

---

# Toksisitas Insektisida Organofosfat Dan Karbamat Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*

Endang Puji Astuti<sup>1</sup> dan Rita Juliawati<sup>2</sup>

## *Toxicity of Organophosphate and Carbamate Insecticide Against Aedes aegypti Mosquitoes*

**Abstract.** *Aedes aegypti* mosquito is increasing problem of public health, being the vector responsible for Dengue and Chikungunya. Chlorpirifos (Organofosfat) and Metonil (Carbamate) were known to possess insecticide activity against insect. The study was aimed to examine effectiveness of Chlorpirifos and Metonil as insecticide against *Ae. aegypti* mosquito. Chlorpirifos has a significantly higher insecticide activity against *Ae. aegypti* than Metonil. The mosquito mortality was observed after 24 h exposure. The  $LC_{50}$  value of Chlorpirifos and Metonil were 0.64 mg/lit and 0,802 mg/lit, against *Ae. aegypti* mosquito. The mixed of both insecticide was  $LC_{50}$  value 108.04 mg/lit, this result proves that mixed of both insecticide not synergism. The result of this study suggested that Chlorpirifos more effective insecticide against *Ae. aegypti* than Metonil.

**Key Words :** *Culex quinquefasciatus*, insecticide, chlorpirifos, metonil

## PENDAHULUAN

Nyamuk adalah serangga yang dominan peranannya dalam kesehatan masyarakat. Selama ini nyamuk sebagai vektor telah menularkan berbagai penyakit seperti malaria, chikungunya, filariasis, *japanese encephalitis*, dan demam berdarah *dengue* (DBD).<sup>1</sup>

Salah satu nyamuk yang menjadi masalah kesehatan di dunia adalah *Aedes* spp. yang persebarannya sangat luas, selain ditemukan di daerah perkotaan (urban) yang padat penduduk juga ditemukan di daerah pedesaan (rural).<sup>2</sup> *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus* merupakan vektor DBD dan chikungunya, yang sampai saat ini kasus kesakitannya selalu meningkat.<sup>3</sup>

Kasus DBD pertama kali ditemukan di kota Surabaya sejak tahun 1968, na-

mun konfirmasi virologis teridentifikasi pada tahun 1972. Sejak saat itu DBD menyebar ke berbagai daerah, sehingga sampai tahun 1980 seluruh propinsi di Indonesia telah terjangkit DBD.<sup>4</sup> Peningkatan jumlah penderita DBD ini, dikarenakan berbagai faktor yaitu adanya kemudahan transportasi, meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk dan kurangnya kesadaran kesehatan dari masyarakat sendiri.<sup>5</sup>

Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan baik secara Salah satu upaya pengendalian untuk menurunkan populasi nyamuk yang banyak dipilih adalah penggunaan insektisida, karena praktis, ekonomis dan hasilnya mudah terlihat (cepat menurunkan populasi). Namun disisi lain, insektisida merupakan racun yang dapat mencemari lingkungan dan dapat menyebabkan peningkatan resistensi terhadap nyamuk.<sup>6</sup> Kasus re-

- 
1. Peneliti Loka Litbangkes Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Ciamis
  2. Pengelola Program Malaria dan Pengendalian Vektor Dinas Kesehatan Propinsi Kalimantan Tengah

sistensi juga dilaporkan oleh Widiarti *et al* (2003) bahwa nyamuk *Anopheles sundanicus* di Kokap, Kabupaten Kulonprogo DIY telah mengalami resistensi sebesar 27,08% terhadap golongan organofosfat dan karbamat melalui mekanisme enzim esterase non spesifik.<sup>7</sup>

Insektisida selain menyebabkan pencemaran lingkungan juga meracuni non target (mamalia). Penelitian Rahayu *et al* (1995), bahwa insektisida golongan karbamat mempengaruhi kehamilan mencit. Dosis 40% LD<sub>50</sub> mengakibatkan peningkatan jumlah fetus mati pada perlakuan umur kehamilan 13 hari, sedangkan pada umur 7,9 atau 11 hari menyebabkan jumlah embrio yang dire-sorpsi meningkat.<sup>8</sup>

Hal ini juga didukung dengan penelitian terhadap gejala keracunan insektisida organofosfat dan karbamat pada petani. Adanya penurunan aktivitas enzim asetilkolinesterase (AChE) pada 8 petani (28,71 %) di Desa Sisalam, 6 petani (24 %) di Desa Jagalempeni dan 5 petani (19,23 %) di Desa KedungUter. Gejala keracunan seperti sakit kepala, penglihatan kabur, mata berair, mual, kram, lemas, dada tertekan, lemah, kaku dan otot wajah kaku sering diderita sebagian besar petani walaupun kandungan AChE masih normal.<sup>9</sup>

Di bidang industri insektisida, banyak ditemukan bahan kimia yang lebih toksik, aman, ekonomis dan lebih spesifik target (sesuai target sasaran). Penemuan bahan aktif insektisida baru harus melewati uji efikasi yaitu dilihat efektivitas daya bunuh terhadap nyamuk sesuai target dan toksikologi terhadap non target.<sup>10</sup>

Penelitian ini bertujuan menentukan toksisitas formulasi insektisida golongan organofosfat (Klorpirifos) dan karbamat (Metonil) untuk membunuh atau membuat *knock down* (pingsan) nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode kontak. Selain

itu, juga untuk mengetahui sifat sinergis kedua jenis insektisida dalam membunuh nyamuk vektor.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Fakultas Pertanian, IPB Bogor selama 1 bulan (April 2007). Insektisida yang digunakan adalah formulasi bahan aktif Klorpirifos 20% (organofosfat) dan Metonil (karbamat) berbahan aktif 40% untuk mematikan atau membuat *knock down* nyamuk *Ae. aegypti*.

Masing-masing formulasi tiap perlakuan diteteskan dengan pipet secara merata pada kertas saring yang diletakkan melingkar menutupi tabung plastik. Penetasan dilakukan dengan gerakan spiral dari arah luar ke dalam. Setelah kering, kertas saring diletakkan di atas kaca.

Serangga uji yaitu nyamuk *Ae. aegypti* adalah hasil rearing di insektarium Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Nyamuk dimasukkan dalam tabung plastik yang terdapat residu insektisida sebanyak 14 ekor pada masing-masing perlakuan. Bagian atas tabung tertutup oleh kain kasa dan lubang ditutup dengan kapas yang telah ditetesi dengan larutan gula 10%, kemudian diamati kematiannya selama 24 jam.

Pengujian uji untuk menentukan tingkat kepekaan atau toksisitas insektisida terhadap nyamuk *Ae. aegypti*; dilakukan dalam 2 tahap yaitu uji pendahuluan (*preliminary test*) dan uji lanjutan.

Uji pendahuluan bertujuan menentukan rentang konsentrasi insektisida yang mematikan nyamuk uji dalam kisaran 0% < kematian < 100% yang akan digunakan dalam uji lanjutan yang bertujuan menentukan hubungan antara konsentrasi insektisida dengan kematian atau

membuat *knock down* (pingsan) nyamuk uji.

Sebagai acuan dalam penentuan konsentrasi pada uji pendahuluan, digunakan konsentrasi anjuran formulasi insektisida. Metonil menggunakan konsentrasi anjuran sebesar 4 mg/lt, sedangkan Klorpirifos menggunakan konsentrasi standar 0,5 mg/lt. Konsentrasi anjuran digunakan sebagai konsentrasi tertinggi, lalu sediaan tersebut diencerkan secara berseri untuk mendapatkan sediaan dengan beberapa taraf konsentrasi yang lebih rendah.

Data kematian nyamuk *Ae. aegypti* setiap perlakuan dengan rentang tertentu selama 24 jam, diolah dengan analisis probit, program POLO PC<sup>11</sup> yaitu menggunakan *Le Ora Software*. Dari analisis ini diperoleh data hubungan konsentrasi insektisida dan kematian atau *knock down* (pingsan) nyamuk uji me-

lalui persamaan regresi. Selanjutnya disajikan grafik hubungan antara konsentrasi insektisida dengan persen kematian nyamuk uji.

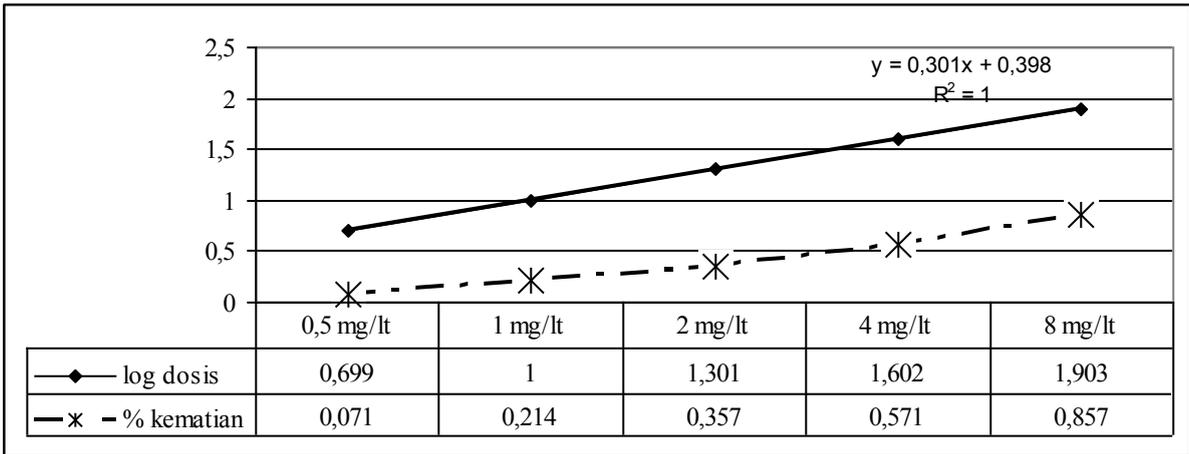
## HASIL

Perlakuan dengan metode kontak atau residu insektisida pada kertas saring terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dengan berbagai tingkat konsentrasi insektisida Metonil dan Klorpirifos diamati kematiannya selama 24 jam. Konsentrasi insektisida tertinggi yang digunakan berdasarkan anjuran formulasi, sehingga berbeda dengan Metonil dan Klorpirifos. Selama 24 jam setelah perlakuan, kematian atau *knock down* nyamuk dihitung per konsentrasi per jenis insektisida (Tabel 1).

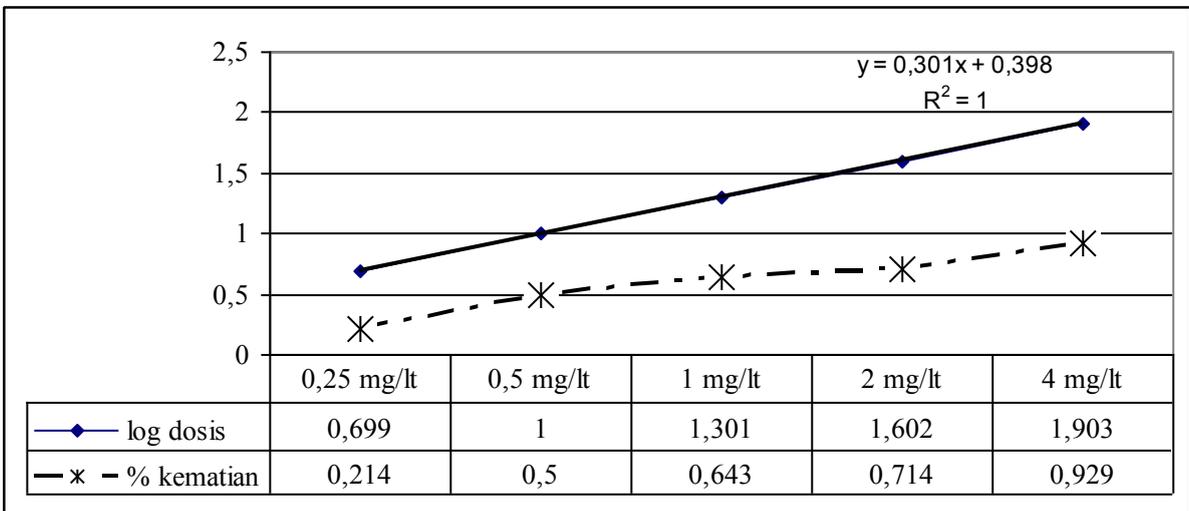
Kontrol pada masing-masing perlakuan hasilnya sama yaitu tidak ditemukan kematian pada nyamuk. Se-

Tabel 1. Persentase Kematian / *Knock Down* Nyamuk *Ae. aegypti* selama 24 jam Pengamatan per Konsentrasi per Jenis Insektisida

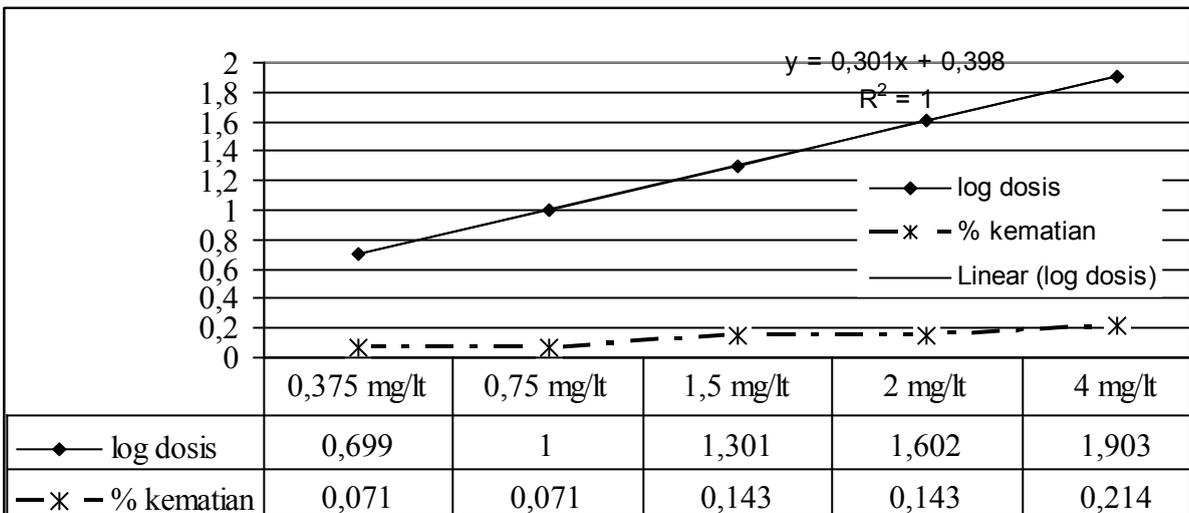
Insektisida	Konsentrasi (Bahan Aktif)	Jml Larva	Kematian	
			N	%
Metonil	8	14	12	85.7
	4	14	8	57.1
	2	14	5	35.7
	1	14	3	21.4
	0.5	14	1	7.1
	Kontrol	14	0	0
Klorpirifos	4	14	13	92.9
	2	14	10	71.4
	1	14	9	64.3
	0.5	14	7	50.0
	0.25	14	3	21.4
	Kontrol	14	0	0
Campuran (Metonil dan Klorpirifos)	4	14	3	21.4
	2	14	2	14.3
	1,5	14	2	14.3
	0.75	14	1	7.1
	0.375	14	1	7.1
	Kontrol	14	0	0



Gambar 1. Garis Linear Antara Log Konsentrasi Insektisida Metonil (Karbamat) dengan % Kematian Nyamuk *Ae. aegypti*



Gambar 2. Garis Linear Antara Log Konsentrasi Insektisida Klorpirifos (Organofosfat) dengan % Kematian Nyamuk *Ae. aegypti*



Gambar 3. Garis Linear Antara Log Konsentrasi Insektisida Campuran (Organofosfat dan Karbamat) dengan % Kematian Nyamuk *Ae. aegypti*.

hingga tidak diperlukan perhitungan kematian terkoreksi karena kematian pada kontrol < 20%.

Kematian nyamuk pada insektisida Metonil konsentrasi tertinggi adalah 85.7% dan menurun sesuai konsentrasi aplikasi. Kematian / *knock down* nyamuk pada insektisida Klorpirifos lebih besar dibandingkan dengan Metonil yaitu sebesar 92.9% dan menurun ke konsentrasi yang lebih rendah. Konsentrasi terendah kedua insektisida tersebut mempunyai kesamaan yaitu kematian / *knock down* 21.4%. Sedangkan pada insektisida campuran pada konsentrasi tertinggi kurang efektif karena hanya mematikan 21.4% nyamuk, persen kematian / *knock down* ini sama dengan konsentrasi terendah dari Metonil dan Klorpirifos.

Berdasarkan data probit dihasilkan log dosis per konsentrasi insektisida dan persen kematian larva. Untuk mengetahui korelasi atau hubungan antara konsentrasi dengan kematian (linear konsentrasi) digambarkan dengan Grafik 1 (Karbamat) dan Grafik 2 (Organofosfat).

Besar korelasi yang diperoleh pada insektisida Karbamat adalah  $r = + 0,99$ , dimana kuat hubungan positif yaitu makin tinggi konsentrasi insektisida maka makin tinggi kematian nyamuk. Sama halnya dengan insektisida Organofosfat mempunyai besar  $r = +0,98$  dan campuran kedua jenis insektisida ( $r = + 0,97$ ), keduanya juga mempunyai nilai

korelasi positif (hubungan yang sebanding) dengan nilai  $r$  yang mendekati 1 (sempurna). Untuk garis linear konsentrasi insektisida campuran digambarkan pada Grafik 3.

Hasil analisa probit pada insektisida karbamat menunjukkan bahwa persamaan regresinya adalah  $y$  (probit mortalitas) =  $-0,89 + 1,99 x$  (log konsentrasi). Sedangkan konsentrasi efektif pada  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  dengan selang kepercayaan (SK) yang dapat diterima yaitu SK 90% karena nilai  $g < 0,4$ , secara berturut-turut adalah 0,802 mg/l dan 18,832 mg/l dengan batas atas dan bawahnya.

Insektisida organofosfat menunjukkan bahwa persamaan regresinya adalah  $y$  (probit mortalitas) =  $0,31 + 1,62x$  (log konsentrasi). Sedangkan konsentrasi efektif pada  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  dengan selang kepercayaan (SK) yang dapat diterima yaitu SK 90% karena nilai  $g < 0,4$ , secara berturut-turut adalah 0,640 mg/l dan 6,624 mg/l dengan batas atas dan bawahnya.

Insektisida campuran dari kedua jenis insektisida diperoleh persamaan regresi sbb:  $y = 1,24 + 0,61 x$ , namun hasil perhitungan konsentrasi ini tidak signifikan karena nilai  $g > 0,4$  sehingga tidak diperoleh konsentrasi efektif yang optimal, hal ini dipengaruhi juga oleh persen kematian nyamuk yang sangat kecil pada konsentrasi yang tertinggi (Tabel 2.).

Tabel 2. Tingkat Toksisitas Dua Jenis Insektisida dan Campuran Terhadap Larva *Ae. aegypti* (Metode Residu Kertas Saring)

Insektisida	a ± SD	b ± SD	LC 50 (SK 90%) (mg/l)	LC 95 (SK 90%) (mg/l)
Metonil	-0,89 ± 0,24	1,99 ± 0,448	0,802 (2,017 – 4,147)	18,832 (9,987 – 69,445)
Klorpirifos	0,31 ± 0,167	1,62 ± 0,419	0,640 (0,379 – 0,943)	6,624 (3,329 – 32,307)
Campuran	1,24 ± 0,216	0,61 ± 0,479	108,044	54611,0

\*SD : standart deviasi ; a: konstanta ; b: slope/garis kemiringan

## PEMBAHASAN

Organofosfat dan karbamat bekerja menghambat enzim asetilkolinesterase (AChE) yang mengakibatkan akumulasi asetilkolin (ACh). Asetilkolin yang ditimbun dalam Sistem Syaraf Pusat (SSP) akan menginduksi tremor, inkoordinasi, kejang-kejang dan lain - lain. daya afinitas insektisida ini mampu mengikat enzim AChE sehingga asetilkolin sebagai penghantar impuls rangsangan dari pre ke post sinaps (*neurotransmitter*) kerjanya lebih berat karena tidak dapat dipecah oleh enzim AchE. Beberapa organofosfat larut dalam air, mengakibatkan keracunan sistemik pada serangga dan mamalia. Golongan organofosfat hambatannya relatif stabil sehingga lebih berbahaya, sedangkan karbamat hambatannya relatif lepas (*reversible*).<sup>12</sup>

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada insektisida berbahan aktif karbamat (metonil) pada nyamuk *Ae. aegypti*, konsentrasi yang dibutuhkan untuk LC<sub>50</sub> 0,802 mg/l dan LC<sub>95</sub> sebesar 18,832 mg/l. Hasil ini masih terlalu besar jika dibandingkan dengan LC<sub>50</sub> untuk larva *Culex quinquefasciatus* yaitu sebesar 0,04 mg/l. Metode kontak perendaman ini lebih mudah masuk ke dalam tubuh larva karena tercampur dengan air,<sup>13</sup> sedangkan metode residu masuk melalui kontak beberapa bagian tubuh atau melalui pernafasan sehingga konsentrasi yang dibutuhkan lebih besar.

Insektisida berbahan aktif organofosfat lebih kecil konsentrasinya daripada karbamat, bentuk fisik dari kedua insektisida ini juga berbeda. Klorpirifos (organofosfat) berbentuk cair dan lebih berbau, sedangkan Metonil (karbamat) berbentuk padat. Konsentrasi efektif terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dibutuhkan nilai yang lebih kecil dibandingkan karbamat untuk LC<sub>50</sub> yaitu sebesar 0,64 mg/l. Hasil ini sama dengan penelitian Puji *et al* (2009) bahwa klorpirifos lebih efektif

membunuh larva *C. quinquefasciatus* dibandingkan dengan Metonil.<sup>13</sup>

Insektisida campuran antara kedua insektisida ini terhadap kematian nyamuk tidak efektif karena dengan konsentrasi yang tinggi 6 mg/l belum mampu mematikan nyamuk, kematian masih dibawah 50%. Konsentrasi efektif yang dibutuhkan pada LC<sub>50</sub> sangat besar yaitu 108,04 mg/l. Hasil ini membuktikan bahwa kedua insektisida ini apabila dicampurkan tidak bersifat sinergis. Hasil ini berbeda dengan penelitian Puji *et al* (2009) bahwa insektisida campuran (klorpirifos dan metonil) terhadap kematian larva *C. quinquefasciatus* lebih rendah dibandingkan dengan metonil.<sup>13</sup>

Hasil penelitian ini masih kurang jika dibandingkan dengan penggunaan malathion (organofosfat) pada penelitian uji *susceptibility* yang dilakukan nusa *et al*. 2005 bahwa nyamuk *Ae. aegypti* di Depok masih rentan terhadap insektisida ini dengan kematian mencapai 98,75%.<sup>14</sup>

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada insektisida berbahan aktif organofosfat (klorpirifos) terhadap kematian/*knock down* nyamuk *Ae. aegypti* lebih baik yaitu LC<sub>50</sub> yang dibutuhkan lebih kecil yaitu 0,64 mg/l (klorpirifos) ; 0,802 mg/l (metonil). Konsentrasi efektif pada insektisida campuran yang dibutuhkan sangat besar pada LC<sub>50</sub> yaitu 108,04 mg/l. Hasil ini membuktikan bahwa kedua insektisida ini apabila dicampurkan tidak bersifat sinergis.

Pengendalian secara kimia dengan menggunakan insektisida harus tetap memperhatikan asas-asas pengendalian yaitu aman, mudah, efektif, efisien, rasional dan dapat diterima masyarakat.

Berbagai pengujian efikasi toksisitas insektisida harus memperhatikan tingkat ketelitian dan prosedur yang benar

serta perlunya melakukan pengawasan terhadap pemakaian insektisida di lapangan untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan, kesehatan dan resistensi serangga itu sendiri.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Stocker, Uwe dan Rene de Jong. 2005. *Preventative Measures against Dengue Fever*. [www.expatriate.or.id/medical/dengue.html](http://www.expatriate.or.id/medical/dengue.html).
2. Kawada, Hitoshi, Sumihisa Honda dan Masahiro Takagi. 2007. *Comparative Laboratory Study on The Reaction of Aedes aegypti and Aedes albopictus to Different Attractive Cues in Mosquito Trap*. J. Med. Entomol. 44 (3) : 427 – 432.
3. DEPKES RI. 2007. *Laporan Kasus Demam Berdarah Dengue*. Subdit Arbovirologi, Ditjen PP&PL. DEPKES RI Jakarta.
4. Lawuyan, S. 1996. *DBD di Kotamadya Surabaya*. Diajukan pada seminar sehari DBD di TDRC FK UNAIR. Surabaya.
5. Stephenson, John R. 2005. *Understanding Dengue Pathogenesis : Implications For Vaccine Design*. Bulletin of The World Health Organization ;83:308-314.
6. Brooke, B.D.G et all. 2001. *Bioassay and Biochemical Analysis of Insecticide Resistance in Southern African Anopheles funestus* (Diptera : Culicidae). Abstrak, Buletin Entomology Res. 265 – 273.
7. Widiarti, Damar T.B., Umi W., Mujiono. 2003. *Uji biokimia kerentanan vektor malaria terhadap insektisida Organophosphat dan Karbamat di Prop. Jawa Tengah dan DIY*. Laporan Akhir Penelitian DIP T.A. 2003. Balai Penelitian Vektor dan Reservoar Penyakit Salatiga.
8. Rahayu, Sri; M.Soedaryanto; Djoko Moeljono; Sofi Permana; Fatchiyah. 1995. *Pengaruh pemberian karbamat terhadap perkembangan embrio mencit [Mus Musculus]*. Digital Library Links, An OAI Repository, coming from Central Library of Brawijaya University. Malang. Laporan Penelitian.
9. Nuryanah, Evy. 2005. *Dampak Penggunaan Pestisida Terhadap Penurunan Aktivitas Enzim Asetilkolinesterase Pada Petani Bawang Merah*. {Tesis}. Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. IPB. Bogor. Hal : 8, 77-78.
10. Prijono, Djoko. *Modul Praktikum Toksikologi Insektisida (Pengujian Toksisitas Insektisida)*. Bogor : Departemen Proteksi Tanaman. Institut Pertanian Bogor. 2007.
11. Funney DJ. *Probit Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge Univ Press. 1971.
12. Frank, C.Lu. 1995. *Toksikologi Dasar (Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko)*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
13. Puji, Endang; Titin Delia, Yuneu Yuliasih, Marliah. *Toksisitas Insektisida Organofosfat dan Karbamat terhadap Jentik Nyamuk Culex quinquefasciatus*. Aspirator . 2009. Vol. 1 No.1.
14. Nusa, Roy; Mara Ipa, Titin, Marliah. 2005. *Penentuan Status Resistensi Status Aedes aegypti dari Daerah Endemis DBD di Kota Depok terhadap Malathion*. Laporan Penelitian. Loka Litbang P2B2 Ciamis.