



Keanekaragaman dan perilaku menggigit nyamuk sebagai vektor potensial filariasis di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan

Diversity and biting behavior of mosquitoes as filariasis potential vector in Banyuasin Regency, South Sumatera

Rini Pratiwi^{1*}, Chairil Anwar², Salni³, Hermansyah⁴, Novrikasari⁵

¹Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya
Jalan Padang Selasa Nomor 524 Bukit Besar, Palembang 30139

²Program Studi Pendidikan Dokter, Departemen Parasitologi, Fakultas Kedokteran,
Universitas Sriwijaya, Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, Kabupaten Ogan Ilir 30662

³Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, Kabupaten Ogan Ilir 30662

⁴Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, Kabupaten Ogan Ilir 30662

⁵Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Sriwijaya, Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, Kabupaten Ogan Ilir 30662

(diterima Desember 2018, disetujui Juli 2019)

ABSTRAK

Filariasis adalah penyakit menular menahun disebabkan oleh cacing filaria dan ditularkan oleh berbagai spesies nyamuk seperti *Mansonia*, *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, dan *Armigeres*. Penelitian ini bertujuan mengetahui keanekaragaman dan perilaku menggigit nyamuk sebagai vektor potensial penularan filariasis di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Penangkapan nyamuk dilakukan selama 12 jam dari pukul 18.00–06.00 dengan metode *human landing collection* dan *animal biting trap*. Pada Desember 2016 hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel nyamuk yang ditangkap di daerah studi berjumlah 16 spesies dengan spesies paling dominan yang ditemukan adalah *Mansonia uniformis* (47,28%), *Culex tritaeniorhynchus* (23,89%), dan *Culex vishnui* (14,48%). *Ma. uniformis* memiliki perilaku menggigit lebih banyak di luar rumah dengan rata-rata angka perilaku menggigit (*man biting rate*/MBR) sebesar 100,50 nyamuk/malam dan angka kepadatan gigitan nyamuk (*man hour density*/MHD) sebesar 11,90 dan merupakan yang tertinggi dari semua spesies nyamuk yang ditemukan. Analisis *parity rate* melalui pembedahan terhadap nyamuk dewasa mengkonfirmasi bahwa perkiraan umur populasi *Ma. uniformis* adalah 31,8 hari dan *Ma. uniformis* terdeteksi positif sebagai vektor penularan filariasis.

Kata kunci: filariasis, keanekaragaman, *Mansonia* spp., nyamuk, vektor

ABSTRACT

Filariasis is a chronic infectious disease caused by filarial worms and transmitted by various types of mosquitoes such as *Mansonia*, *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, and *Armigeres*. This study aims to determine the diversity and biting behavior of mosquito species as the potential vector of filariasis transmission in Banyuasin Regency, South Sumatera. The research was conducted for 12 hours from 18:00 to 06:00 with human landing collection method and animal biting trap in December 2016. The results showed that the mosquito diversity in the studied area was high with 16 species of mosquitoes

*Penulis korespondensi: Rini Pratiwi. Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Sriwijaya. Jalan Padang Selasa No. 524 Bukit Besar, Palembang 30139, Tel: 0711-352132, 354222, Faks: 0711-317202, 320310, Email: dr_ninik.6575@yahoo.com

successfully identified in which *Ma. uniformis* (47.28%), *Cx. tritaeniorhynchus* (23.89%), and *Cx. vishnui* (14.48%) were the most dominant mosquitoes collected. The result also showed that the biting behaviour of *Ma. uniformis* was found to be more active outdoors than indoor with man biting rate (MBR) of 100,50 mosquitoes per night and man hour density (MHD) of 11,90 which was the highest of all captured species. Further parity rate analysis supported the collecting result by showing the estimated age of *Ma. uniformis* population which was 31.8 days and positively confirmed *M. uniformis* as a vector of filariasis transmission

Key words: biodiversity, filariasis, *Mansonia* spp., mosquito, vector

PENDAHULUAN

Filariasis limfatik (*lymphatic filariasis*) merupakan penyakit menular menahun pada manusia dan hewan yang disebabkan oleh cacing filaria yang ditularkan oleh nyamuk. Cacing filaria yang terinfeksi kemudian berada di kelenjar getah bening dari penderita penyakit filariasis seperti di pangkal paha, ketiak, dan kelenjar getah bening. Keberadaan cacing filaria dapat merusak sistem limfe dan menimbulkan pembengkakan pada tangan, kaki, glandula mammae, dan skrotum sehingga menimbulkan cacat seumur hidup serta stigma sosial bagi penderita dan keluarganya (Sasa 1976; Simonsen 2008; Kemenkes RI 2016).

Penyakit filariasis limfatik menjadi perhatian dunia terutama negara-negara tropis dan subtropis karena menginfeksi lebih 120 juta orang (Saeed 2015). Di Indonesia, kasus kejadian penyakit filariasis limfatik tersebar hampir di seluruh Indonesia, namun beberapa daerah, seperti di Pulau Sumatera dan Kalimantan memiliki kasus kejadian yang tinggi dan dikategorikan sebagai daerah endemis filariasis. Pada tahun 2000–2009, terdapat 11.914 kasus kronis filariasis di 401 kabupaten/kota di seluruh Indonesia, dengan beberapa daerah (241 kabupaten/kota) dilaporkan memiliki rata-rata angka mikrofilaria lebih dari 1% (Kemenkes RI 2016).

Pada tahun 2014, Provinsi Sumatera Selatan dilaporkan memiliki 173 kasus kronis filariasis dengan 142 kasus kronis filariasis terdapat pada Kabupaten Banyuasin. Kasus penyakit filariasis yang tinggi menjadikan Kabupaten Banyuasin menjadi daerah endemis filariasis di Sumatera Selatan. Hingga tahun 2016, hanya 89 kasus yang masih ditangani oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Banyuasin. Data hasil survei dari tahun 1983 hingga 2002, angka kejadian mikrofilaria di Kabupaten Banyuasin tercatat sebesar 2,02%. Angka ini tergolong besar jika dibandingkan

dengan beberapa daerah lain di wilayah Sumatera Selatan. Karakteristik dari wilayah Banyuasin yang mayoritas merupakan dataran rendah, rawa, pesisir, persawahan dan perkebunan, menjadikan wilayah Banyuasin sebagai daerah potensial untuk pengembangbiakan nyamuk vektor cacing filaria (Dinkes Banyuasin 2016).

Di Indonesia, tiga spesies cacing dilaporkan sebagai penyebab filariasis limfatik, yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori*. Namun, 70% kasus filariasis yang ada di Indonesia disebabkan oleh cacing *B. malayi* (WHO 2013; Kemenkes RI 2016). Secara lebih spesifik, di Desa Sungai Murni, Kabupaten Banyuasin, *B. malayi* adalah cacing filaria yang menginfeksi penderita filariasis limfatik (Santoso et al. 2006).

Vektor larva cacing filariasis di Indonesia diketahui berpotensi ditransmisikan oleh 23 spesies nyamuk dari 5 genus, yaitu *Mansonia*, *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, dan *Armigeres* (Kemenkes RI 2016). Secara lebih spesifik, spesies nyamuk dari *Culex* spp., *Anopheles* spp., dan *Aedes* spp. merupakan vektor dari filariasis *bancroftian*. Disisi lain, filariasis *brugia* dapat ditransmisikan oleh spesies nyamuk *Anopheles* spp. dan *Mansonia* spp. (Ditjen PPM & PL 2004; Haryuningtyas & Subekti 2008). Namun, vektor filariasis di setiap daerah berbeda-beda, Santoso et al. (2016) melaporkan bahwa filariasis daerah perkotaan dapat ditularkan melalui gigitan vektor, seperti *Culex quinquefasciatus* Say, *Anopheles* spp., dan *Aedes* spp. Secara lebih spesifik di daerah pedesaan, *Mansonia* spp. merupakan spesies potensial yang paling banyak dilaporkan mentransmisikan cacing filariasis (Santoso et al. 2016).

Karakteristik lingkungan menjadi faktor utama dari perbedaan spesies nyamuk yang berpotensi untuk mentransmisikan penyakit filariasis (Oktarina et al. 2017; Haryuningtyas & Subekti 2008). Pemutusan rantai penularan penyakit dapat dilakukan salah satunya dengan pengendalian

dan pemberantasan vektor filariasis yang banyak terdapat di lingkungan. Sebagai contoh, spesies *Mansonia* spp. meletakkan telur dan berkembang biak di daerah genangan air dengan beberapa tanaman air, seperti enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sehingga pemberantasan penyebaran penyakit yang ditularkan oleh *Mansonia* spp. dapat dilakukan dengan pembersihan genangan air dan tanaman air, dengan begitu jumlah nyamuk dan bakal nyamuk dapat diturunkan (Pratiwi et al. 2019).

Namun, pencegahan penularan penyakit tidak hanya dapat dilakukan dengan melakukan pembersihan pada lingkungan karena secara alami, ketersediaan nyamuk di alam merupakan suatu bioindikator alami. Ketersediaan nyamuk di alam tidak menjadikan probabilitas transmisi penyakit yang dapat ditularkan melalui nyamuk tidak dapat dikendalikan. Beberapa pencegahan penularan penyakit yang disebabkan oleh nyamuk dapat dilakukan dengan mempelajari keanekaragaman dan perilaku nyamuk menggigit. Perilaku nyamuk menggigit bersifat penting karena dapat menjadi informasi waktu menggigit dan pola tingkah laku menggigit dari nyamuk. Informasi mengenai periode dan tingkah laku dapat menjadi informasi penting dalam upaya mengambil kebijakan tingkat lanjut dalam memberantas penyebaran penyakit (Pratiwi et al. 2019). Investigasi keanekaragaman dan tingkah laku juga bermanfaat untuk pelaksanaan surveilans entomologi melalui monitoring habitat perindukan dan kepadatan populasi nyamuk dalam pengendalian vektor menuju eliminasi filariasis (WHO 2012; Sitorus et al. 2015; Kemenkes RI 2016).

Pada penelitian ini, serangkaian investigasi dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman dan perilaku menggigit nyamuk sebagai vektor potensial penularan filariasis di Desa Sungai

Rengit Murni, Kabupaten Banyuasin. Desa Sungai Rengit dilaporkan sebagai salah satu desa di daerah endemik filariasis di Provinsi Sumatera Selatan (Dinkes Banyuasin 2016). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi suatu informasi bagi pemerintah, secara khusus pemerintah kabupaten Banyuasin, dalam menentukan kebijakan dan tahapan lanjutan dalam menurunkan angka kejadian filariasis melalui kontrol populasi nyamuk dan pola aktivitas nyamuk.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Sungai Rengit Murni, Kecamatan Talang Kelapa, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Titik koordinat lokasi penelitian terletak pada Lintang Selatan 2° 51.13' dan Bujur Timur 104° 34.47' dengan ketinggian 10 m dpl. Wilayah desa ini sebagian besar dikelilingi oleh rawa lebak, perkebunan karet, dan sawit dengan luas wilayah berkisar 7.047 ha. Temperatur rata-rata dan kelembaban rata-rata dari lokasi penelitian adalah masing-masing 26,8 °C dan 89,2%. Karakteristik fisik dari lokasi penelitian sebagian besar terdiri atas rawa dengan tanaman air yang didominasi oleh eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Karakteristik lingkungan desa ini sangat mendukung untuk perkembangbiakan nyamuk (Gambar 1).

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Desember 2016 dengan metode *human landing collection* dan *animal biting trap*. Waktu penangkapan dilakukan selama 12 jam dari pukul 18.00–06.00. Lokasi penelitian merupakan salah satu desa yang terdapat kasus kronis filariasis limfatik di Kabupaten Banyuasin. Data hasil



Gambar 1. Karakteristik lingkungan Desa Sungai Rengit Murni.

preliminary melalui survei darah yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Banyuasin menemukan penduduk positif mikrofilaria dengan mikrofilaria rate 2,02% (Dinkes Banyuasin 2016; Pratiwi et al. 2019).

Survei tempat perindukan

Desain penelitian ini menggunakan metode *cross sectional* dengan metode survei observasi. Survei dilakukan di tempat berpotensi perindukan nyamuk, seperti di genangan air yang memiliki tanaman air eceng gondok (Pratiwi et al. 2019). Jumlah perindukan yang digunakan sebagai *sampling point* ditentukan dengan melakukan pengamatan langsung dengan menggunakan alat bantu senter. Genangan yang positif memiliki telur atau jentik kemudian dikumpulkan dan diambil sebagai sampel. Selain itu, karakteristik pemilihan daerah perindukan didasarkan pada kondisi fisik dan kimia dari genangan air karena kualitas air genangan akan menentukan keanekaragaman nyamuk yang tersedia di lingkungan (Mahmuda & Usman 2012). Prosedur pengambilan sampel air dan tanaman air merujuk pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit (BBPPVRP 2016). Sampel air dan tanaman air dibersihkan untuk menemukan jentik yang menempel pada akar. Jentik ditampung pada botol dan dipelihara sampai dewasa, lalu diidentifikasi.

Proses pemeliharaan dilakukan dengan memindahkan nyamuk pada wadah yang berisi media air selama 1–2 hari sampai telur menetas menjadi larva. Larva yang telah lahir kemudian didiamkan hingga berkembang selama 7–9 hari. Larva yang dihasilkan diberi pakan berupa pelet halus. Larva yang telah berkembang akan menjadi pupa. Pupa yang terbentuk kemudian dipindahkan ke wadah yang berisi media air dan diisolasi selama 1–2 hari hingga menjadi nyamuk dewasa.

Penangkapan nyamuk dewasa

Penangkapan nyamuk dengan metode *human landing collection*. Penangkapan nyamuk menggunakan metode *human landing collection* dilakukan di dalam dan di luar rumah. Penangkapan dilakukan oleh 6 orang di 6 lokasi (rumah) (3 orang di dalam dan 3 orang di luar rumah) menggunakan aspirator selama 12 jam mulai pukul 18.00–06.00. Pada setiap jam waktu

penangkapan, pelaksanaan penangkapan nyamuk menggigit dilakukan 40 menit di dalam dan di luar rumah, 10 menit penangkapan nyamuk *resting* dan 10 menit nyamuk istirahat. Nyamuk tertangkap kemudian dimasukkan ke *paper cup*, diberi kloroform untuk membuat nyamuk pingsan/tidak sadar. Penangkapan nyamuk *resting* di waktu pagi dilakukan pada pukul 06.00–07.00 di luar dan di dalam rumah. Hasil penangkapan nyamuk dipisahkan berdasarkan metode dan waktu penangkapan. Nyamuk tertangkap dimasukkan ke *paper cup*, dibawa ke laboratorium untuk dipelihara selama 12 hari. Proses pemeliharaan nyamuk dilakukan dalam ruang isolasi (kandang) yang berisi media makanan berupa darah marmut dan atau air gula. Setelah 12 hari, nyamuk yang masih hidup dilakukan identifikasi dan pembedahan (WHO 2013; BBPPVRP 2016; Oktarina 2017).

Penangkapan nyamuk dengan metode *animal biting trap*.

Penangkapan nyamuk metode *animal biting trap* dilakukan dengan memasang kelambu pada kandang ternak. Setiap kandang hanya diisi oleh 1 ternak. Penangkapan nyamuk dilakukan selama 12 jam mulai pukul 18.00–06.00 (tiap jam 15 menit). Semua nyamuk tertangkap diidentifikasi untuk mengetahui jenis dari nyamuk.

Pembedahan nyamuk dewasa

Nyamuk yang ditangkap dibius menggunakan kloroform dan diletakkan di alas gelas benda, lalu tubuh nyamuk dibersihkan dari sayap dan kaki supaya sisik di sayap tidak mengotori spesimen. Sampel nyamuk kemudian dipisahkan bagian tubuh dengan jarum bedah menjadi tiga bagian, yaitu kepala, toraks dan abdomen. Masing-masing bagian dari tubuh nyamuk ditetesi larutan garam fisiologis dan dirobek/ditarik dengan jarum bedah. Pengamatan di bawah mikroskop bedah dilakukan untuk melihat dilatasi uterus nyamuk pada bagian abdomen untuk melihat keberadaan larva mikrofilaria (Sitorus 2015). Karakteristik Parus dan Nulliparous dapat dilihat secara langsung dengan melakukan pengamatan di bawah mikroskop bedah.

Pemeriksaan *polymerase chain reaction (PCR)*

Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan PCR berasal dari jaringan nyamuk dominan yang berpotensi mentransmisikan larva mikrofilaria

(*Mansonia uniformis*, *Mansonia annulifera*, dan *Mansonia indiana*). Sampel yang terdiri atas kepala dan toraks nyamuk yang diperoleh dari penangkapan melalui metode *human landing collection* dan *animal biting trap* ditimbang secara teliti sebanyak 25 mg. Sampel yang diperoleh kemudian digerus menggunakan *spatel*. Sampel yang telah digerus kemudian siap diuji di Peralatan Isolasi DNA (Qiagen kit) yang diproduksi oleh perusahaan Qiagen.

Prosedur pengujian merujuk pada buku manual penggunaan Qiagen kit. Ekstraksi DNA dilakukan dengan menggunakan 180 µl buffer ATL, 20 µl proteinase K, 200 µl buffer AL, 200 µl ethanol (96–100%), 500 µl AW1, 500 µl AW2, 20 µl buffer AE. Volume total PCR mix 20 µl, terdiri atas 10 µl buffer, 3,3 µl ddH₂O, 4 µl dNTPs, 1 pasang primer spesifik *B. malayi*, yaitu primer FL1-F (forward: 5' GCG CAT AAA TTC ATC AGC 3') 40 pmol dan primer FL2-R (reverse: 5' GCG CAA AAC TTA ATT ACA AAA GC 3') 40 pmol masing-masing 0,15 µl, 2 µl DNA template, 0,4 µl KOD Fx Neo. Kondisi PCR: predenaturasi 94 °C: 5 menit 1 siklus; denaturasi 98 °C: 10 detik; *annealing* 48 °C: 20 detik, *elongation* 68 °C: 25 detik masing-masing 35 siklus. *Extension* 68 °C: 5 menit dan hold 4 °C. Hasil analisis kemudian dibaca di bawah penyinaran sinar ultraviolet menggunakan gel doc. Pembacaan hasil PCR dinyatakan positif jika hasil pemeriksaan memiliki gambaran pita pada 322–338 pb yang merupakan *fingerprint* DNA dari cacing *B. malayi*.

Analisis data

Data jumlah nyamuk dirangkum dan dianalisis untuk mendapatkan hasil keanekaragaman, kelimpahan, kepadatan nyamuk, angka menggigit, tingkat paritas (*parity rate*), dan umur populasi. Data ini disajikan dalam tabel dan grafik dengan beberapa perhitungan statistik menggunakan rumus sebagai berikut (Sugiarto et al. 2017):

$$\text{Angka kepadatan nyamuk} = \frac{\Sigma \text{nyamuk tertangkap per spesies}}{\Sigma \text{jam penangkapan} \times \text{lama penangkapan (jam)} \times \Sigma \text{penangkap} \times \text{lama penangkapan per jam}}$$

$$\text{Rata-rata angka perilaku menggigit} = \frac{\Sigma \text{nyamuk tertangkap dengan umpan orang per spesies}}{\Sigma \text{penangkap} \times \text{lama penangkapan (hari)}}$$

Analisis tingkat paritas (*parity rate*/PR) dilakukan pada 20% dari nyamuk tertangkap. Analisis dilakukan dengan pembedahan untuk mengetahui apakah nyamuk pernah bertelur atau belum. Data hasil pembedahan kemudian dimasukkan ke persamaan berikut.

$$\text{Tingkat paritas} = \frac{\Sigma \text{nyamuk parous}}{\Sigma \text{nyamuk yang dibedah ovariumnya}}$$

$$\text{Umur populasi nyamuk (P)} = \sqrt[A]{B}$$

dengan P: peluang hidup nyamuk setiap hari; A: umur fisiologis nyamuk (siklus gonotropik); B: proporsi *parous* dari sejumlah nyamuk dibedah. Perkiraan umur nyamuk populasi = $1/(-\log e^P)$; P: peluang hidup harian.

HASIL

Keanekaragaman dan kelimpahan nyamuk

Hasil penangkapan nyamuk di Desa Sungai Rengit Murni dengan metode *human landing collection* menghasilkan nyamuk sebanyak 2.305 nyamuk dan *animal biting trap* sebanyak 436 nyamuk dengan total nyamuk yang diperoleh sebesar 2.741 nyamuk. Analisis morfologi dari nyamuk didapatkan bahwa keanekaragaman spesies nyamuk di desa ini sangat tinggi dimana sebanyak 16 spesies dari 6 genus nyamuk mendominasi keseluruhan nyamuk yang diperoleh. Analisis lebih lanjut menunjukkan terdapat 5 spesies *Mansonia*, 4 spesies *Culex*, 4 spesies *Anopheles*, dan 1 spesies dari genus *Armigeres*, *Ochlerotatus*, dan *Aedes* yang tertangkap dari keseluruhan nyamuk yang diperoleh (Tabel 1).

Populasi nyamuk dari spesies *Mansonia* dan *Culex* merupakan populasi yang paling mendominasi di Desa Sungai Rengit Murni, dengan *Mansonia* spp. menjadi nyamuk yang paling mendominasi dengan 1.418 nyamuk yang berhasil ditangkap. Gambar 2 menunjukkan komposisi populasi nyamuk yang diperoleh selama periode penelitian. Berdasarkan jumlah spesies, genus *Mansonia*, *Culex*, dan *Anopheles* didapatkan memiliki spesies yang paling beraneka ragam. Tabel 1 menunjukkan detail spesies dari masing-masing genus nyamuk yang ditangkap. Lebih lanjut, jumlah spesies terbanyak adalah *Ma*.

uniformis 1.296 (47,28%), *Cx. tritaeniorhynchus* 655 (23,89%) dan *Cx. vishnui* 397 (14,48%).

Perilaku menggigit nyamuk

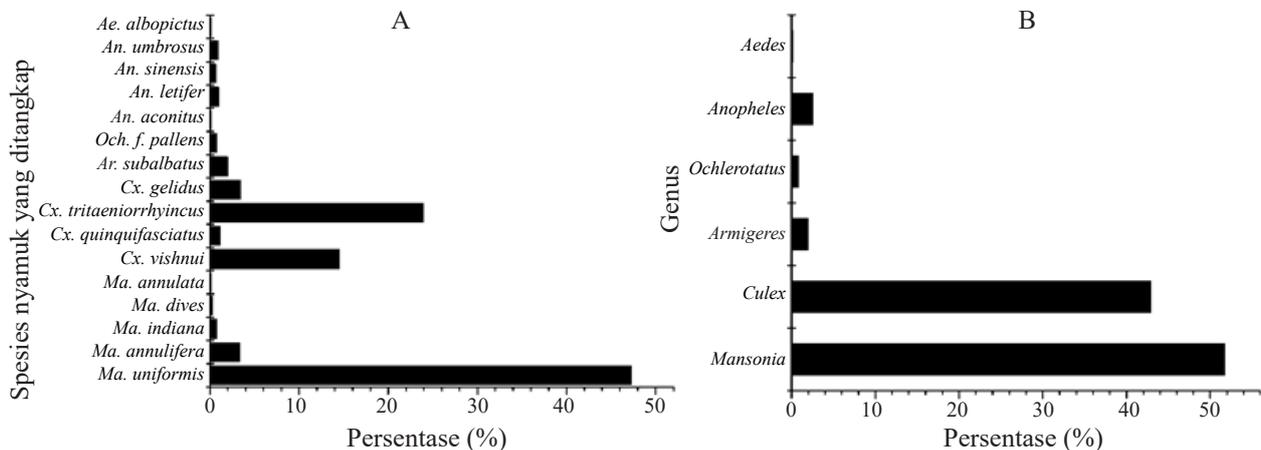
Perilaku menggigit nyamuk diperoleh dengan membandingkan jumlah nyamuk yang ditangkap di dalam dan di luar ruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masing-masing spesies nyamuk memiliki aktivitas yang beraneka ragam. Secara umum, perilaku menggigit keseluruhan nyamuk yang ditangkap memiliki aktivitas yang

lebih tinggi di dalam ruangan dibandingkan dengan luar ruangan. Hal ini ditunjukkan dari nilai angka kepadatan nyamuk (*man hour density*/MHD) dari kegiatan penangkapan di luar ruangan (UOL) yang lebih rendah (19,90), jika dibandingkan dengan dengan hasil penangkapan di dalam ruangan (UOD) yang menghasilkan nilai 27,74. Namun, secara lebih spesifik *Ma. uniformis* ditemukan sebagai spesies yang paling mendominasi dan memiliki aktivitas yang tinggi di luar ruangan dengan 66,39% nyamuk ditangkap di

Tabel 1. Keanekaragaman dan kelimpahan nyamuk di Desa Sungai Rengit Murni berdasarkan metode penangkapan

Spesies	Jumlah nyamuk berdasarkan metode penangkapan*		Jumlah total	%
	HLC	ABT		
<i>Mansonia uniformis</i>	1.118	178	1.296	47,28
<i>Ma. annulifera</i>	73	19	92	3,36
<i>Ma. indiana</i>	18	3	21	0,77
<i>Ma. dives</i>	7	0	7	0,26
<i>Ma. annulata</i>	2	0	2	0,07
<i>Culex vishnui</i>	299	98	397	14,48
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	29	2	31	1,13
<i>Cx. tritaeniorrhynchus</i>	567	88	655	23,89
<i>Cx. gelidus</i>	75	18	93	3,39
<i>Armigeres subalbatus</i>	33	21	54	1,97
<i>Ochlerotatus fulvus pallens</i>	15	6	21	0,77
<i>Anopheles aconitus</i>	1	1	2	0,07
<i>An. letifer</i>	25	1	26	0,95
<i>An. sinensis</i>	16	1	17	0,62
<i>An. umbrosus</i>	24	0	24	0,88
<i>Aedes albopictus</i>	3	0	3	0,11
Jumlah	2.305	436	2.741	100

*HLC: human landing collection; ABT: animal bitedtrap.



Gambar 2. Komposisi populasi nyamuk di Desa Sungai Rengit Murni berdasarkan A: spesies; dan B: genus.

luar ruangan. Namun, beberapa nyamuk lain yang juga mendominasi dari nyamuk yang ditangkap memiliki aktivitas yang tinggi di dalam ruangan, seperti *Cx. tritaeniorhynchus* (22,17%) dan *Cx. vishnui* (19,46%) (Tabel 2).

Analisis dilanjutkan dengan melihat rata-rata angka menggigit dari nyamuk (*man biting rate/* MBR). Hasil investigasi menemukan bahwa *Ma. uniformis* memiliki nilai MBR sebesar 100,50 nyamuk per malam, diikuti oleh *Cx. vishnui* yang memiliki nilai MBR 35,83 nyamuk per malam dan *Cx. tritaeniorhynchus* yang memiliki nilai MBR sebesar 24,50 nyamuk per malam. Selain MBR, angka kepadatan nyamuk (*man hour density/* MHD) juga berkorelasi dengan hasil MBR, dengan kepadatan gigitan nyamuk tertangkap per orang per jam di dalam ruangan menunjukkan *Ma. uniformis* memiliki aktivitas yang paling tinggi dengan nilai MHD sebesar 11,90. Di sisi lain, kepadatan gigitan di luar ruangan tertinggi diperoleh pada *Ma. uniformis* dengan nilai MHD sebesar 13,1 (Tabel 2).

Pola menggigit dari spesies nyamuk juga beraneka ragam dengan aktivitas menggigit spesifik pada waktu tertentu. Namun, secara lebih

spesifik, tiga spesies yang paling mendominasi aktivitas menggigit adalah *Ma. uniformis*, *Cx. tritaeniorhynchus*, dan *Cx. vishnui*. Pola aktivitas nyamuk menggigit di luar dan di dalam ruangan per jam menunjukkan hanya *Ma. uniformis* selalu ditemukan setiap jam penangkapan dengan puncak aktivitas menggigit ditemukan pada pukul 21.00 dan 22.00. Karakteristik aktivitas nyamuk lain menunjukkan spesifikasi, dengan *Cx. vishnui* ditemukan aktif pada waktu sore hari hingga tengah malam, sementara *Cx. tritaeniorhynchus* memiliki aktivitas yang tinggi setelah tengah malam. Aktivitas nyamuk menggigit luar ruangan di mulai pada jam 18.00. *Ma. uniformis* aktif mulai sejak pukul 18.00 dan selalu ditemukan pada setiap jam penangkapan dengan 2 puncak tertinggi ditemukan pada pukul 20.00 dan 21.00. Spesies lain, seperti *Cx. vishnui* memulai aktivitas menggigit sejak pukul 18.00 hingga 24.00 dengan puncak tertinggi pada pukul 18.00 dan 24.00 untuk kondisi penangkapan di luar ruangan dan pukul 18.00 di dalam ruangan. *Cx. tritaeniorhynchus* memulai aktivitas menggigit pada pukul 23.00 hingga pagi hari, di hari berikutnya dengan puncak tertinggi ditemukan pada pukul 04.00

Tabel 2. Angka gigitan dan kepadatan gigitan nyamuk di Desa Sungai Rengit Murni

Spesies	Perilaku menggigit						MBR
	UOD			UOL			
	Jumlah	%	MHD	Jumlah	%	MHD	
<i>Mansonia uniformis</i>	287	43,29	11,90	316	66,39	13,1	100,50
<i>Ma. annulifera</i>	19	2,87	0,79	18	3,78	0,7	6,17
<i>Ma. indiana</i>	7	1,06	0,29	7	1,47	0,3	2,33
<i>Ma. dives</i>	1	0,15	0,04	2	0,42	0,1	0,50
<i>Ma. annulata</i>	0	0,00	0,00	1	0,21	0,0	0,17
<i>Culex. vishnui</i>	129	19,46	5,35	86	18,07	3,6	35,83
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	6	0,90	0,25	9	1,89	0,4	2,50
<i>Cx. tritaeniorrhynchus</i>	147	22,17	6,09	0	0,00	0,0	24,50
<i>Cx. gelidus</i>	48	7,24	1,99	0	0,00	0,0	8,00
<i>Armigeres subalbatus</i>	12	1,81	0,50	20	4,20	0,8	5,33
<i>Ochlerotatus fulvus pallens</i>	2	0,30	0,08	9	1,89	0,4	1,83
<i>Anopheles conitus</i>	0	0,00	0,00	1	0,21	0,0	0,17
<i>An. letifer</i>	5	0,75	0,21	7	1,47	0,3	2,00
<i>An. sinensis</i>	3	0,45	0,12	4	0,84	0,2	1,17
<i>An. umbrosus</i>	0	0,00	0,00	1	0,21	0,0	0,17
<i>Aedes albopictus</i>	3	0,45	0,12	0	0,00	0,0	0,50
Jumlah	663	100,00	27,74	476	100	19,90	191,7

*UOD: umpan orang dalam; UOL: umpan orang luar; MBR: *man biting rate*; MHD: *man hour density*.

untuk kondisi penangkapan di luar ruangan dan pukul 24.00 untuk kondisi penangkapan di dalam ruangan (Gambar 3(A) dan (B)).

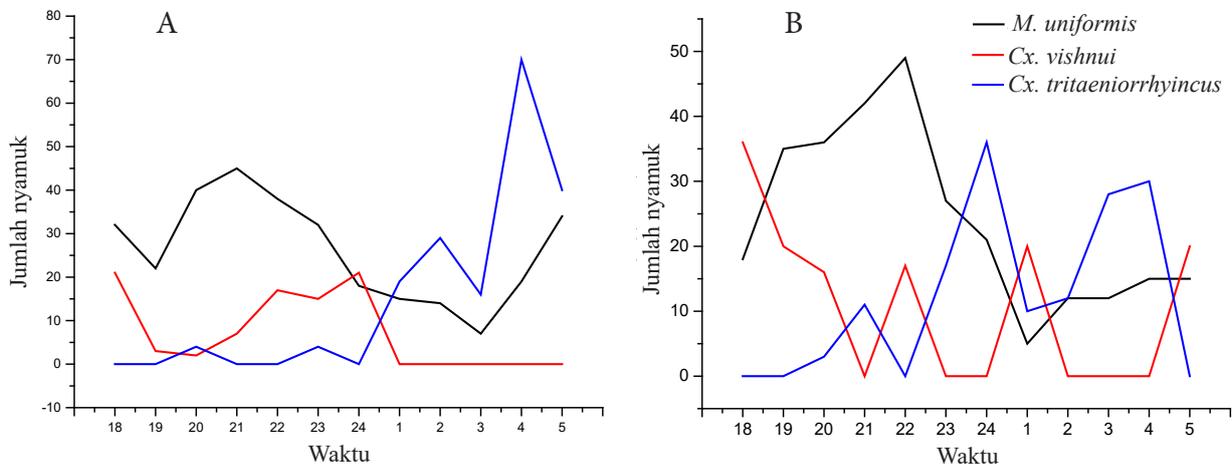
Parity rate dan umur populasi

Nilai tingkat paritas (*parity rate*/PR) dari *Ma. uniformis* adalah 0,91 yang berarti 91% nyamuk di populasi pernah bertelur. Umur populasi *Ma. uniformis* adalah 31,8 hari sehingga berpotensi menjadi vektor karena memiliki umur lebih 12 hari yang merupakan waktu minimum untuk nyamuk dapat mentransmisikan cacing filaria (Dirjen PPM & PL). Beberapa spesies tidak dibedah karena tertangkap dalam jumlah yang relatif sedikit

(Tabel 3). Beberapa nyamuk yang ditangkap dan dipelihara selama 12 hari juga menunjukkan waktu hidup yang rendah, hanya *Ma. uniformis* yang ditemukan masih hidup di hari ke 12. Karakteristik bertahan hidup dari *Ma. uniformis* pada hari ke 12 menjadikan hanya *Ma. uniformis* yang dilakukan pembedahan. Hasil pengamatan di mikroskop bedah tidak menemukan larva L3 pada sampel (Tabel 4).

Hasil deteksi mikrofilaria pada larva *B. malayi*

Hasil uji PCR menunjukkan bahwa pada sampel nyamuk yang diperoleh tidak didapatkan gambaran pita DNA dari larva *B. malayi* (Gambar



Gambar 3. Pola aktifitas nyamuk menggigit A: di luar ruangan; B: di dalam ruangan.

Tabel 3. Parity rate dan umur populasi nyamuk di Desa Sungai Rengit Murni

Spesies	Jumlah dibedah	Jumlah dibedah		Parity rate	Umur populasi
		Parous	Nulliparous		
<i>Mansonia uniformis</i>	1076	977	99	0,91	31,8
<i>Ma. annulifera</i>	65	48	17	0,74	10
<i>Ma. indiana</i>	18	18	0	1,00	-
<i>Ma. dives</i>	5	5	0	1,00	-
<i>Ma. annulata</i>	2	2	0	1,00	-
<i>Culex vishnui</i>	258	129	129	0,50	4,3
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	22	11	11	0,50	4,3
<i>Cx. tritaeniorrhincus</i>	746	572	174	0,77	11,5
<i>Cx. gelidus</i>	127	102	25	0,80	13,4
<i>Armigeres subalbatus</i>	64	54	10	0,84	17,2
<i>Ochlerotatus fulvus pallens</i>	20	18	2	0,90	28,5
<i>Anopheles aconitus</i>	-	-	-	-	-
<i>An. letifer</i>	19	8	11	0,42	3,5
<i>An. sinensis</i>	16	12	4	0,75	10,4
<i>An. umbrosus</i>	5	1	4	0,20	1,9
<i>Aedes albopictus</i>	4	4	0	1,00	-

4). Hasil negatif dari pengujian PCR menunjukkan bahwa tidak terdapat mikrofilaria dari nyamuk yang ditangkap. Alasan yang paling memungkinkan dari hasil negatif uji PCR adalah karena tidak semua vektor potensial positif mikrofilaria, dan jika terdapat mikrofilaria, larva yang ada tidak mampu berkembang ditubuh nyamuk.

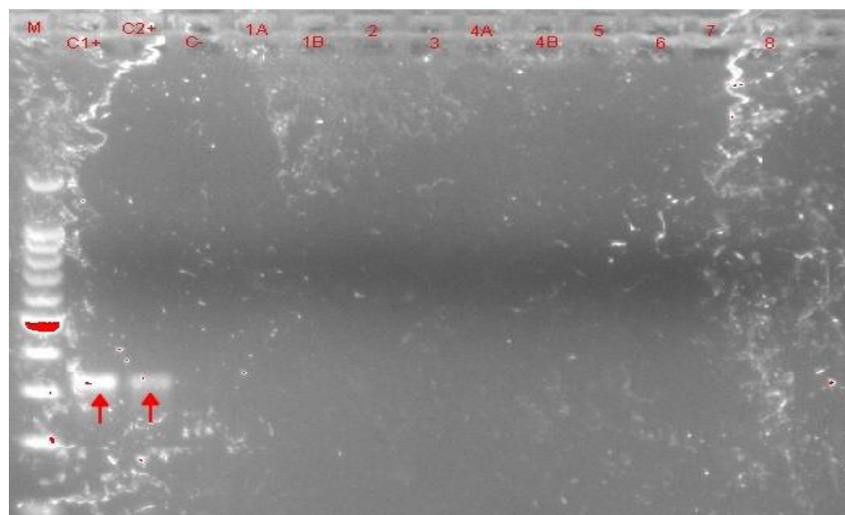
PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman nyamuk yang diperoleh di Kabupaten Banyuasin dikategorikan tinggi karena ada 16 spesies nyamuk yang ditemukan selama periode penelitian. Keanekaragaman yang diperoleh juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Supranelfy et al. (2012) yang melaporkan bahwa terdapat 14 spesies nyamuk di Kabupaten Ogan Komering Ulu. Namun, jumlah spesies yang ditemukan masih lebih rendah jika

dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan oleh Rohani et al. (2013) yang melakukan penelitian di Serian, Sarawak Malaysia yang terdapat 27 spesies dan 6 genus nyamuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan keanekaragaman dan kelimpahan spesies nyamuk di berbagai daerah yang disebabkan oleh karakteristik geografis, iklim, dan ketersediaan tempat berkembang biak untuk spesies nyamuk. Rajeswari (2017) mendukung pernyataan ini dengan melaporkan bahwa keanekaragaman dan kelimpahan nyamuk di suatu daerah dipengaruhi oleh jumlah ketersediaan tempat berkembang biak, tempat peristirahatan, dan iklim (terutama suhu dan curah hujan). Selain itu, ketersediaan spesies tertentu dari nyamuk dapat menjadi suatu bioindikator penurunan fungsi hutan dan tekanan antropik yang berarti bahwa perubahan lingkungan akan berdampak signifikan, langsung atau tidak langsung, perilaku dan bionomik nyamuk. Parameter iklim lokal memiliki peran besar dalam menentukan distribusi dan keragaman

Tabel 4. Spesies nyamuk istirahat (*resting*) pada waktu penangkapan pagi

Spesies	Jumlah tertangkap	Dibedah	Larva L3	
			Negatif	Positif
<i>Mansonia uniformis</i>	19	1	1	-
<i>Culex. vishnui</i>	55	0	0	-
<i>Cx. gellidus</i>	6	0	0	-
<i>Armigeres subalbatus</i>	1	0	0	-
<i>Ochlerotatus fulvus pallens</i>	1	0	0	-



Gambar 4. Hasil pemeriksaan PCR, tidak didapatkan gambaran pita DNA *Brugia malayi*. M: marker; C1+ dan C2+: kontrol positif; C-: kontrol negatif; Sampel 1A, 1B, 4A, 4B, dan 8: *Mansonia uniformis*; Sampel 2 dan 5: *Ma. annulifera*; Sampel 3 dan 6: *Ma. indiana*; Sampel 7: *Ma. bonnea*.

vektor karena penularan penyakit yang ditularkan oleh vektor dibatasi oleh toleransi vektor terhadap iklim lokal (Rohani 2013).

Namun, hasil penelitian mengenai dominansi aktivitas nyamuk memiliki persamaan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Supranelfy (2012), tentang pola aktivitas nyamuk menggigit di Desa Karya Makmur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, dengan mayoritas nyamuk yang ditangkap *Ma. uniformis* dan *Ma. annulata* tertangkap lebih banyak di luar ruangan (eksofagik). Menurut Supranelfy et al. (2012), kondisi lingkungan berperan dalam banyaknya nyamuk tertangkap di luar rumah dibandingkan dengan di dalam rumah, yaitu kondisi lingkungan fisik (iklim, keadaan geografis, struktur geologi), kondisi lingkungan biologik (lingkungan hayati yang mempengaruhi penularan) dan kondisi lingkungan sosial, ekonomi, dan budaya (sebagai akibat adanya interaksi antar manusia).

Studi oleh Supranelfy (2012) menunjukkan bahwa *Ma. uniformis* dan *Ma. annulata* menggigit lebih sering di luar ruangan daripada di dalam ruangan. Secara alami nyamuk lebih suka menggigit di luar rumah, tetapi pada penelitian ini persentase jumlah nyamuk menggigit di dalam ruangan juga relatif tinggi. Ketersediaan *host indoor* utama (manusia), atau *host reservoir* (misalnya kucing), akan menarik nyamuk dewasa ke dalam ruangan untuk menghisap darah mereka guna mematangkan telur. Faktor lingkungan yang memodifikasi rasio luar/dalam ruang adalah lingkungan fisik (iklim, geografi, geologi), lingkungan biologis, dan lingkungan sosial-ekonomi-budaya (lingkungan yang dihasilkan oleh interaksi interpersonal).

Hasil perhitungan kepadatan rata-rata nyamuk per jam dan per malam selama empat kali penangkapan baik di luar dan di dalam ruangan menunjukkan bahwa *Ma. uniformis* memiliki MHD tertinggi. MHD yang tinggi menggambarkan peluang penularan filariasis tinggi pula. Berdasarkan Permenkes No. 50 tahun 2017 tentang baku mutu lingkungan untuk vektor, *Mansonia* spp. MHD < 5 dan *Culex* spp. MHD < 1 (Kemenkes RI 2016).

Pola aktivitas nyamuk menggigit nyamuk di Desa Sungai Rengit Murni dimulai pada pukul 18.00 dengan puncak tertinggi diperoleh pada

pukul 20.00 hingga 22.00. Pola perilaku menggigit yang diperoleh memiliki perbedaan dengan pola perilaku menggigit dari *Mansonia* spp. di Serian Sarawak, *Ma. bonneae* mulai aktif melakukan aktivitas menggigit pada pukul 19.00 dengan puncak tertinggi pada pukul 20.00 (Rohani et al. 2013) dan menurun secara signifikan pasca puncak aktivitas menggigit dan berlanjut hingga pukul 06.00. Pola perilaku menggigit nyamuk ini penting karena erat hubungannya dengan penularan filariasis. *Mansonia* spp. dikategorikan sebagai nyamuk nokturnal yang memiliki aktivitas menggigit dari senja sampai tengah malam (dini hari) dengan waktu puncak berada di tengah malam dan dini hari. Pola ini mendekati pola subperiodik nokturnal dari *B. malayi*. Namun, *Mansonia* spp. juga dilaporkan memiliki aktivitas menggigit di siang hari, terutama pada kondisi lingkungan yang teduh (Vythilingam et al. 1992)

Analisis terhadap angka *parity rate* dilakukan pada nyamuk *Ma. uniformis* sebagai nyamuk yang paling dominan yang ditangkap pada lokasi penelitian. Hasil perhitungan angka *parity rate* ditemukan bahwa umur nyamuk *Ma. uniformis* adalah 31,4 hari. Umur ini adalah umur yang menentukan siklus gonotropik nyamuk, dengan jangka waktu umur nyamuk berpotensi sebagai tempat perkembangan larva mikrofilaria. Masa pertumbuhan mikrofilaria di tubuh nyamuk yang menjadi inang berkisar antara 10–14 hari. *Brugia* sp. membutuhkan 8–10 hari, *Wuchereria* sp. 10–14 hari, dengan keseluruhan masa pertumbuhan mikrofilaria masih di bawah *parity rate* dari *Ma. uniformis* (Kemenkes RI 2016). Pengamatan umur nyamuk salah satu faktor terpenting dalam menentukan vektor potensial sehingga penularan dapat dideteksi (Mardiana 2009).

Penelitian dilanjutkan dengan mendeteksi mikrofilaria dengan mendeteksi ketersediaan DNA mikrofilaria pada nyamuk. Primer Hha 1 *repeat* digunakan untuk mendeteksi *pool* nyamuk yang mengandung 1 DNA larva mikrofilaria menggunakan metode PCR (Haryuningtyas & Subekti 2008). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat DNA mikrofilaria ditemukan pada *Ma. uniformis* sebagai nyamuk dominan yang ditemukan di lokasi penelitian. Ada banyak parameter yang terkait dengan siklus transmisi filariasis, parameter tersebut berhubungan

setidaknya dengan lima hal, yaitu (1) manusia sebagai sumber infeksi; (2) infeksi pada vektor; (3) perkembangan larva filarial dalam tubuh vektor; (4) efisiensi vektor dalam menginfeksi populasi manusia; dan (5) efisiensi perkembangan dan reproduksi parasit dalam tubuh manusia (Sasa 1976). Ketidaktersediaan DNA mikrofilaria pada nyamuk juga bisa disebabkan oleh keberhasilan program dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Program Pemberian Obat Massal Pencegahan (POPM) di daerah lokasi penelitian. Pelaksanaan POPM filaria akan menurunkan prevalensi infeksi mikrofilaria sehingga semakin banyak sampel peluang didapatkannya mikrofilaria yang positif pada vektor juga semakin besar. POPM filariasis satu siklus memang tidak dapat memutus rantai penularan infeksi langsung dari vektor ke hospes sehingga dibutuhkan yang kontinu untuk mengeliminasi secara komplet penularan mikrofilaria (Dalilah et al. 2017).

Pemilihan metode PCR dalam mendeteksi ketersediaan mikrofilaria didasarkan pada sensitifitas metode PCR yang lebih baik jika dibandingkan dengan analisis mikroskopis (Santoso et al. 2015). Metode PCR telah berhasil digunakan untuk menganalisis ketersediaan mikrofilaria. Sebagai contoh, Santoso et al. (2015) berhasil mendeteksi ketersediaan DNA *B. malayi* pada 8 sampel nyamuk *Ma. indiana* yang berpotensi menjadi vektor *B. malayi* filariasis di Kabupaten Tanjung Jabung Timur.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman nyamuk di Kabupaten Banyuasin adalah tinggi dengan ditemukan 16 spesies dari 6 genus nyamuk selama waktu periode penelitian. Populasi nyamuk terbanyak adalah *Mansonia* dan *Culex* dengan spesies paling dominan adalah *Ma. uniformis*. Perilaku nyamuk menggigit ditemukan lebih banyak di dalam ruangan yang ditunjukkan oleh nilai MHD keseluruhan yang lebih tinggi di dalam ruangan daripada di luar ruangan. Pola menggigit dari setiap nyamuk memiliki perbedaan tempat menggigit (luar atau dalam ruangan) yang bergantung pada karakteristik nyamuk yang ditemukan. Aktivitas menggigit dari setiap spesies

nyamuk juga bervariasi, yaitu hanya spesies *Ma. uniformis* yang ditemukan pada setiap waktu penangkapan. Perhitungan *parity rate* dari *Ma. uniformis* sebagai nyamuk yang paling dominan menentukan umur nyamuk sebesar 31,8 hari yang berpotensi sebagai inang dari perkembangan mikrofilaria. Namun, analisis PCR tidak menemukan larva mikrofilaria pada sampel *Ma. uniformis*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Dinas Kesehatan Banyuasin, Balai Penelitian dan Pengembangan P2B2 Kementerian Kesehatan Baturaja yang telah membantu dalam penelitian ini. Penelitian ini dibantu pula oleh dana penelitian Unggulan Profesi Universitas Sriwijaya, 06/UN9/SK.LP2M.PT/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [BBPPVRP] Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit. 2016. *Pedoman Pengumpulan Data Vektor (Nyamuk) di Lapangan*. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Dalilah, Anwar C, Theodorus, Saleh I. 2017. Identifikasi spesies nyamuk Genus *Mansonia* dan deteksi molekuler terhadap mikrofilaria/larva cacing *Brugia malayi* pada nyamuk Genus *Mansonia* di Desa Sungai Rengit Murni Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan* 4:71–77.
- [Dinkes Banyuasin] Dinas Kesehatan Kabupaten Banyuasin. 2016. *Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Banyuasin*. Jakarta: Pangkalan Balai Ditjen PPM & PL. 2004. *Pedoman Ekologi dan Aspek Perilaku Vektor*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Haryuningtyas D, Subekti DT. 2008. Deteksi mikrofilaria/larva cacing *Brugia malayi* pada nyamuk dengan *polymerase chain reaction*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 13:240–248.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan RI. 2016. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 94 Tahun 2014 Tentang Penanggulangan Filariasis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.

- Mahmuda A, Usman M. 2012. Preferred breeding sites of different mosquito species in Sokoto Township and environs. *Continental Journal of Biological Science* 5:1–3.
- Mardiana, A.M. 2009. Komposisi umur nyamuk *Anopheles* sp. yang diduga sebagai vektor di daerah pegunungan Kecamatan Lengkon, Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Ekologi Kesehatan* 8:946–952.
- Oktarina R, Santoso, Taviv Y. 2017. Gambaran angka prevalensi mikrofilaria di Kabupaten Banyuasin, pascapengobatan massal tahap III. *Balaba* 13:11–20. doi: <https://doi.org/10.22435/blb.v13i1.4794.11-20>.
- Pratiwi R, Anwar C, Salni S, Hermansyah H, Novrikasari N, Ghiffari A, Putra A, Huda A. 2019. Species diversity and community composition of mosquitoes in a filariasis endemic area in Banyuasin District, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 20:453–462. doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200222>.
- Rajeswari AR. 2017. Mosquito diversity in Erode District, Tamil Nadu, India. *World Journal of Pharmaceutical Research* 6:474–482. doi: <https://doi.org/10.20959/wjpr20179-8828>.
- Rohani A, Zamree I, Najdah W, Mohamad W, Hadi AA, Asmad M, Lubim D, Nor ZM, Lim LH, Ali WNW, Hadi AA, Asmad M, Lubim D, Nor ZM, Lim LH. 2013. Nocturnal man biting habits of mosquito species in Serian, Sarawak, Malaysia. *Advances in Entomology* 1:42–49. doi: <https://doi.org/10.4236/ae.2013.12009>.
- Santoso, Ambarita L, Oktarina R, Sudomo M. 2006. Epidemiologi filariasis di Desa Sungai Rengit, Kecamatan Talang, Kelapa Kabupaten Banyuasin Tahun 2006. *Buletin Penelitian Kesehatan* 36:59–70.
- Santoso, Yahya, Suryaningtyas NH, Pahlepi RI, Rahayu KS. 2016. Studi bioekologi nyamuk *Mansonia* spp. vektor filariasis di Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. *Vektora* 8:71–80. doi: <https://doi.org/10.22435/vk.v8i2.4216.71-80>.
- Santoso, Yahya, Suryaningtyas NH, Rahayu KS. 2015. Deteksi mikrofilaria *Brugia malayi* pada nyamuk *Mansonia* spp. dengan pembedahan dan metode PCR di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Aspirator* 7:29–35. doi: <https://doi.org/10.22435/aspirator.v7i1.3728.29-35>.
- Sasa M. 1976. *Human Filariasis: A Global Survey of Epidemiology and Control*. Tokyo: University Park Press.
- Saeed M, Siddiqui S, Bajpai PK, Srivastava A, Mustafa H. 2015. Amplification of *Brugia malayi* DNA using HhaI Primer as a tool. *The Open Conference Proceedings Journal* 5:38–40. doi: <https://doi.org/10.2174/2210289201405030038>.
- Simonsen PE. 2008. *Filariasis. Manson's Tropical Medicine*. 22nd ed. Philadelphia: Saunder Elsevier.
- Sitorus H, Budiyanto A, Ambarita LP, Hapsari N, Taviv Y. 2015. Keanekaragaman spesies nyamuk di wilayah endemis filariasis di Kabupaten Banyuasin dan endemis malaria di Oku Selatan. *Balaba* 11:97–104. doi: <https://doi.org/10.22435/blb.v11i2.4450.97-104>.
- Sugiarto, Hadi UK, Soviana S, Hakim L. 2017. Bionomics of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in a malaria endemic region of Sungai Nyamuk village, Sebatik Island -North Kalimantan, Indonesia. *Acta Tropica* 171:30–36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.03.014>.
- Supranelfy Y, Sitorus H, Pahlepi RI. 2012. Bionomik nyamuk *Mansonia* dan *Anopheles* di Desa Karya Makmur, Kabupaten Oku Timur. *Jurnal Ekologi Kesehatan* 11:158–166.
- Vythilingam I, Chiang GL, Lee HK, Singh KI. 1992. Bionomics of important mosquito vectors in Malaysia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 23:587–603.
- [WHO] World Health Organization. 2012. Global programme to eliminate lymphatic filariasis: Progress report on mass drug administration, 2010. *Weekly Epidemiological Record* 35:377–388.
- [WHO] World Health Organization. 2013. *Lymphatic Filariasis Practical Entomology. Global Programme to Eliminate Lymphatic Filariasis*: 1–107.