

**PERILAKU POLIGAMI VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE
Aedes aegypti: KORELASINYA DENGAN FERTILITAS TELUR
SERTA PENYEBARAN VIRUS DENGUE**

Devita Febriani Putri¹

ABSTRACT

Controlling dengue fever from vector especially Aedes aegypti mosquitoes has been the one of effective methods in stopping the transmission and preventing the expansion of dengue fever endemic area. Technique to eradication vector DBD through mosquito mating behavior naturally have long been applied and the phenomenon of transvenereal transmission (through sexual behavior), male Ae. aegypti has ability to transmit dengue virus (DENV) to the non infectious female Ae. aegypti, so information about the mating behavior of DHF vector is very important to know. This study aims to find out the potency polygamous behavior in male Ae. aegypti (strain Yogyakarta Indonesia) in mating female Ae. aegypti semi natural and correlation to fertile eggs produced by female mosquito. Male Ae. aegypti were placed into cage 30 cm³ contains of non-infectious one-day old female Ae. aegypti to polygamy mating (semi natural) with ratio male: female 1:3; 1:5; 1:10; 1:20 and 1:30. The sample is the number of female mosquitoes that are successfully mated by male mosquitoes and the number of fertile eggs produced. Data analysis used is bivariate analysis with Pearson Correlation test. The results of the study is male Ae. aegypti has potency polygamous behaviour in mating female Ae. aegypti maximum 8 mosquito with total fertile egg produce maximum 370 eggs. The correlation between female mosquitoes that were mated by male mosquitoes in polygamy was positively correlated (directly proportional) to the number of fertilized eggs produced. The polygamous behavior of male mosquito has a role in spreading and maintaining the existence of DENV in Ae. aegypti mosquitoes both in parental or F1.

Key word : Polygamous behavior, Aedes aegypti, egg fertility, dengue virus.

ABSTRAK

Pengendalian Demam Berdarah Dengue (DBD) dari segi vektor khususnya nyamuk *Aedes aegypti* masih menjadi salah satu metode efektif dalam menghentikan penularan dan mencegah perluasan daerah endemis DBD. Teknik pemberantasan vektor DBD melalui perilaku kawin nyamuk secara alami telah lama diterapkan dan fenomena penularan transvenereal (melalui perilaku seksual), *Ae. aegypti* jantan mempunyai kemampuan menularkan virus dengue (DENV) ke *Ae. aegypti* betina noninfeksius, sehingga informasi tentang perilaku kawin nyamuk vektor DBD sangat penting diketahui. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi sifat poligami *Ae. aegypti* jantan (strain Yogyakarta, Indonesia) dalam mengawini *Ae. aegypti* betina secara semi alami dan korelasinya terhadap telur yang dihasilkan *Ae. aegypti* betina tersebut. *Ae. aegypti* jantan dimasukkan ke kandang nyamuk 30 cm³ dengan *Ae. aegypti* betina untuk dikawinkan (semi alami) secara poligami dengan rasio jantan: betina 1:3; 1:5; 1:10; 1:20 dan 1:30. Sampel adalah jumlah nyamuk betina yang berhasil dikawini nyamuk jantan dan jumlah telur yang fertil yang dihasilkan. Analisis data yang digunakan adalah analisis bivariat dengan uji *Pearson Correlation*. Hasil penelitian adalah perilaku poligami *Ae.*

1. Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Malahayati

aegypti jantan berpotensi mengawini *Ae. aegypti* betina maksimal 8 ekor dengan total telur fertil yang dihasilkan maksimal 370 telur. Korelasi antara nyamuk betina yang dikawini nyamuk jantan secara poligami berkorelasi positif (berbanding lurus) dengan jumlah telur fertil yang dihasilkan. Perilaku poligami nyamuk jantan mempunyai peranan dalam menyebarkan dan memelihara keberadaan DENV pada nyamuk *Ae. aegypti* baik pada parental ataupun F1nya.

Kata kunci: Perilaku poligami, *Aedes aegypti*, fertilitas telur, virus dengue

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit tular vektor yang menjadi masalah kesehatan dunia. Agen penyebab penyakit DBD adalah virus dengue (DENV) genus Flavivirus, dan ditularkan melalui nyamuk *Aedes* (*Ae*) subgenus *Stegomyia*, terutama *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Kreamer *et al.*, 2015; WHO SEARO, 2017). Program pencegahan dan pemberantasan DBD di Indonesia telah berlangsung lebih kurang 43 tahun dan berhasil menurunkan angka kematian dari 41,3% pada tahun 1968 menjadi 0,87 % pada tahun 2010, tetapi belum berhasil menurunkan angka kejadian DBD. Salah satu metode efektif menghentikan penularan DBD dan mencegah perluasan daerah endemis DBD melalui segi vektor khususnya nyamuk *Ae. aegypti* (Ditjen PPPL, 2016).

Nyamuk *Ae. aegypti* jantan tidak menghisap darah manusia karena keterbatasan dari morfologi "mouth part" yang tidak bisa

menembus kulit manusia. Namun nyamuk jantan dibutuhkan untuk reproduksi nyamuk betina (Klowden, 1995). Penggunaan nyamuk jantan yang dimodifikasi secara genetik atau steril telah dilepaskan di daerah endemis dengue melalui tehnik pemberantasan nyamuk vektor dengan perilaku kawin secara alami (Ponlawat dan Harrington, 2009). Selain itu fenomena penularan transvenereal (melalui perilaku seksual), terbukti dapat menularkan DENV dari nyamuk *Ae. aegypti* jantan infeksius ke nyamuk *Ae. aegypti* betina noninfeksius (Putri, 2018). Pada akhirnya informasi tentang perilaku kawin nyamuk *Ae. aegypti* secara alami perlu diketahui.

Perkawinan nyamuk *Ae. aegypti* secara alami berkaitan erat dengan perilaku poligami nyamuk *Ae. aegypti* jantan. Penelitian tentang perilaku poligami nyamuk *Ae. aegypti* strain Thailand, telah dilakukan oleh Choochote *et al.* (2001) yang menyatakan nyamuk *Ae. aegypti* jantan dapat mengawini

maksimal 14 betina dalam kandang berukuran 30 cm³ dengan rasio jantan: betina = 1: 30. Namun penelitian ini belum pernah dilakukan di Indonesia. Berdasarkan pemaparan latar belakang, maka tujuan penelitian ini adalah mengetahui potensi sifat poligami nyamuk *Ae. aegypti* jantan (strain Yogyakarta, Indonesia) dalam mengawini nyamuk *Ae. aegypti* betina secara semi alami dan korelasinya terhadap telur fertil yang dihasilkan nyamuk *Ae. aegypti* betina tersebut. Perilaku poligami nyamuk jantan merupakan faktor pendukung terjadinya penyebaran virus dengue secara transvenereal pada vektor demam berdarah dengue.

METODE PENELITIAN

Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* (strain Yogyakarta, Indonesia) didapatkan dari hasil kolonisasi laboratorium yang terbebas dari infeksi penyakit di Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Telur dari laboratorium yang berasal dari parental nyamuk non infeksius diletakkan dalam nampan yang berisi air. Setelah menetas, proses pemeliharaan larva agar tetap bertahan hidup diberi pakan hati ayam sebanyak 0,5 g pada hari ke-0

dan selanjutnya dari hari pertama sampai kelima atau sebelum menjadi pupa sempurna diberi pakan hati ayam 1 g. Jika terdapat sekam pada permukaan air pada nampan segera dibersihkan sebelum diberi pakan, air diganti 2-3 kali seminggu. Larva dipelihara menjadi stadium pupa. Ketika stadium pupa, pupa jantan dan pupa betina dipisahkan dan dimasukkan ke kandang terpisah. Ketika proses kolonisasi *Ae. aegypti* menjadi pupa, pupa jantan dan betina dipisahkan. Cara pemisahannya dengan melihat ukuran pupa, pupa nyamuk jantan berukuran lebih kecil dengan nyamuk betina. Setiap 10 ekor pupa jantan dan pupa betina dimasukkan ke kandang yang berbeda. Pupa lalu dibiakkan menjadi imago atau nyamuk dewasa. Untuk mengkonfirmasi apakah benar pupa jantan dan betina, dilihat dari perkembangan stadium nyamuk dewasa. Nyamuk jantan memiliki antena berambut lebat (*plumose*) dan nyamuk betina memiliki antena berambut jarang (*pilose*) (Arthur *et al.*, 2014). Apabila ada salah satu nyamuk dewasa jantan yang tercampur pada nyamuk betina dan sebaliknya, maka kandang berisi nyamuk tersebut di drop out. Pupa jantan dan betina dipelihara hingga menjadi nyamuk dewasa. Semua perlakuan dilakukan diinsektarium dengan kondisi suhu $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; kelembaban $88 \pm 6\%$ dan 12 jam

cahaya: 12 jam gelap (Umniyati *et al.*, 2008).

Perkawinan poligami semi alami nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* jantan berumur 2 hari dimasukkan ke kandang nyamuk berukuran 30 cm³ dengan nyamuk *Ae. aegypti* betina berumur 1 hari untuk dikawinkan secara poligami dengan rasio nyamuk jantan: nyamuk betina adalah 1:3; 1:5; 1:10; 1:20 dan 1:30 (5 kelompok perlakuan). Perkawinan dilakukan selama 7 hari, untuk mempertahankan hidup nyamuk diberikan larutan gula 10 %, diresapkan pada kapas dan diganti setiap hari. Pada hari ke 7, nyamuk jantan dikoleksi, lalu disimpan di freezer -80°C, sedangkan nyamuk betina diberikan *blood feeding* dengan menggunakan darah mencit. Tahap selanjutnya nyamuk – nyamuk betina tersebut dikurung secara terpisah di *paper cup* (gelas kertas) yang ditutupi kassa untuk proses bertelur (*individual rearing*), kapas yang dibasahi larutan gula 10% diletakkan diatas kassa, diganti setiap hari. Paper cup untuk proses *individual rearing* dimasukkan ke dalam kotak stereofoam yang tertutup. Nyamuk betina dipelihara selama 7 hari untuk bertelur dan telurnya diberi label. Pada hari ke 14 nyamuk betina dikoleksi lalu disimpan pada freezer -80°C. Telur

dikeringkan lalu disimpan selama 7 hari di suhu ruang.

Potensi perilaku poligami dan Fertilitas Telur.

Telur yang disimpan selama seminggu ditetaskan dalam nampan plastik ukuran 24x36x6 cm yang berisi air. Pemeliharaan larva untuk bertahan hidup diberi pakan hati ayam kering dan air diganti 2-3 kali dalam 1 minggu, dipelihara sampai nyamuk dewasa sesuai dengan masa penyimpanannya. Rearing telur nyamuk sampai stadium dewasa dilakukan di Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Semua perlakuan dilakukan diinsektarium dengan kondisi suhu 27 ± 2°C; kelembaban 88 ± 6% dan 12 jam cahaya: 12 jam gelap (Umniyati *et al.*, 2008). Telur yang menetas sampai stadium larva, ditelusuri parental nyamuk betina, sebagai bukti bahwa nyamuk jantan melakukan perkawinan poligami dengan nyamuk betina secara semi alami dikandang. Nyamuk betina menghasilkan telur yang fertil (telur yang dapat menetas dan menghasilkan stadium *immature*) mengindikasikan terjadi fertilisasi melalui perilaku kawin. Perhitungan yang dilakukan adalah jumlah nyamuk betina yang berhasil dikawini nyamuk jantan dan jumlah telur yang fertil (jumlah telur yang

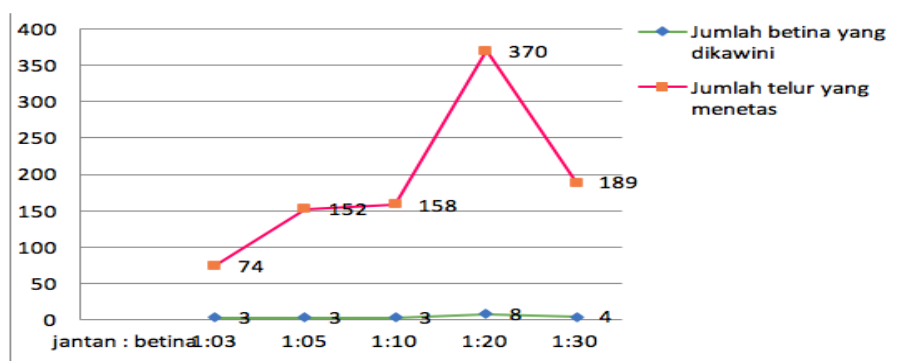
menetas) dari nyamuk betina tersebut berkelompok perlakuan.

Desain Penelitian dan Analisis Data

Desain penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini

adalah analisis bivariate dengan menggunakan uji Pearson Correlation. Uji ini bertujuan untuk melihat korelasi antara jumlah nyamuk betina yang berhasil dikawini dan jumlah telur yang fertil.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Grafik perbandingan antara jumlah nyamuk betina yang dikawini dengan jumlah telur yang fertil (menetas) dari keseluruhan jumlah nyamuk betina pada masing-masing perlakuan

Hasil penelitian (Gambar 1) mengindikasikan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* jantan dapat mengawini nyamuk *Ae. aegypti* betina maksimal 8 ekor apabila rasio nyamuk jantan: nyamuk betina di dalam kandang adalah 1:20 (perlakuan 4 dengan total 21 ekor nyamuk). Hal ini membuktikan perilaku poligami nyamuk *Ae. aegypti* jantan (strain Yogyakarta, Indonesia) berpotensi mengawini nyamuk *Ae. aegypti* betina maksimal 8 ekor dalam perkawinan nyamuk semi alami dan total telur

fertil dari masing – masing nyamuk betina tersebut maksimal 370 telur.

Pada perlakuan 5 dengan rasio nyamuk jantan: betina adalah 1: 30 (total 31 ekor nyamuk) ternyata mengalami penurunan jumlah nyamuk betina yang berhasil dikawini nyamuk jantan dibandingkan perlakuan 4. Kemungkinan yang terjadi adalah kandang nyamuk berukuran 30 cm^3 (0.00003 m^3) terlalu kecil untuk nyamuk jantan dan nyamuk betina (total 31 ekor nyamuk) melakukan perkawinan. Penelitian Polanwat dan Harrington (2009) menyatakan

perkawinan nyamuk cukup sukses (female insemination rates 81.6-98.7%) pada ukuran kandang nyamuk 0.009 m³ dengan rasio nyamuk jantan: betina 5:20 (total 25 ekor nyamuk). Faktor lain yang menyebabkan penurunan jumlah nyamuk betina yang berhasil dikawini adalah ukuran tubuh nyamuk jantan pada perlakuan 5 kemungkinan lebih kecil dibandingkan ukuran tubuh nyamuk jantan pada perlakuan 4. Ukuran tubuh nyamuk *Ae. aegypti* jantan merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan suksesnya kemampuan nyamuk jantan dalam mengawini nyamuk betina (Polanwat dan Harrington, 2009; Helinski dan Harrington, 2011). Namun keterbatasan dari penelitian ini tidak melakukan pengukuran tersebut.

Hasil analisis korelasi Pearson (Tabel 1) menyatakan ada hubungan positif (0.988) antara jumlah nyamuk betina yang berhasil dikawini dengan jumlah telur yang fertil, pada kelompok perlakuan 1 dan 5 yang memiliki pengaruh bermakna dilihat dari nilai P 0.049 (P<0.05). Hubungan positif (0.091) juga didapatkan kelompok perlakuan 3 dan 4 yang memiliki pengaruh bermakna dilihat dari nilai P 0.044 (P<0.05). Interpretasinya adalah semakin banyak nyamuk betina yang dikawini oleh nyamuk jantan secara poligami berkorelasi (berbanding lurus) dengan jumlah telur fertil yang dihasilkan. Untuk hubungan perlakuan yang lain tidak terdapat hubungan positif kemungkinan disebabkan perbedaan jumlah nyamuk betina yang akan dikawini nyamuk jantan, antar perlakuan kurang dari 10 ekor.

Tabel 1. Hasil Analisis Korelasi Pearson pada 5 kelompok perlakuan

KORELASI	Perlakuan 1 (sig. 1 tailed)	Perlakuan 2 (sig. 1 tailed)	Perlakuan 3 (sig. 1 tailed)	Perlakuan 4 (sig. 1 tailed)	Perlakuan 5 (sig. 1 tailed)
Perlakuan 1	1	-0,459 (0,348)	0,160 (0,449)	0,294 (0,405)	0,988 (0,049)
Perlakuan 2	-0,459 (0,348)	1	-0,950 (0,101)	-0,984 (0,057)	-0,589 (0,3)
Perlakuan 3	0,160 (0,449)	-0,950 (0,101)	1	0,991 (0,044)	0,308 (0,4)
Perlakuan 4	0,294 (0,405)	-0,984 (0,057)	0,991 (0,044)	1	0,582 (0,209)
Perlakuan 5	0,988 (0,049)	-0,589 (0,3)	0,308 (0,4)	0,582 (0,209)	1

Rasio nyamuk jantan: betina pada Perlakuan 1 (1:3); Perlakuan 2 (1:5); Perlakuan 3 (1:10); Perlakuan 4 (1:20); Perlakuan 5 (1:30).

Nyamuk *Ae. aegypti* jantan dianggap kurang berperan dalam penyebaran DENV, karena tidak dapat menghisap darah manusia. Namun nyamuk jantan dapat terinfeksi DENV melalui penularan vertikal yang berasal dari parental nyamuk yang terinfeksi (Themmonzhi et al. 2000). Beberapa studi membuktikan bahwa DENV diturunkan secara vertikal ke progeni (F1) nyamuk *Ae. aegypti* jantan di alam. Kow et al. (2001) kali pertama membuktikan DENV terdeteksi pada nyamuk jantan *Ae. aegypti* yang ditangkap dari alam di Singapura (VIR/Vertical infection rate 1.33%). Penelitian Tavara et al. (2006), menyatakan nyamuk *Ae. aegypti* jantan yang dikoleksi dari alam di Thailand bagian Selatan, terdeteksi positif DENV-2, DENV-3, DENV-4 dan kombinasi DENV-2&3 (VIR 15,2 %). Pada negara Tamil Nadu India, Arunachalam et al. (2007) menyatakan DENV-2 dan DENV-3 terdeteksi pada nyamuk *Ae. aegypti* jantan yang dikoleksi dari alam MIR tertinggi 28/1000). DENV-3 juga terdeteksi di nyamuk *Ae. aegypti* jantan yang dikoleksi menggunakan ovitrap di Minas Gerais, Brazil dengan MIR 10/1000 (Vilela et al., 2010). Studi Mulyatno et al. (2012), juga membuktikan penularan transovarial DENV-1 pada nyamuk jantan *Ae. aegypti* (MIR 16

- 26/1000) yang dikoleksi dari Stadium larva dan dewasa di kota Surabaya, Indonesia.

Nyamuk *Ae. aegypti* jantan juga telah terbukti dapat menularkan DENV-3 ke nyamuk *Ae. aegypti* betina non infeksius secara transvenereal. Fakta ini mengindikasikan, jika satu nyamuk jantan infeksius DENV-3 mengawini nyamuk betina yang non infeksius dengan jumlah tertentu (karena sifat poligaminya) dan sebagai akibatnya nyamuk betina infeksius akan menghasilkan telur yang fertil (Putri, 2018). Telur yang fertil apabila menetas memungkinkan terjadi penularan secara transovarial DENV-3 dari parental nyamuk betina infeksius DENV-3 ke keturunannya (F1) nyamuk. Penelitian skala laboratorium dan secara alami telah banyak membuktikan bahwa DENV dapat ditransmisikan secara transovarial dari nyamuk betina yang infeksius DENV ke F1nya (Angel dan Joshi, 2008; Arunachalam et al., 2008; Rohani et al., 2008; Seran, 2010; Thongrungrat et al., 2011; Goff et al., 2011; Martins et al., 2012; Espinosa et al., 2014; Martinez et al., 2014). Hal ini mengasumsikan perilaku poligami nyamuk jantan mempunyai peranan dalam menyebarkan dan memelihara keberadaan DENV pada nyamuk *Ae.*

aegypti baik pada parental ataupun F1nya.

Tehnik pemberantasan vektor DBD melalui perilaku kawin nyamuk secara alami, telah lama diterapkan untuk menurunkan perluasan daerah endemis DBD, sehingga informasi tentang perilaku kawin nyamuk vektor DBD sangat penting diketahui. Negara Indonesia telah menggunakan Teknik Serangga Mandul (TSM) yang telah lama dikembangkan oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). TSM adalah teknik yang digunakan untuk memandulkan nyamuk jantan dengan menggunakan radiasi sinar gamma, yang bertujuan menurunkan jumlah populasi nyamuk dengan cara menyebarkan nyamuk jantan pada habitatnya. Meskipun terjadi perkawinan antara nyamuk jantan dengan nyamuk betina, namun dari perkawinan tersebut tidak akan terjadi pembuahan. Dengan demikian, jumlah populasi nyamuk semakin lama akan semakin menurun (Nurhayati *et al.*, 2013; Setyaningsih *et al.*, 2014). Pelepasan nyamuk berwolbachia juga merupakan salah satu tehnik penanggulangan perluasan kasus DBD melalui perkawinan vektor nyamuk *Ae. aegypti*. Wolbachia adalah suatu bakteri gram negatif intraseluler yang apabila hidup

didalam tubuh nyamuk *Aedes sp.* yang mampu mengintervensi masa hidup nyamuk mengganggu sistem reproduksi nyamuk, dan juga mampu menghambat replikasi DENV di dalam tubuh nyamuk. Nyamuk laboratorium yang sudah dimodifikasi dengan wolbachia diharapkan dapat bersaing dan mengawini nyamuk lokal, sehingga keturunan dari perkawinan tersebut akan membawa bakteri wolbachia dan dapat mengurangi transmisi DENV. Demikian seterusnya, sehingga diharapkan seluruh nyamuk *Aedes sp.* di alam akan tertular bakteri Wolbachia (Lusiyana, 2014; Bukchori, 2017).

Pengetahuan tentang perilaku kawin nyamuk serta faktor – faktor yang berhubungan seperti fisik optimal dari nyamuk, mekanisme fisiologi yang meregulasi perkawinan nyamuk, perilaku poligami nyamuk jantan, kondisi lingkungan yang sesuai dan faktor lainnya, penting relevansinya dalam pengendalian DBD dari segi vektor. Terutama untuk nyamuk yang dimodifikasi genetik atau program steril nyamuk jantan (Polanwat dan Harrington, 2009). Selain itu perlu kajian lebih lanjut untuk memahami mekanisme pertahanan DENV secara vertikal di nyamuk melalui perilaku kawin. Kajian ini memberikan informasi penting

dalam pengembangan strategi pengendalian DBD dari segi vektor.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perilaku poligami nyamuk *Ae. aegypti* jantan (strain Yogyakarta, Indonesia) berpotensi mengawini nyamuk *Ae. aegypti* betina maksimal 8 ekor dalam perkawinan nyamuk semi alami dan total telur fertil dari masing – masing nyamuk betina tersebut maksimal 370 telur. Korelasi antara nyamuk betina yang dikawini nyamuk jantan secara poligami berkorelasi positif dengan jumlah telur fertil yang dihasilkan, yang artinya semakin banyak nyamuk betina yang dikawini berkorelasi (berbanding lurus) dengan jumlah telur fertil yang dihasilkan. Penelitian selanjutnya lebih berfokus kepada peranan sifat poligami dalam penularan transvenereal DENV, melalui pemeriksaan individual pada masing – masing nyamuk *Ae. aegypti* betina yang menghasilkan telur fertil, untuk memahami mekanisme terjadinya penularan transvenereal DENV.

Daftar Pustaka

- Angel, B., Joshi, V. 2008. Distribution and Seasonality of Vertical Transmitted Dengue Viruses in Aedes Mosquitoes in Arid and Semi-Arid Areas of Rajasthan, India. *J. Vector. Borne. Dis.* 48: 56-9.
- Arthur, B. J., Emr, K.S., Wyttenbach R.A., Hoy R.R. 2014. Mosquito (*Aedes aegypti*) flight tones: Frequency, harmonicity, spherical spreading, and phase relationships. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(2): 933-41.
- Arunachalam, N., Tewari, S.C., Thenmozhi, V., Rajendran, R., Paramasivan, R., Ayanar, K., Tyagi, B.K. 2008. Natural Vertical Transmission of Dengue Viruses by *Aedes aegypti* in Cennai, Tamil, India. *Indian. J. Med. Res.* 127: 395-7.
- Buchori D., Aryati, Hadi U.K., Joseph H.K. 2017. Kajian Resiko Terhadap Pelepasan Nyamuk Ber-Wolbachia. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Choochote, W., Tippawangkosol, P., Jitpakdi, A., Sukontason, K.L., Pitasawat, B., Sukantonson, K., Jariyapan, N. 2001. Polygamy: The Possibly Significant Behavior of *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* in Relation to Efficient Transmission of Dengue Virus. *Research Note Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health.* 32 (4): 745-48.
- Espinosa, M., Giamperetti S., Abril M., Seijo A. 2014. Vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* collected in Puerto Iguazu, Misiones, Argentina. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo* 56: 165-67.
- Goff, L. G., Revollo, J., Guerra, M., Cruz, M., Simon, B.Z., Roca, Y., Flores, V.J., Herve, J.P. 2011. Natural vertical transmission of Dengue viruses by *Aedes aegypti* in Bolivia. *Parasite* 18: 277-80.
- Helinski, M.E.H., Harrington, L.C. 2011. Male Mating History and Body Size Influence Female Fecundity and Longevity of the

- Dengue Vector *Aedes aegypti*. *J. Med. Entomol.* 48(2):202-11.
- Kementrian Republik Indonesia, 2016. Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (Ditjen, PP dan PL). *Informasi Umum Demam Berdarah Dengue 2016*. Jakarta.
- Klowden, M J. 1995. Blood, Sex, and the Mosquito. *BioScience.* 45(5): 326-31
- Kow, C. Y., L. L. Koon, Yin P. F. 2001. Detection of dengue viruses in field caught male *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Singapore by type-specific PCR. *J. Med. Entomol.* 38: 475-9.
- Kraemer, M.U.G, Sinka, M.E., Duda, K.A., Mylne, A.Q.N., Shearer, F.M., et al. 2015. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *eLife.* 4:1-18.
- Lusiyana, N. 2014. Wolbachia sebagai alternatif pengendalian vector nyamuk *Aedes sp.* JKII. 6(3):1-3.
- Martinez, N. E., Dzul-manzanilla F., Gutierrez C., Ibarralopez J., Bibiano-marín W., Lopez-damian L., Martinijames A., Huerta H., Che Mendoza A., Ayora G., et al. 2014. Natural vertical transmission of dengue-1 virus in *Aedes aegypti* populations in Acapulco, Mexico. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 30: 143-146.
- Martins, V.E.P., Alencar, C.H., Kamimura, M.T., De Carvalho Araujo, F.M., De Simone, S.G., Dutra, R.F., Guedes, M.I.F. 2012. Occurrence of natural Vertical Transmission of Dengue-2 and Dengue-3 Viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceara, Brazil. *PLoS ONE.* 7: e41386.
- Mulyatno, K.C., Yamanaka, A., Yotopranoto, S., Konishi. E. 2012. Vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* collected in Surabaya, Indonesia, during 2008-2011. *J. Infect. Dis.* 65: 274-6.
- Nurhayati, S., Yunianto, B., Ramadhani, T., Ikawati, B., Santoso, B., Rahayu, A. 2013. Controlling *Aedes aegypti* Population as DHF Vector with Radiation Based-Sterile Insect Technique in BanjarNegara Regency, Central Java. *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology.* 14(1): 1-10.
- Putri D.F., 2018. Kajian Penularan Transvenereal Virus Dengue Serotipe-3 dan Perilaku Poligami Nyamuk *Ae. aegypti* L. serta Dampak pada Progeninya Dalam Kondisi Insektarium *Disertasi*. Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan dan Keperawatan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ponlawat A., Harrington L.C. 2009. Factors Associated with Male Mating Success of Dengue Vector Mosquitos, *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 80(3): 395-400.
- Rohani, A., Zamree, I., Joseph, R.T., Lee H.L. 2008. Persistency of Transovarial Dengue Virus in *Ae. aegypti* (LINN). *Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Health.* 39: 813-16.
- Seran, M.D. 2010. Uji Laboratorium Penularan Tran-Stageal Virus Dengue Pada Stadium Telur, Larva, Pupa dan Imago dari Nyamuk *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Tesis*. Ilmu Kedokteran Tropis. Fakultas Kedokteran. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Setyningih, R., Agustini, M., Boewono, D.T., Rahayu. A. 2014. Aplikasi Teknik

- Serangga Mandul (TSM) Terhadap Sterilitas Telur dan Penurunan Populasi *Aedes aegypti* di Daerah Urban Kota Salatiga. *Bul. Penelit. Kesehat.* 42(1): 15-24.
- Thavara, U., Sิริyasatien, P., Tawatsin, A., Asavadachanukorn, P., Anantapreecha, S., Wongwanich, R., Mulla., M.S. 2006. Double infection of heteroserotypes of dengue viruses in field populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culcidae) and serological features of dengue viruses found in patients in Southern Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health.* 37: 468-76.
- Thenmozhi, V., Tewari, S.C., Manavalan, R., Balasubramanian, A., Gajanana, A. 2000. Natural Vertical Transmission of Dengue Viruses in *Aedes aegypti* in Southern India. *Trans. of Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 94:507.
- Thongrungrat, S., Maneekan, P., Waspiyamongkol, L., Prumongkol, S. 2011. Prospective Field Study of Transovarial Dengue Virus Transmission by Two Different Forms of *Aedes aegypti* in an Urban Area of Bangkok, Thailand. *Jur. of Vec. Ecology.* 36:147-52.
- Umniyati S.R., Sutaryo, Wahyono D., Artama W.T., Mardihusodo S.J., Soeyoko, Mulyaningsih B., Utoro T. 2008. Application of monoclonal antibody DSSC7 for detecting dengue infection in *Aedes aegypti* based on immunocytochemical streptavidin biotin peroxidase complex assay (ISBPC). *Dengue Bull.* 32: 83-98.
- Vilela, A.P.P., Figueiredo, L. B., Dos Santos, J. R., Eiras, A. E., Bonjardim, C. A., Ferreira, P.C.P., Kroon, E. G. 2010. Dengue virus 3 genotype I in *Aedes aegypti* mosquitoes and eggs, Brazil, 2005-2006. *Emerg. Infect. Dis.* 16 (6): 989-92.
- World Health Organization SEARO. 2017. *Neglected Tropical Diseases.* Dengue. New Delhi. India.