

Keanekaragaman Spesies dan Bionomik *Anopheles* spp. pada Daerah Endemis Malaria di Indonesia

Species Diversity and Bionomics of Anopheles spp. in Malaria Endemic Areas in Indonesia

Putri Noor Aida¹, Fardhiasih Dwi Astuti^{1*}, Arlina Azka²

¹ Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Prof. Dr. Soepomo Janturan, Yogyakarta, 55164, Indonesia

² Program Sarjana Terapan Promosi Kesehatan, Politeknik Kesehatan Ummi Khasanah, Jalan Pemuda Gandekan, Bantul, 55711, Indonesia

Kutipan: Aida PN, Astuti FD, Azka A., Keanekaragaman Spesies dan Bionomik *Anopheles* spp. pada Daerah Endemis Malaria di Indonesia. ASP. Desember 2022; 14(2): 89–104

Editor: Tri Wahono

Diterima: 23 Mei 2022

Revisi: 27 Oktober 2022

Layak Terbit: 30 November 2022

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



Hak Cipta: © 2022 oleh penulis. Pemegang lisensi Loka Litbangkes Pangandaran, Indonesia. Artikel ini adalah artikel dengan akses terbuka yang didistribusikan dengan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution Share-Alike (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)

*Korespondensi Penulis

Email: fardhiasih.dwiastuti@ikm.uad.ac.id

Abstract. Indonesia has many malaria-endemic areas with different climatic and geographical conditions with various species and behavior of *Anopheles*. A systematic study of the characteristics of *Anopheles* spread in various endemic areas in Indonesia needs to be carried out to obtain comprehensive information to assist in formulating malaria vector control interventions. This study aims to determine the species diversity and bionomics of *Anopheles* spp in malaria-endemic areas in Indonesia. This research used a qualitative systematic review design with PRISMA guidelines. Articles searched in Google Scholar, PubMed, and Portal Garuda. The inclusion criteria were full-text in English or Bahasa, published from June 2011 to June 2020, using an observational study design, and containing topics on species diversity and bionomics of *Anopheles*. A total of 28 articles from various malaria-endemic areas in Indonesia were included in the qualitative synthesis. *Anopheles* in Indonesia found as many as 36 species in habitats, including swamps, rice fields, rivers, and ponds. *Anopheles* were anthropophilic, and some were zoophilic, especially in areas with livestock. *Anopheles* were exophagic and partially endophagic, with peak biting activity varying from 18.00–06.00. Their resting behavior is mostly exophilic and commonly found on the exterior walls of houses and cattle areas. Habitat characteristics of *Anopheles* have a temperature between 20–38 °C, humidity 52–96%, water pH 4,7–9,1, and salinity 0–53‰. *Anopheles* spp distributed in Indonesia is diverse. Their distribution and behavior vary depending on the environmental conditions of their habitat.

Keywords: Species diversity, bionomics, *Anopheles* spp.

Abstrak. Indonesia memiliki banyak daerah endemis malaria yang kondisi iklim dan geografisnya berbeda dengan beragam spesies dan perilaku *Anopheles*. Sebuah kajian sistematis tentang karakteristik *Anopheles* yang tersebar di berbagai wilayah endemis di Indonesia perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi yang komprehensif sehingga membantu dalam menyusun intervensi pengendalian vektor malaria. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies dan bionomik *Anopheles* spp. pada daerah endemis malaria di Indonesia. Desain penelitian menggunakan *qualitative systematic review* dengan pedoman PRISMA. Pencarian artikel dilakukan di *database* Google Scholar, PubMed, dan Portal Garuda. Kriteria inklusi meliputi artikel *full-text* berbahasa Inggris atau Indonesia yang diterbitkan dari Juni 2011 hingga Juni 2020, desain studi observasional, dan memuat topik keanekaragaman spesies dan bionomik *Anopheles*. Sebanyak 28 artikel dari berbagai daerah endemis malaria di Indonesia diikutsertakan dalam sintesis kualitatif. *Anopheles* di Indonesia ditemukan sebanyak 36 spesies yang berada di habitat rawa, sawah, sungai, dan kolam. *Anopheles* spp. bersifat antropofilik dan ada yang bersifat zoofilik terutama pada daerah yang terdapat ternak di lingkungan sekitarnya. Sebagian *Anopheles* spp memiliki sifat eksofagik dan sebagian endofagik dengan puncak aktivitas menggigit bervariasi dari pukul 18.00–06.00. Perilaku istirahatnya sebagian besar eksofilik dan banyak ditemukan di dinding luar rumah dan area kandang ternak. Karakteristik habitat *Anopheles* yaitu memiliki suhu antara 20–38 °C, kelembapan 52–96%, pH air 4,7–9,1, dan kadar garam 0–53‰. *Anopheles* spp yang tersebar di Indonesia beranekaragam. Sebaran dan perilakunya bervariasi tergantung kondisi lingkungan habitatnya.

Kata Kunci: keanekaragaman spesies, bionomik, *Anopheles* spp.

PENDAHULUAN

Penyakit malaria masih menjadi endemi di banyak negara di dunia dengan angka kesakitan dan kematian yang tinggi. Secara global, angka kesakitan malaria meningkat dari 56 kasus per 1000 populasi berisiko pada tahun 2019 menjadi 59 kasus per 1000 populasi berisiko pada tahun 2020. Angka kematian akibat malaria juga mengalami peningkatan dari 13 kematian per 100.000 populasi berisiko pada tahun 2019 menjadi 15 kematian per 100.000 populasi berisiko pada tahun 2020. Sebanyak 85 negara di dunia merupakan negara endemis malaria, termasuk Indonesia.¹

Di Indonesia, terdapat 29% kabupaten/kota berstatus endemis rendah, 4% endemis sedang, dan 5% endemis tinggi pada tahun 2020.² Potensi penularan malaria sangat bergantung pada kondisi ekologi. Kondisi ekologi juga menentukan sebaran dan dominasi spesies *Anopheles* sebagai vektor malaria di suatu wilayah.^{3,4} Pengendalian vektor nyamuk yang merupakan salah satu kegiatan pada program pencegahan dan pengendalian penyakit malaria dapat diimplementasikan dengan baik jika spesies dan karakteristik nyamuk berhasil diidentifikasi.⁵

Beragam spesies nyamuk *Anopheles* ditemukan di berbagai wilayah di Indonesia. Survei yang dilakukan di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi menunjukkan bahwa spesies yang dominan di wilayah tersebut adalah *An. sudaicus* dan preferensi menggigitnya bersifat eksofagik.⁶ Spesies *Anopheles* yang ditemukan di sembilan kabupaten di Provinsi Sumatra Selatan (Kota Lubuklinggau, Mura, Muratara, Ogan Komering Ulu (OKU), OKU Selatan, OKU Timur, Muba, Muara Enim dan Lahat) adalah *An. vagus*, *An. barbirostris*, *An. tessellatus*, *An. subpictus*, *An. nigerrimus*, *An. kochi*, *An. umbrosus*, *An. barbumrosus* dan *An. maculatus*.⁷ Adapun spesies *Anopheles* yang ditemukan di wilayah Jatirejo Purworejo adalah *An. maculatus*, *An. subpictus*, dan *An. aconitus*.⁸

Keragaman, variasi, dominasi dan kelimpahan relatif spesies *Anopheles* disebabkan oleh kombinasi faktor ekologi dan iklim yang mendukung perkembangan larva pada spesies tertentu.^{9,10} Perbedaan kondisi lingkungan juga menyebabkan perbedaan perilaku nyamuk dalam aktivitas umum dan pencarian inang.¹¹ Nyamuk *Anopheles* memiliki kecenderungan mengisap darah manusia (antropofilik) atau hewan (zoofilik) dengan aktivitas menggigit dan beristirahat di dalam atau di luar rumah.^{12,13} *Anopheles* dapat ditemukan tempat-tempat seperti parit, rawa, kolam dan memilih jenis air tertentu (air tawar atau air payau) untuk berkembangbiak.^{14–16}

Sejumlah penelitian primer berhasil mengidentifikasi spesies dan bionomik *Anopheles* namun hanya terbatas di wilayah desa, kecamatan, kabupaten atau kota. Sebuah penelitian yang bersifat komprehensif diperlukan untuk mengidentifikasi bahwa perbedaan kondisi ekologi suatu wilayah menyebabkan variasi spesies dan kebiasaan atau perilaku nyamuk dalam berkembangbiak, mencari makan atau mengisap darah, serta beristirahat. Informasi ini akan bermanfaat dalam menyusun intervensi program pengendalian malaria yang tepat. *Systematic review* atau kajian sistematis dilakukan untuk menghasilkan temuan yang reliabel untuk menjawab pertanyaan penelitian. Kajian sistematis dengan pendekatan kualitatif mampu mengeksplorasi sebuah fenomena dalam hal ini yaitu adanya variasi spesies *Anopheles* yang ada di Indonesia serta bionomiknya.¹⁷ Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keanekaragaman spesies dan bionomik *Anopheles* spp. pada daerah endemis malaria di Indonesia.

METODE

Penelitian ini merupakan *qualitative systematic review* menggunakan pedoman PRISMA *flow diagram*.¹⁸ Proses penelitian dilakukan dengan melakukan pencarian, seleksi, dan sintesis hasil dari penelitian primer yang dipublikasikan dari bulan Juni 2011 hingga Juni 2020. Masalah penelitian dirumuskan dalam PICO (*Population, Phenomena of Interest, dan Context*)¹⁹. Populasi dalam penelitian ini adalah *Anopheles* spp. *Phenomena of interest* yang dieksplorasi adalah keanekaragaman spesies dan bionomik nyamuk *Anopheles*. Konteksnya yaitu spesies ditemukan pada daerah endemis malaria di Indonesia.

Strategi Pencarian Artikel

Pencarian artikel dilakukan pada tiga *database* yaitu Google Scholar, PubMed, dan Portal Garuda menggunakan kata kunci berbahasa Indonesia dan berbahasa Inggris. Pencarian artikel dengan susunan kata kunci dalam bahasa Indonesia yaitu "*Anopheles sp*" AND (bionomik OR "tempat perkembangbiakan" OR "perilaku mengisap darah" OR "perilaku istirahat" OR "faktor ekologi") AND "endemis malaria" AND Indonesia didapatkan hasil sebanyak 245 artikel. Pencarian artikel dengan kata kunci berbahasa Inggris yaitu "*Anopheles sp*" AND (bionomic OR "breeding place" OR "feeding habit" OR "resting habit" OR "ecology factor") AND "endemic malaria" AND Indonesia didapatkan hasil sebanyak 347 artikel. Artikel yang didapatkan kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi yang digunakan untuk menyeleksi artikel penelitian primer yaitu artikel *full-text* berbahasa Inggris atau Indonesia yang diterbitkan pada kurun waktu Juni 2011 hingga Juni 2020, menggunakan desain studi observasional, memuat topik mengenai keanekaragaman spesies, perilaku bionomik, dan/atau faktor ekologi nyamuk *Anopheles*, dan lokasi penelitian di daerah endemis malaria di Indonesia. Adapun kriteria eksklusinya yaitu artikel yang pelaksanaan penelitiannya tidak dalam kurun waktu 10 tahun terakhir meskipun diterbitkan dalam 10 tahun terakhir.

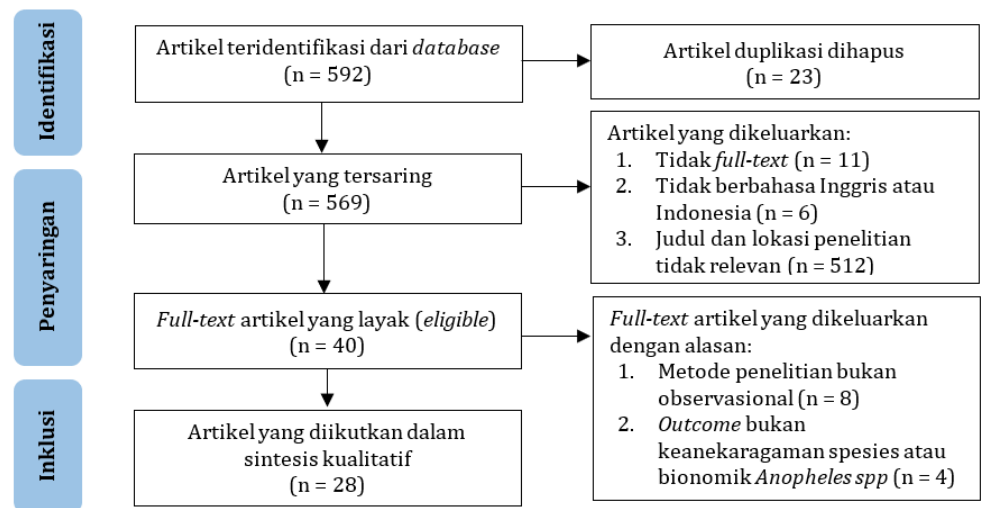
Pemilihan dan Penilaian Kualitas Artikel

Artikel yang telah memenuhi syarat berdasarkan seleksi dengan kriteria inklusi dan eksklusi kemudian dinilai kualitasnya menggunakan Joanna Briggs Institute *critical appraisal tools* untuk desain studi deskriptif²⁰ dan analitik *cross-sectional*²¹ yang telah dimodifikasi sesuai tema penelitian ini dengan 10 item pertanyaan yang terdiri dari 6 kategori penilaian yaitu desain penelitian, sampel penelitian, faktor perancu, *outcome* penelitian, analisis data, dan ada/tidaknya konflik kepentingan pada penelitian tersebut. Artikel yang memenuhi kriteria (skor minimal 6) diikutsertakan dalam sintesis kualitatif.

HASIL

Hasil Pencarian Artikel

Pencarian artikel dengan kata kunci berbahasa Indonesia pada *database* Portal Garuda didapatkan hasil sebanyak 5 artikel. Pada *database* Google Scholar, berdasarkan kata kunci berbahasa Indonesia diperoleh 240 artikel dan kata kunci berbahasa Inggris diperoleh 333 artikel. Pada *database* PubMed, pencarian artikel menggunakan kata kunci berbahasa Inggris dan didapatkan sebanyak 14 artikel. Total artikel yang didapatkan yaitu 592 artikel. Setelah dilakukan skrining duplikasi, seleksi, dan penilaian kualitas penelitian, diperoleh hasil akhir sebanyak 28 artikel yang diikutsertakan dalam penelitian ini (Gambar 1).



Gambar 1. PRISMA flow diagram

Gambaran Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian dari 28 artikel tersebut telah mewakili seluruh pulau/kepulauan yang ada di Indonesia. Sebanyak 5 artikel berasal dari wilayah Pulau Sumatera (Provinsi Aceh, Sumatera Selatan, Lampung, dan Jambi), 7 artikel dari Pulau Jawa (Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur), 5 artikel dari wilayah Kepulauan Nusa Tenggara (Provinsi Nusa Tenggara Timur), 3 artikel dari Pulau Kalimantan (Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Barat), 2 artikel dari Pulau Sulawesi (Provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan), 2 artikel dari Kepulauan Maluku (Provinsi Maluku dan Maluku Utara), 2 artikel dari Papua, dan terdapat 2 artikel yang bersumber lebih dari satu provinsi (meliputi berbagai wilayah penelitian).

Keanekaragaman Spesies *Anopheles* di Indonesia

Hasil ekstraksi data dari artikel-artikel di atas menunjukkan bahwa terdapat 36 spesies *Anopheles* yang tersebar di berbagai daerah endemis malaria di Indonesia. Sumatera menjadi pulau dengan keanekaragaman spesies *Anopheles* terbanyak (21 spesies); kemudian Pulau Jawa dan Sulawesi dengan jumlah yang sama (13 spesies); Kalimantan (11 spesies); Kepulauan Nusa Tenggara dan Maluku (10 spesies); dan terakhir Papua (9 spesies). Spesies *An. barbirostris*, *An. tessellatus*, dan *An. vagus* ditemukan hampir di seluruh pulau/kepulauan di Indonesia. Beberapa spesies hanya dapat ditemukan di daerah tertentu meliputi *An. campestris*, *An. letifer*, *An. minimus*, *An. phillipinensis*, dan *An. separatus* yang hanya dapat ditemukan di wilayah Sumatera; *An. brancrofti*, *An. hinesorum*, *An. longirostris*, dan *An. meraukensis* hanya dapat ditemukan di Papua; *An. limosus*, *An. ludlowae*, dan *An. sulawesi* hanya dapat ditemukan di wilayah Sulawesi (Tabel 1).

Bionomik *Anopheles* spp.

Hasil *review* menunjukkan bahwa tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp meliputi rawa, sawah, sungai, kolam air, selokan, danau, sumur, kubangan lumpur, serta genangan-genangan air seperti sungai yang sedikit airnya dan kontainer air pada tambang emas. Berdasarkan habitat perkembangbiakan spesies *Anopheles* yang ditemukan di habitat tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan beberapa *Anopheles* dapat berkembang biak di berbagai tempat seperti *An. vagus*, *An. subpictus*, dan *An. barbirostris*. Sebagian besar *Anopheles* menempati tempat berkembang biak di air yang tergenang, namun ada yang menyukai air yang mengalir seperti *An. sundaicus*.

Tabel 1. Distribusi *Anopheles* spp. Berdasarkan Pulau/Kepulauan di Indonesia

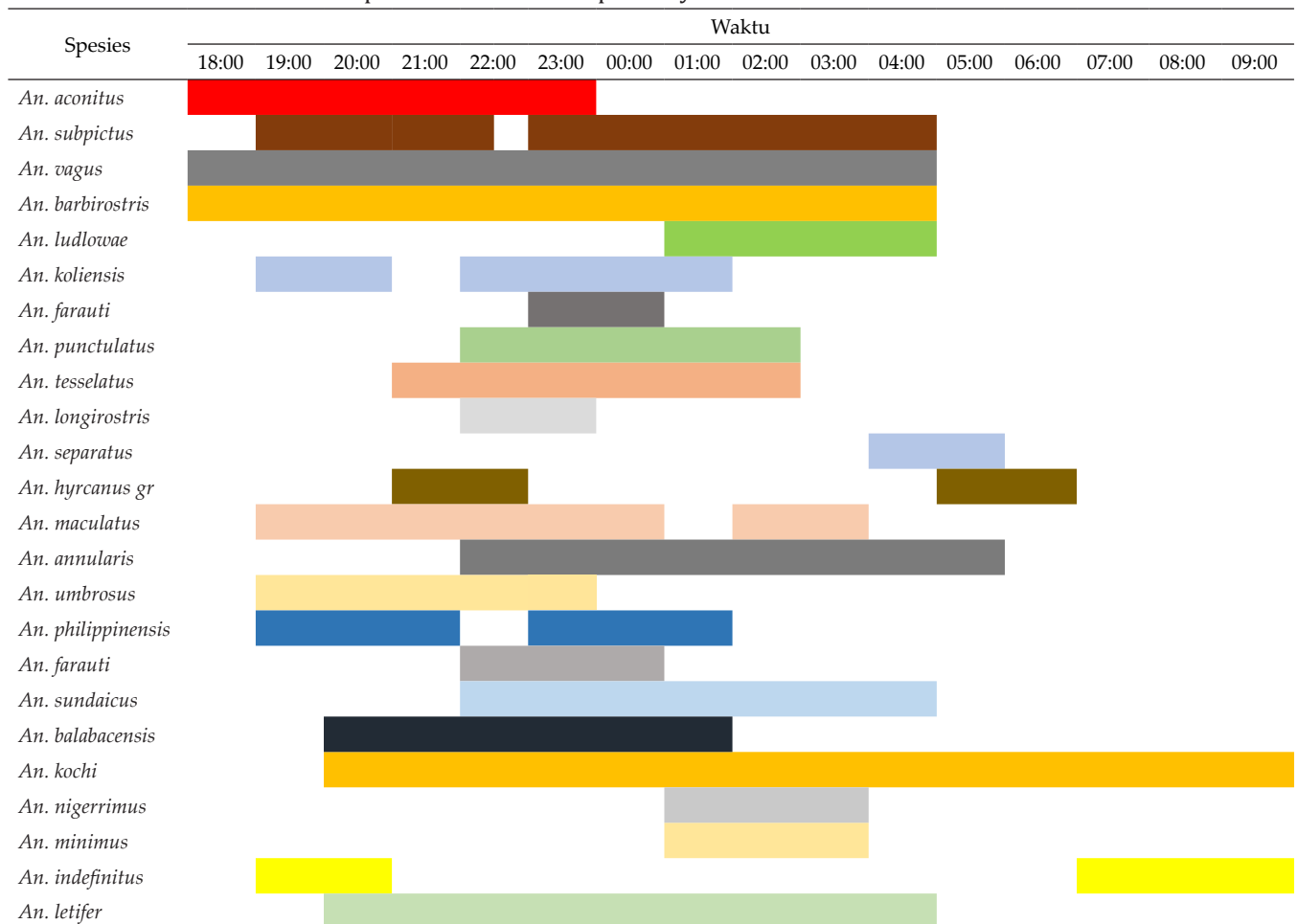
Pulau/ Kepulauan	<i>An. aconitus</i>	<i>An. annularis</i>	<i>An. balaacensis</i>	<i>An. barbistristis</i>	<i>An. barbuumbrosus</i>	<i>An. bancrofti</i>	<i>An. campestris</i>	<i>An. farauti</i>	<i>An. flavirostris</i>	<i>An. hinesorum</i>	<i>An. hyrcanus gr</i>	<i>An. indefinitus</i>	<i>An. kochi</i>	<i>An. koliensis</i>	<i>An. letifer</i>	<i>An. leucosphyrus</i>	<i>An. limosus</i>	<i>An. longirostris</i>	<i>An. ludlowae</i>	<i>An. ludlowae torakala</i>	<i>An. maculatus</i>	<i>An. meraukensis</i>	<i>An. minimus</i>	<i>An. nigerrimus</i>	<i>An. peditaeniatus</i>	<i>An. philippinensis</i>	<i>An. punctulatus</i>	<i>An. separatus</i>	<i>An. sinensis</i>	<i>An. subpictus</i>	<i>An. sulaeasi</i>	<i>An. sundanicus</i>	<i>An. tessellatus</i>	<i>An. umbrerosus</i>	<i>An. vagus</i>	<i>An. vagus var limosus</i>
Sumatera	>			>	>		>					>	>		>																					
Jawa	>	>	>	>								>	>		>	>																				
Nusa Tenggara	>	>		>								>																								
Kalimantan	>		>	>					>				>			>																				
Sulawesi				>	>				>			>	>				>																			
Maluku				>	>							>	>	>																						
Papua		>				>		>						>												>										

Tabel 2. Distribusi Spesies Anopheles Berdasarkan Habitat

No	Habitat	Spesies <i>Anopheles</i>
1	Rawa	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus</i> , <i>An. vagus var limosus</i> , <i>An. aconitus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. annularis</i> , <i>An. tessellatus</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. barbumbrosus</i> , <i>An. philippinensis</i> , <i>An. letifer</i> , dan <i>An. nigerrimus</i>
2	Sawah	<i>An. vagus</i> , <i>An. aconitus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. balabacensis</i> , <i>An. annularis</i> , <i>An. nigerrimus</i> , <i>An. letifer</i> , <i>An. barbumbrosus</i> , <i>An. tessellatus</i> , <i>An. umbrosus</i> , dan <i>An. hycarnus</i>
3	Kolam air	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus</i> , <i>An. aconitus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. indefinitus</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. barbumbrosus</i> , <i>An. letifer</i> , <i>An. umbrosus</i> , <i>An. tessellatus</i> , dan <i>An. hycarnus</i>
4	Sungai	<i>An. vagus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. annularis</i> , <i>An. tessellatus</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. indefinitus</i> , <i>An. nigerrimus</i> , <i>An. letifer</i> , dan <i>An. barbumbrosus</i>
5	Genangan air	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. tessellatus</i> , <i>An. farauti</i> , dan <i>An. barbumbrosus</i>
6	Selokan	<i>An. vagus</i> , <i>An. aconitus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. tessellatus</i> , dan <i>An. sundaicus</i>
7	Kolam tak terpakai	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. sundaicus</i> , dan <i>An. indefinitus</i>
8	Kubangan lumpur (kerbau)	<i>An. vagus</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. koliensis</i> , <i>An. punctulatus</i> , <i>An. tessellatus</i> , dan <i>An. longirostris</i>
9	Kobakan air	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus var limosus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. balabacensis</i> , dan <i>An. ludlowae</i>
10	Tapak kaki hewan/ roda ban	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus</i> , <i>An. barbirostris</i> , <i>An. kochi</i> , <i>An. farauti</i> , dan <i>An. tessellatus</i>
11	Sungai dengan sedikit air	<i>An. vagus</i> , <i>An. aconitus</i> , <i>An. barbirostris</i> , dan <i>An. maculatus</i>
12	Aliran air	<i>An. sundaicus</i>
13	Danau	<i>An. subpictus</i> , <i>An. vagus</i> , dan <i>An. barbirostris</i>
14	Tempat penampungan air bekas pencucian emas	<i>An. Maculatus</i> dan <i>An. leucosphyrus</i>
15	Muara	<i>An. vagus</i> , <i>An. aconitus</i> , dan <i>An. sundaicus</i>
16	Mata air	<i>An. maculatus</i>
17	Pantai	<i>An. subpictus</i>
18	Sumur	<i>An. separatus</i>

Sebagian *Anopheles* spp. mengisap darah manusia (antropofilik) dan ada yang ditemukan mengisap darah hewan (zoofilik) terutama pada daerah yang terdapat ternak di lingkungan sekitarnya. *Anopheles* spp. di Indonesia ditemukan memiliki kecenderungan untuk mencari makan di luar rumah (eksofagik) meskipun beberapa spesies ditemukan mencari makan di dalam rumah (endofagik) dan cenderung lebih aktif pada malam hari (*nocturnal*). Aktivitas nyamuk *Anopheles* dimulai pada pukul 18.00–06.00 (Tabel 3).

Tiap spesies mempunyai perilaku mengisap darah yang bervariasi. *An. aconitus* memiliki kebiasaan mengisap darah dari pukul 18.00–06.00 namun puncak mengisap darah berdasarkan artikel yang ada dari pukul 18.00–23.00. *An. subpictus* dari pukul 19.00–04.00. *An. vagus* dari berbagai wilayah memiliki puncak mengisap darah bervariasi dari 18.00–19.00, tengah malam 23.00–00.00, dan dini hari 02.00–04.00. *An. barbirostris* puncak menggigit dari pukul 18.00–04.00. *An. ludlowae* pukul 01.00–04.00. *An. koliensis* dari pukul 19.00–20.00 dan 22.00–01.00. *An. farauti* pukul 23.00–00.00. *An. punctulatus* pukul 22.00–02.00. *An. longirostris* pukul 22.00–23.00. *An. separatus* pukul 04.00–05.00. *An. hycarnus* gr pukul 05.00–06.00 dan 21.00–22.00. *An. maculatus* pukul 21.00–03.00. *An. annularis* pukul 22.00–05.00. *An. umbrosus* pukul 19.00–23.00. *An. philippinensis* indoor 19.00–21.00 dan outdoor 23.00–01.00. *An. farauti* puncak menggigit indoor 23.00–00.00 dan outdoor 22.00–23.00. *An. sundaicus* aktifitas menggigit dari pukul 22.00–04.00. *An. balabacensis* pukul 20.00–01.00. *An. kochi* aktifitas menggigit pukul 20.00–

Tabel 3. Distribusi Aktivitas *Anopheles* Berdasarkan Spesiesnya

06.00. *An. nigerrimus* pukul 01.00–03.00. *An. minimus* pukul 01.00–03.00. *An. indefinitus* pukul 19.00–20.00. *An. letifer* pukul 20.00–04.00. Hasil review ini menunjukkan adanya *Anopheles* yang mempunyai perilaku-perilaku krespuskular yaitu *An. kochi* dan *An. indefinitus*. *Anopheles* tersebut aktif di masa pergantian siang dan malam. *An. kochi* dan *An. indefinitus* meningkat pukul 07.00–08.00 sampai pukul 17.00 dan menurun secara drastis sesudah pukul 17.00. *Anopheles* lain yang juga mempunyai aktifitas di siang hari dalam jumlah yang rendah yaitu *An. barbumbrosus*, *An. farauti*, *An. kochi*, *An. indefinitus*, *An. koliensis*, *An. punctulatus*, *An. subpictus*, *An. tessellatus*, dan *An. vagus*. Perilaku istirahat *Anopheles* spp. cenderung di area luar rumah yaitu di area dekat rumah, sekitar kebun, dan area kandang ternak.

Karakteristik Ekologi *Breeding Place*

Tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. memiliki karakteristik suhu lingkungan yang berkisar antara 20–38 °C, kelembapan antara 52–96%, pH air 4,7–9,1, dan kadar garam 0–53‰. Sekitar habitat larva ditemukan berbagai jenis tumbuhan antara lain *Bryophyta*, kangkung, mimosa air, padi, bakau, damar merah, lontar, tanaman air golongan famili Cyperaceae, tanaman paku-pakuan, dan tanaman golongan Poaceae. Selain itu juga ditemukan berbagai fauna meliputi ikan, kumbang air, larva capung, kecebong, *Fejervarya cancrivora* (katak sawah), *Pila ampullaceal* (keong sawah), dan *Tryporyza innotata* (hewan penggerek batang padi putih).

PEMBAHASAN

Indonesia masih memiliki cukup banyak kabupaten yang berstatus endemis malaria.² *Anopheles* yang merupakan nyamuk penular malaria memiliki spesies yang

beraneka ragam. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 36 spesies *Anopheles* yang ditemukan di berbagai wilayah endemis malaria di Indonesia (dari Pulau Sumatera hingga Papua). Spesies tersebut meliputi *An. aconitus*, *An. annularis*, *An. balabacensis*, *An. barbirostris*, *An. barbumbrosus*, *An. brancrofti*, *An. campestris*, *An. farauti*, *An. flavirostris*, *An. hinesorum*, *An. hyrcanus* gr, *An. indefinitus*, *An. kochi*, *An. koliensis*, *An. letifer*, *An. leucosphyrus*, *An. limosus*, *An. longistrosis*, *An. ludlowae*, *An. ludlowae torakala*, *An. maculatus*, *An. meraukensis*, *An. minimus*, *An. nigerrimus*, *An. peditaeniatus*, *An. philippinensis*, *An. punctulatus*, *An. separatus*, *An. sinensis*, *An. subpictus*, *An. sulawesi*, *An. sundaicus*, *An. tessellatus*, *An. umbrosus*, *An. vagus*, dan *An. vagus var limosus*.

Sebuah studi menyebutkan bahwa terdapat 20 spesies *Anopheles* yang telah dikonfirmasi menjadi vektor penting malaria di Indonesia.²² Sebanyak 18 diantaranya merupakan spesies yang ditemukan dalam penelitian ini, yaitu *An. aconitus*, *An. balabacensis*, *An. barbirostris*, *An. barbumbrosus*, *An. brancrofti*, *An. farauti*, *An. flavirostris*, *An. kochi*, *An. koliensis*, *An. leucosphyrus*, *An. maculatus*, *An. nigerrimus*, *An. punctulatus*, *An. sinensis*, *An. subpictus*, *An. sundaicus*, *An. tessellatus*, dan *An. vagus*. Meskipun beberapa spesies diketahui sebagai nonvektor malaria, keberadaannya harus tetap diperhatikan. Adanya perubahan lingkungan seperti peningkatan suhu terkait dengan perubahan iklim dapat mempersingkat masa inkubasi ekstrinsik parasit *Plasmodium* sp. dan meningkatkan kepadatan nyamuk serta tingkat gigitannya.²³ Hal ini berdampak pada perubahan kapasitas dan kompetensi vektorial yang menjadi salah satu dasar dalam penetapan potensi spesies *Anopheles* menjadi vektor malaria.²⁴ Sebuah studi di Kabupaten Purworejo menunjukkan bahwa *An. aconitus* yang sebelumnya dinyatakan sebagai vektor tunggal, kemudian muncul beberapa spesies yang berubah menjadi vektor malaria antara lain *An. barbirostris* dan *An. vagus*.²⁵

Spesies yang berhasil diidentifikasi terdistribusi di berbagai wilayah dan setiap wilayah memiliki keanekaragaman spesies *Anopheles* yang berbeda. Sumatera menjadi pulau dengan ragam spesies *Anopheles* terbanyak dan Papua yang paling sedikit. *An. campestris*, *An. letifer*, *An. minimus*, *An. philippinensis*, dan *An. separatus* hanya dapat ditemukan di wilayah Sumatera. *An. brancrofti*, *An. hinesorum*, *An. longirostris*, dan *An. meraukensis* hanya dapat ditemukan di Papua. *Anopheles limosus*, *An. ludlowae*, dan *An. sulawesi* hanya dapat ditemukan di wilayah Sulawesi. Perbedaan iklim, faktor lingkungan geografis, dan penggunaan bahan kimia di lingkungan menyebabkan distribusi selektif spesies nyamuk di daerah tertentu sehingga memunculkan adanya variasi spesies di setiap daerah. Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap potensi munculnya tempat perkembangbiakan nyamuk dan pemilihan habitat yang cocok untuk oviposisi.²⁶

Distribusi spasiotemporal dan komposisi spesies kepadatan larva *Anopheles* sangat dipengaruhi oleh karakteristik habitat perkembangbiakan.²⁷ Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Anopheles* spp. ditemukan di rawa, sawah, sungai, kolam air, selokan, danau, sumur, kubangan lumpur, serta genangan-genangan air seperti kubangan sungai sedikit air dan kontainer air pada tambang emas. Nyamuk *Anopheles* memiliki preferensi untuk berkembangbiak di perairan jernih permanen atau semi permanen dengan air yang tergenang atau mengalir lambat dan terdapat vegetasi pada permukaan air.²⁸ Pada penelitian ini, rawa merupakan area yang paling sering ditemukan larva *Anopheles* spp. Spesies *Anopheles* yang ditemukan pada habitat rawa antara lain *An. aconitus*, *An. annularis*, *An. barbirostris*, *An. barbumbrosus*, *An. farauti*, *An. kochi*, *An. letifer*, *An. maculatus*, *An. nigerrimus*, *An. philippinensis*, *An. subpictus*, *An. tessellatus*, dan *An. vagus*. Selain rawa, larva *Anopheles* dapat ditemukan di sawah, kolam, dan sungai. Penelitian di India dan Afrika Barat juga menemukan area yang menjadi tempat perkembangbiakan *Anopheles* adalah rawa, sawah, sungai, dan kolam.^{29,30} Lebih dari 90% habitat *Anopheles* spp. dikelilingi oleh area hijau.²⁹

Habitat yang ditemukan berada pada suhu 20–38 °C, kelembapan 52–96%, pH air 4,7–9,1, dan kadar garam 0–53‰. Faktor fisikokimia seperti suhu, kelembapan, pH, oksigen terlarut, dan salinitas juga memengaruhi pemilihan lokasi oviposisi nyamuk dan komposisi spesies.²⁶ Kondisi optimum untuk perkembangbiakan nyamuk adalah pada suhu 25–27 °C, kelembapan 80%, dan pH air 7–8.^{31–33} Pada kondisi tertentu *Anopheles* dapat beradaptasi dengan lingkungannya, seperti *An. barbirostris*, *An. subpictus*, *An. vagus*, *An. vagus varietas limosus*, dan *An. indefinitus* yang dapat hidup di habitat dengan kadar garam 1–48‰. Larva *Anopheles* yang biasa hidup air bergaram yaitu *An. sudaicus* dan *An. subpictus*. Air yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan *Anopheles* umumnya memiliki salinitas (kadar garam) lebih rendah yaitu berada pada rentang 1–8‰.³⁴ Selain fisikokimia, vegetasi memiliki peran dalam pemilihan lokasi oviposisi dan kelangsungan hidup *Anopheles*.³⁵ Flora yang ditemukan berada di lingkungan habitat *Anopheles* spp. antara lain bakau, damar merah, lontar, padi, mimosa air, tanaman air golongan famili Cyperaceae, tanaman paku-pakuan, dan tanaman golongan Poaceae. Sebuah penelitian di Ethiopia menunjukkan bahwa larva *An. arabiensis* banyak ditemukan di berbagai habitat yang berasosiasi dengan rerumputan. Kepadatan larva yang tinggi ditemukan pada habitat dengan Poaceae.³⁵ Selain flora, dalam penelitian ini terdapat beberapa fauna yang ditemukan di lingkungan habitat *Anopheles* spp. antara lain ikan, kumbang air, larva udang, larva capung, dan kecebong. Keberadaan fauna dapat sebagai predator alami larva *Anopheles*. Hasil temuan penelitian ini menunjukkan beberapa tempat perkembangbiakan jumlah larva masih cukup banyak meskipun ditemukan adanya predator alami larva. Hal ini dimungkinkan karena jumlah predator hanya sedikit dan keberadaan flora di habitat dapat digunakan sebagai tempat berlindung larva dari predator.³⁴

Bionomik nyamuk sangat penting dipelajari untuk mengetahui sifat biologis dasar dari nyamuk sehingga masyarakat dapat menghindari gigitan *Anopheles* dalam rangka mengendalikan infeksi malaria.³⁶ Perilaku *Anopheles* spp. dalam mencari makan bervariasi. Beberapa spesies *Anopheles* ditemukan mengisap darah manusia (antropofilik) dan sebagian ditemukan mengisap hewan (zoofilik) terutama pada daerah yang terdapat ternak di lingkungan sekitarnya. Beberapa spesies *Anopheles* menyukai darah hewan karena hewan memiliki bau yang lebih menarik bagi *Anopheles* dan spesies nyamuk lainnya.³⁷ Hewan yang disukai nyamuk ini umumnya adalah hewan ternak.³⁸ Preferensi mengisap darah dapat berubah dari zoofilik menjadi antropofilik maupun sebaliknya yang dipengaruhi oleh lingkungan habitatnya.³⁹ Pada daerah yang tidak terdapat hewan ternak, *Anopheles* spp. cenderung bersifat antropofilik. Adanya ternak dengan penempatan kandang jauh dari lokasi tempat tinggal dapat mengurangi paparan nyamuk malaria pada manusia.⁴⁰

Waktu dan tempat mencari darah berperan penting bagi pengendalian nyamuk.⁴¹ Sebagian besar nyamuk *Anopheles* memiliki preferensi mengisap darah di luar rumah (eksofagik) dan lebih aktif pada malam hari (*nocturnal*). Aktivitasnya dimulai pada pukul 18.00 hingga pukul 06.00 dengan puncak aktivitas menggigit bervariasi untuk tiap spesies. Selain beraktivitas di malam hari, beberapa spesies ditemukan beraktivitas pada siang hari yaitu *An. kochi* dan *An. indefinitus* dan spesies lainnya yang ditemukan di siang hari dalam jumlah yang rendah. *An. kochi* dan *An. indefinitus* memiliki puncak aktivitas menggigit pada pukul 07.00–08.00 dan 16.00–17.00. Aktivitas mengisap darah di siang hari juga ditemui *An. arabiensis* dan *An. coluzzii* di wilayah Dielmo Afrika Barat. Hal ini disebabkan oleh plastisitas nyamuk yaitu perubahan perilaku nyamuk sebagai bentuk respon terhadap pengaruh lingkungan. Nyamuk cenderung mencari makan di siang hari ketika tidak dapat makan di malam hari karena penggunaan kelambu berinsektisida.⁴² Keberadaan *host* di lingkungan dapat memengaruhi perilaku menggigit *Anopheles*. *Anopheles* dapat mengisap berkali-kali dalam semalam pada *host* yang

berbeda baik pada manusia, sapi maupun kambing.⁴³ Aktivitas nyamuk *Anopheles*, termasuk dalam mencari makan dan mengisap darah dapat berubah dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan area sekitar.⁴⁴

Kebiasaan yang dimiliki nyamuk betina setelah mengisap darah adalah mencari tempat untuk beristirahat dan mencerna makanannya.⁴¹ *Anopheles* dewasa beristirahat dengan cara hinggap pada dinding, atap, lantai, ataupun permukaan lain dalam rumah.⁴⁵ Di luar rumah, *Anopheles* biasa ditemukan di luar rumah dan sekitar kandang ternak.⁴⁶ Pada hasil *review* didapatkan bahwa *Anopheles* memiliki perilaku eksofilik atau beristirahat di luar rumah. Nyamuk ini lebih banyak ditemukan saat beristirahat di area kandang hewan ternak dan dinding rumah di bagian luar. Beberapa spesies lebih banyak ditemukan beristirahat di dinding dalam rumah antara lain *An. flavirostris* dan *An. leucosphyrus*. Adapun spesies yang ditemukan beristirahat di dalam dan di luar rumah yaitu *An. sundaicus* dan *An. barbirostris*. Meskipun kebiasaan beristirahat (endofilik atau eksofilik) diketahui dari pengumpulan nyamuk (*indoor* atau *outdoor*) dan terdapat kemungkinan bahwa kondisi tersebut tidak mencerminkan kebiasaan yang sebenarnya, informasi ini tetap berguna untuk pelaksanaan upaya pengendalian populasi nyamuk dalam pencegahan penularan malaria.⁴⁷

Spesies *Anopheles* di Indonesia sangat beranekaragam dan tersebar di berbagai wilayah endemis di Indonesia. Variasi dalam distribusi spesies *Anopheles* dipengaruhi oleh kondisi lingkungan habitat tempatnya hidup dan berkembangbiak. Kondisi tersebut juga memengaruhi kebiasaan atau perilaku nyamuk dalam mencari makan dan beristirahat. Informasi mengenai spesies *Anopheles* yang hidup di suatu wilayah beserta bionomiknya membantu dalam menyusun intervensi yang sesuai dalam pencegahan dan pengendalian malaria. Kelemahan dari kajian ini adalah artikel primer dengan kriteria *low-quality* dan *moderate-quality paper* juga diikutsertakan dalam sintesis kualitatif dengan harapan mampu menjaring sebanyak-banyaknya artikel sehingga dapat menjangkau banyak wilayah endemis dan spesies *Anopheles* yang lebih bervariasi.

KESIMPULAN

Indonesia memiliki spesies *Anopheles* yang beranekaragam. Nyamuk *Anopheles* yang ditemukan tersebar di berbagai wilayah endemis malaria di Indonesia sebanyak 36 spesies. Habitat *Anopheles* spp yang paling dominan adalah rawa. Habitat *Anopheles* spp. memiliki karakteristik yaitu suhu 20–38 °C, kelembapan antara 52–96%, pH air 4,7–9,1, dan kadar garam 0–53 ‰. Berbagai jenis flora dan fauna ditemukan di sekitar area habitat *Anopheles*, antara lain Bryophyta, kangkung, mimosa air, padi, bakau, damar merah, lontar, tanaman air golongan famili Cyperaceae, tanaman paku-pakuan, tanaman golongan Poaceae, ikan, kumbang air, larva capung, kecebong, *Fejervarya cancrivora*, *Pila ampullacea*, dan *Tryporyza innotata*. Berdasarkan bionomiknya, sebagian *Anopheles* ditemukan mengisap manusia (antropofilik) dan ada yang ditemukan mengisap darah hewan (zoofilik) terutama pada daerah dengan keberadaan ternak di lingkungan sekitarnya. *Anopheles* bersifat eksofagik dan aktivitas menggigitnya di malam hari (pukul 18.00–06.00) dengan waktu puncak menggigit bervariasi bergantung spesiesnya. Setelah menggigit, sebagian besar *Anopheles* spp. ditemukan beristirahat di area luar rumah (eksofilik) yaitu di dinding luar rumah dan di area kandang ternak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan atas dukungannya dalam penyusunan *systematic review* ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Peran penulis pada artikel ini yaitu Putri Noor Aida dan Fardhiasih Dwi Astuti, sebagai kontributor utama, sedangkan Arlina Azka sebagai kontributor anggota. Detail kontribusi setiap penulis dapat dilihat pada rincian berikut:

Konsep, Metodologi	: PNA, FDA
Kurasi data	: PNA, AA
Investigasi	: PNA
Supervisi	: FDA
Visualisasi	: AA
Analisis data, Menulis-pembuatan draft	: PNA, FDA, AA

DAFTAR RUJUKAN

1. WHO. World Malaria Report 2021. World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 2021.
2. Kemenkes RI. Profil Kesehatan Indonesia 2020. Profil Kesehatan Indonesia 2020. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2021.
3. Hurtado LA, Calzada JE, Rigg CA, Castillo M, Chaves LF. Climatic fluctuations and malaria transmission dynamics, prior to elimination, in Guna Yala, República de Panamá. *Malar J*. 2018; 17(1): 1–12.
4. Akpan GE, Adepoju KA, Oladosu OR, Adelabu SA. Dominant malaria vector species in Nigeria: Modelling potential distribution of *Anopheles gambiae* sensu lato and its siblings with MaxEnt. *PLoS One*. 2018; 13(10): e0204233.
5. WHO. Handbook for Integrated Vector Management. Geneva: World Health Organization; 2012.
6. Arifianto RP, Masruroh D, Habib MJ, Wibisono MG, Wathon S, Oktarianti R, et al. Identifikasi dan Analisis Bionomik Vektor Malaria *Anopheles* sp. di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo, Banyuwangi. *Acta Vet Indones*. 2018; 6(1): 44–50.
7. Yahya Y, Haryanto D, Pahlevi RI, Budiyo A. Keanekaragaman Jenis Nyamuk *Anopheles* di Sembilan Kabupaten (Tahap Pre-Eliminasi Malaria) di Provinsi Sumatera Selatan. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit*. 2020; 12(1): 41–52.
8. Putranto NT, Handoyo W, Sumanto D. Keragaman dan Kepadatan Vektor *Anopheles* sp di Jatirejo Purworejo. *J Kesehat Masy Indones*. 2020; 15(2): 39–41.
9. Pratiwi R, Anwar C, Salni, Hermansyah, Novrikasari, Ghiffari A, et al. Species diversity and community composition of mosquitoes in a filariasis endemic area in Banyuasin District, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas J Biol Divers*. 2019; 20(2): 453–62.
10. Keven JB, Katusele M, Vinit R, Koimbu G, Vincent N, Thomsen EK, et al. Species abundance, composition, and nocturnal activity of female *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in malaria-endemic villages of Papua New Guinea: Assessment with barrier screen sampling. *Malar J*. 2019; 18(1): 1–12.
11. Reinhold JM, Lazzari CR, Lahondère C. Effects of the Environmental Temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Mosquitoes: A Review. *Insects*. 2018; 9(158): 1–17.
12. Rahardjo D, Cantya Prakasita V, Aviati M, Pepiana S. Bionomic of *Anopheles* sp. in Merauke District, Papua. *SCISCITATIO*. 2020; 1(1): 34–43.
13. St Laurent B, Sukowati S, Burton TA, Bretz D, Zio M, Firman S, et al. Comparative evaluation of anopheline sampling methods in three localities in Indonesia. *Malar J*. 2018; 17(1): 1–11.
14. Bariyah K, Utomo B, Subekti S, Sustini F, Juniastuti J, Fathmawati F, et al. Characteristics Environmental and *Anopheles* Larva Species In High And Low Clinical Malaria Cases In The Landak District of West Kalimantan Province. *Indones J Trop Infect Dis*. 2021; 9(3): 187–94.

15. Ratnasari A, Jabal AR, Syahribulan, Idris I, Rahma N, Rustam SNRN, et al. Salinity tolerance of larvae *Aedes aegypti* inland and coastal habitats in Pasangkayu, West Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas J Biol Divers*. 2021; 22(3): 1203–10.
16. Muhammad R, Soviana S, Hadi UK. Keanekaragaman jenis dan karakteristik habitat nyamuk *Anopheles* spp. di Desa Datar Luas, Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh. *J Entomol Indones*. 2015; 12(3): 139–139.
17. Munn Z, Stern C, Aromataris E, Lockwood C, Jordan Z. What kind of systematic review should i conduct? A proposed typology and guidance for systematic reviewers in the medical and health sciences. *BMC Med Res Methodol*. 2018; 18(1): 1–9.
18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372: 1–9.
19. Lockwood C, Munn Z, Porritt K. Qualitative research synthesis: Methodological guidance for systematic reviewers utilizing meta-aggregation. *Int J Evid Based Healthc*. 2015; 13(3): 179–87.
20. The Joanna Briggs Institute. JBI Critical Appraisal Checklist for Descriptive/Case Series. Australia: The Joanna Briggs Institute; 2014.
21. The Joanna Briggs Institute. JBI Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross Sectional Studies. Australia: The Joanna Briggs Institute; 2017.
22. Elyazar IRF, Sinka ME, Gething PW, Tarmidzi SN, Surya A, Kusriastuti R, et al. The Distribution and Bionomics of *Anopheles* Malaria Vector Mosquitoes in Indonesia. *Adv Parasitol*. 2013; 83: 173–266.
23. Fischer L, Gültekin N, Kaelin MB, Fehr J, Schlagenhauf P. Rising temperature and its impact on receptivity to malaria transmission in Europe: A systematic review. *Travel Med Infect Dis*. 2020; 36: 1–10.
24. Astuti EP, Ipa M, Prasetyowati H, Fuadzy H, Dhewantara PW. Kapasitas Vektor dan Laju Inokulasi Entomologis *Anopheles* vagus dari Wilayah Endemis Malaria di Provinsi Banten. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit*. 2016; 8(1): 23–30.
25. Raharjo M. Malaria Vulnerability Index (MLI) Untuk Manajemen Risiko Dampak Perubahan Iklim Global Terhadap Ledakan Malaria Di Indonesia. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit*. 2011; 3(1): 54–80.
26. Amini M, Hanafi-Bojd AA, Aghapour AA, Chavshin AR. Larval habitats and species diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in West Azerbaijan Province, Northwestern Iran. *BMC Ecol*. 2020; 20(1): 1–11.
27. Tarekegn M, Tekie H, Wolde-hawariat Y, Dugassa S. Habitat characteristics and spatial distribution of *Anopheles* mosquito larvae in malaria elimination settings in Dembiya District, Northwestern Ethiopia. *Int J Trop Insect Sci*. 2022; 1–18.
28. Nambunga IH, Ngowo HS, Mapua SA, Hape EE, Msugupakulya BJ, Msaky DS, et al. Aquatic habitats of the malaria vector *Anopheles funestus* in rural south-eastern Tanzania. *Malar J*. 2020; 19(1): 1–11.
29. Zogo B, Koffi AA, Alou LPA, Fournet F, Dahounto A, Dabiré RK, et al. Identification and characterization of *Anopheles* spp. breeding habitats in the Korhogo area in northern Côte d'Ivoire: A study prior to a Bti-based larviciding intervention. *Parasites and Vectors*. 2019; 12(1): 1–10.
30. Ishwara Prasad KS, Govindarajan R, Sreepada KS. Seasonal Diversity of mosquito species in Dakshina Kannada district, Karnataka, India. *J Vector Borne Dis*. 2022; 58(2): 119–25.
31. Nurmalasari A, Ruhimat U, Setiawan D, Pradani FY, Farihatun A, Susilowati ND, et al. Identification of *Anopheles* sp. at Cibenda Urban Village Parigi Sub-District Pangandaran District. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019; 1179.
32. Manzoor F, Shabbir R, Sana M, Nazir S, Khan MA. Determination of Species Composition of Mosquitoes in Lahore, Pakistan. *J Arthropod Borne Dis*. 2020; 14(1):

106–15.

33. Obi OA, Ujah AF, Obiezue RN, Nwaosu AT, Odoh OJ. Spatial distribution of mosquitoes (Diptera: Culicidae) population in different larval habitats in urban environment in Makurdi, North-Central Nigeria. *J Entomol Zool Stud.* 2020; 8(5): 391–9.
34. Laumalay HM, Satoto TBT, Fuad A. Analisis Spasial Karakteristik Habitat Perkembangbiakan *Anopheles* Spp di Desa Lifuleo Kecamatan Kupang Barat. *Bul Penelit Kesehat.* 2019; 47(3): 207–16.
35. Asmare Y, Hill SR, Hopkins RJ, Tekie H, Ignell R. The role of grass volatiles on oviposition site selection by *Anopheles arabiensis* and *Anopheles coluzzii*. *Malar J.* 2017; 16(1): 1–9.
36. Chakim I, Pampaibool T. The diversity of *Anopheles* blood feeding patterns suggests different malaria protection strategies in different localities. *F1000Research.* 2019; 8: 1217.
37. Shinta, Sukowati S, Pradana A, Marjianto, Marjana P. Beberapa Aspek Perilaku *Anopheles maculatus* Theobald di Pituruh, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Bul Penelit Kesehat.* 2013; 43(3): 131–41.
38. Waite JL, Swain S, Lynch PA, Sharma SK, Haque MA, Montgomery J, et al. Increasing the potential for malaria elimination by targeting zoophilic vectors. *Sci Rep.* 2017; 7(1): 1–10.
39. Setyaningsih R, Mujiyono M, Siswoko SP, Risti R, Maksud M, Satoto TBT. Kepadatan Populasi dan Preferensi Habitat *Anopheles ludlowae* di Berbagai Ekosistem di Sulawesi Tengah. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit.* 2016; 8(2): 53–60.
40. Zeru MA, Zeru MA, Shibru S, Massebo F. Exploring the impact of cattle on human exposure to malaria mosquitoes in the Arba Minch area district of southwest Ethiopia. *Parasites and Vectors.* 2020; 13(1): 1–8.
41. Warrell DA, Gilles HM. *Essential Malariology.* 4th Ed. Boca Raton: CRC Press; 2017.
42. Doucoure S, Thiaw O, Thiaw O, Wotodjo AN, Bouganali C, Diagne N, et al. *Anopheles arabiensis* and *Anopheles funestus* biting patterns in Dielmo, an area of low level exposure to malaria vectors. *Malar J.* 2020; 19(1): 1–8.
43. Laurent B, Burton TA, Zubaidah S, Miller HC, Asih PB, Baharuddin A, et al. Host attraction and biting behaviour of *Anopheles* mosquitoes in South Halmahera, Indonesia. *Malar J.* 2017; 16(1): 1–9.
44. Salahi-Moghaddam A, Khoshdel A, Dalaei H, Pakdad K, Nutifafa GG, Sedaghat MM. Spatial changes in the distribution of malaria vectors during the past 5 decades in Iran. *Acta Trop.* 2017; 166: 45–53.
45. Msugupakulya BJ, Kaindoa EW, Ngowo HS, Kihonda JM, Kahamba NF, Msaky DS, et al. Preferred resting surfaces of dominant malaria vectors inside different house types in rural south-eastern Tanzania. *Malar J.* 2020; 19(1): 1–15.
46. Prastowo D, Widiarti, Garjito TA. Bionomik *Anopheles* spp sebagai Dasar Pengendalian Vektor Malaria di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit.* 2018; 10(1): 25–36.
47. Sumruayphol S, Chaiphongpachara T, Samung Y, Ruangsittichai J, Cui L, Zhong D, et al. Seasonal dynamics and molecular differentiation of three natural *Anopheles* species (Diptera: Culicidae) of the *Maculatus* group (Neocellia series) in malaria hotspot villages of Thailand. *Parasites and Vectors.* 2020; 13(1): 1–11.
48. Ndoen E, Wild C, Dale P, Sipe N, Dale M. Dusk to dawn activity patterns of anopheline mosquitoes in West Timor and Java, Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2011; 42(3): 550–61.
49. Watmanlusy E, Raharjo M, Nurjazuli N. Analisis Spasial Karakteristik Lingkungan dan Dinamika Kepadatan *Anopheles* sp. Pengaruhnya terhadap Kejadian Malaria

- di Kecamatan Seram Barat Kabupaten Seram Bagian Barat Maluku. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2019; 18(1): 12–8.
50. Arasy AA, Nurwidayati A. Survey *Anopheles* spp. di Desa Ilan Batu, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan. *Spirakel*. 2017; 9(2): 78–86.
51. Dhewantara PW, Astuti EP, Pradani FY. Studi Bioekologi Nyamuk *Anopheles sunaicus* di Desa Sukaresik Kecamatan Sidamulih Kabupaten Ciamis. *Bul Penelit Kesehat*. 2013; 41(1): 26–36.
52. Fauziah W, Kridaningsih TN, Wike I. Bioekologi Vektor Malaria di Kabupaten Sarmi Provinsi Papua. *Lap Akhir Penelit Risbinakes*. 2012;
53. Indriyati L, Rosanji A, Juhairiyah, Yuana WT, Haryati E. Habitat Perkembangbiakan Spesifik *Anopheles* sp Di Tambang Emas Kura-Kura Banian (Perubahan Perilaku *Anopheles* sp). *BALABA*. 2016; 12(2): 121–34.
54. Indriyati L, Sembiring WSR, Rosanji A. Keanekaragaman *Anopheles* spp. di Daerah Endemis Malaria Desa Siayuh [Trans] Kabupaten Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2017; 9(1): 11–20.
55. Friliansari LP, Onggowaluyo S, Rahmawati E. Sebaran Vektor Malaria yang Ditemukan di Wilayah Desa Sukajadi Kecamatan Campaka Kabupaten Cianjur Jawa Barat. *Pros Pertem Ilm Nas Penelit Pengabd Masy (PINLITAMAS 1)*. 2018; 1(1): 583–8.
56. Sucipto CD. Studi Vektor Malaria di Desa Emparu dan Mangat Baru Kecamatan Dedai Kabupaten Sintang Propinsi Kalimantan Barat. *J Med*. 2014; I(2): 95–106.
57. Kusuma U, Widyanto A. Deskripsi Bionomik Nyamuk *Anopheles* Sp di Wilayah Kecamatan Parigi Kabupaten Pangandaran Provinsi Jawa Barat Tahun 2016. *Bul Keslingmas*. 2016; 35: 383–8.
58. Purnawati N. Analisis Spasial Keberadaan Breeding Place Vektor Dengan Kejadian Malaria Di Desa Lebakwangi Kecamatan Pagedongan Kabupaten Banjarnegara. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang; 2016.
59. Shinta P, Baharuddin A. Perilaku Menghisap Darah Nyamuk *Anopheles* spp. di Desa Saketa, Kecamatan Gane Barat, Halmahera Selatan, Maluku Utara. *J Ekol Kesehat*. 2019; 18(2): 99–110.
60. Mahdalena V, Suryaningtyas NH, Ni'mah T. Ekologi Habitat Perkembangbiakan *Anopheles* Spp. di Desa Simpang Empat, Kecamatan Lengkiti, Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan. *J Ekol Kesehat*. 2015; 14(4): 342–9.
61. Mahdalena V, Hapsari N, Ni'mah T. Keragaman Jenis dan Aktivitas Mengisap Darah *Anopheles* spp. di Desa Simpang Empat Kecamatan Lengkiti Ogan Komering Ulu Sumatera Selatan. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2016; 8(1): 9–16.
62. St. Laurent B, Supratman S, Asih PBS, Bretz D, Mueller J, Miller HC, et al. Behaviour and molecular identification of *Anopheles* malaria vectors in Jayapura district, Papua province, Indonesia. *Malar J*. 2016; 15(1): 1–8.
63. Sopi IIPB, Triana E. Beberapa Aspek Bioekologi *Anopheles* spp. di Desa Karuni Kecamatan Laura Kabupaten Sumba Barat Daya Nusa Tenggara Timur. *Aspirator*. 2015; 7(2): 48–57.
64. Sopi IIPB. Beberapa aspek perilaku *Anopheles sunaicus* di Desa Konda Maloba Kecamatan Katikutana Selatan Kabupaten Sumba Tengah. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2014; 6(2): 63–72.
65. Putri DF. Studi Fauna Vektor Malaria di Daerah Endemis Malaria Desa Way Muli Kabupaten Lampung Selatan. *J Dunia Kesmas*. 2012; 1(1): 58–66.
66. Wahyuni MMD, Riwu YR. Behavior of *Anopheles* sp Mosquitoes in Lifuleo Village in 2017. In: *Health Polytechnic of Ministry of Health in Kupang 1st International Conference*. 2017. hal. 190–204.

67. Raharjo M. Temperature Variability and Bionomics of *Anopheles* in Endemic Malaria Area of District Purworejo Central Java Province Indonesia. 2nd Int Semin Public Heal Educ. 2015; 321–30.
68. Setiyaningsih R, Yanti S AO, Lasmiati L, Mujiyono, Prihatin MT, Widiarti, et al. Keanekaragaman *Anopheles* dalam Ekosistem Hutan dan Resiko Terjadinya Penularan Malaria di Beberapa Provinsi di Indonesia. Media Penelit dan Pengemb Kesehat. 2019; 29(3): 243–54.
69. Sopi IIPB, Kazwaini M. Bionomik *Anopheles* spp. di Desa Konda Maloba, Kecamatan Katikutana Selatan, Kabupaten Sumba Tengah, Provinsi NTT. J Ekol Kesehat. 2014; 13(3): 240–54.
70. Taviv Y, Budiyanto A, Sitorus H, Ambarita LP, Mayasari R. Sebaran Nyamuk *Anopheles* pada Topografi Wilayah yang Berbeda di Provinsi Jambi. Media Penelit dan Pengemb Kesehat. 2015; 25(2):1–8.

