

**KONSENTRASI, DISTRIBUSI DAN KORELASI LOGAM BERAT  
Pb, Cr DAN Zn PADA AIR DAN SEDIMEN DI PERAIRAN SUNGAI  
SIAK SEKITAR DERMAGA PT. INDAH KIAT PULP AND PAPER  
PERAWANG – PROPINSI RIAU**

**Sri Purnama Wulan**

*Staf Badan Kepegawaian Daerah (BKD) Kabupaten Siak, Jl. Hangtuah No. 13 Kampung  
Rampak Siak Sri Indrapura 0761-20529*

**Thamrin**

*Dosen Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau, Pekanbaru,  
Jl. Patimura No. 09. Gobah, 28131. Telp 0761 – 23742*

**Bintal Amin**

*Dosen Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau,  
Pekanbaru, Jl. Patimura No. 09. Gobah, 28131. Telp 0761 – 23742*

***Concentration, Distribution, and Correlation Between Heavy Metals of Pb, Cr, and  
Zn in Water and Sediments on Siak River Waters Near the Harbor of Indah Kiat Pulp and  
Paper Corporation, Perawang- Riau Province***

**ABSTRACT**

*Research about heavy metal concentration and organic matters in waters and sediments in Siak River Near the harbor of Indah Kiat Pulp and Paper corporation were conducted on July 2012. Samples of water and sediment were collected from seven different station and analyzed in the Integrated laboratory of Fisheries and Marine Science Faculty University of Riau. The results of the average concentration of Pb, Cr, and Zn in Waters were 0,577 mg/L, 0,099 mg/L, and 0,065 mg/L and 14,160 µg/g, 4,116 µg/g, and 3,867 µg/g in sediment. The results of simple linear regression between metal concentration of Pb, Cr and Zn and organic matters in waters and sediments showed a positive correlation except for Cr in waters showed a negative correlation. This means that increasing concentration Heavy metals in waters and organic matters would be follow by the increasing of heavy metals concentration in sediments. The concentration of all heavy metals in all station were below the standard concentration of ERM and ERL also the PLI,  $I_{geo}$  and MPI.*

**Keywords :** *heavy metal, organic matter, and Siak River*

## **PENDAHULUAN**

Sungai Siak mempunyai fungsi dan peran strategis dalam mempercepat pertumbuhan ekonomi Kabupaten Siak dan sekitarnya. Selain sebagai sumber mata pencaharian masyarakat, Sungai Siak banyak dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah baik limbah rumah tangga maupun limbah industri. Seperti diketahui, perkembangan industri yang demikian pesat dewasa ini selain memberikan dampak yang positif juga memberikan dampak negatif. Dampak positif berupa perluasan lapangan pekerjaan dan pemenuhan kebutuhan hidup manusia, sedangkan dampak negatif yang muncul adalah penurunan kualitas perairan akibat buangan air limbah (pencemaran) yang melampaui ambang batas.

Tingginya aktifitas di dermaga PT. IKPP diperkirakan akan berpengaruh pada konsentrasi logam berat pada air sungai dan sedimen. Logam berat yang masuk ke lingkungan perairan sungai akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan dapat bertambah sejalan dengan berjalannya waktu tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut.

Aktifitas di dermaga PT. IKPP yang kegiatan utamanya adalah bongkar muat pulp dan kertas akan menghasilkan limbah organik dari kegiatan produksinya. Disamping itu sebagai dermaga PT. IKPP Perawang tidak terlepas dari kegiatannya, antara lain : adanya pengisian bahan bakar kapal yang akan menyumbangkan limbah Pb dan Zn. Dengan melihat hal tersebut perlu diketahui seberapa besar kandungan logam yang terdapat pada air dan sedimen di dermaga PT. IKPP. Oleh karena itu dalam penelitian ini dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan konsentrasi logam berat pada air, sedimen serta bahan organik sedimen di perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. IKPP Perawang ?
2. Bagaimana hubungan konsentrasi logam berat pada air sungai dengan konsentrasi logam berat pada sedimen ?
3. Bagaimana hubungan konsentrasi logam berat pada sedimen dengan kandungan bahan organik sedimen ?
4. Bagaimana status pencemaran logam berat perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. IKPP Perawang ?

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli 2012. Lokasi penelitian dan pengambilan sampel dilakukan di perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak. Analisis bahan organik sedimen dan Analisis kandungan logam berat Pb, Cr dan Zn menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dilaksanakan di Laboratorium Terpadu dan Laboratorium Kimia Pangan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.

### **Percobaan**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, dimana perairan Sungai Siak di sekitar Dermaga PT. IKPP Perawang dijadikan lokasi pengambilan sampel. Sampel yang diperoleh dianalisis kandungan logam berat dan bahan organiknya di laboratorium, selanjutnya data yang diperoleh dilakukan analisis secara statistik dan dibahas secara deskriptif.

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan *Ekman grab*. Lokasi pengambilan sampel ditetapkan 7 (tujuh) stasiun yaitu : 1) Outlet PT. IKPP (Stasiun 1 dan 2), 2. Up Streem (Stasiun 3), 3. Down Streem (Stasiun 5 dan 6), 4. Stasiun 4 dan 7. Lokasi pengambilan sampel tersebut diperkirakan mendapat pengaruh dari aktifitas yang berbeda dan berdasarkan jarak dari kawasan industri (outlet).

Parameter kualitas perairan yang diukur meliputi : kecerahan, suhu, pH, kekeruhan, TSS, dan kecepatan arus. Parameter ini diukur pada masing-masing stasiun bersamaan saat pengambilan sampel air dan sedimen. Tujuannya adalah untuk menggambarkan kondisi perairan pada saat penelitian dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas perairan yang diukur pada penelitian ini adalah parameter fisika dan kimia, yaitu : suhu, kecerahan, kekeruhan, kecepatan arus, DO dan pH yang diukur langsung di lapangan. Hasil pengukuran parameter kualitas perairan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Perairan

Titik Sampling	Parameter						
	Suhu (°C)	Kecerahan (Cm)	Kekeruhan NTU	TSS Mg/l	Kecepatan arus Cm/dt	DO (Mg/l)	pH
1	29,7	18	37	22	10,5	0,96	5
2	30,4	23	32	12	6,54	2,56	5
3	29,6	25	33	16	5,23	2,0	5
4	29,9	26	31	13	5,8	1,64	5
5	29,6	20	35	23	6,5	1,8	5
6	29,5	26	35	14	5,4	1,2	5
7	29,4	20	34	34	2,77	1,12	5

*Sumber : Data Primer, 2012*

Secara umum parameter kualitas perairan di lokasi penelitian pada setiap stasiun menunjukkan masih sesuai dengan kondisi yang normal dan masih dapat ditolerir oleh organisme yang hidup di dalamnya. Nilai rata-rata suhu perairan sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper di tiap stasiun menunjukkan kisaran 29,73 °C, dengan suhu tertinggi 30,4 °C di titik pengamatan stasiun 2 dan terendah 29,4 °C di titik pengamatan stasiun 7. Kisaran suhu di lokasi penelitian tersebut cukup baik untuk mendukung kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Pengukuran suhu dilakukan mengingat pentingnya parameter ini dalam mempelajari proses-proses fisika, kimia dan biologi. Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan daya larut oksigen terlarut dan juga akan menaikkan daya racun bahan-bahan tertentu. Suhu air terutama di lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intensitasnya berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air sungai akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari.

Secara umum nilai derajat keasaman (pH) sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper di tiap stasiun selama pengamatan tidak berbeda, yaitu masing-masing titik pengamatan memiliki pH 5. Kondisi ini menunjukkan bahwa perairan sungai Siak cukup asam yang mempengaruhi kehidupan di dalamnya. Kadar pH dapat dipengaruhi oleh faktor alami dan faktor manusia. Pengendapan mineral tanah dan zat-zat asam dari air hujan merupakan faktor alami siklus kadar asam. Derajat keasaman air rawa gambut yang cukup

tinggi atau pH rendah dan umumnya pH dibawah 5, maka dengan kondisi ini biota penghuni rawa gambut ini sangat terbatas pada spesies yang tahan dengan pH rendah. Sedangkan faktor pendorong terjadinya tingkat pencemaran terbesar yaitu aktifitas manusia sehari-hari. Pembuangan limbah industri baik kecil maupun besar menjadi pemicu besar pencemaran air. Zat-zat asam ataupun basa akan mengikat kadar oksigen dalam air sehingga menyebabkan tingkat pencemaran air meningkat. Palar (1994) menyatakan pH sangat mempengaruhi keberadaan logam berat dan demikian juga sebaliknya.

Nilai pH di lokasi penelitian sudah diluar ambang batas, banyaknya aktivitas di Dermaga PT. IKPP serta ada masuknya buangan dari pengolahan limbah, dimungkinkan telah menurunkan nilai pH di lokasi tersebut. Batasan nilai pH telah ditentukan oleh kantor Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan hidup No. 51 Tahun 2004 yakni 6,5 – 8.

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar salah satunya adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati seperti perubahan pH. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 – 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan biota akuatik.

Kecerahan perairan sungai Siak berkisar 18 s/d 26 cm. Rendahnya tingkat kecerahan diakibatkan oleh banyaknya bahan-bahan tersuspensi karena proses pengadukan dan arus dari sungai yang membawa materi tersuspensi dari pengikisan. Rendahnya tingkat pencerahan di perairan ini juga dipengaruhi oleh unsur dasar perairan yang berupa lumpur.

Kecepatan arus pada perairan sungai Siak pada saat penelitian dilakukan berkisar antara 2,77 – 10,5 cm/det. Hal ini terjadi karena pada saat pengambilan sampel pada stasiun 1 lebih cepat karena merupakan Outlet dari PT. Indah Kiat Pulp and Paper yang merupakan aliran pembuangannya.

Cepat lambatnya arus akan mempengaruhi sebaran logam berat di suatu kawasan perairan di mana perairan yang memiliki arus yang kuat cenderung kandungan logam beratnya tidak tinggi hal ini karena logam berat yang ada di perairan terdistribusi secara merata. Perairan sungai Siak memiliki arus yang tergolong sedang sehingga kandungan logam beratnya cenderung kecil.

Oksigen Terlarut (DO) perairan Sungai Siak berkisar antara 0,96-2,56 dinilai sangat rendah bila dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Kep.No.51/MENLH/2004 yaitu >5. Rendahnya nilai DO ini juga diikuti dengan rendahnya nilai Kecerahan dan Kecepatan arus pada perairan Sungai Siak. Ini dikarenakan nilai Oksigen Terlarut, Kecerahan dan Kecepatan arus memiliki keterkaitan yang erat satu sama lain. Yang mana jika kecerahan tinggi diikuti

nilai DO yang tinggi dimungkinkan karena kecerahan akan meningkatkan aktifitas fotosintesis yang menghasilkan oksigen di perairan.

Kualitas air sungai dipengaruhi oleh jenis tanah di mana banyak dijumpai tanah gambut, sehingga warna air sungai menjadi coklat kehitaman dengan pH yang rendah. Debit rata-rata air Sungai Siak sebesar 42 m<sup>3</sup>/detik (Bapedalda Siak dalam Zulkarnaen, 2008).

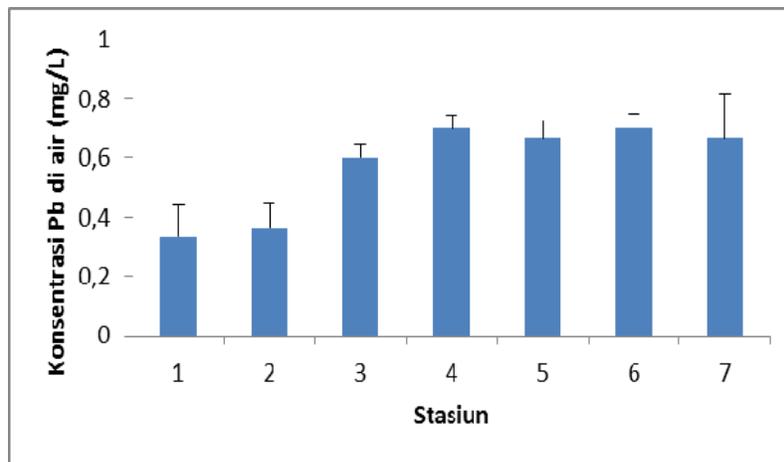
### **Kandungan Logam Berat Pb, Cr dan Zn pada Air Sungai**

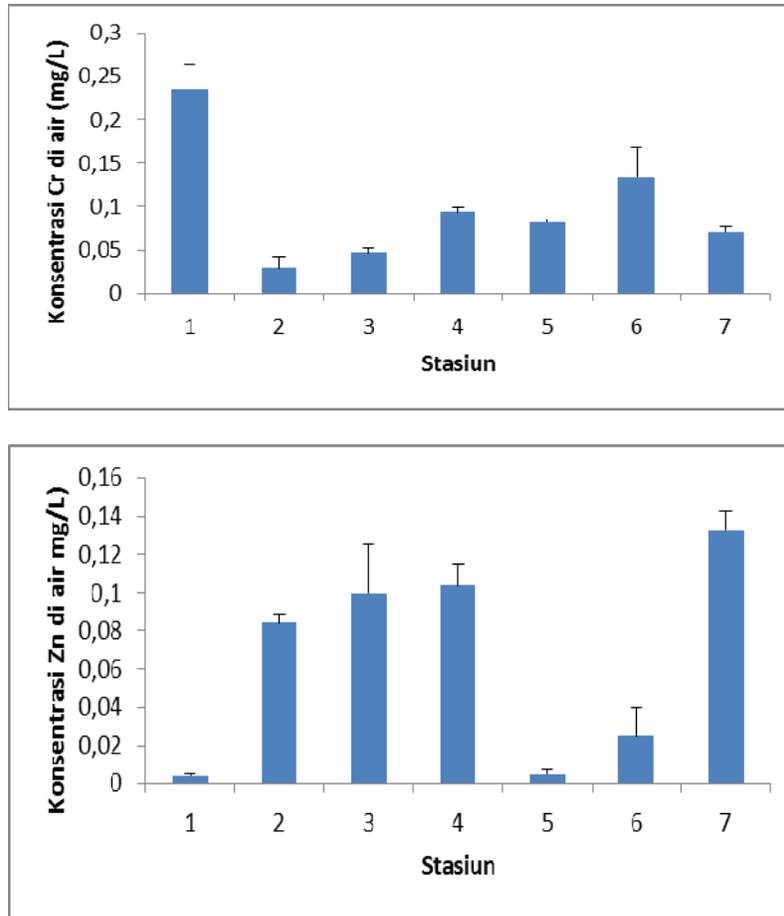
Kandungan logam berat Pb, Cr dan Zn pada air sungai perairan Sungai Siak di sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper dapat dilihat pada lampiran 2 dan konsentrasi rata-rata pada masing-masing titik sampling dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Konsentrasi (Rata-rata ± Std Deviasi) Logam Pb, Cr dan Zn pada air Sungai

Stasiun	Konsentrasi Logam Berat pada air (mg/L)		
	Pb	Cr	Zn
1	0,333 ± 0,109	0,235 ± 0,028	0,004 ± 0,001
2	0,367 ± 0,079	0,029 ± 0,013	0,084 ± 0,004
3	0,600 ± 0,049	0,047 ± 0,005	0,100 ± 0,025
4	0,700 ± 0,043	0,096 ± 0,005	0,104 ± 0,049
5	0,668 ± 0,058	0,082 ± 0,003	0,005 ± 0,002
6	0,703 ± 0,048	0,135 ± 0,033	0,025 ± 0,015
7	0,667 ± 0,154	0,071 ± 0,006	0,133 ± 0,010
Rerata	0,577	0,099	0,065

Sumber : Data Primer, 2012





Gambar 2. Konsentrasi Logam Pb, Cr, dan Zn pada air Sungai pada setiap stasiun

Berdasarkan Uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov) menunjukkan bahwa secara umum kandungan logam berat Pb, Cr dan Zn pada air sungai memiliki data yang normal karena memiliki nilai Sig. > 0,05 (Lampiran 5) sehingga uji statistik yang digunakan adalah Anova untuk mengetahui perbandingan antar stasiun. Pada hasil uji Anova yang menunjukkan nilai  $p < 0,05$  (berbeda nyata) maka dilanjutkan dengan Uji HSD Tukey untuk melihat perbandingan antar stasiun.

Tabel 3. Hasil Uji HSD Tukey Konsentrasi Logam Berat Pb, Cr, dan Zn pada Air Sungai

Logam	Stasiun	1	2	3	4	5	6	7
Pb	1	-						
	2	0,999 <sup>ns</sup>	-					
	3	0,025 <sup>*</sup>	0,059 <sup>ns</sup>	-				
	4	0,002 <sup>**</sup>	0,005 <sup>**</sup>	0,782 <sup>ns</sup>	-			
	5	0,004 <sup>**</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,952 <sup>ns</sup>	0,999 <sup>ns</sup>	-		
	6	0,002 <sup>**</sup>	0,004 <sup>**</sup>	0,757 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	0,998 <sup>ns</sup>	-	
	7	0,005 <sup>**</sup>	0,011 <sup>*</sup>	0,957 <sup>ns</sup>	0,999 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	0,998 <sup>ns</sup>	-
Cr	1	-						
	2	0,000 <sup>**</sup>	-					
	3	0,000 <sup>**</sup>	0,862 <sup>ns</sup>	-				
	4	0,000 <sup>**</sup>	0,007 <sup>**</sup>	0,065 <sup>ns</sup>	-			
	5	0,000 <sup>**</sup>	0,029 <sup>*</sup>	0,246 <sup>ns</sup>	0,980 <sup>ns</sup>	-		
	6	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,132 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>*</sup>	-	
	7	0,000 <sup>**</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,671 <sup>ns</sup>	0,658 <sup>ns</sup>	0,977 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>**</sup>	-
Zn	1	-						
	2	0,000 <sup>**</sup>	-					
	3	0,000 <sup>**</sup>	0,694 <sup>ns</sup>	-				
	4	0,000 <sup>**</sup>	0,489 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	-			
	5	1,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	-		
	6	0,386 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,489 <sup>ns</sup>	-	
	7	0,000 <sup>**</sup>	0,004 <sup>**</sup>	0,073 <sup>ns</sup>	0,134 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	-

Keterangan : ns =  $p > 0,05$  (tidak berbeda nyata)

\* =  $p < 0,05$  (berbeda nyata)

\*\* =  $p < 0,01$  (berbeda sangat nyata)]

Kandungan Pb di lokasi penelitian pada setiap stasiun tidak berbeda jauh antar stasiun, kecuali di stasiun 6 dan 4. Tingginya nilai Pb di Stasiun 6 disebabkan stasiun ini merupakan dermaga untuk kapal-kapal yang berlabuh di PT. Indah Kiat Pulp and Paper. Sebagaimana dilaporkan oleh Chan (1995) yaitu peningkatan konsentrasi logam Pb di kawasan pelabuhan dan aktifitas perkapalan.

Konsentrasi logam Pb umum lebih tinggi dibandingkan konsentrasi logam yang lain. Namun demikian secara umum tidak terjadi perbedaan yang mencolok di antara masing-masing stasiun. Konsentrasi rata-rata logam Pb di Kawasan Industri PT. Indah Kiat Pulp and Paper ini lebih tinggi dibandingkan standar yang dikeluarkan oleh Pemerintah Indonesia yaitu 0,008 mg/L (Men-KLH, 2004).

Sama halnya dengan Konsentrasi logam berat Pb, kandungan logam Cr di setiap lokasi pengamatan distribusinya hampir merata kecuali pada stasiun pengamatan 1. Tingginya kandungan Cr pada stasiun pengamatan 1, dikarenakan pada lokasi tersebut merupakan tempat pembuangan hasil pengolahan limbah tanpa ada pengaruh aktifitas perkapalan.

Konsentrasi paling tinggi dijumpai di stasiun 1, dimana pada penelitian ini didapatkan kandungan Logam berat Cr pada sebesar 0,235 mg/L. Stasiun 1 merupakan tempat pembuangan limbah olahan, sehingga keberadaan kandungan logam berat di stasiun 1 tidak dipengaruhi arus sungai. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang dikeluarkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, nilai ambang batas untuk logam berat Cr di perairan adalah sebesar 0,005 mg/l, kandungan logam berat Cr di Perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat ini secara umum telah melampaui nilai ambang batas baku mutu Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004.

Pada logam Berat Zn konsentrasi tertinggi ditunjukkan oleh stasiun 7 yang mana merupakan kawasan pemukiman penduduk. Tingginya konsentrasi Zn di stasiun ini diduga karena kawasan pemukiman yang padat dengan aktivitas antropogenik berpotensi dalam kontribusi logam Zn seperti sisa potongan seng dan perkakas rumah tangga yang menggunakan campuran seng. Standar kualitas perairan untuk Logam Zn yang ditetapkan oleh pemerintah Indonesia adalah 0,05 mg/L, sehingga konsentrasi rata-rata logam Zn di Perairan Sungai Siak Sekitar PT. Indah Kiat Pulp and Paper telah melebihi batas yang ditetapkan. Selain dari kegiatan Dermaga sumber pencemar juga berasal dari Sungai Siak yang berupa limbah perkotaan, limbah rumah tangga seperti perkakas rumah tangga yang menggunakan campuran seng yang tidak digunakan lagi dan juga berasal dari aktivitas yang potensial menghasilkan logam Zn di mana logam ini sangat banyak digunakan dalam bentuk campuran logam.

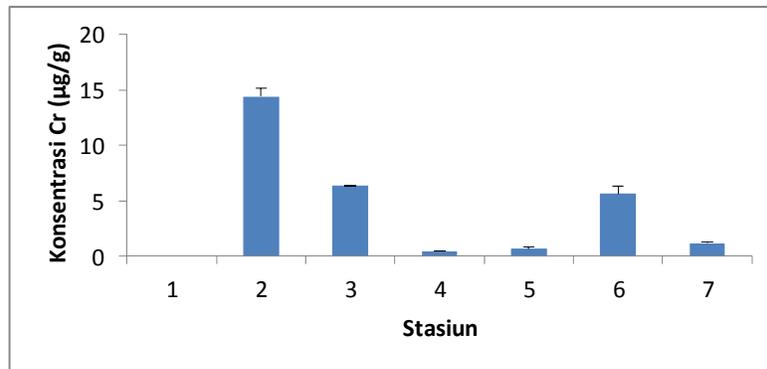
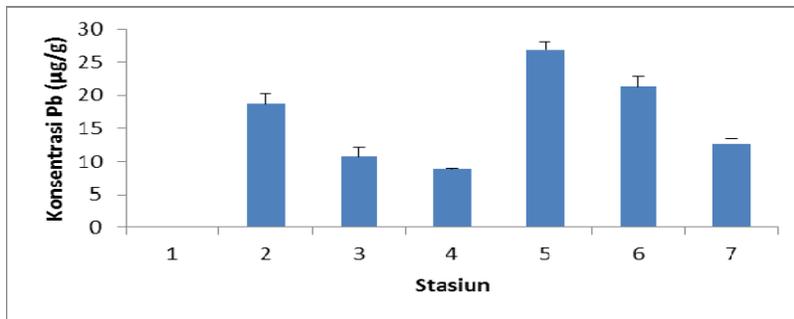
### **Konsentrasi Logam Berat Pb, Cr dan Zn pada Sedimen**

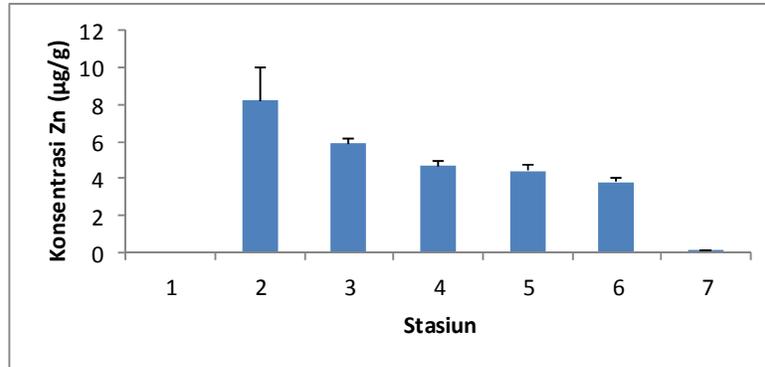
Konsentrasi rata-rata logam berat pada sedimen di perairan Kawasan PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan konsentrasi keseluruhan Logam Berat pada sedimen dapat dilihat pada Lampiran 3. Konsentrasi logam Pb, Cr dan logam dalam sedimen pada Stasiun 1 tidak dilakukan pengukuran. Ini dikarenakan tidak adanya sedimen di dasar parit yang telah disemen hingga ke sungai.

Tabel 4. Konsentrasi Logam berat Pb, Cr dan Zn pada sedimen

Stasiun	Konsentrasi Logam Berat pada sedimen ( $\mu\text{g/g}$ )		
	Pb	Cr	Zn
1	-	-	-
2	$18,668 \pm 1,600$	$14,432 \pm 0,774$	$8,220 \pm 1,807$
3	$10,801 \pm 1,276$	$6,353 \pm 0,022$	$5,900 \pm 0,286$
4	$8,853 \pm 0,070$	$0,472 \pm 0,012$	$4,655 \pm 0,285$
5	$26,935 \pm 1,245$	$0,703 \pm 0,144$	$4,435 \pm 0,280$
6	$21,332 \pm 1,575$	$5,649 \pm 0,736$	$3,785 \pm 0,254$
7	$12,531 \pm 0,958$	$1,205 \pm 0,122$	$0,073 \pm 0,022$
Rata-rata	14,160	4,116	3,867

Sumber : Data Primer 2012





Gambar 3 . Konsentrasi Logam Pb, Cr, dan Zn pada sedimen tiap stasiun

Berdasarkan uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov) menunjukkan bahwa secara umum kandungan logam berat Pb, Cr dan Zn pada sedimen memiliki data yang normal karena memiliki nilai Sig > 0.05 (Lampiran 6) sehingga uji statistik yang digunakan adalah uji Anova untuk mengetahui perbandingan antar titik stasiun. Hasil uji Anova menunjukkan nilai Sig < 0.05 maka dilanjutkan dengan uji HSD Tukey.

Tabel 5. Hasil Uji HSD Tukey Konsentrasi Logam Berat Pb, Cr, dan Zn pada Sedimen

Logam	Stasiun	1	2	3	4	5	6	7
Pb	1	-						
	2	0,000**	-					
	3	0,000**	0,000**	-				
	4	0,000**	0,000**	0,409 <sup>ns</sup>	-			
	5	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	-		
	6	0,000**	0,131 <sup>ns</sup>	0,000**	0,000**	0,000**	-	
	7	0,000**	0,000**	0,538 <sup>ns</sup>	0,019*	0,000**	0,000**	-
Cr	1	-						
	2	0,000**	-					
	3	0,000**	0,000**	-				
	4	0,788 <sup>ns</sup>	0,000**	0,000**	-			
	5	0,403 <sup>ns</sup>	0,000**	0,000**	0,991 <sup>ns</sup>	-		
	6	0,000**	0,000**	0,401 <sup>ns</sup>	0,000**	0,000**	-	
	7	0,036*	0,000**	0,000**	0,358 <sup>ns</sup>	0,740 <sup>ns</sup>	0,000**	-
Zn	1	-						
	2	0,000**	-					
	3	0,000**	0,018*	-				
	4	0,000**	0,000**	0,385 <sup>ns</sup>	-			
	5	0,000**	0,000**	0,226 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	-		
	6	0,000**	0,000**	0,034*	0,746 <sup>ns</sup>	0,914 <sup>ns</sup>	-	
	7	1,000 <sup>ns</sup>	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	-

Keterangan : ns =  $p > 0,05$  (tidak berbeda nyata)

\* =  $p < 0,05$  (berbeda nyata)

\*\* =  $p < 0,01$  (berbeda sangat nyata)

Konsentrasi logam Pb, Cr dan Zn dalam sedimen pada Stasiun 1 sama sekali tidak terdeteksi. Ini dikarenakan tidak adanya sedimen di dasar parit yang telah disemen hingga ke sungai. Sementara itu pada stasiun lain, konsentrasi logam berat Pb, Cr, dan Zn pada sedimen memiliki konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan air sungai. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap ke dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat yang dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Connell dan Miller dalam Priyatno *et al.*, 2008).

Tingginya konsentrasi Pb pada stasiun 5 diduga karena logam Pb yang berada pada stasiun 2 belum sampai ke dasar akibat adanya masukan air dari outlet sehingga logam tersebut terakumulasi pada stasiun berikutnya. Konsentrasi yang kecil pada Stasiun 3 dan 4 kemungkinan disebabkan faktor aktifitas di kawasan dermaga yang mempengaruhi sedimen yang ada di dasar sungai karena mengalami perpindahan partikel-partikel logam berat.

Keberadaan logam berat dalam sedimen terlepas dari kadar logam berat dalam badan perairan. Keberadaan logam berat dalam badan perairan dapat berasal dari sumber-sumber ilmiah dan dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Palar (1994) menyatakan bahwa logam-logam berat yang masuk ke dalam perairan berupa ion-ion logam, mengalami integrasi dengan ion-ion logam lainnya. Di sini terjadi reaksi hidrolisis, pengompleksan ion-ion logam dan kemudian mengalami reaksi reduksi oksidasi. Kemudian logam ini membentuk persenyawaan seperti persenyawaan hidroksida, senyawa oksida, senyawa karbonat dan senyawa sulfida. Dalam kondisi perairan yang stabil senyawa-senyawa ini mudah sekali membentuk ikatan-ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat dalam badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi dengan partikel-partikel yang ada akan mengendap membentuk lumpur.

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya, karena sifat toksik jika dalam jumlah yang besar dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis. Logam-logam berat yang ada dalam badan perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota yang ada di dalamnya dan akhirnya akan sampai pada manusia jika organisme tersebut dikonsumsi.

### **Kandungan Bahan Organik Sedimen**

Hasil pengukuran rata-rata kadungan bahan organik pada sedimen di perairan Sungai Siak saat penelitian berkisar antara 6,19 – 19,58 %, kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan terendah pada stasiun 7. Hasil pengukuran rata-rata kandungan bahan organik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Rata-rata Kandungan Bahan Organik Sedimen

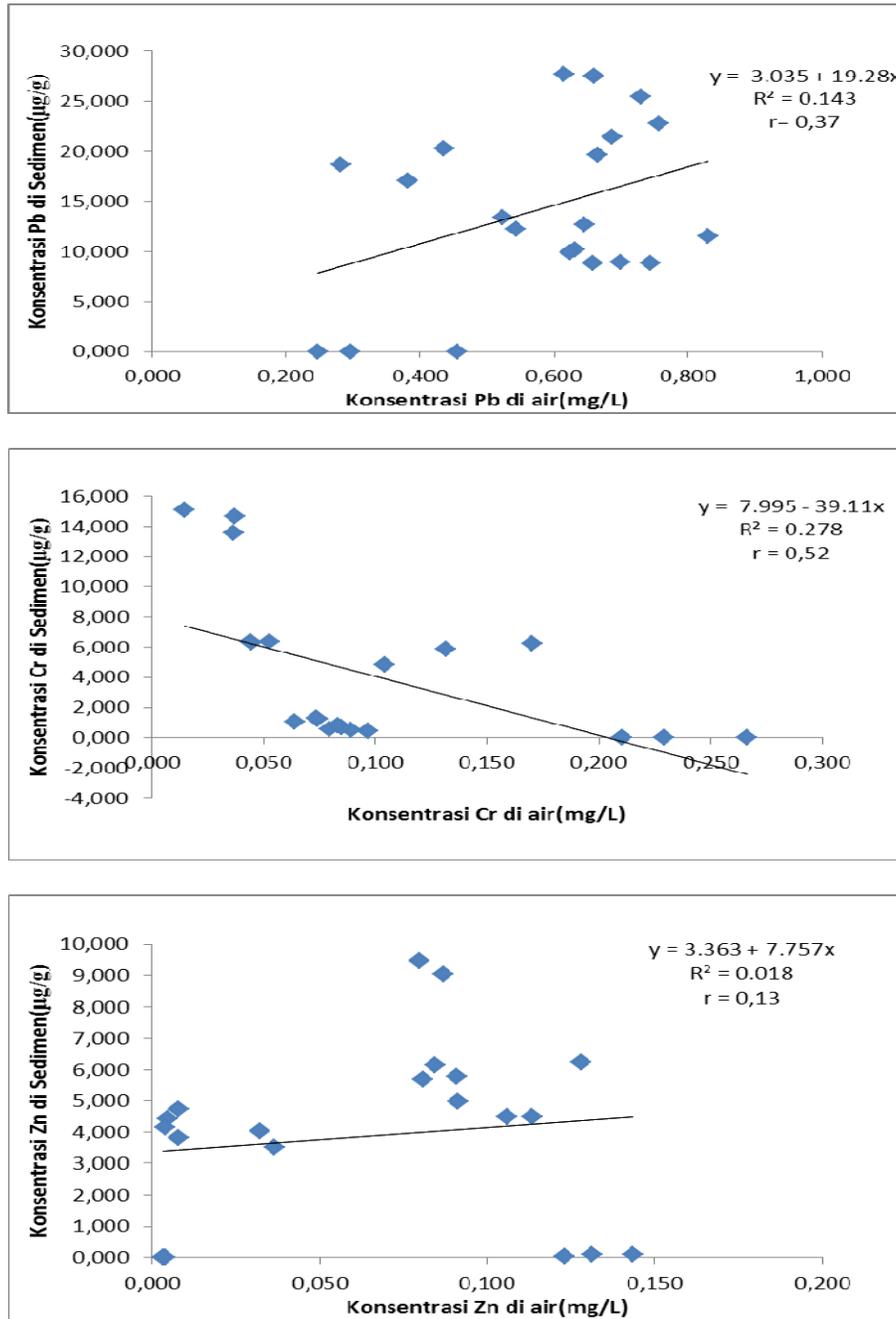
Stasiun	Bahan Organik (%)
1	-
2	19,58 ± 0,530
3	12,76 ± 0,693
4	18,90 ± 1,211
5	16,63 ± 0,248
6	7,13 ± 0,101
7	6,19 ± 0,373
Rata-rata	13,53

Berdasarkan *Test of Normality* dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa kandungan bahan organik memiliki data yang normal karena memiliki nilai Sig > 0,05 sehingga uji statistik yang digunakan adalah uji Anova kemudian dilanjutkan dengan uji HSD Tukey. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji HSD Tukey Kandungan Bahan Organik Sedimen

Stasiun	1	2	3	4	5	6	7
1	-						
2	0,000**	-					
3	0,000**	0,000**	-				
4	0,000**	0,788 <sup>ns</sup>	0,000**	-			
5	0,000**	0,000**	0,000**	0,005**	-		
6	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	-	
7	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,482 <sup>ns</sup>	-

### Hubungan Konsentrasi Logam Pb, Cr dan Zn pada Air Sungai dan Sedimen



Gambar 4. Grafik hubungan antara Konsentrasi Logam Pb, Cr, dan Zn pada air sungai dan sedimen.

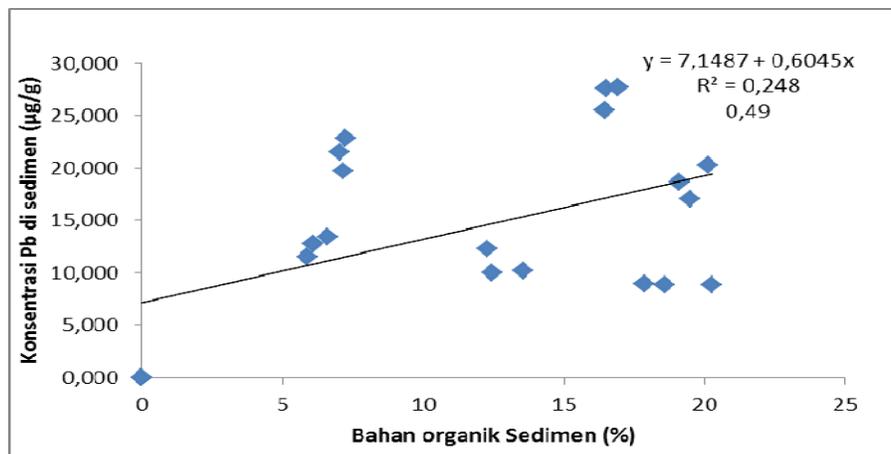
Berdasarkan analisis regresi linier, logam Pb menunjukkan hubungan positif dengan persamaan  $y = 3,035 + 19,28x$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,143$  artinya bahwa pengaruh konsentrasi logam Pb pada Air Sungai terhadap konsentrasi pada sedimen sebesar 14,3 % sedangkan 85,7% ditentukan oleh faktor-faktor lain.

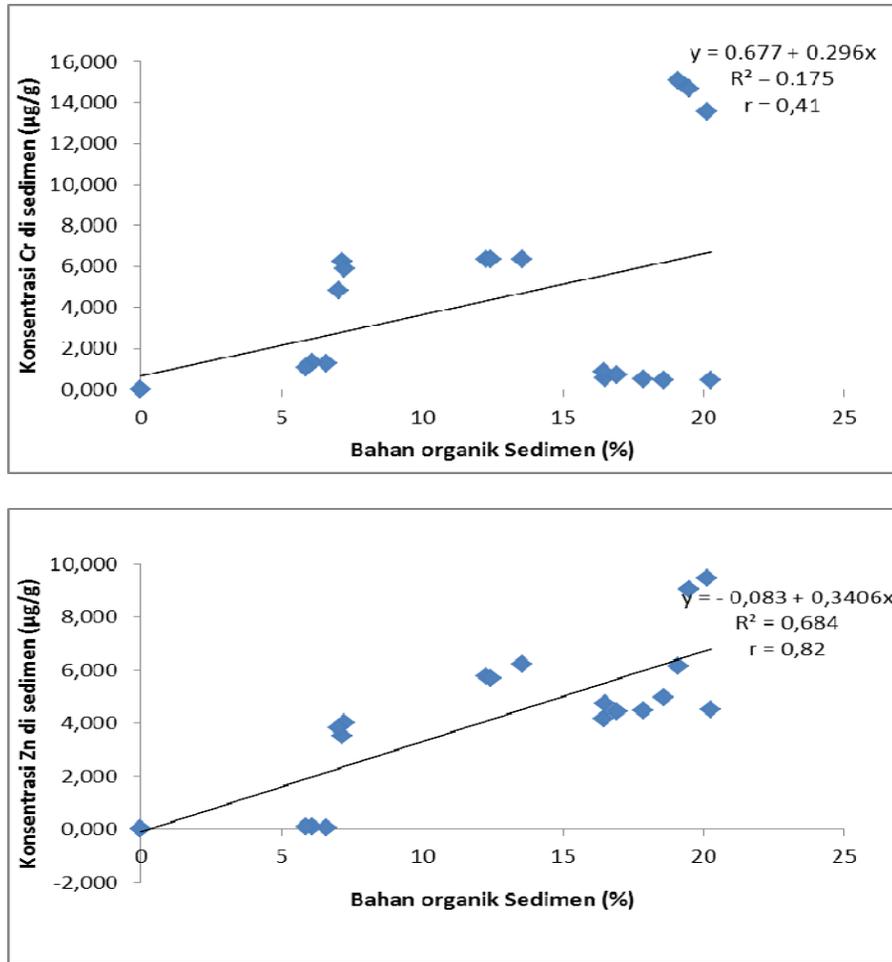
Hasil analisis regresi linier pada logam Cr menunjukkan hubungan yang negative dengan persamaan  $y = 7,995 - 39,11x$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,278$ . Artinya bahwa konsentrasi Cr pada Air Sungai tidak berpengaruh terhadap konsentrasi pada sedimen sebesar 27,8%, sedangkan 22,2% ditentukan oleh faktor-faktor lain. Hal ini diduga karena adanya aktivitas di perairan seperti arus yang membawa partikel-partikel logam sehingga logam tidak terakumulasi oleh sedimen.

Sementara regresi linier sederhana pada logam Zn menunjukkan hubungan positif dengan persamaan  $y = 3,363 + 7,757x$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,018$  artinya bahwa pengaruh konsentrasi Zn pada air Sungai terhadap sedimen sebesar 1,8 % sedangkan 98,2% ditentukan oleh faktor lain. Berdasarkan hasil uji statistik hubungan antara logam Pb dan Zn pada air sungai dengan sedimen berkorelasi positif, sedangkan logam Cr berkorelasi negatif.

### **Hubungan Konsentrasi Logam Pb, Cr dan Zn pada Sedimen dengan Bahan Organik**

Hasil analisis regresi linier sederhana antara konsentrasi logam berat Pb, Cr dan Zn dengan kandungan bahan organik pada sedimen dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar ini menunjukkan nilai koefisien determinasi dan koefisien korelasi dengan persamaan linier logam Pb ( $y = 7,148 + 0,604x$ ,  $R^2 = 0,248$  dan  $r = 0,49$ ), Cr ( $y = 0,677 + 0,296x$ ,  $R^2 = 0,175$  dan  $r = 0,41$ ) dan Zn ( $y = -0,083 + 0,340x$ ,  $R^2 = 0,684$   $r = 0,82$ ).





Gambar 5. Grafik hubungan antara konsentrasi Logam Pb, Cr, dan Zn dengan Kandungan Bahan Organik.

Berdasarkan uji analisis regresi linier sederhana yang dilakukan antara kandungan logam Pb dan kandungan bahan organik dapat dilihat pada Gambar 5, menunjukkan hubungan yang positif dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,248$  artinya bahwa pengaruh kandungan bahan organik terhadap konsentrasi logam Pb pada sedimen sebesar 24,8 % sedangkan 75,2% ditentukan oleh faktor-faktor lain, dan koefisien korelasi  $r$  yang diperoleh sebesar 0,49 serta memiliki persamaan regresi  $y = 5,773 + 0,411x$  yang menunjukkan hubungan kedua variabel lemah. Hasil regresi konsentrasi logam Cr dengan bahan organik menunjukkan hubungan positif dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,175$  artinya bahwa pengaruh kandungan bahan organik terhadap konsentrasi logam Cr pada sedimen sebesar 17,5%, sedangkan 82,5% ditentukan oleh faktor lain, dan koefisien korelasi  $r$  yang diperoleh sebesar  $r = 0,41$  serta memiliki persamaan regresi  $y = 9,162 + 0,591x$  yang menunjukkan hubungan kedua variabel lemah.

Sementara itu hasil regresi konsentrasi logam Zn dengan bahan organik menunjukkan hubungan positif dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,684$  artinya bahwa pengaruh kandungan bahan organik terhadap konsentrasi logam Cr pada sedimen sebesar 68,4%, sedangkan 31,6% ditentukan oleh faktor lain, dan koefisien korelasi  $r$  yang diperoleh sebesar  $r = 0,82$  serta memiliki persamaan regresi  $y = 3,825 + 2,010x$  yang menunjukkan hubungan kedua variable sangat kuat.

Berdasarkan uji regresi linier menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara logam berat pada sedimen dengan bahan organik sesuai yang dinyatakan oleh Hoshika *et al* (1991) bahwa kandungan logam berat dalam sedimen meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik yang terdapat dalam badan air dan sedimen. Kemudian pendapat ini juga didukung oleh Shiradah *dalam* Amin dan Nurrachmi (2005) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat disamping sangat berkaitan erat dengan fraksi sedimen juga mempunyai korelasi positif dengan bahan organik sedimen. Wilson *dalam* Syakti (1998) juga menyatakan hal yang sama bahwa logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen jika berkaitan dengan materi organik bebas atau materi yang melapisi permukaan sedimen, dan penyerapan langsung oleh permukaan sedimen.

### **Status Pencemaran Perairan Sungai Siak**

Untuk mengetahui tingkat kontaminasi yang terjadi di Perairan Sungai Siak di sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper, maka konsentrasi logam berat pada sedimen dibandingkan dengan standard ERL dan ERM (Long *et al.*, 1995, 1997). Perbandingan hasil penelitian dengan standar ERL dan ERM dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Pb, Cr, dan Zn pada sedimen di perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper

Jenis Logam Berat	Konsentrasi		
	Penelitian ini	ERL*	ERM*
Pb	14,160	46,7	218
Cr	4,116	81	370
Zn	3,867	150	410

\*Long *et al* (1995)

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kandungan ketiga logam berat Pb, Cr dan Zn pada sedimen perairan sungai Siak masih berada dibawah nilai ERL dan ERM yang ditetapkan.

### Indeks Pencemaran (Pollution Load Index)

Nilai indeks pencemaran logam Pb, Cr, dan Zn di Perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper didasarkan kandungannya pada sedimen dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Nilai PLI Logam Berat (sedimen) di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper

Stasiun	PLI*	Keterangan Status Pencemaran
1	-	-
2	0,22	Tingkat Pencemaran Rendah
3	0,13	Tingkat Pencemaran Rendah
4	0,04	Tingkat Pencemaran Rendah
5	0,07	Tingkat Pencemaran Rendah
6	0,13	Tingkat Pencemaran Rendah
7	0,01	Tingkat Pencemaran Rendah

\*Berdasarkan Standar Shale (Turekian dan Wedephol, 1961)

Berdasarkan hasil perhitungan seperti terlihat pada Tabel 9 diketahui bahwa dari ketujuh stasiun indeks pencemaran tertinggi adalah di stasiun 2 (PLI = 0,22) yang berada di ujung parit pembuangan (outlet). Sedangkan indeks pencemaran terendah terdapat pada stasiun 7 (PLI = 0,01) yang berada paling jauh dari dermaga.

Sedangkan dari hasil perhitungan Index of Geoaccumulation ( $I_{geo}$ ) logam Pb, Cr, dan Zn di Perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper dapat dilihat pada Tabel 10 dan dapat dikatakan secara umum perairan belum tercemar.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai Index of Geoaccumulation ( $I_{geo}$ ) di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper

Stasiun	Index of Geoaccumulation ( $I_{geo}$ )			Intensitas Polusi
	Pb	Cr	Zn	
1	-	-	-	-
2	0,186	0,031	0,017	Belum Tercemar
3	0,108	0,014	0,012	Belum Tercemar
4	0,08	0,001	0,009	Belum Tercemar
5	0,27	0,001	0,009	Belum Tercemar
6	0,21	0,012	0,007	Belum Tercemar
7	0,12	0,002	0,0001	Belum Tercemar

Hasil perhitungan nilai Metal Pollution Index (MPI) dari masing-masing stasiun di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil perhitungan Nilai Metal Pollution Index (MPI) di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper

Stasiun	Metal Pollution Index (MPI) pada Sedimen
1	-
2	13,03
3	7,39
4	2,68
5	4,36
6	7,6
7	1,03

Berdasarkan hasil perhitungan seperti terlihat di Tabel 11 diketahui bahwa nilai MPI pada sedimen lebih tinggi daripada air sungai dengan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 2 (13,03) dan terendah pada stasiun 7 (1,03). Sedangkan pada air sungai nilai tertinggi pada stasiun 4 (0,19) dan terendah pada stasiun 1 dan stasiun 5 (0,06).

## **KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam berat Pb, Cr, dan Zn pada sedimen di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper lebih tinggi daripada konsentrasi logam berat pada air yang juga ditunjukkan oleh korelasi positif antara logam berat Pb dan Zn pada air dengan sedimen, yang berarti peningkatan logam berat di air diikuti dengan peningkatan logam berat pada sedimen, namun berkorelasi negatif untuk logam Cr. Korelasi positif juga ditunjukkan oleh hubungan konsentrasi logam berat dengan bahan organik. Konsentrasi logam tertinggi pada air yaitu logam Pb (0,577mg/L) terendah logam Zn (0,065mg/L), sedangkan pada sedimen tertinggi logam Pb (14,160 µg/g) dan terendah logam Zn (3,867 µg/g). berdasarkan hasil perhitungan nilai Metal Pollution Index konsentrasi logam berat tertinggi terdapat pada stasiun 2 (13,03) dan terendah pada stasiun 7 (1,03).

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data, penelitian dan penganalisisan yang diperlukan dalam penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Amin, B. dan I. Nurrachmi., 2005. Distribusi Logam Berat dan Korelasinya dengan Bahan Organik Sedimen di Perairan Pulau Merak Karimun. Berkala Perikanan Terubuk, Vol 32 No 1 Februari 2005. Hal 65-72.
- Bapedal dan BBS. 2002. Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri
- Connell, D.W., dan G.J.Miler, 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI Press, Jakarta.
- Chan, K.M., 1995. Metallothionein: Potential Biomarker Monitoring Heavy Metal Pollution in Fish Around Hongkong. Marine Pollution Bulletin 31:411-415.
- Chen, C.W., C.M. Kao, C.F. Chen dan C.D. Dong, 2007. Distribution and Accumulation of Heavy Metals in sediments of Kaoshiung Harbor, Taiwan. Chemosphere 66: 1431-1440.
- Hoshika, A., Shiozawa, T., Kawana, K., and Tanimoto, T., 1991. Heavy Metal Pollution in Sediment from the Seto Island, Sea, Japan. Marine Pollution. Bulletin 23 :101-105.
- Kantor Kementrian Negara Lingkungan Hidup, 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.Kep-51/2004 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Long, E. R., D.D. Macdonald, S.c. Smith dan F.D. Calder, 1995 Incident of Adverse Biological Effects within Ranges of Chemical Concentration I Marine and Estuarine Sediments. Environmental Management 19(1): 81-97.
- Long, E.R., L.J Field dan D.D Macdonald, 1997 Predicting Toxicity in Marine Sediment with Numerical Sediment Quality Guidelines. Environment Toxicology and Chemistry 17(4): 714-727.
- Palar, H., 1994. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Palar, H., 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta. 152 hal.
- Syakti, A. D., 1998. Kandungan Logam (Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn) pada Karang Batu (Acroporidae) di Perairan Kabil Kotamadya Batam. Provinsi Riau. Skripsi.

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak diterbitkan).

Shariadah, M.MA. 1999. Heavy metals in mangrove sediments of The United Arab Emirates shoreline (Arabian Gulf). *Water, Air and Soil Pollution* 116; 523 – 534.

Turekian, K. K., & Wedepohl, K. H. 1961. Distribution of the Elements in some major units of the earth's crust. *Bulletin of Geological Society of America*, 72, 175-192.

Usero, J., Gonzales- Regalado dan Gracia, 1996. Trace Metal In The Bilavalve Molluscs *Chamele gallina* from the atlantik coast of shouthern Spain. *Marine Pollution Bulletin* 32.305-310.

Usero, J., Gonzales- Regalado dan Gracia, 1997. Trace Metal In The Bilavalve Molluscs *Ruditapes decussatus and Ruditapes philippinarum* from the atlantic coast of shouthern Spain. *Environment International* 23:291; -298.

Zulkarnaen, A, 2008. Formulasi Strategi Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) Kabupaten Siak dalam Pengendalian Beban Pencemaran Limbah Cair di Perairan Sungai Siak. Tesis S2. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).