

Senyawa POPs Aldrin dan Endosulfan pada Air Sungai DAS Citarum Hulu, Jawa Barat

¹Mulyadi, ²Indratin dan ³E.S.Harsanti

^{1,2,3}Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

E-mail: Mulyadi1959@yahoo.com

Abstrak: Kegiatan pertanian berdampak negatif terhadap peningkatan pencemaran bahan agrokimia di lingkungan pertanian, antara lain cemaran residu organoklorin. Sifat organoklorin bioakumulasi di alam, bersifat toksik terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya, tidak reaktif, stabil, memiliki kelarutan sangat tinggi di dalam lemak, dan kemampuan degradasinya rendah. Informasi tentang kadar senyawa POPs aldrin dan endosulfan di air sungai di DAS Citarum Hulu masih terbatas sehingga dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mendapatkan data sebaran aldrin dan endosulfan pada air sungai di DAS Citarum Hulu. Penelitian dilaksanakan dengan survei pada tahun 2011. Contoh air diambil sekitar 30 cm dari permukaan air di 11 sungai dan anak sungai Citarum dan waduk Saguling dengan. Hasil penelitian menunjukkan sifat fisik dan kimia air sungai dan anak sungai Citarum Hulu DAS Citarum Hulu masih sesuai peruntukannya untuk mengairi pertanaman. Senyawa POPs endosulfan terdeteksi di semua lokasi sedangkan aldrin terdeteksi 3 lokasi dari 11 lokasi pengambilan air. Kadar endosulfan dalam air berkisar antara 0,001-0,005 mg/L sedangkan aldrin 0,005-0,022 mg/L.

Kata Kunci : aldrin, endosulfan, sungai, citarum

1. PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida di Indonesia meningkat sangat cepat untuk mempertahankan produksi tanaman pertanian khususnya tanaman pangan dan sayuran. Salah satu jenis insektisida yang hingga kini ditengarai masih digunakan di Indonesia adalah golongan organoklorin, meskipun golongan ini telah dilarang penggunaannya sejak akhir tahun 1990 seperti thiodan yang berbahan aktif endosulfan (Soemirat, 2005). Namun karena harganya yang murah, mudah digunakan, dan efektif membasmi hama, maka beberapa jenis organoklorin seperti DDT masih digunakan di Indonesia, selain karena kurangnya ketegasan peraturan dan hukum yang berlaku (Sudaryanto *et al.*, 2007). Organoklorin merupakan bahan pencemar utama yang mengandung senyawa persistent organic pollutant (POPs) yang bersifat toksik kronis, persisten dan bioakumulatif (Zhou *et al.*, 2006).

Penggunaan pestisida secara intensif dan berlebihan akan terakumulasi dalam tanah dan terbawa oleh air dan jaringan tanaman di suatu daerah aliran sungai (DAS) sehingga akan berdampak negatif terhadap lingkungan hidup dan kesehatan manusia. Wilayah hulu Citarum terbentang dari sumber mata air sungai Citarum sampai *outlet* waduk Saguling (Paimin *et al.*, 2006).

DAS Citarum Hulu di kecamatan Kertasari dan Pacet Kabupaten Bandung telah ditemukan residu insektisida jenis

organoklorin yaitu heptaklor, aldrin, dieltrin, dan DDT pada air saluran/air sawah masing-masing berkisar antara 0,133-1,67; 0,161-0,56; 0,171-1,791 dan 0,2-1,794 ppb dan dalam tanah sawah berkisar antara 0,3-25,1; 0,2-1,1; 0,6-1,8 dan 0,3-3,0 ppb (Ramadhani dan Oginawati, 2009).

Paramita dan Oginawati (2009) melaporkan air sungai Citarum hulu mengandung 8 jenis organoklorin yaitu - BHC, lindan, aldrin, heptaklor, dieltrin, DDT, endrin dan endosulfan. Residu heptaklor adalah insektisida yang paling banyak terdeteksi pada musim kemarau (8 titik dari 13 titik) dengan kadar 0-0,7 ppb. Sebaliknya, pada musim hujan DDT merupakan jenis organoklorin yang paling banyak terdeteksi di semua titik sampel air sungai dengan kadar 0,116-0,877 ppb.

Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi sebaran aldrin dan endosulfan dalam air sungai di DAS Citarum Hulu, Jawa Barat.

2. BAHAN DAN METODE

3.1. Metode

Penelitian lapangan dilaksanakan di DAS Citarum Hulu Kabupaten Bandung Jawa Barat tahun 2011. Bahan yang digunakan botol, florisil, sodium sulfat anhidrat, n-heksan, sedangkan alat yang digunakan antara lain GPS, erlenmeyer, labu bundar, *rotary evaporator*, dan GC (*Gas*

Chromatography) serta peralatan pendukung lainnya.

3.2. Pengambilan contoh air :

Pengambilan contoh air pada kedalaman 30 cm dari permukaan air. Contoh air yang diambil dipisahkan botolnya antara yang dianalisa kandungan senyawa POPs dengan parameter lainnya. Botol contoh air yang akan dianalisis kandungan residu senyawa POPs, menggunakan botol volume 500-1000 ml polietilen, dan sebelum digunakan dicuci : 3 kali dengan air kran; 1 kali dengan asam bikromat; 3 kali dengan air kran; 1 kali dengan asam nitrat (1:1); 3 kali dengan air suling kemurnian tinggi, (Hadi, 2005).

3.3. Ekstraksi contoh air :

Contoh air yang telah disaring 100 ml dimasukkan ke dalam labu bundar 500 ml, ditambah pelarut campuran n-heksan dan diklorometan 90:10 sebanyak 30 ml dikocok selama 3 menit dan didiamkan hingga terbentuk 2 lapisan (n-heksan di bagian atas dan air di bagian bawah). Contoh air ditampung dalam erlenmeyer, n-heksan ditampung dalam labu bundar. Pengekstrakan diulangi dengan memasukkan kembali contoh air dalam erlenmeyer ke corong pemisah dan ditambahkan n-heksan sebanyak 30 ml, dikocok kuat 3 menit dan kemudian didiamkan.

Lapisan n-heksan akan berada bagian atas dan lapisan asetonitril di bagian bawahnya, lapisan atas ditampung dalam labu bundar. Hasil ekstrak diuapkan dan dimurnikan dalam kolom kromatografi yang diisi florisisil dan sodium sulfat anhidrat

sambil dielusi dengan 50 ml pelarut n-heksan. Contoh dievaporasi lagi sampai ± 1 ml, kemudian labu dibilas aseton secara bertahap, ditampung dalam tabung uji hingga volume 10 ml. Setelah proses ekstraksi selesai, masing-masing contoh diinjeksikan ke alat kromatografi gas guna mengidentifikasi aldrin dan endosulfan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kualitas Air Sungai DAS Citarum Hulu

a. Sifat fisik air

Suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Perubahan suhu berperan terhadap proses fisika, kimia dan biologi air. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi panas atau dingin dalam seketika. Hasil pengamatan suhu air berkisar 20,1–33,0°C (Tabel 1). Menurut PP. No. 82 Tahun 2001, kualitas air yang baik untuk keperluan pertanian mempunyai suhu normal sesuai dengan kondisi setempat.

Hasil pengamatan total residu terlarut (TDS) air sungai Citarum Hulu berkisar 110-1245 mg/L (Tabel 1). Nilai TDS yang tinggi umumnya berasal dari anak sungai Citarum bagian atas, setelah aliran air masuk sungai Citarum TDS cenderung mengalami penurunan karena terjadi pengenceran. Santosa (2008) menyatakan tercemarnya badan air tergantung dari daya dukung air terhadap beban pencemaran.

Tabel 1. Sifat fisik air, air sungai dan anak sungai Citarum DAS Citarum Hulu kabupaten Bandung 2011.

No.	Lokasi	Suhu (°C)	TDS (mg/L)	TSS
1	Asc. Sungai Cisarea hilir	25,90	546	82
2	Asc. Sungai Citarik hilir	30,60	1.245	98
3	Asc. Sungai Cikeruh hilir	20,80	512	224
4	Asc. Sungai Cisangkuy hilir	28,90	142	178
5	Asc. Sungai Cikapundung hilir	30,70	346	90
6	Asc. Sungai Ciwidey hilir	33,00	162	98
7	Sungai Citarum-Ciwidey	28,80	726	150
8	Waduk Saguling	32,80	159	4
9	Sungai Citarum hulu atas (Cisanti)	24,10	110	56
10	Sungai Citarum hulu tengah-Majalaya	31,30	142	156

No.	Lokasi	Suhu (°C)	TDS (mg/L)	TSS
11	Sungai Citarum hulu bawah-Margaasih	26,40	388	132
	Koefisien keragaman (%)	14,14	84,68	52,86
	Batas maksimum*	-	2.000	400
	Kisaran	20,8-33,0	110-1245	4-224
	Rata-rata ± SD	28,48±3,8	407,1±344,7	115,3±60,9

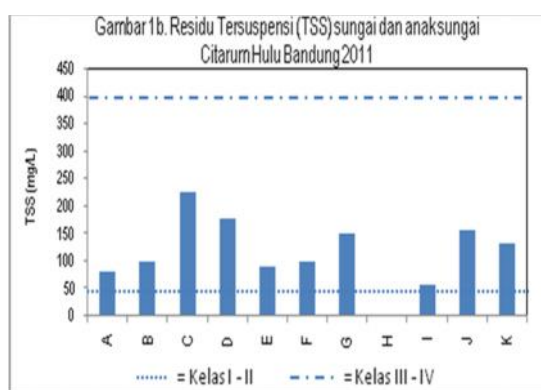
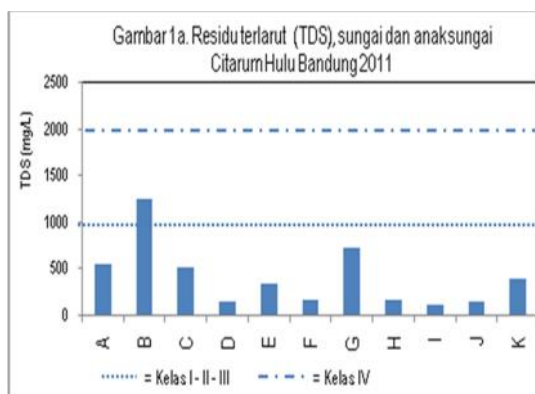
Keter : * = (PP.No.82 Th.2001 untuk mengairi pertanian); n = 11; Asc = anak sungai citarum

Meskipun industri tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), debit sungai yang besar tidak mengakibatkan terjadinya pencemaran, karena ada faktor pengenceran. Sebaliknya meskipun ada IPAL namun apabila daya dukung Sistem Pembuangan Air Limbah (IPAL) tidak mencukupi, maka akan terjadi pencemaran.

Kualitas air memenuhi persyaratan untuk budidaya ikan, peternakan dan pertanian jika mempertimbangkan nilai total residu tersuspensi (TSS) karena masih dibawah batas maksimum yang ditetapkan (PP.No.82 Th.2001). Nilai TSS berkisar antara 4-224 mg/l, dan nilai TSS terendah di di waduk Saguling yaitu sebesar 4 mg/L.

Berdasarkan nilai TDS, kualitas air sungai dan anak sungai Citarum Hulu di

hampir semua lokasi memenuhi klasifikasi kelas I, II, III (PP.No.82 Th.2001), hanya satu lokasi yang telah melebihi batas maksimum yaitu sungai Citarik hilir. Sedangkan untuk usaha pertanian (kelas IV), nilai TDS di semua lokasi yang diambil masih lebih rendah daripada batas maksimum yang ditetapkan, sehingga air sungai dapat digunakan untuk mengairi tanaman (Gambar 1a). Berdasarkan nilai residu tersuspensi (TSS), satu lokasi memenuhi klasifikasi kelas I dan II yaitu dari waduk Saguling; sedangkan untuk usaha budidaya ikan, peternakan dan pengairan tanaman semua lokasi memenuhi syarat untuk kegiatan tersebut (Gambar 1b).



PP. No. 8 Tahun 2001 :

Kelas I-II-III = 1000 mg/l; IV = 2000mg/L

A = Sungai Cirasea

D = Sungai Cisangkuy

B = Sungai Citarik

E = Sungai Cikapundung

C = Sungai Cikeruh

F = Sungai Ciwidey

PP. No. 8 Tahun 2001 :

Kelas I-II = 50 mg/l; III-IV = 400 mg/l

G = Sungai Citarum-

J = Sungai Citarum hulu

Ciwidey

tengah

H = Waduk Saguling

K = Sungai Citarum hulu

I = Sungai Citarum hulu

bawah

atas

Gambar 1. Grafik residu terlarut (1a) dan residu tersuspensi (1b) sungai dan anak sungai DAS Citarum Hulu kabupaten Bandung tahun 2011.

b. Sifat Kimia Air

Derajat kemasaman air sungai Citarum Hulu berkisar 6,8-8,1 sehingga air

masih masuk batas rentang yang ditetapkan untuk mengairi pertanaman. Nilai oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimia (COD) dan daya hantar listrik (DHL) masing-masing berkisar 0,25-9,61 mg/l; 15-98 mg/l; dan 172-1858 μ mhos/cm (Tabel 2). Nilai DO, COD dan DHL juga masih sesuai peruntukannya untuk usaha pertanian. Sedangkan untuk budidaya ikan dan peternakan terdapat tiga sungai yang nilai COD melebihi batas maksimum yang ditetapkan. Air tidak bisa digunakan untuk usaha rekreasi dan bahan baku air minum karena sudah melebihi batas maksimum yang ditetapkan (Gambar 2a).

Hasil penelitian sebelumnya oleh BPLHD Jawa Barat, kualitas air Citarum masih bisa digunakan dengan kualitas IV yaitu hanya untuk irigasi tanaman. Hal ini disebabkan oleh banyaknya air limbah yang

masuk ke dalam sungai yang berasal dari berbagai sumber pencemaran yaitu dari limbah industri, domestik, rumah sakit, peternakan, pertanian dan sebagainya. (BPLHD Jawa Barat, 2008). Hal yang sama disampaikan Rohmat (2009) industri merupakan sumber pencemar paling dominan selain dari kegiatan pertanian, perikanan dan peternakan. Di sisi lain beban pencemaran dari sektor domestikpun ternyata sangat tinggi. Sumber-sumber pencemaran terbesar justru berada di daerah hulu, khususnya di cekungan Bandung. Beberapa hasil pengamatan dan penelitian kualitas air sungai Citarum menurun drastis akibat pencemaran dan sedimentasi. Bahkan di bagian hulu kualitas airnya sudah tidak memenuhi baku mutu air golongan C dan D terutama di musim kemarau (Keputusan Gubernur, 2000).

Tabel 2. Sifat kimia air, air sungai dan anak sungai Citarum DAS Citarum Hulu kabupaten Bandung 2011

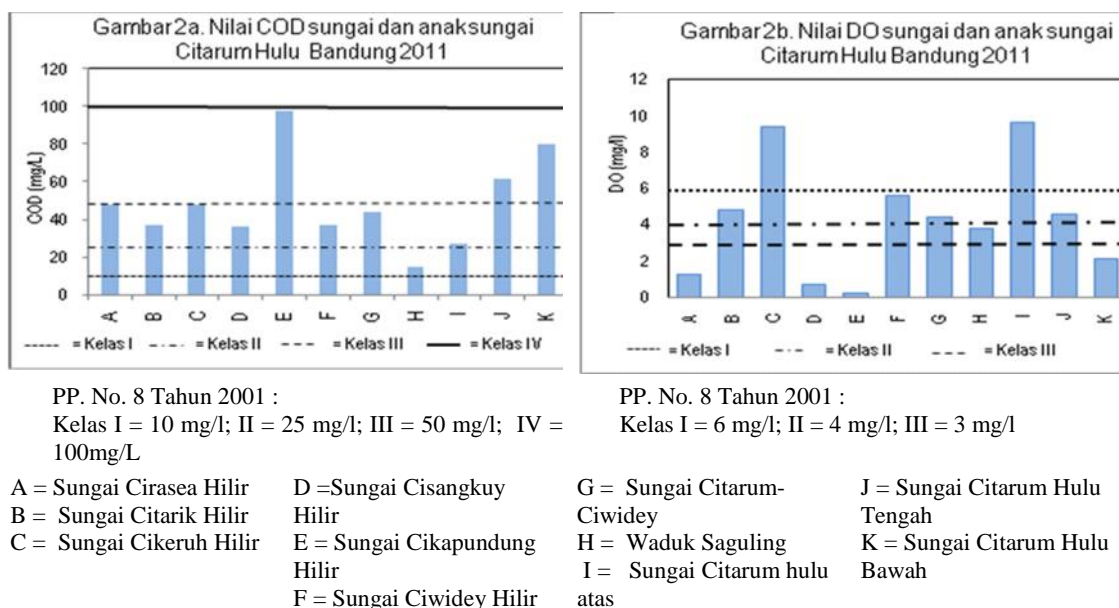
No.	Lokasi	pH	DO (mg/L)	COD	DHL μ mhos/cm
1	Sungai Cisarea hilir	8,1	1,25	48	827
2	Sungai Citarik hilir	7,6	4,79	37	1.858
3	Sungai Cikeruh hilir	8,0	9,37	48	766
4	Sungai Cisangkuy hilir	7,0	0,74	36	223
5	Sungai Cikapundung hilir	7,3	0,25	98	533
6	Sungai Ciwidey hilir	6,9	5,61	37	254
7	Sungai Citarum-Ciwidey	7,4	4,40	44	1.084
8	Waduk Saguling	6,8	3,77	15	318
9	Sungai Citarum hulu atas-Cisanti	7,3	9,61	27	172
10	Sungai Citarum hulu tengah-Majalaya	7,1	4,55	62	220
11	Sungai Citarum hulu bawah-Margaasih	7,2	2,17	80	586
Koefisien keragaman (%)		5,72	74,44	49,15	81,42
Batas maksimum*		5-9	0	100	2.250
Kisaran		6.9-8,1	0,25-9,6	15-98	172-1.858
Rata-rata \pm SD		7,3 \pm 0,4 1	4,6 \pm 23, 7	48,4 \pm 23,8	621 \pm 506

Keter : * = (PP.No.82 Th.2001 untuk mengairi pertanaman); n = 11

Oksigen terlarut (DO) di dalam air menunjukkan cadangan oksigen dalam air sungai tersebut, kadar oksigen terlarut dalam perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/L. Hasil pengamatan DO air sungai Citarum hulu terdapat dua sungai memenuhi syarat digunakan untuk air baku air minum yaitu

sungai Cikeruh hilir dan sungai Citarum hulu atas-Cisanti (Gambar 2b). Sedangkan untuk usaha prasarana/ sarana rekreasi air semakin bertambah jumlah sungai yang kadar oksigen terlarutnya memenuhi persyaratan untuk usaha tersebut.

Mulyadi, dkk. Senyawa POPs Aldrin dan Endosulfan pada Air Sungai DAS Citarum Hulu, Jawa Barat



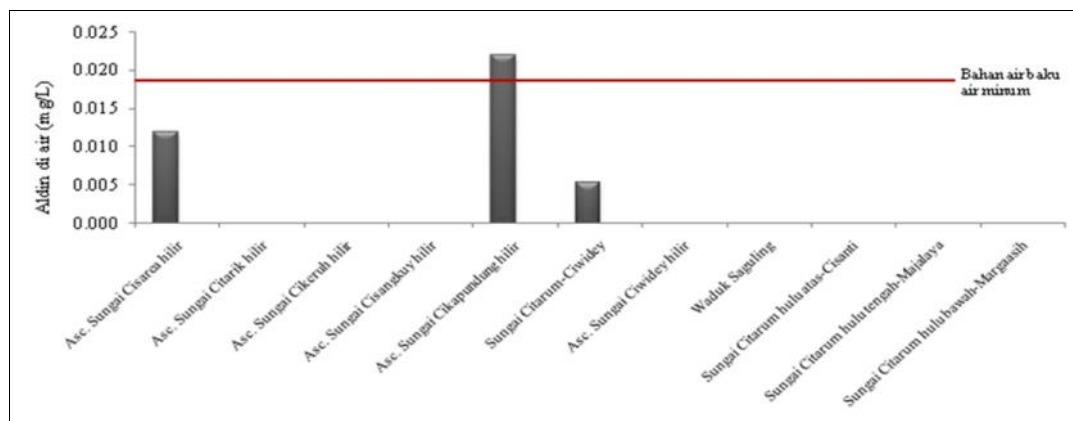
Gambar 2. Grafik nilai COD (2a) dan nilai DO (2b) sungai dan anak sungai Citarum Hulu Kabupaten Bandung tahun 2011.

3.2. Aldrin dan Endosulfan dalam Air

Senyawa POPs Aldrin terdeteksi 3 lokasi dari 11 pengambilan contoh air sungai dengan kadar 0,005-0,022 mg/L. Mengacu dari PP No. 82 tahun 2001, terdapat 1 lokasi kadar aldrin dalam air sudah melebihi batas maksimum yang ditetapkan untuk air baku air minum, yaitu di anak sungai Citarum sungai Cikapundung Hilir, (Gambar 3). Sedangkan untuk usaha pertanian semua air sungai aman digunakan untuk mengairi tanaman.

Sumber senyawa POPs aldrin dalam air adalah berasal dari residu ditanah akibat pemakaian masalalu. Tanah DAS Citarum

hulu Sebagian besar pada topografi miring sehingga pestisida yang teradsorpsi oleh partikel tanah dapat terbawa aliran permukaan (*surface run-off*) dalam bentuk suspensi tanah karena organoklorin secara umum tidak larut dalam air (Oginawati 2009). Hal yang sama disampaikan oleh Bakre *et al.*, (2005), bahwa adanya senyawa POPs di air sungai disebabkan oleh air limpasan yang mengalir di permukaan tanah mempunyai energi untuk mengikis lapisan tanah bagian permukaan, sehingga organoklorin tersebut terbawa sampai badan air penerima seperti sungai, dan mencemari ekosistem perairan termasuk ikan.

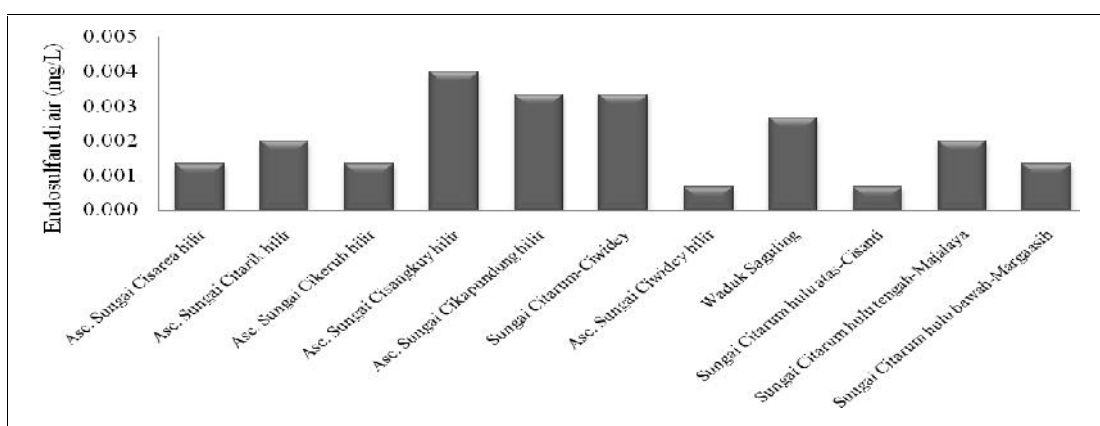


Gambar 3. Kadar aldrin pada air sungai DAS Citarum Hulu Kabupaten Bandung tahun 2011.

Senyawa POPs endosulfan terdeteksi pada semua lokasi pengambilan contoh air dengan kadar 0,001-0,005 mg/L dan tertinggi di sungai Cisokan Hilir (Gambar 4). Hal yang sama disampaikan oleh Dian (2009), bahwa ditemukan senyawa endosulfan dalam air tanah, air sungai, dan sedimen di Sungai Cikapundung di DAS Citarum Hulu masing-masing adalah 0,986 $\mu\text{g/L}$ (air tanah), 0,695 $\mu\text{g/L}$ (air sungai) 12,9 $\mu\text{g/g}$ (sedimen sungai).

Transportasi materi merupakan faktor penting keberadaan organoklorin di lingkungan dan hampir sebagian besar terdeposisi dan menghasilkan variabilitas

konsentrasi pestisida tersebut di permukaan air dan sedimen, (Hartwell, 2008). Sampai saat ini, pestisida dengan bahan aktif endosulfan masih beredar antara lain : TIS, Sinograce, Yangzhou Jeffrey, Sinotech, Thiodan dan Akodan 35 EC, namun yang banyak ditemukan dan beredar di pasaran adalah Thiodan, Indodan 25 EC dan Akodan 35 EC. Thiodan dan Indodan digunakan untuk membunuh hama di awal penanaman. Sedangkan Akodan selain untuk membunuh hama tanaman juga banyak di digunakan di sungai untuk meracuni ikan.



Gambar 4. Kadar endosulfan pada air sungai DAS Citarum Hulu Kabupaten Bandung tahun 2011

4. SIMPULAN, SARAN DAN REKOMENDASI

4.1. SIMPULAN

- Sifat fisik dan kimia air sungai dan anak sungai Citarum Hulu DAS Citarum Hulu masih sesuai peruntukannya untuk mengairi pertanian.
- Senyawa POPs endosulfan lebih banyak terdeteksi dalam air dibandingkan aldrin, kadar aldrin di sungai Cikapundung sudah melebihi batas maksimal peruntukannya untuk air baku air minum

4.2. SARAN

Petani agar tidak lagi menggunakan pestisida yang persisten seperti Thiodan, Indodan pada tanaman karena akan berdampak negatif residunya pada produk dan tanah yang akhirnya terbawa dalam aliran air dan mencemari perairan, terlebih Akodan yang diaplikasikan langsung di perairan untuk meracuni ikan.

4.3. REKOMENDASI

Pemerintah harus lebih tegas melakukan pengawasan terhadap peredaran dan penggunaan pestisida dalam kategori sudah dilarang namun masih beredar dan digunakan di lapangan seperti Thiodan, Indodan dan Akodan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jawa Barat, 2008. Buku Status Lingkungan Tahunan/ASER, 2008.
- Bakre P.P., Misra V., Bhatnagar P. 2005. Residues of organochlorine insecticides in fish from Mahala Water Reservoir, Jaipur, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 45(3) : 394-398.
- Dian, R.M. 2009. Identifikasi penggunaan pestisida pada ladang dan sawah. Undergraduate Thesis Institut Teknologi Bandung.

- Hadi, A. 2005. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta 2005.
- Hartwell, S. I. (2008). Distribution of DDT and other persistent organic contaminants in canyons and on the continental shelf off the central California coast. *Marine Environmental Research*, 65(3), 199-217
- Keputusan Gubernur Jawa Barat No 39 tahun 2000, tentang Peruntukan Air dan Baku Mutu Air pada Sungai Citarum dan Anak-anak Sungainya di Jawa Barat
- Oginawati, K. 2009. Identifikasi dan penyebaran pencemaran pestisida organoklorin pada tanah di daerah aliran sungai Citarum Hulu sebagai indikasi dampak *persisten organic pollutants (POP's)* di Lingkungan. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Pada Masyarakat. Institut Teknologi Bandung.
- Paimin, Sukresno, Purwanto, A.B. Supangat, A. Wuryanta, dan N. Wahyuningrum. 2006. Laporan kegiatan penelitian sistem karakterisasi daerah aliran sungai. Balai Litbang Teknologi Pengelolaan DAS-Indonesia Bagian Barat. Surakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Paramita, S.J., dan K. Oginawati, 2009. Pengaruh perubahan musim terhadap residu pestisida organoklorin pada ikan, air dan sedimen di DAS Citarum Hulu segmen Cisanti sampai Nanjung, Jawa Barat. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Ramadhani, N.W., dan K. Oginawati. 2009. Residu insektisida organoklorin di persawahan Sub-DAS Citarum Hulu. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (tidak di publikasikan).
- Rochmat Dede. 2009. Posisi Strategis Upaya Konservasi untuk Pengelolaan Sumber Daya Air DAS Citarum di Indonesia (Kasus DAS Citarum), Regional Open Network Conference of CKNet INA West Java Region, Bappeda Jawa Barat, Agustus 2009.
- Santosa. 2008. Penelitian pengendalian pencemaran air limbah industri organik. Prosiding Kolokium Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. "Adaptasi Pengelolaan Sumber Daya Air Menyongsong Perubahan Iklim Global". Bandung 23-24 Juli 2008.
- Soemirat, J.. 2005. Toksikologi Lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sudaryanto A., I. Monirith, N. Kajiwaru, S. Takahashi, P. Hartono, Muawanah, and S. Tanabe. 2007. Levels and distribution of organochlorine in fish from Indonesia. *Environmental International* 33(6) : 750-758.
- Zhou R., Zhu L., Yang K., Chen Y. 2006. Distribution of organochlorine pesticides in surface water and sediments from Qiantang River, East China. *Journal of Hazardous Materials* 137(1) : 68-75.