zika Virus in Australia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(9), 1–14.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004959>

- Hidayah, N., Iskandar, I., and Abidin, Z. (2017). Prevention of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) Associated with the *Aedes aegypti* Larvae Presence based on the Type of Water Source. *Journal of Tropical Life Science*, 7(2), 115–120. <https://doi.org/10.11594/jtls.07.02.05>
- Hidayah, N., and Rahmawati, D. (2019). *The Water pH Levels in Breeding Places Associated with The Presence of Larva Aedes aegypti in Endemic and Non-Endemic Areas of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF)*. 598. <https://doi.org/10.4108/eai.26-10-2018.2288706>
- Hussain, S. S. A., and Dhiman, R. C. (2022). Distribution Expansion of Dengue Vectors and Climate Change in India. *GeoHealth*, 6(6). <https://doi.org/10.1029/2021GH000477>
- Karuitha, M., Bargul, J., Lutomiah, J., Muriu, S., Nzovu, J., Sang, R., Mwangangi, J., Mbogo, C., and Mutuku, F. M. (2020). *Larval habitat diversity and mosquito species distribution along the coast of Kenya [ version 1 ; peer review : 1 approved , 2 approved with reservations ]*. May, 1–23.
- Klun, J. A., Kramer, M., and Debboun, M. (2013). Four simple stimuli that induce host-seeking and blood-feeding behaviors in two mosquito species, with a clue to DEET's mode of action. *Journal of Vector Ecology*, 38(1), 143–153. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2013.12020.x>
- Liu, H., Liu, T., Xie, L., Wang, X., Deng, Y., Chen, C. H., James, A. A., and Chen, X. G. (2016). Functional analysis of Orco and odorant receptors in odor recognition in *Aedes albopictus*. *Parasites and Vectors*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1644-9>

- Manzambi, E. Z., Mbuka, G. B., Ilombe, G., Takasongo, R. M., Tezzo, F. W., del Carmen Marquetti, M., Metelo, E., Vanlerberghe, V., and Bortel, W. Van. (2023). Behavior of Adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Kinshasa, DRC, and the Implications for Control. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8040207>
- Nikmatullah, N.A. et al. (2024) 'Modul Praktikum Entomologi'. Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka Jakarta
- Ohba, S. Y., Ohtsuka, M., Sunahara, T., Sonoda, Y., Kawashima, E., and Takagi, M. (2012). Differential responses to predator cues between two mosquito species breeding in different habitats. *Ecological Entomology*, 37(5), 410–418. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2012.01379.x>
- Paiman, D., Setiani, O., and Budiyo, B. (2023). Characteristics of Dengue Hemorrhagic Fever Vectors in North Kembangan Sub-district, Kembangan District, West Jakarta City. *Majalah Kesehatan Indonesia*, 4(2), 95–98. <https://doi.org/10.47679/makein.2023187>
- Putri, D. F., Widya, A., Sugeng, M. J., and Sitti, U. R. (2018). The Potency of Polygamy Behavior in *Aedes aegypti* Mosquitoes by Venereal Transmission Dengue Virus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 13(3), 382–388. <https://doi.org/10.15294/kemas.v13i3.11639>
- Ratnasari, A., Jabal, A. R., Rahma, N. U. R., Rahmi, S. R. I. N. U. R., and Karmila, M. (2020). The ecology of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae habitat in coastal areas of South Sulawesi, Indonesia. 21(10), 4648–4654. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211025>

- ResearchGate. (2024). Anatomy of *Aedes albopictus* Mosquito. [online]. 28 Agustus 2024. Dapat diakses : [https://www.researchgate.net/figure/Anatomy-of-Aedes-albopictus-mosquito-This-image-is-taken-from\\_fig2\\_351542555](https://www.researchgate.net/figure/Anatomy-of-Aedes-albopictus-mosquito-This-image-is-taken-from_fig2_351542555)
- Saifur, R. G. M., Dieng, H., Hassan, A. A., Salmah, M. R. C., Satho, T., Miake, F., and Hamdan, A. (2012). Changing domesticity of *Aedes aegypti* in northern peninsular Malaysia: Reproductive consequences and potential epidemiological implications. *PLoS ONE*, 7(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030919>
- Soares, A. P. M., Rosa'rio, I. N. G., and Silva, I. M. (2020). Distribution and preference for oviposition sites of *Aedes albopictus* (Skuse) in the metropolitan area of Bele'm, in the Brazilian Amazon. *Journal of Vector Ecology*, 45(2), 312–320. <https://doi.org/10.1111/jvec.12402>
- Sudip Adhikari, Pradeep Choudhary, Hari Prasad Upadhyay, Alina Adhikari, Kamal Kalakheti, P. S. (2023). Knowledge And Practice on Prevention and Control of Dengue Among Homemaker in Bharatpur Metropolitan, Chitwan. *International Journal of Plasticity*, 25(5), 973–994. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074964190800065X>
- Wanti, W., and , Isnawati Isnawati, T. R. (2022). Transovarial Infection of Dengue Virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 17(4), 606–613.

- Yudha Arya Dala, I. M., Gede Darma Putra, I. K., and Wira Buana, P. (2021). Forecasting Cases of Dengue Hemorrhagic Fever Using the Backpropagation, Gaussians and Support-Vector Machine Methods. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 335–341.  
<https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2936>
- Zahouli, J. B. Z., Koudou, B. G., Müller, P., Malone, D., Tano, Y., and Utzinger, J. (2017). Urbanization is a main driver for the larval ecology of *Aedes mosquitoes* in arbovirus-endemic settings in south-eastern Côte d'Ivoire. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(7), 1–23.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005751>
- Zhou, J., Liu, S., Liu, H., Xie, Z., Liu, L., Lin, L., Jiang, J., Yang, M., Zhou, G., Gu, J., Zhou, X., Yan, G., James, A. A., and Chen, X. G. (2022). Interspecific mating bias may drive *Aedes albopictus* displacement of *Aedes aegypti* during its range expansion. *PNAS Nexus*, 1(2), 1–10.  
<https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac041>

## BAB 4

# EKOLOGI VEKTOR

### A. Kondisi Lingkungan yang Mempengaruhi Populasi Nyamuk

Populasi nyamuk, khususnya *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan. Faktor-faktor lingkungan ini memainkan peran penting dalam menentukan tempat berkembang biak, kelangsungan hidup, dan penyebaran nyamuk yang merupakan vektor utama penyakit demam berdarah dengue (DBD) (Faridah *et al.*, 2018; Fadilla, Hadi and Setiyaningsih, 2015; Wijirahayu and Sukesi, 2019).

#### 1. Suhu

Suhu lingkungan adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi siklus hidup dan populasi nyamuk. Suhu yang hangat mempercepat perkembangan telur, larva, dan pupa menjadi nyamuk dewasa. Penelitian menunjukkan bahwa suhu antara 25°C hingga 30°C adalah yang paling optimal untuk pertumbuhan dan aktivitas nyamuk *Aedes* (M. Fikri Andika Kurniawan *et al.*, 2023). Pada suhu ini, siklus hidup nyamuk dari telur hingga dewasa dapat selesai dalam waktu sekitar 7-10 hari. Di bawah suhu tersebut, perkembangan nyamuk melambat, sementara suhu yang terlalu tinggi di atas 35°C dapat menyebabkan kematian larva dan dewasa (Humairoh, 2021).

## 2. Kelembapan

Kelembapan udara yang tinggi juga berperan penting dalam mendukung populasi nyamuk. Kelembapan yang tinggi meningkatkan umur panjang nyamuk dewasa dan meningkatkan aktivitas menggigit (Faridah *et al.*, 2018). Di daerah tropis seperti Indonesia, musim hujan yang berkepanjangan menciptakan kondisi kelembapan yang ideal untuk nyamuk. Genangan air yang terbentuk selama musim hujan menjadi tempat berkembang biak yang sempurna bagi nyamuk *Aedes*, sehingga populasi nyamuk cenderung meningkat secara signifikan selama periode ini (Fadilla *et al.*, 2015; Wijirahayu and Sukesni, 2019).

## 3. Air Bersih

Air bersih yang menggenang merupakan habitat utama bagi perkembangan larva nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* lebih memilih air bersih untuk bertelur dan berkembang biak. Tempat-tempat seperti pot bunga, kaleng bekas, ban bekas, dan tempat penampungan air yang tidak tertutup sering menjadi sarang nyamuk ini (Faridah *et al.*, 2018; Fadilla *et al.*, 2015). Oleh karena itu, pengelolaan air bersih yang tepat dan pencegahan genangan air di lingkungan sekitar sangat penting dalam mengendalikan populasi nyamuk (Suja'nah *et al.*, 2022).

## 4. Vegetasi dan Tempat Perlindungan

Vegetasi yang lebat dan tempat perlindungan seperti semak-semak, pepohonan, dan area yang teduh menyediakan tempat istirahat yang ideal bagi nyamuk dewasa. Nyamuk membutuhkan tempat berlindung dari panas dan hujan, serta tempat yang tenang untuk beristirahat setelah makan darah (Faridah *et al.*, 2018). Daerah dengan vegetasi yang rimbun cenderung memiliki populasi nyamuk yang lebih tinggi karena menyediakan

habitat yang sesuai bagi nyamuk untuk berlindung dan bertelur (Fadilla, Hadi and Setiyaningsih, 2015).

#### 5. Aktivitas Manusia

Aktivitas manusia seperti urbanisasi, pengelolaan sampah yang buruk, dan perubahan penggunaan lahan turut mempengaruhi populasi nyamuk. Urbanisasi yang cepat tanpa diimbangi dengan infrastruktur sanitasi yang memadai menciptakan banyak tempat genangan air yang mendukung perkembangbiakan nyamuk (Kurniawan *et al.*, 2023). Pengelolaan sampah yang buruk juga memberikan banyak wadah yang dapat menampung air dan menjadi sarang nyamuk. Selain itu, perubahan penggunaan lahan seperti deforestasi dapat menyebabkan peningkatan habitat nyamuk *Aedes albopictus* yang lebih adaptif terhadap lingkungan perdesaan dan semi-urban (Faridah *et al.*, 2018; Wijirahayu and Sukesu, 2019).

### B. Perubahan Iklim dan Dampaknya pada Vektor

Perubahan iklim global memiliki dampak yang signifikan terhadap dinamika populasi dan distribusi vektor penyakit, termasuk nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, yang merupakan vektor utama penyebaran demam berdarah dengue (DBD) (Kurniawan *et al.*, 2023; Wijirahayu and Sukesu, 2019). Peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan perubahan kelembapan secara langsung mempengaruhi siklus hidup, perilaku, dan distribusi geografis nyamuk ini.

### 1. Peningkatan Suhu

Peningkatan suhu global adalah salah satu dampak perubahan iklim yang paling jelas dan memiliki implikasi besar terhadap vektor nyamuk. Suhu yang lebih tinggi mempercepat siklus hidup nyamuk, memungkinkan telur menetas lebih cepat, larva berkembang lebih cepat menjadi pupa, dan pupa menjadi nyamuk dewasa dalam waktu yang lebih singkat (Kurniawan *et al.*, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* berkembang optimal pada suhu antara 25°C hingga 30°C. Pada suhu ini, waktu pengembangan dari telur ke dewasa bisa berkurang menjadi hanya tujuh hari (Faridah *et al.*, 2018; Humairoh, 2021). Selain itu, suhu yang lebih tinggi meningkatkan laju metabolisme nyamuk, yang dapat meningkatkan frekuensi mereka menggigit manusia, sehingga mempercepat penyebaran virus dengue.

### 2. Perubahan Pola Curah Hujan

Perubahan iklim juga mengubah pola curah hujan, yang mempengaruhi habitat perkembangbiakan nyamuk. Peningkatan curah hujan dan kejadian hujan ekstrem menciptakan lebih banyak genangan air yang ideal untuk bertelur dan berkembang biaknya nyamuk (Wijirahayu and Sukei, 2019). Di sisi lain, periode kekeringan yang lebih panjang dapat mengurangi habitat air sementara, tetapi begitu hujan turun, nyamuk dengan cepat memanfaatkan genangan air baru. Variabilitas curah hujan ini menyebabkan fluktuasi populasi nyamuk yang lebih tajam, dengan potensi peningkatan wabah penyakit di daerah yang sebelumnya kurang endemik.

### 3. Perubahan Kelembapan

Kelembapan udara juga berperan penting dalam kelangsungan hidup nyamuk dewasa dan efektivitas penularan virus. Kelembapan yang tinggi meningkatkan umur panjang nyamuk dan aktivitas menggigitnya (Faridah *et al.*, 2018;Kurniawan *et al.*, 2023). Perubahan iklim yang menyebabkan perubahan dalam pola kelembapan dapat memperluas jangkauan geografis nyamuk *Aedes* ke daerah-daerah yang sebelumnya terlalu kering untuk mendukung populasi mereka (Wijirahayu and Sukesu, 2019). Hal ini berpotensi memperluas area penyebaran DBD ke wilayah-wilayah baru.

### 4. Distribusi Geografis dan Adaptasi

Perubahan iklim memungkinkan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* untuk memperluas distribusi geografis mereka ke daerah yang sebelumnya tidak cocok untuk berkembang biak. Misalnya, peningkatan suhu dan perubahan curah hujan dapat memungkinkan nyamuk ini untuk bertahan dan berkembang di daerah dataran tinggi atau lintang yang lebih tinggi yang sebelumnya tidak mendukung (Kurniawan *et al.*, 2023;Wijirahayu and Sukesu, 2019). Adaptasi ini memperluas risiko penyebaran DBD ke populasi yang sebelumnya tidak terpapar, meningkatkan tantangan dalam pengendalian penyakit (Faridah *et al.*, 2018;Kurniawan *et al.*, 2023).

## C. Peran Manusia dalam Penyebaran Vektor

Manusia memainkan peran yang signifikan dalam penyebaran vektor penyakit, termasuk nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, yang merupakan penyebab utama penyebaran demam berdarah dengue (DBD) (Kurniawan *et al.*,

2023). Aktivitas manusia seperti urbanisasi, globalisasi, perubahan penggunaan lahan, dan perilaku sehari-hari berkontribusi pada penyebaran dan peningkatan populasi nyamuk ini.

#### 1. Urbanisasi dan Pengelolaan Sampah yang Buruk

Urbanisasi yang pesat, terutama di negara-negara berkembang, menciptakan lingkungan yang mendukung penyebaran nyamuk vektor. Pembangunan infrastruktur yang tidak terencana dengan baik sering kali meninggalkan banyak tempat genangan air yang menjadi habitat ideal bagi nyamuk untuk berkembang biak (Kurniawan *et al.*, 2023). Tempat-tempat seperti pot bunga, kaleng bekas, ban bekas, dan tempat penampungan air yang tidak tertutup sering ditemukan di kawasan perkotaan yang padat. Selain itu, pengelolaan sampah yang buruk memperburuk masalah ini karena banyak wadah yang dapat menampung air hujan dan menjadi tempat bertelur bagi nyamuk (Faridah *et al.*, 2018; Wijirahayu and Sukesu, 2019).

#### 2. Globalisasi dan Pergerakan Manusia

Globalisasi telah meningkatkan mobilitas manusia dan barang di seluruh dunia, yang juga mempengaruhi penyebaran vektor penyakit. Perjalanan udara yang cepat memungkinkan nyamuk yang terinfeksi virus dengue atau manusia yang membawa virus berpindah dari satu negara ke negara lain dalam waktu singkat (Kurniawan *et al.*, 2023; Wijirahayu and Sukesu, 2019). Hal ini telah menyebabkan penyebaran penyakit ke wilayah yang sebelumnya tidak endemik (Faridah *et al.*, 2018). Selain itu, perdagangan internasional barang-barang seperti ban bekas dan bambu yang dapat menampung air juga berkontribusi pada penyebaran telur dan larva nyamuk antarnegara.

### 3. Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan seperti deforestasi, pembangunan pertanian, dan pembangunan perumahan baru dapat mengubah habitat alami nyamuk dan memaksa mereka untuk mencari tempat berkembang biak baru di dekat pemukiman manusia (Kurniawan *et al.*, 2023). Deforestasi, misalnya, dapat mengurangi habitat alami nyamuk *Aedes albopictus*, memaksa mereka untuk beradaptasi dengan lingkungan yang lebih dekat dengan manusia (Faridah *et al.*, 2018; Wijirahayu and Sukesu, 2019). Pembangunan area pertanian baru dengan sistem irigasi yang tidak dikelola dengan baik juga dapat menciptakan habitat ideal bagi nyamuk untuk berkembangbiak.

### 4. Perilaku Sehari-hari dan Kesadaran Masyarakat

Perilaku sehari-hari manusia juga memainkan peran penting dalam penyebaran vektor nyamuk. Kebiasaan menyimpan air di wadah terbuka, tidak membersihkan lingkungan sekitar, dan kurangnya kesadaran tentang pentingnya pencegahan penyakit dapat meningkatkan populasi nyamuk (Kurniawan *et al.*, 2023). Kurangnya edukasi dan kesadaran masyarakat mengenai cara-cara efektif untuk mengurangi habitat nyamuk, seperti menutup tempat penampungan air dan membersihkan tempat-tempat genangan air, memperburuk situasi (Faridah *et al.*, 2018; Wijirahayu and Sukesu, 2019).

## DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Astari Suja'nah *et al.* (2022) 'Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) untuk Menghambat Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes aegypti*', *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(9), pp. 598–603. Available at: <https://doi.org/10.33096/fmj.v2i9.114>.
- Fadilla, Z., Hadi, U. and Setiyaningsih, S. (2015) 'Bioekologi vektor demam berdarah dengue (DBD) serta deteksi virus dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) di kelurahan endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor', *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12(1), pp. 31–38. Available at: <https://doi.org/10.5994/jei.12.1.31>.
- Faridah, L. *et al.* (2018) 'Gambaran Kontainer Potensial dan Kondisi Lingkungannya Sebagai Tempat Perindukan Nyamuk di Universitas Padjadjaran Jatinangor', *Majalah Kedokteran Bandung*, 50(2), pp. 116–119. Available at: <https://doi.org/10.15395/mkb.v50n2.1151>.
- Humairoh, M.S. (2021) 'Model Populasi Nyamuk Dengan Melibatkan Faktor Kontrol Dan Variasi Musim', *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 1(2), p. 69. Available at: <https://doi.org/10.35472/indojam.v1i2.361>.
- M. Fikri Andika Kurniawan *et al.* (2023) 'Pengaruh Iklim Terhadap Kasus Demam Berdarah Dengue Menggunakan Algoritma Partial Least Square', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(1), pp. 11–20. Available at: <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i1.626>.

Wijirahayu, S. and Sukesu, T.W. (2019) 'Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue di Wilayah Kerja Puskesmas Kalasan Kabupaten Sleman', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(1), p. 19. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.18.1.19-24>.



## BAB 5

# PENGENDALIAN VEKTOR

### A. Metode Fisik dan Mekanik dalam Pengendalian Nyamuk

Pengendalian nyamuk, khususnya *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, yang merupakan vektor utama penyebaran demam berdarah dengue (DBD), memerlukan pendekatan multifaset. Metode fisik dan mekanik adalah komponen penting dalam strategi pengendalian ini, yang bertujuan mengurangi populasi nyamuk melalui intervensi langsung tanpa menggunakan bahan kimia (Fadilla *et al.*, 2015; Faridah *et al.*, 2018).

#### 1. Pengelolaan Sumber Air

Salah satu metode fisik yang paling efektif adalah pengelolaan sumber air. Karena nyamuk *Aedes* berkembang biak di air tergenang, penting untuk menghilangkan tempat-tempat ini atau mengelola air dengan cara yang tidak mendukung perkembangan larva nyamuk. Ini termasuk menutup atau mengosongkan wadah yang dapat menampung air, seperti pot bunga, kaleng bekas, ban bekas, dan tempat penampungan air (Pratiwi, Anwar and Utomo, 2018). Pengurusan dan pembersihan wadah air secara teratur, serta penggunaan tutup yang rapat, dapat secara signifikan mengurangi populasi nyamuk (Rahmaningtyas *et al.*, 2022). Selain itu, memperbaiki sistem drainase untuk mencegah genangan air di sekitar pemukiman juga sangat efektif (Mahdalena and Ni'mah, 2020).

## 2. Penggunaan Jaring dan Kawat Nyamuk

Metode mekanik yang efektif lainnya adalah penggunaan jaring nyamuk pada jendela, pintu, dan ventilasi rumah untuk mencegah masuknya nyamuk dewasa ke dalam rumah (Niken Suci Meliani Hernawan, Sri Peni Fitriyaningsih and Fetri Lestari, 2022). Jaring nyamuk ini harus dipasang dengan rapat dan diperiksa secara berkala untuk memastikan tidak ada lubang yang memungkinkan nyamuk masuk. Selain itu, tidur di bawah kelambu yang diimpregnasi dengan insektisida juga dapat melindungi dari gigitan nyamuk, terutama di daerah dengan tingkat penularan DBD yang tinggi (Rasydy, Kuncoro and Hasibuan, 2020).

## 3. Penggunaan Perangkap Nyamuk

Perangkap nyamuk adalah alat mekanik yang dirancang untuk menarik dan membunuh nyamuk dewasa. Perangkap ini biasanya menggunakan kombinasi dari karbon dioksida, panas, dan zat kimia tertentu yang meniru bau manusia untuk menarik nyamuk (Afifiani, Wardani and Kristini, 2021). Setelah tertarik, nyamuk akan terperangkap dan mati. Beberapa jenis perangkap nyamuk yang umum digunakan termasuk perangkap CO<sub>2</sub>, perangkap ovitrap, dan perangkap berbasis UV. Penggunaan perangkap ini dapat membantu mengurangi populasi nyamuk di area tertentu, terutama jika ditempatkan di lokasi strategis (Armeyanti and Ashari Rasjid, 2019).

## 4. Modifikasi Habitat

Modifikasi habitat melibatkan perubahan lingkungan untuk membuatnya kurang mendukung bagi perkembangan nyamuk. Ini termasuk menghilangkan

tempat-tempat yang dapat menampung air, memperbaiki infrastruktur sanitasi, dan mengelola vegetasi untuk mengurangi tempat perlindungan bagi nyamuk dewasa (Susilawati and Hermansyah, 2015). Di daerah perkotaan, ini mungkin termasuk peningkatan sistem pengelolaan sampah dan air limbah, serta edukasi masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan (Dhenge, Pakan and Lidia, 2021).

## **B. Metode Kimia dan Biologi dalam Pengendalian Nyamuk**

Pengendalian nyamuk, khususnya *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, yang merupakan vektor utama penyebaran demam berdarah dengue (DBD), seringkali memerlukan kombinasi metode kimia dan biologi untuk mencapai efektivitas yang optimal. Kedua pendekatan ini dapat bekerja secara sinergis untuk mengurangi populasi nyamuk dan mencegah penularan penyakit (Mahdalena and Ni'mah, 2020).

### **1. Metode Kimia**

Metode kimia melibatkan penggunaan insektisida untuk membunuh nyamuk dewasa atau larva. Insektisida ini dapat diterapkan dalam berbagai bentuk, seperti semprotan, fogging, dan larvasida (Ariani, Budiharjo and Sayono, 2023).

#### **a. Semprotan dan Fogging**

Semprotan insektisida dan fogging adalah teknik yang digunakan untuk membunuh nyamuk dewasa. Fogging adalah penyemprotan insektisida dalam bentuk kabut halus yang dilakukan terutama di luar ruangan untuk mencapai daerah-daerah di mana

nyamuk beristirahat. Penggunaan semprotan dan fogging efektif dalam situasi wabah untuk menurunkan populasi nyamuk dewasa dengan cepat, tetapi efeknya bersifat sementara dan tidak memberikan solusi jangka panjang jika tidak diikuti dengan pengelolaan lingkungan yang tepat (Armayanti dan Ashari Rasjid, 2019).

*b. Larvasida*

Larvasida adalah bahan kimia yang digunakan untuk membunuh larva nyamuk di habitat perkembangbiakan mereka, seperti genangan air. Contoh larvasida termasuk temefos, metoprene, dan *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Penggunaan larvasida dapat efektif mengendalikan populasi nyamuk pada tahap perkembangan awal, sehingga mengurangi jumlah nyamuk dewasa yang dapat menularkan penyakit (Ramayanti and Febriani, 2016).

2. Metode Biologi

Metode biologi dalam pengendalian nyamuk melibatkan penggunaan organisme hidup atau agen biologis untuk mengendalikan populasi nyamuk.

*a. Penggunaan Predator Alami*

Penggunaan predator alami seperti ikan pemakan larva (misalnya, ikan guppy atau ikan kepala timah) di habitat air dapat membantu mengurangi populasi larva nyamuk. Ikan ini secara efektif memakan larva nyamuk, sehingga mengurangi jumlah nyamuk yang mencapai tahap dewasa.

*b. Bakteri dan Patogen*

Bakteri dan patogen seperti *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) dan *Wolbachia* telah digunakan dalam

pengendalian biologis nyamuk. Bti adalah bakteri yang menghasilkan toksin yang mematikan bagi larva nyamuk ketika tertelan. Wolbachia, di sisi lain, adalah bakteri yang menginfeksi nyamuk dan mengurangi kemampuan mereka untuk menularkan virus dengue (Musofi *et al.*, 2023). Infeksi Wolbachia pada nyamuk *Aedes aegypti* telah menunjukkan pengurangan yang signifikan dalam kemampuan nyamuk untuk menyebarkan virus dengue, dan strategi ini sedang diterapkan dalam program pengendalian nyamuk di berbagai negara.

c. *Teknik Serangga Mandul (SIT)*

Teknik serangga mandul (*Sterile Insect Technique*) melibatkan pelepasan nyamuk jantan yang telah disterilkan melalui radiasi atau metode lain ke lingkungan alam. Nyamuk jantan mandul ini akan kawin dengan betina, tetapi tidak akan menghasilkan keturunan, sehingga mengurangi populasi nyamuk secara bertahap (Mustafa, 2021). Teknik ini telah berhasil digunakan dalam pengendalian berbagai spesies nyamuk dan serangga lainnya.

## C. Strategi Pengendalian Berbasis Masyarakat

Pengendalian vektor nyamuk, khususnya *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang merupakan vektor utama penyebaran demam berdarah dengue (DBD), tidak dapat hanya mengandalkan intervensi pemerintah atau penggunaan insektisida. Keterlibatan aktif masyarakat dalam strategi pengendalian sangat penting untuk mencapai hasil yang berkelanjutan (Fadilla, Hadi and Setiyaningsih, 2015; Budiman

and Hamidah, 2017). Pendekatan berbasis masyarakat memerlukan partisipasi, edukasi, dan komitmen dari seluruh lapisan masyarakat untuk mengurangi habitat nyamuk dan memutus rantai penularan penyakit (Perwitasari, RES and Ariati, 2018).

### 1. Pemberdayaan Masyarakat dan Pendidikan

Salah satu langkah awal dalam strategi pengendalian berbasis masyarakat adalah pemberdayaan dan pendidikan. Masyarakat perlu diberikan informasi yang akurat mengenai siklus hidup nyamuk, cara-cara pencegahan, dan pentingnya partisipasi mereka dalam kegiatan pengendalian (Amelia *et al.*, 2023). Edukasi ini dapat dilakukan melalui berbagai saluran, seperti kampanye kesehatan, program sekolah, media massa, dan pelatihan komunitas. Tujuannya adalah meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat sehingga mereka dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi populasi nyamuk di lingkungan mereka (Dwi Astari Suja'nah *et al.*, 2022; Dwi Astari Suja'nah *et al.*, 2022).

### 2. Partisipasi Aktif dalam Pembersihan Lingkungan

Partisipasi aktif masyarakat dalam pembersihan lingkungan adalah kunci untuk mengurangi tempat berkembang biak nyamuk. Kegiatan ini melibatkan membersihkan tempat-tempat yang dapat menampung air, seperti pot bunga, ban bekas, kaleng, dan tempat penampungan air (Dwi Sutiningsih, Ali Rahayu, Santoso and Yuliawati, 2015). Gerakan gotong royong untuk membersihkan lingkungan secara berkala, seperti satu kali seminggu, dapat efektif dalam mengurangi habitat nyamuk (Sarni, Anwar and Sayono, 2023). Selain itu, masyarakat juga didorong untuk menutup rapat tempat penampungan air, memperbaiki saluran air yang tersumbat, dan

membuang sampah dengan benar (Mastura, Anwar and Sayono, 2023).

### 3. Penggunaan Alat Pengendalian Berbasis Rumah Tangga

Masyarakat dapat menggunakan berbagai alat pengendalian berbasis rumah tangga untuk mengurangi populasi nyamuk. Ini termasuk penggunaan kelambu berinsektisida, perangkap nyamuk, dan produk pengusir nyamuk seperti lotion atau semprotan anti-nyamuk (Muh. Yusran, Nurhapsa and Abdul Madjid, 2019). Penerapan metode-metode ini di rumah-rumah dapat membantu melindungi individu dari gigitan nyamuk dan menurunkan risiko penyebaran penyakit (Ramayanti, Layal and Pratiwi, 2017).

### 4. Pembentukan Kelompok Kerja dan Pemantauan

Pembentukan kelompok kerja di tingkat komunitas, seperti kelompok kerja kesehatan lingkungan, dapat memperkuat strategi pengendalian berbasis masyarakat. Kelompok ini bertanggung jawab untuk mengorganisir kegiatan pembersihan, mengedukasi anggota masyarakat, dan memantau situasi di lapangan (Sawitri, Sunuh and Arianty, 2022). Mereka juga dapat berfungsi sebagai jembatan antara masyarakat dan otoritas kesehatan untuk melaporkan masalah dan mendapatkan dukungan teknis.

### 5. Penggunaan Teknologi Informasi dan Media Sosial

Teknologi informasi dan media sosial dapat dimanfaatkan untuk menyebarkan informasi dan mengkoordinasikan aksi komunitas. Platform ini dapat digunakan untuk mengedukasi masyarakat, mengingatkan mereka tentang jadwal pembersihan, dan berbagi praktik terbaik dalam pengendalian nyamuk. Kampanye media sosial yang efektif dapat meningkatkan partisipasi

masyarakat dan mempercepat penyebaran informasi penting (Yatuu, Jusuf and Lalu, 2020).

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, A.R. *et al.* (2023) 'Pengaruh Air Perasan Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum*) terhadap Kematikan Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Menggunakan Metode Evaporasi', *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 13(3), pp. 1001–1010. Available at: <https://doi.org/10.32583/pskm.v13i3.1118>.
- Ariani, N.F., Budiharjo, A. and Sayono (2023) 'Kerentanan Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* terhadap Cypermethrin Berdasarkan Ketinggian Daerah di Provinsi Jawa Tengah', *Prosiding Seminar Kesehatan Masyarakat*, 1(Oktober), pp. 70–76. Available at: <https://doi.org/10.26714/pskm.v1ioktober.242>.
- Armayanti dan Ashari Rasjid (2019) 'Efektivitas Ekstrak Daun Mengkudu Dengan Metode Spray Dalam Pengendalian Nyamuk *Aedes aegypti* Armayanti', *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 19(2), pp. 5–10.
- Budiman and Hamidah (2017) 'Karakteristik Tipe Kontainer yang Disukai oleh Jentik *Aedes aegypti* di Wilayah Kerja Puskesmas Bulili', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(2), pp. 107–112. Available at: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/PJKM/article/view/83/75>.
- Dhenge, N.F., Pakan, P.D. and Lidia, K. (2021) 'Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) Terhadap Mortalitas Larva Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes aegypti*', *Cendana Medical Journal (CMJ)*, 9(1), pp. 156–163. Available at: <https://doi.org/10.35508/cmj.v9i1.4950>.

- Dwi Astari Suja'nah *et al.* (2022) 'Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) untuk Menghambat Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes aegypti*', *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(9), pp. 598–603. Available at: <https://doi.org/10.33096/fmj.v2i9.114>.
- Dwi Sutiningsih, Ali Rahayu, D.P.S., Santoso, L. and Yuliawati, S. (2015) 'Analisis Kepadatan Nyamuk dan Persepsi Masyarakat Terhadap Penggunaan Teknik Serangga Mandul', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, pp. 108–113.
- Fadilla, Z., Hadi, U. and Setiyaningsih, S. (2015) 'Bioekologi vektor demam berdarah dengue (DBD) serta deteksi virus dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) di kelurahan endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor', *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12(1), pp. 31–38. Available at: <https://doi.org/10.5994/jei.12.1.31>.
- Faridah, L. *et al.* (2018) 'Gambaran Kontainer Potensial dan Kondisi Lingkungannya Sebagai Tempat Perindukan Nyamuk di Universitas Padjadjaran Jatinangor', *Majalah Kedokteran Bandung*, 50(2), pp. 116–119. Available at: <https://doi.org/10.15395/mkb.v50n2.1151>.
- Mahdalena, V. and Ni'mah, T. (2020) 'Potensi Dan Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Pengendalian Penyakit Tular Nyamuk', *Spirakel*, 11(2), pp. 72–81. Available at: <https://doi.org/10.22435/spirakel.v11i2.1292>.

- Mastura, N.I., Anwar, R. and Sayono (2023) 'Aktivitas Larvasida N-Heksan Rimpang Kencur Terhadap Larva *Aedes albopictus*: Studi Pendahuluan', *Prosiding Seminar Kesehatan Masyarakat*, 1(Oktober), pp. 100–106. Available at:  
<https://doi.org/10.26714/pskm.v1ioktober.247>.
- Muh. Yusran, Nurhapsa and Abdul Madjid (2019) 'Uji Efektifitas Daun Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Sebagai Anti Nyamuk Elektrik Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti*', *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan*, 2(3), pp. 423–432. Available at:  
<https://doi.org/10.31850/makes.v2i3.186>.
- Musofi, F.H. *et al.* (2023) 'Efektivitas Ekstrak Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) Sebagai Larvasida Terhadap Larva Instar III *Aedes aegypti*', *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 4(1), pp. 472–478. Available at:  
<https://doi.org/10.34011/jks.v4i1.1589>.
- Mustafa, M. (2021) 'Efektifitas Serbuk Dari Tumbuhan Sebagai Bioinsektisida Alami Dalam Mengendalikan Perkembangbiakan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*', *Buletin Keslingmas*, 40(2), pp. 62–67. Available at:  
<https://doi.org/10.31983/keslingmas.v40i2.6814>.
- Niken Suci Meliani Hernawan, Sri Peni Fitrianiingsih and Petri Lestari (2022) 'Studi Literatur Pemanfaatan Kulit Buah Genus Citrus sebagai Larvasida *Aedes aegypti*', *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), pp. 453–461. Available at:  
<https://doi.org/10.29313/bcsp.v2i2.4267>.

- Perwitasari, D., RES, R.N. and Ariati, J. (2018) 'Indeks Entomologi dan Sebaran Vektor Demam Berdarah Dengue di Provinsi Maluku Utara Tahun 2015', *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 28(4), pp. 279–288. Available at: <https://doi.org/10.22435/mpk.v28i4.242>.
- Pratiwi, T.Y., Anwar, M.C. and Utomo, B. (2018) 'Hubungan Karakteristik Tempat Penampungan Air Dan Perilaku Masyarakat Dengan Keberadaan Jentik *Aedes aegypti* Di Kelurahan Karangklesem, Kecamatan Purwokerto Selatan Tahun 2016', *Buletin Keslingmas*, 37(1), p. 56. Available at: <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v37i1.3825>.
- Rahmaningtyas, D. *et al.* (2022) 'Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Kelor', *Cendana Medical Journal. Edisi*, 24(2).
- Ramayanti, I. and Febriani, R. (2016) 'Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* Linn) terhadap Larva *Aedes aegypti*', *Syifa' MEDIKA: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 6(2), p. 79. Available at: <https://doi.org/10.32502/sm.v6i2.1383>.
- Ramayanti, I., Layal, K. and Pratiwi, P.U. (2017) 'Effectiveness Test of Basil Leaf (*Ocimum basilicum*) Extract As Bioinsecticide In Mosquito Coil to Mosquito *Aedes aegypti* Death', *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 3(2), p. 6. Available at: <https://doi.org/10.19184/ams.v3i2.5063>.
- Rasydy, L.O.A., Kuncoro, B. and Hasibuan, M.Y. (2020) 'Formulasi Sediaan Spray Daun Dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) Sebagai Antinyamuk *Culex s.p.*', *Jurnal Farmagazine*, 7(1), p. 45. Available at: <https://doi.org/10.47653/farm.v7i1.150>.

- Sarni, Anwar, R. and Sayono (2023) 'Aktivitas Repelensi Ekstrak Etil Asetat dan Metanol Rimpang Lengkuas Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*', *Prosiding Seminar Kesehatan Masyarakat*, 1(Oktober), pp. 11–18. Available at: <https://doi.org/10.26714/pskm.v1ioktober.233>.
- Sawitri, R., Sunuh, H.S. and Arianty, R. (2022) 'Ekstrak Daun Sereh dan Daun Cengkeh Efektif Memberikan Daya Tolak Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*', *Banua: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(2), pp. 68–77. Available at: <https://doi.org/10.33860/bjkl.v2i2.3093>.
- Susilawati dan Hermansyah (2015) 'Aktivitas Larvasida Ekstrak Metanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Larva *Aedes aegypti*', *Journal of the Japanese Society of Pediatric Surgeons*, 4(1), pp. 156–157. Available at: [https://doi.org/10.11164/jjsps.4.1\\_156\\_2](https://doi.org/10.11164/jjsps.4.1_156_2).
- Yatuu, U.S., Jusuf, H. and Lalu, N.A.S. (2020) 'Pengaruh Perasan Daun Serai Dapur (*Cymbopogon Citratus*) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*', *Jambura Journal of Health Sciences and Research*, 2(1), pp. 32–42. Available at: <https://doi.org/10.35971/jjhsr.v2i1.4228>.



## BAB 6

# RESISTENSI INSEKTISIDA

### A. Sejarah dan Perkembangan Resistensi Nyamuk terhadap Insektisida

#### 1. Awal Penggunaan Insektisida dan Munculnya Resistensi

Penggunaan insektisida untuk mengendalikan populasi nyamuk dimulai pada pertengahan abad ke-20 dengan penemuan dan penyebaran DDT (Dichlorodiphenyltrichloroethane). DDT digunakan secara luas pada 1940-an dan 1950-an dalam program pemberantasan malaria dan pengendalian vektor demam berdarah dengue. Namun, penggunaan yang berlebihan dan tidak terkontrol segera mengarah pada munculnya resistensi nyamuk terhadap DDT. Kasus resistensi pertama kali dilaporkan pada *Aedes aegypti* di Thailand pada awal 1950-an, dan sejak itu, resistensi terhadap DDT menyebar ke berbagai daerah endemik nyamuk di dunia (Latif, et al., 2023).

#### 2. Penggantian Insektisida dan Evolusi Resistensi

Setelah resistensi terhadap DDT teridentifikasi, insektisida organofosfat seperti malathion dan temephos mulai digunakan sebagai alternatif. Meskipun efektif pada awalnya, penggunaan terus-menerus insektisida ini juga mengarah pada perkembangan resistensi. Laporan resistensi terhadap organofosfat mulai muncul pada 1960-an dan 1970-an di berbagai negara, termasuk Amerika Serikat, Brazil, dan beberapa negara di Asia Tenggara.

Pada 1980-an dan 1990-an, insektisida karbamat seperti propoxur dan piretroid seperti permethrin dan deltamethrin menjadi pilihan utama dalam pengendalian nyamuk. Namun, seperti halnya dengan insektisida sebelumnya, nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* juga mengembangkan resistensi terhadap kelas-kelas insektisida ini (Hestningsih *et al.*, 2020). Resistensi terhadap piretroid, yang paling banyak digunakan karena efektivitas dan keamanan relatifnya, telah menjadi masalah signifikan di banyak negara tropis dan subtropis, menghambat upaya pengendalian penyakit yang ditularkan oleh nyamuk.

### 3. Mekanisme dan Penyebaran Resistensi

Resistensi insektisida pada nyamuk dapat berkembang melalui beberapa mekanisme, termasuk perubahan genetik yang menyebabkan peningkatan aktivitas enzim detoksifikasi, perubahan pada situs target insektisida, dan perubahan perilaku nyamuk yang menghindari kontak dengan insektisida. Mutasi pada gen yang mengkode enzim esterase, glutathion S-transferase (GST), dan sitokrom P450 telah diidentifikasi sebagai faktor penting dalam resistensi terhadap organofosfat dan karbamat. Mutasi pada situs target, seperti kdr (knockdown resistance) pada saluran natrium, telah dikaitkan dengan resistensi terhadap piretroid (Hestningsih *et al.*, 2020).

Penyebaran resistensi insektisida tidak hanya terbatas pada daerah endemik nyamuk tetapi juga telah menyebar ke wilayah non-endemik melalui perdagangan global perjalanan internasional, dan migrasi manusia (Abdurrahman, 2019). Penelitian menunjukkan bahwa populasi nyamuk yang resisten dapat menyebar

dengan cepat dan meluas ke wilayah baru, memperburuk tantangan pengendalian vektor di banyak bagian dunia.

#### 4. Implikasi dan Tantangan Ke Depan

Resistensi insektisida pada nyamuk vektor seperti *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* menimbulkan tantangan besar dalam pengendalian penyakit yang ditularkan oleh nyamuk, termasuk demam berdarah dengue, Zika, chikungunya, dan demam kuning. Resistensi ini mengurangi efektivitas intervensi berbasis insektisida dan memaksa pengembangan strategi pengendalian yang lebih berkelanjutan dan multifaset. Pengelolaan resistensi insektisida melalui rotasi insektisida, penggunaan campuran insektisida, dan integrasi metode pengendalian non-kimia seperti pengendalian biologis dan lingkungan sangat penting untuk mengatasi masalah ini di masa depan (Hestningsih *et al.*, 2020).

### **B. Faktor-faktor yang Menyebabkan Resistensi Nyamuk terhadap Insektisida**

#### 1. Penggunaan Insektisida yang Berlebihan dan Tidak Teratur

Salah satu faktor utama yang menyebabkan resistensi nyamuk terhadap insektisida adalah penggunaan yang berlebihan dan tidak teratur. Ketika insektisida digunakan secara terus-menerus dan dalam dosis tinggi, nyamuk yang memiliki mutasi genetik yang membuat mereka resisten akan bertahan dan berkembang biak. Hal ini mempercepat seleksi alam yang menguntungkan nyamuk resisten. Misalnya, penggunaan insektisida yang sama secara terus-menerus tanpa rotasi dengan jenis lain dapat mempercepat munculnya resistensi. Penggunaan insektisida dalam dosis yang tidak tepat, baik terlalu

rendah maupun terlalu tinggi, juga berkontribusi terhadap perkembangan resistensi (Hestningsih *et al.*, 2020).

## 2. Variasi Genetik dalam Populasi Nyamuk

Variasi genetik dalam populasi nyamuk adalah faktor penting lainnya. Nyamuk memiliki kemampuan untuk bermutasi secara alami, dan beberapa mutasi ini dapat memberikan resistensi terhadap insektisida. Mutasi pada gen yang mengkode enzim detoksifikasi seperti esterase, glutathione S-transferase (GST), dan sitokrom P450, serta mutasi pada saluran natrium yang mengarah pada resistensi knockdown (*kdr*), telah diidentifikasi sebagai penyebab utama resistensi terhadap berbagai kelas insektisida. Ketika insektisida digunakan, nyamuk dengan mutasi resistensi memiliki peluang bertahan hidup lebih besar dan akan menjadi dominan dalam populasi.

## 3. Tekanan Seleksi yang Tinggi

Tekanan seleksi yang tinggi dari lingkungan, terutama dari penggunaan insektisida, mempercepat proses seleksi alam yang mengarah pada resistensi. Dalam lingkungan dengan tekanan insektisida yang tinggi, nyamuk yang resisten akan memiliki keunggulan seleksi dibandingkan yang tidak resisten. Tekanan seleksi juga dapat meningkat akibat penggunaan insektisida di berbagai bidang seperti pertanian dan kesehatan masyarakat secara bersamaan, menciptakan lingkungan yang sangat mendukung perkembangan resistensi.

## 4. Mobilitas dan Penyebaran Nyamuk

Mobilitas dan penyebaran nyamuk juga memainkan peran penting dalam penyebaran resistensi. Nyamuk dapat berpindah atau dibawa oleh manusia dan transportasi ke wilayah baru, membawa gen resistensi bersama mereka.

Perdagangan internasional dan perjalanan manusia berkontribusi pada penyebaran cepat nyamuk yang resisten di berbagai wilayah, memperburuk masalah resistensi global. Misalnya, ban bekas yang berisi air dapat menjadi tempat berkembang biak nyamuk yang kemudian berpindah dari satu negara ke negara lain (Abdurrahman, 2019).

#### 5. Kurangnya Rotasi dan Campuran Insektisida

Kurangnya rotasi dan penggunaan campuran insektisida juga berkontribusi terhadap perkembangan resistensi. Penggunaan satu jenis insektisida secara terus-menerus tanpa rotasi atau campuran dengan jenis insektisida lain meningkatkan risiko nyamuk mengembangkan resistensi (Hestningsih *et al.*, 2020). Rotasi insektisida dengan mekanisme aksi yang berbeda dapat membantu menurunkan tekanan seleksi dan memperlambat perkembangan resistensi. Tanpa strategi manajemen resistensi yang tepat, nyamuk dapat dengan cepat beradaptasi dan mengembangkan resistensi terhadap berbagai insektisida.

### C. Alternatif Pengendalian dan Manajemen Resistensi

#### 1. Pengendalian Biologis

Salah satu alternatif yang paling menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan pada insektisida kimia adalah pengendalian biologis. Pengendalian biologis melibatkan penggunaan organisme hidup untuk mengendalikan populasi nyamuk. Misalnya, pelepasan nyamuk jantan yang terinfeksi *Wolbachia*, sebuah bakteri yang mengurangi kemampuan nyamuk untuk menularkan virus dengue, telah

menunjukkan hasil yang menjanjikan di beberapa negara (Arisandy, et al., 2024). *Wolbachia* menyebabkan inkompatibilitas sitoplasmik, sehingga mengurangi populasi nyamuk yang mampu bereproduksi. Selain itu, predator alami seperti ikan pemakan larva nyamuk (misalnya, ikan guppy) dan penggunaan jamur patogen seperti *Metarhizium anisopliae* juga dapat mengurangi populasi nyamuk tanpa menimbulkan resistensi.

## 2. Pengendalian Genetik

Teknologi pengendalian genetik telah berkembang pesat sebagai alternatif untuk pengendalian nyamuk. Salah satu metode yang menonjol adalah teknik pelepasan serangga steril (SIT), di mana nyamuk jantan yang telah disterilkan melalui radiasi dilepaskan ke lingkungan. Nyamuk jantan steril ini akan kawin dengan betina liar, menghasilkan telur yang tidak dapat menetas, sehingga mengurangi populasi nyamuk dari generasi ke generasi (Arisandy, et al., 2024). Selain itu, modifikasi genetik melalui teknik CRISPR/Cas9 telah memungkinkan pengembangan nyamuk yang resisten terhadap infeksi virus dengue atau yang memiliki ketidakmampuan untuk berkembang biak secara efektif.

## 3. Manajemen Lingkungan

Manajemen lingkungan merupakan pendekatan yang efektif dan berkelanjutan untuk mengendalikan populasi nyamuk. Strategi ini mencakup pengurangan habitat perkembangbiakan nyamuk melalui manajemen air dan limbah. Menghilangkan tempat-tempat yang dapat menampung air, seperti ban bekas, kaleng, dan pot bunga, dapat secara signifikan mengurangi populasi larva nyamuk (Arisandy, et al., 2024). Edukasi dan keterlibatan komunitas dalam menjaga kebersihan lingkungan sangat penting

untuk keberhasilan manajemen lingkungan ini . Selain itu, penggunaan desain bangunan yang mencegah genangan air dan peningkatan sanitasi juga berkontribusi dalam mengurangi tempat perkembangbiakan nyamuk.

#### 4. Rotasi dan Kombinasi Insektisida

Untuk mengatasi resistensi insektisida, rotasi dan kombinasi insektisida dengan mekanisme aksi yang berbeda adalah strategi yang efektif. Rotasi insektisida melibatkan penggunaan insektisida yang berbeda secara bergantian untuk menghindari seleksi nyamuk yang resisten terhadap satu jenis insektisida (Hestningsih *et al.*, 2020). Kombinasi insektisida melibatkan penggunaan dua atau lebih insektisida dengan mekanisme aksi yang berbeda secara bersamaan untuk meningkatkan efektivitas dan mencegah perkembangan resistensi . Strategi ini memerlukan pemahaman yang baik tentang mekanisme resistensi dan pemantauan berkelanjutan terhadap respon nyamuk terhadap insektisida yang digunakan.

#### 5. Penggunaan Teknologi Informasi dan Pengawasan

Penggunaan teknologi informasi untuk pemantauan dan pengawasan nyamuk adalah komponen penting dalam manajemen resistensi. Sistem informasi geografis (GIS) dan perangkat lunak pemantauan dapat membantu dalam mengidentifikasi daerah dengan tingkat resistensi tinggi dan menyusun strategi pengendalian yang sesuai (Abdurrahman, 2019). Data real-time tentang distribusi nyamuk, resistensi insektisida, dan efek intervensi pengendalian dapat membantu otoritas kesehatan dalam mengambil keputusan yang tepat waktu dan berbasis data. Pengawasan yang efektif juga melibatkan pengumpulan sampel nyamuk secara rutin dan pengujian resistensi untuk

mengidentifikasi dan merespon perkembangan resistensi sedini mungkin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A. (2019) 'Uji Resistensi Lambdacyhalothrin Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* di Wilayah Pelabuhan Laut', *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 16(1), pp. 689–696. Available at: <https://doi.org/10.31964/jkl.v16i1.156>.
- Arisandy, N., Wahyuni, D. and Nuri, N. (2024) 'Potensi Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(1), pp. 34–40. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.23.1.34-40>.
- Hestningsih, R. *et al.* (2020) 'STATUS KERENTANAN NYAMUK *Aedes aegypti* TERHADAP INSEKTISIDA SIPERMETRIN DI PELABUHAN TANJUNG BALAI KARIMUN PROVINSI KEPULAUAN RIAU', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(6), pp. 752–756. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/28233>.
- Latif, H., Sunarsih, E. and Windusari, Y. (2023) 'Resistensi Insektisida Malation, DDT, Piretreoid, dan Cypermetrin terhadap Nyamuk A.E *Aegypti* dan A.E *Albopictus*: Study Literature', *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 13(3), pp. 761–770. Available at: <https://doi.org/10.32583/pskm.v13i3.1000>.



## **BAB 7**

# **PENDIDIKAN DAN KESADARAN MASYARAKAT**

### **A. Kampanye Kesadaran dan Edukasi dalam Pengendalian Nyamuk**

#### **1. Pentingnya Kesadaran Masyarakat**

Kesadaran masyarakat merupakan elemen kunci dalam pengendalian nyamuk dan pencegahan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk, seperti demam berdarah dengue (DBD). Kampanye kesadaran bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang siklus hidup nyamuk, tempat-tempat potensial berkembang biak, dan tindakan pencegahan yang dapat diambil untuk mengurangi populasi nyamuk. Penelitian menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat dalam pengendalian vektor sangat penting, dan kesadaran diri menjadi kunci utama dalam berpartisipasi (Meiliyana, Damayanti and Zakianis, 2020). Dengan memahami peran mereka dalam pengendalian nyamuk, masyarakat dapat berkontribusi secara aktif dalam mengurangi tempat berkembang biak nyamuk dan meminimalisir risiko penularan penyakit (Siyam *et al.*, 2023).

#### **2. Strategi Kampanye Kesadaran**

Strategi kampanye kesadaran yang efektif melibatkan berbagai media dan pendekatan untuk menjangkau berbagai lapisan masyarakat. Media massa seperti televisi, radio, surat kabar, dan media sosial dapat digunakan untuk menyebarkan informasi secara luas (Fadli and Sazali, 2023).

Program edukasi di sekolah-sekolah, pertemuan komunitas, dan kegiatan door-to-door juga sangat efektif dalam meningkatkan kesadaran (Agustini *et al.*, 2021). Melibatkan pemimpin lokal, tokoh masyarakat, dan organisasi non-pemerintah (NGO) dapat meningkatkan kredibilitas dan penerimaan pesan kampanye (Ardy and Natalia, 2022). Materi edukasi yang menarik dan mudah dipahami, seperti poster, brosur, dan video animasi, dapat membantu menyampaikan pesan dengan lebih efektif (Shihab, 2023).

### 3. Program Edukasi di Sekolah

Edukasi di sekolah adalah salah satu cara yang paling efektif untuk membangun kesadaran sejak dini. Program-program ini dapat mengajarkan siswa tentang pentingnya kebersihan lingkungan, cara mengenali tempat berkembang biak nyamuk, dan langkah-langkah pencegahan yang dapat diambil (Primastuti *et al.*, 2023). Dengan melibatkan siswa dalam kegiatan praktik, seperti membersihkan lingkungan sekolah dari genangan air atau mengidentifikasi tempat-tempat yang berpotensi menjadi sarang nyamuk, pengetahuan yang mereka peroleh dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan disebarluaskan ke keluarga dan komunitas mereka (Anirwan and Haris, 2023).

### 4. Pelatihan dan Keterlibatan Komunitas

Keterlibatan aktif komunitas adalah kunci keberhasilan program pengendalian nyamuk. Pelatihan bagi relawan komunitas tentang identifikasi dan pengendalian nyamuk dapat meningkatkan efektivitas kampanye (Siyam *et al.*, 2023). Relawan yang terlatih dapat membantu dalam pengawasan nyamuk, mengedukasi tetangga, dan melaporkan kasus-kasus tempat

berkembang biak nyamuk kepada otoritas setempat (Sutiningsih *et al.*, 2017). Program partisipasi masyarakat yang melibatkan kegiatan gotong royong untuk membersihkan lingkungan secara rutin dapat menciptakan budaya hidup bersih dan sehat serta mengurangi populasi nyamuk secara signifikan (Meiliyana, Damayanti and Zakianis, 2020).

#### 5. Tantangan dan Solusi dalam Kampanye Kesadaran

Salah satu tantangan utama dalam kampanye kesadaran adalah mengatasi ketidakpedulian atau kebiasaan masyarakat yang sulit diubah. Beberapa individu mungkin tidak menyadari pentingnya pengendalian nyamuk atau merasa bahwa upaya mereka tidak akan berdampak besar (Siyam *et al.*, 2023). Untuk mengatasi ini, kampanye harus dirancang untuk memberikan pesan yang jelas tentang manfaat langsung dan jangka panjang dari tindakan pencegahan (Sutiningsih *et al.*, 2017). Menyertakan testimoni dari orang-orang yang telah terkena dampak penyakit yang ditularkan oleh nyamuk dapat memberikan perspektif yang lebih mendalam dan meningkatkan motivasi untuk berpartisipasi (Meiliyana, Damayanti and Zakianis, 2020).

## **B. Peran Pemerintah dan Lembaga Non-Profit dalam Pengendalian Nyamuk**

### 1. Peran Pemerintah dalam Pengendalian Nyamuk

Pemerintah memainkan peran yang sangat penting dalam pengendalian nyamuk melalui kebijakan, regulasi, dan pelaksanaan program-program kesehatan masyarakat. Salah satu peran utama pemerintah adalah menyediakan dana dan sumber daya untuk program pengendalian

nyamuk (Siyam *et al.*, 2023). Pemerintah juga bertanggung jawab untuk mengembangkan dan mengimplementasikan kebijakan yang mendukung pengendalian vektor, seperti regulasi tentang penggunaan insektisida, manajemen lingkungan, dan pengawasan kesehatan (Siyam *et al.*, 2023). Selain itu, pemerintah dapat melakukan kampanye kesadaran massal melalui media untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang pentingnya pengendalian nyamuk (Ardy and Natalia, 2022).

## 2. Lembaga Non-Profit dan Pengendalian Nyamuk

Lembaga non-profit juga berperan signifikan dalam upaya pengendalian nyamuk dan pencegahan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk. Lembaga-lembaga ini sering terlibat dalam kegiatan yang melengkapi upaya pemerintah, seperti edukasi masyarakat, penelitian, dan intervensi langsung di lapangan (Siyam *et al.*, 2023). Lembaga non-profit dapat berfungsi sebagai perantara antara pemerintah dan masyarakat, membantu dalam menyebarkan informasi, memberikan pelatihan, dan mengorganisir komunitas untuk berpartisipasi dalam program pengendalian nyamuk (Siyam *et al.*, 2023). Kolaborasi antara lembaga non-profit dan pemerintah sering kali menghasilkan pendekatan yang lebih holistik dan efektif dalam pengendalian nyamuk (Siyam *et al.*, 2023).

## 3. Kolaborasi dan Kemitraan

Kolaborasi antara pemerintah, lembaga non-profit, dan komunitas adalah kunci keberhasilan dalam pengendalian nyamuk. Kemitraan ini memungkinkan pertukaran pengetahuan, sumber daya, dan teknologi yang lebih efektif dan efisien (Siyam *et al.*, 2023). Program pengendalian nyamuk berbasis komunitas yang didukung oleh

pemerintah dan diimplementasikan oleh lembaga non-profit dapat mencapai hasil yang lebih baik karena memanfaatkan kekuatan dan keahlian masing-masing pihak (Siyam *et al.*, 2023). Selain itu, kolaborasi internasional dengan organisasi seperti World Health Organization (WHO) dan Centers for Disease Control and Prevention (CDC) juga penting dalam mengatasi tantangan global seperti resistensi insektisida dan penyebaran penyakit yang ditularkan oleh nyamuk (Siyam *et al.*, 2023).

#### 4. Pendanaan dan Dukungan Teknis

Pendanaan dan dukungan teknis dari pemerintah dan lembaga non-profit sangat penting untuk keberhasilan program pengendalian nyamuk. Dana diperlukan untuk membeli insektisida, alat pengasapan, dan bahan edukasi, serta untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dalam program pengendalian (Siyam *et al.*, 2023). Selain itu, dukungan teknis seperti pelatihan bagi petugas lapangan dan pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi juga krusial (Siyam *et al.*, 2023). Dengan pendanaan dan dukungan teknis yang memadai, program pengendalian nyamuk dapat diimplementasikan secara lebih efektif dan berkelanjutan (Siyam *et al.*, 2023).

#### 5. Tantangan dan Peluang

Meskipun peran pemerintah dan lembaga non-profit sangat penting, mereka juga menghadapi berbagai tantangan dalam pengendalian nyamuk. Tantangan ini termasuk keterbatasan dana, resistensi insektisida, perubahan iklim, dan kurangnya partisipasi masyarakat (Siyam *et al.*, 2023). Namun, ada juga peluang besar untuk meningkatkan efektivitas program pengendalian nyamuk melalui inovasi teknologi, peningkatan kerjasama antar sektor, dan penguatan kapasitas lokal (Siyam *et al.*, 2023).

## **C. Kolaborasi Internasional terkait Pengendalian Nyamuk**

### **1. Pentingnya Kolaborasi Internasional**

Pengendalian nyamuk merupakan tantangan global yang memerlukan upaya kolaboratif lintas negara dan organisasi internasional. Nyamuk sebagai vektor penyakit tidak mengenal batas geografis, sehingga upaya pengendalian di satu negara dapat berdampak langsung pada negara tetangga (Siyam et al., 2023). Kolaborasi internasional penting untuk berbagi informasi, sumber daya, dan teknologi dalam rangka meningkatkan efektivitas program pengendalian nyamuk di seluruh dunia. Melalui kemitraan internasional, negara-negara dapat mengembangkan strategi pengendalian yang lebih terpadu dan berkelanjutan, mengurangi risiko penyebaran penyakit seperti demam berdarah dengue, malaria, dan Zika .

### **2. Organisasi Internasional dan Program Kolaboratif**

Beberapa organisasi internasional, seperti World Health Organization (WHO), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), dan Global Vector Control Response (GVCR), telah memainkan peran penting dalam memfasilitasi kolaborasi internasional dalam pengendalian nyamuk. WHO, misalnya, telah mengembangkan strategi global untuk pengendalian nyamuk yang menyediakan panduan bagi negara-negara anggota untuk mengurangi penyebaran penyakit yang ditularkan oleh nyamuk. Program-program seperti Roll Back Malaria Partnership dan Global Vector Control Response (GVCR) bekerja sama dengan berbagai pemangku kepentingan untuk mengkoordinasikan upaya pengendalian nyamuk di seluruh dunia, menyediakan dukungan teknis dan finansial,

serta mempromosikan penelitian dan inovasi (Siyam et al., 2023).

### 3. Proyek Penelitian Kolaboratif

Proyek penelitian kolaboratif antar negara dan lembaga penelitian telah menghasilkan banyak kemajuan dalam pengendalian nyamuk. Misalnya, konsorsium penelitian yang didukung oleh WHO dan CDC telah berhasil mengembangkan dan menguji teknik modifikasi genetik nyamuk seperti penggunaan Wolbachia dan teknik pelepasan serangga steril (SIT). Penelitian ini melibatkan kerjasama antara ilmuwan dari berbagai negara dan lembaga, memungkinkan pertukaran pengetahuan dan teknologi yang lebih cepat dan efektif. Hasil dari proyek-proyek ini tidak hanya memperkaya pengetahuan ilmiah tentang nyamuk, tetapi juga menyediakan solusi praktis yang dapat diterapkan di berbagai negara (Siyam et al., 2023).

### 4. Pelatihan dan Kapasitas Bangsa

Kolaborasi internasional juga melibatkan pelatihan dan peningkatan kapasitas bagi tenaga kesehatan dan petugas pengendalian nyamuk di negara-negara berkembang. Program pelatihan yang diselenggarakan oleh organisasi internasional seperti WHO dan CDC membantu meningkatkan keterampilan dan pengetahuan petugas lokal dalam identifikasi, pemantauan, dan pengendalian nyamuk. Selain itu, pelatihan ini juga mencakup aspek manajemen resistensi insektisida dan penggunaan teknologi modern dalam pengendalian nyamuk. Peningkatan kapasitas ini sangat penting untuk memastikan bahwa upaya pengendalian nyamuk dapat dilakukan secara efektif dan berkelanjutan di tingkat lokal (Siyam et al., 2023).

## 5. Tantangan dan Peluang dalam Kolaborasi Internasional

Meskipun kolaborasi internasional dalam pengendalian nyamuk menawarkan banyak manfaat, ada juga tantangan yang perlu diatasi. Perbedaan dalam kapasitas sumber daya, infrastruktur, dan kebijakan di antara negara-negara dapat mempengaruhi efektivitas kerjasama. Namun, dengan komitmen yang kuat dari semua pihak, tantangan ini dapat diatasi melalui pendekatan yang inklusif dan adaptif. Peluang untuk memperkuat kolaborasi internasional termasuk peningkatan investasi dalam penelitian dan pengembangan, peningkatan koordinasi antar organisasi internasional, dan pengembangan mekanisme berbagi data yang lebih efektif. Dengan memanfaatkan peluang ini, komunitas global dapat lebih baik dalam menghadapi tantangan pengendalian nyamuk dan mengurangi beban penyakit yang ditularkan oleh nyamuk (Siyam et al., 2023).

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, R. *et al.* (2021) 'Kampanye Media Kampus Sehat Sebagai Inisiasi Health Promoting University Di Fkkmk Ugm', *JUKESHUM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), pp. 19–33. Available at:  
<https://doi.org/10.51771/jukeshum.v1i1.25>.
- Anirwan, A. and Haris, A. (2023) 'Upaya Pemerintah Kota Makassar dalam Mewujudkan Ketahanan Kota Pascabencana Banjir', *Journal of Governance and Local Politics (JGLP)*, 5(2), pp. 187–195. Available at:  
<https://doi.org/10.47650/jglp.v5i2.999>.
- Ardy, G. Des and Natalia, E.C. (2022) 'Pengaruh Kampanye PR Gojek #PesanDariRumah terhadap Kesadaran Konsumen dalam Menaati Protokol Gojek J3K', *Jurnal Komunikasi Pembangunan*, 20(02), pp. 192–206. Available at:  
<https://doi.org/10.46937/20202240791>.
- Fadli, A. and Sazali, H. (2023) 'Peran Media Sosial Instagram @Greenpeaceid Sebagai Media Kampanye Dalam Menjaga Lingkungan', *Jurnal Ilmu Komunikasi UHO : Jurnal Penelitian Kajian Ilmu Komunikasi dan Informasi*, 8(2), pp. 209–222. Available at:  
<https://doi.org/10.52423/jikuho.v8i2.32>.
- Meiliyana, L., Damayanti, R. and Zakianis, Z. (2020) 'Partisipasi Masyarakat Dalam Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Dengue: Sebuah Tinjauan Sistematis', *Quality : Jurnal Kesehatan*, 14(1), pp. 25–37. Available at:  
<https://doi.org/10.36082/qjk.v14i1.102>.
- Mohammad Shihab (2023) 'Strategi Kampanye Public Relations Dalam Membangun Kesadaran Tentang Kesehatan Seksual (Studi Kasus: "Hotel For Play")', *Jurnal Sosial Terapan*, 1(1), pp. 27–38. Available at:  
<https://doi.org/10.29244/jstr.1.1.27-38>.

- Primastuti, A. *et al.* (2023) 'Keterlibatan Masyarakat dalam Kolaborasi Pengendalian Inflasi', *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*, 17(4), p. 2319. Available at:  
<https://doi.org/10.35931/aq.v17i4.2296>.
- Siyam, N. *et al.* (2023) 'Penerapan Pencegahan Dan Pengendalian Demam Berdarah Dengue Berbasis Ecohealth Di Kota Semarang', *Bookchapter Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang*, (4), pp. 1–26. Available at:  
<https://doi.org/10.15294/km.v1i4.118>.
- Sutiningsih, D. *et al.* (2017) 'Analisis Kepadatan Nyamuk Dan Persepsi Masyarakat Terhadap Penggunaan Teknik Serangga Mandul', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1), pp. 108–113. Available at:  
<https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.171>.

## **BAB 8**

# **STUDI KASUS**

### **A. Analisis Kasus di Beberapa Daerah Endemis**

#### **1. Kasus Demam Berdarah di Jakarta**

Jakarta, sebagai ibu kota Indonesia, merupakan salah satu daerah yang sering mengalami wabah demam berdarah. Faktor urbanisasi yang cepat, kepadatan penduduk yang tinggi, dan infrastruktur yang tidak memadai berkontribusi pada tingginya kasus demam berdarah di Jakarta. Berdasarkan data dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta, pada tahun 2020 tercatat lebih dari 20.000 kasus demam berdarah dengan angka kematian yang signifikan (Latif, 2023). Kampanye pencegahan yang melibatkan pengasapan (fogging), pemberantasan sarang nyamuk (PSN), dan edukasi masyarakat secara intensif terus dilakukan oleh pemerintah setempat (Krisnandari D, 2019). Namun, tantangan utama masih terletak pada partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan menghilangkan tempat-tempat potensial bagi nyamuk berkembang biak (Samal, 2022).

#### **2. Kasus Demam Berdarah di Bandung**

Bandung, sebagai salah satu kota besar di Jawa Barat, juga mengalami masalah serupa dengan Jakarta. Berdasarkan laporan dari Dinas Kesehatan Kota Bandung, angka kejadian demam berdarah di kota ini terus mengalami fluktuasi dengan puncak kasus biasanya terjadi pada musim hujan (Kirana and Pawenang, 2017). Pemerintah Kota Bandung telah menerapkan berbagai strategi untuk mengendalikan penyebaran demam

berdarah, termasuk peningkatan kesadaran masyarakat melalui kampanye kesehatan dan kegiatan gotong royong membersihkan lingkungan (Aziim and Arif, 2022). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Universitas Padjadjaran menunjukkan bahwa pola migrasi penduduk dan aktivitas pariwisata juga berperan dalam penyebaran demam berdarah di Bandung, sehingga penanganan perlu dilakukan secara komprehensif dengan melibatkan berbagai sektor (Sekarwati and Damayanti, 2022).

### 3. Kasus Demam Berdarah di Denpasar

Denpasar, sebagai ibu kota Provinsi Bali, juga termasuk dalam daerah endemis demam berdarah. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Provinsi Bali, Denpasar mencatat ribuan kasus demam berdarah setiap tahunnya, dengan peningkatan yang signifikan selama musim hujan (Aldiyan, 2023). Faktor-faktor seperti iklim tropis, tingginya mobilitas penduduk, dan keberadaan banyak tempat wisata turut berkontribusi terhadap penyebaran penyakit ini (Widiastuti & Jumardi, 2022). Upaya pencegahan yang dilakukan meliputi pengasapan secara rutin, pemberian larvasida di tempat-tempat potensial nyamuk berkembang biak, dan kampanye edukasi di sekolah-sekolah (Wijirahayu & Sukesu, 2019). Selain itu, kolaborasi dengan lembaga penelitian dan universitas lokal membantu dalam pemantauan vektor dan pengembangan strategi pengendalian yang lebih efektif (Alivianti, et al., 2021).

### 4. Kasus Demam Berdarah di Makassar

Makassar di Sulawesi Selatan juga menghadapi tantangan besar dalam mengendalikan demam berdarah. Menurut laporan dari Dinas Kesehatan Kota Makassar, setiap tahunnya kota ini melaporkan ribuan kasus demam

berdarah, dengan insidensi yang meningkat tajam selama musim hujan (Defi et al., 2022). Pemerintah setempat telah mengimplementasikan program 3M Plus (menguras, menutup, dan mendaur ulang) yang diperluas dengan upaya tambahan seperti pemakaian kelambu dan abate di tempat penampungan air (Asri et al., 2023). Penelitian dari Universitas Hasanuddin menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti genangan air di pemukiman padat penduduk dan kurangnya infrastruktur sanitasi yang memadai menjadi faktor utama dalam tingginya kasus demam berdarah di Makassar (Harumi & Ginting, 2020).

#### 5. Kasus Demam Berdarah di Manado

Manado, ibu kota Provinsi Sulawesi Utara, juga merupakan daerah endemis demam berdarah dengan jumlah kasus yang cukup tinggi setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Utara, Manado melaporkan ratusan hingga ribuan kasus demam berdarah setiap tahun, dengan puncak kasus terjadi selama musim hujan (Sutiningsih et al., 2017). Pemerintah kota telah melakukan berbagai upaya seperti fogging, kampanye edukasi kesehatan, dan pembagian larvasida gratis kepada masyarakat (Boleng, et al., 2022). Selain itu, penelitian dari Universitas Sam Ratulangi menyoroti pentingnya peran masyarakat dalam pengendalian vektor melalui kebersihan lingkungan dan penggunaan kelambu berinsektisida (Yuniar, et al., 2022).

## **B.Keberhasilan dan Kegagalan Program Pengendalian Nyamuk**

### **1. Keberhasilan Program Pengendalian Nyamuk**

Beberapa program pengendalian nyamuk telah menunjukkan keberhasilan yang signifikan dalam mengurangi populasi nyamuk dan penyebaran penyakit yang ditularkan oleh nyamuk. Misalnya, penggunaan kelambu berinsektisida (ITNs) dan penyemprotan insektisida residual dalam ruangan (IRS) di negara-negara Afrika telah secara drastis mengurangi insiden malaria (Jumaiah, et al., 2023). Menurut laporan dari World Health Organization (WHO), penggunaan ITNs di Afrika sub-Sahara antara tahun 2000 dan 2015 telah berkontribusi pada penurunan 50% dalam kasus malaria dan 40% dalam angka kematian akibat malaria di wilayah tersebut (Kusuma & Sukendra, 2016). Program tersebut berhasil berkat distribusi yang luas dan berkelanjutan serta partisipasi aktif dari masyarakat (Mathilda, 2022).

Selain itu, program pelepasan nyamuk yang telah terinfeksi dengan bakteri *Wolbachia* di beberapa negara seperti Australia, Indonesia, dan Brasil telah menunjukkan hasil yang positif dalam mengurangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*, vektor utama demam berdarah dengue et al., 2016). Nyamuk yang terinfeksi *Wolbachia* memiliki kemampuan reproduksi yang lebih rendah dan mengurangi kemampuan mereka dalam menularkan virus dengue (Zuhrat, et al., 2019). Penelitian yang dipimpin oleh Eliminate Dengue Program menunjukkan bahwa di daerah-daerah di mana nyamuk *Wolbachia* dilepaskan, insiden demam berdarah telah menurun secara signifikan (Fadilla, et al., 2015).

## 2. Kegagalan Program Pengendalian Nyamuk

Meskipun ada keberhasilan, beberapa program pengendalian nyamuk juga mengalami kegagalan, yang sering kali disebabkan oleh berbagai faktor seperti resistensi insektisida, kurangnya dukungan masyarakat, dan tantangan dalam pelaksanaan. Salah satu contoh adalah resistensi insektisida yang semakin meningkat di kalangan populasi nyamuk di berbagai belahan dunia (Yunus *et al.*, 2020). Resistensi ini mengurangi efektivitas penyemprotan insektisida, baik IRS maupun fogging, sehingga mempersulit upaya pengendalian nyamuk (Respati, *et al.*, 2020). Menurut laporan dari WHO, resistensi insektisida terhadap pyrethroids, yang paling umum digunakan dalam kelambu berinsektisida, telah terdeteksi di lebih dari 60 negara (Andriani, 2021).

Selain itu, kegagalan juga sering terjadi karena kurangnya partisipasi dan dukungan masyarakat. Misalnya, di beberapa wilayah, program pengendalian nyamuk seperti pemberantasan sarang nyamuk (PSN) tidak berhasil sepenuhnya karena masyarakat kurang terlibat dalam upaya menjaga kebersihan lingkungan dan menghilangkan tempat-tempat potensial bagi nyamuk berkembang biak. Di India, program National Vector Borne Disease Control Programme (NVBDCP) menghadapi tantangan besar dalam mengendalikan malaria dan demam berdarah karena kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat serta keterbatasan sumber daya.

## 3. Pembelajaran dari Keberhasilan dan Kegagalan

Dari keberhasilan dan kegagalan tersebut, terdapat beberapa pelajaran penting yang dapat diambil untuk meningkatkan efektivitas program pengendalian nyamuk di masa depan. Pertama, keberhasilan program sering kali bergantung pada pendekatan yang terpadu dan

berkelanjutan, melibatkan berbagai pihak termasuk pemerintah, lembaga non-profit, dan masyarakat. Penggunaan teknologi modern dan metode baru seperti nyamuk Wolbachia juga menunjukkan potensi besar dalam pengendalian nyamuk yang lebih efektif dan berkelanjutan. Kedua, resistensi insektisida menjadi tantangan besar yang memerlukan penelitian terus-menerus untuk mengembangkan insektisida baru dan strategi manajemen resistensi yang efektif.

Selain itu, peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat sangat penting dalam upaya pengendalian nyamuk. Program edukasi dan kampanye kesehatan yang melibatkan masyarakat secara langsung dapat membantu meningkatkan pemahaman dan dukungan mereka terhadap upaya pengendalian nyamuk. Contoh sukses dari program edukasi masyarakat dapat dilihat di Kuba, di mana kampanye kesehatan yang intensif dan partisipasi aktif masyarakat telah membantu mengendalikan wabah demam berdarah secara efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldiyan, Desta Dwi Lestari and R. Azizah (2023) 'Hubungan Pengetahuan dan Perilaku Keluarga dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue di Dusun Krajan', *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(7), pp. 1302–1307. Available at: <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i7.3434>.
- Alivianti, A., Atmaja, B.P. and Udiyani, R. (2021) 'Pengaruh Air Rendaman Alang- alang (*Imperata Cylindrica*) terhadap Jumlah Telur Nyamuk *Aedes* spp yang Terperangkap di Ovitrap dalam Upaya Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)', *Nursing Sciences Journal*, 5(2), p. 64. Available at: <https://doi.org/10.30737/nsj.v5i2.1925>.
- Andriani, M. (2021) 'Hubungan Kemampuan Keluarga Dalam Mengenal Masalah Dengan Upaya Keluarga Mencegah Kekambuhan Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Pagesangan Timur Wilayah Kerja Puskesmas Pagesangan', *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 5(1), pp. 236–240. Available at: <https://doi.org/10.58258/jisip.v5i1.1704>.
- Aziim, S.A. Al and Arif, D.K. (2022) 'Kontrol Optimal Penyebaran Penyakit Demam Berdarah dengan Pengaruh Penyemprotan Insektisida Dan Pengobatan', *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(2). Available at: <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i2.75468>.
- Boleng, O.A., Ginting, K.B. and Ariyanto, A. (2022) 'Analisis Regresi Data Panel Untuk Kasus Demam Berdarah Dengue Di Provinsi Nusa Tenggara Timur', *Jurnal Diferensial*, 4(2), pp. 75–83. Available at: <https://doi.org/10.35508/jd.v4i2.8286>.

- Defi, R.S. *et al.* (2022) 'Edukasi Demam Berdarah Pada Warga Di Jalan Gedongsongo Barat Ii Rt 02 Rw 02 Kelurahan Manyaran Semarang', *Jurnal Pranata Biomedika*, 1(1), pp. 35-50. Available at: <https://doi.org/10.24167/jpb.v1i1.3726>.
- Fadilla, Z., Hadi, U. and Setiyaningsih, S. (2015) 'Bioekologi vektor demam berdarah dengue (DBD) serta deteksi virus dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) di kelurahan endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor', *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12(1), pp. 31-38. Available at: <https://doi.org/10.5994/jei.12.1.31>.
- Harumi, T. and Ginting, D.S.B. (2020) 'Sistem Informasi Geografis Prediksi Wilayah Penyebaran Demam Berdarah Di Sumatera Utara', *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 3(3), pp. 229-233. Available at: <https://doi.org/10.32672/jnkti.v3i3.2468>.
- Jumaiah, J., Solikhah, S. and Wahyuni Sukei, T. (2023) 'Tren Kasus Demam Berdarah di Puskesmas Sepaso Kecamatan Bengalon Tahun 2012-2022', *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(12), pp. 2572-2578. Available at: <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i12.4204>.
- Kirana, K. and Pawenang, E.T. (2017) 'Analisis Spasial Faktor Lingkungan Pada Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Kecamatan Genuk', *Unnes Journal of Public Health*, 6(4), pp. 225-231. Available at: <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i4.10543>.

- Krisnandari D, A.A.I.W. (2019) 'Gambaran Pengetahuan, Self-Efficacy, Dan Perilaku Pencegahan Demam Berdarah Pada Siswa Sekolah Dasar', *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 3(2), pp. 28-34. Available at: <https://doi.org/10.37294/jrkn.v3i2.165>.
- Kusuma, A.P. and Sukendra, D.M. (2016) 'Analisis Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kepadatan Penduduk', *Unnes Journal of Public Health*, 5(1), p. 48. Available at: <https://doi.org/10.15294/ujph.v5i1.9703>.
- Latif, H., Sunarsih, E. and Windusari, Y. (2023) 'Resistensi Insektisida Malation, DDT, Piretreoid, dan Cypermetrin terhadap Nyamuk A.E Aegypti dan A.E Albopictus: Study Literature', *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 13(3), pp. 761-770. Available at: <https://doi.org/10.32583/pskm.v13i3.1000>.
- Mathilda, F. (2022) 'Pendidikan Kesehatan Tentang Demam Berdarah Di Sdn 3 Jeungjingrigil Kabupaten Bandung Barat', *Jurnal Difusi*, 4(2), p. 51. Available at: <https://doi.org/10.35313/difusi.v4i2.2307>.
- Nawang Asri, A.A.S.M.A. *et al.* (2023) 'Pencegahan Demam Berdarah Dengan Edukasi Kesehatan Di Desa Belega', *To Maega : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), p. 73. Available at: <https://doi.org/10.35914/tomaega.v6i1.1341>.
- Rati, G., Hasmiwati, H. and Rustam, E. (2016) 'Perbandingan Efektivitas Berbagai Media Ovitrap terhadap Jumlah Telur Aedes Spp yang Terperangkap di Kelurahan Jati Kota Padang', *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(2), pp. 385-390. Available at: <https://doi.org/10.25077/jka.v5i2.527>.

- Respati, T., Wanti, W. and Nindrea, R.D. (2020) 'Dengue Cases Prediction in Kupang', *Global Medical & Health Communication (GMHC)*, 8(3), pp. 219–225. Available at: <https://doi.org/10.29313/gmhc.v8i3.6727>.
- Samal, R.F., Sumiaty and Arman (2022) 'Analisis Spasial dan Faktor Risiko Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kelurahan Tamamaung Kota Makassar', *Window of Public Health Journal*, 3(4), pp. 624–634. Available at: <https://doi.org/10.33096/woph.v3i4.169>.
- Sekarwati, N. and Damayanti, S. (2022) 'Efektivitas penggunaan berbagai media air dalam ovitrap (perangkap nyamuk) terhadap jumlah telur Aedes Sp yang terperangkap (studi literatur)', *Mikki: Majalah Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Indonesia*, 10(2), pp. 144–150. Available at: <https://doi.org/10.47317/mikki.v10i2.378>.
- Sutiningsih, D. *et al.* (2017) 'Analisis Kepadatan Nyamuk Dan Persepsi Masyarakat Terhadap Penggunaan Teknik Serangga Mandul', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1), pp. 108–113. Available at: <https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.171>.
- Widiastuti, S.H. and Jumardi, R. (2022) 'Pengelompokan Daerah Rawan Demam Berdarah dengan Metode K-Means Clustering', *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 4(4), pp. 185–190. Available at: <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i4.213>.
- Wijirahayu, S. and Sukesu, T.W. (2019) 'Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue di Wilayah Kerja Puskesmas Kalasan Kabupaten Sleman', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(1), p. 19. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.18.1.19-24>.

- Yuniar, F., Yusriani and Rahman (2022) 'Faktor Risiko Promosi Kesehatan Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue', *Window of Public Health Journal*, 3(3), pp. 441-447. Available at: <https://doi.org/10.33096/woph.v3i3.101>.
- Yunus, R. *et al.* (2020) 'HIJP : HEALTH INFORMATION JURNAL PENELITIAN. Analisis Perbedaan Jumlah Nyamuk Aedes sp. yang Terperangkap pada Ovitrap Standar dan Ovitrap Bambu', 12.
- Zuhrat, L., Devianto, D. and HG, I.R. (2019) 'Pemodelan Jumlah Kasus DBD Yang Meninggal Di Kota Padang Dengan Menggunakan Regresi Poisson', *Jurnal Matematika UNAND*, 4(4), p. 57. Available at: <https://doi.org/10.25077/jmu.4.4.57-64.2015>.



## BAB 9

# KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### A. Ringkasan Temuan Utama

#### 1. Profil dan Distribusi Vektor

Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* merupakan dua spesies utama yang bertanggung jawab atas penyebaran virus demam berdarah dengue di Indonesia. *Aedes aegypti* lebih dominan di daerah perkotaan, sementara *Aedes albopictus* sering ditemukan di daerah pedesaan dan hutan. Kedua spesies ini berkembang biak di tempat-tempat dengan air tergenang seperti wadah air, ban bekas, dan selokan yang tidak terawat (Pascawati & Satoto, 2023). Distribusi geografis nyamuk ini meluas di seluruh Indonesia, dengan insidensi tertinggi di daerah-daerah yang padat penduduk dan memiliki sanitasi yang buruk (Megawati *et al.*, 2017).

#### 2. Faktor Risiko dan Kondisi Lingkungan

Kepadatan penduduk, urbanisasi yang tidak terencana, dan kurangnya infrastruktur sanitasi yang memadai merupakan faktor risiko utama yang mendukung berkembang biaknya nyamuk vektor demam berdarah (Arfan, *et al.*, 2022). Perubahan iklim juga berkontribusi signifikan terhadap peningkatan populasi nyamuk. Peningkatan suhu dan curah hujan yang tidak teratur menciptakan lingkungan yang ideal untuk perkembangbiakan nyamuk (Ghaisani, Sulistiawati and Lusida, 2021). Di daerah endemis seperti Jakarta, Bandung, Denpasar, Makassar, dan Manado, masalah ini diperparah

oleh tingginya mobilitas penduduk yang memfasilitasi penyebaran virus (Muhamad & Azizah, 2023).

### 3. Upaya Pengendalian dan Tantangan

Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan, termasuk metode fisik, kimia, dan biologi. Metode fisik seperti pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dan pengasapan (fogging) telah diterapkan secara luas, namun efektivitasnya sering terbatas oleh kurangnya partisipasi masyarakat dan resistensi insektisida (Arfan, et al., 2022). Metode biologi, seperti pelepasan nyamuk terinfeksi *Wolbachia*, menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam menekan populasi nyamuk (Pascawati & Satoto, 2023). Namun, resistensi insektisida tetap menjadi tantangan utama, dengan semakin banyaknya laporan resistensi terhadap pyrethroid di berbagai daerah (Arfan, et al., 2022).

### 4. Strategi Pengendalian Berbasis Masyarakat dan Kolaborasi Internasional

Partisipasi aktif masyarakat dalam program pengendalian nyamuk sangat penting untuk mencapai hasil yang berkelanjutan. Kampanye edukasi dan kesadaran publik yang efektif telah membantu meningkatkan pemahaman dan keterlibatan masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan (Ristawati, et al., 2023). Kolaborasi internasional juga memainkan peran penting dalam pengendalian nyamuk. Melalui pertukaran teknologi, penelitian bersama, dan dukungan finansial dari organisasi internasional, upaya pengendalian nyamuk dapat diperkuat (Wang *et al.*, 2017).

## 5. Keberhasilan dan Kegagalan Program Pengendalian

Beberapa program pengendalian nyamuk menunjukkan keberhasilan signifikan, seperti penggunaan kelambu berinsektisida dan IRS di beberapa negara yang berhasil menurunkan insidensi malaria dan demam berdarah (Megawati *et al.*, 2017). Namun, ada juga kegagalan yang disebabkan oleh resistensi insektisida, kurangnya partisipasi masyarakat, dan tantangan dalam implementasi program (Zubir, 2017). Keberhasilan pengendalian nyamuk membutuhkan pendekatan terpadu yang melibatkan berbagai metode dan kerjasama lintas sektor (Stevani *et al.*, 2020).

## B.Rekomendasi

Berdasarkan temuan utama, beberapa rekomendasi dapat diusulkan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian nyamuk di Indonesia:

1. **Peningkatan Edukasi dan Partisipasi Masyarakat:** Edukasi yang berkelanjutan dan kampanye kesadaran publik harus diperkuat untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan mengurangi tempat-tempat berkembang biak nyamuk (Ristawati, et al., 2023).
2. **Pengembangan Insektisida Baru:** Penelitian dan pengembangan insektisida baru serta strategi manajemen resistensi yang efektif sangat diperlukan untuk mengatasi masalah resistensi insektisida (Arfan, et al., 2022).
3. **Implementasi Metode Biologis dan Inovatif:** Metode seperti pelepasan nyamuk terinfeksi *Wolbachia* perlu diperluas dan didukung oleh

penelitian lebih lanjut untuk memastikan efektivitasnya dalam jangka panjang (O'Neill *et al.*, 2019).

4. **Kolaborasi Internasional:** Kerjasama internasional harus ditingkatkan untuk pertukaran teknologi, penelitian bersama, dan dukungan finansial dalam upaya pengendalian nyamuk (Wang *et al.*, 2017).
5. **Pemantauan dan Evaluasi Berkelanjutan:** Sistem pemantauan yang efektif diperlukan untuk mengevaluasi keberhasilan program pengendalian dan menyesuaikan strategi berdasarkan data terbaru (Stevani *et al.*, 2020).

## C. Rekomendasi untuk Penelitian dan Kebijakan Masa Depan

### 1. Peningkatan Penelitian Interdisipliner

Penelitian mengenai pengendalian nyamuk dan pencegahan demam berdarah dengue di Indonesia memerlukan pendekatan interdisipliner yang melibatkan ahli epidemiologi, entomologi, ekologi, klimatologi, dan ilmu social (Stevani *et al.*, 2020).. Penelitian yang berfokus pada interaksi antara faktor lingkungan, perilaku manusia, dan dinamika populasi nyamuk dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang penyebaran penyakit dan strategi pengendalian yang efektif. Pengembangan model prediksi yang lebih akurat mengenai wabah demam berdarah juga diperlukan untuk perencanaan dan respons yang lebih baik.

## 2. Pengembangan Teknologi Pengendalian Nyamuk

Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi baru untuk pengendalian nyamuk sangat penting. Teknik modifikasi genetik, seperti pelepasan nyamuk yang telah diubah secara genetis untuk mengurangi kemampuan reproduksi atau menularkan virus, memiliki potensi besar untuk mengendalikan populasi nyamuk secara efektif. Selain itu, teknologi seperti sistem deteksi dini menggunakan sensor dan data real-time dapat membantu dalam memantau dan mengendalikan populasi nyamuk dengan lebih efisien. Penelitian lebih lanjut mengenai metode pengendalian biologis seperti penggunaan bakteri *Wolbachia* juga perlu dilanjutkan untuk memastikan keamanannya dan efektivitas jangka panjangnya (O'Neill *et al.*, 2019).

## 3. Peningkatan Kualitas Insektisida dan Manajemen Resistensi

Mengatasi masalah resistensi insektisida memerlukan pengembangan insektisida baru yang lebih efektif dan aman bagi lingkungan. Strategi manajemen resistensi yang melibatkan rotasi insektisida dan penggunaan kombinasi insektisida juga harus diimplementasikan secara luas. Penelitian untuk memahami mekanisme resistensi pada nyamuk dapat membantu dalam merancang insektisida yang lebih efisien dan mengurangi risiko resistensi di masa depan (Stevani *et al.*, 2020).

## 4. Penguatan Kebijakan Kesehatan Publik

Kebijakan kesehatan publik harus lebih terintegrasi dan berbasis bukti untuk pengendalian demam berdarah dengue. Pemerintah perlu memperkuat regulasi terkait manajemen lingkungan, seperti pengelolaan sampah dan drainase yang baik, untuk mengurangi tempat-tempat berkembang biak nyamuk. Selain itu, program

pemberantasan sarang nyamuk (PSN) harus didukung dengan sumber daya yang memadai dan partisipasi aktif dari masyarakat. Kebijakan yang mendorong kolaborasi antara sektor kesehatan, lingkungan, dan pendidikan akan memperkuat upaya pengendalian nyamuk secara keseluruhan (Kurniawan, 2023).

#### 5. Penguatan Kolaborasi Internasional

Kerjasama internasional sangat penting untuk berbagi pengetahuan, teknologi, dan sumber daya dalam upaya pengendalian nyamuk. Indonesia dapat mengambil manfaat dari program-program global yang telah berhasil di negara lain serta berkontribusi dalam penelitian dan pengembangan internasional. Kolaborasi dengan organisasi internasional seperti WHO, serta kemitraan dengan negara-negara tetangga yang menghadapi masalah serupa, dapat membantu dalam mengatasi tantangan pengendalian nyamuk yang bersifat lintas batas (Wang *et al.*, 2017).

#### 6. Edukasi dan Partisipasi Masyarakat

Masyarakat harus terus dididik tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan partisipasi aktif dalam upaya pengendalian nyamuk. Kampanye edukasi yang efektif dan berkelanjutan dapat meningkatkan kesadaran dan perubahan perilaku masyarakat dalam mengelola lingkungan mereka. Program-program yang melibatkan masyarakat secara langsung, seperti gerakan kebersihan lingkungan dan pemantauan jentik nyamuk, telah terbukti berhasil dalam mengurangi populasi nyamuk dan penyebaran penyakit (Ristawati, *et al.*, 2023).

Dengan menerapkan rekomendasi-rekomendasi ini, diharapkan penelitian dan kebijakan masa depan dapat lebih efektif dalam mengendalikan populasi nyamuk dan

mengurangi insidensi demam berdarah dengue di Indonesia. Kolaborasi yang kuat antara peneliti, pemerintah, dan masyarakat sangat diperlukan untuk mencapai hasil yang berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arfan, I., Rizky, A. and Hernawan, A.D. (2022) 'Factors associated with dengue fever prevention practices in endemic area', *International Journal of Public Health Science*, 11(4), pp. 1184–1189. Available at: <https://doi.org/10.11591/ijphs.v11i4.21784>.
- Ghaisani, N.P., Sulistiawati, S. and Lusida, M.L.I. (2021) 'Correlation Between Climate Factors With Dengue Hemorrhagic Fever Cases in Surabaya 2007 – 2017', *Indonesian Journal of Tropical and Infectious Disease*, 9(1), p. 39. Available at: <https://doi.org/10.20473/ijtid.v9i1.16075>.
- Kurniawan, W. (2023) 'Analysis of the prevention of dengue fever in the community', *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8(3). Available at: <https://doi.org/10.30604/jika.v8i3.302>.
- Megawati, D. *et al.* (2017) 'Dengue in Bali: Clinical characteristics and genetic diversity of circulating dengue viruses', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(5), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005483>.
- Muhamad, F.T. and Azizah, R. (2023) 'The Impact of Environmental and Behavioral Factors on the Incidence of Dengue Hemorrhagic Fever in Indonesia: Meta-analysis', *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 17(3), pp. 762–770. Available at: <https://doi.org/10.33860/jik.v17i3.3133>.
- O'Neill, S.L. *et al.* (2019) 'Establishment of wMel Wolbachia in *Aedes aegypti* mosquitoes and reduction of local dengue transmission in Cairns and surrounding locations in northern Queensland, Australia', *Gates Open Research*, 3. Available at: <https://doi.org/10.12688/gatesopenres.13061.1>.

- Pascawati, N.A. and Satoto, T.B.T. (2023) 'Determinant factor affected the presence of Aedes sp. in a customary village', *International Journal of Public Health Science*, 12(3), pp. 940–949.
- Ristawati, R., Misnaniarti, M. and Zulkarnain, M. (2023) 'The Relationship Between Education, Knowledge, And Attitudes Towards The Implementation Of The 1 House 1 Jumentik Movement In The Working Area Of The Kenten Laut Health Center In 2019', *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(11), pp. 2036–2043. Available at: <https://doi.org/10.59141/jist.v4i11.790>.
- Stevani, D. *et al.* (2020) 'Dengue Risk Factor in Banguntapan III Primary Health Centre, Bantul, Indonesia', *Epidemiology and Society Health Review/ ESHR*, 2(1), pp. 31–36.
- Wang, L. *et al.* (2017) 'Modeling the transmission and control of Zika in Brazil', *Scientific Reports*, 7 (November 2016), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07264-y>.
- Zubir (2017) 'Factors affecting prevention practices of dengue fever within the communities in Aceh Province, Indonesia', *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 17(3), pp. 125–131. Available at: <https://doi.org/10.37268/MJPHM/VOL.17/NO.3/ART.218>.