

Uji Resistensi Nyamuk *Aedes Aegypti* terhadap Cypermethrin 0,05% di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru Tahun 2020

Dedes Handayani¹

Artikel Penelitian

Abstract: *Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is one vector-borne disease caused by the Aedes aegypti mosquito vector. One way to control the Aedes aegypti mosquito vector is to use insecticides. The insecticide used must be known for its efficacy, safety and resistance status. The use of cypermethrin as an insecticide in controlling the Aedes aegypti mosquito at Sultan Syarif Kasim II Airport Pekanbaru needs to know its resistance status. This study aims to determine the resistance status of the Aedes aegypti mosquito to the insecticide cypermethrin at Sultan Syarif Kasim II Airport, Pekanbaru. The method in this research is descriptive with a cross sectional study design. The independent variable was the Aedes aegypti mosquito exposed to insecticide at Sultan Syarif Kasim II Airport Pekanbaru, while the dependent variable was the Aedes aegypti mosquito susceptibility status. The resistance test method refers to The World Health Organization Susceptibility Test criteria. The resistance test using WHO standard impregnated paper showed that the percentage of mosquito that died after being exposed to impregnated paper containing 0.05% Cypermethrin for 24 hours at Sultan Syarif Kasim II Airport Pekanbaru was 81.5% (Tolerant Phase). There has been a tolerance for the use of 0.05% Cypermethrin against the population of Aedes aegypti mosquitoes in Sultan Syarif Kasim II Airport, Pekanbaru.*

Keywords: *resistance test, Aedes aegypti mosquito, Sultan Syarif Kasim II airport*

Abstrak: Latar belakang : Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah salah satu penyakit tular vektor yang disebabkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Salah satu cara pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* adalah dengan menggunakan insektisida. Insektisida yang digunakan harus diketahui efikasi, keamanan serta status resistensinya. Penggunaan cypermethrin sebagai insektisida dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru perlu diketahui status resistensinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida cypermethrin di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Metode pada penelitian ini adalah deskriptif dengan desain penelitian *cross sectional study*. Variabel bebas adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang terpapar insektisida di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, sedangkan variabel terikat yaitu status resistensi nyamuk *Aedes aegypti*. Metode uji resistensi mengacu pada kriteria Uji *Susceptibility World Health Organization*. Uji resistensi dengan menggunakan *impregnated paper* standar WHO menunjukkan persentase nyamuk yang mati setelah terpapar *impregnated paper* yang mengandung cypermethrin 0,05 % setelah 24 jam di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru adalah 81,5% (Kategori Toleran). Telah terjadi toleransi penggunaan cypermethrin 0,05 % terhadap populasi Nyamuk *Aedes aegypti* di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.

Kata kunci: uji resistensi, nyamuk *aedes aegypti*, bandara Sultan Syarif Kasim II

¹ Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru, Riau, Indonesia

Korespondensi:

Dedes Handayani
dedeshandayani1983@gmail.com

Pendahuluan

Penyakit tular vektor hingga kini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia dengan angka kesakitan dan kematian yang cukup tinggi dan dan berpotensi menimbulkan kejadian Luar Biasa (KLB). Contoh penyakit tular vektor antra lain : Demam Berdarah Dengue (DBD), Malaria, Filariasis, Yellow Fever dan lainnya (2). Pada Tahun 2016 jumlah kasus DBD di Indonesia adalah 204.171 kasus dengan jumlah kematian sebanyak 1.598 orang. Jumlah kasus DBD Tahun 2016 meningkat dari Tahun 2015 (129.650 kasus). Jumlah kematian akibat DBD Tahun 2016 juga meningkat dari Tahun 2015 (1.071 kematian). *Incidence rate* (IR) atau angka kesakitan DBD Tahun 2016 juga meningkat dari Tahun 2015 yaitu 50,78 menjadi 78,85 per 100.000 penduduk. Pada Tahun 2016 *incidence rate* (IR) di Provinsi Riau sebesar 64,14 per 100.000 penduduk (3).

Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang terdiri dari empat serotype dan termasuk dalam genus flavivirus yaitu virus DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4 dari genus Flavivirus. Vektor utama virus dengue adalah Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes Albopictus* (4).

Peningkatan jumlah kasus DBD dan semakin bertambahnya wilayah teriangkit dapat disebabkan karena semakin baiknya transportasi penduduk dari suatu daerah ke daerah lain dalam waktu singkat. Transportasi dengan pesawat udara saat ini menjadi pilihan bagi pelaku perjalanan. Bandar udara merupakan areal yang potensial terjadinya penularan penyakit, mengingat penumpang dan barang yang dibawa dari satu Bandar udara ke Bandar udara lain dapat menjadi media penularan penyakit.

Agar area Bandar udara bebas dari vektor maka harus dilakukan pengendalian vektor

penyakit. Pengendalian vektor Nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilakukan dengan berbagai cara yakni dengan pengendalian mekanis, pengelolaan lingkungan, penggunaan agent biologis misalnya menggunakan predator yakni ikan pemakan jentik, serta penggunaan insektisida (3).

Penggunaan insektisida kimia merupakan salah satu cara pengendalian vektor penyakit DBD yang disebabkan oleh Nyamuk *Aedes aegypti*. Mengingat penggunaan insektisida yang berbeda pada suatu daerah akan menghasilkan status resistensi yang berbeda pula maka perlu dilakukan uji resistensi. Penggunaan cypermetrin sebagai insektisida yang saat ini digunakan di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru telah menggantikan Malathion yang telah resisten terhadap populasi Nyamuk *Aedes aegypti* (5). Penggunaan Cypermetrhtrin yang merupakan insektisida dari golongan pyretroid juga diperlu diketahui status resistensinya terhadap populasi Nyamuk *Aedes aegypti* di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.

Bahan dan Metode

Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Telur nyamuk yang dikumpulkan dari ovitrap yang dipasang dilingkungan Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru
2. Jentik nyamuk yang kumpulkan pada wadah yang sengaja di taruh di wilayah Bandara Sultan Syarif Kasim II baik pada area terminal maupun pada areal Perumahan Angkasa Pura
3. Makanan jentik
4. Larutan Gula 10 %

Tabel 1. Alat yang digunakan

No	Pengumpul Telur/ Jentik	Rearing Nyamuk	Uji Resistensi
1	Ovitrap	Kurungan Nyamuk	WHO Susceptibility tes kit
2	Wadah/ botol jentik	Pipet plastic	Impregnated paper cypermetrin
3	Pipet plastik	Cawan plastik	Impregnated papercontroler
4	Senter	Handuk	Label
5	Thermometer	Kapas	Aspirator
6	Hygrometer	Senter	Kapas
7	Mikroskop Binokular		Pinset

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 proses yakni : alat pengumpulan telur dan jentik, alat rearing nyamuk serta alat uji resistensi.

Metode

Metode pada penelitian ini adalah deskriptif dengan desain penelitian *cross sectional study* (6). Variabel bebas adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang terpapar insektisida di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, sedangkan variabel terikat yaitu status kerentanan Nyamuk *Aedes aegypti*.

Populasi penelitian ini adalah populasi Nyamuk *Aedes aegypti* di wilayah Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Sampel pada penelitian ini 125 ekor Nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa diambil dari nyamuk yang dibiakkan hingga dewasa dari larva *Aedes aegypti* yang diperoleh di wilayah Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.

Cara Pengumpulan Telur Nyamuk

Dilakukan pemasangan Ovitrap pada 10 titik di wilayah Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru untuk memerangkap telur Nyamuk *Aedes Aegypti*. Ovitrap dibiarkan selama 4-5 hari. Ovitrap yang sudah mengandung telur nyamuk sehingga berjumlah ± 500 butir dikumpulkan dan dibawa ke laboratorium Pengendalian Resiko Lingkungan Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru untuk dibiakkan. Jentik juga diambil dari kontainer (tempat perindukan nyamuk) wilayah bandara dan di Perumahan Angkasa Pura II Pekanbaru sejumlah ± 500 ekor

Cara Pemiakan Jentik-jentik menjadi Nyamuk Dewasa

Jentik dipelihara dalam gelas plastik/nampan. Diberi makanan jentik hingga menjadi pupa. Jentik yang sudah menjadi pupa dimasukkan ke dalam cawan plastik kemudian diletakkan didalam kandang nyamuk. Kandang nyamuk dialas dengan nampan plastik yang berisi air agar bebas dari semut . Setelah menjadi nyamuk diberi makan larutan gula 10% dengan meletakkan kapas pada bagian atas botol larutan gula (sistem kapilaritas) dan dijaga kelembapannya dengan menaruh handuk lembab pada bagian atas kandang nyamuk.

Tahap Uji Resistensi

Metode uji resistensi mengacu pada kriteria Uji *Susceptibility World Health Organization* (1). Persiapkan 5 pasang tabung *susceptibility* warna hijau dan merah sebagai wadah uji, Tabung hijau adalah tabung penyimpanan dan warna merah adalah tabung kontak yang diberi insektisida (impregnated paper cypermetrin). 4 tabung untuk nyamuk uji dan 1 tabung untuk kontrol. Tabung dilapisi kertas HVS yang sudah dilabel, fungsinya agar nyamuk mudah hinggap pada dinding tabung. Permukaan tabung yang licin menyulitkan nyamuk untuk hinggap atau beristirahat. Siapkan *impregnated paper* Sipermetri 5% untuk uji pada 4 tabung uji (warna merah) dan kertas kontrol pada 1 tabung kontrol (warna merah). Masukkan impregnated paper dengan pinset (tidak boleh terkena tangan).

Pasang ring pada sisi atas dan bawah tabung. Ambil Nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa dari kandang nyamuk menggunakan aspirator sebanyak 25 ekor untuk masing-masing tabung. Kemudian masukkan kedalam tabung penyimpanan (warna hijau). Pindahkan nyamuk dari tabung penyimpanan (warna hijau) ke tabung kontak (warna merah) dengan cara di tiup keatas dengan sudut 45°. Lakukan perlakuan yang sama pada semua tabung termasuk tabung kontrol. Setelah nyamuk kontak selama 1 jam, kemudian pindahkan kembali kedalam tabung penyimpanan. (tabung hijau).

Amati jumlah nyamuk *knock down* (melumpuhkan) tiap 5, 10, 15, 20, 30 dan 60 menit. Hitung jumlah kematian nyamuk setelah 24 jam pada tabung penyimpanan. Selama penyimpanan kelembaban dijaga dan nyamuk di beri makan larutan gula, dengan cara meletakkan kapas yang sudah dicelupkan dalam larutan gula diatas tabung.

Uji *susceptibility* menurut WHO, kematian 99%-100% adalah rentan/*susceptible*, kematian 80%-98% adalah toleran dan kematian < 80% adalah resisten (6).

Hasil dan Diskusi

Telur Nyamuk *Aedes aegypti* dikumpulkan dari ovitrap yang telah ditempatkan disejumlah titik pada area Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Sedangkan jentik dikumpulkan dari

area perkantoran dan area perumahan di sekitar Bandara Sultan Syarif Kasim II di bantu oleh kader Juru Pemantau Jentik (Jumantik) Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru.

Pengumpulan jentik-jentik disekitar perumahan diperoleh dari tempat-tempat perkembangbiakan nyamuk seperti bak mandi, ember, ban bekas dan tong sampah. Telur nyamuk serta jentik yang telah dikoleksi di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru di bawa ke

laboratorium Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru untuk dibiakkan menjadi nyamuk dewasa. Uji resistensi dilakukan terhadap nyamuk dewasa betina yang berumur sekitar 5-8 hari. Adapun jumlah mortalitas Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap setelah dipaparkan dengan Sipermetrin 0,05% selama 1 jam dan diamati setelah 24 jam adalah sebagai berikut:

Hasil uji resistensi nyamuk ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Mortalitas Nyamuk Uji

No	Tabung Uji	Nyamuk Uji	Nyamuk Mati	Nyamuk Hidup	Persentase kematian
1	Tabung 1	25	20	5	80%
2	Tabung 2	25	22	3	88%
3	Tabung 3	25	18	7	72%
4	Tabung 4	25	22	3	88%
		100	82	18	82%

Adapun data untuk uji resistensi pada nyamuk kontrol adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Mortalitas Nyamuk Kontrol

NO	Tabung Kontrol	Nyamuk Uji	Nyamuk Mati	Nyamuk Hidup	Persentase kematian
1	Tabung 1	25	1	24	4%

Pada tabung kontrol di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, terdapat kematian 1 ekor nyamuk dengan persentase kematian sebesar 4%. maka perhitungan resistensi harus dikoreksi dengan rumus Abbot :

$$\frac{\% \text{ kematian nyamuk uji} - \% \text{ kematian nyamuk kontrol}}{100 - \% \text{ kematian nyamuk kontrol}} \times 100\%$$

$$x = \frac{82\% - 4\%}{100 - 4\%} \times 100\%$$

$$x = 81,25 \%$$

Berdasarkan hasil uji resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap cypermetrin di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru diperoleh nilai mortalitas 81,25 % yang berarti bahwa nyamuk *Aedes aegypti* telah toleran terhadap Insektisida Sipermetrin 0,05%. Toleran berdasarkan kriteria WHO yakni mortalitas 80 % - 98 %.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Karauwan dkk, bahwa insektisida cypermetrin telah toleran (mortalitas 94,21 %) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa di daerah Pasar Tua Bitung (7). Status toleransi cypermetrin terhadap Populasi nyamuk *Aedes aegypti* di Bandara Sultan syarif Kasim II di duga karena

adanya faktor fisiologis. Adanya perbedaan kandungan *myelin* dalam serat saraf vertebrata dan antropoda. Pada serat saraf vertebrata kandungan *myelin* jauh lebih banyak dibanding antropoda sehingga piretrin yang mempunyai kelarutan dalam lemak tinggi akan tertahan dalam myelin dan mencegah interaksinya dengan serat saraf. Pada antropoda, kandungan myelin dalam serat saraf sangat rendah, piretrin akan langsung berinteraksi dengan serat saraf, terjadi pemblokiran dan menyebabkan paralisis serangga (8).

Status toleransi cypermetrin 0,05% terhadap Populasi nyamuk *Aedes aegypti* di Bandara Sultan syarif Kasim II di juga duga karena adanya faktor biokimia, yakni aktivitas enzim. Aktivitas enzim terjadi pada saat enzim tersebut menghalangi senyawa insektisida untuk mencapai sisi targetnya. Penelitian oleh Karunaratne dan Hemingway tahun 2001 menunjukkan bahwa resistensi insektisida berhubungan dengan adanya peningkatan aktivitas esterase. Adanya peningkatan enzim esterase mengindikasikan

adanya mekanisme detoksifikasi metabolis didalam tubuh serangga (9).

Enzim esterase adalah enzim hidrolase yang mengurai ester pada rantai samping organofosfat. Ada dua mekanisme perubahan enzim sehingga menimbulkan toleransi yakni ; 1. Produksi yang berlebihan sehingga peningkatan metabolisme insektisida. 2. Perubahan sifat katalitik enzim menjadi hiperkatalitik terhadap insektisida. Aktivitas enzim esterase non spesifik melalui uji biokimia terhadap nyamuk *Aedes aegypti* di wilayah perimeter dan buffer di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang menunjukkan mekanisme peningkatan yang tinggi yakni nilai Absorban Value (AV) berkisar antara 0,70-0,90 (10).

Menurut Soenjono SJ terjadi peningkatan enzim esterase non spesifik yang menghidrolisis subtract α naftil asetat nyamuk *Aedes* sp. Pada empat kelurahan di wilayah kerja KKP Manado (11). Hal senada juga diungkapkan oleh Ikawati dan Widiastuti dimana hasil uji biokimia menunjukkan peningkatan aktivitas enzim esterase pada populasi nyamuk *Ae. Aegypti*. Peningkatan aktifitas enzim esterase menyebabkan efek asetilkolin dihambat oleh enzim esterase, akibatnya mortalitas nyamuk semakin kecil (12).

Adanya dugaan resistensi silang dengan insektisida lain juga merupakan hal yang perlu diwaspadai. Penggunaan Insektisida malathion sejak Tahun 1993 digunakan di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru memungkinkan terjadinya toleransi terhadap Sipermetrin 0,05% akibat resistensi silang dari penggunaan malathion. Pada Tahun 2016 Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru telah melaksanakan uji resistensi nyamuk *Aedes aegypti* di seluruh wilayah kerja dan diperoleh hasil seluruh wilayah kerja Kantor Kesehatan pelabuhan yang terdiri dari wilayah kerja Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, Wilayah kerja Pelabuhan Sungai Duku, Wilayah kerja Pelabuhan Siak Sri Indrapura, Wilayah kerja Buatan, Wilayah kerja Tanjung Buton dan Wilayah kerja Selat Panjang telah resisten terhadap malathion (5).

Malation adalah penghambat enzim kolinesterase, dalam tubuh serangga diubah menjadi **malaokson**, yang mempunyai aktivitas

penghambat kolinesterase 10.000 kali lebih kuat dibandingkan senyawa induknya. Pada manusia malation dihidrolisis menjadi asam malation, suatu penghambat kolinesterase lemah. Malathion yang termasuk golongan organofosfat, mekanisme kerjanya menghambat enzim asetilkolinesterase dengan melakukan fosforilasi asam amino serin pada pusat esteratik enzim bersangkutan (8).

Adanya dugaan resistensi silang dengan insektisida lain merupakan hal yang perlu diwaspadai. Hidayati *et al.* membuktikan bahwa nyamuk *Aedes aegypti* yang telah resisten terhadap malathion juga memiliki tingkat resistensi tinggi terhadap DDT dan Fenitroin serta resisten sedang dengan insektisida propoksur, toleran terhadap golongan piretroid seperti permetrin dan lamdasihalotrin dan resisten rendah dengan siflutrin (13).

Menurut Ishartadiati, Insektisida kelompok sintetik pirethroid memiliki *target site* yang sama dengan insektisida organofosfat dan organoklorin (14). Kelompok organoklorin salah satu contohnya adalah dikloro dimetil trichloroetan (DDT). DDT dapat menembus lapisan kitin dan melalui limfe, dan lipid saluran syaraf akan sampai pada system saraf pusat serangga. Mula-mula akan terjadi rangsangan kemudian kelumpuhan lalu kematian. Pada penggunaan yang sering , terjadi galur yang resisten, yang dengan bantuan enzim DDT-dehidroklorinasi memutuskan HCl dari klorfenotan dan terbentuk zat 1,1-di- (p-klorfenil) 2,2-dikloreten (DDE) yang tak toksik bagi serangga (8).

Menurut Sayono *et al.* (15) telah terjadi perubahan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* di Kota Semarang. Dimana pada Tahun 2010 insektisida Sipermetrin masih toleran terhadap nyamuk *Aedes aegypti* namun pada Tahun 2012 insektisida Sipermetrin telah resisten pada lima kecamatan yakni Kecamatan Sendangmulyo, Sampangan, Wonosari, Kedungmundu dan Sendangguwo. Hal ini bisa terjadi sebagai salah satu dampak (faktor operasional) dari penggunaan insektisida secara terus menerus baik yang dilakukan oleh pemerintah (*fogging*) maupun yang dilakukan oleh masyarakat (insektida rumah tangga).

Pelaksanaan fogging sebagai upaya pengendalian vektor nyamuk di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru dilakukan setiap triwulan. Namun dalam tahun tertentu juga dilaksanakan lebih dari 4 kali setahun mengingat seringnya Pejabat Negara seperti Presiden, Wakil Presiden, serta para Menteri yang berkunjung ke daerah Riau khususnya Kota Pekanbaru. Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru sering diminta untuk melakukan *fogging* di area bandara beberapa hari sebelum kedatangan para Pejabat Negara tersebut. Frekuensi fogging yang terlalu tinggi harus diwaspadai agar status toleran tidak naik menjadi resistensi.

Kesimpulan

Telah terjadi toleransi penggunaan Sipermetrin 0,05% terhadap populasi Nyamuk *Aedes aegypti* di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru berdasarkan uji *susceptibility* menggunakan *impregnated paper* standar WHO, dimana mortalitas Nyamuk *Aedes aegypti* adalah 81,25 %.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak telah membantu penelitian ini. Terutama kepada staf pengendalian resiko lingkungan Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru. Penelitian ini telah di presentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Apoteker Indonesia 2022 pada tanggal 2 Juli 2022.

Referensi

1. WHO. Test Procedures for Insecticide Resistance Monitoring in Malaria Vector Mosquitoes. WHO Press, Geneva. 2013.
2. Kemenkes RI. Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor. Kementrian Kesehatan RI. Jakarta. 2012.
3. Kemenkes RI. Pedoman dan Pengendalian Demam Berdarah Dengue di Indonesia. 2017.
4. Kemenkes RI. Demam Berdarah Dengue. Buletin Jendela Epidemiolog. 2010. 2. 48
5. KKP Pekanbaru. Profil Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru Tahun 2016. Pekanbaru. 2016.
6. Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Penerbit Alfabeta, Bandung. 2018.
7. Karauwan IG, B Bernadus, G Wahongan. 2016. Uji Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Cypermetrin di Daerah Pasar Tua Bitung. Jurnal Kedokteran Klinik. 2017. 1. 3
8. Siswandono dan Soekarjo. Kimia Medisinal. Airlangga University Press. Surabaya. 2000.
9. Selvi S, WA Nazni, HL Lee, AH Azahari. Characterization on Malathion and Permethrin Resistance by Bioassays and the variation of esterase activity with the life Stage of Musquito *Culex quinquefasciatus*. Tropical Biomedicine. 2007.
10. Iswidaty T, Martini, D Widiastuti. Status Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap Malathion 0,8% di area Perimeter dan Buffer Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Diponegoro, Semarang. 2016.
11. Soenjono SJ. Status Kerentanan Nyamuk *Aedes sp.* (Diptera: Culicidae) Terhadap Malathion dan aktivitas enzim esterase non spesifik di Wilayah Kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan Bandara Sam Ratulangi Manado. Jurnal Kesehatan Lingkungan Poltekes Kemenkes Manado. 2011. 1. 1
12. Ikawati B, Widiastuti D. Peta Status Kerentanan *Aedes aegypti* (linn) Terhadap Insektisida Cypermethrin dan Malathion. Jurnal Aspirator. 2015. 7. 1
13. Hidayati H, WA Nazni, HL Lee, AM Sofian. Insecticide resistance development in *Aedes aegypti* upon selection pressure with malathion. Trop Biomed. 2011. 2.28
14. Ishartadiati, K. Insect Resistance to DDT. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya. 2007.
15. Sayono S, D Sumanto, D Syafruddin. Distribusi resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap Insektisida Sipermetrin di Semarang. Lembaga Pengembangan Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang. 2012.