

JURNAL

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT
Pb, Cr, Cu DAN Zn PADA AIR DAN SEDIMEN
DI PERAIRAN PULAU SINGKEP KABUPATEN LINGGA
PROVINSI KEPULAUAN RIAU**

**OLEH
FEBBI AZHARI**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2018**

**ANALYSIS OF HEAVY METALS CONTENT
Pb, Cr, Cu AND Zn IN SEA WATER AND SEDIMENT
IN SINGKEP ISLAND LINGGA REGENCY
OF KEPULAUAN RIAU PROVINCE**

By

Febbi Azhari¹⁾, Yusni Ikhwan Siregar²⁾ and Bintal Amin²⁾

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science
Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia
febbiazhari12@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted in coastal waters of Singkep Island held on 28 Januari 2018 – 4 Februari 2018. The study aimed at analyzing Pb, Cr, Cu and Zn concentration in waters column as well as in sediment were taken from two stations with three replicates at each station.. Heavy metals were analyzed by following Hutagalung procedure (1991) and Yap *et al.*, (2003). The results showed that the average content of heavy metals in Singkep water is 0.23 mg/l (Pb), 0.05 mg/l (Cr), 0.09 mg/l (Cu), and 0.43 mg/l (Zn), the sediment was 3.89 µg/g (Pb), µg/g, 18.53 (Cr), 2.08 µg/g (Cu), 38.67 µg/g (Zn). Simple linear regression analysis indicates negative correlation between Cr, Cu and Zn content in sea water and in sediment with $Y = 38.51 - 430.4x$, $r = 0.51$ (Cr), $Y = 37.87 - 378.0x$, $r = 0.88$ (Cu) ; and $Y = 45.74 - 16.31x$, $r = 0.11$ (Zn) and positive correlation between Pb content in sea water and in sediment with $Y = -4.2241 + 34.19x$, $r = 0.71$. The concentration of all metals measured in water exceeded the quality standard regulation. However, concentration of metals in sediments were below the ERL and ERM.

Key Words : Singkep Island, Heavy Metal, Pollution, Seawater, Sediment

1) Student of the Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Riau

2) Lecturer of the Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Riau

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT
Pb, Cr, Cu DAN Zn PADA AIR DAN SEDIMEN
DI PERAIRAN PULAU SINGKEP KABUPATEN LINGGA
PROVINSI KEPULAUAN RIAU**

Oleh

Febbi Azhari¹⁾, Yusni Ikhwan Siregar²⁾ dan Bintal Amin²⁾

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia
febbiazhari12@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini telah dilakukan di perairan pantai Pulau Singkep pada tanggal 28 Januari - 4 Februari 2018. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada air dan sedimen yang diambil dari dua stasiun dengan tiga kali ulangan per stasiun. Analisis konsentrasi logam berat berdasarkan prosedur Hutagalung (1991) prosedur Yap *et al* (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi logam Pb, Cr dan Zn pada air lebih tinggi di Stasiun 1 yaitu 0.24; 0.05; 0.50 mg/l. Sedangkan rata-rata konsentrasi logam Cu pada air lebih tinggi pada Stasiun 2 dengan konsentrasi 0.097 mg/l dibandingkan Stasiun 1. Rata-rata konsentrasi logam Pb dan Cu pada sedimen lebih tinggi pada Stasiun 1 dibandingkan Stasiun 2 dengan nilai 4.24; 2.72 µg/g. Sedangkan rata-rata konsentrasi logam Cr dan Zn lebih tinggi pada Stasiun 2 dengan konsentrasi 19.32; 40.24 µg/g. Hasil analisis regresi linier menunjukkan hubungan yang negatif antara Cr, Cu dan Zn pada air dengan sedimen dengan nilai $Y = 38.51 - 430.4x$, $r = 0.51$ (Cr), $Y = 37.87 - 378.0x$, $r = 0.88$ (Cu); dan $Y = 45.74 - 16.31x$, $r = 0.11$ (Zn) dan memiliki hubungan positif antara logam Pb pada air dengan sedimen dengan nilai $Y = -4.2241 + 34.19x$, $r = 0.71$. Konsentrasi logam berat Pb, Cr, Cu dan Zn pada air telah melewati batas baku mutu yang ditetapkan, sedangkan konsentrasi logam pada sedimen masih dibawah nilai ERL dan ERM.

Kata Kunci : Pulau Singkep, Logam Berat, Pencemaran, Air Laut, Sedimen

1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

2) Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

PENDAHULUAN

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan laut berhubungan erat dengan penggunaan logam oleh manusia. Secara alami kandungan logam berat telah ditemukan dalam lingkungan laut, namun pada umumnya kadarnya masih dibawah nilai ambang yang membahayakan organisme. Pengaruh aktivitas manusia melalui pembuangan limbah seperti limbah industri, pertambangan dan rumah tangga mengakibatkan meningkatnya kadar logam berat di lingkungan laut sehingga dapat merusak lingkungan dan kehidupan organisme laut. Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme dapat berubah menjadi racun bagi organisme laut. Selain bersifat racun, logam berat juga akan terakumulasi di sedimen dan biota. Logam-logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan laut akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan juga diakumulasi oleh organisme termasuk kerang-kerangan (Dahuri, 2003).

Singkep merupakan salah satu pulau di Kabupaten Lingga, Provinsi Kepulauan Riau yang memiliki kekayaan alam tambang timah yang cukup besar jika dibandingkan dengan daerah lain di Indonesia. Menurut Amin *et al.* (2014), hampir seabad timah di bumi Singkep dieksplorasi secara besar-besaran dengan menggunakan kapal keruk yang dimulai sejak tahun 1910 oleh perusahaan Belanda. Saat ini masih dijumpai kegiatan penambangan timah, bouksit dan pasir, meskipun dalam skala yang lebih kecil. Aktivitas pertambangan menghasilkan sekitar 97% *tailing* yang mengandung logam-logam berat dalam kadar yang cukup mengkhawatirkan seperti tembaga, timbal atau timah hitam, *mercury*, seng dan arsen. Di perairan, logam tersebut akan berada di kolom air dan mengendap pada sedimen. Ketika masuk ke dalam tubuh makhluk hidup logam-logam berat tersebut akan terakumulasi di dalam jaringan tubuh organisme dan dapat menimbulkan efek yang dapat membahayakan kesehatan. Oleh sebab itu, diperlukan kajian mengenai analisis kandungan logam berat pada air dan sedimen di perairan beserta hubungan diantara keduanya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada air dan sedimen dengan lapisan berbeda, serta untuk melihat hubungan antara konsentrasi logam pada sedimen dengan air laut dan bahan organik. Penelitian ini juga dilakukan untuk melihat status pencemaran logam berat pada air berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 dan pada sedimen berdasarkan nilai ERL dan ERM yang telah ditetapkan. Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa informasi mengenai konsentrasi logam berat pada air dan sedimen perairan Pulau Singkep dan bagaimana status pencemarannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 28 Januari – 4 Februari 2018 di perairan pantai Pulau Singkep, Kabupaten Lingga dengan metode survei. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi dua stasiun (Gambar 1) yaitu Stasiun 1 (Desa Kuala Raya dengan karakteristik berdekatan dengan pemukiman penduduk, tempat pembuatan kapal nelayan, bekas PT. Tambang Timah Singkep, tambang bouksit aktif PT. Telaga Bintang Jaya dan dialiri oleh sungai) dan Stasiun 2 (Desa

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dianalisis secara statistik dan dibahas secara deskriptif. Uji t dilakukan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi logam berat antar masing-masing stasiun. Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam berat di air dengan konsentrasi logam berat pada sedimen maka dilakukan uji regresi linier (Kinneer dan Gray, 2000). Uji anova dilakukan dengan bantuan *Software Microsoft Excel* dan SPSS versi 16.0 untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat antar lapisan sedimen di masing-masing stasiun.

Parameter kualitas perairan yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, pH, salinitas, kecerahan dan kecepatan arus (Tabel 1). Parameter kualitas perairan diukur secara langsung ketika melakukan penyamplingan di lokasi penelitian.

Tabel 1. Parameter kualitas perairan

Stasiun	Koordinat	Parameter				
		pH	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	Kec. Arus (m/det)	Kecerahan (cm)
1	0° 24' 23,2'' LS 104° 23' 50,3'' BT	6	29	20	0,7	25
2	0° 35' 30,4'' LS 104° 25' 17,6'' BT	6	30	21	0,3	20

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan di lokasi penelitian untuk rata-rata suhu di Stasiun 1 adalah 29°C , rata-rata pH adalah 6, salinitas 20 ppt, kecepatan arus 0,7 m/det dan kecerahan 20 cm . Sedangkan pada Stasiun 2 rata-rata suhu adalah 30°C, rata-rata pH adalah 6, salinitas 21 ppt, kecepatan arus 0,3 m/det dan kecerahan 25 cm.

Rata-rata konsentrasi logam berat Pb, Cr, Cu dan Zn pada air laut di masing-masing stasiun dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi (Rata-rata ± Standar Deviasi) Logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada Air Laut

Stasiun	Konsentrasi Logam Berat (mg/l)			
	Pb	Cr	Cu	Zn
1	0,2425 ± 0,0241	0,050 ± 0,0017	0,0932 ± 0,0007	0,5053 ± 0,0159
2	0,2261 ± 0,0117	0,043 ± 0,0023	0,0963 ± 0,0009	0,3618 ± 0,0130

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbedaan rata-rata konsentrasi logam berat Pb, Cr, Cu dan Zn pada air laut antara Stasiun 1 dan Stasiun 2 tidak jauh berbeda. Logam Zn merupakan logam berat yang paling banyak ditemui baik di Stasiun 1 maupun Stasiun 2. Rata-rata konsentrasi logam berat tertinggi ditemukan pada Stasiun 1 yaitu logam Zn sebanyak 0,5053 mg/l. Sedangkan rata-rata konsentrasi logam berat terendah ditemukan di Stasiun 2 yaitu logam Cr sebanyak 0,043 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Stasiun 1 memiliki konsentrasi logam Pb, Cr dan Zn yang lebih tinggi dibandingkan Stasiun 2. Hal ini dikarenakan Stasiun 1 merupakan daerah bekas penambangan timah, dan juga banyak ditemukan rumah penduduk dan aktivitas pembuatan kapal di sekitaran muara pantai Desa Kuala Raya yang pastinya menjadi faktor penyumbang pencemaran khususnya logam berat di perairan. Seperti halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Amin *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa konsentrasi logam berat yang terlarut dalam air laut sangat tergantung pada keadaan perairan tersebut dimana semakin banyak aktifitas manusia baik di darat maupun di pantai akan mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam air laut.

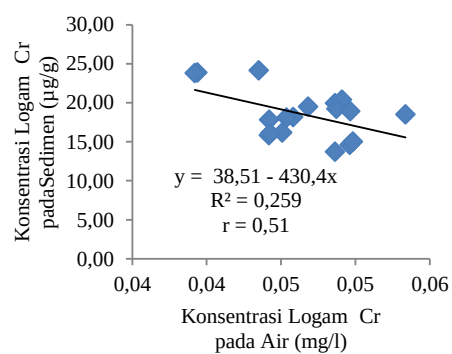
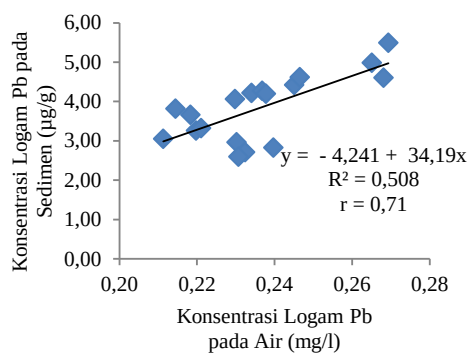
Tabel 3. Konsentrasi (Rata-rata $\pm$ Standar Deviasi) Logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada Sedimen

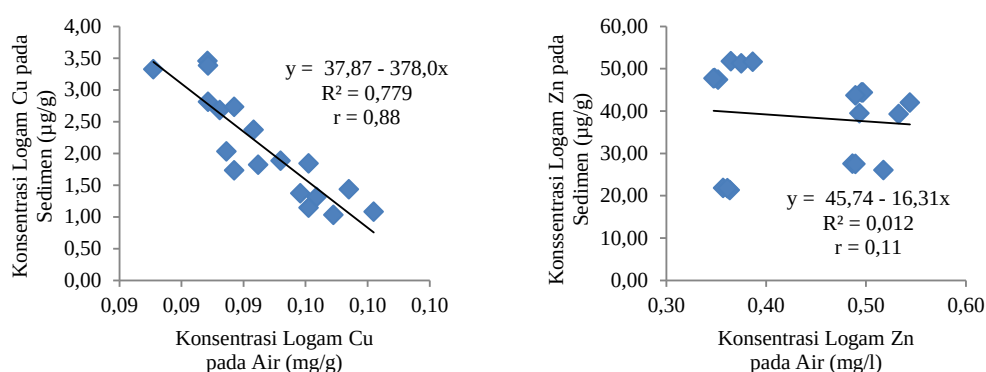
Stasiun	Konsentrasi Logam Berat ($\mu\text{g/g}$)			
	Pb	Cr	Cu	Zn
1	$4,24 \pm 0,76$	$17,74 \pm 2,91$	$2,72 \pm 0,67$	$37,11 \pm 8,97$
2	$3,54 \pm 0,85$	$19,32 \pm 4,10$	$1,43 \pm 0,38$	$40,24 \pm 16,26$

Pada Tabel 3 dapat dilihat perbedaan rata-rata konsentrasi logam berat Pb, Cr, Cu dan Zn pada sedimen antara Stasiun 1 dan Stasiun 2. Rata-rata konsentrasi logam berat tertinggi ditemukan pada Stasiun 2 yaitu logam Zn sebanyak 40,24 ($\mu\text{g/g}$). Sedangkan rata-rata konsentrasi logam berat terendah ditemukan di Stasiun 2 yaitu logam Cu sebanyak 1,43 ($\mu\text{g/g}$).

Secara umum konsentrasi logam berat pada sedimen lebih tinggi daripada konsentrasi yang terdapat pada air laut. Logam berat mempunyai sifat mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan pada air (Widowati, 2008). Secara umum adanya perbedaan konsentrasi antar stasiun ini disebabkan oleh berbagai proses baik fisika, biologi maupun kimia. Di duga proses fisika yang sangat berpengaruh adalah proses pengadukan dan pengendapan, yang dalam hal ini dipengaruhi oleh kecepatan arus dan kedalaman perairan. Selain itu tingkat penyerapan atau akumulasi logam oleh organisme akuatik menyebabkan konsentrasi logam berat seperti Pb dan Cu pada sedimen di Stasiun 1 berkurang. Begitupun hal sebaliknya yang terjadi di Stasiun 2, tingginya konsentrasi logam Cr dan Zn diduga karena konsentrasi logam tersebut memang sudah tinggi pada perairan tersebut. Ditambah lagi dengan konsentrasi logam Cr dan Zn yang tinggi pada air yang tentunya juga berpengaruh terhadap tingginya konsentrasi logam pada sedimen.

Berdasarkan hasil uji regresi linier antara konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada air dengan konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada sedimen lapisan permukaan memperlihatkan hubungan yang positif dan ada yang negatif dengan keeratan nilai yang berbeda-beda pula. Ketika hasil analisis regresi linier menunjukkan nilai positif artinya konsentrasi logam pada air mempengaruhi konsentrasi logam pada sedimen, begitupun sebaliknya. Pengaruh yang diberikan oleh air dipengaruhi oleh berbagai faktor baik fisika dan kimia.





Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada Air dan Sedimen

Faktor yang mempengaruhi nilai konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn baik itu pada air maupun pada sedimen adalah suhu, salinitas, kecepatan arus, laju pengendapan sedimen, banyak atau sedikitnya input logam dari berbagai sumber ke perairan, proses metabolisme dan penyerapan logam berat oleh organisme air dan lain-lain. Hal ini sangat berpengaruh terhadap hubungan konsentrasi logam pada air dengan sedimen. Sebagaimana Sanusi (2006) menyatakan bahwa pembentukan ikatan kompleks dan adsorpsi logam berat oleh padatan tersuspensi sangat bergantung pada karakteristik fisika dan kimia perairan.

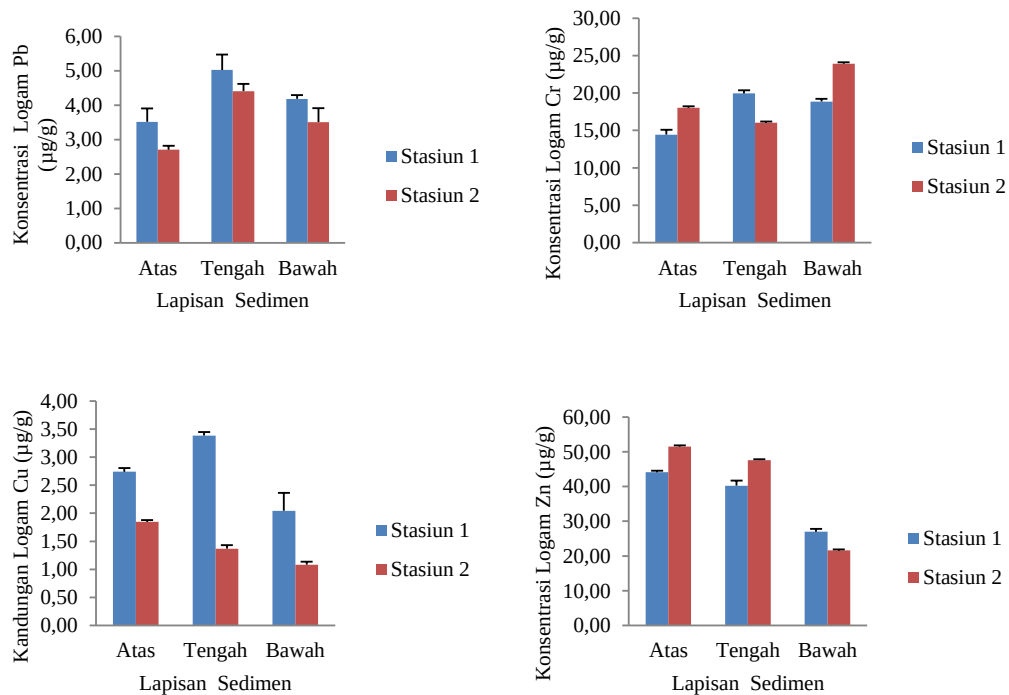
Tabel 4. Konsentrasi (Rata-rata $\pm$ Standar Deviasi) Logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada Lapisan Sedimen

Logam	Lapisan	Konsentrasi Rata-rata Logam per Stasiun ($\mu\text{g/g}$)	
		Kuala Raya (St 1)	Maruk Kecil (St 2)
Pb	Atas	$3,52 \pm 0,39$	$2,71 \pm 0,12$
	Tengah	$5,02 \pm 0,45$	$4,41 \pm 0,21$
	Bawah	$4,18 \pm 0,11$	$3,51 \pm 0,40$
Cr	Atas	$14,43 \pm 0,65$	$18,03 \pm 0,18$
	Tengah	$19,93 \pm 0,44$	$16,03 \pm 0,17$
	Bawah	$18,86 \pm 0,37$	$23,92 \pm 0,18$
Cu	Atas	$2,74 \pm 0,07$	$1,85 \pm 0,03$
	Tengah	$3,38 \pm 0,07$	$1,37 \pm 0,06$
	Bawah	$2,04 \pm 0,32$	$1,08 \pm 0,06$
Zn	Atas	$44,10 \pm 0,41$	$51,52 \pm 0,28$
	Tengah	$40,21 \pm 1,49$	$47,59 \pm 0,22$
	Bawah	$27,00 \pm 0,84$	$21,60 \pm 0,30$

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada setiap lapisan di masing-masing stasiun berbeda-beda. Konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada lapisan tengah baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2 dengan konsentrasi $5,02 (\mu\text{g/g})$ dan $4,41 (\mu\text{g/g})$. Sedangkan konsentrasi logam Pb terendah terdapat pada lapisan atas baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2 dengan konsentrasi $3,52 (\mu\text{g/g})$ dan $2,71 (\mu\text{g/g})$.

Berdasarkan hasil uji Anova untuk setiap logam menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar lapisan sedimen pada setiap stasiun sehingga dilakukan uji lanjut LSD. Secara keseluruhan hasil uji LSD menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata antara konsentrasi logam berat antar lapisan sedimen di masing-masing stasiun. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, banyaknya logam berat yang terendap di dalam sedimen pada suatu waktu dan ketebalan lapisan sedimen yang diteliti. Ketebalan sedimen yang diteliti memiliki faktor penyebab yang kuat terhadap konsentrasi logam di dalamnya karena berdasarkan penelitian terdahulu mengenai laju pertambahan sedimen, dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk pertambahan lapisan sedimen sebanyak 1 cm. Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan konsentrasi logam pada lapisan sedimen adalah distribusi logam yang tidak merata dan input logam berat pada suatu waktu yang terkadang bisa dalam jumlah besar atau dalam jumlah kecil. Dapat diambil kesimpulan bahwa konsentrasi logam berat yang terakumulasi pada lapisan sedimen yang diteliti memiliki rentang waktu pengendapan yang berbeda-beda.

Berikut merupakan grafik perbedaan konsentrasi logam berat per lapisan sedimen di masing-masing stasiun.

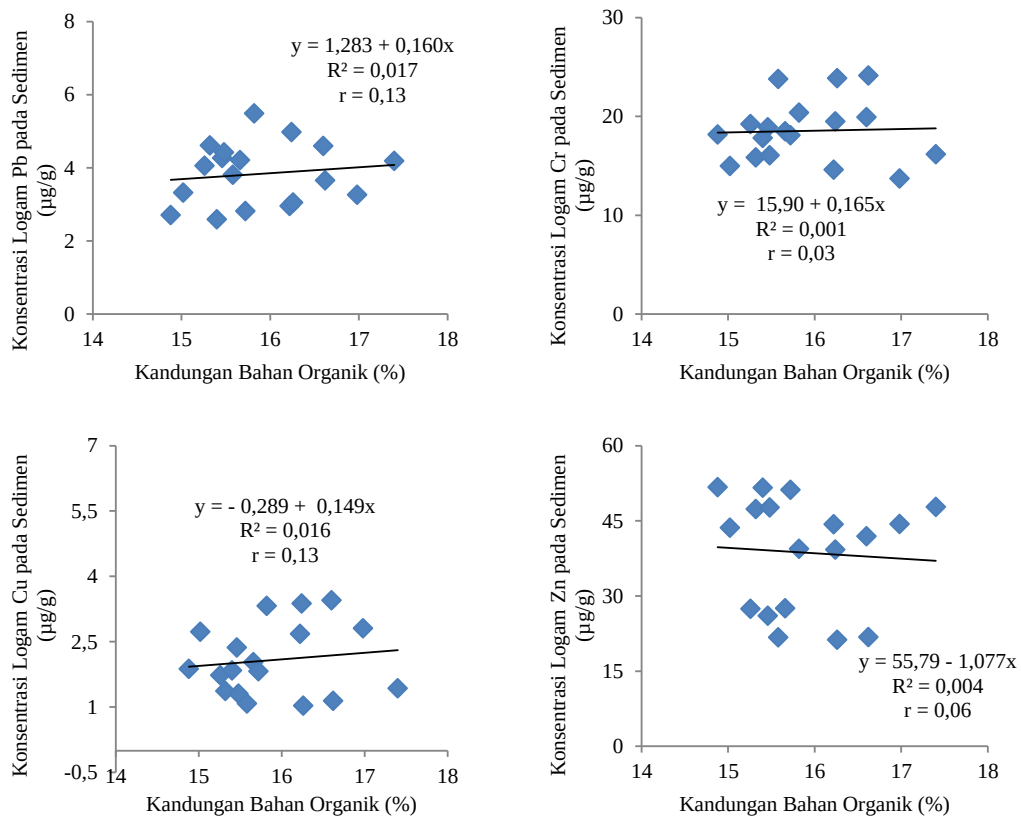


Gambar 3. Grafik Perbedaan Konsentrasi Logam Pb, Cr, Cu dan Zn per Lapisan Sedimen

Berdasarkan hasil uji t secara keseluruhan untuk kedua stasiun dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar kedua stasiun. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh karakteristik kawasan yang dijadikan sebagai stasiun penelitian hampir sama-sama merupakan daerah bekas penambangan timah dan pemukiman penduduk, perbedaannya terletak pada

adanya sungai di Stasiun 1 yaitu Desa Kuala Raya. Namun, hal ini juga tidak memberikan perbedaan yang mencolok terhadap kedua stasiun mengingat sifat air yang merupakan pelarut universal yang menjadi alat transportasi logam berat dari suatu tempat ke tempat lain mengikuti perubahan arus.

Kandungan bahan organik berhubungan erat dengan ukuran partikel sedimen yang memiliki peranan penting dalam distribusi logam berat pada sedimen. Pada sedimen yang halus persentase bahan organik lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen halus berupa lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organiknya lebih tinggi. Logam berat yang berasal dari aktifitas manusia maupun alam terdistribusi pada partikel sedimen yang memiliki ukuran berbeda. Distribusi logam berat pada berbagai ukuran partikel dipengaruhi oleh pembentukan sedimen baik secara alami maupun non-alami (Siaka *et al*, 2008).



Gambar 4. Hubungan Konsentrasi Logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada Sedimen dengan Kandungan Bahan Organik

Berdasarkan hasil uji regresi linier antara konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada sedimen dengan kandungan bahan organik memperlihatkan hubungan yang berbeda-beda, ada yang positif dan ada yang negatif dengan keeratan nilai yang berbeda-beda pula.

Berdasarkan uji regresi linier antara konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada sedimen dengan bahan organik secara keseluruhan menunjukkan adanya hubungan positif 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 Shariadah (1999) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat disamping sangat berkaitan erat dengan fraksi sedimen juga mempunyai korelasi positif dengan bahan organik sedimen. 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.

Namun juga tidak tertutup kemungkinan bahwa rendahnya kandungan bahan organik malah membuat konsentrasi logam berat pada sedimen menjadi tinggi. Hal ini mungkin saja ketika kandungan bahan organik tidak mampu mengikat logam-logam tertentu dalam jumlah yang besar. Selain itu, karakteristik sedimen yang dijumpai pada lokasi penelitian cenderung berpasir dilihat berdasarkan rendahnya nilai kandungan bahan organik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat yang paling tinggi ditemukan pada perairan Pulau Singkep adalah Zn baik pada air maupun sedimen. Selain itu, juga didapat kesimpulan bahwa konsentrasi logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada air memiliki korelasi yang berbeda-beda terhadap konsentrasi logam pada sedimen. Hasil analisis regresi linier terhadap konsentrasi logam pada sedimen dengan bahan organik memperlihatkan bahwa adanya pengaruh yang diberikan oleh kandungan bahan organik terhadap konsentrasi logam pada sedimen dengan tingkatan dan keeratan nilai yang berbeda-beda. Konsentrasi logam berat Pb, Cr, Cu dan Zn pada air telah melewati batas baku mutu yang ditetapkan, sedangkan konsentrasi logam pada sedimen masih dibawah nilai ERL dan ERM. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi logam berat pada lapisan dan jarak dari pantai yang berbeda serta pada biota laut yang berfungsi sebagai indikator pencemaran perairan oleh logam berat dengan sampel yang lebih banyak dan kisaran yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., E, Afriyani dan A, Saputra. 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi* Vol 2 (1) : 1-8.
- _____, Thamrin., Jamalus. 2014. Analisis Logam Berat pada Air dan Sedimen di Perairan Pantai Pulau Singkep Kepulauan Riau. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. 42 (2): 18-27.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut; Aset Pembangunan Berkelanjutan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- 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.
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat : Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P30-LIPI. Jakarta.
- Long, E. R. D. D. MacDonald, S. C. Smith dan F. D. Calder. 1995. *Incidense of Adverse Biological Effects Within Rangers of Chemical Consentrations*

- in Marine and Estuarine Sediment. Environmental Management* 19(1) : 81-97.
- Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, 2004. Surat Keputusan Nomor : Kep. 51/MEN-KLH/II/2004 Tentang Pedoman Penetapan Baku Air Laut. Sekretariat Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Jakarta. 51 hal.
- Nurdiansyah, M. 2018. Analisis Kandungan Logam Pb, Cr, Cu dan Zn pada Siput Gonggong (*Strombus canarium*) di perairan pantai Pulau Singkep Singkep Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau.
- Sanusi, H.S. 2006. Kimia Laut Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- 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.
- Siaka, M. 2008. Jurnal Kimia 2: Korelasi antara Kedalaman Sedimen Pelabuhan Benoa dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu. Universitas Udayana.
- 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)
- Widowati, W. 2008. Efek Toksik Logam. Penerbit Andi. Yogyakarta. Hal. 63, 109, 119.
- Yap, C. K., A, Ismail dan S. G. Tan. 2003. *Concentration of Cu, Pb, Zn in the Green Lipped Mussel Verna viridis (Linnaeus) from Peninsula Malaysia. Marine Pollution Bulletin*, 46 : 1035-1048.