

PENGARUH SALINITAS TERHADAP PERKEMBANGAN STADIUM AKUATIK *Aedes aegypti* DI LABORATORIUM

Hotnida Sitorus^{1*}, Wahyu Hidayat², Milana Salim¹, Marini¹, Lasbudi P Ambarita¹, Rika Mayasari¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Baturaja

Jl. A.Yani KM.7 Kemelak Baturaja, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan, Indonesia

²Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang - Prabumulih Km. 32 Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*Korespondensi penulis pertama: nida_sitor@yahoo.com

Abstract

Aedes aegypti is known as the species of mosquito that breeds in fresh water, but due to the nature of adaptive this species found in habitats containing salt. This laboratory experiment aims to find out how different concentration of salinity will affect aquatic stages of *Aedes aegypti*. Salinity concentrations or treatment used in this study were 0‰, 2‰, 4‰, 6‰, 8‰ and 10‰ with five replicates. The observed parameters is the number of hatched eggs and number of surviving larvae or pupa after exposed to media containing salt. The results show that salinity influence both the number of hatched eggs and surviving larvae or pupae. There were decrease of number of hatched eggs and also the surviving larva or pupa as salinity increase. Analysis of variance showed significant relationship between salinity and the number of larvae or pupae survived but not with number of hatched eggs. Dengue vector adaptation against salinity become a phenomenon that needs to be examined and related to the spread of vector in habitats containing salt as well as transmission of the virus.

Key words : Salinity, *Aedes aegypti*, larvae, pupae, eggs.

EFFECT OF SALINITY ON AQUATIC STAGES OF *Aedes aegypti* IN LABORATORY

Abstrak

Aedes aegypti selama ini dikenal sebagai spesies nyamuk yang berkembang biak pada air tawar, namun karena sifat adaptifnya spesies ini ditemukan pada habitat berkadar garam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap perkembangan *Aedes aegypti* stadium akuatik. Konsentrasi salinitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0‰, 2‰, 4‰, 6‰, 8‰ dan 10‰. Penelitian tahun 2018 ini merupakan penelitian eksperimen dengan lima perlakuan, satu kontrol dan dengan lima kali pengulangan. Parameter yang diamati adalah jumlah telur yang menetas, serta perkembangan larva dan pupa setelah dipaparkan media berkadar garam. Hasil yang diperoleh menunjukkan salinitas berpengaruh terhadap jumlah telur yang menetas, jumlah larva hidup serta jumlah pupa hidup. Semakin tinggi konsentrasi garam berbanding terbalik terhadap jumlah telur menetas dan jumlah larva atau pupa hidup. Hasil uji sidik ragam menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna antara salinitas terhadap jumlah larva dan jumlah pupa hidup, sedangkan terhadap jumlah telur menetas tidak menunjukkan hubungan bermakna. Adaptasi vektor DBD terhadap kadar garam menjadi fenomena yang perlu dikaji dan diwaspadai terkait penyebaran vektor di habitat berkadar garam maupun penularan virusnya.

Kata kunci : Salinitas, *Aedes aegypti*, larva, pupa, telur.

PENDAHULUAN

Keberadaan nyamuk merupakan suatu ancaman di dunia karena mampu membawa dan menyebarkan penyakit ke manusia sehingga dapat menyebabkan jutaan kematian tiap tahun. Beberapa negara telah melaporkan terjadi ledakan kasus demam berdarah. Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan vektor penular penyakit demam berdarah, selain itu dapat sebagai penular penyakit zika dan *yellow fever*.¹ Penyakit bersumber virus Arbo berdampak serius baik bagi kesehatan manusia maupun hewan dan dapat menjadi *hotspot* penyakit zoonotik dan *vector-borne pathogen* di Indonesia.² Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* terdiri dari telur, larva, pupa dan dewasa. Siklus hidup nyamuk dari telur sampai dewasa bekisar 8-10 hari.³ Siklus hidup nyamuk paling banyak berada di dalam air, sehingga keberadaan habitat yang ideal mempengaruhi terjadinya siklus hidup nyamuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber air mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keberadaan larva nyamuk di suatu tempat.⁴

Habitat perkembangbiakan *Aedes* biasanya hidup di air tawar, namun beberapa penemuan terbaru menyebutkan adanya kemungkinan *Aedes* tahap dewasa berkembang biak di air payau.⁵ Adaptasi *Ae. aegypti* terhadap lingkungan di luar habitat alaminya juga terjadi misalnya dapat hidup normal pada air selokan⁶, termasuk meletakkan telur pada habitat yang mengandung air sabun pada konsentrasi tertentu⁷. Penelitian yang dilakukan oleh Setyaningrum dkk. mendapatkan larva *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* lebih banyak ditemukan pada rendaman udang daripada air rendaman jerami dan air hujan.⁸ Dari beberapa hasil penelitian tersebut diketahui bahwa kemampuan adaptasi *Ae. aegypti* cukup baik untuk mempertahankan siklus hidupnya.

Perubahan perilaku manusia dalam penggunaan lahan seperti penggundulan hutan, perubahan tata kota, pertambangan atau eksploitasi minyak dapat menjadikan perubahan demografis, pola zoonik dan mempengaruhi patogenesis secara langsung atau tidak langsung.⁹ Pertumbuhan jumlah penduduk dan kondisi

masyarakat dapat menjadikan interaksi iklim, migrasi dan pola pemukiman menjadi masalah penting terjadinya perubahan iklim, seperti kenaikan permukaan laut dan konsekuensi potensial untuk daerah perkotaan pesisir.¹⁰ Gejala alam yang berpotensi besar dalam perubahan salinitas air tempat perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* adalah banjir rob yang terjadi di pesisir pantai. Menurut Badan Pendapatan Daerah (BAPPEDA) Kota Semarang, bahwa ancaman perubahan iklim bagi wilayah pesisir yaitu banjir dan rob, abrasi, dan erosi. Ancaman tersebut dapat memberikan dampak pada kerusakan bangunan, naiknya salinitas, tercemarnya sumber air bersih dan kerusakan infrastruktur kota. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa terjadi perubahan perilaku *Ae. aegypti* terhadap lingkungan.¹¹ Penelitian dilakukan dengan dilatarbelakangi oleh kejadian banjir rob, yang dianggap akan merubah lingkungan sehingga genangan air memiliki salinitas yang cukup tinggi. Habitat perkembangbiakan *Ae. aegypti* umumnya berupa *container* / penampungan air yang tidak langsung bersentuhan dengan tanah. Belum tergambar bentuk modifikasi lingkungan yang bisa dilakukan agar tidak ideal untuk *Aedes* berkembang biak. Apakah dengan meningkatkan tingkat kadar garam pada tiap penampungan yang ada di permukiman. Karena kalau banjir rob, umumnya berpengaruh langsung pada genangan air yang langsung bersentuhan dengan tanah, misalnya kolam, kobakan, rawa, atau parit yang lebih cocok untuk perkembangbiakan *Culex*, *Anopheles*, *Armigeres* ataupun *Mansonia*. Jenis modifikasi lingkungan yang ditawarkan untuk habitat *Ae. aegypti* perlu menjadi perhatian. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi salinitas terhadap perkembangan berbagai stadium akuatik *Ae. aegypti*, sehingga diketahui kemampuan *Ae. aegypti* berkembang biak dalam fase stadium akuatik.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Litbangkes Baturaja pada bulan Juni-Juli 2018. Disain penelitian adalah eksperimental dengan

Rancangan Acak Lengkap. Sampel yang menjadi bahan uji adalah telur, larva dan pupa *Ae. aegypti* yang merupakan hasil kolonisasi Laboratorium Entomologi Balai Litbangkes Baturaja. Jumlah sampel sebanyak 600 butir telur, 600 ekor larva instar I dan 600 ekor pupa nyamuk *Ae. aegypti* yang dibagi dalam 6 perlakuan dan 5 pengulangan. Masing-masing kelompok pengujian terdiri dari 20 sampel. Baik telur, larva ataupun pupa yang akan diuji, terlebih dahulu diperiksa kondisinya, seperti telur yang diamati secara mikroskopis, serta larva dan pupa yang dipilih dalam kondisi normal berdasarkan pengamatan visual.

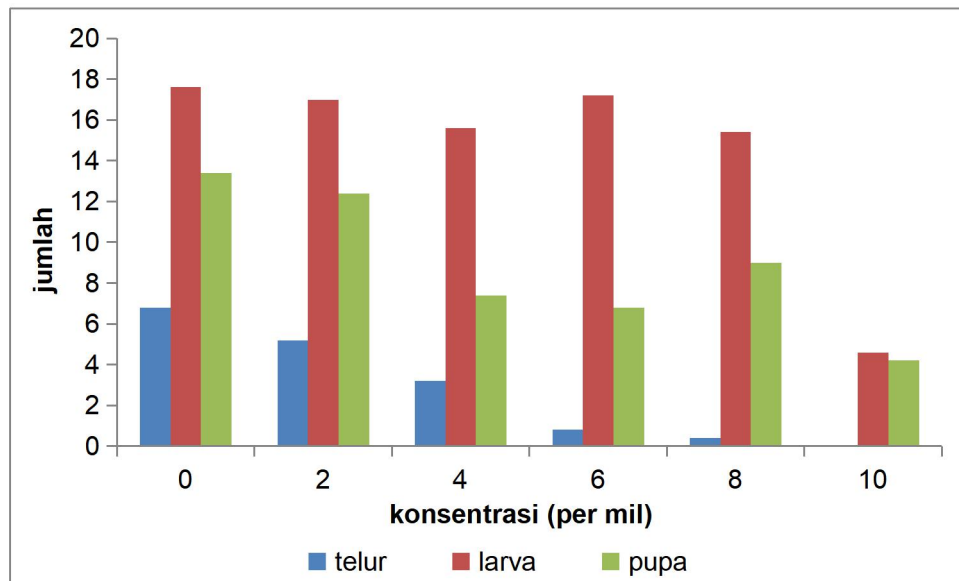
Instrumen yang dipergunakan adalah refraktometer, gelas uji, gelas ukur, pipet larva dan formulir pencatatan. Bahan yang dipakai adalah sampel telur, larva instar 1 dan pupa nyamuk *Ae. aegypti*, larutan NaCl (garam dapur) dan akuades. Konsentrasi dibagi menjadi 5 variasi yaitu 2‰, 4‰, 6‰, 8‰ dan 10‰, serta ditambahkan kontrol. Penentuan kadar salinitas bahan uji diukur menggunakan refraktometer. Air laut memiliki kandungan garam sebesar 3 - 4% yang setara dengan salinitas 30 – 40 ‰.¹² Uji salinitas dilakukan terhadap masing-masing sampel terhadap 5 variasi konsentrasi sebagai berikut; sebanyak 6 gelas uji berisi air dengan konsentrasi salinitas yang berbeda disediakan sebagai media uji, kemudian masing-masing gelas uji tersebut dimasukkan 20 butir telur *Ae. aegypti*. Pengamatan dilakukan setiap hari per 24 jam selama 3 hari, dengan melihat berapa lama telur akan menetas dan waktu terlama yang dibutuhkan telur menetas. Perlakuan terhadap sampel larva instar 1

Ae. aegypti tidak berbeda dengan sampel telur, dimana sebanyak 6 gelas uji disediakan dengan variasi konsentrasi salinitas yang berbeda. Larva *Ae. aegypti* dipaparkan dengan variasi salinitas tersebut. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam selama 3 hari. Secara teori stadium larva adalah 6-8 hari. Pengamatan dilakukan dengan menghitung berapa banyak larva mencapai stadium dewasa dan berapa lama waktu yang dibutuhkan larva menjadi nyamuk dewasa. Pupa *Ae. aegypti* yang akan di uji merupakan hasil kolonisasi yang dipersiapkan sebelum uji dilakukan. Konsentrasi salinitas sama dengan yang dipergunakan dalam uji salinitas terhadap telur dan larva instar 1. Pupa diamati perkembangannya hingga menjadi nyamuk dewasa dengan menghitung jumlah pupa yang dapat mencapai dewasa.

Analisis data kuantitatif dilakukan dengan cara membandingkan antara kelompok perlakuan berdasarkan konsentrasi NaCl yang diberikan menggunakan *analisis of variance* (ANOVA). Jika hasil uji anova menunjukkan hasil yang bermakna maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan.

HASIL

Hasil pengujian media berkadar garam terhadap penetasan telur, larva hidup dan pupa hidup pada tabel 1 secara umum menunjukkan adanya pengaruh salinitas pada ketiga stadium *Ae. aegypti* tersebut. Semakin tinggi konsentrasi salinitas menunjukkan semakin rendahnya jumlah telur menetas maupun jumlah larva dan pupa hidup.



Gambar 1. Rerata jumlah telur yang menetas, jumlah larva dan pupa hidup setelah dipaparkan dengan media yang mengandung kadar garam selama 72 jam

Hasil analisis uji sidik ragam pengaruh salinitas terhadap larva menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna di akhir pengamatan (72 jam). Uji lanjut (Uji Duncan)

menunjukkan konsentrasi tertinggi yaitu 10 per mil menunjukkan perbedaan bermakna dengan konsentrasi lainnya.

Tabel 1. Pengaruh salinitas terhadap larva *Aedes aegypti* selama pasca 72 jam paparan

Konsentrasi (‰)	Jumlah	Uji sidik ragam*	Rerata*	Standar deviasi
0	88	0,000	17,6 ^a	1,517
2	85		17,0 ^a	1,414
4	78		15,6 ^a	3,362
6	86		17,2 ^a	2,950
8	77		15,4 ^a	0,894
10	23		4,6 ^b	3,130

Keterangan :

*angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda signifikan

**Pada tingkat kepercayaan 95%

Hasil analisis uji sidik ragam pengaruh salinitas terhadap pupa menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna di akhir pengamatan. Berbeda dengan stadium larva, hasil Uji Duncan menunjukkan pada

konsentrasi tertinggi (10 per mil) jumlah pupa hidup tidak berbeda nyata dengan jumlah pupa hidup pada konsentrasi 4 dan 6 per mil.

Tabel 2. Pengaruh salinitas terhadap pupa *Aedes aegypti* pasca 72 jam paparan

Konsentrasi (‰)	Jumlah	Uji sidik ragam**	Rerata*	Standar deviasi
0	67	0,001	13,4 ^a	2,966
2	62		12,4 ^{ab}	3,647
4	37		7,4 ^{cd}	3,050
6	34		6,8 ^{cd}	3,701
8	45		9,0 ^{bc}	3,240
10	21		4,2 ^d	1,789

Keterangan :

*angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda signifikan

**Pada tingkat kepercayaan 95%

Hasil analisis uji sidik ragam pengaruh salinitas terhadap penetasan telur menunjukkan tidak terdapat hubungan yang bermakna di akhir pengamatan. Meskipun

demikian jumlah telur yang menetas menunjukkan pola yang menurun pada salinitas yang lebih tinggi.

Tabel 3. Pengaruh salinitas terhadap telur *Aedes aegypti* pasca 72 jam paparan

Konsentrasi (‰)	Jumlah	Rerata	Standar deviasi	Uji sidik ragam*
0	34	6,8	0,837	
2	26	5,2	2,775	
4	16	3,2	2,280	
6	4	0,8	1,095	
8	2	0,4	0,894	
10	0	0,0	0,000	

Keterangan :

*tidak memenuhi syarat uji homogenitas

BAHASAN

Sifat fenotip serangga khususnya nyamuk, seperti laju perkembangan dan massa dipengaruhi oleh interaksi antara gen dan lingkungan serta beberapa faktor lingkungan yang diketahui mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan nyamuk. Faktor-faktor tersebut antara lain salinitas, suhu, kepadatan, ketersediaan makanan serta bentuk maupun ukuran fisik dari habitat larva.^{13,14} Secara umum famili *Culicidae* diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yang berbeda menurut mekanisme osmoregulasi yaitu: a) osmoregulator air tawar; b) *osmoregulator euryhaline* yang memiliki struktur khusus yang menjalankan fungsi osmoregulasi pada kisaran kadar garam yang berbeda; dan c) *euryhaline osmoconformists* yaitu

toleran terhadap paparan salinitas karena memiliki kemampuan aklimasinya.¹⁵

Paparan salinitas terhadap larva *Ae. aegypti* instar III menunjukkan terdapat pengaruh yang bermakna, dimana semakin tinggi salinitas maka angka kematian larva pun semakin besar. *Ae. aegypti* maupun *Ae. albopictus* dikenal sebagai spesies yang berkembang biak pada habitat air tawar dan dengan pH normal¹⁶, walaupun banyak penelitian menyebutkan spesies ini dapat beradaptasi dengan kadar garam hingga konsentrasi tertentu.^{17,18} Observasi terhadap habitat *Ae. aegypti* mengindikasikan jika spesies ini ditemukan pada habitat berkadar garam hingga mencapai 16‰ pada umumnya di dalam kapal yang tidak terurus, sementara di Brazil larva ditemukan di dalam kapal yang masih digunakan.¹⁹

Haemolymph berperan penting dalam beradaptasi dengan kadar garam dengan melakukan ekskresi keluar tubuh dan konsekuensinya adalah laju perkembangan pupa menjadi lambat.¹⁷ Penelitian ini hanya mengamati dampak salinitas terhadap larva dan juga telur maupun pupa hingga hari keempat saja. Proses adaptasi larva terhadap salinitas selain mengandalkan peran *haemolymph* juga melakukan perubahan perilaku dimana larva akan mengurangi makan untuk menghindari masuknya ion lebih besar dari yang dapat ditolerir oleh sistem ekskretori. Perilaku ini yang kemudian dalam tahapan perkembangan larva akan menyebabkan perlambatan baik dalam pertumbuhan larva maupun perkembangan pupa.¹³ Uji laboratorium sebelumnya terkait adaptasi larva *Ae. aegypti* terhadap salinitas menunjukkan larva instar III yang dipaparkan dengan salinitas dengan konsentrasi 1,50%, 1,25% dan 1,00% mengakibatkan kematian sebesar 50% dalam waktu 19, 31 dan 48 jam pada ketiga konsentrasi tersebut, sedangkan penelitian ini pada konsentrasi 1% (10‰) selama 72 jam diperoleh angka kematian sebesar 77%. Penelitian laboratorium yang dilakukan oleh Arduino dkk yang menguji cekaman salinitas terhadap perkembangan larva yang diperoleh dari ekologi air payau dan air tawar mendapatkan pola angka kematian dari kedua habitat pada konsentrasi yang relatif sama, dimana pada konsentrasi 10,5‰ *survival rate* masih sebesar 100%, penurunan tajam angka *survival rate* terjadi pada konsentrasi 14‰ sebesar 50% populasi uji dan pada konsentrasi 17,5‰ angka kematian mencapai 100%.¹⁸

Pengaruh salinitas terhadap perkembangan pupa menunjukkan pola kemiripan yang sama dengan larva dimana angka kematian pupa pada konsentrasi salinitas tertinggi (10‰) sebesar 79%. Penelitian yang dilakukan oleh Ekechukwu dkk menunjukkan pengaruh salinitas sedikit lebih ringan dibandingkan stadium larva dan hal ini diduga berkaitan dengan kulit pupa.¹⁷ Stadium pupa merupakan fase transisi antara stadium larva dan pupa dimana pupa hanya melakukan aktivitas respirasi tanpa makan. Bradley menyatakan lapisan

kutikula yang tebal pada pupa dan bersifat *impermeabel* terhadap air dan ion memungkinkan pupa dapat bertahan pada habitat berkadar garam.¹⁵

Pengaruh salinitas terhadap penetasan telur menunjukkan pada konsentrasi tertinggi (10‰) tidak satupun telur menetas sedangkan pada konsentrasi salinitas terendah (2‰) telur yang menetas sebesar 26%. Faktor yang tidak dapat dikendalikan dalam penelitian ini adalah fekunditas telur yang diujikan, meskipun telur yang diujikan berusia muda (kurang dari 1 minggu) dan sebelum pengujian dilakukan pengamatan morfologis untuk memastikan kondisi telur baik.

Konvensi kerja PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa) pada perubahan iklim menyatakan perubahan iklim global sebagai perubahan jangka panjang pada parameter meteorologi yang umum diamati seperti suhu, curah hujan dan kelembapan. Pemanasan global memicu kenaikan permukaan air laut yang disebabkan mencairnya es dan *glacier* di kutub bumi dan kenaikan suhu air laut. Rob atau kenaikan permukaan air diduga merupakan dampak dari pemanasan global, sehingga air laut dapat menjangkau daratan yang lebih jauh dari garis pantai. Pada saat surut maka sisa air laut akan mengisi atau menggenangi tempat-tempat yang dapat menampung air dan selanjutnya akan menjadi payau ketika tercampur dengan air hujan. Dengan demikian kegiatan surveilans di daerah pantai terutama pada wilayah-wilayah yang telah mengalami banjir Rob perlu dilakukan sebagai upaya preventif terhadap perkembangbiakan vektor maupun penularan virus dengue.

KESIMPULAN

Secara umum salinitas atau kadar garam berdampak kepada daya tetas telur serta kehidupan larva dan pupa. Secara statistik diperoleh hubungan yang bermakna antara salinitas dan kehidupan larva dan pupa. Semakin tinggi konsentrasi berdampak kepada menurunnya jumlah telur yang menetas serta jumlah larva/pupa yang hidup (bertahan).

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap beberapa stadium larva yang belum dilakukan pengujian serta menambahkan waktu pengamatan, sehingga dapat diketahui lebih jelas dan lengkap dampak dari perubahan salinitas terhadap perkembangbiakan *Ae. aegypti* dalam stadium akuatik.

KONTRIBUSI PENULIS

HS dan WH sebagai kontributor utama dalam penulisan ini. HS bertanggung jawab pada analisis data, kesimpulan dan saran. WH bertanggung jawab pada konsep, metodologi, mengkaji hasil dan penelusuran referensi. MS, M, LPA dan RM sebagai kontributor anggota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Litbangkes Baturaja atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini serta seluruh teknisi Laboratorium Entomologi yang turut memberikan bantuan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Mosquito-Borne Diseases. https://www.who.int/neglected_diseases/vector_ecology/mosquito-borne-diseases/en/. Accessed February 2, 2019.
2. Myint KSA. *Detecting Emerging Vector-Borne zoonotic pathogens in Indonesia*. Jakarta: Alertasia Foundation; 2015.
3. CDC Atlanta. Mosquito life cycle. <https://www.cdc.gov/dengue/resources/factsheets/mosquitolifecyclefinal.pdf>. Accessed March 16, 2019.
4. Riandi MU, Hadi UK, Soviana S. Karakteristik habitat dan keberadaan larva *Aedes* spp. pada wilayah kasus demam berdarah dengue tertinggi dan terendah di Kota Tasikmalaya. *ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud*. 2018; 9(1).
5. Madushika KKWT, Dayananda PD, Fernando HSD, et al. High salinity tolerance of *Aedes* to breed in Brackish waters around the Negombo Estuary. In: *Proceedings of The International Forestry and Environment Symposium*. Sri Lanka; 2016.
6. Sayono S. Pertumbuhan larva *Aedes aegypti* pada air tercemar. *J Kesehatan Masyarakat*. 2011; 1(January 2011):1-9.
7. Sudarmaja IM, Mardihusodo SJ. Pemilihan tempat bertelur nyamuk *Aedes aegypti* pada air limbah rumah tangga di laboratorium. *J Vet*. 2009; 10(4):205-207.
8. Setyaningrum E, Murwani S, Rosa S, Andananta K. Studi ekologi perindukan nyamuk vektor malaria di Desa Way Muli, Kecamatan Rajabasa Lampung Selatan. In: *Seminar Pengabdian Masyarakat, Universitas Lampung*. Universitas Lampung; 2008.
9. Karesh WB, Dobson A, Lloyd-Smith JO, et al. Ecology of zoonoses: Natural and unnatural histories. *Lancet*. 2012; 380(9857):1936-1945.
10. Martine G, McGranahan G, Montgomery M, Fernández-Castilla R. *The New Global Frontier: Urbanization, Poverty and Environment in the 21st Century.*; 2012.
11. Putra AD, Handayani W. Kajian Bentuk Adaptasi Terhadap Banjir Dan Rob Berdasarkan Karakteristik Wilayah Dan Aktivitas Di Kelurahan Tanjung Mas. *Jurnal Tek PWK*. 2013;2(3):786-796.
12. Nova MKS, Misbah NM. Analisis Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 Pada Pengelasan SMAW. *jurnal Teknik ITS*.2012;1(1).
13. Clark TM. PH Tolerances and Regulatory Abilities of Freshwater and Euryhaline Aedine Mosquito Larvae. *J Exp Biol*. 2004;207(13):2297-2304.
14. McGinnis KM, Brust RA. Effect of different sea salt concentrations and temperatures on larval development of *Aedes togoi* (Diptera: Culicidae) from British Columbia. *Environ Entomol*. 2015; 12(5):1406-1411.
15. Bradley T. Physiology of osmoregulation in mosquitoes. *Annu*

- Rev Entomol.* 1987;32:439-462.
16. Kraemer MUG, Sinka ME, Duda K a, et al. The global distribution of The *Arbovirus* vectors and . *Elife.* 2015;4:1-18. .
 17. Ekechukwu NE, Ekeh FN. Effects of sodium chloride concentrations on larvae and pupae of *Aedes aegypti.* *Anim Res Int.* 2011; 8(3):1467-1472.
 18. De Brito Arduino M, Mucci LF, Serpa LLN, De Moura Rodrigues M. Effect of salinity on the behavior of *Aedes aegypti* populations from the Coast and Plateau of Southeastern Brazil. *J Vector Borne Dis.* 2015;52(1):79-87.
 19. Surendran SN, Jude PJ, Thabothiny V, Raveendran S, Ramasamy R. Pre-imaginal development of *Aedes aegypti* in Brackish and fresh water urban domestic wells in Sri Lanka . *J Vector Ecol.* 2012; 37(2):471-473.