

## HUBUNGAN ANTARA KONDISI CUACA DENGAN DINAMIKA POPULASI NYAMUK DI KOTA YOGYAKARTA

### AN ASSOCIATION BETWEEN WEATHER CONDITION AND MOSQUITO POPULATION DYNAMIC IN THE CITY OF YOGYAKARTA

Iva Fitriana<sup>1</sup>, Desy Liana<sup>1</sup>, Sigit Setyawan<sup>1</sup>, Sri Yuliani Dewi<sup>1</sup>, Ingrid Ernesia<sup>2</sup>, Defriana LC.<sup>2</sup>, Rifqi ZJ.<sup>2</sup>, Dwi Satria Wardana<sup>1</sup>, Nida Budiwati P.<sup>1</sup>, Indah Nurhayati<sup>1</sup>, Warsito Tantowijoyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Entomologi, World Mosquito Program (WMP) Yogyakarta

<sup>2</sup>Lembaga Pusat Kedokteran Tropis, FK-KMK Universitas Gadjah Mada

Jalan Podocarpus I, Sekip N14, Yogyakarta 55281, Indonesia

E-mail: [iva.fitriana@worldmosquito.org](mailto:iva.fitriana@worldmosquito.org)

(diterima April 2018, direvisi Agustus 2018, disetujui September 2018)

#### ABSTRAK

Dinamika populasi nyamuk merupakan faktor penting untuk menentukan kejadian penyakit tular vektor. Penyakit tular vektor masih menjadi masalah kesehatan di Yogyakarta, namun belum ada kajian mengenai nyamuk vektor secara komprehensif. Analisis lingkungan terutama dari faktor temperatur udara dan curah hujan diperlukan dalam kajian monitoring nyamuk. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data primer dinamika populasi nyamuk di wilayah Kota Yogyakarta selama satu tahun (April 2015-Juli 2016). Pengumpulan sampel nyamuk dilakukan seminggu sekali dengan Biogents Sentinel trap (BG-S trap) yang dipasang di dalam rumah warga Kota Yogyakarta setiap jarak 500 m<sup>2</sup>. Data curah hujan dan temperatur udara diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta. Analisis data menggunakan One Way-Anova SPSS 16 dan analisis regresi linear. Berdasarkan hasil pengamatan selama setahun menunjukkan bahwa populasi nyamuk didominasi oleh dua spesies, yaitu *Aedes aegypti* (L.) dan *Culex quinquefasciatus* (Say). Peningkatan populasi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* terjadi pada bulan November-Desember 2015 saat curah hujan dan temperatur tertinggi, berkebalikan dengan *Cx. quinquefasciatus*. Pengaruh faktor cuaca seperti temperatur serta curah hujan berkorelasi positif dengan populasi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*, namun berkorelasi negatif dengan populasi *Cx. quinquefasciatus*.

**Kata kunci:** Populasi nyamuk, Biogents Sentinel trap, Kota Yogyakarta, temperatur, curah hujan

#### ABSTRACT

The dynamic of mosquito population was an important factor that determine the incidence of vector borne disease. Vector borne diseases still considered as health problem in Yogyakarta, but there was no comprehensive study of the vector itself. In the mosquito monitoring study, environment analysis was needed including air temperature and rainfall. This study was obtained the primary data on mosquito population dynamic in the City of Yogyakarta in April 2015-July 2016. Biogents Sentinel trap (BG-S trap) were installed inside of resident's house about every 500 m<sup>2</sup>. Mosquito samples were collected once a week. Rainfall data and air temperature were obtained from the Meteorological, Climatological and Geophysical Agency (BMKG) Yogyakarta. Data analysis was performed with One Way-Anova SPSS 16 and linear regression analysis. Based on the results of this research, it was found that the mosquito population was dominated by 2 species: *Aedes aegypti* (L.) and *Culex quinquefasciatus* (Say). The increasing of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were occurred in November-December 2015 when the highest rainfall and temperature, in contrast to *Cx. quinquefasciatus*. Air temperature and rainfall were positively correlated with populations of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, but negatively correlated with *Cx. quinquefasciatus*.

**Keywords:** Mosquito population, Biogents Sentinel trap, City of Yogyakarta, temperature, rainfall

#### PENDAHULUAN

Nyamuk sebagai vektor penyakit masih menjadi poin penting dalam analisis penyakit tular vektor. Ada 3 jenis penyakit tular vektor yang tercatat oleh Dinas Kesehatan DI Yogyakarta (2015) di Yogyakarta yaitu Demam Berdarah Dengue (DBD), filariasis, dan malaria. Demam Berdarah Dengue (DBD)

merupakan penyakit tular vektor penyebab kematian yang selalu mengancam masyarakat setiap tahunnya. Tahun 2014, dilaporkan 13 orang meninggal karena penyakit ini, sedangkan pada tahun 2015 meningkat menjadi 35 orang, kemudian menurun pada tahun-tahun berikutnya. Laporan kasus filariasis di DI Yogyakarta tercatat pada tahun

2011 di wilayah Gunung Kidul sebanyak enam kasus. Kasus malaria tercatat di Kulon Progo pada tahun 2013 sebanyak 85 kasus, dan kembali terjadi pada tahun 2016 sebanyak 86 kasus (Dinas Kesehatan DI Yogyakarta 2015).

Keberadaan nyamuk sebagai vektor penyakit sangat potensial meningkatkan angka kasus. Angka bebas jentik di DIY masih berada di bawah standard minimal yang seharusnya diatas 95%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kasus DBD mungkin terjadi karena faktor risiko penularan penyakit ini masih tinggi (Dinas Kesehatan DI Yogyakarta 2015). Pada kasus filariasis, beberapa spesies nyamuk dari genus *Culex*, *Anopheles*, dan *Mansonia* dilaporkan dapat menularkan mikrofilaria penyebab filariasis. Densitas nyamuk vektor menjadi salah satu hal yang mempengaruhi transmisi mikrofilaria penyebab filariasis (WHO 2018). Kota Yogyakarta yang berada dalam kawasan DIY diketahui memiliki populasi penduduk dan mobilitas yang tinggi, namun belum memiliki kajian nyamuk vektor yang komprehensif. Oleh karena itu penting untuk melakukan kajian dinamika populasi nyamuk vektor untuk mencegah penularan penyakit tular vektor.

Pengendalian nyamuk menjadi salah satu hal penting dalam rangka pencegahan kasus tular vektor. Beberapa metode pengendalian vektor telah banyak diketahui dan dilakukan termasuk manajemen lingkungan, pengendalian biologis, pengendalian kimiawi menggunakan insektisida dan larvasida, partisipasi masyarakat berupa 3M dan PSN, perlindungan individu menggunakan *repellent* atau obat nyamuk. Namun, selama ini pengendalian vektor yang ditujukan untuk memutus mata rantai penularan masih tidak tepat sasaran dan tidak berkesinambungan. Hal ini disebabkan karena

pengendalian yang dilakukan belum mengacu pada data/informasi tentang vektor (Sukowati 2010). Oleh karena itu diperlukan data kajian *monitoring* populasi nyamuk.

Transmisi penyakit tular vektor bersifat musiman yang berkaitan erat dengan curah hujan dan temperatur (Kiarie-Makara *et al.* 2015). Barrera *et al.* (2011) menambahkan bahwa curah hujan merupakan indikator yang sangat berperan dalam perkembangan populasi nyamuk *Ae. aegypti* pra dewasa dan kejadian kasus dengue terutama di daerah kering. Shapiro *et al.* (2017) menyebutkan bahwa temperatur erat kaitannya dengan *biting rate*, mortalitas, perkembangan parasit, dan *vector competence* (Shapiro *et al.* 2017). Dapat dikatakan bahwa faktor lingkungan seperti curah hujan dan temperatur sering berhubungan dengan tingginya kasus yang ditularkan oleh nyamuk. Peningkatan faktor lingkungan ini dapat meningkatkan kejadian kasus DBD di Kota Yogyakarta karena hubungannya dengan tempat perindukan nyamuk vektor (Perwitasari *et al.* 2015).

Westbrook *et al.* (2010) mengemukakan bahwa temperature berkaitan dengan perkembangan nyamuk dan kemampuan terinfeksi virus chikungunya pada *Ae. albopictus*. Pada suhu rendah, yaitu 18°C didapatkan ukuran tubuh *Ae. albopictus* paling besar dengan perkembangan larva paling lama, dan paling mudah terinfeksi virus chikungunya. Selain itu, temperatur juga berkaitan erat dengan perkembangan telur, larva, dan pupa *Ae. aegypti* (Eisen *et al.* 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi cuaca, yaitu curah hujan dan temperatur udara terhadap komposisi dan dinamika populasi nyamuk di wilayah kota Yogyakarta dari bulan April 2015 hingga Juli

2016. Kajian mengenai populasi vektor di Kota Yogyakarta ini diharapkan dapat memberikan informasi awal sebagai data acuan untuk tindakan pengendalian nyamuk vektor di masa yang akan datang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan BG-S trap produksi Biogents AG Germany yang dipasang di rumah warga kota Yogyakarta tanpa menggunakan atraktan. Pengambilan data dilakukan dari bulan April 2015 hingga bulan Juli 2016. Sebelum dilakukan instalasi perangkat, titik sampling ditentukan menggunakan citra satelit *Carry Map* versi 2.16. Pemasangan BG-S trap dilakukan per jarak 500 m<sup>2</sup> dengan total keseluruhan sebanyak 190 buah.

Pemasangan BG-S trap dilakukan di dalam rumah responden. Instalasi dilakukan dengan menghubungkan BG-S trap dengan sumber listrik. Instalasi dilengkapi dengan akumulator untuk menopang daya apabila terjadi pemadaman listrik. Kecepatan kipas BG-S trap dijaga dalam kisaran 2,9-3,8 m/s. Sampel nyamuk dikoleksi setiap seminggu sekali-kemudian dibawa ke *Field Entomology Laboratory, Entomology Unit, WMP Yogyakarta*. Di laboratorium, kantong sampel dimasukkan ke dalam lemari pendingin setidaknya 1 jam untuk mematikan seluruh serangga yang terperangkap. Nyamuk diidentifikasi berdasarkan ciri morfologi menggunakan mikroskop stereo. Acuan identifikasi menggunakan beberapa literatur, yaitu; Kunci Identifikasi Nyamuk *Aedes* (DIT JEN. PP dan PL, 2008), Kunci Identifikasi Nyamuk *Culex* ((DIT JEN. PP dan PL, 2008), dan dikombinasikan dengan buku identifikasi nyamuk yang berjudul “*Common mosquitoes*

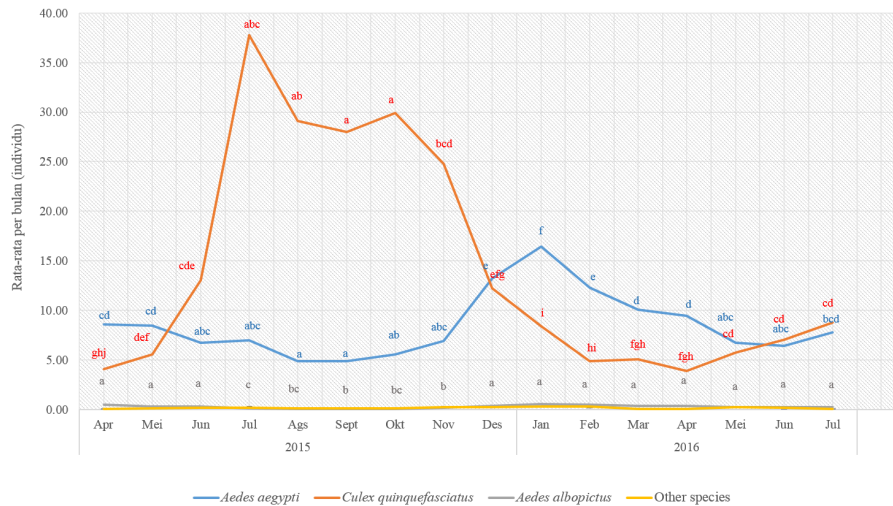
*of North Queensland : Identification and Biology of Adult Mosquitoes*” (Alsemgeest 2011, Penerbit : *Mosquito Control Association of Australia, Inc*).

Data berupa nama spesies, jumlah, dan jenis kelamin nyamuk diunggah menggunakan aplikasi Mosquito ID dalam sistem ED Core. Data yang didapatkan dikaitkan dengan kondisi cuaca Yogyakarta pada saat pengambilan data berlangsung. Data kondisi cuaca yang digunakan adalah curah hujan dan temperatur udara yang didapatkan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta selama pengambilan sampel berlangsung. Analisis data dilakukan menggunakan One Way-Anova SPSS 16 untuk menunjukkan signifikansi populasi nyamuk dan analisis regresi linear untuk melihat korelasi komposisi kelompok nyamuk (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, dan *Cx. quinquefasciatus*) dengan curah hujan dan temperatur udara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi populasi nyamuk didapatkan 2 spesies nyamuk dominan, yaitu *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus*. Populasi spesies lain sangat kecil sehingga dimasukkan dalam satu kelompok, beberapa diantaranya adalah: *Cx. vishnui* (Diptera: Culicidae), *Cx. sitiens*, *Cx. bitaeniorhynchus*, *Mansonia uniformis*, *Armigeres* spp., *Anopheles* spp., dan *Urotaenia albescens*.

Populasi *Ae. aegypti* berkorelasi positif dengan curah hujan dan temperatur (Gambar 2). Populasi spesies ini mengalami kenaikan secara signifikan pada bulan November hingga Desember 2015, berlanjut naik hingga Januari 2016 (Gambar 1). Kenaikan populasi *Ae. aegypti* ini dapat dipengaruhi oleh tingginya



**Gambar 1.** Dinamika populasi nyamuk *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* dan *Cx. quinquefasciatus* serta spesies lain hasil tangkapan BG-S trap pada April 2015-Juli 2016 di kota Yogyakarta.

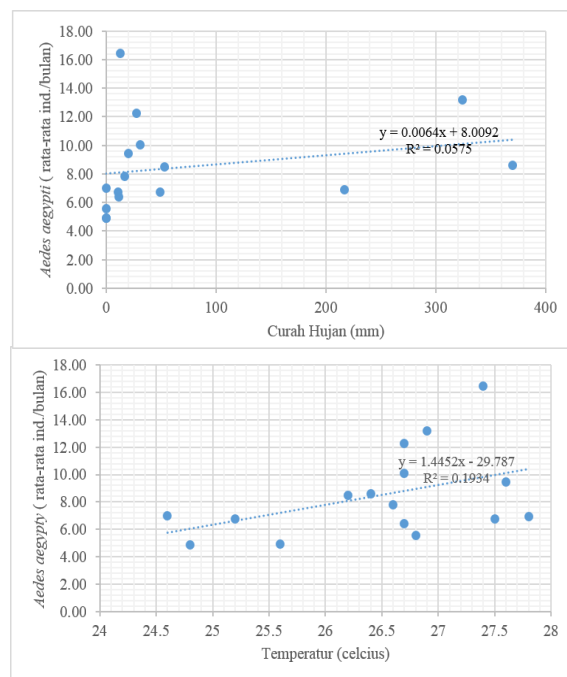
angka temperatur dan curah hujan yang berhubungan dengan tempat perindukan. Pada periode ini temperatur berada pada angka tertinggi, yaitu 27,8° C pada bulan November 2015. Curah hujan pada bulan November hingga Desember 2015 berada dalam kisaran tertinggi sepanjang penelitian berlangsung dengan angka curah hujan tertinggi 324 mm pada bulan Desember 2015 (Tabel 1).

**Tabel 1.** Data rekaman curah hujan (mm) dan temperatur (°C) DI Yogyakarta 2015 -2016.(Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Klas IV Mlati)

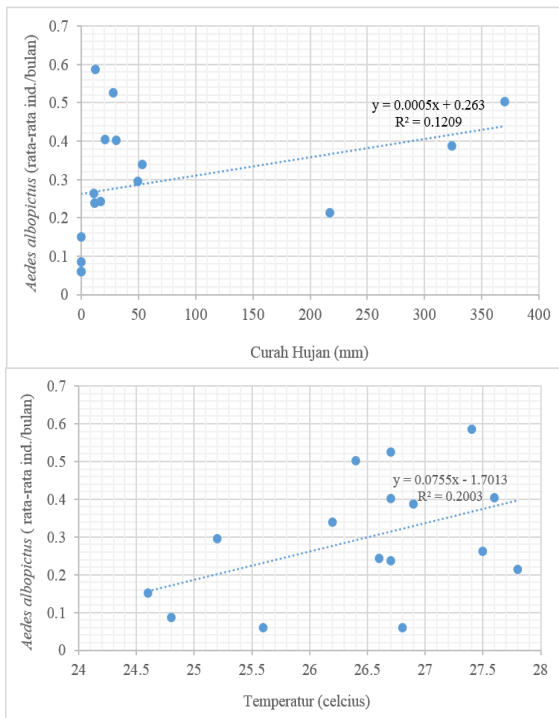
Tahun	Bulan	Curah Hujan (mm)	Temperatur (°C)	
2015	APR		26.4	
	MEI	53	26.2	
	JUN	49	25.2	
	JUL	0	24.6	
	AGS	0	24.8	
	SEP	0	25.6	
	OKT	0	26.8	
	NOV	217	27.8	
	DES	324	26.9	
	2016	JAN	12.5	27.4
		FEB	27.8	26.7
MAR		30.6	26.7	
APR		20.5	27.6	
MEI		10.6	27.5	
JUN		11.3	26.7	
JUL		17	26.6	

Sebaliknya, penurunan populasi *Ae. aegypti* signifikan terjadi pada bulan Januari ke Februari 2016 (Gambar 1) setelah curah hujan turun drastis dari 324 mm menjadi hanya 12,5 mm pada bulan Januari 2016 (Tabel 1).

Populasi *Ae. albopictus* diketahui berkorelasi positif dengan curah hujan dan temperatur seperti halnya *Ae. aegypti*



**Gambar 2.** Analisis regresi linear hubungan curah hujan dan temperatur terhadap populasi nyamuk *Ae. aegypti*.



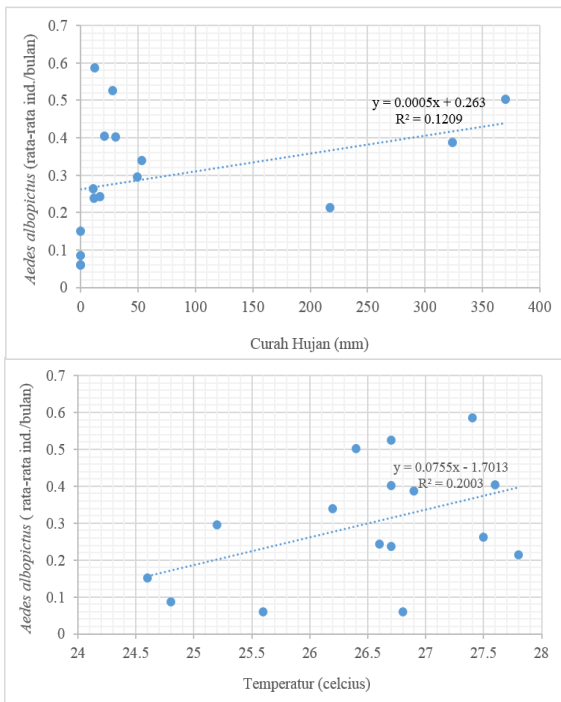
**Gambar 3.** Analisis regresi linear hubungan curah hujan dan temperatur terhadap populasi nyamuk *Ae. albopictus*

(Gambar 3). *Ae. albopictus* mengalami kenaikan yang signifikan seperti halnya *Ae. aegypti* pada bulan November ke Desember 2015, dan turun secara signifikan pada bulan Juni ke Juli 2015 pada saat temperatur dan curah hujan rendah walaupun angka populasi spesies ini rendah sehingga sulit terlihat di Gambar 1. Populasi *Ae. albopictus* menunjukkan angka yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan *Ae. aegypti*, namun sebagai vektor dengue maka pada pengambilan data spesies ini lebih diperhatikan untuk mendapatkan gambaran nyata dibandingkan *Ae. aegypti* (Delatte *et al.* 2010; Richards *et al.* 2012). Perangkap BG-S trap yang dipakai dalam penelitian ini diletakkan di dalam rumah sedangkan *Ae. albopictus* lebih suka berada di luar rumah (Ehler 2011). Penelitian sebelumnya oleh Tantowijoyo *et al.* (2016) menjelaskan bahwa populasi *Ae. albopictus* yang didapatkan dari

perangkap ovitrap dan BG-S trap berkorelasi positif dengan vegetasi di sekitar perangkap, sedangkan korelasi negatif untuk populasi *Ae. aegypti*. Hal ini mempengaruhi rendahnya hasil tangkapan spesies *Ae. albopictus* pada penelitian ini. Namun hasil pemantauan spesies ini menjadi penting dilakukan untuk mengetahui potensinya sebagai vektor dengue, terlebih dibandingkan dengan *Ae. aegypti*.

Populasi nyamuk vektor sering dikaitkan dengan adanya kasus yang ditularkan. Pada kasus DBD selama kurun waktu 2004-2011 ada peningkatan yang terjadi secara umum pada bulan Januari-Maret dan Oktober-Desember (Perwitasari *et al.* 2015; Barrera *et al.* 2011). Hal ini dikaitkan dengan peningkatan curah hujan di atas 200 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan populasi nyamuk terjadi beberapa waktu setelah peningkatan curah hujan. Hingga bulan Desember 2015 terjadi peningkatan curah hujan hingga lebih dari 300 mm diikuti dengan memuncaknya populasi *Ae. aegypti* sampai bulan Januari 2016 (Gambar 1, Tabel 1). Terdapat selisih waktu antara peningkatan curah hujan dengan peningkatan populasi nyamuk. Hal ini dikarenakan nyamuk memerlukan waktu untuk berkembang dari fase telur hingga menjadi imago pada tempat perindukan yang terbentuk akibat curah hujan tinggi, hingga terperangkap dalam BG-S trap. Soegijanto (2006) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan nyamuk dari telur, larva, pupa hingga dewasa memerlukan waktu kurang lebih 7-14 hari.

*Cx. quinquefasciatus* menjadi spesies paling dominan pada penelitian ini. Selama bulan Juni 2015 sampai dengan Juli 2015, populasi *Cx. quinquefasciatus* meningkat secara signifikan, sedangkan penurunan



**Gambar 4.** Analisis regresi curah hujan dan temperatur terhadap populasi *Cx. quinquefasciatus*.

signifikan terjadi pada bulan November hingga Desember 2015 (Gambar 1). *Cx. quinquefasciatus* memiliki pola peningkatan populasi yang berkebalikan dengan *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*, karena memiliki korelasi negatif terhadap curah hujan dan temperatur (Gambar 4). Pada bulan Juli 2015 tidak terjadi hujan sama sekali dan temperatur berada pada titik terendah (Tabel 1). Hujan dan temperatur merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah populasi nyamuk. Hal ini berkaitan dengan adanya tempat perindukan untuk perkembangan stadium pra dewasa. Temperatur udara hangat erat kaitannya dengan peningkatan populasi *Cx. quinquefasciatus* (Kang *et al.* 2017; Opoku *et al.* 2007). Nyamuk ini memilih tempat perindukan dengan kondisi air tercemar yang mengandung nutrisi tinggi dan kandungan oksigen rendah seperti air limbah (David *et al.* 2012; Opoku *et al.* 2007; Weinstein *et al.* 1997). Karakteristik telur spesies ini berbentuk

rakit yang menggenang di permukaan air sehingga air tercemar dan menggenang sangat potensial sebagai tempat perindukan (Manimegalai & Sukanya 2014). Pada saat hujan air mengalir, sedangkan saat musim kemarau genangan air terbentuk sehingga sangat potensial menjadi tempat perindukan nyamuk. Puncak populasi *Cx. quinquefasciatus* pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh tempat perindukan yang ada pada saat musim kemarau (saat tidak ada hujan) seperti saluran air limbah, sungai yang kotor dan banyak genangan. Pada saat musim hujan dengan intensitas hujan yang sangat tinggi dalam waktu yang teratur akan menurunkan populasi nyamuk karena stadium pra dewasa akan terbawa arus (Weicheld 2015).

Kiarie-Makara *et al.* (2015) menyatakan bahwa temperatur merupakan parameter lingkungan yang mempengaruhi transmisi dan distribusi penyakit tular vektor. Pada temperatur yang lebih tinggi, perkembangan larva dan pupa nyamuk menjadi lebih cepat yang berarti kemampuan dalam mentransmisi penyakit akan lebih tinggi karena pada suhu yang rendah, patogen dalam tubuh nyamuk tidak mampu menyelesaikan siklusnya. Ariati & Musadad (2013) menyatakan bahwa peningkatan temperatur setiap 1°C dapat meningkatkan 18 kasus DBD. Hal ini erat kaitannya dengan perkembangan nyamuk pada stadium pra dewasa yang sangat terpengaruh oleh temperatur. Temperatur udara Kota Yogyakarta selama penelitian ini terpantau dalam kisaran 24°-27°C. Kota Yogyakarta berada dalam kawasan beriklim tropis yang memiliki temperatur hangat dalam kisaran tersebut terjadi sepanjang tahun. Perwitasari *et al.* (2015) menjelaskan bahwa *monitoring*

curah hujan selama 2004-2011 di Kota Yogyakarta tidak mengalami perubahan yang mencolok setiap tahunnya yaitu 26°-27°C. Keadaan ini menguntungkan untuk siklus hidup nyamuk. Menurut Eisen *et al.* (2014), temperatur udara pada kisaran 16°-35°C merupakan temperatur maksimum untuk perkembangan telur hingga pupa *Ae. aegypti*, sedangkan temperatur di bawah 15°C dan di atas 38°C tidak menunjukkan adanya perkembangan yang baik pada spesies ini (*lower dan upper developmental zero temperature*).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan BG-S trap yang dipasang di dalam rumah warga Kota Yogyakarta, diperoleh tiga spesies nyamuk yaitu *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Populasi *Cx. quinquefasciatus* merupakan spesies yang paling dominan, diikuti *Ae. aegypti*, dan *Ae. albopictus*. Peningkatan populasi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* terjadi pada bulan November-Desember 2015 saat curah hujan dan temperatur tertinggi, berkebalikan dengan *Cx. quinquefasciatus*. Temperatur udara dan curah hujan mempengaruhi populasi nyamuk dengan korelasi positif terhadap populasi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*, serta berkorelasi negatif terhadap populasi *Cx. quinquefasciatus*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua peneliti dan teknisi Laboratorium Entomologi World Mosquito Program (WMP) Yogyakarta, responden warga Kota Yogyakarta yang terlibat dalam penelitian, Pemerintah Kota Yogyakarta,

Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta, dan Yayasan Tahija yang telah mendanai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ariati, J. & A. Musadad (2013). The relationship of climate to dengue cases in Manado, North Sulawesi: 2001-2010. *Health Science Indonesia*, 4(1), 22-26.
- Barrera, R., M. Amador, & A. J. MacKay (2011). Population dynamics of *Aedes aegypti* and dengue as influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 5(12), 1-9.
- David M. R., G. S. Ribeiro, & R. M. de Freitas (2012). Bionomics of *Culex quinquefasciatus* within urban areas of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Rev Saude Pública*, 46(5), 858-65.
- Delatte, H., A. Desvars, A. Boue'tard, S. Bord, G. Gimonneau, G. Vourc'h, & D. Fontenille (2010). Blood-feeding behavior of *Aedes albopictus*, a vector of Chikungunya on La Re'union. *Vector Borne and Zoonotic Disease*, 10 (3), 249-58.
- Departemen Kesehatan DI Yogyakarta (2017). *Profil kesehatan DI Yogyakarta tahun 2017*. [Online]. Diambil dari [http://depkes.go.id/resources/download/profil/PRO-FIL\\_KES\\_PROVINSI\\_2017/14\\_DIY\\_2017.pdf](http://depkes.go.id/resources/download/profil/PRO-FIL_KES_PROVINSI_2017/14_DIY_2017.pdf)
- Dinas Kesehatan DI Yogyakarta (2015). *Profil kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2016 (Data Tahun 2015)*, hal: 36-38). Yogyakarta: Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
- DIT. JEN. PP Dan PL. (2008). Kunci

- Identifikasi Nyamuk *Aedes*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit Dan Penyehatan Lingkungan. Jakarta.
- DIT. JEN. PP Dan PL. (2008). Kunci Identifikasi Nyamuk *Culex*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit Dan Penyehatan Lingkungan. Jakarta.
- Ehlers, G. (2011). *Common mosquitoes of North Queensland : identification and biology of adult mosquitoes” First Edition*. Mosquito Control Association of Australia, Inc.
- Eisen, L., A. J. Monaghan, S. Lozano-Fuentes, D. F. Steinhoff, M. H. Hayden, & P. E. Bieringer J. (2014). The impact of temperature on the bionomics of *Aedes* (Stegomyia) *aegypti*, with special reference to the cool geographic range margins. *Journal of Medical Entomology*, 51(3), 496-516.
- Kang D. S., R. Tomas, & C. Sim (2017). The effects of temperature and precipitation on *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) Abundance: A case study in the greater Waco City, Texas. *Vector Biology Journal*, 2(1), 1-3.
- Manimegalai, K. & S. Sukanya (2014). Biology of the filarial vector, *Culex quinquefasciatus* (Diptera:Culicidae). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 3 (4), 718-724.
- Marinho R. A., E. B. Beserra, M. A. Bezerra-Gusmão, V. de S. Porto, R. A. Olinda, & C. A. C. dos Santos (2016). Effect of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraiba, Brazil. *Journal of Vector Ecology*, 41(1), 1-10.
- Martha W. Kiarie-Makara, Philip M. Ngumbi, Dong-Kyu Lee. (2015). Effects of Temperature on the Growth and Development of *Culex pipiens* Complex Mosquitoes (Diptera: Culicidae). *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)* e-ISSN: 2278-3008, p-ISSN:2319-7676. Volume 10, Issue 6 Ver. II (Nov - Dec. 2015), PP 01 -10.
- Opoku A. A., Ansa-Asare O. D., & Amoako J. (2007). The occurrences and habitat characteristics of mosquitoes in Accra, Ghana, West Africa. *Journal of Applied Ecology*, 11, 81-86.
- Perwitasari, D., J. Arianti, & T. Puspita (2015). *Kondisi iklim dan pola kejadian demam berdarah dengue di Kota Yogyakarta tahun 2004-2011*. *Media Litbangkes*, 25(4), 243-348.
- Richards S. L., S.i L. Anderson, & B. W. Alto (2012). Vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) for dengue virus in the Florida Keys. *Journal of Medical Entomology*, 49(4), 942-946.
- Shapiro L. L. M., S. A. Whitehead, & M. B. Thoma (2017). *METHODS AND RESOURCES: Quantifying the effects of temperature on mosquito and parasite traits that determinethe transmission potential of human malaria*. *PLoS Biol*, 15(10), 1-21.
- Soegijanto, S. (2006). *Demam berdarah dengue*. Surabaya: Airlangga University Press.



- Sukowati, S. (2010). *Masalah vektor demam berdarah dengue (DBD) dan pengendaliannya di Indonesia*. Buletin Jendela Epidemiologi, 2: 26-30.
- Tantowijoyo, W., E. Arguni, P. Johnson, N. Budiwati, P. I. Nurhayati, I. Fitriana, S. Wardana, H. Ardiansyah, A. P. Turley, P. Ryan, S. L. O'Neill, & A. A. Hoffmann (2016). Spatial and temporal variation in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* numbers in the Yogyakarta area of Java, Indonesia with implications for wolbachia releases. *Journal of Medical Entomology*, 53(1), 188-198.
- Weicheld, J. J. (2015). *Impact of environmental factors on mosquito population abundance and distribution in King County, Washington*. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Mater of science. University of Washington, Washington.[Online]. Diambil dari <https://digital.lib.washington.edu/researchworks/handle/1773/33850>.
- Weinstein, P., M. Laird, & G. Browne (1997). *Exotic and Endemic*. Mosquitoes in New Zealand as Potential Arbovirus Vectors [occasional paper]. Wellington (NZ): Ministry of Health.
- Westbrook C. J., M. H. Reiskind, K. N. Pesko, K. E. Greene, & L. P. Lounibos (2010). Larval environmental temperature and the susceptibility of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) to Chikungunya virus. *Vector Borne and Zoonotic Disease*, 10(3), 241-247.
- Williams, C. R., S. A. Long, C. E. Webb, M. Bitzhenner, M. Geier, R. C. Russell, & S. A. Ritchie (2007). *Aedes aegypti* population sampling using BG-Sentinel Traps in North Queensland Australia: statistical considerations for trap deployment and sampling strategy. *Journal of Medical Entomology*, 44(2), 345-350.
- WHO\_(2018). *Lymphatic Filariasis*[Online]. Diambil\_dari\_ <http://www.who.int/lymphaticfilariasis/epidemiology/en/>