

SITUASI TERKINI VEKTOR DENGUE [*Aedes aegypti* Lin] DI JAWA TENGAH, INDONESIA

Sayono¹⁾, Ulfa Nurullita²⁾

¹⁾Bagian Epidemiologi dan Penyakit Tropik, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang, email: say.epid@gmail.com.

²⁾Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang, email: ulfa_nurullita@ymail.com

Abstract

Dengue viruses infection spread widely around the world causing 3,97 milliard people at risk, including Indonesian. Anti-dengue virus medicine and vaccine have not been available so that the prevention efforts were focused on controlling of Aedes population. This research was focused on recent situation of Aedes aegypti mosquitoes: population density, productive habitat and insecticide susceptibility. Dengue vector survey involved 20 houses around the Dengue patient's house in six districts in Central Java Province, and the domestic water containers as object. The measured variables are type, material, color, place, and water pH of containers, and mosquito larvae existence. Larvae were reared to become mosquito stadia, and subjected to species identification morphologically and WHO-standard susceptibility test with Permethrin-0,75%, Deltamethrin-0,05% and Malathion-5% insecticide compounds. Result shows that the Aedes aegypti population indices (House index, Container index and Breteau index) ranged 27.3-55.2, 19.1-53.8, and 44.8-72.7 percents. Mosquito larvae were found in seven types of container, respectively. Wall color and water pH of containers were significantly correlated to Aedes aegypti larvae existence ($p < 0.05$). Mortality rate of mosquitoes in bioassay test were 17%, 67% and 100% based on permethrin-0.75%, Deltamethrin-0.05% and Malathion-5% compounds.

Keywords: *Aedes aegypti*, Dengue endemic area, Central Java

1. PENDAHULUAN

Infeksi virus Dengue tersebar di 128 negara dan penduduk berisiko mencapai 3,97 milyar orang di seluruh dunia. Estimasi kasus baru mencapai 400 juta per tahun (Brady et al. 2012), akibat gigitan nyamuk *Ae. aegypti*. Hal serupa juga terjadi di Indonesia, dan angka insidensi penyakit Demam Berdarah Dengue mencapai 65,7/100.000 penduduk, telah dilaporkan dari seluruh provinsi, dan lebih dari 80,4% kabupaten/kota telah dinyatakan sebagai daerah endemis (Brahim et al. 2011). Kasus baru DBD di Jawa Tengah mencapai 19.871 penderita, dan menempati peringkat ketiga di Indonesia. Angka insidensi mencapai 60,46/100.000 penduduk dan angka kasus fatal 1,26% (Brahim et al. 2011).

Penyakit ini menimbulkan beban ganda bagi masyarakat. Pertama, belum ada antivirus yang direkomendasikan, baik obat maupun vaksin (WHO and TDR 2009). Kedua, penyembuhan penderita hingga tuntas tidak dapat menghentikan transmisi virus, selama masih ada vektor infeksius di lingkungan pemukiman.

Infeksi dengue terjadi melalui mekanisme menghisap darah nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor primer, dan *Ae. albopictus* sebagai vektor sekunder (WHO 2005). Distribusi geografis dan temporal populasinya bervariasi. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat, disamping akibat pemanasan global. Peningkatan temperatur udara telah menimbulkan perluasan area geografis yang kondusif untuk perkembangbiakan vektor Dengue hingga ke dataran tinggi, dibuktikan adanya kasus DBD pada ketinggian lebih dari 1.000 meter di atas permukaan laut (Fahri et al 2013).

Pencegahan penularan Dengue bertumpu pada program pengendalian vektor. Fokus program ini adalah reduksi sumber larva *Ae. aegypti*, penyemprotan insektisida secara reaktif, dan metode pengendalian nyamuk dewasa (Erlanger et al. 2008). Program ini bertujuan untuk menurunkan indeks densitas populasi nyamuk *Ae. aegypti* sampai batas tertentu sehingga tidak memungkinkan untuk menularkan virus (Brahim et al. 2011). Masyarakat di daerah endemis DBD lebih memilih metode kimiawi dalam upaya

pengecambahan tersebut, terutama dalam bentuk pengabutan atau *fogging* (Krianto 2009). Permintaan masyarakat terhadap insektisida sangat tinggi seiring jumlah kasus yang terjadi, dan seringkali tidak seluruhnya dapat dipenuhi oleh pemerintah. Kondisi ini memicu inisiatif masyarakat untuk mengadakan *fogging* swadaya yang tidak terukur dan terkendali, dan berakibat pada munculnya galur nyamuk resisten terhadap insektisida.

Metode pengendalian vektor secara kimia yang menjadi pilihan masyarakat, fenomena pemanasan global, sarana transportasi dan mobilitas penduduk secara masal berdampak pada dinamika vektor Dengue, khususnya nyamuk *Ae. aegypti*. Densitas populasi, sebaran geografis, dan kerentanan terhadap berbagai insektisida program kesehatan terus mengalami perubahan. Data dan informasi perubahan tersebut merupakan masukan yang amat penting bagi masyarakat dalam memilih strategi pendekatan yang tepat dalam upaya penanggulangan penyakit DBD. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis densitas populasi vektor Dengue, karakteristik perindukan, dan kerentanan terhadap insektisida program kesehatan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Dasar penentuan lokasi penelitian adalah data kejadian DBD di Jawa Tengah tahun 2014-2015. Faktor lain yang diperhitungkan adalah jalur transportasi dan efek pemanasan global, yang berperan dalam penyebaran DBD. Lokasi terpilih yang dilalui jalur transportasi adalah daerah endemis DBD sepanjang jalur pantai utara Jawa Tengah, yaitu Kota Semarang, Kabupaten Kendal, Batang, Demak dan Jepara. Lokasi terpilih berdasarkan efek pemanasan global, yaitu Kabupaten Temanggung, dengan elevasi 500 m di atas permukaan laut. Tiap kabupaten/kota dipilih 1-2 Puskesmas dengan kasus terbaru atau yang mengalami peningkatan kasus DBD. Tiap Puskesmas terpilih ditentukan 1-2 kasus DBD yang menjadi titik fokus survai vektor.

Survai vektor Dengue

Survai dilakukan terhadap kluster perumahan yang terdiri dari rumah penderita DBD terbaru dan sekitar 20 rumah sekitar dalam radius 50-100 meter. Hal ini sesuai jarak terbang nyamuk *Aedes aegypti*. Tiap rumah

diobservasi jenis tempat perindukan, yaitu tempat penampung air bersih (TPA). Data karakteristik TPA (jenis, bahan, warna dinding, pH air) dan keberadaan larva nyamuk dicatat. Larva nyamuk ditampung dalam ember dan dipelihara di laboratorium. Data lain adalah identitas kepala keluarga dan riwayat penggunaan racun nyamuk termasuk *fogging*.

Pemeliharaan nyamuk, identifikasi spesies, dan uji kerentanan

Larva hasil survai dipelihara menjadi nyamuk dan dilakukan identifikasi spesies secara morfologis, dan diteruskan dengan uji kerentanan terhadap insektisida dengan uji standar WHO. Nyamuk umur 3-5 hari yang sehat dan kenyang darah dikontakkan dengan *impregnated paper* selama 1 jam. Tiap 5 menit, jumlah nyamuk yang pingsan dihitung sebagai data *knockdown*. Setelah kontak satu jam, nyamuk dipindahkan ke dalam *cup* untuk di-*holding* (*recovery*) selama 24 jam. Setelah itu, jumlah nyamuk mati dihitung untuk menentukan status kerentanan populasi.

Analisis data

Data dianalisis secara deskriptif dan analitik sesuai karakteristiknya. Analisis deskriptif dengan tabel distribusi frekuensi, deskripsi numerik, grafik dan gambar, sedangkan analisis analitik menggunakan uji statistik yang sesuai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas populasi Aedes

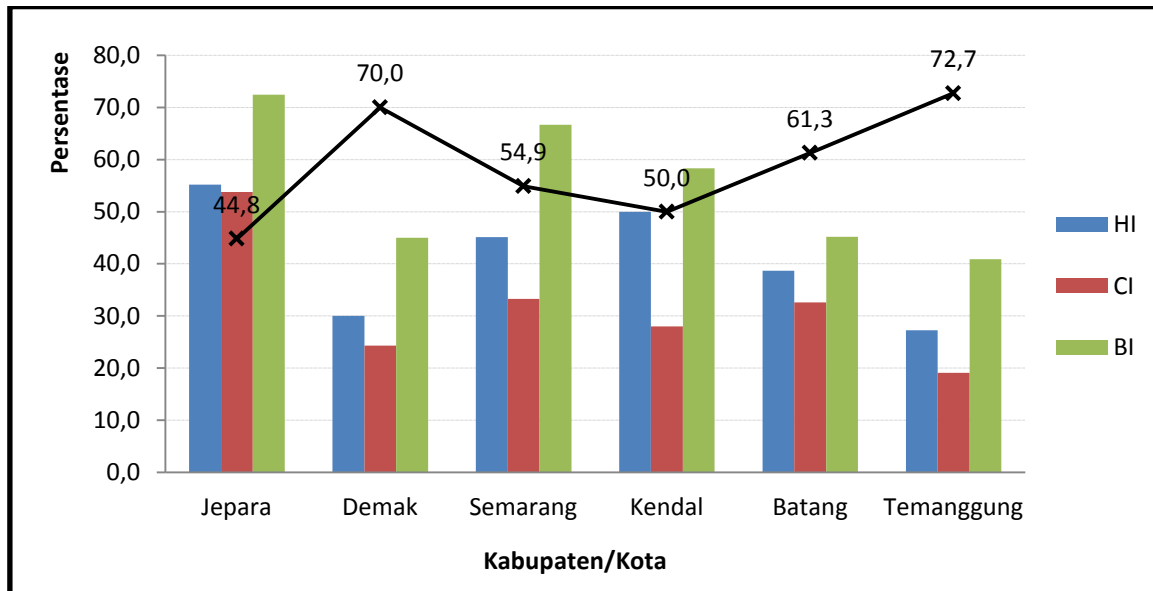
Pengukuran densitas populasi *Aedes* digunakan untuk menentukan risiko penularan penyakit DBD, sesuai dengan ketentuan WHO bahwa *House Index* (HI) tidak boleh lebih dari 5% atau angka bebas jentik (ABJ) 95% atau lebih. Berdasarkan hal tersebut, kerentanan wilayah penelitian terhadap penularan DBD dapat diketahui bahwa Kabupaten Temanggung memiliki risiko yang lebih rendah daripada wilayah lain, karena ABJ sudah mencapai 72%..

HI berkisar 27,3% (di Temanggung) hingga 55,2% (Jepara), sedangkan CI berkisar antara 19,1% (Temanggung) hingga 53,8% (Jepara). Data ini menunjukkan bahwa densitas populasi vektor Dengue di berbagai daerah endemis DBD di Jawa Tengah masih melebihi ambang batas penularan virus Dengue, yaitu HI 5%. Data BI menunjukkan kisaran antara 40,9% (Temanggung) hingga 72,4% (Jepara).

Kondisi ini menunjukkan distribusi TPA berjenjang terendah di Temanggung dan tertinggi di Jepara.

Indeks Aedes tersebut menunjukkan bahwa daerah paling rentan terhadap penularan DBD adalah Kabupaten Jepara dan paling rendah kerentanannya adalah Kabupaten Temanggung, disusul Demak. Data Dinas

Kesehatan Provinsi Jawa Tengah menunjukkan bahwa angka insidensi DBD tahun 2015 tertinggi ada di Kabupaten Jepara. Hal ini menunjukkan adanya kesesuaian antara indeks densitas populasi vektor dengan kejadian penyakit DBD, pada trimester I tahun 2015.



Grafik 1. Distribusi indeks densitas vektor Dengue (HI, CI dan BI) menurut kabupaten/kota.

Identifikasi spesies secara morfologis.

Larva hasil survai telah dipelihara hingga menjadi nyamuk dewasa, dan secara morfologis diketahui sebagai *Aedes aegypti*. Larva dari beberapa lokasi penelitian juga diperoleh dari TPA di luar rumah, namun setelah dipelihara ternyata nyamuk yang sama dengan larva dari TPA di dalam rumah.

Tempat perindukan produktif

Secara umum ditemukan enam jenis TPA positif larva *Ae. aegypti* di rumah penderita DBD dan lingkungan sekitarnya (Tabel 1). Kulah atau bak air di kamar mandi merupakan TPA paling banyak ditemukan, diikuti oleh ember dan gentong/tempayan. TPA yang berpeluang tertinggi untuk menjadi tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* di lingkungan rumah adalah dispenser (75%), disusul drum dan barang bekas (50%) serta

kulah dan tempayan (36% dan 31,2%). Analisis statistic menunjukkan ada perbedaan signifikan antara tipe TPA terhadap peluang keberadaan larva *Aedes aegypti*.

Tampungan air *dispenser* adalah TPA paling terabaikan. Banyak keluarga yang telah berhasil membersihkan larva *Aedes aegypti* dari berbagai TPA dengan pengurasan, memelihara ikan atau menaburkan Abate namun masih ditemukan larva pada tampungan air dispenser. Kondisi ini dapat mempersulit reduksi densitas populasi *Aedes aegypti*. Kulah, gentong dan drum yang berukuran besar biasanya lebih sulit dikuras dan dibersihkan. Volume air yang banyak dan tidak cepat habis dalam waktu lama dapat menyebabkan peluang keberadaan larva *Aedes aegypti* pada tipe TPA tersebut lebih besar dibanding tipe lain.

Tabel 1. Karakteristik TPA yang Positif Larva *Aedes aegypti*

Karakteristik TPA	Keberadaan larva				p
	Positif		Negatif		
	n	%	n	%	
Jenis TPA					
Kulah	59	36,0	105	64,0	0,008

Ember	12	16,7	60	83,3	
Gentong/tempayan	10	31,2	22	68,8	
Drum	3	50,0	3	50,0	
Dispenser	6	75,0	2	25,0	
Barang bekas	2	50,0	2	50,0	
Bak air WC	2	28,6	5	71,4	
Total	94	32,1	199	67,9	
Bahan TPA					
Plastik	40	26,3	84	73,7	0,184
Logam	2	50,0	2	50,0	
Semen	25	45,5	30	54,5	
Keramik	34	30,6	77	69,4	
Gerabah	3	37,5	5	62,5	
Kaca	0	0,0	1	100,0	
Total	94	32,1	199	67,9	
Warna dinding TPA					
Gelap	51	45,1	62	54,9	0,000
Terang	43	23,9	137	76,1	
Total	94	32,1	199	67,9	
pH air TPA					
Asam	5	11,6	38	88,4	0,000
Netral	54	36,0	96	64,0	
Basa	35	35,0	65	65,0	
Total	94	32,1	199	67,9	
Letak TPA					
di dalam rumah	86	31,5	187	68,5	0,591
di luar rumah	8	40,0	12	60,0	
Total	94	32,1	199	67,9	

Jenis bahan TPA yang berpeluang besar untuk menjadi habitat larva *Aedes aegypti* adalah logam (50%), semen (45,5%) dan gerabah atau tanah liat (37,5%), serta yang paling kecil adalah kaca meskipun secara statistik tidak berbeda signifikan. Ketiga jenis bahan cenderung berwarna gelap sehingga

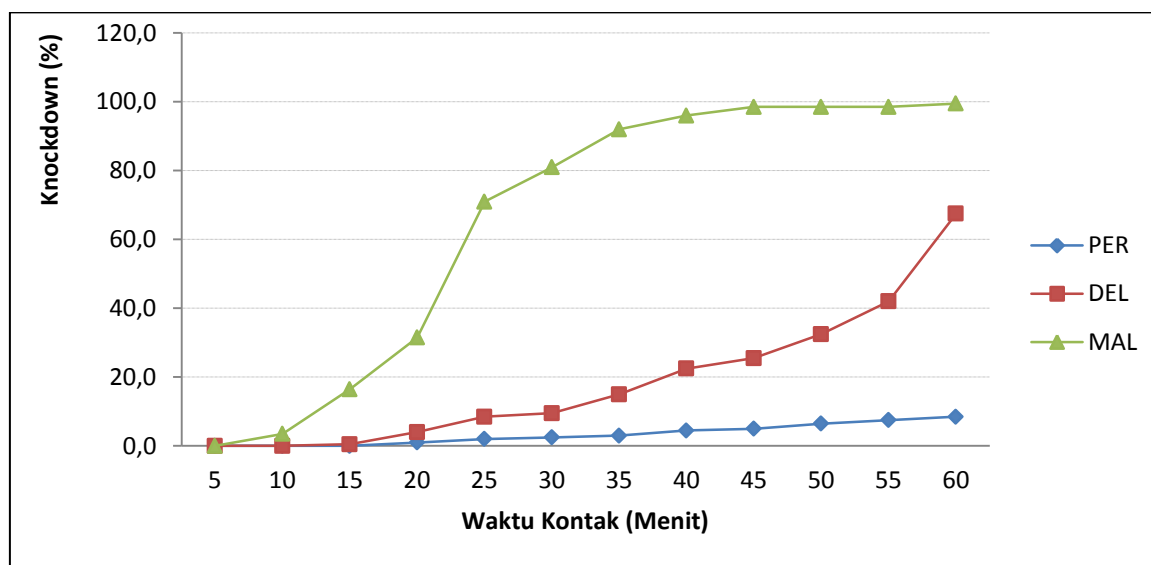
Dinding TPA berwarna gelap berpeluang hampir dua kali lebih besar untuk menjadi habitat larva *Aedes aegypti* daripada yang berwarna terang. Hal ini sesuai dengan teori adaptasi morfologis. Tubuh nyamuk *Aedes aegypti* berwarna hitam dengan belang-belang putih sehingga lebih nyaman untuk hinggap dan bertelur pada dinding TPA yang berwarna gelap. Warna tubuh nyamuk menjadi tidak begitu kelihatan.

Larva nyamuk *Aedes aegypti* lebih cocok hidup di lingkungan habitat yang ber-pH netral dan basa daripada asam. Hal ini sesuai dengan teori dan beberapa hasil penelitian

keberadaan larva *Aedes* tidak mudah dilihat. Bahan TPA dari keramik juga cenderung ditemukan berjentik. Namun hal ini lebih disebabkan oleh ukuran dan volume yang besar, sehingga tidak mudah untuk dikuras dan disikat secara rutin seminggu sekali.

yang menyatakan bahwa pH air perindukan menentukan keberadaan dan kehidupan larva *Aedes aegypti*.

Mayoritas TPA terletak di dalam rumah. Meskipun demikian, letak TPA tidak mempengaruhi peluang untuk menjadi habitat larva *Aedes aegypti*. TPA di dalam dan di luar rumah memiliki kesempatan yang tidak berbeda untuk ditemukan positif larva. Kondisi ini mengindikasikan bahwa program pembersihan sarang nyamuk (PSN) lebih difokuskan di dalam rumah, karena mayoritas penduduk memiliki TPA di dalam rumah.



Grafik 2. Data persentase nyamuk pingsan (*knockdown*) berdasarkan waktu kontak dan bahan aktif insektisida (PER = Permetrin, DEL=Deltametrin, dan MAL=Malathion)

Kerentanan terhadap insektisida

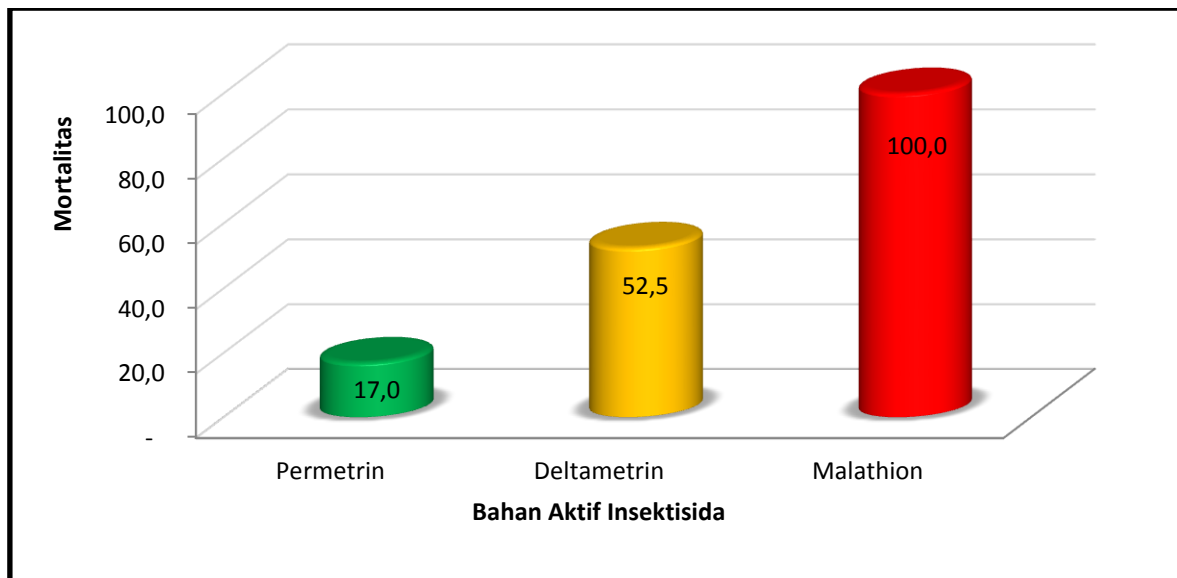
Tahap pertama diujikan tiga bahan aktif insektisida dari dua golongan yang berbeda, yaitu permetrin 0,75% dan deltametrin 0,05% dari golongan piretroid dan malation 5% dari golongan organofosfat. Ketiganya digunakan di Indonesia sekitar periode tahun 1990 – 2000. Kejadian resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap ketiga bahan aktif insektisida tersebut menyebabkan ketiganya tidak dipakai lagi dan digantikan bahan aktif sipermetrin 0,05% dalam berbagai merek dagang.

Uji kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap bahan aktif insektisida tersebut menggunakan metode standar WHO berbasis *impregnated paper*. Nyamuk *Aedes aegypti* umur 3-5 hari yang sudah kenyang darah dimasukkan ke dalam tabung uji yang dindingnya dilapisi *impregnated paper* berbahan aktif insektisida tersebut. Nyamuk dikontakkan selama 60 menit dan dicatat jumlah nyamuk yang pingsan (*knockdown*) tiap 5 menit. Pasca kontak, nyamuk di-*holding* selama 24 jam dan dihitung jumlah yang mati dan hidup. Hasil uji kerentanan pasca kontak 60 menit tercantum dalam Grafik 2.

Malathion 5% merupakan bahan aktif insektisida yang masih memberikan efek *knockdown* yang baik. Persentase nyamuk uji

yang pingsan mencapai 99% dengan waktu kontak 60 menit. Hal ini tidak dimiliki oleh bahan aktif Deltamethrin 0,05% maupun Permethrin 0,75% dengan persentase nyamuk pingsan mencapai 81% dan 5% pada menit ke-60. Namun demikian, efek *knockdown* ini belum menjadi indikasi kerentanan populasi nyamuk *Aedes aegypti*. Status kerentanan ditentukan dari persentase kematian (mortalitas) nyamuk uji pasca *holding* 24 jam.

Hasil uji kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida golongan piretroid dan organofosfat pasca *holding* 24 jam tercantum dalam Grafik 3. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* telah resisten terhadap insektisida golongan piretroid dengan bahan aktif Permethrin 0,75% dan Deltamethrin 0,05%, namun masih sensitif terhadap golongan organofosfat dengan bahan aktif Malathion 5%. Hal ini ditunjukkan dengan angka kematian atau mortalitas untuk golongan piretroid kurang dari 80%, yaitu 17% dan 67%, sedangkan untuk golongan organofosfat mencapai 100%. WHO menetapkan bahwa populasi nyamuk dikatakan masih rentan terhadap insektisida jika kematian mencapai 98% atau lebih, toleran jika mortalitas antara 80% hingga 98%, dan resisten jika kematian kurang dari 80%.



Grafik 3. Mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* berdasarkan bahan aktif insektisida.

4. SIMPULAN

Simpulan penelitian: a) Densitas populasi vektor Dengue di Jawa Tengah masih tinggi, melebihi ambang batas yang ditetapkan WHO yaitu 5%; b) persentase TPA positif larva paling banyak adalah tampungan dispenser; c) Warna TPA dan pH air berhubungan dengan keberadaan larva *Aedes aegypti*; d) distribusi air bersih non perpipaan dan tipe kamar mandi basa sebagai pemicu keberadaan larva *Aedes aegypti* di lingkungan pemukiman; e) Nyamuk *Aedes aegypti* telah resisten terhadap bahan aktif insektisida

5. REFERENSI

- Ahmad, I. 2011. Adaptasi Serangga dan Dampaknya terhadap Kehidupan Manusia, Pidato Pengukuhan Guru Besar. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Ahmad, I., S. Astari, and M. Tan. 2007. Resistance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in 2006 to Pyrethroid Insecticides in Indonesia and its association with Oxidase and Esterase Levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(20): 3688 - 3692.
- Astari, S., and I. Ahmad. 2005. Insecticide Resistance and Effect of Piperonyl Butoxide as a Synergist in Three Strain of *Aedes aegypti* Linn (Diptera:

Permetrin-0,75% dan Deltamethrin-0,05%, tetapi masih sensitif terhadap Malathion 5%.

Saran bagi Dinas Kesehatan dan masyarakat adalah: a) Penggunaan insektisida harus selektif dengan melakukan uji kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap bahan aktif yang digunakan; b) insektisida golongan organofosfat berbahan aktif Malathion 5% masih dapat digunakan secara selektif; c) perlu disusun kebijakan distribusi air bersih perpipaan dan tipe kamar mandi kering; d) terus digalakkan program surveilans vektor dengue di lingkungan pemukiman dan pembersihan sarang nyamuk rutin tiap minggu.

Culicidae) on Insecticide Permethrin, Cypermethrin and d-Allethrin. *Buletin Penelitian Kesehatan* 33(2): 73-79.

- Boewono, D. T., Barodji, H. Suwasono, Ristiyanto, Widiarti, and U. Widyastuti. 2006. Studi Komprehensif Penanggulangan dan Analisis Spasial Transmisi Demam Berdarah Dengue di Wilayah Kota Salatiga, pp. 98 - 115, Strategi Pengendalian Vektor dan Reservoir pada Kedaruratan Bencana Alam di Era Desentralisasi. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Depkes RI, Salatiga, Indonesia.
- Brady, O. J., P. W. Gething, S. Bhatt, J. P. Messina, J. S. Brownstein, A. G.

- Hoehn, C. L. Moyes, A. W. Farlow, T. W. Scott, and S. I. Hay. 2012. Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus. *PLoS Negl Trop Dis* 6: 1-15.
- Brahim, R., V. Sitohang, and I. Zulkarnaen. 2011. Profil Kesehatan Indonesia 2010. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Brogdon, W. G., and J. C. McAllister. 1998. Insecticide Resistance and Vector Control. *Emerging Infectious Diseases* 4(4): 605 - 613.
- Chin, J. 2006. Manual Pemberantasan Penyakit Menular. Infomedika, Jakarta.
- da-Cunha, M. P., J. B. P. Lima, W. G. Brogdon, G. E. Moya, and D. Valle. 2005. Monitoring of resistance to the pyrethroid cypermethrin in Brazilian *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) populations collected between 2001 and 2003. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 100(4): 441 - 444.
- Erlanger, T. E., J. Keiser, and J. Utzinger. 2008. Effect of dengue vector control interventions on entomological parameters in developing countries: a systematic review and meta-analysis. *Medical and Veterinary Entomology* 22: 203-221.
- Fahri, S., B. Yohan, H. Trimarsanto, S. Sayono, S. Hadisaputro, E. Dharmana, D. Syafruddin, and R. T. Sasmono. 2013. Molecular Surveillance of Dengue in Semarang, Indonesia Revealed the Circulation of an Old Genotype of Dengue Virus Serotype-1. *PLoS Negl Trop Dis* 7(8): e2354 doi:10.1371/journal.pntd.0002354.
- Foster, W. A., and E. D. Walker. 2002. Mosquitoes (Culicidae), pp. 203 - 233. *In* G. Mullen and L. Durden [eds.], *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press, London.
- Gandahusada, S., H. D. Ilahude, and W. Pribadi. 2000. Parasitologi Kedokteran. FK UI, Jakarta.
- Hadi, U. K., and F. X. Koesharto. 2006. Nyamuk, pp. 22 - 49. *In* S. H. Sigit and U. K. Hadi [eds.], *Hama Pemukiman Indonesia: Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian*. UKPHP FKH Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hemingway, J. 2007. Resistance in *Aedes aegypti*, Liverpool. Hemingway, J., and
- H. Ranson. 2000. Insecticide Resistance in Insect Vectors of Human Diseases. *Annu Rev Entomol* 45: 371 - 391.
- IRAC. Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors and Pests of Public Health Importance.
- Jirakanjanakit, N., P. Rongnoparut, S. Saengthaharatip, T. Chareonviriyaphap, S. Duchon, C. Bellec, and S. Yoksan. 2007. Insecticide Susceptible/Resistance Status in *Aedes aegypti* (*Stegomyia aegypti*) dan *Aedes* (*Stegomyia albopictus*) (Diptera: Culicidae) in Thailand During 2003 - 2005. *J Econ Entomol* 100(2): 545- 550.
- Komagata, O., S. Kasai, and T. Tomita. 2010. Overexpression of cytochrome P450 genes in pyrethroid-resistant *Culex quinquefasciatus*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 40: 146 – 152
- Krianto, T. 2009. Masyarakat Depok Memilih Fogging yang Tidak Dimengerti. *KESMAS Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* 4(1): 29-35.
- Lee, H. L. 1990. A Rapid and Simple Biochemical Method for the Detection of Insecticide Resistance Due to Elevated Esterase Activity in *Culex quinquefasciatus*. *Tropical Biomedicine*. 7: 21-26.
- Llinas, G. A., E. Seccacini, C. N. Gardenal, and S. Licastro. 2010. Current resistance status to temephos in *Aedes aegypti* from different regions in Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 105(1): 113 - 116.
- Macoris, M. d. L. d. G., M. T. M. Andrighetti, V. C. G. Otrera, L. R. d. Carvalho, A. L.C. Junior, and W. G. Brogdon. 2007. Association of insecticide use and alteration on *Aedes aegypti* susceptibility status. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 102(8): 895 - 900.
- Mazzati, M. B., and G. P. Georghiou. 1995. Characterization of Resistance of Organophosphate, Carbamate and Pyrethroid Insecticide in Field

- Population of *Aedes aegypti* in Venezuela J. Am. Mosq. Cont. Assoc 11: 269-273.
- Nauen, R., and A. McCaffery. 2006. Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors and Pests of Public Health Importance. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC).
- Othman, W. N., N. W. Ahmad, L. H. Lim, C. C. Dhang, W. N. W. Mustapha, and A. A. Hadi. 2008. Detection of Permethrin Resistance in *Aedes albopictus* Skuse Collected from Titiwangsa Zone, Kuala Lumpur, Malaysia. Proc ASEAN Congr Trop Med Parasitol 3: 69- 77.
- Peiris, H. T. R., and J. Hemingway. 1990. Peiris HTR & Hemingway J. Mechanism of insecticide resistance in a temephos selected *Culex quinquefasciatus* (Diptera; Culicidae) strain from Sri Lanka. Bulletin of Entomological Research 80: 453- 457.
- Ponlawat, A., J. G. Scott, and L. C. Harrington. 2005. Insecticide Susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand. Journal of Medical Entomology 42(5): 821 - 825.
- Rozendaal, J. A. 1997. Vector Control: Methods for use by individuals and communities. World Health Organization, Geneva.
- Rueda, L. M. 2004. Zootaxa: Pictorial Keys for the Identification of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) Associated with Dengue Virus Transmission Mongolia Press, Auckland, New Zealand.
- Sanchez, L., V. Vanlerberhe, L. Alfonso, M. C. Margetti, M. G. Guzman, and J. Bisset. 2006. *Aedes aegypti* Larval Indices and Risk for Dengue Epidemics. Emerging Infectious Diseases 12(5): 800 - 806.
- Service, M. W. 1997. Medical Entomology for Students Chapman & Hall, London.
- Silva, I. G., H. N. G. Silva, and G. G. Lima. 2003. Ovipositional Behavior of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Different Strata and Biological Cycle. Acta Biol Par Curitiba 32(1): 1-8.
- Suwasono, H., and M. Sukirno. 2004. Uji Coba Beberapa Insektisida Golongan Pyrethroid Sintetik terhadap Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes Aegypti* di Wilayah Jakarta Utara. Jurnal Ekologi Kesehatan 3(1): 43 - 47.
- Thanispong, K., S. Sathantriphop, and T. Chareonviriyaphap. 2008. Insecticide resistance of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in Thailand. J Pestic Sci 33(4):351-356.
- Vezzani, D., A. Rubio, S. M. Velazquez, N. Scheigmann, and T. Wiegand. 2005. Detailed Assessment of Microhabitat Suitability for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires, Argentina. Acta Tropica 95: 123 - 131.
- WHO. 1981. Instruction For Detemining the Susceptibility or Resistance of Adult Mosquito to Organochlorine, Organophosphate and Carbamate Insecticide Establishment of the Base-line, World Health Organization Techn. Rep. Ser. WHO.
- WHO. 2005. Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Demam Berdarah Dengue. Panduan Lengkap. EGC, Jakarta.
- WHO. 2013. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. WHO.
- WHO, and TDR. 2009. Dengue: Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control. WHO Press, Geneva.
- Wood, O. R., S. Hanrahan, M. Coetsee, L. L. Koekemoer, and B. D. Brooke. 2010. Cuticle thickening associated with pyrethroid resistance in the major malaria vector *Anopheles funestus*. Parasites & Vectors 3(1): 67.