

# Identifikasi dan Perilaku Nyamuk *Anopheles* di Kulon Progo

## *Identification and behavior of Anopheles mosquitoes in Kulon Progo*

Fardhiasih Dwi Astuti<sup>1\*</sup>, Shafira Putri Hermayanti<sup>1</sup>, Ali Sukamto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Prof. Dr. Soepomo Sh, Warungboto, Kec. Umbulharjo, Yogyakarta, 55164

<sup>2</sup> Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo, Jl. Tentara Pelajar, Wates, Kec. Wates, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55651

**Kutipan:** Astuti FD., Hermayanti SP., Sukamto A. Identifikasi dan Perilaku Nyamuk *Anopheles* di Kulon Progo. ASP. Desember 2025; 16(2): 43–56

Editor: Mutiara Widiawati

Diterima: 26 Mei 2025

Revisi: 19 Juli 2025

Layak Terbit: 30 April 2026

**Catatan Penerbit:** Aspirator tetap netral dalam hal klaim yurisdiksi di peta yang diterbitkan dan afiliasi kelembagaan.



**Hak Cipta:** © 2025 oleh penulis.

Jurnal Aspirator diberikan hak untuk menerbitkan berdasarkan lisensi Creative Commons Attribution Share-Alike (CC BY SA) yang memperbolehkan distribusi dan penggunaan artikel ini selama pengakuan yang tepat diberikan kepada penulis.

\*Korespondensi Penulis

Email: fardhiasih.dwiastuti@ikm.uad.

ac.id

Telp: +6281328299534

**Abstract.** *Identifying and characterizing Anopheles mosquitoes through spot surveys is critical for malaria control, especially in endemic and receptive areas. In the Special Region of Yogyakarta, Indonesia, malaria cases have been reported in Kulonprogo, with the latest 10 cases in 2023. This study aimed to identify Anopheles species and their resting behavior as risk factors for local malaria transmission. A cross-sectional entomological survey was conducted in Samigaluh, Kulonprogo. Mosquitoes were collected using human landing catches (indoor and outdoor) and resting collections in animal shelters from 6:00 PM to 6:00 AM. Specimens were identified by species, vector density, and parity status. Five Anopheles species were detected, predominantly resting in animal shelters: An. vagus (71.9%), An. annularis (21.9%), An. aconitus (3.95%), An. kochi (1.69%), and An. barbirostris (0.56%). All biting activity occurred outdoors between 6:00 PM and 3:00 AM, with species-specific activity peaks. An. vagus had the highest man biting rate (0.88 bites/person/hour) and was active early in the evening. The overall parity rate was 85.71%, indicating a mature mosquito population with potential for malaria transmission. These findings highlight An. vagus as the dominant species in the area, exhibiting exophagic and zoophilic behavior, and suggest that sustained vector surveillance is essential to support malaria elimination efforts in receptive regions.*

**Keywords:** Malaria, identification, Anopheles, vector, parous rate

**Abstrak.** *Identifikasi dan karakterisasi nyamuk Anopheles melalui survei sewaktu sangat penting untuk pengendalian malaria, khususnya di wilayah endemis dan reseptif. Di Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, kasus malaria masih dilaporkan di Kulonprogo, dengan 10 kasus terakhir terjadi pada tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies nyamuk Anopheles dan perilaku istirahatnya sebagai faktor risiko penularan malaria setempat. Survei entomologi dilakukan secara potong lintang di wilayah Samigaluh, Kulonprogo. Metode: Pengambilan sampel nyamuk dilakukan menggunakan metode penangkapan umpan manusia (di dalam dan luar ruangan) serta penangkapan nyamuk istirahat di kandang ternak dari pukul 18.00 hingga 06.00. Nyamuk yang tertangkap diidentifikasi berdasarkan spesies, kepadatan vektor, dan status parousitas. Hasil: Ditemukan lima spesies Anopheles, sebagian besar beristirahat di kandang ternak: An. vagus (71,9%), An. annularis (21,9%), An. aconitus (3,95%), An. kochi (1,69%), dan An. barbirostris (0,56%). Aktivitas menggigit manusia hanya terjadi di luar ruangan antara pukul 18.00 hingga 03.00, dengan pola aktivitas spesifik tiap spesies. An. vagus menunjukkan tingkat gigitan tertinggi (0.88 gigitan / orang/jam) dan aktif di awal malam. Tingkat parousitas sebesar 85,71% menunjukkan populasi nyamuk yang telah matang dan berpotensi menularkan malaria. Simpulan: Temuan ini mengindikasikan bahwa An. vagus merupakan spesies dominan di wilayah tersebut dengan perilaku eksophagik dan zoofilik, serta menekankan pentingnya surveilans vektor berkelanjutan dalam mendukung eliminasi malaria di daerah reseptif.*

**Kata Kunci:** Malaria, Identifikasi, Anopheles, vektor, Parous rate

## PENDAHULUAN

Malaria merupakan penyakit yang disebabkan oleh Protozoa genus *Plasmodium*, beberapa spesies *Plasmodium* dapat menjadi penyebab malaria di tubuh manusia *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae*, *P. ovale*, dan *P. knowlesi*<sup>1</sup>. Penyakit ini termasuk ke dalam salah satu penyakit menular yang masuk ke dalam komitmen upaya pencegahan penyakit berbasis *Sustainable Development Goals* (SDGs) sampai tahun 2030. Secara global, kasus malaria menunjukkan kecenderungan peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2021, diperkirakan terdapat 247 juta kasus malaria di 84 negara endemis, dengan peningkatan tahunan terbesar terjadi pada periode 2019–2020 sebesar sekitar 13 juta kasus<sup>2</sup>. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa malaria tetap menjadi ancaman kesehatan masyarakat, terutama di wilayah yang masih memiliki populasi vektor kompeten dan kondisi lingkungan yang mendukung penularan.

Sejak tahun 2015 hingga tahun 2020 Indonesia telah berhasil menekan angka *Annual Parasite Incidence* (API) menjadi <1, namun di tahun 2023 API meningkat hingga 1,5 per 1.000 penduduk. Tahun 2023 pemeriksaan kasus malaria mencapai 3.464.738 dan kasus positif sebesar 418.546. Kasus positif tersebut mengalami penurunan<sup>3</sup>. Situasi tersebut menegaskan bahwa meskipun eliminasi malaria terus diupayakan, risiko penularan masih perlu diwaspadai, khususnya di daerah yang telah mencapai eliminasi tetapi masih memiliki reseptivitas vektor. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menargetkan seluruh wilayah di Indonesia bebas dari malaria selambat-lambatnya tahun 2030 pada program eliminasi malaria sesuai Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 293/Menkes/SK/IV/2009. Dengan adanya target eliminasi tersebut, terdapat enam provinsi di Indonesia pada tahun 2022 yang ditetapkan sebagai wilayah bebas malaria, daerah tersebut yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, dan Bali(4). Daerah Istimewa Yogyakarta, telah ditetapkan sebagai wilayah bebas malaria; namun, status eliminasi tidak selalu berarti hilangnya risiko penularan, terutama bila masih ditemukan kasus impor dan populasi *Anopheles* yang mampu mempertahankan potensi transmisi setempat<sup>5</sup>.

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu wilayah yang telah mencapai status bebas malaria, tetapi Kabupaten Kulon Progo tetap perlu mendapat perhatian karena memiliki riwayat kasus malaria dan kondisi ekologis yang mendukung keberadaan vektor. Data sebelumnya menunjukkan bahwa kejadian malaria di DIY cenderung menurun pada periode 2015–2017 dilihat dari angka API yang menunjukkan hasil sebesar 0,003 per 1.000 dengan kejadian malaria yang hanya terjadi di Kabupaten Kulon Progo<sup>6</sup>. Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo mencatat kasus malaria terbaru terjadi di tahun 2023 dengan jumlah kasus sebanyak 10 kasus dengan keterangan seluruh kasus malaria yang tercatat merupakan kasus malaria impor. Perilaku vektor malaria dan perilaku manusia dengan melibatkan faktor lingkungan yang mendukung tempat perkembangbiakan vektor malaria akan dapat berpengaruh terhadap penularan malaria di masyarakat<sup>7</sup>. Persebaran spesies *Anopheles* di suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh kondisi ekologi wilayah tersebut. Perbedaan kondisi ekologi di suatu wilayah dapat menyebabkan adanya variasi spesies serta perilaku dari nyamuk *Anopheles* baik dalam berkembangbiak, menghisap darah, dan perilaku beristirahat<sup>8</sup>.

Kulon Progo berada dalam lanskap Perbukitan Menoreh yang secara ekologis dan administratif berdekatan dengan wilayah Purworejo, Jawa Tengah, yang memiliki riwayat endemisitas malaria. Wilayah lintas batas seperti Menoreh Hills memiliki karakteristik kompleks karena dipengaruhi oleh mobilitas penduduk,

variasi ekologi, dan keberadaan komunitas vektor yang beragam<sup>9</sup>. Kondisi perbukitan, keberadaan hutan, lahan pertanian, aliran air, serta kandang ternak di sekitar permukiman dapat menyediakan habitat potensial bagi perkembangbiakan dan tempat istirahat nyamuk *Anopheles*. Perbedaan ekologi antarwilayah dapat memengaruhi komposisi spesies, kepadatan, perilaku menghisap darah, serta perilaku istirahat *Anopheles*<sup>8</sup>. Dengan demikian, data lokal mengenai spesies dan perilaku *Anopheles* menjadi penting karena strategi pengendalian vektor perlu disesuaikan dengan karakteristik bionomik setempat.

Beberapa spesies *Anopheles* telah dilaporkan di Kulon Progo dan wilayah sekitarnya, termasuk *An. maculatus*, *An. balabacensis*, dan *An. aconitus* yang diketahui berperan sebagai vektor malaria di beberapa lokasi di Jawa<sup>6</sup>. Studi molekuler terbaru juga menunjukkan adanya keragaman genetik dan struktur populasi *Anopheles* di kawasan Menoreh, termasuk pada kelompok *An. maculatus*, *An. kochi*, dan *An. vagus*, sehingga menguatkan perlunya surveilans spesies yang lebih rinci dan berkelanjutan<sup>10,11</sup>. Temuan tersebut menunjukkan bahwa identifikasi vektor tidak cukup hanya mengandalkan status wilayah eliminasi atau data kasus manusia, tetapi juga perlu mempertimbangkan keberadaan spesies potensial, perilaku menggigit, tempat istirahat, serta kepadatan vektor di tingkat lokal.

Meskipun beberapa survei vektor telah dilakukan di Kabupaten Kulon Progo, informasi mengenai komposisi spesies dan perilaku *Anopheles* pada tingkat lokasi tertentu masih perlu diperbarui secara berkala. Masih terbatasnya data entomologi terkini pada daerah reseptif yang telah bebas malaria tetapi masih memungkinkan adanya kasus impor memerlukan informasi untuk menilai kemungkinan kontak manusia-vektor, kecenderungan perilaku eksofagik atau endofagik, preferensi tempat istirahat, serta potensi risiko penularan lokal. Surveilans yang berkesinambungan dapat membantu program eliminasi malaria dalam menentukan intervensi yang lebih tepat, seperti pengendalian vektor berbasis lingkungan, pemantauan habitat perkembangbiakan, serta perlindungan masyarakat pada waktu dan lokasi berisiko<sup>12</sup>. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies dan menggambarkan perilaku nyamuk *Anopheles* di Kabupaten Kulon Progo, khususnya pada wilayah yang masih memiliki potensi reseptivitas malaria.

## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan survei entomologi sewaktu. Survei dilakukan pada 24-25 Agustus 2024 di Dusun Kedungrong, wilayah kerja Puskesmas Samigaluh 1, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi ini dipilih karena berada di kawasan Perbukitan Menoreh yang memiliki karakteristik ekologi berupa wilayah perbukitan, permukiman pedesaan, vegetasi, serta keberadaan kandang ternak di sekitar lingkungan rumah. Selain itu, wilayah tersebut memiliki relevansi epidemiologis karena pada tahun 2022 masih ditemukan penderita malaria, sehingga tetap memerlukan surveilans vektor untuk mendukung kewaspadaan terhadap potensi penularan setempat.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh nyamuk yang ditemukan dan berhasil ditangkap di lokasi penelitian selama periode survei. Sampel penelitian adalah nyamuk *Anopheles* betina yang tertangkap melalui metode penangkapan

umpan orang dan penangkapan nyamuk istirahat. Variabel yang diamati meliputi jenis spesies *Anopheles*, jumlah nyamuk tertangkap, aktivitas menggigit berdasarkan waktu penangkapan, kepadatan nyamuk berdasarkan Man Biting Rate (MBR), serta status paritas nyamuk *Anopheles* betina.

### Penangkapan Nyamuk

Penangkapan nyamuk *Anopheles* dilakukan dengan mengacu pada pedoman pengendalian faktor risiko malaria dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia<sup>4</sup>. Terdapat 2 pos yang dipersiapkan, dengan 2 orang tiap pos yang bertugas sebagai penangkap nyamuk. Metode yang digunakan meliputi penangkapan nyamuk dengan umpan orang di dalam rumah, umpan orang di luar rumah, penangkapan nyamuk yang beristirahat di luar rumah, serta penangkapan nyamuk yang beristirahat di sekitar kandang ternak. Penangkapan dilakukan dari pukul 18.00 – 06.00 menggunakan bantuan alat berupa aspirator, penangkapan menggunakan umpan orang dilakukan selama 40 menit dan dilanjutkan dengan penangkapan nyamuk yang hinggap di dinding dalam maupun luar rumah, serta area sekitar kandang selama 10 menit di setiap jam penangkapan. Pada metode umpan orang, penangkap menangkap nyamuk yang datang mendekat atau hinggap sebelum nyamuk sempat menghisap darah. Penangkapan dilakukan menggunakan aspirator atau tabung penghisap nyamuk. Ujung tabung penghisap diarahkan ke nyamuk, kemudian nyamuk dihisap dan dipindahkan ke dalam paper cup yang telah ditutup dengan kasa. Setiap paper cup diberi label sesuai metode, lokasi pos, dan interval waktu penangkapan, misalnya 18.00–19.00 WIB<sup>4</sup>.

### Identifikasi Spesies Nyamuk

Nyamuk yang telah terkumpul di dalam paper cup dimatikan dengan cara menempelkan kapas yang mengandung kloroform pada bagian atas kasa penutup paper cup. Setelah itu, nyamuk dipisahkan berdasarkan metode penangkapan dan waktu koleksi. Identifikasi spesies dilakukan berdasarkan karakter morfologi menggunakan buku kunci identifikasi *Anopheles* dengan bantuan mikroskop stereo dan jarum seksi. Karakter morfologi yang diamati meliputi ciri pada palpus, sayap, kaki, dan bagian tubuh lain yang digunakan dalam penentuan spesies. Hasil identifikasi dicatat dalam lembar kerja berdasarkan spesies, metode penangkapan, lokasi pos, dan waktu penangkapan. Data jumlah nyamuk yang tertangkap melalui metode umpan orang digunakan untuk menghitung kepadatan gigitan manusia atau Man Biting Rate (MBR). MBR dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{MBR per orang per jam} = \frac{\text{jumlah nyamuk } Anopheles \text{ betina yang tertangkap dengan umpan orang}}{\text{jumlah penangkap}} \times \text{lama penangkapan aktif dalam jam}$$

### Pengukuran Paritas Nyamuk

Pemeriksaan tingkat paritas nyamuk dilakukan dengan membedah ovarium nyamuk betina yang ditangkap dengan umpan orang. Tahapan pemeriksaan ovarium dilakukan sesuai dengan pedoman WHO, tahap pertama yang dilakukan adalah menghilangkan kaki dan sayap nyamuk. Kemudian tubuh nyamuk diletakkan di atas kaca objek dan diberi satu tetes larutan garam (NaCl). Pembedahan dilakukan menggunakan jarum seksi dengan cara menahan bagian toraks, kemudian menarik bagian ujung abdomen secara perlahan hingga ovarium keluar. Ovarium diamati di bawah mikroskop untuk melihat kondisi trakeola. Nyamuk dikategorikan sebagai parous apabila gulungan trakeola pada ovarium

sudah terurai atau tidak lagi melingkar rapat, yang menunjukkan bahwa nyamuk pernah bertelur. Sebaliknya, nyamuk dikategorikan sebagai nulliparous apabila gulungan trakeola masih melingkar rapat, yang menunjukkan bahwa nyamuk belum pernah bertelur. Setiap hasil pembedahan dicatat berdasarkan spesies dan status paritas. Perhitungan frekuensi parous menggunakan rumus berikut<sup>13</sup>.

$$\text{Frekuensi parous} = \frac{\text{Jumlah nyamuk betina yang parous} \times 100}{\text{Jumlah nyamuk betina yang dibedah}}$$

### Metode statistik

Data dianalisis secara deskriptif. Jumlah nyamuk yang tertangkap disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase berdasarkan spesies, metode penangkapan, dan waktu penangkapan. Aktivitas menggigit dan perilaku istirahat nyamuk digambarkan berdasarkan interval waktu penangkapan. Kepadatan nyamuk dihitung menggunakan Man Biting Rate sedangkan status umur relatif nyamuk dianalisis berdasarkan frekuensi parous. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperjelas pola spesies, kepadatan, waktu aktivitas, dan paritas nyamuk *Anopheles* di lokasi penelitian.

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Universitas Ahmad Dahlan. Penggunaan metode umpan orang dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keselamatan penangkap nyamuk karena metode ini berpotensi menimbulkan paparan gigitan nyamuk. Oleh karena itu, pelaksanaan penangkapan dilakukan oleh penangkap yang telah diberi penjelasan mengenai prosedur lapangan, risiko kegiatan, dan tata cara penangkapan. Pengawasan lapangan dilakukan selama proses pengambilan data. Prinsip ini sejalan dengan rekomendasi surveilans entomologi yang menekankan bahwa human landing catch perlu dilaksanakan secara hati-hati, terstandar, dan berada di bawah persetujuan etik karena melibatkan kontak langsung antara manusia dan vektor<sup>14</sup>.

## HASIL

### Spesies *Anopheles* yang tertangkap

Penangkapan nyamuk dilakukan di Dusun Kedungrong, Kalurahan Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Karakteristik lingkungan yang berada di sekitar tempat penelitian masih termasuk ke dalam wilayah dataran rendah dengan dikelilingi oleh perbukitan serta hutan. Selain itu, ditemukan juga sungai yang mengering dan beberapa parit dengan salah satu parit yang memiliki aliran arus air yang cukup deras. Nyamuk yang tertangkap dengan metode umpan orang dan resting luar dan kandang disajikan pada Tabel 1. Pada penangkapan dengan metode Umpan Orang Dalam (UOD) dan Rest Luar (RL) tidak didapatkan nyamuk yang tertangkap sepanjang penangkapan.

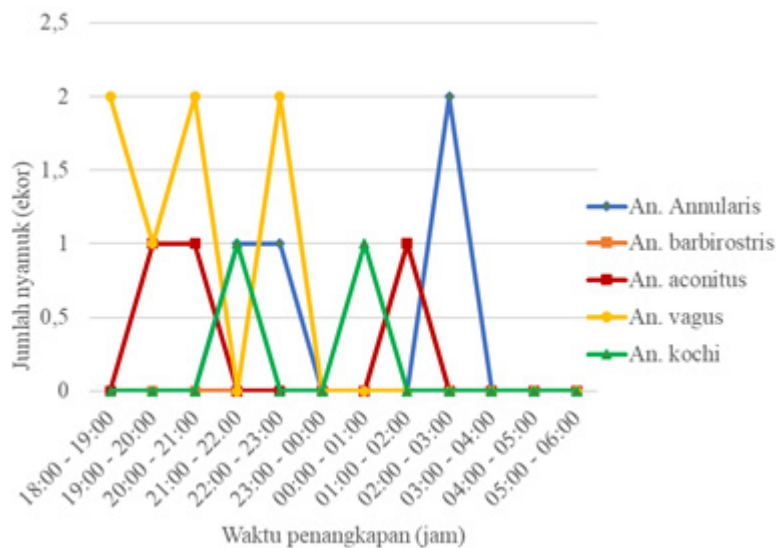
Berdasarkan Tabel 1, jenis spesies *Anopheles* yang tertangkap lebih banyak tertangkap di area sekitar kandang ternak atau kebun sebesar 82,33%. Spesies *Anopheles* terbanyak adalah *An. vagus* sebanyak 765 ekor (72%). Hal ini menunjukkan kecenderungan zoofilik/eksofilik.

**Tabel 1.** Hasil Penangkapan Nyamuk *Anopheles* di Dusun Kedungrong Kabupaten Kulon Progo

Jenis Spesies	Metode Penangkapan							
	Umpan orang luar rumah		Rest luar		Rest kandang/ kebun		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>An. vagus</i>	7	41	139	81	619	71	765	72
<i>An. annularis</i>	4	24	25	15	204	23	233	22
<i>An. aconitus</i>	3	18	5	3	34	4	42	4
<i>An. kochi</i>	2	12	2	1	14	2	18	2
<i>An. barbirostris</i>	1	6	0	0	5	1	6	1
Total (% Total baris)	17	1,60	171	16,07	876	82,33	1064	100

**Aktivitas Nyamuk *Anopheles*.**

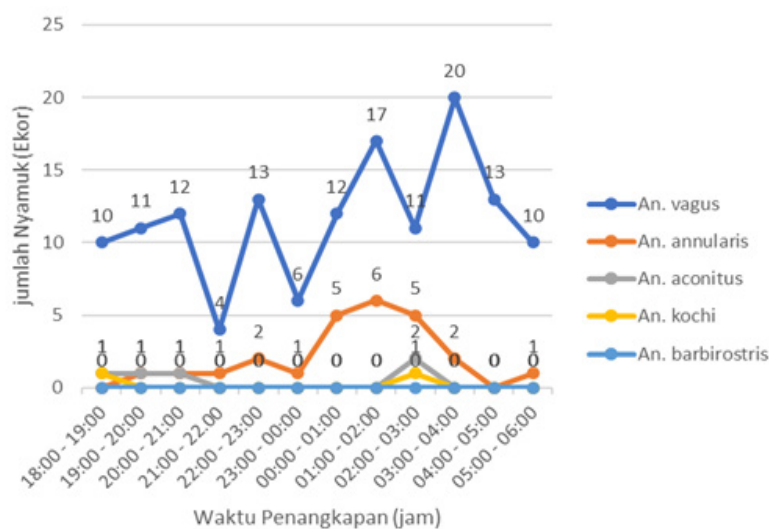
Aktivitas nyamuk *Anopheles* dalam menghisap darah diamati melalui penangkapan nyamuk dengan metode Umpan Orang Dalam rumah (UOD), Umpan Orang Luar rumah (UOL), penangkapan saat istirahat dalam rumah (RD) dan istirahat Luar rumah (RL), serta penangkapan saat istirahat di sekitar kandang. Hasil penangkapan nyamuk dengan metode umpan orang hanya dapat ditemukan melalui metode umpan orang di luar rumah, hal ini menunjukkan kontak antara manusia dengan vektor terjadi diluar rumah. Hasil penangkapan dengan metode umpan orang luar rumah dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



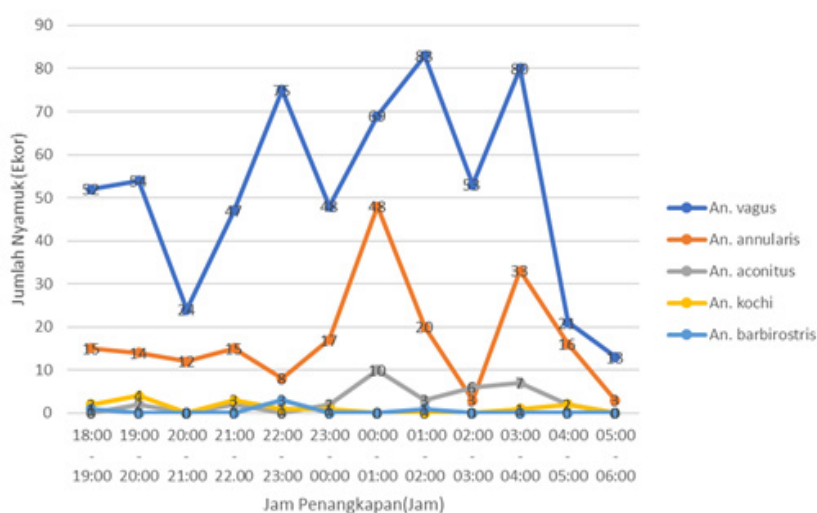
**Gambar 1.** Nyamuk yang tertangkap dengan metode umpan orang luar rumah (UOL)

Berdasarkan Gambar 2 dibawah ini menunjukkan aktivitas nyamuk *Anopheles* menurut perilaku istirahatnya di luar rumah, dapat diketahui spesies *An. vagus* sepanjang malam dapat ditangkap dengan jumlah penangkapan terbanyak pada pukul 03.00-04.00. *An. annularis* mulai aktif dan tertangkap pada pukul 00.00 – 04.00 WIB . Nyamuk *An. aconitus* paling banyak tertangkap pada pukul 02.00 – 03.00 WIB dengan jumlah sebanyak 2 ekor. Sedangkan *An. kochi* hanya tertangkap pada pukul 18.00 – 19.00 WIB dan 02.00 – 03.00 WIB sebanyak 1 ekor. Spesies *An. barbirostris* tidak ditemukan pada saat penangkapan rest luar rumah. Perilaku istirahat dari

nyamuk diluar rumah bervareasi, beberapa menunjukkan mulai meningkat di pukul 01.00 – 02.00 meski An. Vagus tertinggi didapatkan di pukul 03.00 – 04.00.



**Gambar 2.** Nyamuk yang tertangkap resting luar berdasarkan waktu penangkapan



**Gambar 3.** Nyamuk yang tertangkap resting kandang berdasarkan waktu penangkapan.

Berdasarkan penangkapan rest sekitar kandang, *An. vagus* paling banyak tertangkap pada pukul 01–02.00 WIB yaitu sebanyak 83 ekor. Nyamuk *An. annularis* banyak ditangkap pada pukul 00.00 – 01.00 WIB yaitu sebanyak 48 ekor, spesies *An. aconitus* paling banyak ditemukan pukul 01.00 – 02.00 WIB dengan jumlah sebanyak 10 ekor. Pada spesies *An. kochi* ditemukan paling banyak ditemukan pukul 19.00 – 20.00 WIB berjumlah sebanyak 4 ekor, sedangkan *An. barbirostris* banyak ditemukan pukul 22.00 – 23.00 WIB yaitu sebanyak 3 ekor. Berdasarkan gambar 3 menunjukkan aktifitas tertinggi dari beberapa nyamuk meningkat dari pukul 00.00.

### Kepadatan Nyamuk

Hasil kepadatan nyamuk Anopheles berdasarkan perhitungan Man Biting Rate (MBR) didapatkan hasil pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kepadatan nyamuk *Anopheles* berdasarkan perhitungan Man Biting Rate (MBR)

No	Jenis spesies	Jumlah yang tertangkap	MBR
1	<i>An. vagus</i>	7	0,88
2	<i>An. annularis</i>	4	0,5
3.	<i>An. aconitus</i>	3	0,38
4	<i>An. kochi</i>	2	0,25
5	<i>An. barbirostris</i>	1	0,13

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui bahwa nilai MBR yang paling tinggi terdapat pada spesies *An. vagus* yaitu sebesar 0,88 gigitan/orang/jam (Angka MBR  $\geq 0,025$ ), dimana semua spesies yang ditemukan memiliki nilai yang melebihi dari standar baku (0,025) yang telah ditetapkan pada Permenkes No 50 Tahun 2017.

### Tingkat Paritas (Frekuensi Parous) Nyamuk *Anopheles*

**Tabel 3.** Hasil perhitungan frekuensi parous berdasarkan penangkapan umpan orang

Spesies <i>Anopheles</i>	Jumlah nyamuk yang tertangkap	Jumlah nyamuk yang dibedah	Jumlah nyamuk parous	Frekuensi parous (%)
<i>An. annularis</i>	4	2	2	100
<i>An. barbirostris</i>	1	1	1	100
<i>An. aconitus</i>	3	2	2	100
<i>An. vagus</i>	7	7	6	85,71
<i>An. kochi</i>	2	2	1	50
Total	17	14	12	85,71

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa jumlah nyamuk yang parous sebesar 85,71%. Hal ini menunjukkan nyamuk di Dusun Kedungrong, Kalurahan Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo sebagian besar dalam keadaan parous berarti nyamuk sudah pernah menghisap darah dan pernah bertelur. Hal ini menunjukkan potensi usia hidup nyamuk dapat bertahan lebih lama.

### PEMBAHASAN

Survei entomologi di Dusun Kedungrong, Kalurahan Purwoharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo menemukan lima spesies *Anopheles*, yaitu *An. vagus* sebanyak 765 ekor (72%), *An. annularis* sebanyak 233 ekor (22%), *An. aconitus* sebanyak 42 ekor (4%), *An. kochi* sebanyak 18 ekor (2%), dan *An. barbirostris* sebanyak 6 ekor (1%). Komposisi ini menunjukkan bahwa komunitas *Anopheles* di lokasi penelitian didominasi oleh *An. vagus*. Dominasi *An. vagus* dapat dikaitkan dengan kemampuan spesies ini beradaptasi pada berbagai tipe habitat, terutama habitat perairan terbuka atau berarus lambat, seperti saluran irigasi, parit, kubangan, sawah, kolam kecil, dan lingkungan peridomestik yang berdekatan dengan aktivitas manusia maupun ternak. Karakteristik Dusun Kedungrong yang berada di kawasan Perbukitan Menoreh, memiliki vegetasi, parit, aliran air, serta kandang ternak di sekitar permukiman, dapat menyediakan kondisi yang mendukung keberadaan spesies tersebut.

Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya di Kabupaten Kulon Progo yang menunjukkan bahwa wilayah Samigaluh, Kalibawang, dan Pengasih memiliki keragaman spesies *Anopheles*, antara lain *An. vagus*, *An. kochi*, *An. barbirostris*, *An. balabacensis*, *An. maculatus*, *An. aconitus*, dan *An. annularis*<sup>15</sup>. Namun, pada penelitian ini tidak ditemukan *An. balabacensis* dan *An. maculatus*. Penelitian lain dilakukan di Samigaluh spesies yang didapatkan di daerah peternakan kambing didapatkan empat spesies yaitu *An. maculatus*, *An. barbirostris*, *An. annularis*, dan *An. vagus*. Spesies terbanyak *An. Maculatus* 63,16% (16). Tidak adanya beberapa spesies *Anopheles* atau naik turunnya kepadatan populasi *Anopheles* dipengaruhi oleh kondisi fisik lingkungan yang berupa keadaan curah hujan, suhu, kelembapan, kecepatan angin<sup>17</sup>. Sehingga perbedaan hasil pengamatan spesies wajar terjadi, dikarenakan kondisi fisik lingkungan yang berbeda-beda tiap daerah di Kabupaten Kulon Progo. Perbedaan tersebut memperkuat bahwa distribusi *Anopheles* bersifat sangat lokal dan dinamis, sehingga surveilans vektor perlu dilakukan secara berkala dan spesifik lokasi.

Dominasi *An. vagus* juga penting untuk diperhatikan karena spesies ini sering dilaporkan sebagai bagian dari komunitas *Anopheles* di wilayah pedesaan, pertanian, hutan tepi, dan area yang berdekatan dengan ternak di Indonesia maupun Asia Tenggara. Beberapa studi menunjukkan bahwa *An. vagus* dapat berperilaku oportunistik, yaitu dapat memanfaatkan hewan maupun manusia sebagai sumber darah bergantung pada ketersediaan hospes dan kondisi lokal<sup>10</sup>. Berdasarkan hasil penelitian ini *An. vagus* merupakan spesies dominan dan berpotensi berperan dalam risiko penularan.

Sebagian besar nyamuk *Anopheles* pada penelitian ini tertangkap di area sekitar kandang ternak atau kebun, yaitu 876 ekor (82,33%). Pola ini menunjukkan kecenderungan aktivitas istirahat luar rumah dan keterkaitan yang kuat dengan lingkungan peridomestik yang berasosiasi dengan ternak. Temuan tersebut dapat mengindikasikan kecenderungan zoofilik atau perilaku oportunistik, terutama pada *An. vagus* dan *An. annularis*, karena jumlah nyamuk yang tertangkap di sekitar kandang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penangkapan menggunakan umpan orang. Kajian di Indonesia menunjukkan bahwa keberadaan ternak dapat berhubungan secara kompleks dengan risiko malaria karena efeknya bergantung pada spesies vektor, jarak kandang dari rumah, kepadatan nyamuk, serta perilaku manusia<sup>18</sup>. Oleh sebab itu, tingginya jumlah nyamuk di sekitar kandang dalam penelitian ini menunjukkan perlunya perhatian terhadap pengelolaan lingkungan kandang dan habitat perkembangbiakan nyamuk di sekitarnya

Berdasarkan waktu penangkapan, aktivitas *Anopheles* pada penelitian ini terjadi sepanjang malam dengan variasi puncak aktivitas antarspesies. *An. vagus* merupakan spesies dominan dan ditemukan aktif pada berbagai waktu, baik pada penangkapan resting luar maupun resting kandang. Pada resting kandang, *An. vagus* paling banyak tertangkap pada pukul 01.00–02.00 WIB, sedangkan pada resting luar jumlah tertinggi terjadi pada pukul 03.00–04.00 WIB. Pada penangkapan umpan orang luar rumah, *An. vagus* juga menunjukkan aktivitas menggigit manusia pada malam hingga dini hari. Pola aktivitas yang luas ini mendukung karakter *An. vagus* sebagai spesies yang adaptif terhadap variasi mikrohabitat dan waktu aktivitas. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa puncak aktivitas *An. vagus* dapat berbeda antarwilayah, mulai dari awal malam, tengah malam, hingga dini hari<sup>8</sup>.

*An. aconitus*, *An. kochi*, dan *An. barbirostris* ditemukan dalam jumlah lebih rendah dibandingkan *An. vagus* dan *An. annularis*. *An. aconitus* lebih banyak tertangkap pada dini hari, terutama di area kandang dan resting luar rumah,

sedangkan *An. kochi* ditemukan pada awal malam dan menjelang pagi di sekitar kandang. *An. barbirostris* ditemukan dalam jumlah paling sedikit, tetapi tetap tercatat pada area kandang dan melalui penangkapan umpan orang luar rumah. Walaupun jumlah ketiga spesies tersebut relatif rendah, keberadaannya tetap penting dalam surveilans karena beberapa spesies *Anopheles* dapat memiliki peran vektor yang berbeda antarwilayah. Studi mengenai bionomik *Anopheles* di Indonesia menunjukkan bahwa perilaku menggigit, preferensi hospes, dan tempat istirahat dapat bervariasi tidak hanya antarspesies, tetapi juga dalam spesies yang sama pada kondisi ekologi berbeda<sup>19,12</sup>.

*An. vagus* merupakan spesies dengan hasil kepadatan nyamuk tertinggi dibandingkan spesies lainnya berdasarkan hasil perhitungan Man Biting Rate (MBR), dengan hasil MBR *An. vagus* yaitu sebesar 0,88 gigitan/orang/jam. Hasil penelitian di Bogor didapatkan MBR dari *An. Subalbatius* 1,58 dan yang tertinggi nilai MBR nya adalah *Culex quinquefasciatus* 10,6 ekor per orang per malam (20). Berdasarkan Permenkes Nomor 50 Tahun 2017 nilai standar hasil perhitungan kepadatan nyamuk berdasarkan perhitungan Man Biting Rate adalah  $< 0,025(21)$ , maka hasil penelitian di Dusun Kedungrong Kabupaten Kulon Progo mempunyai potensi penularan malaria. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan *An. Maculatus*, *An. Balabacencis* dan *An Vagus* merupakan spesies *Anopheles* yang terkonfirmasi menularkan plasmodium<sup>6</sup>. Dengan tingginya MBR *An vagus* hasil penelitian ini menunjukkan wilayah Dusun Kedungrong berisiko penularan malaria.

Secara konseptual, kepadatan vektor menggambarkan jumlah vektor yang ada pada suatu area tertentu di waktu tertentu. Kepadatan vektor menjadi penting diteliti karena hal ini merujuk pada seringnya vektor berinteraksi dengan manusia sehingga terjadinya potensi risiko penularan malaria<sup>22</sup>. Rumus Man Biting Rate dapat menandakan adanya kemungkinan nyamuk *Anopheles* memiliki kontak dengan manusia secara langsung melalui gigitannya. Artinya, semakin tinggi nilai MBR yang didapatkan dalam satu malam pengamatan maka semakin padat pula populasi nyamuk tersebut, yang dapat berakibat pada kemungkinan seringnya vektor dalam menghisap darah manusia. Kepadatan vektor dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satu hal tersebut adalah faktor lingkungan. Tingkat curah hujan, kedalaman air, suhu air, kelembapan, arus air, ketinggian, adanya vegetasi, adanya predator alami nyamuk, dan kecepatan angin merupakan beberapa faktor yang dapat memengaruhi kepadatan nyamuk *Anopheles*<sup>23</sup>.

Hasil pengukuran paritas nyamuk *Anopheles* didapatkan hasil sebesar 85,71%. Hal ini menunjukkan sebagian besar nyamuk yang ditemukan dalam keadaan parous berarti nyamuk sudah pernah menghisap darah dan pernah bertelur. Seperti penelitian yang di lakukan di Dusun Cuntelan dan Dusun Borang dimana memiliki hasil frekuensi parous masing-masing sebesar 42,8% dan 69,49%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa sebagian besar nyamuk di wilayah tersebut memiliki riwayat bertelur atau sudah pernah menghisap darah sehingga memiliki potensi yang besar sebagai vektor malaria<sup>17</sup>. Pemeriksaan parous nyamuk berkaitan dengan adanya hubungan antara umur nyamuk dengan masa inkubasi dari masing-masing spesies *Plasmodium*, sehingga tujuan pembedahaan ovarium dilakukan untuk mengetahui umur dari nyamuk *Anopheles*. Umur nyamuk *Anopheles* sangat penting untuk diketahui dikarenakan adanya perbedaan dari masing-masing masa inkubasi *Plasmodium* mengingat peran nyamuk *Anopheles* sebagai tempat hidup dan berkembangbiak *Plasmodium* di dalam tubuhnya<sup>23</sup>.

Pengukuran intensitas *Anopheles* dalam menularkan malaria dapat diukur melalui frekuensi parous, tingkat kelangsungan hidup nyamuk harian, frekuensi

dalam menghisap darah manusia, indeks sporozoit, serta laju inokulasi entomologi (EIR)<sup>24</sup>. Frekuensi parous yang tinggi akan meningkatkan penularan malaria melalui perhitungan laju inokulasi entomologi (EIR) per tahun dibarengi dengan manusia yang tidak memiliki perlindungan diri berupa upaya pencegahan penularan malaria<sup>25</sup>. Perubahan frekuensi parous nyamuk akan mencerminkan perubahan populasi dari masing – masing spesies nyamuk karena frekuensi parous dapat menggambarkan bahwa nyamuk betina telah melewati satu siklus gonotrofik selama masa hidupnya<sup>24</sup>. Masa hidup nyamuk *Anopheles* di alam hanya berlangsung sekitar 2-3 minggu, nyamuk yang telah menghisap darah akan segera menyelesaikan siklus gonotrofiknya dalam selang waktu 48 jam, makanan nyamuk *Anopheles* betina berupa darah akan merangsang produksi telur menjadi lebih banyak. Apabila *Anopheles* betina menghisap darah manusia yang infeksi, secara tidak langsung nyamuk akan memperoleh plasmodium di dalam tubuhnya dan kisaran waktu sporozoit dalam tubuh nyamuk yang bisa menginfeksi manusia adalah 6-12 hari setelah melewati fase oosit<sup>26</sup>. Nyamuk dengan riwayat menghisap darah manusia, memiliki kemungkinan untuk menelan sporozoit yang telah ada di tubuh manusia yang terinfeksi, secara tidak langsung umur nyamuk diperlukan untuk berkembangnya *Plasmodium* dengan waktu tertentu di dalam tubuh nyamuk *Anopheles*. Oleh karena itu, semakin tua umur nyamuk *Anopheles* betina maka kemungkinan paparan terhadap *Plasmodium* juga akan semakin tinggi, dibarengi dengan riwayat nyamuk dalam menghisap darah manusia<sup>24</sup>.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Dusun Kedungrong memiliki komunitas *Anopheles* yang beragam, didominasi oleh *An. vagus*, dengan kecenderungan aktivitas luar rumah dan keterkaitan kuat dengan lingkungan kandang ternak. Temuan tersebut penting bagi program eliminasi malaria di Kulon Progo karena wilayah yang telah mencapai status bebas malaria tetap dapat bersifat reseptif apabila masih memiliki populasi *Anopheles*, habitat yang mendukung, dan potensi masuknya kasus impor. Dalam situasi demikian, surveilans entomologi perlu dipertahankan untuk memantau perubahan komposisi spesies, kepadatan, perilaku menggigit, serta potensi penularan lokal.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya pengendalian vektor yang tidak hanya berfokus pada lingkungan dalam rumah, tetapi juga pada area luar rumah, kandang ternak, parit, dan habitat perkembangbiakan potensial di sekitar permukiman. Strategi yang dapat dipertimbangkan meliputi pemantauan berkala populasi *Anopheles*, pengelolaan lingkungan sekitar kandang, perbaikan drainase atau parit yang dapat menjadi tempat perindukan, edukasi masyarakat untuk mengurangi aktivitas berisiko pada malam hari, serta penggunaan perlindungan diri saat beraktivitas di luar rumah. Pendekatan berbasis lingkungan dan surveilans multisitus menjadi penting karena perilaku eksofagik, eksofilik, dan zoofilik dapat mengurangi efektivitas intervensi yang hanya menargetkan nyamuk di dalam rumah<sup>27</sup>.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, survei dilakukan secara sewaktu sehingga belum dapat menggambarkan variasi musiman populasi *Anopheles*. Kedua, cakupan lokasi terbatas pada satu dusun sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi untuk seluruh wilayah Kecamatan Samigaluh atau Kabupaten Kulon Progo. Ketiga, jumlah nyamuk yang tertangkap melalui umpan orang relatif kecil untuk beberapa spesies, sehingga interpretasi MBR dan paritas pada spesies dengan jumlah sampel rendah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Keempat, penelitian ini belum melakukan pemeriksaan sporozoit,

deteksi *Plasmodium*, maupun analisis sumber darah, sehingga status vektor dan preferensi hospes belum dapat dipastikan secara langsung. Meskipun demikian, hasil penelitian ini memberikan dasar penting bagi surveilans vektor berkelanjutan di wilayah reseptif malaria, terutama untuk mendukung kewaspadaan terhadap kemungkinan penularan lokal setelah adanya kasus impor.

## KESIMPULAN

Survei entomologi di Kecamatan Samigaluh menemukan lima spesies *Anopheles*, yaitu *An. vagus* 765 ekor (72%), *An. annularis* 233 ekor (22%), *An. aconitus* 42 ekor (4%), *An. kochi* 18 ekor (2%), dan *An. barbirostris* 6 ekor (1%). *Anopheles vagus* merupakan spesies dominan, terutama ditemukan di sekitar kandang ternak/kebun. Aktivitas menggigit manusia hanya ditemukan di luar rumah, sedangkan nilai MBR dan frekuensi parous sebesar 85,71% menunjukkan adanya potensi kontak manusia-vektor dan populasi nyamuk yang telah pernah menghisap darah serta bertelur.

Temuan ini menunjukkan bahwa wilayah Samigaluh masih memiliki reseptivitas terhadap malaria, meskipun status vektor dari *Anopheles* yang ditemukan belum dipastikan karena belum dilakukan pemeriksaan *Plasmodium* pada nyamuk. Oleh karena itu, diperlukan surveilans vektor secara berkala, pengelolaan lingkungan sekitar kandang ternak dan parit/genangan, serta edukasi perlindungan diri saat beraktivitas di luar rumah pada malam hari untuk mendukung program eliminasi malaria di Kabupaten Kulon Progo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo yang telah bersedia dalam membantu proses penelitian. Tim P2P Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo dan Puskesmas yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

## KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis pada artikel ini berperan sebagai kontributor utama (*equal contributor*). Kontribusi masing-masing penulis dapat dilihat sebagai berikut :

Peran	Kontributor
Konsep	: SPH; FDA
Pengambilan data	: SPH
Kurasi Data	: SPH; FDA; AS
Supervisi	: FDA; AS
Analisis Data	: SPH
Menulis dan membuat draft	: SPH; FDA

## DAFTAR RUJUKAN

1. Zekar L, Sharman T. StatPearls [Internet]. 2023 [cited 2025 May 21]. Plasmodium falciparum Malaria. Available from: [https://www.ncbi-nlm-nih-gov.translate.google/books/NBK555962/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://www.ncbi-nlm-nih-gov.translate.google/books/NBK555962/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc)
2. WHO. World Malaria Report 2021. World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2021.
3. Kementerian Kesehatan RI. Profil Kesehatan Indonesia 2023 [Internet]. Farida Sibuea, Boga Hardhana, editors. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2024. 100 p. Available from: <https://kemkes.go.id/id/profil-kesehatan-indonesia-2023>

4. Kemenkes.RI. Petunjuk teknis Pengendalian Faktor risiko Malaria [Internet]. Jakarta: Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular, Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kementerian; 2022. 1–115 p. Available from: [https://malaria.kemkes.go.id/sites/default/files/2023-11/Petunjuk Teknis Pengendalian Faktor Risiko Malaria 2022\\_0.pdf](https://malaria.kemkes.go.id/sites/default/files/2023-11/Petunjuk_Teknis_Pengendalian_Faktor_Risiko_Malaria_2022_0.pdf)
5. Ahmad RA, Nelli L, Surendra H, Arisanti RR, Lesmanawati DAS, Byrne I, et al. A framework for evaluating health system surveillance sensitivity to support public health decision-making for malaria elimination: a case study from Indonesia. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2022 Dec 15;22(1):619. Available from: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-022-07581-2>
6. Suryaningtyas, Hapsari N, Margarethy I, Salim M. Analisis Data Spasial Malaria Di Kabupaten Kulon Progo Tahun 2017. *Spirakel*. 2020;11(2):63–71.
7. Widjajanti W, Kinansi R. Identifikasi *Anopheles Spp.* sebagai Tersangka Vektor Malaria di Kabupaten Purworejo Tahun 2015. *Media Penelit dan Pengemb Kesehatan*. 2020 Jan 15;29.
8. Aida PN, Astuti FD, Azka A. Keanekaragaman Spesies dan Bionomik *Anopheles spp.* pada Daerah Endemis Malaria di Indonesia. *ASPIRATOR - J Vector-Borne Dis Stud*. 2023;14(2):89–104.
9. Ahmad RA, Ferdiana A, Surendra H, Sy TR, Herbiyanto D, Rahayujati TB, et al. A participatory approach to address within-country cross-border malaria: the case of Menoreh Hills in Java, Indonesia. *Malar J* [Internet]. 2021 Dec 6;20(1):137. Available from: <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-021-03673-7>
10. Hitipeuw D, Nuranindita R, Martini M, Han JH, Jun H, Jeon BY, et al. Genetic diversity and phylogeographic structure of *Anopheles kochi*, *Anopheles maculatus*, and *Anopheles vagus*: ITS2-based analysis of highland transboundary populations in the Menoreh Hills, Java, Indonesia. *Parasites, Hosts Dis* [Internet]. 2025;63(3):228–42. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105015018678&doi=10.3347%2FPHD.25026&partnerID=40&md5=7af327542e172de6faf5d773204666f9>
11. Garjito TA, Widiastuti U, Mujiyono M, Prihatin MT, Widiarti W, Setyaningsih R, et al. Genetic homogeneity of *Anopheles maculatus* in Indonesia and origin of a novel species present in Central Java. *Parasit Vectors* [Internet]. 2019 Dec 15;12(1):351. Available from: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-019-3598-1>
12. Nurwidayati A, Purwanto H, Garjito TA, Astuti RRUNW. The Biodiversity of *Anopheles* and Malaria Vector Control in Indonesia: A Review. In: *BIO Web of Conferences* [Internet]. 2024. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85191227354&doi=10.1051%2Fbioconf%2F202410104004&partnerID=40&md5=d30f95c819e3bcf78045445e7666d20a>
13. Pretorius E, Kristan M, Bradley J, da Silva ET, Hutchins H, Barri F, et al. Validation of a method for the dry preservation and rehydration of *Anopheles gambiae* sensu lato for parity analysis to assess the impact of vector control measures in the field. *Parasites and Vectors* [Internet]. 2023;16(1):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05866-2>
14. Abong'o B, Gimnig JE, Longman B, Odongo T, Wekesa C, Webwile A, et al. Comparison of four outdoor mosquito trapping methods as potential replacements for human landing catches in western Kenya. *Parasit Vectors* [Internet]. 2021 Dec 12;14(1):320. Available from: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-021-04794-3>
15. Wathon S, Senjarini K, Masruroh B, Oktarianti R, Rehmann H. Relative Frequency (Composition) of *Anopheles* sp. Mosquitoes as Malaria Vectors in Kulon Progo District Special Region of Yogyakarta. *J Ris Biol dan Apl*. 2024;6(1):20–33.

16. Nugraheni YR, Awaludin A, Primatika RA, Kartiko BP, Dewi DA, Ariyadi B, et al. Molecular identification of *anopheline* mosquitoes in goat farms of Menoreh Highland, Kulon Progo, Yogyakarta. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* [Internet]. 2025 Jun 1 [cited 2025 Jul 16];61:101268. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405939025000760?via%3Dihub>
17. Mazarire TT, Lobb L, Newete SW, Munhenga G. The Impact of Climatic Factors on Temporal Mosquito Distribution and Population Dynamics in an Area Targeted for Sterile Insect Technique Pilot Trials. *Int J Environ Res Public Health*. 2024;21(5).
18. Hasyim H, Dhimal M, Bauer J, Montag D, Groneberg DA, Kuch U, et al. Does livestock protect from malaria or facilitate malaria prevalence? A cross-sectional study in endemic rural areas of Indonesia. *Malar J* [Internet]. 2018 Dec 20;17(1):302. Available from: <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-018-2447-6>
19. Mahdalena V, Wurisastuti T. Gambaran Distribusi Spesies *Anopheles* dan Perannya Sebagai Vektor Malaria Di Provinsi Nusa Tenggara Timur, Papua dan Papua Barat. *Spirakel*. 2021;12(1):46–59.
20. Novianto D, Hadi UK, Soviana S, Supriyono S, Rosmanah L, Darusman HS. Diversity of mosquito species and potential arbovirus transmission in long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) breeding facilities. *Vet World*. 2022;15(8):1961–8.
21. Menkes RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Untuk Vektor Dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya. Jakarta; 2017.
22. Aqib MI Al, Ngadino, Rokhmalia F, Marlik, Wardoyo S. Studi Keanekaragaman dan Kepadatan *Anopheles sp.* di Desa Winong, Kecamatan Gemarang kabupaten Madiun Tahun 2023. *J Hig Sanitasi*. 2024;4(1):1–5.
23. Hastuty HSB, Herman TC, Pabarri I, Randa HB, Bisim YS. Distribusi Spasial Larva, Kepadatan *Anopheles Sp* Dan Kasus Malaria Di Kampung Kiren Distrik Bonggo Kabupaten Sarmi. *J Kesehat Lingkungan*. 2021;18(2):71–80.
24. Adugna T, Getu E, Yewhelew D. Parous rate and longevity of *anophelines* mosquitoes in bure district, northwestern Ethiopia. *PLoS One*. 2022;17(2 February):1–12.
25. Koffi AA, Camara S, Ahoua Alou LP, Oumbouke WA, Wolie RZ, Tia IZ, et al. *Anopheles* vector distribution and malaria transmission dynamics in Gbêkê region, central Côte d'Ivoire. *Malar J*. 2023;22(1):1–12.
26. Shaw WR, Marcenac P, Catteruccia F. Plasmodium development in *Anopheles*: a tale of shared resources. *Trends Parasitol*. 2022;38(2):124–35.
27. Zhu L, Müller GC, Marshall JM, Arheart KL, Qualls WA, Hlaing WM, et al. Is outdoor vector control needed for malaria elimination? An individual-based modelling study. *Malar J* [Internet]. 2017 Dec 3;16(1):266. Available from: <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-017-1920-y>