

**PERBEDAAN DISTRIBUSI KONSENTRASI DAN SUMBER PESTISIDA ORGANOKLORIN DALAM AIR DAN SEDIMEN PADA MUSIM PERALIHAN DI PERAIRAN TELUK JAKARTA**

***DIFFERENCES CONCENTRATION DISTRIBUTION AND SOURCE OF IN ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN WATER AND SEDIMENT IN JAKARTA BAY WATERS DURING TRANSITION SEASON***

**Khozanah**

Laboratorium Kimia Organik, Puslit Oseanografi, LIPI, Jakarta

Email: munawir\_khoz@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

*Study on the distribution and sources of organochlorine pesticide concentrations in water samples and sediments from the Jakarta Bay was conducted in April 2011 (transition season I) and June 2011 (dry season). The purpose of this study was to determine the distribution of pesticide concentrations in water and sediments and to identify possible sources of organochlorine pesticides. The concentrations of organochlorine pesticides was measured by the GC/ECD (electron capture detection) HP 5890 series II. Concentrations found in the water column during transition I season ranged from 11.596 to 74.338 ng/l (average=41.998 ng/l) and in dry season varied from 4.554 to 19.119 ng/l (average=7.741 ng/l). In sediment samples, concentrations found in transition I season varied from 0.936 to 2.816 ng/g (average=1.782 ug/g), and in dry season about 0.7691 to 7.138 ug/g, (average=2.722 ug/g). In the water column, the average concentration in transition I was higher than that found in dry season, whereas levels in sediment during transition season I was lower. The average levels of pesticides in the water column was higher than those found in sediments. These results suggested that the seasons played a role in the distribution of organochlorine pesticides in the water column and sediments. Source of organochlorine pesticides were suggested from agricultural activities in the mainland Cisadane.*

**Keywords:** organochlorine pesticides, DDT, BHC, Jakarta Bay waters.

**ABSTRAK**

Penelitian distribusi kadar dan sumber pestisida organoklorin dalam sampel air dan sedimen di perairan Teluk Jakarta telah dilakukan pada bulan April 2011 (musim peralihan I) dan bulan Juni 2011 (musim kemarau). Tujuan penelitian adalah untuk membedakan keadaan distribusi konsentrasi pestisida di air dan sedimen serta mengidentifikasi sumber pestisida organoklorin menurut musim. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar pestisida organoklorin adalah GC/ECD (electron capture detection) Hp 5890 series II. Konsentrasi PO dalam kolom air pada musim peralihan I berkisar 11,596 – 74,338 ng/l dengan rata-rata 41,998 ng/l dan pada musim peralihan II sekitar 4,554 – 19,119 ng/l dengan rata-rata 7,741 ng/l. Kadar pestisida organoklorin dalam sampel sedimen pada musim peralihan I sekitar 0,936 – 2,816 ng/g dengan rata-rata 1,782 ug/g, dan konsentrasi pada musim peralihan II sekitar 0,7691-7,138 ug/g, dengan rata-rata sebesar 2,722 ug/g. Pada kolom air musim peralihan I, rata-rata konsentrasinya lebih tinggi dibandingkan dengan musim peralihan II, sebaliknya kadar dalam sedimennya pada musim peralihan I lebih rendah. Rata-rata kadar pestisida di kolom air lebih tinggi dibandingkan dengan dalam sedimen. Musim berpengaruh terhadap konsentrasi pestisida organoklorin pada kolom air maupun sedimen. Sumber pestisida organoklorin berasal dari kegiatan pertanian yang berada di daratan Cisadane.

**Kata kunci:** organoklorin, DDT, BHC, Teluk Jakarta.

## I. PENDAHULUAN

Teluk Jakarta yang terletak dipantai utara P.Jawa dan Ibukota Jakarta terdapat berbagai aktivitas seperti perikanan, pariwisata dan pelayaran. Selain itu perairan ini juga merupakan tempat mengalir limbah yang berasal dari aktivitas industri, pertanian dan pemukiman di darat melalui sungai dan bermuara ke Teluk Jakarta. Salah satu senyawa berbahaya terkandung dalam limbah adalah senyawa pestisida organoklorin.

Senyawa kelompok POPs ini sejak tahun 1970 an telah dilarang ataupun dilakukan penjagaan ketat dalam penggunaannya di negara berkembang. Hal ini disebabkan oleh sifat racun yang tinggi, tidak mudah diurai di alam (persisiten) dan bersifat akumulatif. Bioakumulasi di perairan terjadi melalui rantai makanan yang mana bisa sampai ke manusia. Seluruh bahan kimia untuk pembuatan senyawa ini adalah bahan sintetik buatan manusia (man-made) dan diketemukan di lingkungan baik udara, air laut, sedimen, dan biota laut maupu dalam air susu ibu.

DDT (dichloro diphenyl trichloroethane) sebagai salah satu contoh senyawa organoklorin yang dikenal ampuh sebagai pembasmi malaria secara hati-hati sampai saat ini dan residunya masih ditemukan di air laut dan kerang-kerangan. Buttler (1966) melaporkan bahwa DDT dapat mencapai konsentrasi sebesar 25.000 kali lebih tinggi dibandingkan air laut sekitarnya selama 10 hari, tergantung dari temperatur air, lamanya pemaparan dan banyaknya sumber buangan DDT dari sekitarnya

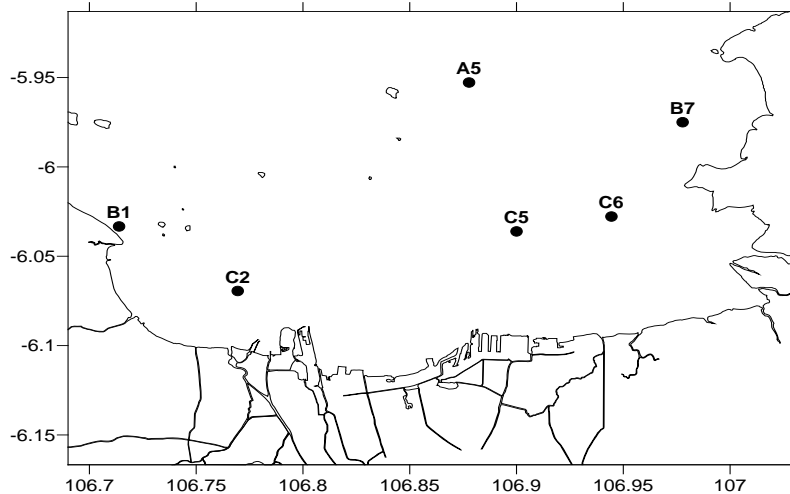
Beberapa studi di India menunjukkan bahwa residu pestisida organoklorin ditemukan di air susu ibu (Tanabe *et al.* 1990), udara (Ramesh *et al.* 1989), air (Ramesh *et al.* 1990a) dan

kerang hijau (Ramesh *et al.* 1990b), sawah dan sedimen (Ramesh *et al.* 1990c), begitu pula di Indonesia ditemukan dalam kerang-kerangan, air dan sedimen (Razak, 1991; 1995; 1994 dan 2004). Li *et al.* (1996) melaporkan bahwa India masih memproduksi senyawa organoklorin (Alfa- HCH) dalam jumlah besar pada tahun 1980 dan 1990. Di pantai Atlantik ditemukan residu DDT dalam oyster sebesar < 0,05 mg/l (ppm), dan di estuarin sampai <0,5 ppm di perairan lainnya (Buttler, 1969).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan distribusi konsentrasi dan sumber pestisida organoklorin yang berada dalam kolom air dan sedimen di perairan Teluk Jakarta. khususnya pada peralihan I dari musim penghujan ke musim timur (April) dan pada bulan Juni mewakili musim peralihan II ke marau ke musim penghujan (Juni).

## II. METODE PENELITIAN

Posisi dan stasiun pengambilan contoh (air dan sedimen) untuk analisis pestisida organoklorin diambil di 6 stasiun (A5, B1, B7, C2, C5 dan C6) yang berdekatan dengan pantai Teluk Jakarta (Tabel 1, Gambar 1). Contoh air permukaan sebanyak 2 liter diambil menggunakan gayung *stainlesteel*, dan segera disimpan dalam botol contoh kaca, kemudian ditaruh dalam kotak es (*Ice box*). Di laboratorium contoh air segera disaring dengan kertas saring GFC (*Glass Fiber*) ukuran 0,45 mikron. Hasil saringan diekstrak dalam benjana pisah dengan *n*-heksana *p.a* sebanyak 3 kali yaitu berturut-turut 100, 50 dan 50 ml. Tahapan ke dua, ekstraks di- *clean up* menggunakan kolom kromatografi alumina *WB 5 basic SIGMA* sebanyak 4 gram dan dialiri *n*-heksana sesuai *set pointnya*.



Gambar 1. Lokasi survey dan stasiun penelitian di perairan Teluk Jakarta, 2011.

Tahapan ke tiga ekstrak yang telah di-*clean up* diuapkan sampai 1 ml dan difraksinasi dengan kolom kromatografi silika *Merck 7754* sebanyak 4 gram menjadi fraksi non polar (F1) dan polar (F2) (Munawir, 2010). Tahap berikutnya sebanyak 1 ml contoh yang sudah diolah sebagai F1 diukur dalam GC/ECD (Electron Capture Detection) Hp 5890 series II. Kolom kapiler yang digunakan adalah tipe CP-SIL 8 CB dengan panjang kolom 50 meter, diameter dalam 0,25 mm, diameter luar 0,39 mm dan tebal film 0,12 um. Kadar pestisida dalam air ditentukan dalam ng/l.

Pestisida organoklorin dalam sedimen diukur seperti sampel air namun sebelumnya ada beberapa perlakuan yaitu sampel sedimen dikeringkan dalam oven suhu 50-60°C selama 12 jam dan sebagian sampel diukur kadar airnya dengan di oven suhu 105°C. Setelah itu, sebanyak 5 gram sampel kering dihaluskan dengan dicampur dengan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai halus dan di ekstraksi dengan 100 ml diklorometan (DCM) dalam tabung Soxhlet selama 8 jam. Ekstraks dipekatkan menggunakan alat *Kuderna Danish* evaporator sampai 1 ml, di-*clean up* dan difraksinasi. Hasil pengukuran pestisida organoklorin dalam sampel sedimen dinyatakan dalam µg/g.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran pestisida organoklorin yang berasal dari perairan Teluk Jakarta pada tahun 2011 dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Terdapat sejumlah (Total) 18 macam pestisida organoklorin teridentifikasi di air dan sedimen yaitu Alfa, Beta, Gama dan Delta BHC, Heptaklor, Aldrin, Hepox, Endosulfan 1, *p.p'* DDT, *p.p'*DDD dan *p.p'*DDE Dieldrin, Endrin, Endosulfan sulfat, Endrin aldehide, metoxychlor, EndrinKeton, Endosulfan II dinyatakan sebagai T. Pestisida.

Hasil penelitian pada musim peralihan I 2011, kisaran pestisida organoklorin antara 11,596 – 74,338 ng/l dengan rata-rata 41,998 ng/l. Tertinggi ditemukan pada Stasiun C5 sebesar 74,338 ng/l, terdiri dari 13 jenis senyawa yaitu ng/lalfa-BHC, Beta-BHC, gamma-BHC, delta-BHC, heptaklorewq, aldrin, hepox (heptaklorepoxyd), endosulfan I, *pp*-DDE, *pp*-DDT, endrin dan endosulfan sulfat, sedangkan yang terendah di stasiun B1, hanya ditemukan 7 jenis yaitu senyawa gamma-BHC, delta-BHC, heptaklor, hepox, *pp*-DDE, *pp*-DDT dan endrinketon. Hasil pengukuran kadar pestisida total organoklorin pada bulan April di St. A5, B1, B7, C2, C5 dan C6,

dicantumkan dalam Tabel 1, Dan batas Baku Mutu Kantor Menteri Negara menunjukkan bahwa konsentrasi terukur Lingkungan Hidup (2004). pada bulan April sudah melebihi ambang

Tabel 1. Kadar pestisida dalam air (ppt ) di perairan T.Jakarta, pada musim peralihan I 2011.

No.	Pestisida	A5	B1	B7	C2	C5	C6
1	Alfa -BHC	0.058	ttd	0.142	Ttd	0.057	0.083
2	Beta-BHC	0.089	ttd	35.01	0.27	0.083	4.687
3	Gamma-BHC	3.719	0.079	0.284	0.06	0.1	0.107
4	Delta-BHC	0.404	0.193	0.477	0.24	6.764	0.631
5	Heptaklor	0.167	0.123	0.274	0.12	0.054	0.093
6	Aldrin	ttd	ttd	ttd	0.15	0.138	30.108
7	Hepox	0.08	0.54	0.183	1.25	0.028	ttd
8	Endosulfan I	0.067	ttd	0.112	ttd	0.321	0.117
9	<i>pp'</i> -DDE	ttd	3.557	ttd	3.36	0.049	ttd
10	<i>pp'</i> -DDT	ttd	1.742	2.485	4.26	9.203	ttd
11	<i>pp'</i> -DDD	ttd	ttd	ttd	5.46	Ttd	ttd
12	Dieldrin	0.413	ttd	0.263	ttd	Ttd	ttd
13	Endrin	ttd	ttd	ttd	ttd	30.45	17.334
14	Endosulfan sulfat	ttd	ttd	11.37	ttd	23.11	0.362
15	Endrin Aldehida	ttd	ttd	ttd	ttd	3.976	ttd
16	Metoxychlor	ttd	ttd	0.213	ttd	ttd	ttd
17	Endrin Keton	ttd	5.362	ttd	ttd	ttd	7.986
18	Endosulfan II	17.32	ttd	16.26	ttd	ttd	ttd
Total Pestisida		22.32	11.596	67.08	15.2	74.34	61.508

Catatan: ttd = tidak terdeteksi

Tabel 2. Kadar pestisida dalam air ng/l di Perairan T.Jakarta, pada musim peralihan II.

No.	Pestisida	A5	B1	B7	C2	C5	C6
1	$\alpha$ -BHC	ttd	0.06	0.065	0.062	0.047	0.076
2	$\beta$ -BHC	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
3	$\gamma$ -BHC	0.078	ttd	ttd	0.04	ttd	ttd
4	$\delta$ -BHC	0.639	0.63	0.535	0.27	0.594	0.675
5	Heptaklor	0.311	0.24	0.08	0.167	0.315	0.285
6	Aldrin	2.429	1.05	0.538	0.123	0.47	0.657
7	Hepox	ttd	ttd	ttd	0.057	0.028	ttd
8	Endosulfan I	ttd	ttd	1.238	0.185	0.066	0.17
9	<i>pp'</i> -DDE	ttd	ttd	ttd	0.661	ttd	ttd
10	<i>pp'</i> -DDT	ttd	ttd	ttd	1.586	ttd	ttd
11	<i>pp'</i> -DDD	ttd	ttd	ttd	1.32	ttd	ttd
12	Dieldrin	0.749	0.61	Ttd	0.083	1.034	ttd
13	Endrin	ttd	ttd	ttd	ttd	11.38	2.792
14	Endosulfan sulfat	0.9	1.29	1.315	ttd	5.182	1.124
15	Endrin Aldehida	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
16	Metoxychlor	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
17	Endrin Keton	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
18	Endosulfan II	0.765	1.53	2.694	ttd	ttd	ttd
Total Pestisida		5.122	5.41	6.465	4.554	19.12	5.779

Hasil yang diperoleh pada penelitian pada musim kemarau 2011, kadar pestisida total organoklorin dalam air berkisar antara 4,554–19,119 ng/l dengan rata-rata 7,741 ng/l, tertinggi ditemukan pada stasiun C5, sebesar 19,119 ng/l, terdiri dari 9 jenis yaitu alfa-BHC 0,062 ng/l, delta-BHC 0,594 ng/l, heptaklor 0,315 ng/l aldrin 0,470 ng/l hepox 0,028 ng/l endosulfan I 0,185 ng/l, *pp*-DDE 0,185 ng/l *pp*-DDT 1,586 ng/l *pp*-DDD 1,320ng/l dan dieldrin 0,083 ng/l Terendah pada stasiun C2, ditemukan 10 jenis yaitu endrin keton 0,072 ng/l, (Tabel 2). Jenis senyawa pestisida yang dominan pada musim kemarau ialah endrin yang diperoleh di Stasiun C5 (Tabel 2). Di Stasiun C5 adalah satu-satunya stasiun dengan kadar total pestisida organoklorin sudah melebihi ambang batas Baku Mutu KMNLIH (2004). Secara umum rata-rata hasil total pestisida organoklorin (41,998 ug/g) di musim kemarau lebih tinggi

daripada hasil pengamatan pada musim peralihan II (< 7,741 ug/g.

Kondisi demikian ini tampaknya ada hubungannya dengan musim. Pada musim peralihan I (kemarau) sehingga kadar pestisida organoklorin yang berada dalam perairan mengalami pemekatan, dengan demikian kadarnya menjadi tinggi. Li *et al.* (2006) menyatakan bahwa penyebaran pestisida ke lingkungan alam sekitar selain kontak langsung, juga dapat melalui udara dan air.

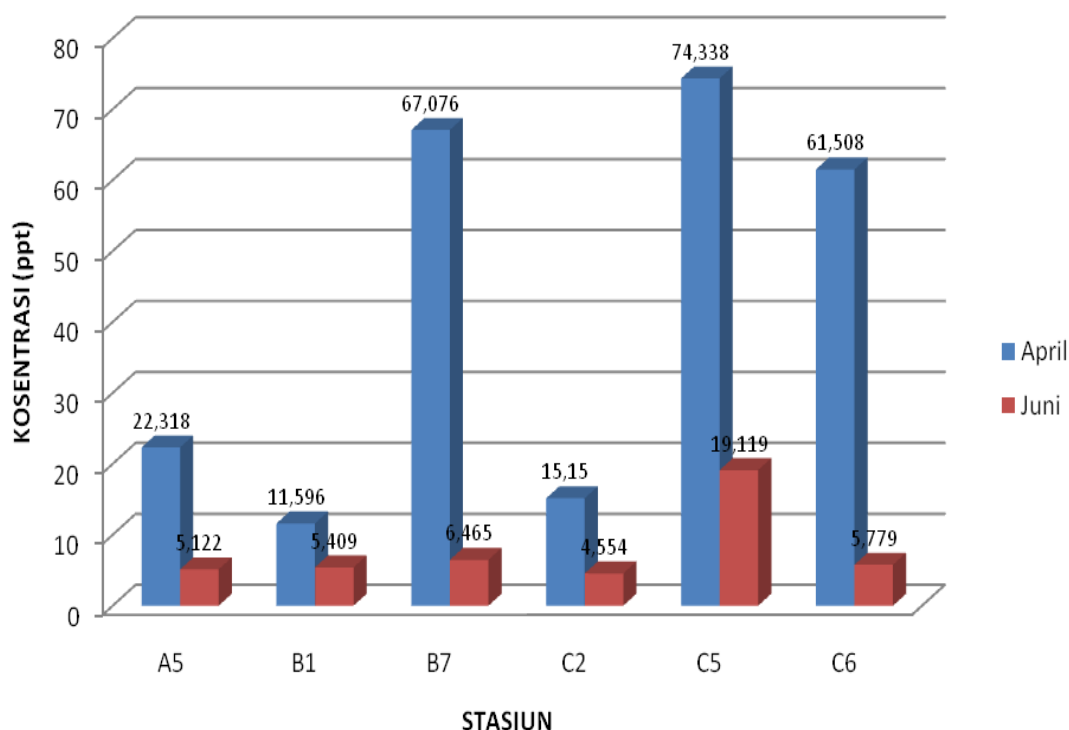
Pengukuran pestisida organoklorin dalam sedimen untuk musim peralihan I 2011 dan musim kemarau dapat dilihat pada (Tabel 3 dan 4, Gambar 2 dan 3).  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC, heptaklor, aldrin dan endosulfan I ditemukan dalam sedimen di semua stasiun. Pestisida lain yang ditemukan adalah-*pp*-DDE, *pp*-DDD, *pp*-DDT, dieldrin, endosulfan sulfat, endrin aldehid, endrin keton, metoxyklor dan endosulfan II.

Tabel 3. Kadar pestisida dalam sedimen (ppb) di perairan T.Jakarta, April 2011.

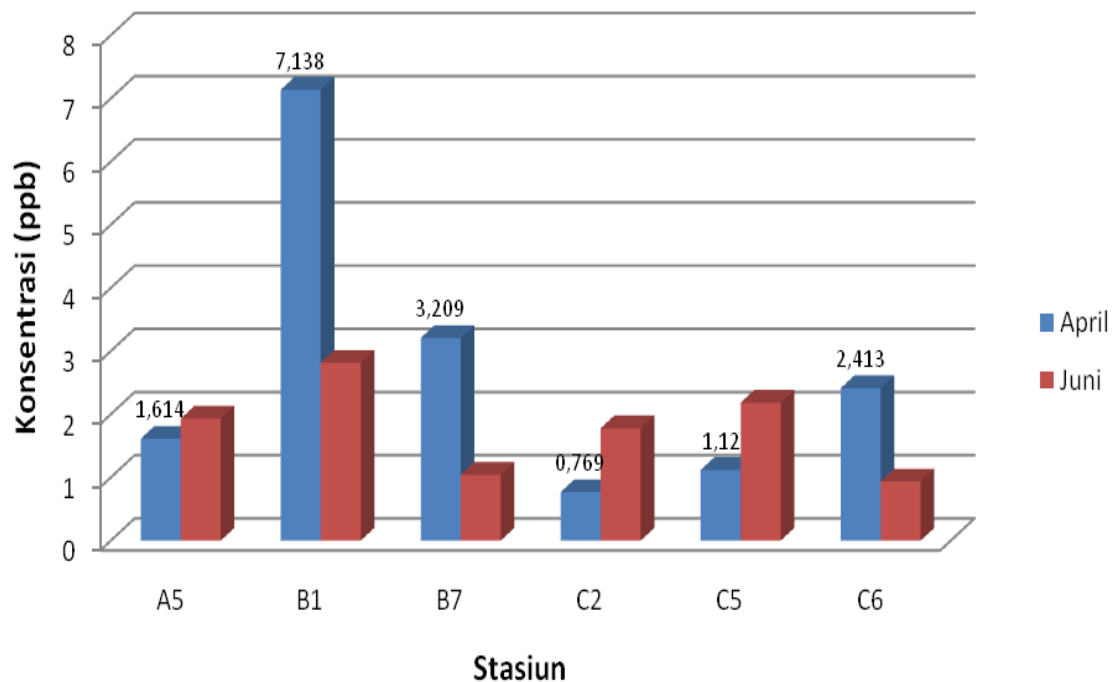
No.	Pestisida	A5	B1	B7	C2	C5	C6
1	Alfa-BHC	0.213	0.054	0.182	0.283	0.648	0.383
2	Beta-BHC	0.056	0.036	0.051	0.047	0.093	0.442
3	Gamma-BHC	ttd	ttd	0.009	0.021	ttd	0.074
4	Delta-BHC	0.66	0.144	1.236	0.019	0.045	1.111
5	Heptaklor	0.088	0.037	0.056	0.015	0.09	0.059
6	Aldrin	0.022	0.017	0.007	0.024	0.017	0.054
7	Hepox	0.128	6.308	1.283	0.015	0.076	0.016
8	Endosulfan I	0.018	0.008	0.023	0.034	0.048	0.038
9	<i>pp</i> '-DDE	ttd	0.035	0.042	0.035	ttd	ttd
10	<i>pp</i> '-DDT	0.17	0.219	0.173	0.024	ttd	ttd
11	<i>pp</i> '-DDD	0.099	0.059	0.017	ttd	ttd	0.047
12	Dieldrin	0.16	0.138	0.13	0.102	0.045	0.063
13	Endrin	ttd	ttd	ttd	0.052	ttd	ttd
14	Endosulfan sulfat	ttd	ttd	ttd	0.031	ttd	ttd
15	Endrin Aldehida	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	0.196
16	Metoxychlor	ttd	ttd	ttd	0.067	ttd	ttd
17	Endrin Keton	ttd	0.083	ttd	ttd	0.058	ttd
18	Endosulfan II	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
Total Pestisida		1.614	7.138	3.209	0.769	1.12	2.483

Tabel 4. Kadar pestisida dalam sedimen (ppb) di perairan T.Jakarta, Juni 2011.

No.	Pestisida	A5	B1	B7	C2	C5	C6
1	Alfa-BHC	0.212	0.085	0.28	0.6	0.303	0.273
2	Beta-BHC	0.712	0.135	0.071	0.091	0.109	0.103
3	Gamma-BHC	ttd	0.019	0.013	0.018	0.013	0.015
4	Delta-BHC	0.237	0.872	0.15	0.037	0.283	0.137
5	Heptaklor	0.065	0.035	0.062	0.087	0.071	0.078
6	Aldrin	0.032	0.012	0.032	0.038	0.042	0.049
7	Hepox	0.343	1.342	0.022	0.291	0.416	0.011
8	Endosulfan I	0.118	0.036	0.101	0.032	0.078	0.07
9	pp'-DDE	ttd	0.008	ttd	0.055	0.02	ttd
10	pp'-DDT	0.05	ttd	ttd	0.098	0.091	ttd
11	pp'-DDD	0.053	0.013	0.051	0.108	0.212	0.093
12	Dieldrin	0.048	0.015	0.027	0.062	0.076	ttd
13	Endrin	ttd	ttd	0.176	0.084	0.101	0.059
14	Endosulfan sulfat	ttd	ttd	ttd	0.043	ttd	ttd
15	Endrin Aldehida	ttd	0.217	ttd	ttd	0.257	ttd
16	Metoxychlor	ttd	ttd	ttd	0.033	ttd	ttd
17	Endrin Keton	0.04	0.018	0.057	ttd	0.088	0.048
18	Endosulfan II	0.023	0.009	ttd	ttd	0.025	ttd
Total Pestisida		1.933	2.816	1.042	1.78	2.185	0.936



Gambar 2. Konsentrasi total pestisida dalam air di perairan T. Jakarta bulan April dan Juni 2011.



Gambar 3. Konsentrasi total pestisida organoklorin dalam sedimen (ppb) di perairan Teluk Jakarta, bulan April dan Juni 2011.

Pada musim peralihan I 2011 ditemukan kisarannya antara 0,7691-7,138 ppb, dengan rata-rata sebesar 2,722 ug/gkonsentrasi tertinggi ditemukan di St B1 dan terendah di St C2. Pestisida yang ditemukan di stasiun B 1 terdiri dari 12 jenis senyawa adalah  $\alpha$ , $\beta$  dan $\delta$ -BHC, Heptaklor, Aldrin,, Hepox, Endosulfan I, *pp*-DDE, *pp*-DDD, *pp*-DDT, Dieldrin dan Endrin keton (Tabel 3).

Hasil yang diperoleh dari penelitian pada musim peralihan II 2011, kadar pestisida total organoklorin dalam sedimen berkisar antara 0,936 – 2,816 ug/gppb dengan rata-rata 1,782 ug/gppb, tertinggi ditemukan pada stasiun C5, sebesar 19,119 ug/gppt, terdiri dari 16 jenis yaitu alfa  $\alpha$ -BHC 0,303 ug/lppb, beta  $\beta$ -BHC 0,109 ng/gppb, gamma  $\gamma$ -BHC 0,013 ng/g ppb, delta  $\delta$ -BHC 0.283 ng/g ppb, heptaklor 0,071ng/g ppb, aldrin 0,042 ng/gppb, hepox 0,416 ng/g ppb, endosulfan I 0,078 ng/gppb, *pp*-DDE 0,020 ng/g, *pp*-DDT 0,091ng/g, *pp*-DDD 0,212 ng/g endrin 0,101ng/g ppb, endrin

aldehid 0,257 ng/gppb, endrin keton 0,088 ng/g ppb dan endosulfan II 0,025 ng/g ppb. Terendah pada stasiun C6, ditemukan 12 jenis yaitu alfa  $\alpha$ -BHC 0,273 ppb, beta  $\beta$ -BHC 0,103 ng/g ppb, gamma- $\gamma$ -ng/g,BHC 0,015 ng/gppb, delta- $\delta$ -BHC 0.137 ng/gppb, heptaklor 0,078 ng/gppb, aldrin 0,049 ng/gppb, hepox 0,011 ng/gppb, endosulfan I 0,070 ng/gppb, *pp*-DDD 0,093 ng/gppb dan endrin keton 0,048ng/g ppb (Tabel 4). Pengamatan menunjukkan bahwa secara umum total pestisida organoklorin rata-rata (2,722  $\mu$ g/g) pada musim peralihan I lebih tinggi daripada pengamatan pada musim kemarau (1,782  $\mu$ g/kg) (Gambar 3).

#### IV. KESIMPULAN

Distribusi pestisida dalam air pada musim peralihan maupun musim kemarau berfluktuasi, umumnya stasiun dekat pantai lebih tinggi dan makin kearah laut makin kecil konsentrasi sedimen. Rata-rata konsentrasi sedimen pada musim

peralihan I lebih kecil dibandingkan dengan musim kemarau. Demikian juga sebaran dan konsentrasi sedimen dalam sedimen. Konsentrasi pestisida dalam air yang tinggi ternyata tidak diikuti konsentrasi yang tinggi dalam sedimennya

#### DAFTAR PUSTAKA

- Buttler, P.A. 1966. Pesticides in the marine environment. *J. Application of Ecology*, 3:253-259.
- Buttler, P.A. 1969. Monitoring pesticide pollution. *Bioscience*, 19:889-991.
- Duinker, J.C. and M.T.H.J. Hillebrand. 1978. Minimizing blank values in chlorinated hydrocarbon analysis. *J. Chrom.*, 150:195-199.
- Duinker, J.C. and M.T.H.J. Hillerbrand. 1978. Determination of selected organochlorine seawater. *In: Grasshof et al.* (eds.). *Methods of seawater analysis* Verlag Chemie. Weinheim. 290-304pp.
- Grave, P.V. and W.B.F. Gravenstuck. 1975. A convenient small-scale clean-up method for extracts of fatty samples with basic alumina before GLC analysis on organochlorine pesticide residues. *Meded Faculty Landbouwwed. Gent*, 40:1115-1124.
- Holden. A.V. and K. Marsden. 1969. Single stage clean-up of animal tissue extracts for organochlorine residue analysis. *J. of Chromatography*, 44:481-492.
- Li, Y.F., A. Mc Millan, and M.T. Scholz. 1996. Global HCH usage with 1° x 1° longitude/latitude resolution. *Environment Science Technology*, 30:3525-3533.
- Menteri Negara lingkungan hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara dan Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004, tentang baku mutu air laut, untuk kehidupan biota laut. 11 hlm.
- Razak, H. 1991. Penelitian pendahuluan senyawa organoklorin dalam kerang hijau (*Mytilus viridis*) di perairan Teluk Jakarta. *Dalam: Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres nasional Biologi X*, Bogor. Hlm.:233-238.
- Razak, H. dan K. Munawir. 1994a. Kadar pestisida organoklorin di perairan Teluk Jakarta. *Dalam: Hutagalung et al.* (eds.). *Makalah penunjang seminar pemantauan pencemaran laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Hlm.:37-48.
- Razak, H. dan I. Gunawan. 2004. Kandungan pestisida organoklorin dalam sediment dan kerang tahu (*Meretrix meretrix*) di muara Sungai Citarum, Jawa Barat. *J. Riset IPTEK Kelautan*, 2(1):25-35.
- Ramesh, A.S., Tanabe, R. Tatsukawa, A.N. Subramanian, S. Palanichmy, D. Mohan, and V.K. Venugopalan. 1989. Seasonal variation of persistent organochlorine insecticide residues in air from Porto Novo. South India. *Environment. Pollut.*, 62:213-222.
- Ramesh, A., S. Tanabe, H. Iwata, R. Tatsukawa, A.N. Subramanian, D. Mohan, and V.K. Venugopalan. 1990a. Seasonal variation of persistent organochlorine insecticide residues in Vellar River waters in Tamil Nadu, South India. *Environ. Pollut.*, 67:289-304.
- Ramesh, A., S. Tanabe, A.N. Subramanian, D. Mohan, V.K. Venugopalan, and R. Tatsukawa. 1990b. Persistent organochlorine residues in green mussels from coastal waters of South India. *Mar. Pollut. Bull.*, 21:587-590.



Tanabe, S., F. Gondaria, A. Subramanian, A. Ramesh, D. Mohan, P. Kumarun, V.K. Venugopalan, and R. Tatsukawa. 1990. Specific pattern of persistent organochlorine residues in human breast milk from south India. *J. of Agriculture and Food Chemistry*, 38:899-903.

*Diterima : 3 September 2012*

*Direvisi : 2 Januari 2013*

*Disetujui : 12 April 2013*