

Informasi Terkini *Anopheles barbirostris* dan Potensi Penularan Malaria pada Beberapa Provinsi di Indonesia

Current Information of Anopheles barbirostris and the Potential of Malaria Transmission in Some Provinces in Indonesia

Riyani Setyaningsih*, Mega Tyas Prihatin, Mujiyono, Lasmiati, B. Marjiyanto, Dwi Susilo, Dhian Prastowo, Arum Trias Wardani, Sri Wahyuni, Sidiq Setyo Nugroho, dan Triwibowo Ambar Garjito

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI, Jln. Hasanudin No.123 Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia

*Korespondensi Penulis: ryanisetia@gmail.com

Submitted: 22-05-2020, Revised: 05-08-2020, Accepted: 09-08-2020

DOI: <https://doi.org/10.22435/mpk.v30i2.3240>

Abstrak

Anopheles barbirostris (*An. barbirostris*) merupakan salah satu vektor malaria di beberapa provinsi di Indonesia. Bionomik *An. barbirostris* berbeda-beda di setiap wilayah. Perbedaan bionomik dan perilaku nyamuk berpengaruh terhadap potensi *An. barbirostris* sebagai vektor malaria. Informasi terkini tentang *An. barbirostris* sangat diperlukan untuk mengetahui potensi penularan malaria di beberapa provinsi di Indonesia. Tujuan penelitian adalah mendapatkan informasi terkini *An. barbirostris* dan potensi penularan malaria di beberapa provinsi di Indonesia. Penangkapan nyamuk dilakukan di beberapa provinsi di Indonesia menggunakan metode *human landing collection*, penangkapan di sekitar ternak, *animal bited trap*, *light trap*, dan *resting morning*. Survei jentik dilakukan di tempat yang berpotensi sebagai tempat perkembangbiakan *An. barbirostris*. Analisis keberadaan *Plasmodium sp* pada *An. barbirostris* dilakukan dengan menggunakan PCR. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa *An. barbirostris* positif *Plasmodium* di Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah. Perilaku *An. barbirostris* cenderung ditemukan menghisap darah di luar rumah dan sebagian diketahui menghisap darah orang di dalam rumah. Fluktuasi dan kepadatan *An. barbirostris* koleksi bulan April dan Juni berbeda-beda di Provinsi Papua Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Sulawesi Selatan, Bali, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), DKI Jakarta, Riau, Jambi, dan Kepulauan Riau. Secara umum *An. barbirostris* diketahui menghisap darah orang dan hewan dengan persentase yang berbeda-beda di setiap provinsi. Tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* ditemukan di sawah, kolam, parit dan sungai. Potensi penularan malaria yang ditularkan *An. barbirostris* dapat terjadi di Provinsi Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah.

Kata kunci: *An. barbirostris*; malaria; vektor; nyamuk; plasmodium

Abstract

Anopheles barbirostris (*An. barbirostris*) is a malaria vector in several provinces in Indonesia. Bionomics *An. barbirostris* vary from region to region. The difference between bionomic and mosquito behavior affects the potential of *An. barbirostris* as a vector of malaria. The latest information about *An. barbirostris* is needed to determine the potential for malaria transmission in several provinces in Indonesia. The aim of the research was to get the latest information on *An. barbirostris* and the potential for malaria

transmission in several provinces in Indonesia. Mosquitoes catching was carried out in several provinces in Indonesia using the human landing collection method, catching around livestock, animal bited traps, light traps and morning resting. Larvae surveys were conducted in a place that had the potential for breeding ground place for *An. barbirostris*. Analysis of the presence of *Plasmodium* sp in *An. barbirostris* was performed using PCR. The examination results showed that *An. barbirostris* positive *Plasmodium* in South Sulawesi and Central Kalimantan. *An. barbirostris*'s behavior tended to be found to suck blood outside the home and some had been known to suck blood from people indoors. Fluctuation and density of *An. barbirostris* in April and June varied in the Provinces of West Papua, Central Kalimantan, North Kalimantan, South Sulawesi, Bali, Spesial Region of Yogyakarta (DIY), DKI Jakarta, Riau, Jambi, and Riau Islands. In general, *An. barbirostris* were known to suck the blood of people and animals with different percentages in each province. The breeding ground for *An. barbirostris* were found in rice fields, ponds, ditches and rivers. The potential for malaria transmission to be transmitted by *An. barbirostris* can occur in the provinces of South Sulawesi and Central Kalimantan.

Keywords: *An. barbirostris*; malaria; vector; mosquitoes; plasmodium

PENDAHULUAN

Anopheles barbirostris (*An. barbirostris*) merupakan spesies kompleks yang penyebarannya dari Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan, Sulawesi, Pulau Lesser Sunda, sampai Timor.¹ *Anopheles barbirostris* diketahui sebagai vektor malaria dan filariasis di wilayah Indonesia Bagian Timur dan Pulau Sulawesi.^{2,3} *Anopheles barbirostris* telah dilaporkan sebagai vektor malaria di Sulawesi Utara sejak 1939. *Anopheles barbirostris* juga ditemukan positif *Plasmodium falcifarum* dan *Plasmodium vivax* di Sulawesi Utara, Lombok, Flores, dan Pulau Timor.^{4,5} *Anopheles barbirostris* juga diketahui sebagai vektor filariasis di Pulau Flores.⁶

Keberadaan *An. barbirostris* di suatu daerah dapat berperan sebagai vektor akan tetapi di daerah lain belum diketahui sebagai vektor.³ Distribusi *An. barbirostris* di Indonesia ditemukan baik di daerah dengan nilai *Annual Parasite Incidence* (API) nol %, API <0,1%, API ≤5%, 5 < API <40%, dan API >40%.² Salah satu faktor yang menyebabkan suatu spesies dapat berperan sebagai vektor adalah dengan melihat susunan gen COI mtDNA dan ITS2 pada rDNA, serta fenotipe dari protein dan susunan gen pada kelenjar ludah.^{3,7,8}

Potensi *An. barbirostris* sebagai vektor juga dapat dilihat dari perilakunya dalam

menghisap darah. *Anopheles barbirostris* ditemukan menghisap darah manusia, akan tetapi secara umum ditemukan menghisap darah hewan terutama sapi.^{9,10} *Anopheles barbirostris* juga ditemukan istirahat di sekitar rumah dan kandang ternak.⁹ Hasil studi di Sa Kao Thailand, *An. barbirostris* ditemukan menghisap darah manusia di dalam dan luar rumah.¹¹ Potensi nyamuk sebagai vektor juga dapat dipengaruhi oleh kepadatan yang tinggi, umur yang panjang dan kemampuannya bertahan hidup terhadap patogen.^{12,13} Faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap terjadinya penularan malaria antara lain perubahan lingkungan yang berpotensi terbentuknya tempat perkembangbiakan nyamuk, perilaku masyarakat dan vektor serta tersedianya fasilitas kesehatan.¹⁴

Mengingat keberadaan *An. barbirostris* tersebar hampir merata di wilayah Indonesia dan di sebagian daerah telah terkonfirmasi sebagai vektor malaria dan filariasis, maka studi terkini tentang *An. barbirostris* perlu dilakukan di wilayah Indonesia untuk mendapatkan informasi terkini, terutama terkait perannya sebagai vektor dan potensi penularan malaria di beberapa wilayah di Indonesia. Bionomik *An. barbirostris* telah diketahui, namun diperlukan informasi situasi terkini antara lain perilaku nyamuk, keberadaan patogen dan lingkungan yang mendukung

terbentuknya tempat perkembangbiakan nyamuk. Perilaku nyamuk dapat dilihat dari kesukaan menghisap darah, istirahat dan kepadatan nyamuk di lapangan. Sedangkan keberadaan patogen dapat dilihat dari ditemukannya *Plasmodium* pada nyamuk maupun manusia.^{12,15,16,17}

Studi terkini *An. barbirostris* pada daerah kasus dan non kasus malaria perlu dilakukan agar didapatkan informasi terkini perilaku dan potensi *An. barbirostris* sebagai vektor malaria di Indonesia. Daerah non kasus merupakan kabupaten/kota dalam provinsi yang telah mendapat sertifikat eliminasi malaria. Sedangkan daerah kasus merupakan daerah dengan kasus malaria dengan beberapa katagori meliputi endemis rendah, sedang, tinggi I, dan tinggi II.¹⁸

Setiap provinsi mempunyai profil daerah yang berbeda pada statusnya terhadap kejadian malaria. Bali dan Jakarta merupakan provinsi yang telah mendapat sertifikat eliminasi malaria pada seluruh daerah wilayahnya. Provinsi Riau memiliki 12 kabupaten/kota dimana 10 daerah telah mendapat sertifikat eliminasi malaria sedangkan 2 daerah lainnya masih menyandang endemis rendah. Provinsi Kepulauan Riau terdiri dari 7 kabupaten/kota dimana 4 daerah telah mendapat sertifikat eliminasi malaria, 2 daerah endemis rendah, dan 2 daerah endemis sedang. Provinsi Jambi terdiri dari 4 kabupaten/kota dimana 3 daerah telah eliminasi malaria sedangkan 8 daerah lainnya masih menyandang endemis malaria sedang. Provinsi Kalimantan Tengah terdiri dari 14 kabupaten/kota dengan 6 daerah telah eliminasi malaria, 7 daerah endemis sedang dan 1 daerah endemis rendah. Sulawesi Selatan terdiri dari 24 kabupaten/kota dengan 18 daerah telah mendapatkan sertifikat eliminasi malaria dan 6 daerah dengan status endemis rendah. Papua Barat merupakan provinsi yang belum ditemukan daerah yang mendapat sertifikat eliminasi malaria. Papua Barat terdiri dari 13 kabupaten/kota dimana 3 daerah termasuk endemis rendah, 4 daerah endemis sedang, 4 daerah endemis tinggi I dan 2 daerah endemis tinggi II. Kalimantan Utara terdiri dari 5

kabupaten/kota dimana 1 daerah telah mendapat sertifikat eliminasi malaria dan 4 daerah lainnya endemis rendah. Daerah Istimewa Yogyakarta (Yogyakarta) terdiri dari 5 kabupaten/kota dimana 4 daerah telah menyandang daerah eliminasi malaria sedangkan 1 kabupaten masih menyandang daerah endemis rendah.¹⁸

Dengan adanya keanekaragaman status endemisitas pada masing-masing provinsi perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang informasi terkini *An. barbirostris* dan potensi penularan malaria di beberapa provinsi di Indonesia, terutama di Papua Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Sulawesi Selatan, Bali, Daerah Istimewa Yogyakarta, DKI Jakarta, Riau, Jambi, dan Kepulauan Riau^{19,18}

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi terbaru guna melengkapi data hasil-hasil penelitian bionomik *An. barbirostris* yang telah ada dan potensinya dalam penularan malaria di berbagai provinsi di Indonesia yaitu Papua Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Sulawesi Selatan, Bali, Daerah Istimewa Yogyakarta, DKI Jakarta, Riau, Jambi, dan Kepulauan Riau. Informasi yang akan ditambahkan meliputi informasi terkini dari distribusi, perilaku menghisap darah, istirahat, keberadaan *Plasmodium*, fluktuasi kepadatan nyamuk serta tempat perkembangbiakan *An. barbirostris*.

METODE

Data artikel ini merupakan data primer yang menjadi bagian dari hasil penelitian Riset Khusus (Rikhus) Vektora tahun 2017 dan 2018. Penggunaan data pada artikel ini telah mendapat persetujuan dari laboratorium manajemen data Badan Litbangkes berdasarkan surat persetujuan Surat tanggal 31/1/2020 TU:14/2/2020 dan disetujui laboratorium manajemen data tanggal 30/3/2020. Penentuan lokasi, metode pengambilan data dan analisa data berpedoman pada buku pedoman pengambilan data vektor dan deteksi di laboratorium Rikhus

Vektora.^{20,21} Lokasi pengambilan data dilakukan di beberapa provinsi di Indonesia yaitu Provinsi Riau, Jambi, Daerah Istimewa Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, Papua Barat, DKI Jakarta, Kalimantan Utara, dan Kepulauan Riau. Pengambilan data dilakukan pada bulan April dan bulan Juli. Adapun lokasi pengambilan data pada masing-masing provinsi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Data Jentik dan Nyamuk *An. barbirostris* di Beberapa Provinsi di Indonesia

No.	Provinsi	Kabupaten
1	Papua Barat	Fak fak Manokwari Raja Ampat
2	Sulawesi Selatan	Bulu Kumba Pangkajene Luwu Timur
3	Kalimantan Tengah	Gunung Mas Murung Raya Pulang Pisau
4	Kalimantan Utara	Bulungan Nunukan Kota Tarakan
5	Bali	Jembrana Badung Karang Asem
6	Daerah Istimewa Yogyakarta	Kulon Progo Bantul Gunung Kidul
7	DKI Jakarta	Jakarta Timur Jakarta Selatan Kepulauan Seribu Jakarta Barat Jakarta Utara
8	Riau	Bengkalis Meranti Dumai
9	Jambi	Sarolangon Tanjung Jabung Barat Bungo
10	Kepulauan Riau	Kota Batam Lingga Bintan

Proses pengambilan data primer ini di tiap provinsi dilakukan di tiga kabupaten. Pengambilan data di tiap kabupaten dilakukan di enam titik. Keenam titik tersebut adalah ekosistem hutan dekat pemukiman (HDP), hutan jauh pemukiman (HJP), non hutan dekat pemukiman (NHDP), non hutan jauh pemukiman (NHJP), pantai dekat pemukiman (PDP) dan pantai jauh pemukiman (PJP). Pada masing-masing titik dilakukan penangkapan nyamuk dan jentik serta analisa keberadaan *Plasmodium*. Proses kegiatan pengambilan data pada masing-masing titik dilakukan selama 5 hari. Sehingga proses pengambilan data pada masing-masing kabupaten di tiap provinsi adalah 30 hari. Proses koleksi nyamuk dilakukan dengan menggunakan metode *human landing collection*, *animal bited trap* (ABT), umpan ternak (UT), *light trap*, dan *resting morning*.²⁰

Penangkapan nyamuk dengan metode *human landing collection* dilakukan pada pukul 18.00–06.00. Koleksi nyamuk dilakukan di dalam dan luar rumah. Jumlah rumah yang digunakan untuk penangkapan nyamuk adalah 3 rumah untuk penangkapan di dalam dan 3 rumah untuk penangkapan di luar rumah. Koleksi nyamuk dilakukan dengan menggunakan aspirator dibantu dengan senter. Lama penangkapan nyamuk adalah 50 menit setiap jamnya.²⁰

Koleksi nyamuk dengan metode ABT dilakukan dengan memasang ABT sebelum petang. Sapi atau kerbau dimasukkan ke dalam ABT sebelum jam penangkapan nyamuk di mulai. Jika tidak ditemukan kerbau atau sapi dapat menggunakan kambing atau babi sebanyak dua ekor. Penangkapan dengan metode ini dilakukan pada pukul 18.00–06.00 dengan waktu penangkapan setiap jamnya adalah 15 menit.²⁰

Penangkapan nyamuk dengan menggunakan metode UT dilakukan pada pukul 18.00–06.00 dengan lama penangkapan lima belas menit tiap jamnya. Penangkapan dilakukan di sekitar ternak di lokasi penelitian. Jika di lokasi penelitian terdapat berbagai jenis ternak maka penangkapan nyamuk dilakukan di beberapa jenis kandang ternak.²⁰

Koleksi nyamuk dengan menggunakan *light trap* dilakukan dengan cara memasang *light trap* pada tempat-tempat yang dekat dengan lokasi perkembangbiakan nyamuk dan jauh dari jangkauan orang. *Light trap* dipasang dengan cara menggantung di dahan pohon pada pukul 18.00–06.00. Nyamuk hasil koleksi dengan metode ini akan diambil pada akhir jam penangkapan nyamuk.²⁰

Survei nyamuk pagi hari dilakukan pada pukul 06.00–09.00 dengan menggunakan aspirator dan jaring nyamuk. Survei pagi hari dilakukan di tempat-tempat yang berpotensi sebagai tempat peristirahatan nyamuk seperti semak-semak, akar tanaman, tebing tanah, batu, dan lainnya.²⁰

Nyamuk *Anopheles* hasil penangkapan dengan menggunakan metode *human man landing*, ABT, UT, *resting morning*, dan *light trap* yang tertangkap diidentifikasi dengan menggunakan beberapa kunci identifikasi nyamuk.^{22,23,24} Nyamuk yang telah teridentifikasi sampai spesies dipotong kepala *thorax* kemudian dibawa ke laboratorium untuk diperiksa keberadaan *Plasmodium* dengan menggunakan PCR. Pada pemeriksaan *Plasmodium* dengan PCR primer yang digunakan adalah rPLU1 (TCA AAG ATT AAG CCA TGC AAG TGA), rPLU5 (CCT GTT GTT GCC TTA AAC TCC), rPLU3 (TTT TTA TAA GGA TAA CTA CTA CGG AAA AGC TGT), rPLU4 (TAC CCG TCA TAG CCA TGT TAG GCC AAT ACC).^{21,25} Apabila dari hasil penangkapan nyamuk dengan metode *light trap* dan *resting morning* ditemukan nyamuk *Anopheles* yang kenyang darah atau *half gravid* maka darah yang ada di dalam perut nyamuk akan dianalisa pakan darah dengan menggunakan PCR. Tujuan analisis pakan darah ini untuk mengetahui jenis darah yang dihisap nyamuk apakah darah manusia atau hewan.^{20,21}

Survei jentik dilakukan di tempat-tempat yang berpotensi sebagai tempat perkembangbiakan vektor malaria. Beberapa lokasi perkembangbiakan nyamuk yang disurvei antara lain, sawah, sungai, kobakan, danau, rawa dan lain-lain. Kegiatan survei dilakukan

dengan menggunakan cidukan jentik. Jentik yang diperoleh kemudian dipelihara sampai menjadi dewasa. Nyamuk yang muncul dari hasil pemeliharaan jentik kemudian diidentifikasi dengan menggunakan kunci identifikasi nyamuk.^{20,22,23,24} Pengolahan dan analisa data dilakukan secara deskriptif dengan menggunakan grafik dan tabel.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *An. barbirostris* tersebar di Provinsi Papua Barat, Sulawesi Selatan, Kalimantan Utara, Kalimantan Tengah, Bali, Yogyakarta, DKI Jakarta, Riau, Jambi, dan Kepulauan Riau. Kepadatan dan perilaku *An. barbirostris* berbeda pada tiap-tiap provinsi.

Anopheles barbirostris di Papua Barat hanya ditemukan menghisap darah manusia di luar rumah dengan kepadatan yang rendah yaitu 0,01/jam (Tabel 2). Nyamuk *An. barbirostris* ditemukan pada pukul 04.00-05.00 dengan metode umpan orang di luar rumah (Gambar 1).

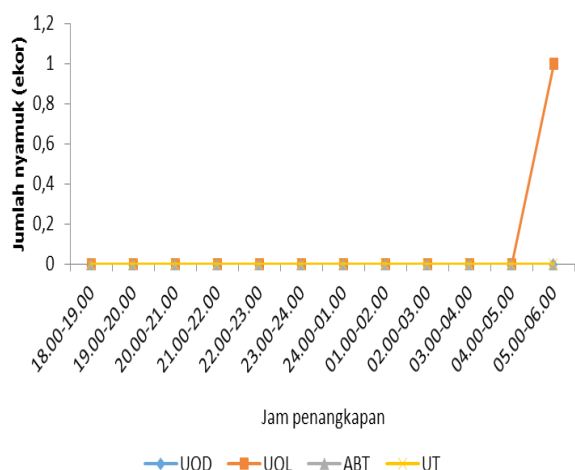
Tabel 2. Kepadatan *An. barbirostris* di Beberapa Provinsi di Indonesia

Provinsi	Metode			
	UOD	UOL	ABT	UT
Papua Barat	0,00	0,01	0,00	0,00
Sulawesi Selatan	0,19	2,02	33,50	4,17
Kalimantan Tengah	0,03	0,24	0,17	1,17
Kalimantan Utara	0,00	0,01	0,33	0,00
Bali	0,06	0,19	108,33	6,83
Daerah Istimewa Yogyakarta	0,00	0,01	31,33	3,83
DKI Jakarta	0,00	0,00	3,17	0,00
Riau	0,00	0,00	0,00	0,17
Jambi	0,02	0,09	6,33	7,00
Kepulauan Riau	0,00	0,05	0,00	0,00

Keterangan:

UOD : umpan orang dalam
 UOL : umpan orang luar
 ABT : *animal bited trap*
 UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*



Keterangan:

UOD : umpan orang dalam

UOL : umpan orang luar

ABT : animal bited trap

UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 1. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An.barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Papua Barat

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap nyamuk *An. barbirostris* yang tertangkap tidak ditemukan *Plasmodium sp* di Papua Barat (Tabel 3). Hasil survei tempat perkembangbiakan belum ditemukan tempat perkembangbiakan yang spesifik untuk *An. barbirostris* di Papua Barat.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan *Plasmodium* pada *An. barbirostris* di Beberapa Provinsi di Indonesia

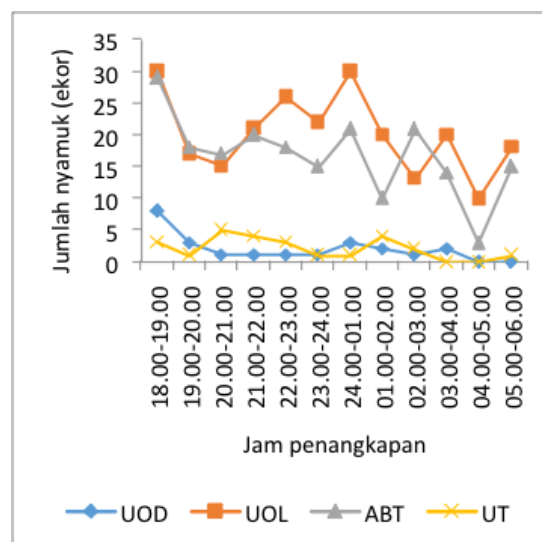
No	Provinsi	Pemeriksaan <i>Plasmodium sp</i>	
		Positif	Negatif
1	Papua Barat	-	-
2	Sulawesi Selatan	+	-
3	Kalimantan Tengah	+	-
4	Kalimantan Utara	-	-
5	Bali	-	-
6	Yogyakarta	-	-
7	DKI Jakarta	-	-
8	Riau	-	-
9	Jambi	-	-
10	Kepulauan Riau	-	-

Keterangan:

+ : positif *Plasmodium*

- : negatif *Plasmodium*

Hasil survei di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa *An. barbirostris* ditemukan sepanjang malam dengan puncak kepadatan terjadi pada pukul 18.00-19.00. *Anopheles barbirostris* di Sulawesi Selatan ditemukan menghisap darah pada metode UOD, UOL, ABT, dan UT. Dominasi kepadatan nyamuk *An. barbirostris* ditemukan pada metode UOL dan ABT (Gambar 2). Persentase nyamuk yang ditemukan menghisap darah orang adalah 53,97% sedangkan menghisap darah ternak adalah 46,03%. *Anopheles barbirostris* di Sulawesi Selatan memiliki kepadatan nyamuk yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari kepadatan nyamuk yang menghisap darah orang di dalam rumah 0,19 ekor/orang/jam dan di luar rumah 0,01 ekor/orang/jam. Kepadatan nyamuk yang menghisap darah ternak lebih tinggi jika dibandingkan yang menghisap darah orang. Kepadatan *An. barbirostris* yang tertangkap dengan metode ABT 33,50 ekor/orang/jam, sedangkan kepadatan *An. barbirostris* yang menghisap darah ternak dengan menggunakan metode UT 4,17 ekor/orang/jam (Tabel 2).



Keterangan:

UOD : umpan orang dalam

UOL : umpan orang luar

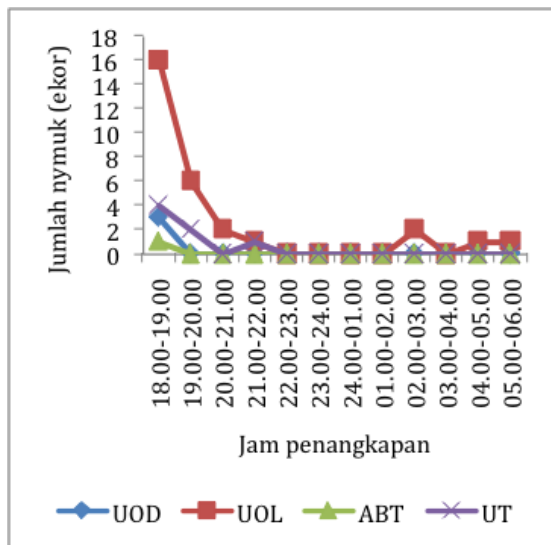
ABT : animal bited trap

UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 2. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An.barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Sulawesi Selatan

Hasil pemeriksaan *An. barbirostris* di Sulawesi Selatan ditemukan nyamuk yang positif *Plasmodium sp.* Sedangkan berdasarkan hasil survei belum ditemukan tempat perkembangbiakan *An. barbirostris*. Berdasarkan hasil penangkapan nyamuk *An. barbirostris* di Kalimantan Tengah diketahui 80% menghisap darah manusia dan 20% menghisap darah hewan. *Anopheles barbirostris* dominan ditemukan menghisap darah orang di luar rumah. Sedangkan sebagian kecil juga ditemukan menghisap orang di dalam rumah dan menghisap darah ternak (Gambar 3). *Anopheles barbirostris* di Kalimantan Tengah yang menghisap darah orang di luar rumah memiliki kepadatan yang tinggi yaitu 0,24 ekor/orang/jam. Sedangkan kepadatan yang menghisap orang di dalam rumah adalah 0,03 ekor/orang/jam. Sedangkan kepadatan nyamuk yang tertangkap dengan menggunakan umpan ternak adalah 1,17 ekor/orang/jam (Tabel 2).



Keterangan:

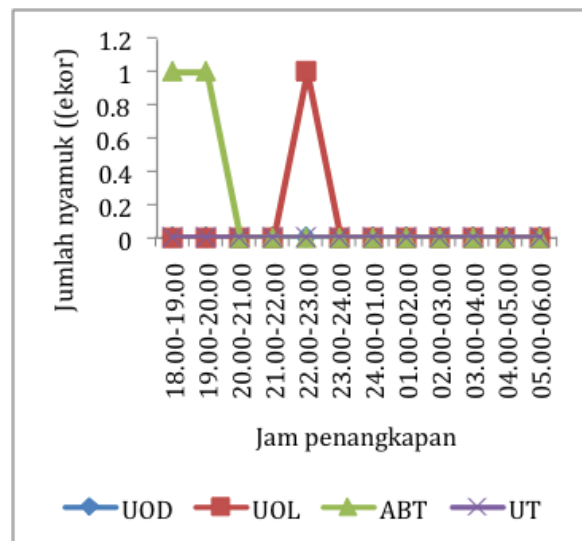
- UOD : umpan orang dalam
- UOL : umpan orang luar
- ABT : animal bited trap
- UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 3. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Kalimantan Tengah

Hasil pemeriksaan nyamuk *An. barbirostris* ditemukan *Plasmodium sp.* berdasarkan analisis dengan menggunakan PCR. Berdasarkan survei tempat perkembangbiakannya di Kalimantan Tengah belum ditemukan tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* secara spesifik.

Berdasarkan hasil penangkapan nyamuk di Kalimantan Utara hanya ditemukan dalam jumlah sedikit *An. barbirostris*. *Anopheles barbirostris* diketahui menghisap darah orang di luar rumah dengan kepadatan 0,01 ekor/orang/jam serta menghisap darah ternak dengan kepadatan 0,33 ekor/orang/jam (Tabel 2 dan Gambar 4). Aktivitas *An. barbirostris* dalam menghisap darah manusia ditemukan pada jam 18.00-20.00 serta jam 22.00-23.00 (Gambar 4).



Keterangan:

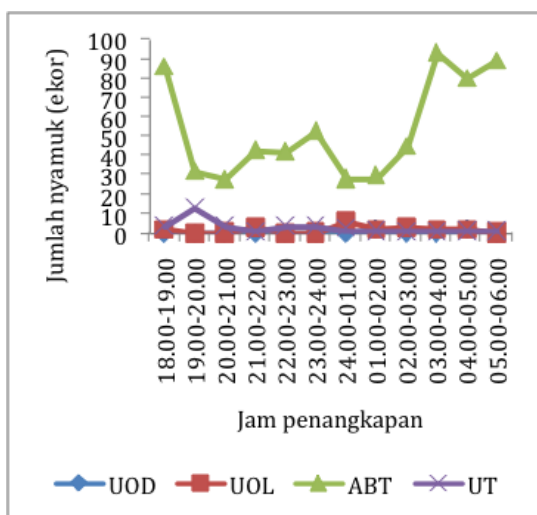
- UOD : umpan orang dalam
- UOL : umpan orang luar
- ABT : animal bited trap
- UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 4. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Kalimantan Utara

Hasil pemeriksaan PCR tidak ditemukan *An. barbirostris* yang positif *Plasmodium sp.* Dari survei diketahui tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* di Kalimantan Utara adalah parit.

Fluktuasi kepadatan *An. barbirostris* di Bali ditemukan sepanjang malam. Puncak kepadatan ditemukan pada pukul 18.00-19.00 dan 03.00-06.00. *Anopheles barbirostris* dominan ditemukan menghisap darah hewan jika dibandingkan dengan darah manusia. Persentase *An. barbirostris* yang menghisap darah hewan adalah 95,84%. Perilaku mencari darah *An. barbirostris* di dalam dan luar rumah ditemukan dengan populasi rendah. (Gambar 5). Kepadatan *An. barbirostris* yang menghisap darah orang di rumah 0,06 ekor/orang/jam sedangkan kepadatan nyamuk yang menghisap darah orang di luar rumah adalah 0,19 ekor/orang/jam. Kepadatan yang tinggi *An. barbirostris* yang menghisap darah hewan dapat dilihat pada kepadatan nyamuk *An. barbirostris* yang tertangkap dengan menggunakan metode ABT dan UT masing-masing adalah 108,33 dan 6,83 ekor/orang/jam (Tabel 2).



Keterangan:

UOD : umpan orang dalam

UOL : umpan orang luar

ABT : animal bited trap

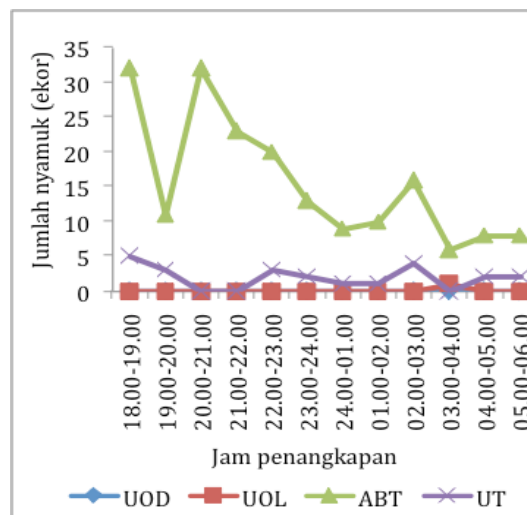
UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 5. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Bali

Hasil pemeriksaan *An. barbirostris* di Bali dengan PCR tidak ditemukan nyamuk yang positif *Plasmodium sp.* (Tabel 3). Berdasarkan hasil survei tempat perkembangbiakan ditemukan beberapa tempat yang berpotensi sebagai tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* yaitu sawah dan sungai.

Berdasarkan hasil penangkapan *An. barbirostris* di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan bahwa *An. barbirostris* dominan ditemukan menghisap darah hewan jika dibandingkan dengan darah manusia dengan persentase masing-masing adalah 99,53% menghisap darah hewan. Kepadatan nyamuk yang menghisap darah ternak dengan metode ABT dan UT masing-masing adalah 31,33 dan 3,83 ekor/orang/jam. Sedangkan kepadatan *An. barbirostris* yang menghisap darah manusia di luar rumah adalah 0,01 ekor/orang/jam (Tabel 2). Keberadaan *An. barbirostris* di Yogyakarta ditemukan sepanjang malam dengan puncak kepadatan terjadi pada jam 18.00-19.00 dan 20.00-21.00 (Gambar 6).



Keterangan:

UOD : umpan orang dalam

UOL : umpan orang luar

ABT : animal bited trap

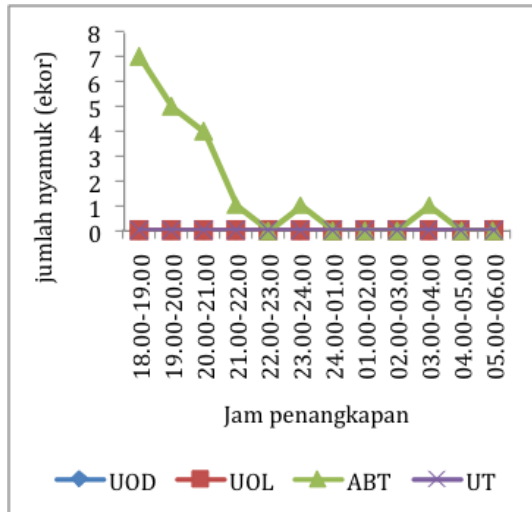
UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 6. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Yogyakarta

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tidak ditemukan *Plasmodium sp.* pada *An. barbirostris* yang tertangkap di lapangan. Berdasarkan hasil survei tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* yang ditemukan di Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sawah dan kolam.

Anopheles barbirostris di Provinsi DKI Jakarta ditemukan hanya menghisap darah hewan. Puncak kepadatan terjadi pada jam 18.00-19.00 dan kepadatan menurun pada jam berikutnya (Gambar 7). Kepadatan *An. barbirostris* yang menghisap darah ternak adalah 3,17 ekor/orang/jam (Tabel 2). Hasil pemeriksaan *An. barbirostris* di DKI Jakarta tidak ditemukan *Plasmodium sp.* Sedangkan tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* ditemukan di sawah.

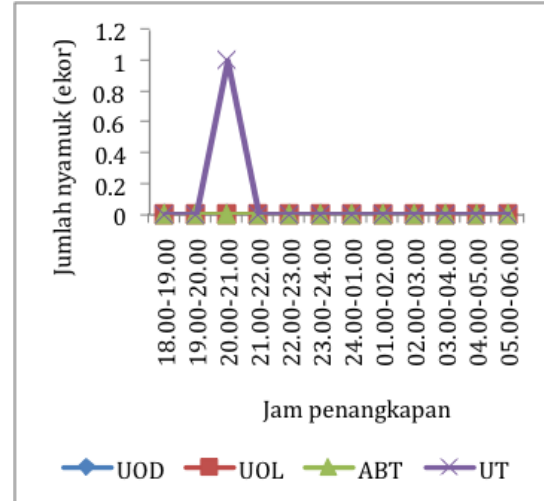


Keterangan:
 UOD : umpan orang dalam
 UOL : umpan orang luar
 ABT : animal bited trap
 UT : umpan ternak
 Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 7. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di DKI Jakarta

Anopheles barbirostris di Provinsi Riau hanya ditemukan menghisap darah ternak dengan kepadatan 0,17 ekor/orang/jam (Tabel 2). *Anopheles barbirostris* hanya ditemukan pada

jam 20.00-21.00 (Gambar 8). Hasil pemeriksaan di laboratorium tidak ditemukan *An. barbirostris* yang positif *Plasmodium sp.* Hasil survei jentik tidak ditemukan jentik di tempat-tempat yang berpotensi sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk.

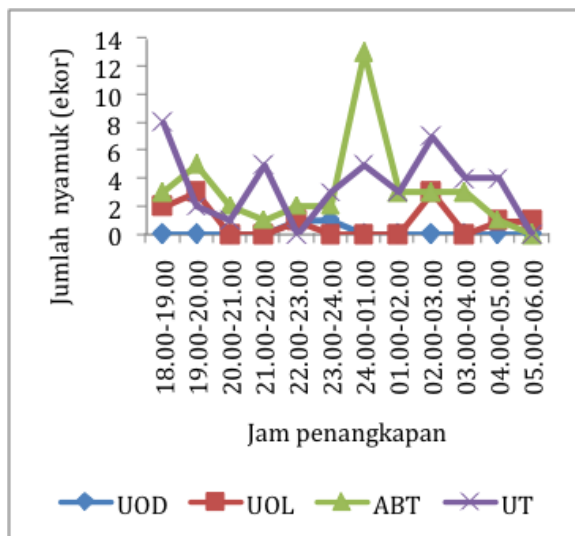


Keterangan:
 UOD : umpan orang dalam
 UOL : umpan orang luar
 ABT : animal bited trap
 UT : umpan ternak
 Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 8. Fluktuasi Kepadatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Riau

Anopheles barbirostris di Provinsi Jambi ditemukan sepanjang malam dengan fluktuasi yang berbeda-beda. Kepadatan nyamuk tertinggi ditemukan pada pukul 24.00-01.00. Hasil survei *An. barbirostris* di Provinsi Jambi diketahui memiliki perilaku menghisap darah orang 13,98% dan menghisap darah ternak 86,02% (Gambar 9). Kepadatan nyamuk yang menghisap darah orang di luar rumah adalah 0,09 ekor/orang/jam. Sedangkan kepadatan nyamuk *An. barbirostris* yang menghisap darah orang di dalam rumah adalah 0,02 ekor/orang/jam. Kepadatan nyamuk yang menghisap darah ternak dengan metode ABT dan UT masing-masing adalah 6,33 dan 7 ekor/orang/jam (Tabel 2). Hasil pemeriksaan *An.*

barbirostris di Provinsi Jambi tidak ditemukan *Plasmodium sp.* pada *An. barbirostris*. Survei tempat perkembangbiakan belum ditemukan tempat perkembangbiakan nyamuk *An. barbirostris* di Provinsi Jambi.



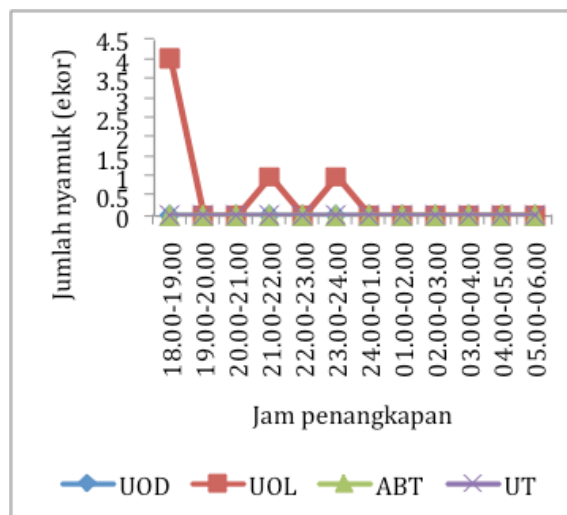
Keterangan:

- UOD : umpan orang dalam
- UOL : umpan orang luar
- ABT : animal bited trap
- UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 9. Fluktuasi Kecepatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Jambi

Berdasarkan hasil penangkapan nyamuk *An. barbirostris* di Provinsi Kepulauan Riau diketahui nyamuk *An. barbirostris* hanya ditemukan pada penangkapan nyamuk di luar rumah. Puncak kepadatan *An. barbirostris* ditemukan pada pukul 18.00-19.00 (Gambar 10). Kepadatan *An. barbirostris* yang menghisap darah orang di luar rumah adalah 0,05 ekor/orang/jam (Tabel 2). Hasil pemeriksaan di laboratorium tidak ditemukan nyamuk *An. barbirostris* positif *Plasmodium sp.* Tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* belum ditemukan di Kepulauan Riau.



Keterangan:

- UOD : umpan orang dalam
- UOL : umpan orang luar
- ABT : animal bited trap
- UT : umpan ternak

Tidak ditemukan *An. barbirostris* pada metode *light trap* dan *resting morning*

Gambar 10. Fluktuasi Kecepatan Nyamuk *An. barbirostris* dengan Berbagai Metode Penangkapan di Kepulauan Riau

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei *An. barbirostris* diketahui tersebar di Provinsi Papua Barat, Sulawesi Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Sulawesi Selatan, Bali, Yogyakarta, DKI Jakarta, Jambi, Riau, dan Kepulauan Riau. Keberadaan spesies ini di beberapa provinsi di Indonesia menunjukkan bahwa *An. barbirostris* tersebar hampir merata di wilayah Indonesia. Studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa *An. barbirostris* juga ditemukan di Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Sulawesi, Kalimantan, Maluku, Nusa Tenggara Timur (NTT), dan Nusa Tenggara Barat (NTB). Hal ini menunjukkan bahwa ada perluasan penyebaran *An. barbirostris* di Indonesia.^{22,26,1}

Status *An. barbirostris* sebagai vektor malaria di beberapa wilayah Indonesia berbeda-beda. *Anopheles barbirostris* berdasarkan penelitian sebelumnya telah terkonfirmasi sebagai vektor malaria di Sulawesi, NTT dan NTB, sedangkan di provinsi lain belum terkonfirmasi sebagai vektor malaria walaupun penyebarannya ditemukan di daerah tersebut. Hasil penelitian dan pemeriksaan dengan menggunakan PCR menunjukkan *An. barbirostris* di Provinsi Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah positif *Plasmodium sp.* Ditemukannya *An. barbirostris* positif *Plasmodium sp.* pada kedua provinsi tersebut menambah daerah di Indonesia dengan konfirmasi *An. barbirostris* terkonfirmasi sebagai tersangka vektor malaria dengan PCR.²⁶ Ditemukannya *An. barbirostris* positif *Plasmodium sp.* meningkatkan potensi penularan malaria di kedua provinsi tersebut. Potensi penularan malaria ini juga didukung oleh perilaku *An. barbirostris* dalam menghisap darah. Berdasarkan hasil penelitian *An. barbirostris* di Kalimantan Tengah 80% ditemukan menghisap darah manusia, sedangkan 53,97% *An. barbirostris* di Sulawesi Selatan diketahui menghisap darah manusia. Tingginya kesukaan nyamuk dalam menghisap darah manusia dapat meningkatkan penularan malaria.^{27,28}

Peluang penularan malaria di Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah cenderung terjadi di luar rumah dibandingkan di dalam rumah. Hal ini disebabkan karena berdasarkan hasil penelitian di kedua provinsi tersebut ditemukan aktivitas *An. barbirostris* yang menghisap darah orang di luar rumah sepanjang malam. Aktivitas menghisap darah *An. barbirostris* di luar rumah bisa disebabkan karena di dalam rumah telah dilaksanakan program pengendalian malaria dengan pemakaian kelambu ataupun IRS. Sehingga aktivitas menghisap darah di dalam rumah menjadi menurun dan beralih ke aktivitas menghisap darah di luar rumah.²⁹ Kondisi perubahan perilaku ini dapat digunakan sebagai

dasar untuk melakukan upaya pengendalian vektor di luar rumah.²⁹ Dengan melihat perilaku vektor malaria yang cenderung melakukan aktivitas menghisap darah di luar rumah pada malam hari maka pengendalian vektor malaria dapat dilakukan salah satunya dengan perlindungan diri. Perlindungan diri dapat dilakukan dengan menggunakan *repellent* atau baju lengan panjang ketika beraktivitas di luar rumah pada malam hari.^{30,34} Studi di Thailand Barat juga menunjukkan bahwa *An. barbirostris* diketahui memiliki perilaku menghisap darah di luar rumah, sehingga potensi penularan malaria dimungkinkan dapat terjadi di luar rumah. Dalam hal ini upaya pengendalian vektor sebaiknya dilakukan berdasarkan perilaku vektor.³⁵

Potensi *An. barbirostris* sebagai vektor malaria di Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah juga dapat dilihat dari kepadatannya. Kepadatan *An. barbirostris* di Sulawesi Selatan yang menghisap darah orang di dalam dan luar rumah yaitu 0,19 dan 2,02 ekor/orang/jam. Sedangkan kepadatan *An. barbirostris* di Kalimantan Tengah yang menghisap darah orang di dalam dan luar rumah adalah 0,03 dan 0,24 ekor/orang/jam. Kepadatan nyamuk ini termasuk dalam kategori tinggi karena melebihi dari batas yang diperbolehkan sesuai dengan standar baku mutu lingkungan. Standar baku mutu lingkungan kepadatan nyamuk *Anopheles* yang aman di lingkungan adalah 0,025 ekor/orang/jam.³⁶ Peluang *An. barbirostris* sebagai vektor juga dapat dilihat dari perilaku *An. barbirostris* yang ditemukan sepanjang malam. Keberadaan nyamuk yang ditemukan sepanjang malam memungkinkan peluang frekuensi kontak dengan manusia lebih besar, sehingga penularan malaria dapat terjadi. Studi di Flores Provinsi NTT juga menunjukkan aktivitas menghisap darah *An. barbirostris* yang ditemukan sepanjang malam saat puncak kepadatan nyamuk terjadi yakni pada pukul 21.00 dan 03.00.³⁷ Hasil penelitian tahun 2010 di Desa Lifuleo Kecamatan

Kupang Kabupaten Kupang Provinsi NTT, *An. barbirostris* selain ditemukan menghisap darah orang sepanjang malam juga diketahui menghisap darah orang pada siang hari. Perubahan aktivitas menghisap darah ini menambah potensi *An. barbirostris* sebagai vektor malaria.³⁸

Berdasarkan hasil analisa keberadaan *Plasmodium sp.*, menunjukkan bahwa *An. barbirostris* tidak ditemukan positif *Plasmodium* di semua provinsi. Hal ini menunjukkan bahwa *An. barbirostris* berperan sebagai vektor malaria di suatu daerah tetapi di daerah lain tidak atau belum berperan sebagai vektor. Salah satu faktor yang menyebabkan suatu spesies dapat berperan sebagai vektor adalah dengan melihat susunan gen COI mtDNA dan ITS2 pada rDNA, serta susunan fenotipe dari protein dan gen pada kelenjar ludah.^{3,7,8} Komposisi protein pada kelenjar ludah berperan terhadap kemampuan suatu spesies nyamuk dapat berperan sebagai vektor atau tidak. Jika komposisi protein pada kelenjar air ludah dapat ditembus oleh *Plasmodium* maka nyamuk dapat berperan sebagai vektor malaria.³⁹

Perilaku *An. barbirostris* berbeda-beda di setiap provinsi. Perilaku *An. barbirostris* berpotensi terhadap peranannya sebagai vektor. Berdasarkan analisa secara umum bahwa provinsi yang diketahui *An. barbirostris* sebagai vektor malaria diketahui perilakunya cenderung menghisap darah manusia dibandingkan darah hewan. Hal ini dapat dilihat dari hasil penangkapan nyamuk dengan berbagai metode. Provinsi Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah yang berdasarkan hasil analisa diketahui *An. barbirostris* positif *Plasmodium sp.* diketahui sebagian besar nyamuk yang tertangkap menghisap darah manusia. Sedangkan beberapa provinsi yang diketahui hasil pemeriksaan *An. barbirostris* negatif *Plasmodium sp.* terdapat kecenderungan lebih suka menghisap darah hewan. Beberapa provinsi yang diketahui *An. barbirostris* cenderung menghisap darah hewan adalah Provinsi Riau, Jambi, Yogyakarta, Bali, Papua Barat, DKI Jakarta, Kalimantan Utara

dan Kepulauan Riau. Perilaku *An. barbirostris* di Hilly juga cenderung ditemukan menghisap darah ternak dan ditemukan istirahat di kandang kerbau dan kuda serta di vegetasi di sekitar kandang ternak.³⁵

Hasil survei juga menunjukkan bahwa *An. barbirostris* memiliki perilaku yang berbeda. Perbedaan ini dapat dilihat dari sisi fluktuasi kepadatan, perilaku menghisap darah dan keberadaan tempat perkembangbiakan. Secara umum perilaku *An. barbirostris* di Provinsi Riau, Jambi, Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, Papua Barat, DKI Jakarta, Kalimantan Utara dan Kepulauan Riau banyak ditemukan menghisap darah di luar rumah. Akan tetapi persentase menghisap darah orang dan hewan di tiap provinsi berbeda-beda. Berdasarkan hasil penangkapan nyamuk menunjukkan bahwa *An. barbirostris* di Provinsi Jambi, Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, Papua Barat, Kalimantan Utara dan Kepulauan Riau selain menghisap darah ternak ditemukan banyak menghisap darah orang di luar rumah. Kondisi ini menjadi antisipasi pengendalian vektor di luar rumah. Dominasi *An. barbirostris* menghisap darah di luar rumah bisa disebabkan karena di dalam rumah telah dilakukan upaya pengendalian vektor dengan kelambu ataupun IRS.⁴⁰ Efektivitas ini bisa disebabkan karena cakupan wilayah pengendalian. Berdasarkan data cakupan pengendalian vektor malaria dengan menggunakan kelambu tahun 2017 baik di daerah endemis tinggi dan kawasan Indonesia bagian timur telah mencapai 100%.¹⁸ Dengan tingginya cakupan kelambu yang dibagikan ke masyarakat yang berisiko terkena malaria, akan menurunkan terjadinya kontak antara vektor malaria dengan manusia, sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan kasus malaria di suatu daerah.^{41,42}

Keragaman fluktuasi dan kepadatan *An. barbirostris* juga terjadi di beberapa provinsi Indonesia. Populasi *An. barbirostris* di Papua Barat, Riau dan Kalimantan Utara merupakan provinsi dengan kepadatan *An. barbirostris*

yang rendah dibandingkan provinsi yang lain. Sedangkan provinsi lain ditemukan dengan populasi yang lebih tinggi dengan puncak kepadatan yang berbeda. Puncak kepadatan *An. barbirostris* di Bali terjadi pada pukul 03.00-06.00. Di Yogyakarta, puncak kepadatan *An. barbirostris* terjadi pada 18.00-21.00. Puncak kepadatan di Jambi terjadi pada pukul 24.00-01.00. Puncak kepadatan di Kalimantan Tengah, Jakarta dan Kepulauan Riau terjadi pada pukul 18.00-19.00. Sedangkan di Sulawesi Selatan kepadatan nyamuk *An. barbirostris* merata sepanjang malam. Informasi puncak kepadatan *An. barbirostris* di setiap wilayah dapat membantu memprediksi waktu penularan di suatu daerah. Studi di Kabupaten Kupang menunjukkan bahwa *An. barbirostris* diketahui puncak kepadatannya di dalam dan luar rumah pada pukul 22.00-23.00 dan 21.00-04.00.⁴³

Faktor-faktor lain yang berpengaruh pada potensi nyamuk sebagai vektor malaria antara lain kemampuan ketahanan terhadap *Plasmodium sp.* yang masuk ke dalam tubuh, umur yang panjang dan tersedianya *Plasmodium sp.* di lingkungan. Oleh karena itu analisa perilaku dan bionomik *An. barbirostris* di masing-masing daerah sangat diperlukan agar dapat memberikan gambaran potensi penularan malaria di suatu daerah.^{12,13,44}

Informasi tentang keberadaan tempat perkembangbiakan vektor malaria juga sangat diperlukan agar pengendalian vektor malaria dapat dilakukan pada stadium dewasa maupun pradewasa. Berdasarkan hasil survei beberapa provinsi ditemukan jenis tempat perkembangbiakan *An. barbirostris*. Tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* di Yogyakarta adalah kolam dan sawah. Di Provinsi Bali, tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* ditemukan di tepi sungai. Di DKI Jakarta, sawah juga merupakan tempat yang positif ditemukan *An. barbirostris*. Hasil survei di Kalimantan Utara ditemukan jentik *An. barbirostris* di parit. Hasil penelitian sebelumnya di Flores tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* ditemukan

di sawah yang beririgasi dan kobakan-kobakan kecil di tepi sungai.³⁷ Studi di Srilanka ditemukan tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* di tempat-tempat yang mengalir maupun tempat dengan aliran air pelan seperti danau, sawah, dan tempat-tempat dengan kandungan bahan organik. Jentik *An. barbirostris* juga ditemukan di tempat dengan salinitas garam 4-15 permil di hutan bakau.⁴⁵

KESIMPULAN

Informasi sampai saat ini *An. barbirostris* terdistribusi di Provinsi Papua Barat, Sulawesi Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Bali, Daerah Istimewa Yogyakarta, DKI Jakarta, Riau, Jambi, dan Kepulauan Riau. *Anopheles barbirostris* positif *Plasmodium sp.* di Provinsi Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah. Secara umum *An. barbirostris* dominan ditemukan menghisap darah di luar rumah baik menghisap darah orang dan hewan. Sebagian *An. barbirostris* menghisap darah orang di dalam rumah. Fluktuasi dan kepadatan *An. barbirostris* berbeda-beda tiap provinsi. Tempat perkembangbiakan *An. barbirostris* ditemukan di sawah, sungai, kolam dan parit.

SARAN

Mengingat *An. barbirostris* diduga sebagai vektor malaria di Sulawesi Selatan dan Kalimantan Tengah, disarankan jika keluar rumah pada malam hari dapat menggunakan lengan panjang atau *repellent*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Badan Litbangkes, Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga, segenap peneliti dan Teknisi B2P2VRP Salatiga. Tak lupa diucapkan terima kasih kepada koordinator lapangan, PJT Provinsi, ketua tim dan wakil ketua tim serta tim pengumpulan data Rikhus vektora tahun 2017-2018.

DAFTAR PUSTAKA

1. Connor O, Sopa C. A Checklist of the Mosquitoes of Iindonesia. Jakarta: A Special Publication of the US Naval Medical Reseach; 1981.
2. 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. 1st ed. Vol. 83, Advances in Parasitology. Elsevier Ltd.; 2013. 173-266 p.
3. Sinka ME, Bangs MJ, Manguin S, Chareonviriyaphap T, Patil AP, Temperley WH, et al. The dominant Anopheles Vectors of Human Malaria in the Asia-Pacific Region : Occurrence Data, Distribution Maps and Bionomic Précis. Parasites and vectors. 2011;4(89):1–46.
4. Marwoto HA, Atmosoedjono S, Dewi RM. Penentuan Vektor Malaria di Flores. Bul Penel Kesehat. 1992;20(3):43–9.
5. Marwoto HA, Richie TL, Atmosoedjono S, Tuti S. Transmisi Lokal Malaria di Kodya Manado. Bul Penelit Kesehat. 1996;24(4):60–8.
6. Atmosoedjono S, Partono F, De DTD, Purnomo. *Anopheles barbirostris* (Diptera: culicidae) As A Vector Of The Timor Filaria on Flores Island: Preliminary Observations. JMed Ent. 1977;13(4):611–3.
7. Saeung A, Otsuka Y, Baimai V. Cytogenetic and Molecular Evidence for Two Species in the *Anopheles barbirostris* complex (diptera : culicidae) in Thailand. Parasitol Res. 2007;101:1337–44.
8. Paredes-esquivel C, Donnelly MJ, Harbach RE, Townson H. Molecular Phylogenetics and Evolution a Molecular Phylogeny of Mosquitoes in the *Anopheles Barbirostris* Subgroup Reveals Cryptic Species : Implications for Identification of Disease Vectors. Mol Phylogenet Evol [Internet]. 2009;50(1):141–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.10.011>
9. Harrison BA, Scanlon JE. Medical Entomology Studies - II The Subgenus Anopheles in Thailand. (1334).
10. Reid JA, Harris BA, Atmosoedjono S. Variation and Vector Status in *Anopheles barbirostris*. Mosq Syst. 1979;11(3):235–51.
11. Apiwathnasorn C, Prommongkol S, Samung Y, Limrat D, Rojruthai B. Potential for *Anopheles campestris* (diptera : culicidae) to transmit Malaria Parasites In Pa Rai Subdistrict (Aranyaprathet, Sa Kao Province), Thailand. J Med Entomol. 2002;39(4):583–6.
12. Brady OJ, Godfray HCJ, Tatem AJ, Gething PW, Cohen JM, Ellis McKenzie F, et al. Vectorial Capacity and Vector Control: Reconsidering Sensitivity to Parameters for Malaria Elimination. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2016;110(2):107–17.
13. Edalat H, Hassan Moosa-Kazemi S, Abolghasemi E, Khairandish S, Hassan Moosa-Kazemi S. Vectorial Capacity and Age Determination of *Anopheles stephens liston* (diptera: culicidae), during the Malaria Transmission in Southern Iran. J Entomol Zool Stud JEZS [Internet]. 2015;3(1):256–63. Available from: www.entomoljournal.com
14. Kementerian Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no293/Menkes/SK/IV/2009. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2009. 1-36 p.
15. Alam MS, Khan MGM, Chaudhury N, Doloer S, Nazb F, Bangali AM, et al. Prevalence of Anopheline Species and Their Plasmodium Infection Status in Epidemic - Prone Border Areas of Bangladesh. Malar J. 2010;9(15):1–8.
16. Indriyati L, Rosanji A, 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.
17. 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.
18. P2PTVZ. Situasi Terkini Perkembangan Program Pengendalian Malaria di Indonesia Tahun 2017. Jakarta: P2PTVZ; 2017. 1-16 p.

19. Subdirektorat Malaria KR. Data Endemisitas Malaria Per Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2017 (Penyesuaian Kab/Kota Eliminasi Sampai Juni 2018). Jakarta: P2PTVZ; 2018.
20. B2P2VRP. Pedoman Pengumpulan Data Vektor (Nyamuk) di Lapangan. Salatiga: B2P2VRP; 2017.
21. B2P2VRP. Pedoman pemeriksaan deteksi agen penyakit. Salatiga; 2015.
22. Oconnor AS. Kunci Bergambar Nyamuk *Anopheles* Dewasa di Indonesia. Jakarta; 1999. 1-40 p.
23. Panthusiri, Rattanarithikul R, Prachong. Illustrated Keys to the Medically Important Mosquitoes of Thailand. Thailand; 1994. 1-66 p.
24. Rattanarithikul R, Harbach RE, Harrison BA, Panthusari P, Coleman RE, Richardson JH. Illustrated Keys to the Mosquitoes of Thailand VI. Tribe Aedini. Thailand; 2010. 1-128 p.
25. Moll K, Kaneko A, Scherf A, Wahlgren M. Methods in Malaria Research. UK: EviMalaR Glasgow; 2013. 1-474 p.
26. Elyazar IRF, Sinka ME, Gething PW, Tarmizi SN, Surya A, Kusriastuti R, et al. The Distribution and Bionomics of *Anopheles* Malaria Vector Mosquitoes in Indonesia. *Adv Parasitol.* 2013;83:173–266.
27. Paredes-Esquivel C, Donnelly MJ, Harbach RE, Townson H. A Molecular Phylogeny of Mosquitoes in the *Anopheles barbirostris* Subgroup Reveals Cryptic Species: Implications for Identification of Disease Vectors. *Mol Phylogenet Evol* [Internet]. 2009;50(1):141–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.10.011>
28. Sherrard-Smith E, Skarp JE, Beale AD, Fornadel C, Norris LC, Moore SJ, et al. Mosquito Feeding Behavior and How It Influences Residual Malaria Transmission Across Africa. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2019;116(30):15086–96.
29. Sougoufara S, Doucouré S, Sembéne PMB, Harry M, Sokhna C. Challenges for Malaria Vector Control in Sub-Saharan Africa: Resistance and Behavioral Adaptations in *Anopheles* Populations. *J Vector Borne Dis.* 2017;54(1):4–15.
30. World Health Organization. Malaria Entomology and Vector Control. World Health Organization. 2013;(July):192.
31. Killeen GF. Killeen GF. Characterizing, Controlling and Eliminating Residual Malaria Transmission. 2014;1–22. Available from: <http://www.malariajournal.com/content/pdf/1475-2875-13-330.pdf>
32. Sugiarto, Hadi UK, Soviana S, Hakim L. Evaluasi Kelambu Berinsektisida terhadap Nyamuk *An. Sundaicus* (Diptera : Culicidae) di Pulau Sebatik, Kalimantan Utara: Evaluation of Long-Lasting Insecticidal Nets on *An. Sundaicus* (Diptera : Culicidae) in Sebatik Island, North Kalimantan. *J Vektor Penyakit.* 2017;11(2):61–70.
33. West P, Protopopoff N, Wright A, Kivaju Z, Tigererwa R, Mosha FW, et al. Indoor Residual Spraying in Combination with Insecticide-Treated Nets Compared To Insecticide-Treated Nets Alone for Protection Against Malaria: A Cluster Randomised Trial in Tanzania. *PLoS Med.* 2014;11(4):1–12.
34. Davidson JR, Sudirman R, Wahid I, Baskin RN, Hasan H, Arfah AM, et al. Mark-Release-Capture Studies Reveal Preferred Spatial and Temporal Behaviors of *Anopheles barbirostris* in West Sulawesi, Indonesia. *Parasites and Vectors* [Internet]. 2019;12(1):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3640-3>
35. Townson H, Dyer N, Mcalister E. Systematics of *Anopheles barbirostris* van der Wulp and a Sibling Species of the Barbirostris Complex (Diptera : Culicidae) in Eastern Java, Indonesia. *Syst Entomol.* 2013;38:180–91.
36. Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan RI No 50 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya. Jakarta; 2017.
37. Atmosoedjono S, Partono F, Dennis DT, Purnomo. *Anopheles barbirostris* (Diptera: Culicidae) as a Vector of the Timor Filaria on Flores Island: Preliminary Observations. *J Med Entomol.* 1977;13(4–5):611–3.

38. Laumalay HM. Perilaku Menghisap Darah *An. Barbirostris* di Lokasi Tambak Ikan Bandeng Dan Kampung Salupu Desa Tuadale Kabupaten Kupang Tahun 2010. *J Ekol Kesehat*. 2013;12(1):72–8.
39. Jariyapan N, Baimai V, Poovorawan Y, Roytrakul S, Saeung A, Thongsahuan S, et al. Analysis of Female Salivary Gland Proteins of the *Anopheles barbirostris* Complex (Diptera: Culicidae) in Thailand. *Parasitol Res*. 2010;107(3):509–16.
40. Lindblade KA, Mwandama D, Mzilahowa T, Steinhardt L, Gimnig J, Shah M, et al. A Cohort Study of The Effectiveness of Insecticide-treated Bed Nets to Prevent Malaria in an Area of Moderate Pyrethroid Resistance, Malawi. *Malar J*. 2015;14(1):1–15.
41. Protopopoff N, Mosha JF, Lukole E, Charlwood JD, Wright A, Mwalimu CD, et al. Effectiveness of a long-lasting piperonyl butoxide-treated insecticidal net and indoor residual spray interventions, separately and together, against malaria transmitted by pyrethroid-resistant mosquitoes: a cluster, randomised controlled, two-by-two fact. *Lancet*. 2018;391(10130):1577–88.
42. Killeen GF, Govella NJ, Mlacha YP, Chaki PP. Suppression of Malaria Vector Densities and Human Infection Prevalence Associated With Scale-Up of Mosquito-Proofed Housing in Dar Es Salaam, Tanzania: Re-Analysis of an Observational Series of Parasitological and Entomological Surveys. *Lancet Planet Heal*. 2019;3(3):e132–43.
43. Rahmawati E, Hadi U, Soviana S. Keanekaragaman Jenis dan Perilaku Menggigit Vektor Malaria (*Anopheles spp.*) di Desa Lifuleo, Kecamatan Kupang Barat, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. *J Entomol Indones*. 2014;11(2):53–64.
44. Gunasekaran K, Sahu SS, Jambulingam P. Estimation of Vectorial Capacity of *Anopheles minimus theobald* & *An. fluviatilis james* (Diptera: Culicidae) in a malaria Endemic Area of Odisha State, India. *Indian J Med Res*. 2014;140(1):653–9.
45. Gajapathy K, Jude PJ, Goodacre SL, Peiris LBS, Ramasamy R, Surendran SN. Molecular Characterization of the Malaria Vector *Anopheles barbirostris* Van der Wulp in Sri Lanka. *Parasites and Vectors*. 2014;7(1):1–5.