

ARTIKEL

PROFIL BIONOMIK VEKTOR POTENSIAL DENGUE DI KECAMATAN SUMBERSARI, KABUPATEN JEMBER

[*Bionomics Profile of Potential Dengue Vectors in Summersari, Jember District*]

Syubbanul Wathon, Iffah Ali Maziun, Rike Oktarianti, Kartika Senjarini*

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Summersari, Jember, Jawa Timur, 68121

ABSTRAK

Kabupaten Jember menempati urutan ketiga tertinggi kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur, dengan angka tertinggi di Kecamatan Summersari. Beberapa upaya untuk memberantas kasus DBD telah dilakukan, misalnya pemberantasan sarang nyamuk (3M plus), *fogging*, penggunaan larvasida, “Gerakan Jumantik” namun masih ada kasus DBD khususnya di daerah endemik. Upaya penanggulangan DBD memerlukan studi bionomik untuk mencapai strategi yang efektif dalam program pengendalian vektor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bionomik vektor potensial DBD di wilayah endemik DBD Kecamatan Summersari, Jember, yang meliputi: identifikasi morfologi, proporsi jenis dan perilaku istirahat vektor nyamuk, serta karakteristik habitat dan kepadatan larva vektor nyamuk. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan metode *purposive sampling* pada beberapa lokasi di Kecamatan Summersari pada bulan September 2020. Koleksi sampel larva *Aedes* dilakukan dengan *single larva methods* sedangkan nyamuk dikoleksi dengan metode *resting collection* di dalam maupun luar rumah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi *Ae. aegypti* (91%) lebih tinggi dibandingkan dengan *Ae. albopictus* (9%). Perilaku istirahat *Ae. aegypti* menunjukkan karakter endofilik, sedangkan *Ae. albopictus* lebih bersifat eksofilik. Puncak aktivitas istirahat *Aedes* spp. terjadi pada pukul 09.00–10.00 WIB. Karakteristik tempat perindukan *Aedes* spp. ditemukan di kontainer air berupa bak mandi (62%, dibandingkan jenis ember dan pot), berbahan semen (46%, dibandingkan bahan plastik dan keramik), berwarna gelap (77%, dibandingkan dengan berwarna terang) dan terletak di dalam ruangan (85%, dibandingkan dengan di luar ruangan). Kepadatan larva berdasarkan indek *House Indicator* di Kecamatan Summersari menunjukkan angka sebesar 30%. Berdasarkan tabel resiko penularan DBD, maka resiko penularan DBD pada Kecamatan Summersari termasuk dalam kategori tinggi.

Kata Kunci: bionomik, kepadatan, perilaku istirahat, perindukan, vektor

ABSTRACT

Jember has the third highest rate of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) cases in East Java, with the highest rate in Summersari District. Numerous efforts have been made to eradicate DHF cases including source reduction (3M plus), fogging, larvicide application, and the “Gerakan Jumantik” program; however, DF cases persist, particularly in endemic areas. Bionomics study is required to develop an effective vector control strategy. The aim of this study was to determine the bionomics of potential dengue vectors in the dengue-endemic area of Summersari District, Jember, which includes morphological identification, species proportions and resting behavior of mosquito vectors, as well as the characteristics of their habitats and larval density. Purposive sampling was used to conduct this research in several locations throughout the Summersari District in September 2020. *Aedes* larvae were collected using a single larva method, whereas adult mosquitoes were collected using resting collection methods both indoors and outdoors. *Aedes aegypti* accounted for 91% of the population, significantly more than *Aedes albopictus*, which accounted for 9%. The majority of *Ae. aegypti*'s resting behavior was endophilic, whereas *Ae. albopictus* was exophilic. The peak of *Aedes* spp. resting activity occurred between 09.00 and 10:00 WIB. The characteristics of *Aedes* spp. breeding sites were found in water containers such as bathtubs (62%, compared to buckets and pots), made of cement (46%, compared to plastic and ceramic materials), dark-colored (77%, compared to light-colored containers), and located indoors (85%, compared to outdoors). According to the risk table for Dengue transmission, the larval density using HI in Sumbesari District was 30%, indicating that the risk of Dengue transmission in Summersari District is in the high category.

Keywords: bionomics, density, resting behavior, breeding site, vector

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) sampai saat ini masih menjadi masalah kesehatan dunia khususnya di wilayah tropis dan subtropis (Prabaningrum *et al.*, 2020). Penyebab DBD adalah infeksi virus dengue kepada manusia sebagai inangnya (Ferreira-de-Lima *et al.*, 2020). Wabah DBD telah menunjukkan pola endemisitas yang meluas, yakni lebih dari 100 negara di dunia yang ada di benua Asia, Eropa, Afrika dan Amerika (WHO, 2020). Kawasan benua Asia menempati peringkat pertama dalam hal jumlah penderita DBD pada tiap tahunnya. Indonesia merupakan negara dengan jumlah kasus DBD tertinggi di wilayah Asia Tenggara. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan RI (2021), diketahui bahwa kasus DBD di Indonesia yang tergolong tinggi salah satunya di Provinsi Jawa Timur.

Provinsi Jawa Timur pada tahun 2020 memiliki *Incident Rate* (IR) DBD sebesar 21,5 per 100.000 penduduk dan mengalami penurunan dibandingkan tahun 2019. Angka ini masih di atas data nasional yaitu ≤ 49 per 100.000 penduduk. Berdasarkan data di Provinsi Jawa Timur, Kabupaten Jember menduduki peringkat kedua tertinggi untuk kasus DBD (945 kasus) (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2020). Pada tahun 2020, Kecamatan Summersari merupakan daerah dengan kasus DBD tertinggi ketiga (46 kasus) di Kabupaten Jember (Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, 2020). Tingginya kasus DBD di dunia maupun di Indonesia tidak terlepas dari keberadaan vektor penular virus dengue kepada manusia sebagai inangnya (Retnaningrum *et al.*, 2019).

Nyamuk *Aedes aegypti* telah lama diketahui sebagai vektor primer virus dengue kepada manusia. Sementara itu, nyamuk *Aedes albopictus* beberapa tahun terakhir telah diketahui sebagai vektor sekunder virus dengue (Ekwudu *et al.*, 2020, Zakiyyah *et al.*, 2021). *Ae. aegypti* bersifat antropofilik (menyukai darah manusia) sedangkan *Ae. albopictus* bersifat zoofilik (menyukai darah hewan). Sifat tersebut dapat berubah karena proses adaptasi. Misalnya, *Ae. albopictus* yang awalnya adalah spesies hutan, dapat beradaptasi dengan permukiman penduduk karena banyak habitat aslinya yang hilang (Medley *et al.* 2019; Oktarianti *et al.*, 2021). Selain itu, *Ae. albopictus* memiliki toleransi tinggi terhadap suhu rendah (Heriawati *et al.*, 2020). *Ae. albopictus* memiliki daya tahan tubuh di alam (ruang terbuka) lebih kuat daripada *Ae. aegypti*, sehingga potensial vektornya menyebarkan virus semakin tinggi (Lwande *et al.*, 2020). Kemampuan adaptasi tersebut juga berpengaruh pada persebarannya yang luas terutama di wilayah beriklim tropis dan subtropis (Ding *et al.*, 2018). Hal ini memberikan peluang kontak yang besar dengan manusia ketika proses *blood-feeding* dalam menyebarkan virus dengue penyebab DBD (Wathon *et al.*, 2014, Medley *et al.* 2019).

Kasus terjadinya DBD hampir dipastikan muncul setiap tahun terutama pada awal musim penghujan (Butarbutar *et al.*, 2019). Peningkatan curah hujan dan pengaruh suhu udara dapat mempercepat siklus hidup *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Faktor tersebut menyebabkan resiko penularan DBD semakin meningkat di Indonesia. Pengobatan spesifik dan vaksin yang efektif untuk DBD masih belum tersedia, sehingga penanganan DBD saat ini difokuskan pada penghentian siklus hidup *Aedes* spp. Pengetahuan tentang karakteristik dan perilaku hidup *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* menjadi penting untuk usaha penendalian DBD. Upaya efektif yang dapat dilakukan yaitu dengan memutus rantai penularan DBD melalui pengendalian vektor. Pengendalian vektor bertujuan untuk menurunkan indeks densitas populasi nyamuk vektor penyakit sampai batas tertentu sehingga tidak memungkinkan untuk menularkan virus. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui studi karakter bionomik vektor yang meliputi siklus hidup dan perilaku vektor serta dihubungkan dengan kondisi lingkungan.

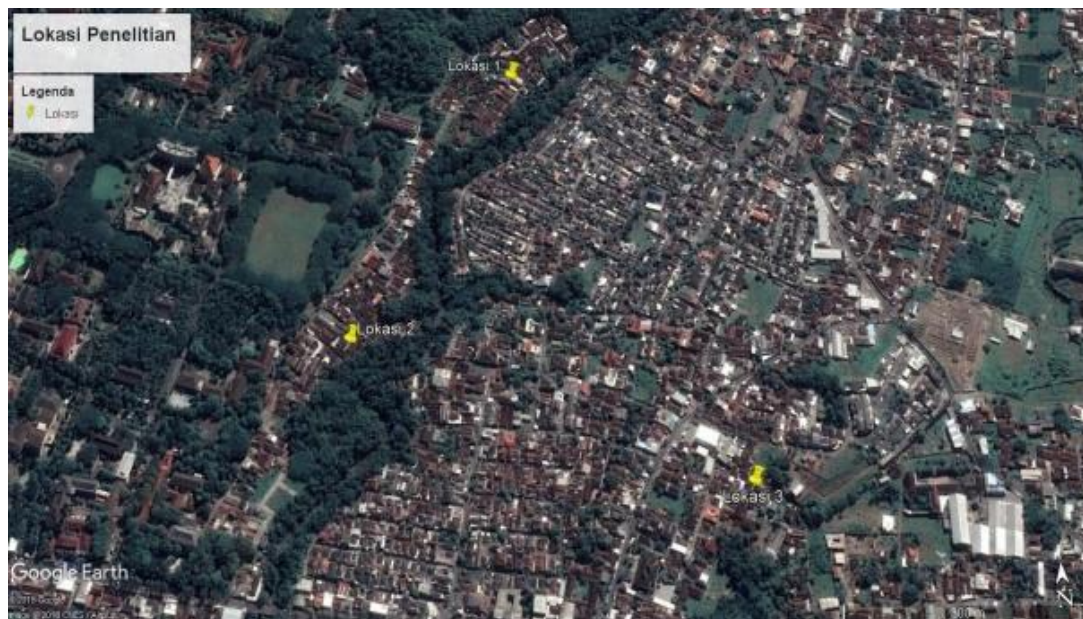
Bionomik vektor potensial DBD secara *in situ* perlu dipelajari untuk mendapatkan informasi sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan strategi pengendalian vektor yang efektif (Yulidar dan Wilya, 2015). Penelitian bionomik nyamuk vektor DBD telah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia, termasuk di Jawa Timur (Yuliawati *et al.*, 2020; Garjito *et al.*, 2021; Syahrani *et al.*, 2022; Nirjanah *et al.*, 2023; Novianto *et al.*, 2023; Gunara *et al.*, 2023; Yahya *et al.*, 2024; Wanti *et al.*, 2024; Zahra *et al.*, 2024; Saputra *et al.*, 2025). Namun demikian, studi bionomik vektor DBD di Kabupaten Jember yang menjadi wilayah endemik DBD sejauh ini belum dilaporkan. Berdasarkan paparan diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakter bionomik vektor potensial DBD di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Pengetahuan karakter bionomik vektor potensial DBD menjadi fundamental karena merupakan langkah penting dalam upaya penanggulangan DBD. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar penentuan langkah strategis serta dimanfaatkan sebagai data pendukung dalam usaha eliminasi kasus DBD di daerah endemik, khususnya di Kabupaten Jember.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan April–Juli 2020. Pengambilan data nyamuk dan larva *Aedes* spp. dilakukan di 30 rumah pada tiga lokasi di Kecamatan Sumbersari yang disurvei setiap dua minggu sekali selama enam minggu. Kegiatan sampling juga dilakukan pada 30 rumah yang berlokasi di Kecamatan Sumberjambe dengan kasus DBD paling rendah di Kabupaten Jember sebagai data pembandingan. Identifikasi spesies *Aedes* spp. dilakukan di Sub Laboratorium Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Penentuan lokasi sampling *Aedes* spp.

Lokasi penelitian dipilih berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Jember. Berdasarkan data tersebut, Kecamatan yang diketahui paling banyak ditemukan kasus DBD yaitu Sumbersari (118 kasus), sedangkan kecamatan yang paling sedikit ditemukan kasus DBD yaitu Sumberjambe (1 kasus) (Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, 2019). Sebanyak tiga wilayah yang memiliki kasus DBD tertinggi dipilih, yaitu wilayah Jalan Kalimantan (Lokasi 1), Jalan Jawa (Lokasi 2), dan Jalan Riau (Lokasi 3) (Gambar 1). Metode *purposive sampling* dilakukan untuk penarikan sampel pada masing-masing lokasi penelitian. Kegiatan yang dilakukan berupa orientasi wilayah pendugaan lokasi habitat positif larva *Aedes* spp. berupa rumah penduduk pada lokasi penelitian. Perbedaan ketinggian dan koordinat lokasi penelitian Kecamatan Sumbersari dan Sumberjambe dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kecamatan Sumbersari (*Research location in Sumbersari district*). (Google Earth, 2020).

Tabel 1. Koordinat dan ketinggian lokasi penelitian menggunakan GPS (*Coordinates and elevation of research location using GPS*).

Lokasi penelitian (<i>Research location</i>)	Titik koordinat (<i>Coordinate</i>)	Ketinggian (<i>Altitude</i>)
<i>Kecamatan Sumbersari (Sumbersari Subdistrict):</i>		
• Jl. Kalimantan (Lokasi 1) (<i>Location 1</i>)	8°9'50.57"LS, 113°43'15.69"BT	96 mdpl
• Jl. Jawa (Lokasi 2) (<i>Location 2</i>)	8°10'2.35"LS, 113°43'7.80"BT	98 mdpl
• Jl. Riau (Lokasi 3) (<i>Location 3</i>)	8°10'9.77"LS, 113°43'24.21"BT	111 mdpl
<i>Kecamatan Sumberjambe (Sumberjambe Subdistrict):</i>		
Desa Gunung Malang, Dusun Krajan RW 24 RT 1	8°5'42.17"LS, 113°54'8.48"BT	453 mdpl

Penangkapan nyamuk *Aedes* spp.

Penangkapan nyamuk *Aedes* spp. dilakukan untuk mengetahui morfologi, proporsi jenis serta *resting behavior* nyamuk dewasa vektor potensial DBD di lokasi penelitian. Penangkapan nyamuk dilakukan pada masa aktif nyamuk *Aedes* spp. mengisap darah, yakni pukul 08.00–12.00 WIB setiap jam selama empat jam. Kegiatan penangkapan nyamuk dewasa dilakukan oleh dua orang kolektor di setiap rumah yang disurvei. Satu orang melakukan penangkapan nyamuk *resting* di dalam rumah dan satu orang lagi di halaman luar rumah. Penangkapan nyamuk dilakukan selama lima menit pada setiap jam, baik di dalam maupun luar rumah (Departemen Kesehatan RI, 1989).

Koleksi larva *Aedes* spp.

Koleksi larva *Aedes* spp. pada setiap kontainer positif larva menggunakan *single larva methods* (Arifudin *et al.*, 2016). Larva yang diperoleh dari lokasi penelitian tersebut dicatat karakteristik tempat perindukannya berupa jenis, bahan, warna dan letak. Hasil pengamatan kontainer karakteristik habitat larva diformulasikan dalam bentuk persentase (%), mengikuti persamaan berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ jenis kontainer} &= \frac{\text{kontainer jenis tertentu}}{\text{keseluruhan jenis kontainer}} \times 100\% \\ \% \text{ bahan kontainer} &= \frac{\text{kontainer bahan tertentu}}{\text{keseluruhan bahan kontainer}} \times 100\% \\ \% \text{ warna kontainer} &= \frac{\text{kontainer warna tertentu}}{\text{keseluruhan warna kontainer}} \times 100\% \\ \% \text{ letak kontainer} &= \frac{\text{letak kontainer}}{\text{keseluruhan letak kontainer}} \times 100\%\end{aligned}$$

Kepadatan populasi pradewasa nyamuk pada fase larva dapat dihitung berdasarkan indikator *House Index* (HI). Data HI digunakan untuk mengetahui distribusi nyamuk di suatu wilayah (Focks, 2003). Perhitungan kepadatan larva berdasarkan indikator HI sebagai berikut :

$$HI = \frac{\text{jumlah rumah positif larva}}{\text{Jumlah rumah yang disurvei}} \times 100\%$$

Kepadatan populasi larva menggunakan indikator HI digunakan untuk mengukur resiko persebaran penyakit DBD di suatu wilayah (Khairunnisa *et al.*, 2017). Resiko distribusi penyakit DBD dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Resiko distribusi penyakit DBD berdasarkan indikator HI (*Risk of DHF distribution based on HI indicator*).

Indeks (Index)	Kategori (Categories)	Resiko distribusi DBD (DHF distribution risk)
House Index	<1	Rendah (Low)
	1–10	Sedang (Intermediate)
	>10	Tinggi (High)

Rearing Larva *Aedes* spp.

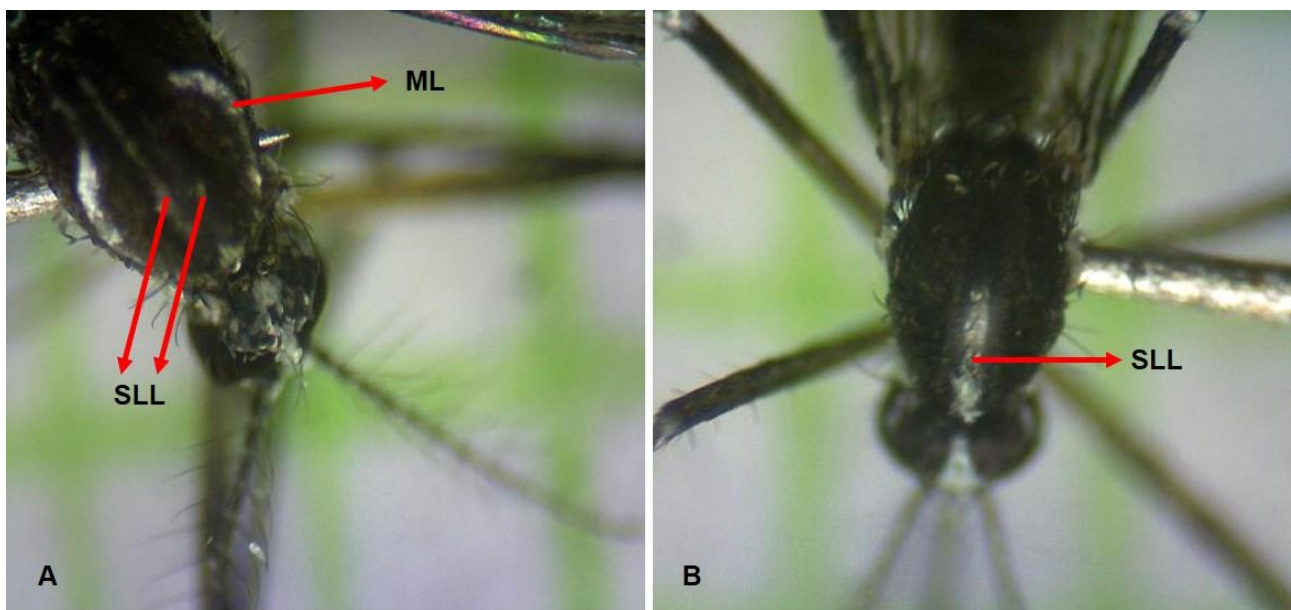
Kegiatan *rearing* dilakukan di ruang insektarium bersuhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$ (suhu ruang), gedung *Animal Care Unit*, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Larva yang telah dikoleksi dari lokasi penelitian, dipelihara di wadah plastik (*tray*) yang berisi air, kemudian diberi makan dengan pelet ikan sampai menjadi pupa. Selanjutnya pupa dipindahkan ke dalam gelas plastik yang diletakkan di dalam kandang koloni hingga menjadi nyamuk. Nyamuk dewasa diberi sumber makanan larutan sukrosa 10% untuk kebutuhan nutrisi.

Identifikasi spesies nyamuk *Aedes* spp.

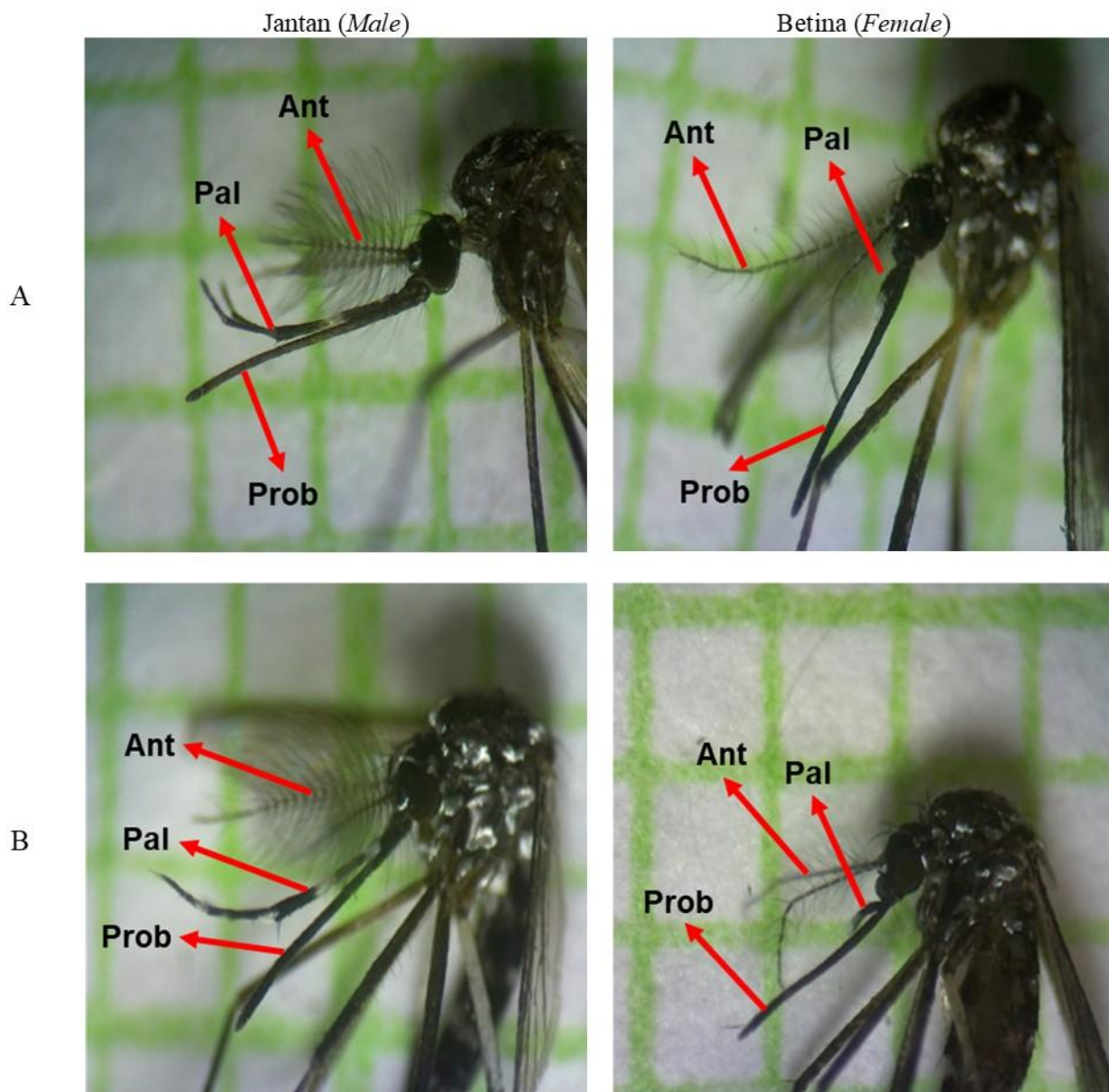
Nyamuk dewasa hasil *resting collection* maupun *rearing* dimasukkan ke dalam *paper cup* yang telah diberi penutup kain kasa dan karet. *Paper cup* dimasukkan ke dalam lemari pendingin (4°C) selama 20–30 detik. Cara ini dilakukan untuk imobilisasi sampel nyamuk sehingga memudahkan proses identifikasi spesies nyamuk. Sampel nyamuk diidentifikasi karakter morfologinya di bawah mikroskop stereo Olympus tipe 104 menggunakan buku kunci identifikasi menurut B2P2VRP (2015).

HASIL

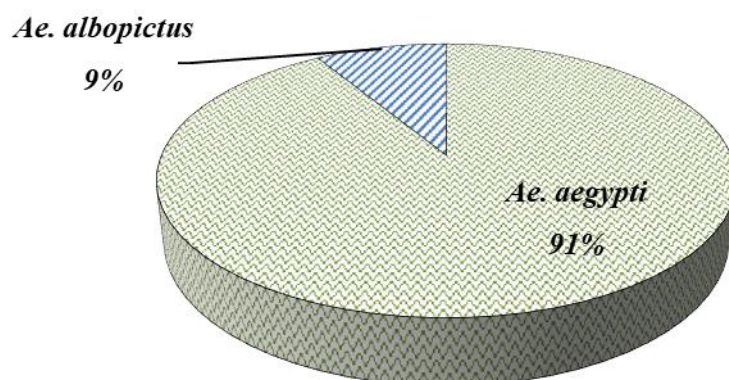
Pada penelitian ini, hasil identifikasi berdasarkan karakter morfologi dan jenis kelamin sampel nyamuk didapat. Perbedaan morfologi dan jenis kelamin antara nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* dewasa dapat dilihat pada Gambar 2. Perbedaan morfologi antara nyamuk jantan dan betina dapat dilihat pada Gambar 3. Proporsi keseluruhan nyamuk dewasa *Aedes* spp. (91%) yang ditangkap di Kecamatan Sumbersari lebih tinggi daripada *Ae. albopictus* (9%) (Gambar 4).



Gambar 2. Perbedaan tubuh bagian *thoraks* pada *Aedes* spp. dewasa. (A) SLL (*Submedian Longitudinal Line*), ML (*Lyre Marking*) pada *Ae. aegypti*, (B) SLL (*Submedian Longitudinal Line*) pada *Ae. albopictus* (Olympus stereo mikroskopis perbesaran 40x, Kamera: Optilab). (*Differences in the thorax of adult Aedes spp. (A) SLL (Submedian Longitudinal Line), ML (Lyre Marking) in Ae. aegypti, (B) SLL (Submedian Longitudinal Line) in Ae. albopictus (Olympus stereomicroscope, 40x magnification, Camera: Optilab).*



Gambar 3. Perbedaan jantan dan betina. (A) *Ae. aegypti* dan (B) *Ae. albopictus*, Ant (Antenna), Pal (Maxillary palp), Prob (Proboscis) (Olympus stereo mikroskopis perbesaran 25x, Kamera: Optilab); background kertas milimeter). (Differences between male and female, (A) *Ae. aegypti* and (B) *Ae. albopictus*, Ant (Antenna), Pal (Maxillary palp), Prob (Proboscis) (Olympus stereomicroscopic magnification 25x, Camera: Optilab); background millimeter paper).



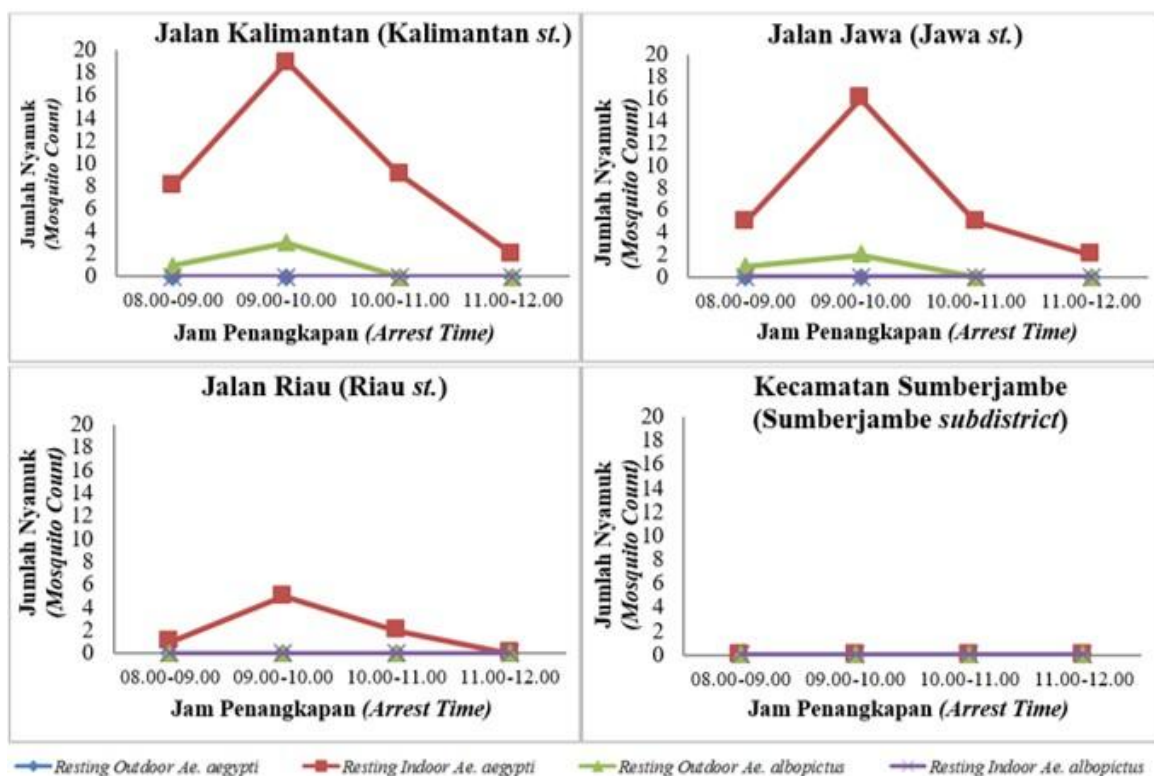
Gambar 4. Proporsi vektor potensial DBD di Kecamatan Summersari (Proportion of potential vectors of DHF in Summersari District).

Persentase karakteristik tempat perindukan positif larva *Aedes* spp. tertinggi pada lokasi penelitian yaitu bak mandi (62%), berbahan semen (46%), warna gelap (77%), letak/ posisi di dalam rumah (85%) (Tabel 3).

Tabel 3. Karakteristik tempat perindukan positif larva *Aedes* spp. di Kecamatan Summersari (*Characteristics of positive breeding sites for Aedes spp. larvae in Summersari District*).

Karakteristik tempat perindukan (<i>Breeding site characteristics</i>)	Persentase (<i>Percentage</i>)
Jenis kontainer (<i>Container types</i>)	
• Bak mandi (<i>Bathtub</i>)	62%
• Ember (<i>Bucket</i>)	23%
• Pot (<i>Pot</i>)	15%
Bahan (<i>Materials</i>)	
• Semen (<i>Cement</i>)	46%
• Plastik (<i>Plastic</i>)	38%
• Keramik (<i>Ceramic</i>)	15%
Warna (<i>Color</i>)	
• Gelap (<i>Dark</i>)	77%
• Terang (<i>Light</i>)	23%
Letak (<i>Placement</i>)	
• di dalam rumah (<i>Indoor</i>)	85%
• di luar rumah (<i>Outdoor</i>)	15%

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa *Ae. aegypti* lebih menyukai istirahat di dalam rumah (*endofilik*) sedangkan *Ae. albopictus* memperlihatkan perilaku istirahat di luar rumah (*eksofilik*) serta puncak aktivitas istirahat terjadi pada pukul 09.00-10.00 WIB. Gambar 5 menunjukkan perilaku istirahat *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* selama interval waktu pengamatan.



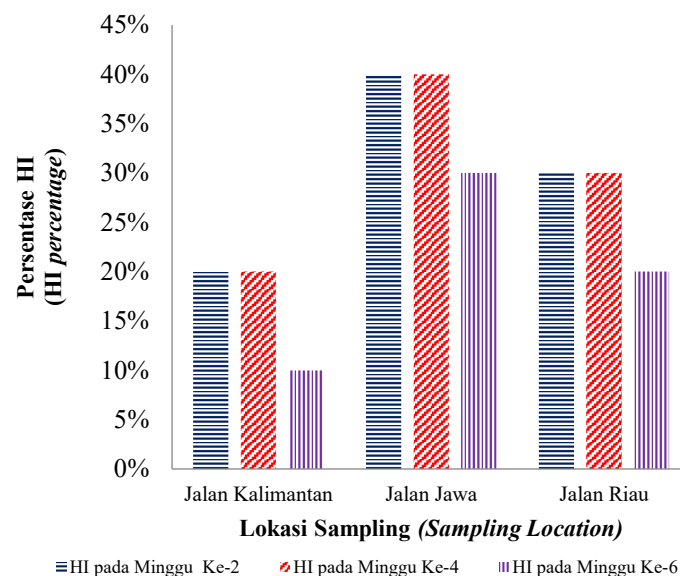
Gambar 5. Grafik perilaku istirahat vektor potensial DBD (*Graph of the resting behavior of the DHF potential vector*).

Perbandingan nilai HI pada Kecamatan Summersari sebesar 30% sedangkan Kecamatan Sumberjambe yaitu 0%. Tabel 4 menunjukkan secara rinci perbandingan kepadatan larva berdasarkan indikator HI pada Kecamatan Summersari dan Kecamatan Sumberjambe.

Tabel 4. Perbandingan kepadatan larva menggunakan indikator HI di Kecamatan Summersari dan Sumberjambe (*Comparison of larval density using the HI indicator in Summersari and Sumberjambe District*).

Lokasi penelitian (<i>Research location</i>)	Jumlah rumah yang disurvei (<i>Number of houses surveyed</i>)	Jentik (<i>Larva</i>)		HI	Resiko distribusi DBD (<i>DHF distribution risk</i>)
		+	-		
Kecamatan Summersari (<i>Summersari subdistrict</i>)	30	9	21	30	Tinggi (<i>High</i>)
Kecamatan Sumberjambe (<i>Sumberjambe subdistrict</i>)	30	0	30	0	Rendah (<i>Low</i>)

Pengamatan HI pada tiga lokasi di Kecamatan Summersari yang disurvei setiap dua minggu sekali selama enam minggu mengalami penurunan pada minggu keenam. Gambar 6 menunjukkan kepadatan larva di Kecamatan Summersari.



Gambar 6. Kepadatan larva di Kecamatan Summersari (*Larva density in Summersari District*).

PEMBAHASAN

Identifikasi morfologi nyamuk dewasa vektor DBD

Karakteristik morfologi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* dapat dibedakan berdasarkan pola *lyre* (garis putih) yang terdapat pada *thorax* seperti yang terlihat pada Gambar 1. Bagian *thorax* *Ae. aegypti* memiliki sepasang *lyre* berbentuk melengkung pada bagian tepi (*lyre marking*) dan sepasang garis lurus pada bagian tengah (*submedian longitudinal line*), sedangkan *Ae. albopictus* hanya memiliki satu *lyre* berbentuk lurus pada bagian tengah (*submedian longitudinal line*) (Senjarini *et al.*, 2020; Azkiyah *et al.*, 2021; Wathon *et al.*, 2023).

Perbedaan nyamuk jantan dan betina, baik pada *Ae. aegypti* maupun *Ae. albopictus*, dapat diamati dari beberapa bagian pada bagian kepala seperti antena, *proboscis* dan *maxillary pulp* seperti yang terlihat pada Gambar 3. Antena nyamuk jantan lebih panjang dan tebal (*plumose*), sedangkan antena nyamuk betina lebih pendek dan tipis (*pilose*) (Wathon *et al.*, 2023). *Proboscis* nyamuk jantan lebih panjang dibandingkan *proboscis* nyamuk betina (Wathon *et al.*, 2020). *Maxillary pulp* nyamuk

jantan memiliki panjang yang sama dengan *proboscis*, sedangkan nyamuk betina memiliki *maxillary pulp* yang lebih pendek dibandingkan *proboscis* (Aisyah *et al.*, 2022).

Proporsi jenis dan perilaku istirahat nyamuk vektor DBD

Proporsi vektor DBD di Kecamatan Summersari yaitu *Ae. aegypti* 91% dan *Ae. albopictus* 9% seperti yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan proporsi jenis nyamuknya, *Ae. aegypti* lebih tinggi dibandingkan *Ae. albopictus* yang diduga karena lingkungan tempat *sampling* adalah perkotaan yang padat penduduk serta banyaknya tempat perindukan nyamuk di dalam rumah yang memudahkan perkembangbiakan *Ae. aegypti*. Hasil ini juga serupa dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa populasi *Ae. aegypti* menunjukkan dominasi kelimpahan dibandingkan *Ae. albopictus* (Rodrigues *et al.*, 2015; Madzlan *et al.*, 2016; Garjito *et al.*, 2021; Egid *et al.*, 2022; Wiyata *et al.*, 2023). Tingginya jumlah nyamuk *Ae. aegypti* juga dapat disebabkan oleh kebiasaan perilaku masyarakat seperti membuang sampah sejenis botol atau kaleng yang dibiarkan terbuka dan berpotensi dapat menampung air hujan, menggantung pakaian di dalam kamar, tidak menutup penampungan air dan tidak menguras bak mandi secara rutin setiap minggu. Kebiasaan membiarkan penampung air terbuka, jarang menguras bak mandi, dan menggantung pakaian berpotensi menarik kedatangan nyamuk untuk berkembang biak (Agustina *et al.*, 2019; Octaviani dan Kusuma, 2022; Onasis *et al.*, 2022; Sari *et al.*, 2022). Selain itu, program Juru Pemantau Jentik (Jumantik) yang belum efektif juga dapat meningkatkan kepadatan dan populasi nyamuk sehingga berpotensi meningkatkan kasus DBD (Oktiodirman dan Rusli, 2022).

Hasil penangkapan nyamuk istirahat pada tiga lokasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5. Lokasi Kecamatan Sumberjambe tidak ditemukan adanya *Aedes* spp. disebabkan oleh tidak adanya larva pada lokasi tersebut (Tabel 4). Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor topografi yang cukup tinggi sehingga tidak sesuai untuk habitat nyamuk (Seixas *et al.*, 2019). Pada setiap lokasi di Kecamatan Summersari selalu dapat ditemukan *Aedes* spp. Hal ini dipengaruhi oleh perilaku masyarakat serta sanitasi lingkungan di Kecamatan Summersari. Sanitasi merupakan suatu perilaku yang dilakukan sebagai usaha untuk menjaga dan mewujudkan lingkungan yang sehat sehingga angka harapan hidup meningkat lebih tinggi. Perilaku yang dimaksud yaitu membiasakan hidup bersih agar terhindar dari penyakit (Prasetyo *et al.*, 2020). Sanitasi yang buruk dapat berpengaruh dan berperan menimbulkan kejadian DBD. Beberapa faktor sanitasi lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap penyakit DBD diantaranya yaitu tempat penampungan air, sistem pembuangan dan pengelolaan sampah, pencahayaan dan keberadaan jentik (Mawaddah *et al.*, 2022).

Tempat penampungan air yang jarang dibersihkan dan tidak memiliki penutup dapat menjadi *breeding place* bagi nyamuk (Effendy *et al.*, 2020). Sistem pembuangan dan pengelolaan sampah yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko kejadian DBD. Sampah yang dibuang di tempat terbuka dan dapat tergenang oleh air berpotensi besar dijadikan sarang oleh nyamuk. Selain itu, pengelolaan sampah yang tidak tepat khususnya sampah padat seperti botol dan kaleng yang tidak dipisah dan tidak dipilah juga dapat menimbulkan genangan air sehingga dapat menjadi tempat nyamuk berkembangbiak (Maitela dan Widayani, 2019). Pencahayaan di dalam rumah yang terbatas berpotensi dapat mengundang kedatangan nyamuk. Hal ini karena nyamuk menyukai tempat yang gelap/kurang pencahayaan (kurang dari 60 lux) dan lembab (Sari *et al.*, 2017). Keberadaan jentik di sekitar lingkungan masyarakat sangat berperan terhadap peningkatan risiko penularan DBD. Penelitian lain menunjukkan bahwa rumah masyarakat yang ditemukan adanya keberadaan jentik nyamuk maka cenderung berisiko 3,76 kali terkena wabah DBD (Mawaddah *et al.*, 2022).

Perilaku masyarakat seperti melakukan upaya Menguras bak mandi, Mengubur sampah dan Menutup tempat air (3M) merupakan faktor penting dari ada tidaknya larva nyamuk di lingkungan tempat tinggal. Penelitian lain menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara perilaku 3M terhadap kejadian DBD di Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi (Anggraini, 2016). Berdasarkan kebiasaan perilaku masyarakat pada setiap lokasi di Kecamatan Summersari menunjukkan bahwa masih ditemukannya larva nyamuk sehingga dapat menunjukkan bahwa masyarakat sekitar belum menjalankan program 3M plus secara maksimal. Keberhasilan upaya

pengecahan penyakit DBD melalui program 3M plus sangat bergantung pada peran serta masyarakat sekitar dalam menjaga kesehatan lingkungan (Kinansi *et al.*, 2018).

Ada tidaknya larva nyamuk maupun kasus DBD terkait erat dengan sanitasi lingkungan. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa sanitasi lingkungan yang berpengaruh terhadap kejadian DBD ialah kontainer, ventilasi, dan pengetahuan tentang DBD (Anggraini, 2016). Selain itu, data hasil penelitian ini menunjukkan responden yang memiliki sanitasi lingkungan yang buruk kemungkinan terjangkit DBD 3,65 kali dibandingkan dengan responden yang memiliki kondisi sanitasi lingkungan yang baik.

Hasil penangkapan nyamuk istirahat menunjukkan *Ae. aegypti* beristirahat di dalam rumah, sedangkan *Ae. albopictus* beristirahat di luar rumah (Gambar 5). Hal ini sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan nyamuk *Ae. aegypti* lebih menyukai istirahat di dalam rumah (endofilik) (Rodrigues *et al.*, 2015). Penelitian lain memperlihatkan perilaku *Ae. albopictus* istirahat di luar rumah (eksofilik) (Ferreira-de-Lima *et al.*, 2020). Perbedaan perilaku istirahat dikarenakan kecenderungan *Aedes* spp. untuk dekat dengan sumber *blood feeding* dari nyamuk tersebut. Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan vektor antropofilik sehingga keberadaannya bergantung pada keberadaan manusia, sementara *Ae. albopictus* merupakan nyamuk yang pada dasarnya bersifat zoofilik yaitu menyukai darah hewan (Rodrigues *et al.*, 2015). Namun demikian, *Ae. albopictus* merupakan nyamuk zoofilik yang telah diketahui dapat beradaptasi hidup di sekitar permukiman penduduk sehingga juga dapat bersifat antropofilik terhadap lingkungannya (Ngoagouni *et al.*, 2017).

Puncak aktivitas istirahat *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* terjadi pada pukul 09.00–10.00 WIB (Gambar 5). Aktivitas istirahat nyamuk *Ae. aegypti* maupun *Ae. albopictus* betina dilakukan segera setelah mendapatkan protein dari darah manusia dan ditunjukkan untuk pematangan telur (Fadilla *et al.*, 2015, Wathon *et al.*, 2021, Wathon *et al.*, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas *blood feeding* dan istirahat nyamuk *Aedes* spp. terjadi pada waktu yang hampir bersamaan. Penelitian lain menunjukkan puncak aktivitas *blood feeding* *Aedes* spp. tertinggi pada pukul 09.00–10.00 WIB (Sari *et al.*, 2017). Nyamuk *Aedes* spp. betina yang banyak ditemukan menghisap darah penduduk (antropofilik) sehingga puncak aktivitas nyamuk *Aedes* spp. dipengaruhi oleh kebiasaan manusia di sekitar lokasi penelitian. Aktivitas penduduk yang dapat memicu terjadinya puncak aktivitas nyamuk seperti kebiasaan tidur atau istirahat pada pagi hari akan beresiko meningkatkan peluang nyamuk *Aedes* spp. dalam melakukan *blood feeding* karena pada waktu tersebut nyamuk betina akan menunjukkan puncak aktivitas *blood feeding* (Ardianti *et al.*, 2018). Selain itu, aktivitas penduduk di luar ruangan seperti petani yang bekerja di sawah atau perkebunan yang rindang juga dapat beresiko meningkatkan peluang nyamuk *Ae. albopictus* untuk melakukan *blood feeding* (Rojali dan Amalia, 2020). Hal ini dikarenakan nyamuk *Ae. albopictus* memiliki habitat dan perilaku istirahat berada di luar rumah (Ferreira-de-Lima *et al.*, 2020).

Adanya proses *blood feeding* dari satu penduduk yang sakit DBD ke penduduk lainnya dapat beresiko untuk menularkan penyakit DBD dan berpotensi pada penyebaran penyakit DBD semakin meluas. Oleh karena itu, perlu langkah antisipasi untuk mencegah terjadinya kasus DBD. Antisipasi yang dapat dilakukan oleh penduduk untuk mencegah terjadinya kontak langsung atau proses *blood feeding* dengan nyamuk *Aedes* spp. yaitu dengan cara menggunakan obat anti nyamuk sebelum melakukan aktivitas, memasang kawat kasa pada tiap ventilasi untuk mencegah nyamuk masuk ke dalam, dan memasang kelambu pada tempat-tempat istirahat (misalnya tempat tidur) untuk mencegah adanya kontak langsung manusia dengan nyamuk (Ardianti *et al.*, 2018).

Karakteristik tempat perindukan dan kepadatan larva vektor DBD

Karakteristik tempat perindukan larva *Aedes* spp. yang diamati berupa jenis, bahan, warna dan letak kontainer (Tabel 3). Jenis kontainer positif larva yang ditemukan pada lokasi penelitian di Kecamatan Sumbersari berupa bak mandi (62%), ember (23%) dan lain-lain (15%). Sejalan dengan penelitian lain yang menyebutkan jenis kontainer positif larva *Aedes* spp. tertinggi di Kelurahan Bantarjati, Kecamatan Bogor Utara, Kota Bogor yaitu bak mandi (36,7%), ember (35,61%), dispenser (10,86%) dan lain-lain (Fadilla *et al.*, 2015). Ukuran wadah yang besar seperti bak mandi

memiliki potensi sebagai tempat perindukan nyamuk *Aedes* spp. karena jarang dikuras airnya secara rutin.

Bahan kontainer positif larva yang ditemukan pada lokasi penelitian di Kecamatan Sumbersari antara lain semen (46%), plastik (38%) dan keramik (15%). Hal ini sesuai dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa beberapa bahan kontainer yang positif larva *Aedes* spp. tertinggi di Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji, Kotamadya Padang, Provinsi Sumatera Barat, berbahan semen (11,54%), dispenser (7,61%), plastik (3,67%), dan lain-lain (Arifudin *et al.*, 2016). Tingginya persentase kontainer berbahan semen disebabkan mikroorganisme yang menjadi makanan larva lebih mudah tumbuh pada dinding yang kasar seperti semen serta nyamuk betina dapat lebih mudah mengatur posisi tubuh waktu meletakkan telur pada permukaan dinding kontainer air.

Warna kontainer positif larva yang ditemukan pada lokasi penelitian di Kecamatan Sumbersari berwarna gelap (77%) dan terang (23%). Kontainer air warna gelap lebih digemari nyamuk *Aedes* spp. untuk perindukan, pertumbuhan, dan perkembangan larva (Fadilla *et al.*, 2015). Komponen sistem visual stemmata (*larval ocelli*) pada larva dan pupa *Aedes* spp. berfungsi memediasi *phototaxis* dan perilaku menyelam, kondisi kontainer terang akan berpengaruh negatif terhadap komponen sistem visualnya sehingga larva ataupun pupa akan cenderung menjauhi kondisi terang tersebut (Rocha *et al.* 2015).

Letak kontainer positif larva yang ditemukan pada lokasi penelitian di Kecamatan Sumbersari lebih tinggi berada di dalam rumah (85%) dibandingkan di luar rumah (15%). Penelitian lain menunjukkan bahwa 131 kontainer teridentifikasi positif sebagai tempat perindukan larva *Aedes* spp. yang terdiri dari 109 kontainer (83,21%) berada di dalam rumah dan 22 kontainer (16,79%) berada di luar rumah (Arifudin *et al.*, 2016). Banyaknya kontainer positif larva yang terletak di dalam rumah diduga karena banyaknya tempat perindukan yang disukai nyamuk, seperti kondisi air yang jernih, suasana rumah sedikit gelap serta tempat perindukan yang jarang diperiksa dan dibersihkan.

Pengamatan kepadatan populasi larva berdasarkan HI pada lokasi Kecamatan Sumberjambe memiliki HI sebesar 0%, sedangkan HI Kecamatan Sumbersari sebesar 30% (Tabel 4). Hasil ini diduga berhubungan dengan topografi suatu lokasi. Topografi merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi adanya keberadaan nyamuk vektor DBD (Kinansi *et al.*, 2018; Helmiyetti *et al.*, 2019). Kecamatan Sumberjambe terletak di daerah dengan topografi 453 mdpl sedangkan Kecamatan Sumbersari berkisar antara 96–111 mdpl (Tabel 2). Faktor yang memengaruhi topografi suatu kawasan yaitu suhu udara maupun kelembaban suatu tempat yang nantinya akan berpengaruh pada siklus hidup vektor DBD (Seixas *et al.*, 2019).

Suhu udara di Kecamatan Sumbersari sekitar 28°C dengan kelembapan udara 76%, sedangkan suhu udara di Kecamatan Sumberjambe sekitar 25°C dengan kelembapan udara 80% (BMKG, 2020). Temperatur optimal untuk mendukung penetasan telur, perkembangan jentik dan pupa menjadi nyamuk yaitu sekitar 28°C (Reinhold *et al.*, 2018). Suhu yang hangat akan memicu metabolisme meningkat sehingga terjadi peningkatan perilaku nyamuk lebih aktif terbang mencari darah (Seah *et al.*, 2021). Kelembaban udaran yang tinggi sekitar (70–80%) mendukung penetasan telur, perkembangan larva dan pupa, aktivitas terbang dan survivalitas nyamuk dewasa (Liu dan Yang, 2024; Prasad *et al.*, 2024). Kondisi permukiman kota di Kecamatan Sumbersari dengan suhu udara yang lebih hangat dengan kelembaban yang relatif tinggi mendukung pertumbuhan dan perkembangan jentik hingga menjadi nyamuk dewasa. Dengan demikian, kondisi lingkungan yang mendukung kelimpahan nyamuk di suatu lokasi kota padat penduduk akan berpengaruh terhadap kapasitas vektorial nyamuk, khususnya di daerah endemik.

Kelembaban akan mempengaruhi kelangsungan hidup dan aktivitas nyamuk. Kelembaban optimum untuk perkembangan *Aedes* spp. adalah 81,5–89,5%. Kelembaban kurang dari 60% umur nyamuk lebih pendek dan waktu yang dibutuhkan untuk perkembangan virus di dalam tubuh nyamuk tidak optimal (Lestanto, 2018). Suhu yang optimum akan mempercepat proses metabolisme nyamuk. Suhu optimum untuk perkembangan *Aedes* spp. adalah 25–27 °C (Sudarwati, 2015). Pertumbuhan nyamuk akan berhenti sama sekali bila suhu kurang dari 10 °C atau lebih dari 40 °C (Sahrir *et al.*, 2016; Affiandy *et al.*, 2019).

Kepadatan larva menggunakan HI pada Kecamatan Sumbesari sebesar 30% jika dibandingkan dengan tabel resiko penularan penyakit DBD (Khairunnisa *et al.*, 2017), sehingga termasuk dalam kategori resiko penularan tinggi. Nilai HI wilayah Kecamatan Sumbesari lebih tinggi dari standar WHO, yang mengindikasikan bahwa masih banyak rumah yang positif jentik dan tingginya distribusi nyamuk *Aedes* spp. sehingga berdampak pada besarnya risiko penularan DBD.

Pengamatan HI selama enam minggu disurvei setiap dua minggu ditunjukkan pada Gambar 6. Minggu pertama dan keempat pada tiap lokasi pengamatan menunjukkan nilai HI yang sama, namun pada minggu keenam nilai HI menurun. Penurunan ini disebabkan oleh perubahan aktivitas manusia secara serentak pada minggu keenam. Hal ini dapat disebabkan aktivitas masyarakat mulai dalam menjaga kebersihan (menguras dan menyikat) bak mandi, menggunakan larvasida dan memelihara ikan pemakan jentik pada tempat penampungan air sehingga jumlah larva nyamuk yang ditemukan semakin sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan keberadaan *potential breeding sites* dan aktivitas manusia sangat memengaruhi keberadaan larva *Aedes* spp. (Zahouli *et al.*, 2017).

Hasil pengamatan distribusi vektor DBD di Kecamatan Sumbesari menunjukkan bahwa lokasi ini memiliki distribusi nyamuk *Aedes* spp. yang tinggi sehingga berisiko terhadap penularan DBD. Oleh karena itu, beberapa upaya pencegahan dan pemberantasan DBD perlu dilakukan. Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk pencegahan dan pemberantasan DBD di antaranya dengan menggalakkan gerakan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) melalui kegiatan 3M tempat air, ditambah dengan kegiatan Plus seperti menaburkan bubuk larvasida, memelihara ikan pemakan jentik di kolam/bak-bak penampungan air, memasang kawat kasa, menghindari kebiasaan menggantung pakaian dalam kamar, mengupayakan pencahayaan dan ventilasi ruang yang memadai, menggunakan kelambu, memakai obat yang dapat mencegah gigitan nyamuk dan beberapa cara spesifik lainnya yang dapat mencegah dan mengurangi kepadatan vektor potensial DBD. Pemberantasan DBD juga dapat dilakukan dengan penyemprotan insektisida (pengasapan/pengabutan) pada lingkungan sekitar penduduk. Metode lainnya yang dapat dilakukan yaitu penyuluhan mengenai DBD dengan melibatkan kader jumantik dalam Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik (G1R1J). Gerakan ini terdiri dari satu orang penanggungjawab dalam tiap rumah tangga yang bertugas untuk melaksanakan kegiatan PSN 3M Plus serta menjaga kebersihan di lingkungannya masing-masing secara rutin (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021).

KESIMPULAN

Proporsi spesies *Ae. aegypti* (91%) lebih tinggi dibandingkan dengan *Ae. albopictus* (9%) di Kecamatan Sumbesari, Kabupaten Jember. Hal tersebut dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, perilaku masyarakat, serta sanitasi lingkungan di Kecamatan Sumbesari. Kepadatan larva menggunakan HI pada Kecamatan Sumbesari sebesar 30% berdasarkan tabel resiko penularan DBD, maka resiko penularan DBD pada Kecamatan Sumbesari termasuk dalam kategori tinggi. Peran serta masyarakat menjaga kebersihan lingkungan melalui kegiatan PSN 3M plus secara rutin penting dilakukan dalam upaya penanggulangan penyakit DBD khususnya di wilayah endemik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai melalui program “Hibah Reworking Skripsi” oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M), Universitas Jember, dengan Surat Keputusan Rektor No. 11480/UN25/LT/2020 serta melalui Surat Penugasan No. 2886/UN25.3.1/LT/2020.

KONTRIBUSI PENULIS

SW: membuat konsep penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; IAM: membuat konsep penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, RO: Membuat konsep penelitian, merevisi naskah akhir; KS: Membuat konsep penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir.

REFERENSI

- Affiandy, D., Amin, A. A., and Ridwan, Y. 2019. Karakteristik habitat *Aedes aegypti* (L) di wilayah perimeter pelabuhan laut Cirebon, Jawa Barat. *Jurnal Veteriner*, 20(4). <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2019.20.4.460>
- Agustina, N., Abdullah, A., and Arianto, E. 2019. Hubungan kondisi lingkungan dengan keberadaan jentik *Aedes aegypti* di daerah endemis DBD di Kota Banjarbaru. *BALABA: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 15(2), pp. 171–178. <https://doi.org/10.22435/blb.v15i2.1592>
- Aisyah, Oktarianti, R., Senjarini, K., Wathon, S. 2022. Humoral immune response (IgG) of BALB/c mice (*Mus musculus*) post-injection by 56 kDa immunogenic protein extract from the salivary gland of *Aedes aegypti* L. In *4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)*, Atlantis Press, pp. 157–167. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-062-6_16
- Anggraini, A. 2016. Pengaruh kondisi sanitasi lingkungan dan perilaku 3M Plus terhadap kejadian Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Purwoharjo Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 3(3), pp. 321–328.
- Ardianti, W., Lapau, B., & Dewi, O. 2018. Determinan kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di wilayah kerja Puskesmas Harapan Raya. *Photon: Journal of Natural Sciences and Technology*, 9(1). <https://doi.org/10.37859/jp.v9i1.1057>
- Arifudin, M., Adrial, A., and Rusjdi, S. R. 2016. Survei larva nyamuk *Aedes* vektor Demam Berdarah Dengue di Kelurahan Kuranji Kecamatan Kuranji Kotamadya Padang Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(1). <https://doi.org/10.25077/jka.v5i1.445>
- Azkiyah A. F., Senjarini, K., Oktarianti, R., Wiyono, H. T., Wathon, S. 2021. The diversity of potential malaria and dengue mosquito vector from Bangsring Village Wongsorejo District Banyuwangi East Java. *Jurnal Ilmu Dasar*, 22(1), pp. 59–68. <https://doi.org/10.19184/jid.v22i1.13601>
- B2P2VRP. 2015. *Pedoman Pengumpulan Data Vektor (Nyamuk) di Lapangan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Kementerian Kesehatan RI
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (n.d.). *BMKG – Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*. <https://www.bmkg.go.id>
- Butarbutar, R. N., Sumampouw, O. J., and Pinontoan, O. R. 2019. Trend kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Manado Tahun 2009-2018. *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 8(6). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/kesmas/article/view/25617>
- Departemen Kesehatan RI. 1989. *Kunci Identifikasi Aedes Jentik dan Dewasa di Jawa*. Direktorat Jenderal Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. Badan Litbang dan Pengembangan Kesehatan.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Jember. 2019. *Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Jember Tahun 2019*. Bagian Pengendalian Penyakit dan Kesehatan Lingkungan
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2020. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2020*. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur
- Ding, F., J. Fu., D. Jiang., M. Hao., dan G. Lin. 2018. Mapping the spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Acta Tropica*, 178, pp. 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.11.020>
- Effendy, T. F. C., Ishak, H., and Birawida, A. B. 2020. Pemetaan densitas larva *Aedes aegypti* berdasarkan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) di Kelurahan Paccerakkang dan Tamalanrea. *Hasanuddin Journal of Public Health*, 1(2), pp. 110–121. <https://doi.org/10.30597/hjph.v1i2.11185>
- Egid, B. R., Coulibaly, M., Dadzie, S. K., Kamgang, B., McCall, P. J., Sedda, L., Toe, K. H. and Wilson, A. L. 2022. Review of the ecology and behaviour of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Western Africa and implications for vector control. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, 2, 100074. <https://doi.org/10.1016/j.crvbd.2021.100074>

- Ekwudu, O., Marquart, L., Webb, L., Lowry, K. S., Devine, G. J., Hugo, L. E., and Frentiu, F. D. 2020. Effect of serotype and strain diversity on dengue virus replication in Australian mosquito vectors. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 9(8), pp. 668. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080668>
- Fadilla, Z., Hadi, U. K., and Setyaningsih, 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. <https://doi.org/10.5994/jei.12.1.31>
- Ferreira-de-Lima, V. H., Andrade, P. dos S., Thomazelli, L. M., Marrelli, M. T., Urbinatti, P. R., Almeida, R. M. M. de S., and Lima-Camara, T. N. 2020. Silent circulation of dengue virus in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) resulting from natural vertical transmission. *Scientific Reports*, 10(1), pp. 3855. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60870-1>
- Focks, D. A. 2003. *A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators for Dengue Vectors*. World Health Organization on behalf of the Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR)
- Garjito, T.A., Widiarti, W., Hidajat, M. C., Handayani, S. W., Mujiono, M., Prihatin, M. T., Ubaidillah, R., Sudomo, M., Satoto, T. B. T., Manguin, S., Gavotte, L. and Frutos, R. 2021. Homogeneity and possible replacement of populations of the dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Indonesia. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, 705129. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.705129>
- Gunara, N. P., Joelianto, E. and Ahmad, I. 2023. Identification of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* eggs based on image processing and elliptic fourier analysis. *Scientific Report* 13, 17395. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28510-6>
- Helmiyetti, H., Kurnia, N. S., & Yahya, Y. 2019. Jenis dan kelimpahan nyamuk (Diptera: Culicidae) di Desa Banjar Sari Kecamatan Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *Konservasi Hayati*, 15(1). <https://doi.org/10.33369/hayati.v15i1.10945>
- Heriawati, D. D. Supardan., dan Suhirman. 2020. Distributon of *Aedes albopictus* mosquitoes in Indonesia. *Advances in Social Science, Educaton and Humanities Research*. 408: 194–199. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200220.035>
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. *Profil Kesehatan Republik Indonesia tahun 2021*. Kementrian Kesehatan RI
- Khairunnisa, U., Wahyuningsih, N. E., and Hapsari, H. 2017. Kepadatan jentik nyamuk *Aedes* sp. (*House Index*) sebagai indikator surveilans vektor Demam Berdarah Dengue di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 5, pp. 906–910
- Kinansi, R. R., Nantabah, Z. K., and Maryani, H. 2018. Pemetaan penyakit yang disebabkan spesies nyamuk tertangkap di Kotabaru, Kalimantan Selatan dengan metode biplot. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 21(3), pp. 188–198
- Kinansi, R. R., Sastuti, T., and Sholichah, Z. 2018. Pengendalian jentik *Aedes* sp. melalui pendekatan keluarga di Provinsi Papua. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 28(2), pp. 113–122. <https://doi.org/10.22435/mpk.v28i2.120>
- Lestanto, F. 2018. Analisis spasial faktor - faktor yang berhubungan dengan kejadian Demam Berdarah Dengue di puskesmas wilayah kerja di Kabupaten antul. *Infokes: Jurnal Ilmiah Rekam Medis Dan Informatika Kesehatan*, 8(1). <https://doi.org/10.47701/infokes.v8i1.198>
- Liu, Y. Q. and Yang, X. F. 2024. Life cycle dynamics of mosquitoes under varied environmental conditions. *Journal of Mosquito Research*, 14(3), pp. 147–160. <https://doi.org/10.5376/jmr.2024.14.0015>
- Madzlan, F., Dom, N. C., Tiong, C. S., and Zakaria, N. 2016. Breeding characteristics of *Aedes* mosquitoes in dengue risk area. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 234, pp. 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.10.231>
- Maitela, T., and Widayani, P. 2019. Monitoring kejadian penyakit Demam Berdarah menggunakan sistem informasi geografis di Kecamatan Gondokusuman dan sekitarnya Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 8(3), pp. 1–12.

- Mawaddah, F., Pramadita, S., and Triharja, A. Arundina. 2022. Hubungan kondisi sanitasi lingkungan dan perilaku keluarga dengan kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 10(2). <https://doi.org/10.26418/jtllb.v10i2.56379>
- Medley, K. A., K. M. Westby., dan D. G. Jenkins. 2019. Rapid local adaptation to northern winters in the invasive Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: a moving target. *Journal of Applied Ecology*, 56, pp. 2518–2527. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13480>
- Ngoagouni, C., Kamgang, B., Kazanji, M., Paupy, C., and Nakouné, E. 2017. Potential of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* populations in the Central African Republic to transmit enzootic chikungunya virus strains. *Parasites & Vectors*, 10(1), pp. 164. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2101-0>
- Novianto, D., Hadi, U. K., Soviana, S., and Darusman, H. S. 2023. Comparison of diurnal biting activity, life table, and demographic attributes of *Aedes albopictus* (Asian tiger mosquito) from different urbanized settings in West Java, Indonesia. *Acta tropica*, 241, 106771. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106771>
- Nurjanah, S., Atmowidi, T., Hadi, U. K., Solihin, D. D., Priawandiputra, W. and Meidaliyantisya. 2023. Habitat preference of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: a Case Study on Dengue Endemic Areas of Sumatera, Indonesia. *Philippine Journal of Science*, 152(3): 1007–1014.
- Octaviani, O., and Kusuma, M. P. 2022. Perilaku masyarakat dalam upaya pencegahan Demam Berdarah. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta*, pp. 67–77
- Oktarianti, R., Khasanah, R.N., Wathon, S., Senjarini, K. 2021. Detection of immunogenic protein from salivary gland of *Aedes albopictus*. *Universa Medicina*, 40, pp. 234-42. <https://doi.org/10.18051/UnivMed.2021.v40.234-242>.
- Oktodirman, V., and Rusli, Z. 2022. Efektifitas program satu rumah satu jumantik dalam pengendalian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru. *Cross-border*, 5(1), pp. 412–431
- Onasis, A., Darwel, D., Hidayanti, R., and Katiandagho, D. 2022. Tempat Penampungan Air (TPA) dengan kepadatan jentik *Aedes aegypti* di Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1).
- Prabaningrum, A., Fitryasari, R., and Wahyudi, A. S. 2020. Analysis of dengue hemorrhagic fever prevention behavior factors based on the theory of planned behavior. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(09), pp. 2926-2932
- Prasad, P., Gupta, S. K., Mahto, K. K., Kumar, G., Rani, A., Velan, I., Arya, D. K. and Singh, H. 2024. Influence of climatic factors on the life stages of *Aedes* mosquitoes and vectorial transmission: A review. *Journal of Vector Borne Diseases*, 61(2), 158–166. https://doi.org/10.4103/jvbd.jvbd_42_24
- Prasetio, A., Pangestu, A., and Defrindo, Y. 2020. Rencana pembangunan sanitasi berbasis lingkungan di desa dadisari Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Teknik Sipil SENDI*, 1(1), pp. 26–32
- Retnaningrum, O. T. D., M. Martini., dan M. Raharjo. 2019. Incidence of dengue hemorrhagic fever (DHF) in Semarang coastal area: epidemiology descriptive case and bionomic vector. *Indonesian Journal of Tropical and Infectious Disease*. 7(6): 144–149
- Rocha, M., Kimler, K. J., Leming, M. T., Hu, X., Whaley, M. A., and O'Tousa, J. E. 2015. Expression and light-triggered movement of rhodopsins in the larval visual system of mosquitoes. *The Journal of Experimental Biology*, 218(Pt 9), pp. 1386–1392. <https://doi.org/10.1242/jeb.111526>
- Rodrigues, M. de M., Marques, G. R. A. M., Serpa, L. L. N., Arduino, M. de B., Voltolini, J. C., Barbosa, G. L., Andrade, V. R., and de Lima, V. L. C. 2015. Density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and its association with number of residents and meteorological variables in the home environment of dengue endemic area, São Paulo, Brazil. *Parasites & Vectors*, 8, pp. 115. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0703-y>

- Rojali, R., and Amalia, A. P. 2020. Perilaku masyarakat terhadap kejadian DBD di Kecamatan Ciracas Jakarta Timur. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 6(1), pp. 37. <https://doi.org/10.33490/jkm.v6i1.219>
- Sahrir, N., Ishak, H., and Maidin, A. 2016. Pemetaan karakteristik lingkungan dan densitas nyamuk *Aedes aegypti* berdasarkan status endemisitas DBD di Kecamatan Kolaka. *Jurnal Sains Teknologi Kesehatan*, 6, pp. 70–75
- Sari, I. P., Adrial, A., and Nofita, E. 2017. Hubungan kepadatan larva *Aedes* spp. dengan kejadian Demam Berdarah Dengue di Kelurahan Lubuk Buaya Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 6(1), pp. 41. <https://doi.org/10.25077/jka.v6i1.642>
- Sari, S., Nurtjahya, E., and Suwito, A. 2022. Bioekologi nyamuk *Armigeres*, *Mansonia*, *Aedes*, *Anopheles* dan *Coquilletidia* (Diptera: Culicidae) di Kecamatan Jebus Kabupaten Bangka Barat. *EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*, 7(1). <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v7i1.3142>
- Saputra, F. R., Wahid, I., Supriyono, and Hadi, U. K. 2025. Abundance of adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) across six settlements in South Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 26(1), pp. 509–519. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d260150>
- Seah, A., Aik, J., Ng, L.-C. and Tam, C. C. 2021. The effects of maximum ambient temperature and heatwaves on dengue infections in the tropical city-state of Singapore – A time series analysis. *Science of the Total Environment*, 775, 145117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145117>
- Seixas, G., Paul, R. E. L., Pires, B., Alves, G., de Jesus, A., Silva, A.-C., Devine, G. J., and Sousa, C. A. 2019. An evaluation of efficacy of the auto-dissemination technique as a tool for *Aedes aegypti* control in Madeira, Portugal. *Parasites & Vectors*, 12(1), pp. 202. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3454-3>
- Senjarini, K., Oktarianti, R., Abdullah, M. K., Sholichah, R. N., Tosin, A., Wathon, S. 2020. Morphological characteristic difference between mosquitoes vector for malaria and dengue fever. *Bioedukasi: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 18(2), pp. 53–58. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v18i2.18890>
- Sudarwati, T. P. L. 2015. Laju perkembangan *Aedes aegypti* pada beberapa media yang berbeda. *Journal of Research and Technology*, 1(1), pp. 35–39. <https://doi.org/10.55732/jrt.v1i1.329>
- Syahrani, L., Permana, D. H., Syafruddin, D., Zubaidah, S., Asih, P. B. S., Rozi, I. E., Hidayati, A. P. N., Kosasih, S., Dewayanti, F. K., Rachmawati, N., Risandi, R., Bangs, M. J., Bogh, C., Davidson, J., Hendershot, A., Burton, T., Grieco, J. P., Achee, N. L. and Lobo, N. F. 2022. An inventory of human night-biting mosquitoes and their bionomik in sumba. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(3), e0010316. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010316>
- Wanti, W., Sila, O., Irfan, i., Rahmawati, E. and Sadukh, J. P. 2024. Praimago density of *Aedes* sp. and its relationship with the incidence of DHF in Kupang City. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 6(2), pp. 1101–1110. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v6i2.4511>
- Wathon, S., Senjarini, K., Widajati, S.M.W., Oktarianti, R. 2014. Karakterisasi parsial faktor imunomodulator kelenjar saliva *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) sebagai kandidat *Transmission Blocking Vaccine* (TBV) demam berdarah dengue. *Berkala Saintek*, 2(1), pp. 36–41.
- Wathon, S., Muti'ah, F., Oktarianti, R., Senjarini, K. 2020. Purifikasi protein imunogenik 31 dan 56 kDa dari kelenjar saliva *Aedes aegypti*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 7(1), pp. 59–71. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v7i1.3931>
- Wathon, S., Oktarianti, R., Azizah, N., Mubarak, Y., Listiani, R.A., Senjarini, K. 2021. Purification of 31 and 67 kDa protein fraction from salivary gland of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). *Bioedukasi: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 19(1), pp. 1–8. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v19i1.18892>
- Wathon, S., Purwati, W., Oktarianti, R., Senjarini, K. 2022. IgG immune response against salivary gland protein extract of dengue vector *Aedes aegypti*. *Journal of Applied Biological Sciences*, 16(3), pp. 483–492. <https://doi.org/10.71336/jabs.907>

- Wathon, S., Afkarina, I., Rohmah, U., Oktarianti, R., Senjarini, K. 2023. In vitro analysis of human IgG immune response against 31 kDa and 67 kDa immunogenic protein from *Aedes albopictus* salivary glands. In *4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)*, Atlantis Press, pp. 122–134. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-062-6_13
- Wathon, S., Rahmawati, I., Oktarianti, R., Senjarini, K. 2023. Purifikasi fraksi protein imunogenik 47 kDa dari kelenjar saliva *Aedes albopictus* sebagai target pengembangan vaksin dengue berbasis vektor. *Berita Biologi*, 22(1), pp. 139–151. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v20i1.3991>
- Wiyata, A. D., Handoyo, W. and Sayono, S. 2023. The key associated factor of the emergence of the dengue vector in peri-urban and rural settlements. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(4), pp. 291–299. <https://doi.org/10.20473/jkl.v15i4.2023.291-299>
- Yahya, Y., Hidriya, H. and Salman, A. 2024. Indeks entomologi vektor nyamuk *Aedes* sp. di daerah endemis Demam Berdarah Dengue (DBD). *Jurnal Kajian Ilmiah Kesehatan dan Teknologi*, 6(1), pp. 55–62
- Yuliawati, S., Kharisma, D., F., Martini, M., Saraswati, L. D., Hestningsih, R., Purwantisari, S. 2020. Populasi Vektor Demam Berdarah Dengue Di Daerah Rural Kota Semarang: Crossectional Survey Bionomik *Aedes* sp. *VisiKes: Jurnal Kesehatan*, 19(2), pp. 459–465. <https://doi.org/10.33633/visikes.v19i2>
- Yulidar, and Wilya, V. 2015. Siklus hidup *Aedes aegypti* pada skala laboratorium. *Jurnal Penelitian Kesehatan SEL*, 2, pp. 22–28
- 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), pp. e0005751. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005751>
- Zahra, S. F., Rohmah, E. A., Mulyatno, K. C., Rahmadani, W. N., Rojafi, M. Z., Subekti, S., Indrasari, Y. N., Utomo, B., Yuana, D. B. M. and Lesmana, I. P. D. 2024. Brief report: diversity of mosquito in East Surabaya. *E3S Web of Conferences* 513, 03007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451303007>
- Zakiyyah, I., Santika, L.D., Wathon, S., Senjarini, K., Oktarianti, R. 2023. Electroelution of 31 kDa immunogenic protein fraction from the salivary gland of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). In *4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)*, Atlantis Press, pp. 234–248. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-062-6_23