

**Proporsi Larva *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, Hubungannya dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue di Daerah Endemik Suburban Kabupaten Sleman, Yogyakarta**

***The Proportion of Aedes aegypti and Aedes albopictus and Their Relationship with Dengue Hemorrhagic Fever Incidence in Suburban Endemic Area in Sleman Regency of Yogyakarta***

Bobby Fahmi Muldan Pahlevi<sup>1</sup>, Tri Wulandari Kesetyaningsih<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

<sup>2</sup>Bagian Parasitologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia

\*E\_mail: tri\_wulandari@umy.ac.id

*Received date: 13-05-2019, Revised date: 17-10-2019, Accepted date: 11-10-2019*

**ABSTRAK**

Demam Berdarah Dengue (DBD) ditularkan oleh *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus*. *Aedes aegypti* memilih hidup di dalam rumah, *Ae. albopictus* di kebun. *Aedes aegypti* terbukti berperan pada penularan DBD di perkotaan. Diasumsikan bahwa suburban lebih banyak kebun, sehingga dimungkinkan *Ae. albopictus* berperan sebagai vektor. Penelitian bertujuan menganalisis hubungan keberadaan larva *Ae. albopictus* dengan kejadian DBD di daerah suburban. Penelitian dilakukan di Kecamatan Godean, termasuk daerah endemik suburban di Kabupaten Sleman. Sejumlah 280 ovitrap ditempatkan di dalam rumah dan di kebun yang tersebar pada 7 kelurahan. Tiap kelurahan diwakili satu dusun, setiap dusun dipasang 40 ovitrap di dalam rumah dan di kebun kemudian dihitung proporsi ovitrap yang mengandung larva *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Hasil menunjukkan proporsi larva *Ae. aegypti* lebih banyak di dalam rumah (78,50%) daripada di kebun (21,45%) di semua kelurahan. Keberadaan larva *Ae. aegypti* di dalam rumah berkorelasi negatif dengan DBD ( $p=0.036$ ;  $r=-0.786$ ). Larva *Ae. albopictus* lebih banyak ditemukan di kebun (80,64%) daripada di dalam rumah (19,36%) dan keberadaannya tidak berkorelasi dengan DBD ( $p=0,702$ ). Disimpulkan bahwa di daerah endemik suburban Kabupaten Sleman, larva *Ae. aegypti* lebih banyak di dalam rumah dan berkorelasi negatif dengan DBD, larva *Ae. albopictus* lebih banyak di kebun dan tidak berkorelasi dengan kejadian DBD.

**Kata kunci:** DBD, vektor, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, suburban

**ABSTRACT**

*Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is transmitted by Aedes aegypti and Ae. albopictus. Aedes aegypti chooses to live indoors and Ae. albopictus in outdoors. Aedes aegypti has been proven to play a role in dengue transmission in urban areas. It is assumed that suburbs dominated by gardens, so it is possible that Ae. albopictus acts as a vector. The study aimed to analyze the relationship between Ae. albopictus and DHF incidence in suburban area. The study was conducted in Godean, Sleman Regency. 280 ovitrap were placed indoors and outdoors at across seven villages. Each village was represented by one hamlet, so there were 40 ovitrap of each hamlet. The proportion of ovitrap containing Ae. aegypti and Ae. albopictus larvae was calculated. The results showed that Ae. aegypti larvae was more indoors (78.50%) than outdoors (21.45%) in all villages and negatively correlates with DHF ( $p=0.036$ ;  $r=-0.776$ ). Aedes albopictus larvae is more commonly found in gardens (80.64%) than in homes (19.36%) and does not correlate with DHF ( $p = 0.702$ ). It was concluded that in suburban endemic area of Sleman Regency, Ae. aegypti larvae was more indoors and negatively correlated with DHF. Aedes albopictus larva was more in the garden and did not correlate with DHF incidence.*

**Keywords:** DHF, vector, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, suburban

## PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus*.<sup>1</sup> *Aedes aegypti* lebih memilih hidup di dalam rumah dan nyamuk dewasa meletakkan telur pada wadah artifisial yang berisi air jernih. *Aedes albopictus* lebih memilih berhabitat di kebun<sup>2</sup> dan nyamuk dewasanya meletakkan telur pada genangan air yang terjebak pada lubang-lubang pohon atau tempat-tempat alamiah lainnya.<sup>3</sup> *Aedes albopictus* juga lebih toleran terhadap suhu rendah daripada *Ae. aegypti*.<sup>4</sup> Berdasarkan hal tersebut, maka kemungkinan *Ae. aegypti* lebih banyak ditemukan di daerah perkotaan, sedangkan *Ae. albopictus* lebih banyak ditemukan di suburban di Indonesia.

Banyak penelitian membuktikan bahwa *Ae. aegypti* berperan pada penularan DBD di daerah perkotaan.<sup>5,6,7</sup> Lingkungan perkotaan yang menyebabkan nyamuk *Ae. aegypti* banyak ditemukan antara lain adalah kontainer plastik dan sampah padat,<sup>8</sup> juga beberapa wadah artifisial seperti perangkap semut, kendi tembikar, drum penyimpanan, bak mandi, kaleng, panci, wajan, mangkuk, baskom, kendi, dll.<sup>9</sup> Adapun peran *Ae. albopictus* pada penularan DBD di daerah suburban belum banyak diteliti, namun diperkirakan *Ae. albopictus* lebih berperan dalam penularan DBD di suburban, terkait dengan banyaknya vegetasi dan suhu lebih rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Pramestuti dan Paramita<sup>10</sup> di Banjarnegara membuktikan bahwa *Ae. albopictus* merupakan vektor DBD di daerah suburban dan *Ae. aegypti* merupakan vektor utama DBD di perkotaan. Belum ada data mengenai vektor DBD di wilayah suburban, terutama di Indonesia.

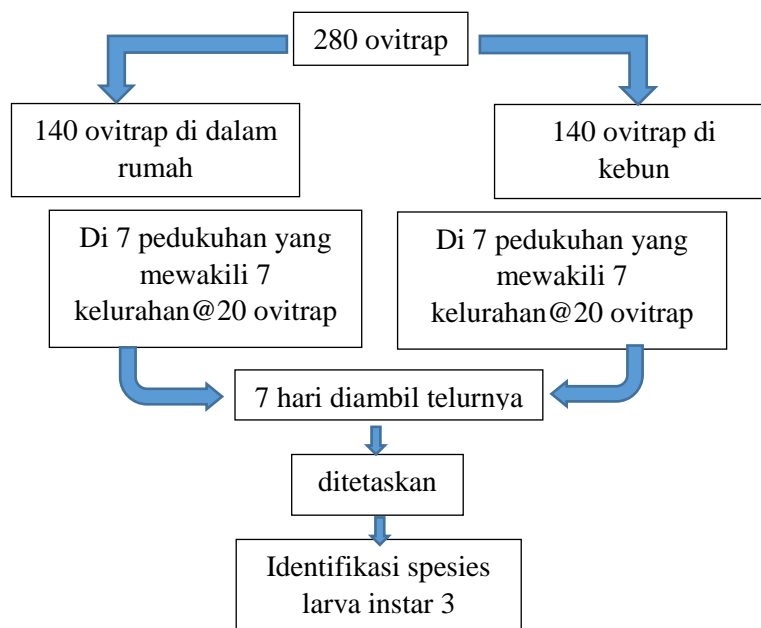
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan keberadaan larva *Ae. albopictus* dengan kejadian DBD di daerah suburban. Diharapkan hasil penelitian dapat melengkapi informasi mengenai peran *Ae.*

*albopictus* sebagai vektor DBD di wilayah suburban, sehingga program pengendalian vektor terpadu dapat disesuaikan dengan kehidupan jenis vektor, apakah *Ae. aegypti* atau *Ae. albopictus*.

## METODE

Penelitian dilakukan di Kecamatan Godean, daerah endemik DBD wilayah suburban di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2016 sampai bulan Pebruari 2017. Penelitian bersifat observasional dengan desain *cross sectional*. Data dikumpulkan dengan menempatkan 280 ovitrap, masing-masing 140 di dalam dan 140 di kebun sekitar rumah. Agar mewakili seluruh kondisi di Kecamatan Godean, maka pengambilan sampel dilakukan di semua kelurahan yang ada di Kecamatan Godean. Tiap-tiap kelurahan diwakili oleh satu dusun, dimana pada setiap dusun diwakili oleh 20 rumah sampel yang masing-masing dipasang 20 ovitrap di dalam rumah dan 20 ovitrap di kebun sekitar rumah. Pemasangan ovitrap di luar rumah, pada bagian atasnya diberi naungan untuk menghindari air meluap karena hujan.

Setelah 7 hari pemasangan ovitrap diperiksa apakah terdapat telur atau belum. Jika belum ditemukan telur, pemasangan ovitrap diperpanjang selama 7 hari lagi. Jika sudah terdapat telur yang menempel pada kertas saring, maka kertas saring dibawa ke laboratorium. Setelah semua sampel terkumpul, telur yang tertangkap di kertas saring kemudian ditetaskan. Identifikasi spesies dilakukan terhadap larva stadium 3, dilakukan pada semua ovitrap. Hasil identifikasi dicatat kemudian dihitung proporsi ovitrap yang mengandung larva *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Prosedur penelitian secara skematis ditampilkan pada Gambar 1. Analisis *Pearson Product Moment* digunakan untuk membuktikan hubungan antara persentase *Ae. aegypti* maupun *Ae. albopictus* dengan kejadian DBD.



Gambar 1. Skema Prosedur Pengumpulan Data Penelitian

## HASIL

### Lokasi Penelitian

Kecamatan Godean merupakan salah satu dari 17 kecamatan di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Kecamatan Godean terdiri atas 7 desa dan 77 dusun, secara geografis terletak di sekitar 10 km sebelah Barat Daya Ibukota Kabupaten Sleman dan menempati area seluas 26,84 km<sup>2</sup> ha. Data tahun 2017, berdasarkan proyeksi penduduk tahun 2010, Kecamatan Godean memiliki jumlah penduduk 72.028 jiwa, terdiri dari 36.163 laki-laki dan 35.865 perempuan, sehingga rata-rata kepadatan penduduk di kecamatan Godean adalah 2.648 org/km<sup>2</sup>. Menurut BPS Kabupaten Sleman tahun 2018, sebagian besar luas area di Kecamatan Godean merupakan tanah sawah yaitu seluas 1.176 Hektar (43%). Tidak ada data mengenai jumlah penduduk berdasarkan pekerjaan di Kecamatan Godean, namun menurut BPS Kabupaten Sleman tahun 2015, sebagian besar penduduk Kabupaten Sleman memiliki pekerjaan di sektor pertanian. Apabila hal tersebut dikaitkan dengan luas area pertanian yang mencapai 43% berupa

tanah sawah di Kecamatan Godean, maka dapat diperkirakan bahwa sebagian besar penduduk Kecamatan Godean juga bermata pencaharian di sektor pertanian.

Kecamatan Godean merupakan salah satu daerah endemik DBD dari 8 kecamatan endemik DBD di Kabupaten Sleman. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman, DIY, kejadian DBD di Kecamatan Godean dari tahun 2008-2014 menunjukkan kecenderungan meningkat jumlah kejadiannya. Jika dibandingkan dengan Kecamatan lain di Kabupaten Sleman, Kecamatan Godean menunjukkan kenaikan jumlah kejadian DBD dari golongan sedang ke tinggi (Gambar 1).

### Proporsi larva *Ae. aegypti* terhadap *Ae. albopictus*

Hasil penghitungan proporsi larva *Ae. aegypti* terhadap larva *Ae. albopictus* yang ditemukan dari ovitraps yang ditempatkan di dalam rumah dan di kebun ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Proporsi Larva *Ae. aegypti* terhadap *Ae. albopictus* di Dalam Rumah dan Kejadian DBD Tahun 2008-2015 di Kecamatan Godean

Kelurahan (n=20)	Larva <i>Ae. aegypti</i>		Larva <i>Ae. albopictus</i>		Kejadian DBD
	n	%	n	%	
Sidoagung	13	72,22	5	27,78	99
Sidoarum	17	73,91	6	26,09	145
Sidokarto	15	78,95	4	21,05	101
Sidoluhur	13	76,47	4	23,53	90
Sidomulyo	12	80,00	3	20,00	65
Sidorejo	10	83,33	2	16,67	23
Sidomoyo	11	84,62	2	15,38	45

Tabel 2. Proporsi Larva *Ae. aegypti* terhadap *Ae. albopictus* di Kebun dan Kejadian DBD Tahun 2008-2015 di Kecamatan Godean

Kelurahan (n=20)	Larva <i>Ae. aegypti</i>		Larva <i>Ae. albopictus</i>		Kejadian DBD
	n	%	n	%	
Sidoagung	4	19,05	17	80,95	99
Sidoarum	4	17,39	19	82,61	145
Sidokarto	5	21,74	18	78,26	101
Sidoluhur	3	15,79	16	84,21	90
Sidomulyo	4	21,05	15	78,95	65
Sidorejo	5	23,81	16	76,19	23
Sidomoyo	3	16,67	15	83,33	45

Pada Tabel 1 tampak bahwa proporsi larva *Ae. aegypti* terhadap larva *Ae. albopictus* lebih besar di dalam rumah, yaitu rata-rata sebesar 78,50% (72,22 - 84,62%) dari ovitrap yang ditempatkan di tujuh kelurahan yang ada di Kecamatan Godean. Proporsi larva *Ae. albopictus* terhadap larva *Ae. aegypti* yang ditemukan pada ovitrap dalam rumah sebanyak rata-rata 21,50% (15,38 - 27,78%). Sebaliknya pada ovitrap yang ditempatkan di kebun (Tabel 2) tampak bahwa larva *Ae. albopictus* memiliki proporsi lebih tinggi daripada larva *Ae. aegypti* dengan rata-rata 80,64% (76,19 - 84,21%), sedangkan larva *Ae. aegypti* hanya memiliki proporsi 19,3% (15,79 - 23,81%).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proporsi larva *Ae. aegypti* terhadap larva *Ae. albopictus* di dalam rumah berkorelasi dengan kejadian DBD ( $p=0,018$ ;  $r=-0,839$ ), dengan arah korelasi bersifat negatif yang berarti bahwa semakin besar proporsi larva *Ae. aegypti* di dalam rumah, kejadian DBD justru semakin rendah. Sebaliknya, larva *Ae. albopictus* meskipun memiliki proporsi

lebih kecil di dalam rumah dibandingkan dengan larva *Ae. aegypti*, namun memiliki korelasi positif dengan kejadian DBD ( $p=0,018$ ;  $r=0,839$ ). Larva *Ae. albopictus* di kebun memiliki proporsi lebih tinggi, namun secara statistik tidak berkorelasi dengan kejadian DBD ( $p=0,342$ ), sedangkan larva *Ae. aegypti* di kebun memiliki proporsi lebih rendah daripada larva *Ae. albopictus*, namun juga tidak berkorelasi dengan kejadian DBD ( $p=0,342$ ).

## PEMBAHASAN

Keberadaan nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* di daerah endemik dengue sangat penting karena perannya sebagai vektor. *Aedes aegypti* dikenal sebagai vektor utama pada penularan dengue, sedangkan *Ae. albopictus* merupakan vektor sekunder di banyak daerah endemik dengue di dunia.<sup>11</sup> Suhu optimal untuk terjadinya *dengue epidemic potensial* (DEP) adalah 29,3°C jika *diurnal temperature range* (DTR) 0°C.<sup>12</sup> *Aedes aegypti* menjadi vektor utama dengue di daerah beriklim tropis<sup>12</sup> terutama di daerah

perkotaan.<sup>13,14</sup> *Aedes albopictus* memiliki sifat lebih tahan terhadap suhu dingin baik di laboratorium maupun di lapangan. Penelitian oleh Thomas *et al*<sup>15</sup> menunjukkan bahwa telur *Ae. albopictus* dapat bertahan pada suhu mencapai  $-10^{\circ}\text{C}$  pada paparan selama 12-24 jam di laboratorium. Di lapangan, dilaporkan bahwa nyamuk *Ae. albopictus* menjadi vektor utama dengue di daerah sub tropis di Eropa<sup>11,16</sup> dan Amerika.<sup>11</sup> Di Indonesia, penelitian yang dilakukan oleh Pramestuti dan Paramita<sup>10</sup> di Banjarnegara juga menunjukkan bahwa *Ae. albopictus* terbukti lebih banyak mengandung virus dengue di daerah suburban, dan *Ae. aegypti* lebih banyak mengandung virus dengue di perkotaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Ae. albopictus* menjadi vektor utama dengue di daerah endemik suburban di Banjarnegara. Secara geografis Kabupaten Banjarnegara menempati dataran tinggi di Jawa Tengah, dengan suhu berkisar antara  $20,8 - 29,3^{\circ}\text{C}$  dari tahun 2010 - 2017.<sup>17</sup>

#### **Proporsi Larva *Aedes* di Dalam Rumah**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Yogyakarta, proporsi larva *Ae. aegypti* di dalam rumah lebih tinggi daripada larva *Ae. albopictus* dan berkorelasi negatif dengan kejadian DBD. Sebaliknya proporsi larva *Ae. albopictus* di dalam rumah, meskipun lebih kecil daripada larva *Ae. aegypti*, namun analisis statistik menunjukkan ada korelasi positif dengan kejadian DBD.

Beberapa dugaan terkait dengan adanya korelasi negatif antara proporsi larva *Ae. aegypti* terhadap larva *Ae. albopictus* di dalam rumah dengan kejadian DBD ini, antara lain: 1) Adanya peran *Ae. albopictus* sebagai vektor di Kecamatan Godean. Di daerah suburban di Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah telah dibuktikan adanya peran *Ae. albopictus* sebagai vektor.<sup>10</sup> Dengan demikian perlu dibuktikan lebih lanjut mengenai kemungkinan peran *Ae. albopictus* sebagai vektor DBD di Kecamatan Godean dengan memeriksa keberadaan virus di dalam tubuh *Ae. albopictus* yang ada di dalam rumah.

2) Kejadian DBD di Kecamatan Godean kemungkinan merupakan kasus impor yaitu penderita mendapatkan infeksi DBD dari luar wilayah tempat tinggalnya. Banyaknya kasus impor pada umumnya terjadi pada daerah endemik baru, sebelum terjadi penularan secara *indigenus*. Apabila hal ini dikaitkan dengan kecenderungan kejadian selama 5 tahun dari tahun 2008-2013 di kabupaten Sleman, tercatat bahwa Kecamatan Godean merupakan daerah endemik DBD yang bergerak dari daerah endemik sedang ke daerah endemik tinggi.<sup>18</sup> Hal ini mengindikasikan bahwa meningkatnya kejadian DBD di wilayah Godean kemungkinan akibat kasus impor dari daerah endemik lain yang lebih tinggi. Namun demikian, dugaan kasus impor ini perlu dibuktikan dengan penelitian lebih lanjut.

3) Kemungkinan adanya faktor lain yang mempengaruhi kejadian DBD selain faktor jenis vektor yaitu virulensi virus<sup>19</sup> atau adanya perubahan sifat virus akibat mutasi genetik.<sup>20</sup> Asumsinya adalah bahwa kejadian DBD di Kecamatan Godean mungkin lebih menonjol akibat virulensi virus dengue jenis serotipe tertentu daripada keberadaan nyamuk vektor *Ae. aegypti*. Sebagaimana diketahui bahwa ada 4 jenis serotipe virus dengue yang masing-masing memiliki virulensi berbeda.<sup>19</sup> Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa kepadatan nyamuk vektor tidak selalu berkaitan dengan kejadian DBD.<sup>18,21</sup>

#### **Proporsi Larva *Aedes* di Luar Rumah**

Larva *Ae. albopictus* memiliki proporsi lebih tinggi di kebun daripada di dalam rumah, tetapi tidak berkorelasi dengan kejadian DBD. Larva *Ae. aegypti* memiliki proporsi lebih rendah daripada *Ae. albopictus*, juga tidak berkorelasi dengan kejadian DBD. Hasil ini mengindikasikan bahwa larva *Aedes* di kebun, baik *Ae. aegypti* maupun *Ae. albopictus* kemungkinan tidak berperan sebagai vektor. Hal ini perlu dibuktikan lebih lanjut.

## KESIMPULAN

*Aedes aegypti* lebih banyak ditemukan dalam rumah dan berkorelasi negatif dengan kejadian DBD di daerah endemic suburban di Kabupaten Sleman, Provinsi DIY. *Aedes albopictus* lebih banyak ditemukan di kebun namun tidak berkorelasi dengan kejadian DBD.

## SARAN

Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan apakah *Ae. albopictus* di dalam rumah merupakan vektor DBD atau bukan dengan mendeteksi keberadaan virus di dalam tubuh nyamuk.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman yang telah memberikan data kejadian DBD dan memberikan izin melakukan pengambilan sampel dengan pemasangan ovitrap di wilayah Kecamatan Godean.

## DAFTAR PUSTAKA

- Higa Y. Dengue vectors and their spatial distribution. *Tropical Medicine and Health*. 2011;39(4S):17-27. doi: 10.2149/tmh.2011-S04.
- Dev V, Khound K, Tewari, GG. Dengue vectors in urban and suburban Assam, India: entomological observations. *WHO South East Asia J Public Health*. 2014;3(1):51-9. doi: 10.4103/2224-3151.206885.
- Supartha I. 2008. Pengendalian terpadu vektor virus Demam Berdarah Dengue, *Aedes aegypti* (Linn.) dan *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). Pertemuan Ilmiah Dies Natalis Udayana, 3-6 September 2008, Bali.
- Brady OJ, Johansson MA, Guerra CA, Bhatt S, Golding N, Pigott DM, et al. Modeling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites & Vectors*. 2013;6:351. doi: 10.1186/1756-3305-6-351.
- Gubler DJ. Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21<sup>st</sup> century. *Tropical Medicine and Health*, 2011;39(4S):3-11. doi: 10.2149/tmh.2011-S05.
- Overgaard HJ, Olano VA, Jaramillo JF, Matiz MI, Sarmiento D, Stenström TA, Alexander N. A cross-sectional survey of *Aedes aegypti* immature abundance in urban and rural household containers in central Colombia. *Parasites & Vectors*. 2017; 10(1):356. doi: 10.1186/s13071-017-2295-1.
- Ndenga BA, Mutuku FM, Ngugi HN, Mbakaya JO, Aswani P, Musunzaji PS, et al. Characteristics of *Aedes aegypti* adult mosquitoes in rural and urban areas of western and coastal Kenya. *PLoS ONE*. 2017; 12(12):e0189971. doi: 10.1371/journal.pone.0189971.
- Lindsay SW, Wilson A, Golding N, Scott TW, Takken W. Improving the built environment in urban areas to control *Aedes aegypti*-borne diseases. *Bull World Health Organ*. 2017;95(8):607-8. doi: 10.2471/BLT.16.189688.
- Cheong WH. Preferred *Aedes aegypti* larval habitats in urban areas. *Bull World Health Organ*. 1967;36(4):586-9.
- Pramestuti N, Paramita DA. Distribusi vektor demam berdarah *Dengue* (DBD) daerah perkotaan dan perdesaan di Kabupaten Banjarnegara. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 2013;41(3):163-70. doi: 10.22435/bpk.v41i3 Sep.3287.163-170
- Kamal M, Kenawy MA, Rady MH, Khaled AS, Samy AM. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* under changing climate. *PLoS One*. 2018; 13(12):e0210122. doi: 10.1371/journal.pone.0210122.
- Liu-Helmersson J, Stenlund H, Wilder-Smith A, Rocklöv J. Vectorial capacity of *aedes aegypti*: effects of temperature and implications for global dengue epidemic potential. *PLoS One*. 2014;9(3):e89783. doi:10.1371/journal.pone.0089783.
- Marinho RA, Beserra EB, Bezerra-Gusmão MA, de S. Porto V, Olinda RA, dos Santos, CA. Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraíba, Brazil. *Journal of Vector Ecology*. 2016;41(1):1-10. doi: 10.1111/jvec.12187.
- Reinhold JM, Lazzari CR, Lahondère C. Effects of the environmental temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*

- mosquitoes: a review. *Insects*. 2018;9(4):158. doi: 10.3390/insects9040158.
15. Thomas SM, Obermayr U, Fischer D, Kreyling J, Beierkuhnlein C. Low-temperature threshold for egg survival of a post-diapause and non-diapause European aedine strain, I (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors*.2012;5:100. doi: 10.1186/1756-3305-5-100.
  16. Rezza G. Dengue and other *Aedes*-borne viruses: a threat to Europe? *Euro Surveill*. 2016;2(21). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.21.30238.
  17. BPS Kabupaten Banjarnegara. Keadaan iklim (rata-rata) di Kabupaten Banjarnegara, 2010-2017. Available from: <https://banjarnegarakab.bps.go.id/statictable/2016/09/30/49/keadaan-iklim-rata-rata-di-kabupaten-banjarnegara-2010-2017.html>.
  18. Kesetyaningsih TW. Model prediksi spasio-temporal daerah berisiko demam berdarah *Dengue* (studi kasus di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta). Disertasi. Malang: Universitas Brawijaya; 2018.
  19. Rico-Hesse R. Dengue virus virulence and transmission determinants. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2010;338:45-55. doi:10.1007/978-3-642-02215-9\_4.
  20. Roehrig JT, Butrapet S, Liss NM, Bennett, SL, Luy BE, Childers T, et al. Mutation of the dengue virus type 2 envelope protein heparan sulfate binding sites or the domain III lateral ridge blocks replication in Vero cells prior to membrane fusion. *Virology*. 2013;441(2):114-25. doi: 10.1016/j.virol.2013.03.011.
  21. Bowman LR, Runge-Ranzinger S, McCall PJ, Assessing the relationship between vector indices and dengue transmission: a systematic review of the evidence. *PLoS Negl Trop Dis*. 2014;8(5):e2848. doi:10.1371/journal.pntd.0002848.

