

Faktor Biotik dan Abiotik pada Tempat Perkembangbiakan *Anopheles* spp. di Desa Gunung Jati, Kecamatan Pagedongan, Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah

Biotic and Abiotic Factors in Anopheles spp. Breeding Site at Gunung Jati Village, Pagedogan Sub-District, Banjarnegara, Central Java Province

Dyah Widiastuti*, Anggun Paramita Djati, Nova Pramestuti
Balai Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang (P2B2), Banjarnegara
Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
Jl. Selamanik No. 16 A Banjarnegara 16514, Jawa Tengah
*E_mail: umi.azki@gmail.com

Received date: 17-08-2017, Revised date:29-11-2017, Accepted date:11-12-2017

ABSTRAK

Potensi penularan malaria di Desa Gunung Jati, Banjarnegara perlu diwaspadai mengingat daerah tersebut merupakan daerah endemis malaria. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi lingkungan biotik dan abiotik pada tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. yang ditemukan di Desa Gunung jati, Banjarnegara. Kegiatannya meliputi penangkapan larva, pengukuran faktor abiotik dan pengamatan biota mikro pada sampel air pada bulan Mei 2015. Larva *Anopheles* spp. ditemukan pada genangan air di pinggir sungai dengan kepadatan larva rata-rata 5 ekor larva per cidukan. Kondisi suhu air di semua tempat perkembangbiakan yang ditemukan berkisar antara 26-32 °C, derajat keasaman netral, dengan intensitas pencahayaan bervariasi. Mikro alga *Synedra* paling sering ditemukan dari semua tempat perkembangbiakan yang diamati. Kondisi lingkungan tersebut sesuai dengan kondisi optimum yang mendukung perkembangan larva *Anopheles* spp.

Kata kunci: biotik, abiotik, tempat perkembangbiakan, *Anopheles* spp.

ABSTRACT

Malaria transmission in Gunung Jati Village, Banjarnegara needs serious attention because this village is malaria endemic area. This study aimed to investigate the biotic and abiotic environmental conditions at Anopheles spp. breeding sites in Gunung Jati village, Banjarnegara. Anopheles spp. larvae collection, measurement of abiotic factors and observation of microbiota on water samples were conducted on May 2015. Anopheles spp. larva was found in puddles on the banks of the river with larvae density was 5 larvae per dip. Water temperature conditions in all breeding sites ranged from 26-32 °C, the degree of acidity was neutral, with varying light intensity. Synedra are the most commonly found algae from all observed breeding sites. The environmental conditions were in accordance with the optimum conditions that support the development of Anopheles spp. larvae

Keywords: biotic, abiotic, breeding place, *Anopheles* spp.

PENDAHULUAN

Anopheles spp. merupakan nyamuk vektor penyakit menular, seperti malaria,¹ West Nile Virus,² dan Japanese Encephalitis.³ Siklus hidupnya membutuhkan air sebagai tempat berkembangbiak dari larva hingga menjadi pupa (fase pradewasa). Karakteristik lingkungan (tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp.) dapat mempengaruhi kepadatan larva yang akan memberikan dampak pada laju perkembangan dan kelangsungan hidup vektor malaria. Beberapa karakteristik tersebut termasuk iklim,⁴ kondisi fisik dan kimia,⁵ vegetasi dan karakteristik biologi.^{6,7} Perubahan spesifik dari

karakteristik lingkungan tersebut dapat dijadikan sebagai dasar pengendalian vektor malaria.⁸

Secara umum nyamuk akan memilih tempat oviposisi yang cocok untuk mendukung perkembangan, kelangsungan hidup dan potensi reproduktif keturunannya. Kemampuan hidup keturunan pada kondisi tidak ditemukan kompetisi interspesifik maupun intraspesifik, akan ditentukan oleh dua hal yaitu kecukupan pakan dan keberadaan predator.^{9,10} Oleh karena itu, dalam proses oviposisi, nyamuk akan menghindari tempat yang berisiko untuk terjadinya predasi terhadap keturunannya.

Nyamuk memilih tempat oviposisi berdasarkan ketersediaan pakan untuk larvanya.

Penelitian mengenai faktor yang menentukan kepadatan populasi larva selalu disertai dugaan bahwa vegetasi akuatik merupakan sumber pakan yang penting bagi kehidupan larva. Trevino *et al.* tahun 2015 melaporkan adanya pengaruh keberadaan alga terhadap larva *Anopheles darlingii* di tempat perkembangbiakan di Meksiko Selatan.¹¹

Pemilihan tempat oviposisi secara tidak langsung berkaitan dengan pengendalian penyakit tular vektor karena tempat perkembangbiakan vektor akan menjadi lokasi aplikasi larvasida. Modifikasi lingkungan diharapkan dapat menjadi metode intervensi pengendalian vektor yang efektif dan bijaksana karena metode ini mampu meminimalisir terganggunya keseimbangan ekosistem.

Salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang masih memiliki masalah malaria adalah Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah. Salah satu desa endemis malaria di Kabupaten Banjarnegara adalah Desa Gunung Jati Kecamatan Pagedongan dengan angka *Annual Parasite Incidence* (API) dari tahun 2012 hingga tahun 2015, berturut-turut sebesar 12,06; 19,08; 16,75; dan 5,84.¹²

Survei entomologi pada tahun 2006 di Desa Gunungjati menunjukkan bahwa spesies tersangka vektor yang ditemukan adalah *Anopheles maculatus* dan *An. aconitus* dengan kepadatan vektor (MBR) *An. maculatus* di luar rumah sebesar 0,39/org/hari dan di dalam rumah sebesar 0,278/org/hari. Sementara, MBR *An. aconitus* di luar rumah 0,01/org/hari dan di dalam rumah sebesar 0,027/org/hari.¹³ Ditemukannya spesies tersangka vektor tersebut menunjukkan bahwa daerah ini merupakan daerah endemis malaria dimana sangat berpotensi terjadi penularan malaria ketika ada kasus malaria dari daerah luar masuk ke wilayah tersebut. Tujuan penelitian untuk menggambarkan beberapa karakteristik biotik dan abiotik pada tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. yang ditemukan di Desa

Gunungjati. Diharapkan dari penelitian ini diperoleh informasi dasar yang dapat digunakan dalam merencanakan modifikasi lingkungan sebagai metode intervensi pengendalian vektor yang efektif dan ramah lingkungan.

METODE

Penelitian dilakukan di Desa Gunung Jati, Kecamatan Pagedongan Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah pada bulan Mei 2015. Penelitian ini merupakan penelitian observasional. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi pada tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. Kegiatan meliputi: penangkapan larva, pengukuran faktor abiotik (suhu air, pH air dan intensitas cahaya), dan pengamatan faktor biotik (biota mikro pada sampel air dari tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. yang ditemukan). Identifikasi biota mikro dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Proses identifikasi dilakukan menggunakan alat bantu berupa mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x dan berdasarkan kunci identifikasi "*Guide to Identification of Fresh Water Microorganisms*" oleh Math/Science.¹⁴ Penangkapan larva menggunakan metode cidukan, kemudian dihitung kepadatan larvanya (ekor/cidukan). Data tempat perkembangbiakan, faktor biotik dan abiotik disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel, grafik dan gambar.

HASIL

Pada penelitian ini ditemukan tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* spp. di Desa Gunung Jati berupa genangan air sementara (Gambar 1). Kondisi lingkungan abiotik pada tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* spp. tersebut ditampilkan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Tempat Perkembangbiakan Nyamuk *Anopheles* spp. di Desa Gunung Jati

Tabel 1. Kondisi Lingkungan Abiotik dan Kepadatan Larva *Anopheles* spp. pada Tempat Perkembangbiakan *Anopheles* spp. di Desa Gunung Jati

Habitat	Jenis	Suhu Air (°C)	pH Air	Intensitas Cahaya (lux)	Kepadatan Larva (ekor/cidukan)
TP1	Genangan air	26	7	769x100	2
TP2	Genangan air	32	7	176x100	5
TP3	Genangan air	32	7	38x100	6
TP4	Genangan air	28	7	666x100	3
TP5	Genangan air	32	7	647x100	3
TP6	Genangan air	32	7	113x100	8
TP7	Genangan air	32	7	718x100	4
TP8	Genangan air	32	7	91,3x10	7

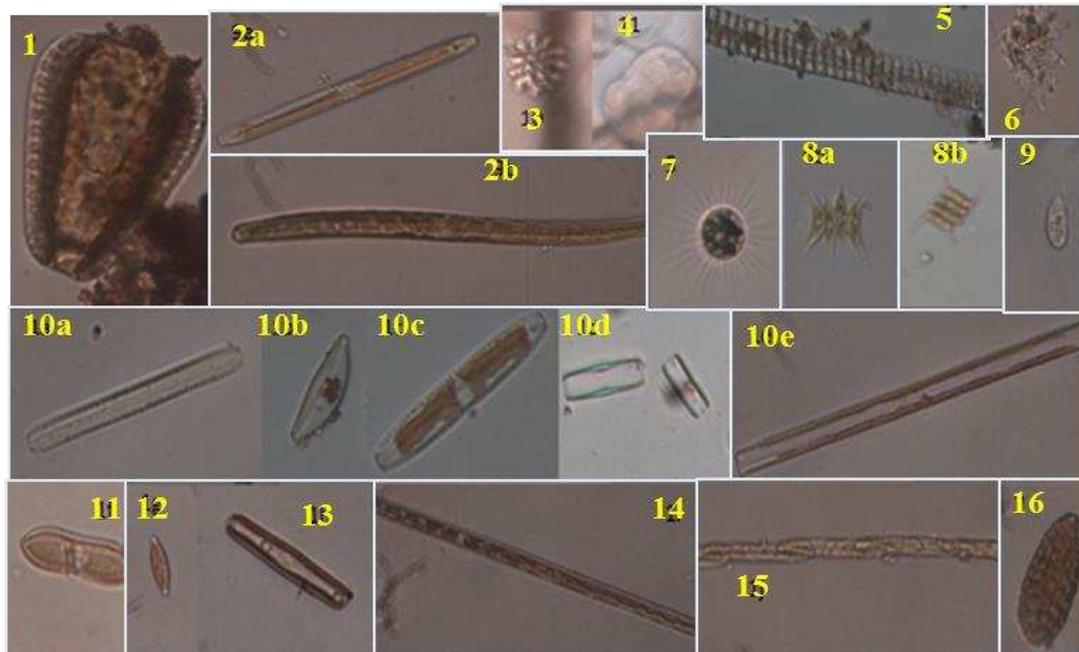
Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa semua tempat perkembangbiakan yang ditemukan berupa genangan air dengan suhu air berkisar antara 26-32 °C, derajat keasaman netral, intensitas pencahayaan bervariasi diikuti pula dengan kepadatan larva rata-rata 5 ekor larva per cidukan. Saat intensitas cahaya rendah, kepadatan larva tinggi, demikian pula sebaliknya. Hasil identifikasi biota mikro pada tempat perkembangbiakan yang ditemukan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2 dilengkapi dengan Gambar 2.

Tempat perkembangbiakan 1 memiliki keragaman biota mikro yang paling banyak (12

jenis biota), namun kepadatan larva paling rendah (2 ekor/cidukan). Kepadatan larva paling tinggi ditemukan pada TP 6 dimana hanya memiliki keragaman biota sebanyak 4 jenis biota. Jenis biota yang paling sering ditemukan dari semua TP yang diamati adalah kelompok *Synedra*. Semakin banyak jumlah jenis biota mikro pada suatu tempat perkembangbiakan, belum tentu disertai dengan semakin banyak pula atau semakin sedikit kepadatan larva *Anopheles* spp.

Tabel 2. Keanekaragaman Biota Mikro pada Tempat Perkembangbiakan *Anopheles* spp.

No	Biota Mikro	Kelompok	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8
1	<i>Surirella</i>	Bachillariophyta	+					+		+
2	<i>Scenedesmus</i>	Chlorophyta	+			+				+
3	<i>Diploneis</i>	Bachillariophyta	+			+				
4	<i>Cocconeis</i>	Bachillariophyta	+		+		+			
5	<i>Navicula</i>	Bachillariophyta	+		+	+			+	+
6	<i>Spyrogyra</i>	Chlorophyta	+		+					
7	<i>Nitzschia</i>	Bachillariophyta	+			+	+			
8	<i>Synedra</i>	Bachillariophyta	+			+	+	+	+	+
9	<i>Pinularia</i>	Bachillariophyta	+		+	+				
10	<i>Synura</i>	Chrysophyta	+							
11	<i>Actinophris sol</i>	Amoeba hidup bebas			+			+	+	+
12	<i>Amoeba</i>	Protozoa							+	
13	<i>Chlamydomonas</i>	Chlorophyta								
14	<i>Fragilaria</i>	Bachillariophyta	+							
15	<i>Pseudonitzschia</i>	Bachillariophyta	+							
16	<i>Paramecium</i>	Protozoa								
17	<i>Arcella</i>	Protozoa							+	+
18	<i>Rattulus</i>	Zooplankton			+			+		+
19	<i>Brachionus</i> (Rotifera)	Zooplankton		+						
Total jenis biota mikro			12	1	6	6	3	4	5	7
Kepadatan larva (ekor/cidukan)			2	5	6	3	3	8	4	7



Gambar 2. Biota Mikro yang Ditemukan di Tempat Perkembangbiakan *Anopheles* spp.

Keterangan:

1	: <i>Surirella</i>	8a-b	: <i>Scenedesmus</i>
2a-b	: <i>Nitzschia</i>	9	: <i>Paramecium</i>
3	: <i>Synura</i>	10a-d,12,14	: <i>Navicula</i>
4	: <i>Ratullus</i>	10e	: <i>Synedra</i>
5	: <i>Spyrogyra</i>	11	: <i>Diploneis</i>
6	: <i>Amoeba</i>	13	: <i>Pinnularia</i>
7	: <i>Actinophris Sol</i>	15	: <i>Fragilaria</i>
		16	: <i>Cocconeis</i>

PEMBAHASAN

Tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. yang ditemukan pada penelitian ini merupakan tempat perkembangbiakan musiman yaitu genangan air sementara yang berupa cekungan-cekungan air di pinggir sungai. Temuan ini berbeda dengan penelitian Mattah *et al.*¹⁵ menunjukkan tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. dominan ditemukan pada genangan air permanen dan daerah pertanian perkotaan (51%), dan hanya 39% yang berupa genangan sementara.

Kelimpahan larva *Anopheles* spp. dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik. Suhu air merupakan salah satu faktor lingkungan

abiotik yang memberikan kontribusi besar bagi perkembangbiakan larva *Anopheles* spp. pada semua tempat perkembangbiakan. Paparan larva terhadap suhu tinggi (29-33 °C) menyebabkan larva dapat berkembang lebih cepat meskipun suhu yang diukur dari suatu penelitian tidak bertahan sepanjang hari atau selama waktu penelitian.⁶ Selain itu, suhu yang tinggi memungkinkan mikroorganisme lebih banyak berkembang yang digunakan sebagai makanan larva.¹⁶ Suhu air pada tempat perkembangbiakan yang ditemukan dalam penelitian ini merupakan suhu optimum untuk kehidupan larva yaitu berkisar antara 26-33 °C. Hasil penelitian

Ahmadi *et al.*⁷ menunjukkan bahwa rentang suhu air untuk perkembangan larva *Anopheles* spp. antara 23,1-27,2 °C dan kepadatan larva mempunyai korelasi positif dengan suhu air. Suhu tinggi akan merugikan kehidupan Arthropoda air lainnya termasuk predator sehingga akan meningkatkan ketahanan hidup larva *Anopheles* spp.

Temperatur air pada tempat perkembangbiakan yang ditemukan juga masih dalam rentang suhu toleran untuk pertumbuhan mikroalga. Singh and Singh menyatakan bahwa temperatur air yang optimum untuk perkembangan mikroalga berkisar antara 20-30 °C. Patrick menjelaskan bahwa genus *Nitzschia* yang termasuk dalam kelompok Bacillariophyta memiliki batas toleransi atas pada suhu 30 °C. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa genus *Nitzschia* sebagian besar ditemukan pada tempat perkembangbiakan dengan temperatur air di bawah 30 °C. Hanya pada TP 5 saja yang memiliki temperatur air di atas 30 °C *Nitzschia* tetap ditemukan. Kelemahan dari penelitian ini tidak dilakukan pengukuran parameter fisik kimia yang lain seperti DO, BOD dan kekeruhan yang kemungkinan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga.

Derajat keasaman (pH) air juga mempunyai peranan penting bagi perkembangbiakan larva nyamuk *Anopheles* spp. Hasil identifikasi nilai pH dalam penelitian ini menunjukkan nilai pH 7. Hasil penelitian lain juga menunjukkan pH air pada tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. menunjukkan netral.¹⁷ Soleimani-Ahmadi *et al* melaporkan larva *Anopheles* spp. banyak dikumpulkan dari badan air dengan pH rata-rata mulai dari 7,1-8,6. Dapat disimpulkan bahwa larva *Anopheles* spp. lebih menyukai tempat perkembangbiakan dengan pH air netral atau sedikit basa.⁷

Hasil pengukuran intensitas cahaya pada tempat perkembangbiakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa masing-masing tempat perkembangbiakan memiliki nilai intensitas cahaya yang bervariasi. Namun, dalam penelitian ini hanya dilakukan pengukuran satu kali (sewaktu) sehingga tidak bisa

menggambarkan intensitas cahaya dalam sehari. Tabel 1 menunjukkan adanya kecenderungan pola yang berlawanan antara intensitas cahaya dan kepadatan larva pada tempat perkembangbiakan. Saat intensitas cahaya rendah, kepadatan larva tinggi, demikian pula sebaliknya. Pengaruh intensitas cahaya terhadap perkembangan larva nyamuk belum banyak diketahui. Kajian laboratoris yang dilakukan oleh Bates and Zulueta¹⁸ dan Bayoh dan Lindsay¹⁹ menyatakan tidak ditemukan hubungan antara intensitas cahaya dengan perkembangan larva. Namun demikian, intensitas cahaya pada tempat perkembangbiakan di alam kemungkinan mempengaruhi kecenderungan oviposisi nyamuk betina dewasa. Nyamuk betina dewasa akan lebih menyukai tempat perkembangbiakan yang terlindung yang memiliki intensitas cahaya lebih rendah karena tempat perkembangbiakan tersebut lebih terjaga dari resiko untuk mengalami kekeringan karena penguapan.²⁰

Proses oviposisi selain dipengaruhi oleh faktor abiotik pada tempat perkembangbiakan juga dipengaruhi oleh faktor biotik yang berkaitan dengan ketersediaan pakan untuk larva nyamuk.²⁰ Larva diketahui memakan bakteri, mikroalga dan alga di bagian permukaannya. Kepadatan alga sangat menentukan perkembangbiakan larva menjadi dewasa. Larva tersebut menggunakan *setae* yang terdapat di bagian mulutnya yang disebut *mouth brush* atau *lateral palatal brush*.²¹ Bulu-bulu ini digunakan untuk membuat arus air sehingga partikel-partikel dapat terkumpul di badan air atau permukaan.²²

Larva nyamuk mengonsumsi alga yang ada di tempat perkembangbiakan. Dampak keberadaan alga terhadap pertumbuhan larva dipengaruhi oleh komposisi jenis alga yang terdapat pada tempat perkembangbiakan tersebut.²³ Oleh karena itu beberapa penelitian melaporkan tidak ditemukan korelasi antara kelimpahan larva *Anopheles* spp. dengan keberadaan alga di tempat perkembangbiakan.^{24,25} Hal ini dikarenakan larva nyamuk tidak memilih-milih jenis

makanan yang dikonsumsi. Larva akan memakan apa saja yang tersedia dalam habitatnya. Alga merupakan bagian penting dari makanan untuk berbagai jenis larva nyamuk, selain *Rotifera* (plankton) dan makanan kecil lainnya di tempat perkembangbiakannya. Apabila plankton yang terdapat pada suatu badan air merupakan plankton yang dapat berfungsi sebagai makanan larva, maka keberadaan plankton tersebut akan mendukung pertumbuhan larva di badan air tersebut. Sebaliknya apabila plankton yang terdapat pada badan air bukan plankton yang dapat berfungsi sebagai makanan larva, maka keberadaan plankton tersebut tidak akan mendukung pertumbuhan larva di badan air tersebut.

Jenis biota mikro yang ditemukan pada tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. dalam penelitian ini sebagian besar dari kelompok alga dari genus *Synedra*. Genus *Synedra* ditemukan di 6 dari 8 TP yang ditemukan. Penelitian yang dilakukan oleh Peterson and Jones²⁶ menyebutkan bahwa *Synedra ulna* merupakan alga yang sangat mudah dicerna oleh larva nyamuk. Sehingga keberadaan *Synedra* sangat mendukung perkembangbiakan larva nyamuk. Beberapa biota mikro lain yang ditemukan di penelitian ini antara lain dari kelompok *Amoeba*, protozoa, dan plankton (*Rotifera* dan *Ratullus*). Keberadaan biota mikro tersebut digunakan oleh larva *Anopheles* spp. sebagai sumber makanannya. Larva tersebut menyaring alga dari air, mengikisnya dari tanaman air atau mendapatkannya dari dasar tempat perkembangbiakan nyamuk.²⁷

Plankton merupakan makanan alami larva organisme perairan. Plankton dibagi menjadi dua kelompok yaitu plankton tumbuhan (fitoplankton) dan plankton hewan (zooplankton). Peran utama fitoplankton dalam ekosistem air tawar adalah sebagai produsen primer, sedangkan organisme konsumen adalah zooplankton, larva, ikan, udang, kepiting, dan sebagainya. Peranan penting plankton bagi produktivitas primer perairan, karena plankton dapat melakukan proses fotosintesis yang menghasilkan bahan organik yang kaya energi

maupun kebutuhan oksigen bagi organisme yang tingkatannya lebih tinggi.²⁸

Keberadaan zooplankton pada tempat perindukan kemungkinan dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap kehidupan larva *Anopheles* spp. Pada penelitian ini zooplankton dari kelompok Rotifera genus *Brachionus* ditemukan di 1 TP yaitu TP 2, sedangkan zooplankton dari genus *Ratullus* ditemukan di 3 TP yaitu TP 3, TP 6 dan TP 8. Keempat TP tersebut memiliki jumlah larva yang lebih banyak dibandingkan dengan TP yang lain. Pada TP 2 hanya ditemukan 1 jenis mikrobiota berupa zooplankton dari kelompok Rotifera genus *Brachionus*, namun kepadatan larva di TP ini tetap lebih tinggi dibanding TP 1, TP 4, TP 5 dan TP 7 yang memiliki keragaman biota yang lebih banyak. Hal ini kemungkinan dikarenakan *Rotifera* merupakan makanan dengan kandungan gizi yang tinggi untuk larva hewan akuatik seperti larva udang dan ikan. Selain itu, *Rotifera* juga merupakan indikator yang baik terjadinya polusi dan eutrofikasi di perairan, karena tingkat reproduksinya yang cepat dan kepekaan mereka terhadap perubahan ekologi di badan air.²⁹

Pemberantasan vektor malaria dan dapat dilakukan dengan fokus pada pengendalian larva. Ekologi habitat larva nyamuk sangat penting untuk dikaji dalam untuk menentukan faktor determinan yang berpengaruh terhadap kepadatan larva nyamuk. Hal ini akan berpengaruh pada penularan malaria di suatu daerah. Gambaran mengenai karakteristik habitat larva di lingkungan dan hubungannya dengan faktor abiotik dan biotik berperan penting dalam pengembangan metode pengendalian vektor.

KESIMPULAN

Tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. yang ditemukan di Desa Gunung Jati yaitu genangan air sementara berupa cekungan-cekungan air di pinggir sungai. Kondisi lingkungan biotik dan abiotik di tempat perkembangbiakan *Anopheles* spp. yang ditemukan dalam penelitian ini sesuai dengan kondisi optimum yang mendukung perkembangan larva *Anopheles* spp.

SARAN

Tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* spp. yang ditemukan di desa Gunung Jati berupa genangan air sementara di pinggir sungai dengan kondisi faktor abiotik dan biotik yang sesuai dengan kondisi optimum yang mendukung perkembangan larva *Anopheles* spp. Oleh karena itu, modifikasi lingkungan seperti pembuatan bendungan untuk mengaliri genangan air ketika musim kemarau perlu dilakukan untuk meminimalisir adanya tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* spp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Litbang P2B2 Banjarnegara atas ijin dan dukungannya hingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik, serta rekan-rekan teknis di Instalasi Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara atas bantuannya selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Elyazar IRF, Sinka ME, Gething PW, et al. The distribution and bionomics of *Anopheles* malaria vector mosquitoes in Indonesia. *Adv Parasitol.* 2013;83:173-266. doi:10.1016/B978-0-12-407705-8.00003-3.
- Kemenesi G, Krtinić B, Milankov V, et al. West Nile virus surveillance in mosquitoes, April to October 2013, Vojvodina province, Serbia: Implications For The 2014 Season. *Euro Surveill.* 2014;19(16):20779.
- Thenmozhi V, Balaji T, Venkatasubramani, K Dhananjeyan K, Selvam A, Rajamannar V, Tyagi B. Role of *Anopheles subpictus* grassi in Japanese encephalitis virus transmission in Tirunelveli, South India. *Indian J Med Res.* 2016;144(3):477-81. doi:10.4103/0971-5916.198684.
- Afrane yaw A, Githeko AK, Yan G. The ecology of *Anopheles* mosquitoes under climate change: case studies from the effects of environmental changes in East Africa highlands. *Ann N Y Acad Sci.* 2013;1249:204-10. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06432.x.
- Emidi B, Kisinza WN, Mmbando BP, Malima R, Mosha FW. Effect of physicochemical parameters on *Anopheles* and *Culex* mosquito larvae abundance in different breeding sites in a rural setting of Muheza, Tanzania. *Parasit Vectors.* 2017;10:304. doi:10.1186/s13071-017-2238-x.
- Gouagna L, Rakotondranary M, Boyer S, Lempérière G, Dehecq J-S, Fontenille D. Abiotic and biotic factors associated with the presence of *Anopheles arabiensis* immatures and their abundance in naturally occurring and man-made aquatic habitats. *Parasit Vectors.* 2012;5(1):96. doi:10.1186/1756-3305-5-96.
- Soleimani-Ahmadi M, Vatandoost H, Zare M. Characterization of larval habitats for *Anopheline* mosquitoes in a malarious area under elimination program in the Southeast of Iran. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2014;4(Suppl 1):S73-S80. doi:10.12980/APJTB.4.2014C899.
- Imbahale SS, Mweresa CK, Takken W, Mukabana WR. Development of environmental tools for *Anopheline* larval control. *Parasit Vectors.* 2011;4(1):130. doi:10.1186/1756-3305-4-130.
- Vantaux A, Ouattara I, Lefèvre T, Dabiré KR. Effects of larvicidal and larval nutritional stresses on *Anopheles gambiae* development, survival and competence for *Plasmodium falciparum*. *Parasit Vectors.* 2016;9:226. doi:10.1186/s13071-016-1514-5.
- Dida GO, Gelder FB, Anyona DN, et al. Presence and distribution of mosquito larvae predators and factors influencing their abundance along the Mara river, Kenya and Tanzania. *Springerplus.* 2015;4:136. doi:10.1186/s40064-015-0905-y.
- Trevino CV, Navarro RPP, Martínez MG, et al. Larval habitat characterization of *Anopheles darlingi* from its Northernmost Geographical distribution in Chiapas, Mexico. *Malar J.* 2015;14:517. doi:10.1186/s12936-015-1037-0.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Banjarnegara. Laporan Kasus malaria Kabupaten Banjarnegara Tahun 2012-2015. Banjarnegara: Dinas Kesehatan; 2015.
- Widiastuti D, Ramadhani T, Wijayanti T. Studi dinamika penularan malaria di Kecamatan Pagedongan Kabupaten Banjarnegara. Laporan Akhir Penelitian Risbinkes. Banjarnegara; 2006.
- Math/Science. Guide to identification of fresh water microorganisms [Internet]. [Published 2004; cited 2016 November 15]. Available

- from:
<https://www.msncucleus.org/watersheds/mission/plankton.pdf>.
15. Mattah PAD, Futagbi G, Amekudzi LK, et al. Diversity in breeding sites and distribution of *Anopheles* mosquitoes in selected urban areas of Southern Ghana. *Parasit Vectors*. 2017;10(1):25. doi:10.1186/s13071-016-1941-3.
 16. Mereta S, Yewhalaw D, Boets P, et al. Physico-chemical and biological characterization of *Anopheline* mosquito larval habitats (*Diptera: Culicidae*): implications for malaria control. *Parasit Vectors*. 2013;6(1):320. doi:10.1186/1756-3305-6-320.
 17. Hanafi-Bojd AA, Vatandoost H, Oshaghi MA, et al. Larval habitats and biodiversity of *Anopheline* mosquitoes (*Diptera: Culicidae*) in a malarious area of Southern Iran. *J Vector Borne Dis*. 2012;49(2):91-100.
 18. Bates M, De Zulueta J. The seasonal cycle of *Anopheline* mosquitoes in a pond in Eastern Colombia. *Am J Trop Med*. 1949;29(1):129-50.
 19. Bayoh M, SW L. Temperature-related duration of aquatic stages of the afro-tropical malaria vector mosquito *Anopheles gambiae* in the laboratory. *Med Vet Entomol*. 2004;18:174-9.
 20. Rejmankova E, Grieco J, Achee N, R. D. Ecology of larval habitats. in: Manguin S, ed. *Anopheles* mosquitoes-new insights into malaria vectors. ; 2013. doi:10.5772/55229.
 21. Tewfick MK, Wassim NM, Soliman BA. Comparative fine structure of the feeding mouth brushes and siphon of five culicine mosquito species (*Diptera: Culicidae*). *Egypt J Exp Biol*. 2014;10(1):47-51.
 22. Clements A. *The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction*. London: Chapman and Hall; 1992.
 23. Brouard O, Le Jeune A-H, Leroy C, et al. Are algae relevant to the detritus-based food web in tank-bromeliads? *PLoS One*. 2011;6(5):1-10. doi:10.1371/journal.pone.0020129.
 24. Kling LJ, Juliano SA, Yee DA. Larval mosquito communities in discarded vehicle tires in a forested and unforested site: detritus type, amount, and water nutrient differences. *J Vector Ecol*. 2007;32(2):207-17.
 25. Yee DA, Kneitel JM, Juliano SA. Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. *J Med Entomol*. 2010;47(1):53-62.
 26. Peterson CG, Jones TL. Diatom Viability in insect fecal material: comparison between two species, *Achnanthes lanceolatum* and *Synedra ulna*. *Hydrobiologia*. 2003;501:93-9. doi:10.1023/A:1026259403351.
 27. Marten GG. Larvicidal algae. *J Am Mosq Control Assoc*. 2007;23(2 Suppl):177-83. doi:10.2987/8756-971X(2007)23[177:LA]2.0.CO;2
 28. Cloern JE, Foster SQ, Kleckner AE. Phytoplankton primary production in the world's estuarine-coastal ecosystems. *Biogeosciences*. 2014;11:2477-501. doi:10.5194/bg-11-2477-2014.
 29. Ismail AH, Adnan AAM. Zooplankton composition and abundance as indicators of eutrophication in two small man-made lakes. *Trop Life Sci Res*. 2016;27(Supp. 1):31-8. doi:10.21315/tlsr2016.27.3.5.

