

## Kemampuan *Direct Current* Yang Diubah Menjadi *Alternating Current* Dalam Menghambat Perkembangan Telur Nyamuk *Aedes Aegypti*

Lukman Hakim, Endang Pujiastuti, Asep Jajang Kusnandar

Loka Litbang P2B2 Kemenkes RI Ciamis  
Email: lukman@litbang.depkes.go.id

### Abstract

*Pre-adult dengue vector is controlled through management of the environment and the use of insecticides, although they have not yet entirely reduced dengue cases. Development of method to control dengue vector physically have been conducted using electric current device converting DC into AC current. The study was conducted in three stages, aimed to find the effectiveness of the device applied with 8 electric current (AC) strengths, the application of time-contact of the current (8 kinds), and water volume (8 kinds) in the container of the device, in killing Aedes aegypti eggs. The results showed, the device could inhibit the development of Aedes aegypti eggs 86.7% at average. The most effective electric strength to kill 50% mosquitoes' egg was 1.2 volt. On the other hand, variation of time-contact application and water volume of the device did not influence the effectiveness of the device. Since the device could not inhibit the development of Aedes aegypti eggs up to 95%, it was concluded that the AC device is not effective against aquatic stages (pre-adult) mosquito, and cannot be developed as a device to control dengue vector.*

**Keywords:** *electricity, mosquito eggs, dengue fever, vector eradication*

### Abstrak

Pemberantasan vektor Dengue stadium pra dewasa, dilakukan melalui penataan lingkungan dan penggunaan insektisida, meskipun belum sepenuhnya dapat menurunkan kasus DBD. Saat ini telah dilakukan pengembangan secara fisik metode pengendalian vektor DBD menggunakan perangkat listrik dengan mengubah arus listrik DC menjadi AC. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yang bertujuan untuk menemukan efektivitas perangkat listrik dalam membunuh telur *Aedes aegypti* dengan menggunakan arus listrik 8 variasi (AC) kekuatan, yang diaplikasikan saat ini dengan waktu-kontak (8 variasi), dan volume air *container* (8 variasi). Hasil penelitian menunjukkan, perangkat listrik tersebut dapat menghambat perkembangan telur *Aedes aegypti* rata-rata 86,7%. Kekuatan listrik yang paling efektif untuk membunuh telur nyamuk sampai 50% adalah 1,2 volt. Di sisi lain, variasi dari alat listrik ini yang diaplikasikan dengan waktu-kontak dan volume air tidak berpengaruh terhadap efektivitas perangkat listrik. Karena perangkat listrik tersebut tidak dapat menghambat perkembangan telur nyamuk *Aedes aegypti* sampai 95%, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat arus listrik AC tidak efektif terhadap pemberantasan nyamuk pada stadium (pre-dewasa), dan tidak dapat dikembangkan sebagai perangkat listrik untuk mengendalikan vektor DBD.

**Kata kunci:** Arus listrik, Telur nyamuk, Demam berdarah, Pemberantasan vektor

### Pendahuluan

Pemberantasan vektor belum sepenuhnya berhasil menekan populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang menjadi vektor utama demam berdarah dengue (DBD)<sup>1</sup> sehingga penularan virus *dengue* masih tinggi.<sup>2</sup> Hal ini tergambar dari masih

tingginya kasus DBD di Indonesia, misalnya jumlah kasus tahun 2008 sebanyak 137.469 orang dengan kematian 1.187 orang serta tahun 2009 sebanyak 154.855 orang dengan kematian 1.384 orang atau CFR 0,89%.<sup>3</sup>

:

Terhadap stadium pra-dewasa, metode pengendalian yang dilakukan adalah penataan lingkungan<sup>4</sup> juga dengan penggunaan insektisida yaitu abate.<sup>5</sup> Penataan lingkungan misalnya dengan menutup, menguras dan mengubur atau 3 M<sup>6</sup> belum bisa dilaksanakan sepenuhnya karena belum dilakukan oleh seluruh masyarakat, akibatnya dari beberapa survei yang dilakukan, angka jentik *Aedes* spp. Di beberapa daerah masih tinggi.<sup>7</sup> Penggunaan abate juga tidak bisa dilakukan terus menerus dalam waktu lama di suatu wilayah karena akan menimbulkan resistensi nyamuk terhadap insektisida yang digunakan karena nyamuk mampu mengembangkan antibodi untuk meningkatkan kekebalan terhadap insektisida.<sup>7</sup>

Dalam upaya mengembangkan metoda pengendalian nyamuk *Aedes* spp. Stadium pra-dewasa, telah dilakukan uji kemampuan alat dengan memanfaatkan arus listrik *direct current* (DC) yang diubah menjadi *alternating current* (AC) yang merupakan metode pengendalian secara fisika. Ketika arus listrik dikontakkan, akan berpengaruh terhadap sistem listrik dalam telur nyamuk uji yang mengakibatkan perkembangannya menjadi jentik akan terhambat. Dari penelitian di Jepang, diketahui mikroorganisme dan jentik dalam air akan mati bila dialiri energi listrik arus AC sebesar 4 volt selama kurang lebih 3,5 menit.<sup>8</sup> Penelitian lain menunjukkan bahwa jentik nyamuk pergi menjauh bila dialiri aliran listrik 2-6 volts.<sup>9</sup> Sedangkan dari penelitian laboratorium di Italia dengan cara mengalirkan listrik melalui logam tembaga ke dalam air tempat pemeliharaan telur *Aedes albopictus*, menunjukkan bahwa peningkatan aliran listrik berhubungan erat dengan penurunan jumlah nyamuk uji dewasa yang berhasil menetas; makin besar listrik dialirkan ke dalam air, makin sedikit nyamuk yang menjadi dewasa.<sup>10</sup>

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kemampuan alat dengan arus listrik DC yang diubah menjadi AC dalam menghambat perkembangan telur nyamuk *A. aegypti*.

## Metode

Penelitian ini dilaksanakan dalam 3 tahapan yaitu tahap (I) untuk menghitung kekuatan arus AC yang menghambat perkembangan telur 50% (LD50), tahap (II) untuk menghitung waktu kontak yang menghambat perkembangan telur 50% (LT50) menggunakan alat berkekuatan LD50, dan tahap (III) untuk menghitung volume air container yang menghambat perkembangan telur 50% (LV50) menggunakan alat LD50.

Penelitian dilakukan dengan eksperimen semu dengan perlakuan dan kontrol. Pada perlakuan, semua air pada kontainer pemeliharaan telur nyamuk uji, dihubungkan dengan konduktor yang dialiri arus AC; pada kontrol, semua air pada kontainer pemeliharaan telur nyamuk uji dihubungkan dengan konduktor yang tidak dialiri arus AC. Variabel *independent* pada tahap (I) adalah 8 variasi kekuatan arus AC, pada tahap (II) adalah 8 variasi waktu kontak dan pada tahap (III) adalah 8 variasi volume air; sedangkan variabel *dependent* adalah prosentase telur nyamuk yang dihambat perkembangannya.

### Tahap (I)

Alat yang diuji kemampuannya adalah alat yang dibuat khusus terdiri dari sumber daya yaitu baterai kering berkekuatan 9 volt, rangkaian *inverter*, konduktor, kabel, dan papan PCB. Alat terdiri 8 jenis dengan *output* AC 1 volt, 2 volt, 3 volt, 4 volt, 5 volt, 6 volt, 7 volt dan 8 volt. Sumber tenaga (DC) dari baterai, dihubungkan dengan kabel ke rangkaian *inverter* untuk diubah menjadi

AC. Selanjutnya, dihubungkan dengan konduktor kawat tembaga (diameter 0,3 cm, panjang 25 cm) dan dipasang saklar untuk menghidupkan dan mematikan (*on* dan *off*) alat.

Bahan uji adalah 385 butir telur nyamuk untuk 8 jenis perlakuan dan 1 kontrol dimasukkan dalam baki-baki jentik plastik, yang diletakkan berjajar di rak insektarium dan diisi air sampai ketinggian  $\pm 2,5$  cm; selanjutnya dialirkan aliran listrik (AC) selama 7 menit dari alat dengan cara mencelupkan bagian konduktor alat ke dalam air pada baki jentik. Setelah alat diangkat, telur nyamuk dipelihara terus selama 4 hari, dihitung dan dicatat jumlah telur yang menetas jadi larva. Uji coba ini dilakukan dengan 4 kali pengulangan.

Data telur yang tidak menetas (dihambat perkembangannya), dianalisis dengan *post hoc test* untuk mengetahui perbedaan kemampuan menghambat perkembangan telur pada masing-masing kekuatan AC. Apabila terdapat perbedaan bermakna, dilanjutkan dengan analisis regresi probit untuk menghitung kekuatan alat yang mampu menghambat perkembangan telur nyamuk 50% (LD50).

#### Tahap (II)

Alat yang diuji kemampuannya adalah alat yang sama dengan uji tahap (I) tapi hanya menggunakan satu jenis kekuatan AC yaitu LD50 hasil uji tahap (I). Uji kemampuan alat diaplikasikan ke dalam baki jentik yang sama dengan uji tahap (I), dengan 8 perlakuan variasi waktu kontak (1,5 menit, 2,5 menit, 3,5 menit, 4,5 menit, 5,5 menit, 6,5 menit, 7,5 menit dan 9,5 menit) dan kontrol. Uji dilakukan dengan 4 kali pengulangan. Pelaksanaan uji, pemeliharaan telur setelah diuji dan pencatatan kemampuan alat menghambat perkembangan telur nyamuk, sama dengan cara yang dilakukan pada uji tahap (I).

Data telur yang tidak menetas pada tahap (II), dinalisis beda nyata untuk mengetahui perbedaan besar penghambatan perkembangan telur nyamuk antara perlakuan dan kontrol. Dilakukan analisis *post hoc test* untuk mengetahui perbedaan tingkat penghambatan perkembangan telur pada masing-masing waktu kontak. Bila terdapat perbedaan bermakna, dilanjutkan dengan analisis regresi probit guna menghitung waktu kontak untuk menghambat perkembangan telur nyamuk 50% (LT50).

#### Tahap (III)

Alat yang diuji sama dengan alat uji pada tahap (II) (LD50), diaplikasikan ke dalam kontainer yaitu toples bulat dengan 8 variasi volume air (0,5 liter, 1 liter, 1,5 liter, 2 liter, 2,5 liter, 3 liter, 3,5 liter dan 4 liter) dan kontrol. Pelaksanaan uji, pemeliharaan telur setelah diuji dan pencatatan kemampuan alat menghambat perkembangan telur nyamuk, sama dengan cara yang dilakukan pada uji tahap (II).

Data telur yang tidak menetas pada tahap (III), dinalisis beda nyata untuk mengetahui perbedaan besar penghambatan perkembangan telur nyamuk antara perlakuan dan kontrol. Selanjutnya, dilakukan analisis *post-hoc test* untuk mengetahui perbedaan tingkat penghambatan perkembangan telur pada masing-masing volume air kontainer. Apabila terdapat perbedaan bermakna, dilanjutkan dengan analisis regresi probit untuk menghitung volume untuk menghambat perkembangan telur nyamuk 50%.

#### Hasil

Uji kemampuan alat tahap (I) yang berdasarkan 8 jenis kekuatan arus listrik, menunjukkan jumlah telur nyamuk yang diuji secara keseluruhan adalah 12.318 butir, yaitu pada pengulangan-1 sebanyak 3.084 butir, pengulangan-2 sebanyak 3.078

butir, pengulangan-3 sebanyak 3.084 butir dan pada pengulangan-4 sebanyak 3.072 butir.

Tabel 1 menunjukkan telur yang terhambat perkembangannya dan tidak menetas jadi jentik sebanyak 10.678 butir

(86,7%). Jumlah telur nyamuk uji pada kontrol sebanyak 1.540 butir, yang terhambat perkembangannya sebanyak 107 butir (6,9%).

**Tabel 1. Jumlah Telur Nyamuk *Aedes aegypti* yang Diuji dan Terhambat Perkembangannya per Voltase Alat**

Voltase Alat	Juml Telur	Perkembangan telur			
		Jadi Jentik		Terhambat	
		f	%	F	%
Kontrol	1540	1433	93,1	107	6,9
1 volt	1539	423	27,5	1116	72,5
2 volt	1541	401	26,0	1140	74,0
3 volt	1541	362	23,5	1179	76,5
4 volt	1537	297	19,3	1240	80,7
5 volt	1539	97	6,3	1442	93,7
6 volt	1545	44	2,8	1501	97,2
7 volt	1532	16	1,0	1516	99,0
8 volt	1544	0	0,0	1544	100,0
Juml.	12318	1640	13,3	10678	86,7

f: frekuensi

Di antara 8 alat dengan variasi kekuatan listrik, yang paling tinggi menghambat perkembangan telur nyamuk adalah alat berkekuatan 8 volt yaitu 100%, paling rendah alat berkekuatan 1 volt (72,5%).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa penghambatan perkembangan telur berbeda antara kontrol dan perlakuan ( $F = 924,7$  dan  $P \text{ value} < 0,01$ ). Tingkat kemampuan menghambat perkembangan telur pada perlakuan masing-masing kekuatan aliran AC sebagian besar berbeda antara satu dengan lainnya, kecuali pada kekuatan 1 volt tidak berbeda dengan 2 volt ( $P \text{ value} 0,283$ ), pada kekuatan 6 volt

tidak berbeda dengan 7 volt ( $P \text{ value} 0,191$ ), dan pada kekuatan 7 volt tidak berbeda dengan 8 volt ( $P \text{ value} 0,441$ ).

Uji lanjutan menunjukkan bahwa kekuatan aliran listrik yang menghambat perkembangan telur sebesar 50% (LD50) adalah 1,184 (dibulatkan 1,2 volt). Karena itu untuk uji tahap selanjutnya, dilakukan dengan menggunakan alat kekuatan 1,2 volt.

Tabel 2 menunjukkan hasil uji kemampuan tahap (II) menggunakan alat dengan LD50 hasil uji tahap (I) dengan 8 variasi waktu kontak aliran listrik. Pada 4 pengulangan menunjukkan jumlah telur yang dihambat perkembangannya adalah

50,1% yaitu 4.002 butir dari 7.990 butir telur yang diuji, atau yang menetas menjadi jentik sebesar 49,9 %. Sedangkan pada kontrol, jumlah telur yang terhambat perkembangannya sebesar 48,8% yaitu 3.911 butir telur dari 8.007 butir telur yang diuji.

Secara keseluruhan, yang paling tinggi menghambat perkembangan telur nyamuk adalah alat berkekuatan 1,2 volt dengan waktu kontak 3,5 menit (53,4%), paling rendah adalah 7,5 menit (44,7%) .

Hasil analisis data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penghambatan perkembangan telur pada perlakuan tidak berbeda dengan kontrol, juga tidak berbeda di antara masing-masing perlakuan (*P value* = 0,548). Ini menunjukkan bahwa variasi waktu kontak aliran listrik dengan telur nyamuk, tidak berpengaruh pada tingkat terhambatnya perkembangan telur nyamuk.

Dengan demikian, tidak dilanjutkan dengan analisis lanjutan untuk menghitung waktu kontak yang menghambat 50% telur nyamuk (LT50).

**Tabel 2. Jumlah Telur Nyamuk *Aedes aegypti* yang Diuji dan Terhambat Perkembangannya per Waktu Kontak**

Waktu Kontak	Kelompok	Jumlah Telur	Perkembangan telur			
			Jadi Jentik		Terhambat	
			F	%	f	%
1,5 menit	Perlakuan	998	471	47,2	527	52,8
	Kontrol	1000	517	51,7	483	48,3
2,5 menit	Perlakuan	998	489	49,0	509	51,0
	Kontrol	1000	509	50,9	491	49,1
3,5 menit	Perlakuan	1000	466	46,6	534	53,4
	Kontrol	998	510	51,1	488	48,9
4,5 menit	Perlakuan	998	480	48,1	518	51,9
	Kontrol	1000	507	50,7	493	49,3
5,5 menit	Perlakuan	998	514	51,5	484	48,5
	Kontrol	1000	522	52,2	478	47,8
6,5 menit	Perlakuan	998	500	50,1	498	49,9
	Kontrol	1007	486	48,3	521	51,7
7,5 menit	Perlakuan	1000	553	55,3	447	44,7
	Kontrol	999	511	51,1	488	48,9
8,5 menit	Perlakuan	1002	517	51,6	485	48,4
	Kontrol	1003	534	53,2	469	46,8
Jumlah	Perlakuan	7990	3990	49,9	4002	50,1
	Kontrol	8007	4096	51,2	3911	48,8

Tabel 3 berikut menunjukkan hasil uji kemampuan tahap (III) menggunakan alat dengan LD50 hasil uji tahap (I) dengan variasi volume *container* air. Pada 4 pengulangan didapatkan hasil jumlah telur yang dihambat perkembangannya adalah 47,10% yaitu 3.770 butir dari 8.004 butir telur yang diuji, atau yang menetas menjadi jentik sebesar 52,90%. Pada kontrol, jumlah telur yang terhambat perkembangannya adalah 47,36% yaitu 3.789 butir telur dari 8.001 butir telur yang diuji. Secara keseluruhan, yang paling tinggi menghambat perkembangan telur nyamuk adalah pada volume 0,5 liter

(49,85%), yang paling rendah adalah pada volume 2 liter (46,2%).

Hasil analisis data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penghambatan perkembangan telur pada perlakuan tidak berbeda dengan kontrol, juga tidak berbeda di antara masing-masing perlakuan ( $P\ value=0,086$ ). Ini menunjukkan bahwa variasi volume air *container* yang dialiri AC tidak berpengaruh pada tingkat terhambatnya perkembangan telur nyamuk. Dengan demikian, tidak dilanjutkan dengan analisis lanjutan untuk menghitung volume air *container* yang menghambat 50% telur nyamuk (LV50).

**Tabel 3. Jumlah Telur Nyamuk *Aedes aegypti* yang Diuji dan Terhambat Perkembangannya per Volume Air Kontak**

Volume Air	Kelompok	Jumlah Telur	Perkembangan telur			
			Terhambat		Jadi Larva	
			F	%	F	%
0,5 ltr	Perlakuan	1001	502	50,1	499	49,9
	Kontrol	1000	526	52,6	474	47,4
1,0 ltr	Perlakuan	997	527	52,9	470	47,1
	Kontrol	1000	518	51,8	482	48,2
1,5 ltr	Perlakuan	1000	520	52,0	480	48,0
	Kontrol	998	534	53,5	464	46,5
2,0 ltr	Perlakuan	1000	538	53,8	462	46,2
	Kontrol	1000	529	52,9	471	47,1
2,5 ltr	Perlakuan	1002	520	51,9	482	48,1
	Kontrol	1000	530	53,0	470	47,0
3,0 ltr	Perlakuan	1004	537	53,5	467	46,5
	Kontrol	1000	518	51,8	482	48,2
3,5 ltr	Perlakuan	1000	530	53,0	470	47,0
	Kontrol	1003	528	52,6	475	47,4
4,0 ltr	Perlakuan	1000	560	56,0	440	44,0
	Kontrol	1000	529	52,9	471	47,1
Jumlah	Perlakuan	8004	4234	52,9	3770	47,1
	Kontrol	8001	4212	52,6	3789	47,4

## Pembahasan

Dari uji efikasi alat berdasarkan variasi 8 kekuatan aliran listrik, diketahui bahwa aliran listrik AC yang merupakan *output* dari alat yang diuji mampu menghambat perkembangan telur *Ae-aegypti* dengan tingkat yang berbeda pada masing-masing jenis kekuatan listrik. Hasil ini menunjukkan bahwa aliran listrik berpengaruh terhadap kehidupan nyamuk stadium aquatik yang merupakan organisme yang hidup di dalam air,<sup>7</sup> tapi prosentasi penghambatannya relatif kecil, rata-ratanya hanya 86,7%. Berdasarkan analisis data, diketahui alat yang efektif menghambat perkembangan telur 50% adalah alat yang memiliki voltase 1,18 (dibulatkan 1,2 volt).

Pada uji efikasi alat berdasarkan waktu kontak menggunakan alat berkekuatan 1,2 volt, didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak tidak berpengaruh terhadap penghambatan telur nyamuk, karena dari uji beda nyata terhadap kontrol, didapatkan *P value* 0,325 dengan tingkat penghambatan terbesar pada waktu kontak 1,5 menit (52,81%). Pada uji efikasi alat berdasarkan volume air menggunakan alat berkekuatan 1,2 volt, juga didapatkan bahwa variasi volume air tidak berpengaruh terhadap penghambatan telur nyamuk karena dari uji beda nyata dengan kontrol, menghasilkan *P value* = 0,728 dengan penghambatan perkembangan telur tertinggi pada volume 0,5 liter (49,85%).

Hasil uji efikasi alat dengan kekuatan yang efektif menghambat 50% (1,2 volt) berdasarkan variasi waktu kontak aliran listrik dan volume air *container*, menunjukkan efikasi alat terhadap telur nyamuk *Ae-Aegypti* tidak dipengaruhi oleh lamanya kontak serta volume air. Dengan demikian, alat anti nyamuk pra-dewasa berdasarkan pengubahan arus listrik *direct current* menjadi *alternating current*, tidak

efektif dalam menghambat perkembangan telur nyamuk *Ae. Aegypti* karena suatu metoda pengendalian vektor bisa didefinisikan efektif apabila mampu membunuh 95% serangga target.<sup>4</sup>

Proses terjadinya aliran listrik pada tubuh makhluk hidup (manusia atau binatang) adalah ketika ada suatu kontak tubuh dengan suatu sumber listrik lalu secara simultan menyentuh tempat lain yang memiliki perbedaan potensial dengan sumber listrik tersebut; maka arus listrik akan mengalir dengan cara masuk melalui kontak pertama (*point of contact*) kemudian mengalir melalui sel-sel dalam tubuh dan keluar melalui kontak terakhir (*point of grounded*), jalur yang dilalui oleh arus listrik ini disebut *electrical pathway*.<sup>11</sup> Pada telur nyamuk yang diuji, arus listrik tidak bisa merambat *point of contact* ke *point of grounded* di dalam tubuhnya karena terhalang oleh lapisan oleh *chitin* atau lapisan zat tanduk yang mengelilingi seluruh bagian telur nyamuk. Sel tanduk tidak termasuk penghantar listrik karena tahanan jenisnya besar. Dengan demikian maka arus listrik yang keluar dari alat tidak bisa mengalir di dalam telur nyamuk sehingga tidak mempengaruhi fungsi sistem kehidupan di dalam telur nyamuk.<sup>12</sup>

Efek aliran listrik pada tubuh makhluk hidup adalah efek sengatan listrik karena kontak arus terhadap tubuh yang pada akhirnya berpengaruh pada jantung (*cardiac*) yang dapat menyebabkan *asystole*; efek lainnya adalah rusaknya pembuluh jantung (*myocardial*). Efek lain adalah pada otot tulang, juga dapat menyebabkan gejala kontraksi yang hebat (*tetanic contraction*) yang menyebabkan tubuh sulit melepaskan diri dari sumber listrik mengakibatkan sindrome pelepasan.<sup>10</sup> Arus listrik tidak bisa mengalir pada telur, sehingga efek sengatan atau arus listrik yang berpengaruh pada tubuh manusia dan binatang, tidak bisa berpengaruh pada telur nyamuk *Ae-*

:

**Saran** *aegypti*, sehingga arus listrik tidak menghambat perkembangan telur nyamuk. Dengan demikian, maka alat ini tidak bisa digunakan dalam rangka pengendalian vektor DBD khususnya stadium telur.

### Kesimpulan

Arus listrik *direct current* yang diubah menjadi *alternating current* hanya mampu menghambat perkembangan telur nyamuk *Aedes aegypti* rata-rata 86,7% dan tidak mencapai 95% atau lebih, sehingga tidak efektif untuk diterapkan dalam pemberantasan vektor demam berdarah *dengue*.

### Saran

Perlu dilaksanakan penelitian lanjutan dengan menggunakan peralatan yang memiliki kekuatan 8-10 volt dengan variasi waktu yang berbeda

### Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini, dari awal sampai selesai. Terutama kami sampaikan kepada Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa, Dewan Riset Nasional, Kementerian Negara Riset dan Teknologi. Juga kami sampaikan terima kasih kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, tim peneliti dan pembantu peneliti, Kepala Loka Litbang P2B2 Ciamis, serta semua pihak yang telah membantu.

### Daftar Rujukan

1. Boromisa RD, Rai KS, Grinstat P. Variation of the vektor competence of geographic strains of *Aedes albopictus* for Dengue 1 virus. *Journal*

*of American Mosquito Control Association*. 1987;Vol. 3:378-86.

- Gubler DJ. Epidemic Dengue Hemorrhagic Fever as a Public Health Sosial and Economic Problem in the 21st Century. *Trends Microbiol*. 2002;Vol 10:100-3.
- Kusriastuti R. Data Kasus Demam Berdarah Dengue di Indonesia tahun 2009 dan 2008. Jakarta: Ditjen PP & PL Depkes RI; 2010.
- WHO. Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Dengue dan Demam Berdarah Dengue. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 2003.
- Lawuyan HS. Pembasmian Penyakit Demam Berdarah Dengue. Kontroversi Program Pengasapan dengan Insektisida. 2009. [Cited 11-11-2010]: Available from: <http://www.geocities.com>
- Ipa M, Lasut D, Yuliasih Y, Delia T. Perilaku Masyarakat dan Indeks Jentik Vektor Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Pangandaran Kabupaten Ciamis Jawa Barat. *Inside*. 2007;Vol II (1):30-43.
- Johnson PW. Chemical Resistance in Livestock: Elizabeth Mc Arthur Agricultural Institute. Camden N.S.W.; 1998.
- Feng C, Suzuki K, Zhao S, Sugiura N, Shimada S, Maekawa T. Water Disinfection by Electrochemical Treatment. *Biosource Technology*. 2004;Vol 94:21-5.
- Christophers RS. *Aedes aegypti* (L.). The Yellow Fever Mosquito. The Life History, Bionomics and structure: Cambridge at The University Press.; 1960.
- Romi R, Di Luca M, Raineri W, Pesce M, Rey A, Giovannangeli S, et al. Laboratory and Field Evaluation of Metallic Copper on *Aedes albopictus* (Diptera : Culicidae) Larval Development. *Journal of Medical Entomology*. 2000;Vol . 37 (2):281-5.
- Bikson M. A review of hazards associated with exposure to low voltages. 2008 [cited 6-11-2009]: Available from: <http://bme.ccnycunyu.edu/>.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. An Introduction to The Study of Insect: Saunders College Publishing; 1989.