

ARTIKEL PENELITIAN

EFEK OVISIDAL PEMBERIAN TAWAS PADA AIR DI LABORATORIUM
PARASITOLOGI UNJANI DALAM MENGHAMBAT PENETASAN

TELUR *Aedes aegypti*

(OVISIDAL EFFECT OF ALUM IN UNJANI PARASITOLOGY

LABORATORY WATER TO EGGS HATCHING OF *Aedes aegypti*)

Lutfhi Nurlaela Fuadi¹, Evi Sovia², Retno elza³

¹Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

²Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

³Program Studi Pendidikan Dokter Umum Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

e-mail korespondensi: ufifuadi@yahoo.com

ABSTRAK

Demam berdarah dengue (DBD) masih menjadi masalah kesehatan masyarakat. Penyakit ini ditularkan oleh vektor yaitu nyamuk *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*). Tempat perkembangbiakan nyamuk ini terutama pada tempat yang bisa menampung air. *Ae. aegypti* dapat hidup pada air yang bersuhu antara 25-27⁰ C dan pada pH netral. Masyarakat sering menggunakan tawas untuk menjernihkan air karena murah dan mudah diperoleh. Tawas berfungsi sebagai penjernih air dan ketika dilarutkan, air akan menjadi asam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek ovisidal pemberian tawas, terhadap penetasan telur *Ae. aegypti* dan mencari konsentrasi efektif yang dapat menghambat penetasan telur tersebut. Untuk menilai konsentrasi tawas yang bisa diaplikasikan pada air, dilakukan *Jar test* terlebih dahulu. Penelitian ini menggunakan 3 konsentrasi tawas, kontrol negatif dengan 3 kali pengulangan. Konsentrasi yang digunakan adalah 1%, 0,5% dan 0,25%. Hasil penelitian dengan uji Anova yang dilanjutkan dengan uji *post hoc*, didapatkan perbedaan yang signifikan pada ke-tiga konsentrasi dalam menurunkan jumlah telur yang menetas. Semua konsentrasi efektif dalam menghambat 50% penetasan telur *Ae. Aegypti* dan konsentrasi yang paling efektif adalah konsentrasi 1%..Semakin tinggi konsentrasi tawas, semakin sedikit telur yang menetas, dengan demikian tawas memiliki efek ovisidal terhadap telur *Ae. aegypti*.

Kata kunci: *Aedes aegypti*, ovisidal, tawas.

ABSTRACT

Dengue haemorrhagic fever (DHF) is still be public health problem. DHF caused by dengue virus and transmitted by Ae. aegypti mosquitos. The main breeding place of Ae. aegypti is in the artificial or natural water container such as bucket, tin or foliages leaves, flower pot and bird feeder. The other factor is that contributed to the survival of Ae. aegypti are high oxygen content of water, temperature at 25-27⁰C and neutral pH. Alum known as water purifier and when dissolved into water, the water will become acid. Indonesian used alum for water purifier because alum is very cheap and easily obtained. The purpose of this research is to evaluate ovisidal effect of alum in Unjani Parasitology Laboratory water to eggs hatching of Ae. aegypti and to determine the most effective concentration of alum to inhibit eggs hatching. This research is an experimental design, with three concentration and one negative control and three times repetition. Alum concentration that used in this study were 1%, 0,5%, 0,25%. The data were analyzed using Anova tes continued with post hoc test. The result showed that alum can inhibit eggs hatching of Ae. aegypti in 1% concentration. There were significant differences of various alum, the number of eggs hatched was decreasing. All concentration were effective to inhibit 50% eggs hatching of Ae. aegypti. The most effective consentration is 1% alum. As conclution, alum has ovisidal effect to Ae. aegypti eggs.

Key words: *Aedes aegypti, alum, ovisidal*

PENDAHULUAN

Penyakit demam berdarah dengue (DBD) merupakan penyakit infeksi yang sering menimbulkan kejadian luar biasa. DBD merupakan masalah kesehatan yang banyak terjadi di daerah tropis maupun subtropis.¹ World Health Organization (WHO) memperkirakan ada 50 juta infeksi dengue di seluruh dunia setiap tahun. Pada tahun 2010 terdapat 2.388.323 kasus pertahun dan pada tahun 2011 terdapat 2.082.811 kasus pertahun angka kejadian ini masih cukup tinggi. Asia Tenggara dengan jumlah populasi 1,5 milyar

penduduk, sekitar 1,3 milyar tinggal di daerah yang beresiko DBD.^{2,3} Pada tahun 2013 di Indonesia kasus DBD dengan jumlah penderita sebanyak 112.511 orang, dengan angka kematian sebanyak 871 penderita, sedangkan pada tahun 2012 tercatat 90.245 penderita DBD dengan angka kematian 816 orang.¹ Jawa Barat merupakan provinsi dengan kasus DBD terbesar pada tahun 2009 yaitu sebanyak 37.861 kasus. Pada tahun 2012 angka kejadian di Jawa Barat 43,79 per 100.000 penduduk dengan *case fatality rate* (CFR)

34,39%.⁴ CFR di Kota Cimahi terdapat beberapa kali peningkatan dari target CFR (<1%) yaitu pada tahun 2010 dengan CFR 1,84%, pada tahun 2011 dengan CFR 2,44% dan pada tahun 2012 mengalami penurunan menjadi 0,6%.⁵⁻⁶

Air adalah salah satu media untuk penetasan telur nyamuk. Setiap jenis air tersebut mempunyai kondisi tertentu yang dapat mempengaruhi penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti* faktor-faktor yang mempermudah pertumbuhan telur nyamuk antara lain adalah jenis wadah yang mudah menyerap air dan kasar, warna wadah yang lebih gelap, air yang jernih, suhu air 25-27⁰C, kelembaban 73%-86%, cahaya gelap, kandungan oksigen yang tinggi, kondisi lingkungan setempat dan pH air netral (6-7), pH air ini cukup bervariasi tergantung jenis air serta letak geografis.⁷⁻⁹

Tawas (alum) adalah kelompok garam berhidrat berupa Kristal. Tawas merupakan senyawa kimia dengan rumus Al₂ (SO₄)₃ yang berfungsi atau dapat digunakan untuk menjernihkan air dengan proses koagulasi. Banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk penjernih air.¹⁰⁻¹¹ Tawas efektif bekerja dalam rentang pH 4-8, proses koagulasi tidak akan terjadi dibawah atau diatas pH tersebut.¹²⁻¹⁵ Salah satu sifat dari larutan tawas adalah bersifat asam apabila sudah dilarutkan ke dalam air, sifat asam ini juga

mempengaruhi kadar oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah, pH air berkisar 4-5, pH air sangat berpengaruh terhadap penetasan telur *Ae. aegypti* dan metamorfosis telur menjadi larva.⁸ Kadar maksimal tawas yang dapat digunakan untuk sehari-hari sekitar 10 gram dalam 1000 ml air.⁸⁻⁹ Untuk menentukan konsentrasi tawas pada air di suatu tempat, harus dilakukan *Jar Test* terlebih dahulu, yaitu suatu prosedur tes dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* agar proses koagulasi dan flokulasi berjalan dengan baik.¹⁸⁻¹⁹ Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 1%, 0,5% dan 0,25% merupakan hasil dari *Jar Test*. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Yuliana Rohan Bria dan Widiarti menggunakan konsentrasi 1,96 g/dl pada air sumur, dapat menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* sebesar 50% dan pH air menjadi asam.⁸ Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek ovisidal tawas pada air laboratorium parasitologi Unjani terhadap telur nyamuk *Ae. aegypti*.

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain; kandang nyamuk, gelas ukur 250ml, timbangan analitik, kaca pembesar, termometer, kertas pH indikator, *mixer stirrer*, kertas saring, wadah plastik.^[1]

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini, yaitu tawas $Al_2(SO_4)_3$ yang di larutkan kedalam air, nyamuk dewasa betina, marmot, air gula, kemudian telur nyamuk yang sudah berada dalam kertas saring.

Penelitian eksperimental ini menggunakan telur nyamuk *Ae. aegypti* sebagai objek penelitian. Prosedur penelitian ini melalui tahapan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan telur nyamuk

Melakukan pengambilan larva nyamuk dari tempat penampungan air di sekitar kampus Unjani, diidentifikasi larva *Ae. aegypti* kemudian ditempatkan didalam wadah berisi air dan dipelihara dalam kandang nyamuk sampai menjadi nyamuk dewasa. Setelah dewasa, nyamuk diidentifikasi kembali menggunakan kaca pembesar untuk memastikan ciri *Ae. aegypti* (terutama betina, karena yang mengisap darah hanya nyamuk betina saja) memiliki belang belang berwarna putih pada tubuhnya. Dalam kandang nyamuk telah disiapkan pula wadah berisi air gula yang diserapkan pada lilitan kapas sebagai makanan nyamuk, seekor marmot yang telah dicukur bulunya untuk dihisap darahnya oleh nyamuk *Ae aegypti* betina, kemudian biarkan sampai bertelur. Selain itu disiapkan wadah berisi air dengan kertas saring sebagai tempat nyamuk tadi

bertelur. Kertas saring yang sudah mengandung telur nyamuk kemudian diambil dan dikeringkan, siap untuk dimasukkan ke dalam larutan tawas.

2. Untuk mendapatkan konsentrasi tawas yang sesuai dengan air laboratorium parasitologi Unjani, dilakukan *Jar Test* terlebih dahulu, dengan cara sebagai berikut:

Memeriksa pH (netral) dan suhu air ($25-27^{\circ}C$), setelah didapatkan pH dan suhu air yang efektif dilanjutkan dengan membuat larutan induk tawas 1% yaitu melarutkan 1 gram tawas kedalam 100 mililiter air bersih, kemudian larutan induk dilakukan pengadukan cepat selama 10 menit dengan kecepatan 100 rpm (*revolution per minute*) dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 20 menit dengan kecepatan 20 rpm. Persiapkan 5 sampel air yang akan diuji, masing masing diisi dengan 50ml air. Tambahkan 50ml larutan induk ke dalam sampel air baku pertama dilanjutkan dengan pengadukan cepat selama 10 menit dengan kecepatan 100 rpm dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 20 menit dengan kecepatan 20 rpm. 50ml larutan pertama dimasukan ke sampel air baku kedua lalu dilanjutkan dengan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm selama 10 menit dan 20 rpm selama 20 menit. 50ml larutan kedua dimasukan

kedalam larutan sampel air baku ketiga dilanjutkan dengan pengadukan 100 rpm selama 10 menit dan pengadukan 20 rpm selama 20 menit. 50ml larutan ketiga dimasukan kedalam larutan sampel air baku keempat dilanjutkan dengan pengadukan 100 rpm selama 10 menit dan 20 rpm selama 20 menit. 50ml larutan keempat dimasukan kedalam sampel air baku kelima dilanjutkan dengan pengadukan 100 rpm selama 10 menit dan 20 rpm selama 20 menit. Setelah semua larutan dilakukan pengadukan, larutan dibiarkan beberapa saat untuk proses terjadinya pengendapan setelah dibiarkan beberapa menit pilih sampel dengan tingkat kekeruhan yang dapat ditembus dengan cahaya matahari dan dosis tersebut merupakan dosis optimum.²³ *Jar Test* didapatkan pada konsentrasi tawas 1%, 0,5% dan 0,25% hasilnya masih terlihat jernih, sehingga pada penelitian ini digunakan konsentrasi tersebut.

3. Menguji efek ovisidal tawas pada air laboratorium parasitologi Unjani terhadap penetasan telur *Ae. aegypti*

Menyiapkan konsentrasi tawas 1%, 0,5% dan 0,25% pada beker gelas yang telah diberi label sesuai konsentrasi, kemudian memasukan 25 butir telur *Ae. aegypti* (pada kertas saring) tiap konsentrasi tawas, secara hati hati,

perhitungan telur dibantu dengan menggunakan kaca pembesar. Sebelum dimasukan telur *Ae. aegypti* dilakukan pengukuran suhu terlebih dahulu dengan menggunakan thermometer air dan pengukuran pH menggunakan kertas pH indikator. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 4 hari, dicatat berapa telur yang menetas menjadi larva kemudian larva dibiarkan hingga mati, kemudian dilakukan tiga kali pengulangan sesuai standar WHO.²⁰ Hasil penelitian diuji dengan menggunakan uji statistik *One Way analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan jumlah telur nyamuk *Ae. aegypti* yang dapat menetas menjadi larva.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *Jar test* pada air Laboratorium Parasitologi Unjani.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa setelah dilakukan *Jar test* pada air laboratorium parasitologi Unjani didapatkan bahwa konsentrasi yang dapat digunakan adalah 1%; 0,5%; 0,25%, pada ketiga dosis ini didapatkan air tidak keruh setelah pemberian tawas, hal ini disebabkan dosis tawas sebagai flokulator pada ketiga konsentrasi ini sesuai sehingga air tidak menjadi keruh, dosis tawas yang tidak sesuai sebagai flokulator mengakibatkan proses flokulasi tidak

berjalan dengan baik sehingga air menjadi keruh, konsentrasi yang keruh tidak dapat digunakan pada percobaan ini. Kekeruhan air setelah *Jar test* diukur dengan cara melihat apakah air dapat ditembus oleh cahaya matahari atau tidak. Apabila dapat ditembus oleh cahaya matahari artinya air

tidak keruh. Penilaian kekeruhan air ini masih bersifat subjektif, penilaian kekeruhan air lebih baik menggunakan *turbidity meter* karena akan memberikan hasil yang lebih akurat dan tidak bersifat subjektif.

Tabel 1 Hasil *Jar test* pada air Laboratorium Parasitologi Unjani

Konsentrasi (%)	Suhu (°C)	pH awal	pH setelah jar test	Tingkat kekeruhan
1	26	6	4	Tidak keruh
0,5	26	6	5	Tidak keruh
0,25	26	6	5	Tidak keruh
0,125	26	6	5	Keruh
0,0625	26	6	5	Keruh

Keasaman (pH) air sebelum diberikan tawas adalah 6, hal ini sesuai dengan syarat kerja tawas sebagai flokulator, pH harus berkisar 4-8. Apabila pH dibawah rentang tersebut proses flokulasi tidak akan berjalan dengan baik. Suhu air 26⁰C juga sesuai dengan syarat kerja tawas sebagai flokulator. Setelah diberikan tawas pH menjadi lebih asam, hal ini disebabkan oleh karena tawas memiliki sifat asam. Pada konsentrasi 1% didapatkan pH air 4, sedangkan pada konsentrasi 0,5% dan 0,25% didapatkan pH air 5. Penelitian *Jar test* belum pernah dilakukan di laboratorium parasitologi Unjani, akan tetapi dari penelitian yang telah dilakukan oleh Ayundyahrini M dkk. mengenai estimasi dosis aluminium sulfat

pada air menggunakan metode *genetic algorithm* menunjukkan semakin tinggi dosis tawas maka pH air akan menjadi asam, dosis tawas yang optimal akan mengakibatkan tingkat kekeruhan air akan menurun.¹²

Efek Ovisidal Tawas Terhadap Penetasan Telur *Ae. aegypti*:

Hasil pengamatan jumlah penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti* setelah pemberian tawas selama 96 jam pada konsentrasi tawas 1%; 0,5%; 0,25% dapat dilihat pada Tabel 2^[11]. Berdasarkan Tabel 2 jumlah dan presentase telur yang tidak menetas paling banyak didapatkan pada konsentrasi 1% yaitu sebanyak 19 telur (76%), pada konsentrasi ini air lebih asam dibandingkan dengan konsentrasi

sebelumnya, suasana air yang asam ini memengaruhi penetasan dan metamorfosis telur *Ae. aegypti*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuliana dkk. bahwa pH air yang asam

akan mempengaruhi penetasan telur *Ae. aegypti*.⁸ PH air yang asam ini juga memengaruhi lapisan luar dari dinding telur yang tersusun atas protein.²²

Tabel 2 Jumlah dan persentase telur yang tidak menetas setelah pemberian tawas

Konsentrasi (%)	Jumlah telur coba	Jumlah telur tidak menetas (%)				Jumlah rata-rata telur tidak menetas ±SD	Rata-rata persentase telur yang tidak menetas ±SD	p
		Pengulangan						
		1	2	3	4			
1	25	19(76)	18(72)	20(80)	19(76)	19±8,16	76±3,2	0,00
0,5	25	18(72)	18(72)	16(64)	16(64)	17±1,15	68±4,6	
0,25	25	16(64)	16(64)	16(64)	16(64)	16±0	64±0	
Kontrol	25	10(40)	10(40)	10(40)	10(40)	10±0	40±0	

Protein yang melapisi dinding telur akan menjadi terlarut ketika dimasukan ke dalam larutan tawas yang bersifat asam sehingga menyebabkan cairan yang berada didalam sel telur akan keluar tak terkendali. Nutrisi didalam sel akan berkurang ketika cairan di dalam sel keluar, hal tersebut mengakibatkan telur menjadi tidak menetas dan mati.²² Tawas juga memengaruhi metamorfosis dari telur nyamuk itu sendiri, kemungkinan larutan tawas yang asam ini masuk melalui *mycropyles* telur *Ae. aegypti* yang mengakibatkan pembentukan *juvenile hormone* dari telur *Ae. aegypti* ini terhambat.

Juvenile hormone adalah salah satu hormon yang berfungsi untuk proses metamorfosis atau perubahan dari telur

menjadi larva yang nantinya hormon ini sangat berpengaruh terhadap *moulting* (penyilihan kulit) atau perubahan dari larva instar satu hingga empat. Suasana yang asam ini juga akan berpengaruh terhadap metabolisme dari sel telur mengakibatkan telur menjadi mati atau tidak menetas.²³ Penelitian lain yang dilakukan oleh Shaabad dkk. mengenai efek tawas terhadap larva *Ae. aegypti* menyebutkan bahwa kemungkinan tawas dapat memengaruhi proses metabolisme dan struktur dinding pada larva *Ae. aegypti*, serta menurunkan organisme dan tumbuhan yang hidup di dalam air, sehingga telur yang menetas menjadi larva tidak akan bertahan lama pada larutan tawas karena struktur dinding dan metabolisme pada larva *Ae. aegypti* akan

terganggu, yang menyebabkan larva mati.¹⁰

Hasil perhitungan presentase efek tawas terhadap penetasan telur *Ae. aegypti* kemudian dianalisis secara statistik dengan uji *one-way* ANOVA. Hasil pengujian menunjukkan $p < 0,001$ ($p \leq 0,05$) sehingga terdapat perbedaan yang sangat signifikan jumlah telur nyamuk *Ae. aegypti* yang menetas antar kelompok. Maka selanjutnya dilakukan uji *Post-hoc* untuk mengetahui

konsentrasi mana yang memiliki perbedaan yang bermakna. Hasil uji *Post-hoc* dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 Hasil uji *Post-hoc* menunjukkan bahwa semua konsentrasi uji terdapat perbedaan jumlah penetasan telur *Ae. aegypti* apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif $p = 0,000$ ($p < 0,05$), berarti terbukti bahwa pemberian tawas menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*.

Tabel 3 Hasil uji lanjutan efek pemberian tawas pada berbagai konsentrasi dibandingkan dengan kontrol

Konsentrasi	Rata-rata persentase telur yang tidak menetas \pm SD	p
1	76 \pm 3,2	0,000*
0,5	68 \pm 4,6	0,000*
0,25	64 \pm 0	0,000*
Kontrol	40 \pm 0	

Keterangan : p= *Post-hoc* test dibandingkan kontrol * $p < 0,001$

Berdasarkan Tabel 3 Hasil uji *Post-hoc* berbagai konsentrasi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya menunjukkan bahwa konsentrasi 1% memiliki perbedaan yang sangat bermakna apabila dibandingkan dengan konsentrasi 0,25% maupun 0,5% $p = 0,000$ ($p < 0,05$), sedangkan konsentrasi 0,5% tidak berbeda bermakna apabila

dibandingkan dengan konsentrasi 0,25% $p = 0,174$ ($p > 0,05$). Konsentrasi 1% sama dengan 1g/ml, paling banyak menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* secara signifikan dibandingkan dengan kelompok lainnya yang memiliki kesamaan dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*.

Tabel 4 Hasil uji lanjutan efek pemberian tawas pada berbagai konsentrasi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya

Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)	Rata-rata persentase telur yang tidak menetas \pm SD	p
0,25	Kontrol	40 \pm 0	0,000*
	0,5	68 \pm 4,6	0,174
	1	76 \pm 3,2	0,000*
0,5	Kontrol	40 \pm 0	0,000*
	0,25	64 \pm 0	0,174
	1	76 \pm 3,2	0,014*
1	Kontrol	40 \pm 0	0,000*
	0,5	68 \pm 4,6	0,000*
	0,25	64 \pm 0	0,000*

Keterangan : *p<0,05

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yuliana Rohan Bria dkk. tawas pada air sumur dapat menurunkan daya tetas telur *Ae. aegypti* jika diberikan dalam konsentrasi yang adekuat yaitu 0,28%; 0,19%; 0,13%, tetapi konsentrasi yang paling bermakna dibandingkan dengan konsentrasi lainnya adalah 0,28%. Kemungkinan terdapat perbedaan konsentrasi yang digunakan pada air Laboratorium Parasitologi Unjani dengan air sumur di Balai Litbang Reservoir kemungkinan terdapat perbedaan pH sumber mata air yang akan memengaruhi dosis tawas yang digunakan.⁸

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan simpulan bahwa pemberian tawas pada air di laboratorium parasitologi Unjani efektif menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*, dengan kata lain tawas memiliki efek ovisidal. Konsentrasi tawas yang paling

efektif dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* adalah konsentrasi 1%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementrian Kesehatan RI. Profil kesehatan Indonesia 2014. www.depkes.go.id.2014. [diunduh tanggal 28 juni 2015].
2. World Health Organization (WHO). About vector borne disease. WHO. Geneva. 2014.
3. World Health Organization (WHO). A global brief on vector borne disease. WHO. Geneva. 2014.
4. Info Datin Demam Berdarah. Situasi demam berdarah di Indonesia. www.depkes.go.id. 2012. [diunduh tanggal 28 juni 2015].
5. Dinas Kesehatan Kota Bandung. Profil kesehatan Jawa Barat <http://dinkes.bandung.go.id/wp->

- content/uploads/2013/10/BAB-III-PROFIL- KESEHATAN-KOTA-BANDUNG-TAHUN-12.pdf.2013. [diunduh tanggal 28 juni 2015].
6. Dinas kesehatan. Data kasus demam berdarah dengue. Dinkes. Cimahi. 2012.
 7. Soegianto S. Demam berdarah dengue. Edisi 2. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair; 2006: 247-257.
 8. Bria Y R, Widiarti. Pengaruh konsentrasi tawas pada air sumur terhadap daya tetas telur nyamuk *Aedes aegypti* di laboratorium. Jurnal vektora 2010; 2: 1-11.
 9. Hartanto H, dr, Pardede Sri Kartini. Kimia organik. Jakarta:Hipokrates; 2009: 21-24.
 10. Shabad, Preet a.sneha. Biochemical evidence of efficacy of potash alum for the control of dengue vector *Aedes aegypti* (Linnaeus). Parasitol res 2011; 108: 1533- 1539.
 11. Austin, George T. Shreve's chemical process Industries. 5th Ed. New York: mcGraww-Hill; 2005: 357.
 12. Ayundyahrini M, A Effendie R, Gamayanti N, Estimasi dosis alumunium sulfat pada air menggunakan metode genetic algorithm. Jurnal teknik pomits 2013;2,2301-05.
 13. Juliana Tri, Apriliani E. Optimasi Penggunaan Koagulan dalam proses penjernihan air. Jurnal sains dan seni pomits 2011;2:2337-3520.
 14. Ningsih Riyan. Pengaruh pembubuhan tawas dalam menurunkan TSS pada air limbah. Jurnal kesmas 2011;6:79-86.
 15. Puspitasari Mega, Adi Wahyono. Efektivitas $AL_2(SO_4)_3$ dan $FeCl_3$ dalam pengolahan air menggunakan gravel bed flocculator. Jurnal Teknik Pomits 2014;3:2337-39.
 16. Ester Monica, Widyastuti Palupi. Pedoman mutu air minum. Jakarta: EGC; 2005: 10-13.
 17. Haslindah, Zulkifli. Analisis jumlah koagulan tawas yang digunakan dalam air PDAM. Iltek 2012;7:45-51.
 18. Noblet James A. A Jar test study on the use of alum for turbidity. california.Department of chemistry and biochemistry University San Bernadio. 2012.
 19. Samuel D. Faust, Osman M aly. Chemistry of water treatment. 2nd ed. Chelsea: Ann Arbor Press; 1999: 720.
 20. World Health organization (WHO). Guidline for laboratory testing of

- mosquito larvacides. WHO. Geneva. 2005.
21. Dahlan S, editors. Statistik untuk kedokteran dan kesehatan: deskriptif, bivariat, dan multivariate. Edisi 3. Jakarta: Salemba Medika;2008: 84-119.
22. Mayang Intan, S Umiana T, Sidharti L, Kurniawan Betta. The effects of krisan flower extract as ovicide of *Aedes aegypti* EGG. J Majority 2015;4:1-6.
23. Lukman Aprizal. Peran hormon dan sistem enzim dalam metamorfosis serangga. Jurnal vektora 2009;2:42-45.