

**MEMPELAJARI FISILOGI PENCEMARAN LINGKUNGAN  
DENGAN TEHNIK RADIOISOTOP**  
*(Study in the Physiology of Environment Pollution Using Radiotracer Method)*

**Razak Achmad Hamzah**

Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan IPB  
JL. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Indonesia  
E-mail: [arazakipb@gmail.com](mailto:arazakipb@gmail.com); HP:085717738151

Diterima: 5 September 2011

Disetujui: 30 September 2011

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1. Perbedaan kemampuan daya serap tumbuhan air Hydrilla verticillata, Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kangkung terhadap residu Malathion, menggunakan akuarium (diisi dengan air + Hydrilla Verticillata + Enceng Gondok + Kangkung + Malathion radioisotope  $^{14}\text{C}$ ). 2. Perbandingan kadar malathion dalam jaringan ikan yang mendapat makanan Hydrilla verticillata dengan yang mendapat makanan kangkung, menggunakan: (akuarium pertama diisi air + Hydrilla Vericillata + ikan mas + Malathion radioisotope  $^{14}\text{C}$ ; akuarium ke dua diisi air + kangkung + ikan mas + malathion radiisotop  $^{14}\text{C}$ ). 3. Perbandingan ukuran penyerapan pada jaringan mammalia (tikus) yang diberi makan jaringan ikan mas dengan yang diberi makan tumbuhan air (kangkung) yang terkontaminasi. Jaringan ikan mas dan kangkung dilakukan pengabuan basah, lalu diberikan masing-masing kepada 30 ekor tikus. *Kadar Malathion dari semua percobaan satu, dua dan tiga, diketahui* dengan menggunakan alat pencacah Sintilator cair (*Liquid Scintillation Spectrometer, LSC- 753 (ALOKA)*). Hasil yang didapat dibandingkan dengan menggunakan uji-t Student. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa: 1. Hydrilla Verticillata lebih efisien dari pada Enceng Gondok dan Kangkung dalam menyerap residu insektisida malathion dalam air. 2. Ikan yang diberi makan Hydrilla verticillata mengkonsentrasikan malathion lebih tinggi dari pada ikan yang diberi makan kangkung. 3. Mammalia (tikus) yang mengkonsumsi daging ikan yang terkontaminasi akan mengkonsentrasikan malathion dalam tubuhnya lebih banyak dari pada tikus yang memakan sayuran (kangkung yang terkontaminasi).

Kata kunci: Malathion isotop  $^{14}\text{C}$ , Hydrilla verticillata, Enceng gondok, Kangkung

**Abstract**

*The aim of this study is to determine: 1. The comparison of absorption by aquatic plants Hydrilla verticillata, water hyacinth and water spinach of Malathion insecticide residues in water, (aquarium filled with water + Hydrilla verticillata + water hyacinth + water spinach + 20  $\mu\text{Ci}$   $^{14}\text{C}$  malathion radioisotope); 2. Comparison of malathion concentration in tissues of fish fed with contaminated water plants (Hydrilla verticillata) with tissues of fish fed with Water spinach (the first aquarium filled with water + Hydrilla verticillata + 30 tails of goldfish + radioisotope  $^{14}\text{C}$  Malathion ; second aquarium filled with water + Water spinach + 30 tails of goldfish +  $^{14}\text{C}$  malathion radioisotope). 3. Comparison of malathion absorption size in tissues of rats fed with contaminated water plants (Water spinach) with in tissues of rats fed with tissues of fish.*

*(Part of contaminated fish tissues and Water spinach were pseudo wet ashing for 4 hours and then given to 30 mice respective). Malathion levels were then analyzed by using Liquid Scintillation Counter (Liquid scintillation Spectrometer, LSC-753 (Aloka). The result of all treatments was compared using the Student t-test. The results showed that: 1. Hydrilla verticillata was more efficient compared to the Water hyacinth and Water spinach in absorbing the insecticide malathion residues in water. 2. Malathion concentration in the tissues of fish fed Hydrilla verticillata was higher than the tissue of fish fed Water spinach. 3. Mammals (mice) who consumed contaminated meat will have concentrate Malathion in their bodies more than the rats that ate vegetables (water spinach contaminated).*

Keywords: Malathion isotopes  $^{14}\text{C}$ , Water hyacinth, Water spinach, Hydrilla Verticillata

## PENDAHULUAN

Malathion termasuk kelompok insektisida organofosfor yang dipergunakan secara luas untuk membasmi serangga dalam bidang kesehatan, pertanian, peternakan dan rumah tangga, dan mempunyai daya racun yang tinggi pada serangga sedangkan toksisitasnya terhadap mammalia relatif rendah, sehingga banyak digunakan Matsumura (1995).

Malathion membunuh insekta dengan cara meracuni lambung, kontak langsung dan dengan uap/ pernapasan. Insektisida mengalami proses *biotransformation* di dalam darah, hati. Level insektisida di dalam bermacam-macam jaringan meningkat sesuai dengan lama waktu pemberian, kemudian (setelah  $\pm$  2 bulan) secara umum menunjukkan penurunan, walaupun masih diberikan terus Matsumura (1995)

Rai et. al. (2008). melaporkan adanya residu Organofosfor *carbaryl* pada daging (0.0541mg/ml), ditemukan dalam telur (0.0506mg/ml), dalam susu (0.0453mg/ml), semuanya sudah diatas batas ambang (FAO/WHO 1986).

Hasil penelitian Lembaga Ekologi Universitas Pajajaran 1978/1979 menunjukkan bahwa kangkung, genjer, ubikayu dari daerah Cianjur juga mengandung residu insektisida yang cukup tinggi. Bahkan sayur yang dijual di pasarpun masih mengandung residu insektisida 2 – 4 mg/kg Suwartapura (1981). Residu ini telah melebihi nilai ADI ( *Acceptable Daily Intake* ) yang diperkenankan oleh (FAO/WHO 1986) yaitu 0.02 mg/kg untuk malathion. Dilain hal, Ishak et. al. (2005). melaporkan uji kerentanan *aedes aegypti* terhadap *malathion*, menunjukkan bahwa “dosis efektif “ *malathion* telah meningkat dari 0,04% menjadi 5%. Bahkan Daniel (2008) melaporkan adanya tanda-tanda bahwa larva dan nyamuk dewasa *aedes aegypti* di Indonesia sudah kebal terhadap insektisida, termasuk malathion; dan hal ini akan meningkatkan residunya dilingkungan.

Zat yang terlarut dalam air apalagi insektisida dalam kadar rendah, kalau dimanfaatkan dalam jangka waktu lama, meskipun tidak mematikan, tetapi dapat menyebabkan gangguan *faal* pada hewan

atau manusia yang memanfaatkan air tersebut. Mehta et. al.(2008) melaporkan bahwa organofosfat (*endosulfan* dan *chlorpyrifos*) dapat menyebabkan perubahan bentuk, ukuran dan pecahnya sel limfosit. Sameeh et. al.(2008). melaporkan bahwa *malathion* dapat menyebabkan degeneratif dan nekrose sel epitel tubulus ginjal pada tikus. Melihat berbagai laporan tersebut, maka pencemaran lingkungan di Indonesia perlu diteliti cara mengatasi dan meminimalkan residunya dalam lingkungan akuatik dan perlu diketahui juga jalur perpindahan dari akuatik ke-tumbuhan dan hewan akuatik, dan selanjutnya ke mammalia di-darat (tikus).

Tujuan penelitian untuk mengetahui: 1. Perbedaan kemampuan menyerap residu malathion dalam perairan antara *Hydrilla verticillata*, *Enceng gondok* dan Kangkung 2. Perbandingan kadar malathion dalam tubuh ikan yang mendapat makanan *Hydrilla verticillata* dengan yang mendapat makanan Kangkung. 3. Perbandingan ukuran penyerapan pada jaringan tikus yang diberi makan jaringan ikan Mas dengan yang diberi makan tumbuhan (kangkung) terkontaminasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian tahap pertama untuk membandingkan daya serap tumbuhan air *Hydrilla verticillata*, *Enceng gondok* (*Eichhomia crassipes*) dan Kangkung terhadap residu *malathion* dalam air. Akuarium diisi air 6 liter, *Hydrilla verticillata* 100 gr, 100 gr *Enceng gondok* yang berukuran kecil, 100 gr Kangkung dan 20  $\mu$ ci *malathion isotop*  $^{14}C^{(*)}$  dalam bentuk cairan, dengan rumus kimia, *malathion o,o-dimethyl S-1,2-diethoxycarbonyl ethyl phosphrodithionate*, yang dipesan dari *The radio chemical centre Ltd, Amersham, England*). Dibiarkan 24 jam. Setelah 24 jam, batang dan daun *Hydrilla verticillata*, *Enceng Gondok* dan Kangkung masing-masing dimasukkan tabung khusus dan ditambahkan 0,35ml 35%  $HNO_3$ , lalu dipanaskan di atas pemanas air pada temperatur  $90^{\circ}C$  selama 4 jam; didapat cairan bening, lalu dicampur dengan 4 ml larutan sintilator (toluene), dibiarkan 24 jam supaya

bercampur mesra dengan larutan sintilator. Sejumlah cairan tersebut dimasukkan dalam tabung cacah, kemudian dicacah dengan menggunakan alat pencacah Sintilator cair (*Liquid Scintillation Spectrometer, LSC- 753 (ALOKA)*). Data yang diperoleh diolah untuk mendapatkan nilai ukuran penyerapan maupun factor konsentrasi (\*\*)

Penelitian tahap kedua untuk mengetahui perbandingan kadar malathion dalam jaringan ikan yang mendapat makanan *Hydrilla verticillata* dengan yang mendapat makanan kangkung. Satu akuarium diisi 6 liter air, 30 ekor ikan Mas, 100 gr *Hydrilla verticillata*, 20 uci *malathion isotop <sup>14</sup>C*. Satu akuarium lagi diisi 6 liter air, 30 ekor ikan Mas, 100 gr kangkung dan 20 uci *malathion isotop <sup>14</sup>C*. Dibiarkan 24 jam. Setelah 24 jam, jaringan ikan (usus, hati, ginjal, daging, sisik dan otak) dari dua akuarium diambil dan masing-masing dimasukkan tabung khusus dan ditambahkan 0,35ml 35% HNO<sub>3</sub>, lalu dipanaskan di atas pemanas air pada temperatur 90°C selama 4 jam; didapat cairan bening, lalu dicampur dengan 4 ml larutan sintilator (toluene), dibiarkan 24 jam supaya bercampur mesra dengan larutan sintilator. Sejumlah cairan tersebut dimasukkan dalam tabung cacah, kemudian dicacah dengan menggunakan alat pencacah Sintilator cair (*Liquid Scintillation Spectrometer, LSC- 753 (ALOKA)*). Data yang diperoleh diolah untuk mendapatkan nilai ukuran penyerapan maupun factor konsentrasi (\*\*)

Perlakuan selanjutnya untuk mengetahui perbandingan ukuran penyerapan pada jaringan tikus yang diberi makan jaringan ikan mas dengan yang diberi makan tumbuhan (kangkung). Jaringan ikan diambil dari penelitian tahap dua dilakukan pengabuan basah dengan HNO<sub>3</sub> selama 4 jam kemudian diberikan kepada 30 tikus yang sebelumnya telah dipuasakan selama 24 jam, dengan menggunakan sonde lambung. Kangkung yang diambil dari penelitian tahap dua dilakukan pengabuan basah dengan HNO<sub>3</sub> selama 4 jam kemudian diberikan kepada 30 ekor tikus yang sebelumnya telah dipuasakan selama 24 jam, dengan menggunakan sonde lambung. Kedua perlakuan itu dibiarkan 24 jam. Setelah 24 jam, tikus dari dua kelompok perlakuan dibunuh dan diambil organ-organ

(hati, ginjal, usus, daging, testes, otak). Masing-masing jaringan dari kelompok tikus yang diberi makan ikan mas maupun yang diberi makan kangkung, dimasukkan tabung khusus dan ditambahkan 0,35ml 35% HNO<sub>3</sub>, lalu dipanaskan di atas pemanas air pada temperatur 90°C selama 4 jam; didapat cairan bening, lalu dicampur dengan 4 ml larutan sintilator (toluene), dibiarkan 24 jam supaya bercampur mesra dengan larutan sintilator. Sejumlah cairan tersebut dimasukkan dalam tabung cacah, kemudian dicacah dengan menggunakan alat pencacah Sintilator cair (*Liquid Scintillation Spectrometer, LSC- 753 (ALOKA)*). Data yang diperoleh diolah untuk mendapatkan nilai ukuran penyerapan maupun factor konsentrasi (\*\*)

Analisis data dilakukan dengan uji-t Student. Steel and Torrie (1995). Penelitian dilakukan di Departemen Fisiologi, Farmakologi dan di Departemen Patologi, FKH – IPB.

(\*)Dipilih isotop <sup>14</sup>C karena 1.Daya radiasinya rendah sehingga relative aman bagi peneliti, pekerja dan lingkungan. 2.Lebih mudah diperoleh dipasaran

(\*\*) UP = Ukuran penyerapan = Cuplikan contoh(cpm) tisu dikurangi back ground, dibagi FT dikali 100%

FT = Faktor takaran = (Standar dikurangi back ground) dikali zat radioisotop yang diberikan (uci) dibagi standar (uci)

FK = Faktor konsentrasi = Konsentrasi [Aktiviti (uci) per-gram tisu] dlm organisme akuatik dibagi Konsentrasi [aktiviti (uci) per-gram dalam medium asal atau konsentrasi dalam makanan yang dimakan oleh hewan tersebut]

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa daun dan batang *Hydrilla verticillata* dapat menyerap insektisida *malathion* dalam jumlah cukup besar yaitu factor konsentrasi (FK) = 0,7125 dengan ukuran penyerapan (UP) = 0,0356% nyata (P<0,05) lebih tinggi diban-dingkan dengan Enceng Gondok (FK = 0,3123, dengan UP = 0,0156% maupun kangkung dengan FK =0,3987, dan UP =0,0199%). Hal

ini terjadi mungkin disebabkan karena sebagian besar batang dan daun Enceng Gondok dan kangkung berada di atas air, walaupun menurut Matsumura (1995) Malathion yang diserap oleh akar akan mengalir juga ke batang dan daun. Hasim (2002) melaporkan bahwa Enceng gondok dapat membersihkan polutan logam berat (Cr = Chrom, Cd= Kadmium, Hg= merkuri, Ni= nikel). Berdasarkan data penelitian ini *Hydrilla verticillata* akan lebih efisien untuk digunakan sebagai pembersih lingkungan akuatik dari residu insektisida Malathion, apalagi *malathion* sangat cepat di-hindrolisa dan dieksresikan oleh tumbuh-tumbuhan Matsumura (1995).

Tabel 1. Rata-rata Perbandingan Faktor Konsentrasi dan ukuran Penyerapan Insektisida *Malathion* pada *Hydrilla verticillata*, Enceng gondok dan Kangkung setelah 24 jam diberikan *Malathion Isotop* <sup>14</sup>C

Jenis Bahan	Faktor Konsentrasi	Ukuran Penyerapan (%)
Hydrilla Verticillata	0,7125	0,0356 <sup>a</sup>
Enceng Gondok	0,3123	0,0156 <sup>b</sup>
Kangkung	0,3987	0,0199 <sup>b</sup>

Superskrip yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan beda nyata

Pada Tabel 2. jaringan ikan mas yang berada dalam akuarium yang mengandung *Hydrilla verticillata*, factor konsentrasi terbesar terjadi pada usus = 6,980 dengan ukuran penyerapan = 0,349%.

Tabel 2. Rata-rata Perbandingan Faktor Konsentrasi dan Ukuran Penyerapan Insektisida *Malathion* pada Jaringan Ikan Mas di dalam Akuarium yang Mengandung *Hydrilla Verticillata* dengan Akuarium yang Mengandung *Kangkung*, setelah 24 jam diberikan *Malathion Isotop* <sup>14</sup>C

Organ Ikan Mas	Faktor Konsentrasi dengan Kangkung	Faktor Konsentrasi dengan HV	Ukuran Penyerapan dengan Kangkung	Ukuran Penyerapan dengan HV
Usus	4.038	6.980	0,202 <sup>a</sup>	0,349 <sup>b</sup>
Ginjal	2.585	3.055	0,129	0,152
Hati	2.057	4.243	0,102 <sup>a</sup>	0,212 <sup>b</sup>
Otak	0,496	0,528	0,024	0,026
Sisik	0,903	1.138	0,045	0,056
Daging	0,5128	0,495	0,025	0,024
Total	10.590	16.439	0,529	0,819

HV = *Hydrilla Verticillata*

Superskrip yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata

Selanjutnya berturut-turut ukuran penyerapan pada Ginjal = 0,152, pada hati = 0,212, pada sisik = 0,056, pada daging = 0,024, pada otak = 0,026. Pada organ usus ikan mas yang berada dalam akuarium yang mengandung *Hydrilla verticillata*, ukuran penyerapannya = 0,349 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi jika dibandingkan dengan organ usus ikan mas yang berada dalam akuarium yang mengandung kangkung = 0,202. Pada organ hati dari ikan yang berada dalam akuarium yang mengandung *Hydrilla Verticillata* ukuran penyerapannya = 0,212 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi jika dibandingkan dengan organ hati ikan yang berada dalam akuarium yang mengandung kangkung = 0,102. Pada organ ginjal, otak, sisik dan daging dari ikan yang berada dalam akuarium yang mengandung *Hydrilla verticillata* tidak ada yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan organ ginjal, otak, sisik dan daging dari ikan yang berada dalam akuarium yang mengandung kangkung. Dari data yang didapat, terlihat bahwa residu *malathion* dapat masuk ke dalam tubuh hewan akuatik melalui makanan. Juga kemungkinan masuk melalui sisik atau kulit. Hal ini berarti hewan atau mungkin juga manusia yang mandi atau berhubungan dengan residu insektisida dalam air harus berhati-hati, walaupun tidak meminumnya. Apalagi kalau diperhatikan laporan peneliti yang sudah dikemukakan;

telur, susu, daging, sayuran sudah terkontaminasi oleh residu insektisida Rai et al. (2008) dan Suwartapura (1981).

Dari data pada Tabel 3 terlihat bahwa tikus yang diberi makan jaringan ikan mas yang sudah terkontaminasi oleh residu malathion maupun tikus yang diberi makan kangkung akan mengkonsentrasikan dalam organ-organ tubuhnya dengan kadar/konsentrasi yang berbeda-beda. Urutan berdasarkan besarnya ukuran penyerapan, pada tikus yang diberi makan ikan maupun yang diberi makan kangkung ialah: usus, ginjal, hati, daging, testes, otak. Pada Tabel 3. Terlihat kadar yang paling rendah terdapat otak (0,0178 dan 0,0098); hal ini terjadi karena adanya *Blood Brain Barrier* yang menyebabkan kecepatan lewatnya insektisida yang sangat rendah Matsumura (1976)

Tabel 3. Rata-rata Perbandingan Ukuran Penyerapan dalam Persen (%) dan dalam mgr dari Insektisida Malathion pada Jaringan Tikus setelah 24 jam Diberi Makan Jaringan Ikan Mas dengan yang Diberi Makan Kangkung.

Organ Tikus	Ukuran Penyerapan (%)	Ukuran Penyerapan (mgr)	Ukuran Penyerapan (%)	Ukuran Penyerapan (mgr)
Jaringan Tikus yang Diberi Makan Jaringan Ikan Mas	Jaringan Tikus yang Diberi Makan Jaringan Ikan Mas	Jaringan Tikus yang Diberi Makan Jaringan Ikan Mas	Jaringan Tikus yang Diberi Makan Kangkung	Jaringan Tikus yang Diberi Makan Kangkung
Usus	0,2980 <sup>a</sup>	6,82x10 <sup>-19</sup>	0,1572 <sup>b</sup>	0,000066
Ginjal	0,1105	2,41x10 <sup>-19</sup>	0,0950	0,000040
Hati	0,0982 <sup>a</sup>	2,25x10 <sup>-19</sup>	0,0513 <sup>b</sup>	0,000021
Otak	0,0178	4,07x10 <sup>-20</sup>	0,0098	0,000004
Testes	0,0215	4,92x10 <sup>-20</sup>	0,0153	0,000006
Daging	0,0350	8,01x10 <sup>-20</sup>	0,0237	0,000010
Total	0,5810		0,3073	

Keterangan: Superskrip yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata

Dari data pada Tabel 3 terlihat bahwa *malathion* bisa dikonsentrasikan hampir ke semua jenis jaringan tubuh mammalia dengan kadar yang lebih rendah daripada kadar dalam hewan akuatik. Hal ini terjadi

karena *malathion* dalam tubuh mammalia cepat dihidrolisa/dipecahkan molekulnya, kemudian di ekskresikan, Matsumura (1995). Rata-rata ukuran penyerapan Malathion pada usus tikus yang mendapat makanan jaringan ikan mas = 0,2980 nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan usus tikus yang mendapat makanan kangkung = 0,1572. Begitu juga rata-rata ukuran penyerapan Malathion pada hati tikus yang mendapat makanan jaringan ikan mas = 0,0982 nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan usus tikus yang mendapat makanan kangkung = 0,0513. Rata-rata ukuran penyerapan Malathion pada ginjal, daging, testes dan otak tikus yang mendapat makanan jaringan ikan mas tidak ada yang berbeda nyata dibandingkan dengan ginjal, daging, testes dan otak tikus yang mendapat makanan kangkung. Total ukuran penyerapan dari gabungan seluruh organ tikus (Usus, Ginjal, Hati, Daging, Testes dan Otak) yang mendapat makanan jaringan ikan mas = 0,581 tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan gabungan seluruh organ tikus (usus, ginjal, hati, daging, testes dan otak) yang mendapat makanan kangkung = 0,3073. Makanan yang berasal dari hewan akuatik maupun tumbuhan akuatik yang sudah terkontaminasi oleh *malathion*, kalau dimakan oleh mammalia (tikus) atau mungkin manusia akan masuk juga ke dalam organ tubuhnya. Memakan makanan yang berasal dari hewan akuatik (ikan mas) akan menyebabkan penyerapan yang lebih tinggi pada jaringan tubuh mammalia yang memakannya, dibandingkan dengan memakan tumbuhan akuatik (kangkung) yang terkontaminasi. Sesungguhnya *malathion* masuk ke dalam tubuh mammalia melalui makanan, pernapasan, kulit, sedangkan pengeluarannya dapat melalui urine, feces dan bersama cairan metabolic lainnya, Matsumura (1995). Dari hasil penelitian ini, kadar tertinggi terdapat dalam alat pencernaan, sehingga sebaiknya berhati-hati dalam mengkonsumsi organ usus hewan yang terkontaminasi, karena hasil penelitian Samme et al. (2008) yang menyatakan bahwa *malathion* dapat menyebabkan pembentukan vacuole, degeneratif, nekrose sel hati, granulasi pada sitoplasma dan peningkatan kadar *uric acid*. Renata et al.

(2001) juga melaporkan bahwa *malathion* dapat mempengaruhi peningkatan asam *phosphates* dan *alkaline phosphates* yang mengindikasikan akan terjadinya degenerasi dan lisisnya sel-sel hati. Babu et. al. (2006) melaporkan bahwa *malathion* dapat menghambat fungsi hati untuk metabolisme (merubah) zat obat dalam hati. Renata et. al. (2001) melaporkan bahwa *malathion* dalam jangka waktu yang lebih lama, dapat merusak susunan syaraf pusat dengan menghambat *asetilcholinesterase* dari otak

### SIMPULAN

1. *Hydrilla verticillata* lebih efisien dari pada Enceng gondok dan Kangkung dalam menyerap residu insektisida *malathion* dalam air. 2. Ikan yang diberi makan *Hydrilla verticillata* mengkonsentrasikan *malathion* lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang diberi makan kangkung, 3. Jaringan tikus yang mengkonsumsi jaringan ikan yang terkontaminasi menimbulkan ukuran penyerapan yang lebih tinggi daripada memakan tumbuhan (*kangkung*) yang terkontaminasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Babu NS, Malik JK, Rao GS, Aggarwal M, Ranganathan V. Effects of Subchronic Malathion Exposure on the Pharmacokinetic Disposition of Pelfoxacin. *Environ Toxcol Pharmacol* 2006; 22(2) : 167-171.
- Daniel. Ketika larva dan nyamuk *aedes aegypti* dewasa sudah kebal terhadap insektisida. *Majalah Farmacia* 2008; vol. 7 no.7. 5-9
- FAO/WHO. Accumulation on the Toxicity of Pesticides Residues in food, Report of Joint Meeting of the WHO Expert Committee on Pesticide Residues and the FAO Committee on Pesticide in Agriculture 1986; 13 : 3-12.
- Hasim, Enceng gondok Pembersih Polutan Logam Berat, [http://www.kompas.com/kompas\\_cetak/0307/02/inspirasi/404854.htm](http://www.kompas.com/kompas_cetak/0307/02/inspirasi/404854.htm). 2002
- Ishak H, Mappau Z, Wahid I. Uji kerentanan *aedes aegypti* terhadap *malathion* dan efektivitas 3 jenis insektisida. *J.Medika Nusantara* 2005; vol.26 no. 4. 8-12
- Lembaga Ekologi Universitas Pajajaran. Peme-riksaan Pestisida pada Beberapa Sayuran; Proyek Studi Sektor Regional. Laporan Penelitian Lingkungan 1978/1979.
- Matsumura F. *Toxicology of Insecticides*. 2 nd. Ed. Plenum Press, New York, 1995. 135
- Mehta G, Singh SP, Panday SK, Sharma LD. Cytotoxic response of endosulfan and chlorpyrifos pesticides in poultry lymphocyte culture. *Toxicol. Int* 2008; Vol. 15( 2): 97-101
- Rai AK, Ahmad AH, Sing SP, Hore SK, Sharma LD. Detection of Carbaryl Residu by HPLC in Foods of Plant and Animal Origin in Kumaon Region of Uttarakhand. *Toxicol.Int* 2008; Vol. 15( 2): 103-109.
- Renata S, Bhattacharya S, Jha B, Sen P, Anand A. Malathion Induced changes on Hepatic Acid and Alkaline phosphatases in Developing Rats. *J. Inst. Medicine* 2001; 23: 70-72.
- Sameeh AM, Heikal TM, Mossa AH. Biochemical and Histopathological Effects os Formulations Containing Malathion and Spinosad in Rats. *Toxicol. Int* 2008; Vol. 15, 2:71-78.
- Steel RGD, Torrie JH. Prinsip dan Prosedur Statistik. Terjemahan: B. Sumantri. PT. Gramedi Pustaka Utama, Jakarta, 1995. 56-80
- Suwartapura D. Kadar Residu Pestisida Diazinon pada Sayuran Petsai setelah Pengolahan biasa. Tesis Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor, 1981.