

**ANALISYS OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN SEAWATER
AND SEDIMENT OF THE WEST COAST OF KARIMUN BESAR
ISLAND RIAU ARCHIPELAGO**

Martinus Jerianto¹, Bintal Amin², Yusni Ikhwan²

Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University,
Riau University, Pekanbaru, Riau Province
martinusjerryan@gmail.com

ABSTRACT

This study was conducted in January 2015 to determine the heavy metal concentration of lead (Pb) and copper (Cu) in seawater and sediment in the west coast of Karimun Besar Island of Riau Archipelago. Samples of sea water and sediment were analyzed for their metal concentrations in Marine Chemistry Laboratory Department of Marine Sciences University of Riau Pekanbaru by using AAS Perkin Elmer 3110. Metal concentrations in the sea water were highest in Station I (Pb 0.270 mg/L and Cu 0.140 mg/L), whilst concentrations in the sediment were found to be highest in stations III (Pb 8.055 µg/g, Cu 5.359 µg/g). Concentrations of Pb and Cu in the sediment in the study area was still below the Dutch quality standard for metals in sediments and the default value of the ERL and ERM. Based on I-geo calculations it was considered that the study area still has low impact on aquatic ecology.

Key Words: heavy metal, seawater, sediment, Karimun, Lead, Copper

-
1. Student of Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University.
 2. Lecturer of Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University.

PENDAHULUAN

Perairan pantai Barat Pulau Karimun Besar merupakan salah satu daerah yang terdapat berbagai macam aktivitas industri dan pertambangan, seperti PT. Saipem Indonesia (Karimun *Branch*) yang bergerak di bidang industri fabrikasi dan PT. Pacific Granita yang bergerak di bidang penambangan batu granit. Kedua perusahaan tersebut bersinggungan langsung dengan pesisir laut dimana dalam pengoperasiannya banyak menggunakan alat-alat berat dan menyimpan hasil produksi seperti material besi/baja dan granit serta menggunakan kapal-kapal besar untuk mengangkut hasil dari produksi perusahaan tersebut.

Secara umum, aktivitas penambangan menghasilkan limbah yang berupa cairan sisa dari pencucian atau yang biasa disebut dengan *tailing* yang diduga mengandung logam berat seperti Pb dan Cu. Logam Pb dan Cu banyak terdapat di alam, baik yang terbentuk secara alamiah maupun dari aktivitas industri (Palar, 2004).

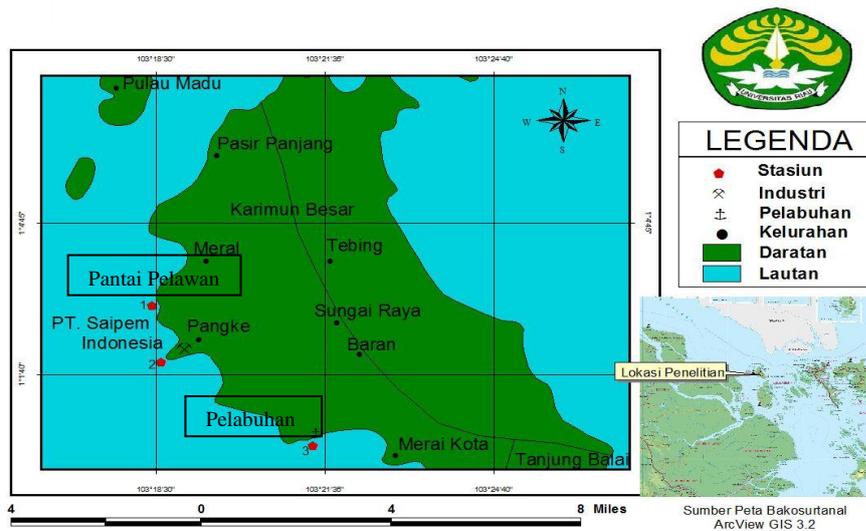
Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan laut akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen, akibatnya kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dari pada air laut. Penelitian terdahulu menunjukkan adanya hubungan dan keterkaitan antara kandungan logam berat dalam sedimen dan bahan organik sedimen di suatu perairan (Yu *et al*; 2001).

Perairan Pantai Barat Pulau Karimun Besar juga merupakan perairan yang sering menjadi tempat berbagai macam aktivitas antropogenik seperti pelayaran kapal fery, kapal nelayan, pembuangan limbah industri, limbah domestik dari pemukiman, berbagai macam aktivitas masyarakat dan pertambangan yang menghasilkan limbah dengan kapasitas yang cukup besar seperti pertambangan timah dan pasir laut. Banyaknya sumber pencemaran ini diduga memberikan kontribusi kandungan logam berat ke perairan yang akan berdampak buruk terhadap ekosistem di perairan. Berdasarkan masalah diatas perlu didapatkan informasi mengenai kandungan logam Pb dan Cu pada air dan sedimen, bagaimana hubungan kandungan logam berat pada air dan sedimen serta bagaimana status pencemaran di Perairan Pantai Barat Pulau Karimun Besar tersebut.

METODE PENELITIAN

Waktu danTempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015. Pengukuran kualitas perairan dan pengambilan sampel (air laut dan sedimen) dilakukan di sekitar perairan Pantai Barat Pulau Karimun Besar Kepulauan Riau (Gambar 1). Analisis dan perhitungan konsentrasi logam Pb dan Cu pada air laut dan sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi asam nitrat pekat (HNO_3), asam *chlorat* pekat (HClO_4), asam *chloride* (HCl), larutan standar Pb, larutan standar Cu, gas asitilen dan akuades dan larutan blanko.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah pipa paralon, *Atomic Absorbption Spectrophometer* (AAS) tipe *Perkin Elmer 3110* dan *ice box*, sendok plastik, kantong plastik, timbangan analitik, pipet ukur, labu akar, *beaker glass*, kertas saring $63 \mu\text{m}$, timbangan dan peralatan untuk mengukur kualitas perairan seperti secchi disk, thermometer, pH indicator, *handrefractometer*, dan *current drogue* serta kamera untuk dokumentasi kegiatan selama penelitian. Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu ($^{\circ}\text{C}$), kecerahan (m), kecepatan arus (m/det), salinitas (‰), pH (unit).

Penentuan Lokasi Sampling

Lokasi penelitian (pengambilan sampel) dilaksanakan di perairan Barat Pulau Karimun Besar Kepulauan Riau. Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan cara *purposive sampling* atau dengan memperhatikan pertimbangan kondisi dan keadaan daerah penelitian yang berkaitan dengan aktivitas antropogenik di sekitar perairan dan membagi menjadi tiga stasiun dan di setiap stasiun terdiri dari tiga titik sampling (Lampiran 1). Stasiun 1 adalah pantai Pelawan yang dianggap sebagai daerah kontrol yang relatif bersih yang jauh dari kegiatan antropogenik yang digunakan sebagai pembanding daerah tercemar, Stasiun 2 yaitu di perairan yang berdekatan dengan PT. Saipem Indonesia Karimun Branch yang merupakan perusahaan fabrikasi dan Stasiun 3 terletak di perairan sekitar pelabuhan kapal dan pemukiman penduduk di Desa Meral.

Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan tiga kali pengulangan pada perairan di masing-masing stasiun pada saat pengambilan sampel yang tujuannya untuk menggambarkan kondisi perairan pada saat penelitian. Parameter lingkungan yang diukur adalah suhu, pH, salinitas, kecerahan dan kecepatan arus.

Pengambilan dan Penanganan Sampel

Sampel sedimen diambil dengan menggunakan Ekman grab sebanyak lebih kurang 800 gram berat basah. Sampel dalam grab diambil dibagian permukaan 0-5 cm menggunakan sendok plastik kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik yang telah diberi label berdasarkan titik samplingnya dan dimasukkan kedalam *ice box* dan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Sampel seberat 500 gr kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100° C sampai dicapai berat konstan dan 300 gr digunakan untuk analisis fraksi sedimen.

Sampel air laut permukaan diambil sebanyak 500ml dengan menggunakan botol pada setiap titik sampling. Sampel air laut yang telah diambil selanjutnya dimasukkan kedalam botol plastik polyetilen yang telah dibilas tiga kali dengan air laut. Kemudian ditambahkan dengan asam nitrat (HNO₃) pekat sebanyak 2 tetes agar pH nya menjadi ≤ 2 (1ml/500ml), selanjutnya dimasukkan ke dalam *ice box* dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Analisis Logam Berat Pb dan Cu pada Air

Prosedur analisis kadar logam Pb dan Cu pada air laut dilakukan berdasarkan prosedur Hutagalung(1993) adalah sebagai berikut: Sampel air laut uji dikocok dan diukur 50 ml secara duplo, selanjutnya dimasukkan masing-masing kedalam gelas piala 100 ml. Kemudian ditambahkan 5 ml asam nitrat HNO₃ pekat dan dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15-20 ml. Kemudian ditambahkan lagi 5 ml HNO₃ pekat dan gelas piala ditutup dengan kaca arloji, kemudian dipanaskan lagi. Penambahan asam dan pemanasan dilakukan sampai semua logam larut, ini terlihat dari terbentuknya endapan dalam sampel air laut menjadi agak putih dan larutan menjadi jernih. Kemudian ditambahkan lagi 2 ml asam nitrat HNO₃ pekat dan dipanaskan kira-kira 10 menit. Kaca arloji dibilas dengan air suling dan air bilasnya dimasukkan kedalam gelas piala. Larutan uji disaring dengan saringan Whatman nomor 63 μm yang bertujuan mencegah penyumbatan dalam analisis dengan AAS. Larutan uji dipindahkan masing-masing kedalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan air suling sampai tepat tanda tera, kemudian larutan uji dipindahkan kedalam botol uji untuk analisis contoh air laut yang telah diberi label. Sampel air laut uji siap untuk dianalisis dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Analisis Logam Berat Pb dan Cu pada Sedimen

Sedimen yang telah kering digerus dengan menggunakan penumbuk (*mortar*) dan selanjutnya disaring dengan menggunakan saringan berukuran 63 mikron. Antara 0,5 – 1,0 gram sampel sedimen didestruksi dalam kombinasi 10 ml larutan HNO₃ dan HClO₄ dengan perbandingan 4 : 1, menggunakan *block digester* pada suhu 40°C selama 1 jam dan kemudian suhu dinaikkan menjadi 140°C selama 3 jam (Yap *et al.*, 2002). Setelah sampel sedimen terdestruksi sempurna, larutan tersebut didinginkan dan diencerkan dengan menggunakan aquades menjadi 50 ml dan disaring dengan kertas *whatman* no 63 μm (untuk menghindari penyumbatan pipa kapiler pada saat analisis sampel dengan AAS) dan disimpan dalam botol sampel. Selanjutnya larutan sampel tersebut dianalisis konsentrasi logam beratnya dengan AAS.

Perhitungan Konsentrasi Logam Berat

Perhitungan konsentrasi logam berat pada sampel sedimen menurut (Yap *et al.*, 2002) dilakukan menurut rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{A \times V}{G}$$

Perhitungan konsentrasi logam berat pada sampel air:

$$\text{Kadar Logam} = C \times Fp$$

Analisis Jenis Fraksi Sedimen

Penentuan jenis sedimen dasar dalam penelitian bertujuan untuk melihat persentase fraksi kerikil, pasir dan lumpur. Prosedur penentuan jenis sedimen dilakukan berdasarkan petunjuk Rifardi (2001)

Tiap-tiap butiran sedimen yang diperoleh dari hasil analisis yang dilakukan (total kerikil, pasir, dan lumpur) ditimbang dengan timbangan analitik untuk mencari persentase berat fraksi sedimen. Dari persentase yang didapat, selanjutnya dicari penamaan jenis sedimennya berdasarkan segitiga sheppard (Ongkosono, 1984). Analisis ini dilakukan untuk semua sampel pada masing-masing stasiun.

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dibahas secara deskriptif dimana dilihat perbandingan konsentrasi logam berat antar stasiun pengambilan sampel yang berbeda serta dihubungkan dengan data kualitas perairan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanjung Balai Karimun merupakan salah satu dari tiga daerah di Provinsi Kepulauan Riau yang termasuk dalam *Free Trade Zone* (FTZ) setelah Batam dan Tanjung Pinang. Hal ini memberikan kemudahan terhadap perkembangan perekonomian di Karimun untuk menginvestasikan modal dari sektor industri dan perusahaan swasta asing.

Parameter Lingkungan Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, pH, salinitas, kecerahan dan kecepatan arus. Kisaran kualitas perairan di Perairan Pantai Barat Pulau Karimun Besar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Lingkungan Perairan

Stasiun dan Titik Sampling	Parameter				
	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	Kecerahan (m)	Kecepatan Arus (m/detik)
I	27,6	7	35	8,66	0,19
II	25,3	7,33	28,33	0,73	0,25
III	27,6	8	33,33	0,53	0,21
Rata-rata total	26,88	7,4	32,2	0,7	0,218

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan di lokasi penelitian untuk suhu berkisar 23-29°C dengan rata-rata 26,88°C, pH perairan berkisar 7-8 dengan rata-rata 7,4, salinitas berkisar 26-37‰ dengan rata-rata 32,2‰, kecerahan berkisar 0,5-1 cm dengan rata-rata 0,7 cm dan kecepatan arus berkisar 0,18-0,28 nm/dt dengan rata-rata 0,22 m/dt.

Fraksi Sedimen

Hasil dari analisis fraksi sedimen di laboratorium menunjukkan bahwa sedimen pada tiap stasiun di Perairan Barat Pulau Karimun Besar didominasi oleh fraksi pasir. Hasil analisis fraksi sedimen dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

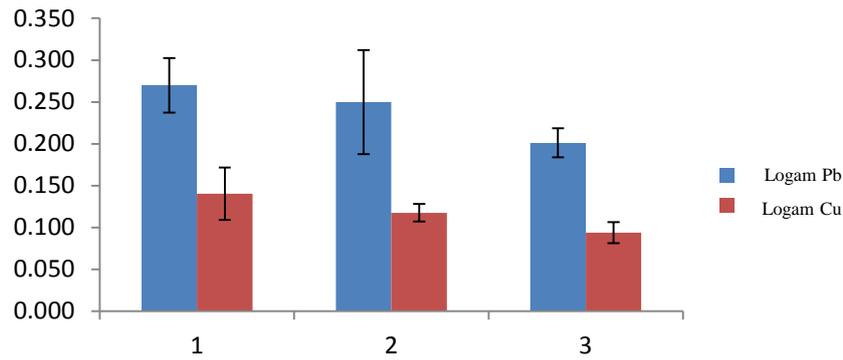
Tabel 2. Persentase Fraksi Sedimen pada Masing-masing Stasiun

Stasiun	Fraksi Sedimen			Jenis Sedimen
	Kerikil	Pasir	Lumpur	
Stasiun I	0	97,41	2,58	Pasir
Stasiun II	0	97,23	2,52	Pasir
Stasiun III	30,26	69,28	0,45	Pasir

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa jenis fraksi yang paling mendominasi di setiap stasiun yang ada di perairan pantai Barat Pulau Karimun Besar adalah fraksi pasir dan fraksi yang paling sedikit adalah fraksi kerikil, namun pada stasiun 3 terdapat fraksi kerikil. Adapun faktor lain yang menyebabkan kandungan logam Pb dan Cu tinggi di Stasiun I adalah karena pengaruh suhu yang rendah dengan rata-rata 27,6 °C. Hal ini didukung oleh pendapat Palar (2004) yang menyatakan bahwa kenaikan suhu air laut akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat ke partikulat. Suhu air laut yang lebih dingin akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikulat untuk mengendap di dasar laut. Sementara saat suhu air laut naik, senyawa logam berat akan melarut di air laut karena penurunan laju adsorpsi ke dalam partikulat.

Kandungan Logam Pb dan Cu pada Air Laut

Rata-rata konsentrasi logam berat Pb setiap stasiun pada air laut tidak jauh berbeda. Kandungan logam berat Pb tertinggi pada air laut terdapat pada Stasiun 1 (0,270 mg/L) dan kandungan logam berat terendah terdapat pada Stasiun 3 (0,201 mg/L), sedangkan kandungan logam berat Cu tertinggi terdapat pada Stasiun 1 (0,140 mg/L) dan kandungan logam berat terendah terdapat pada stasiun 3 (0,094 mg/L). Adapun perbandingan kandungan logam berat Pb dan Cu pada air laut di setiap Stasiun (Rata-rata±Std. Deviasi) dapat dilihat pada Gambar 2.

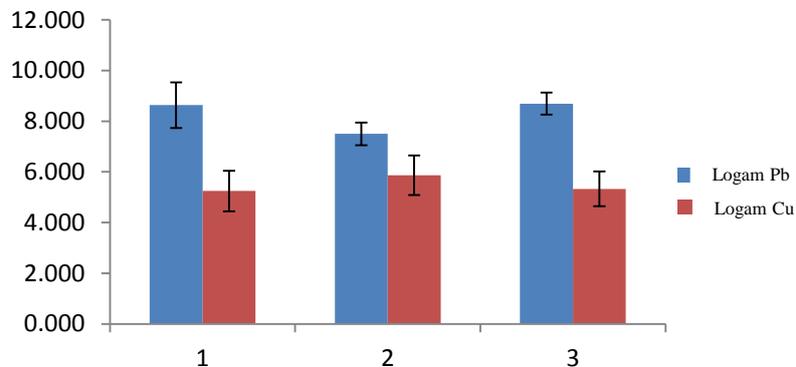


Gambar 2. Logam Pb dan Cu pada Air Laut pada masing-masing stasiun penelitian (Rata-rata \pm Std. Deviasi).

Kandungan logam berat pada air laut yang dianalisa pada penelitian ini memiliki rata-rata yaitu Pb 0,24 mg/L dan Cu 0,11 mg/L lebih rendah dibandingkan dengan perairan Selat Dompok yaitu pada air laut kandungan logam berat Pb 1,19 mg/L dan Cu 0,08 mg/L, kawasan ini merupakan tempat pelabuhan perkapalan dan lokasi penambangan bauksit yang sudah tidak aktif lagi (Donandar, 2008) sedangkan di Perairan Pantai Tanjung Buton kandungan logam berat Pb 0,83 mg/L dan Cu 0,01 mg/L lokasi penelitian ini merupakan bekas tambang timah dan daerah tersebut tergolong daerah yang penduduknya padat (Afryani *et al.*, 2011).

Kandungan Logam Pb dan Cu Pada Sedimen

Rata-rata nilai konsentrasi logam Pb di setiap stasiunnya pada sedimen secara keseluruhan tidak jauh berbeda. Adapun kandungan logam berat Pb tertinggi pada sedimen terdapat pada Stasiun 3 (8,362 μ g/g) dan kandungan logam berat Pb terendah ada pada Stasiun 2 (7,502 μ g/g), sedangkan kandungan logam Cu tertinggi juga terdapat pada Stasiun 3 (5,663 μ g/g) dan kandungan logam berat Cu terendah terdapat pada Stasiun 1 (4,910 μ g/g). Perbandingan kandungan logam berat pada sedimen di setiap stasiun (Rata-rata \pm Std. Deviasi) dapat dilihat pada Gambar 3.



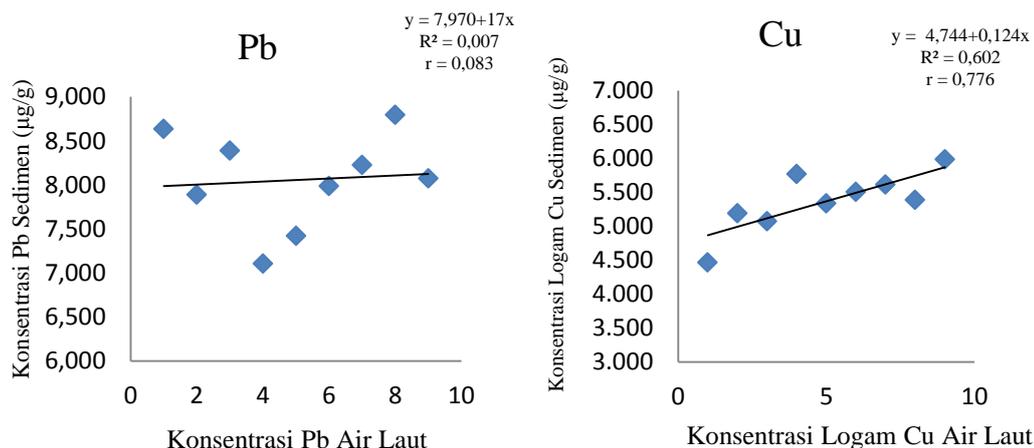
Gambar 3. Kandungan Logam Pb dan Cu pada Sedimen pada masing-masing stasiun penelitian (Rata-rata \pm Std. Deviasi)

Kandungan logam berat Pb dan Cu di perairan ini tergolong masih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Amin *et al* (2011) dimana kandungan logam berat yang ada di perairan Tanjung Buton logam Pb 20,07 µg/g dan Cu 0,77 µg/g. Kandungan logam berat yang cukup tinggi dibandingkan yang lainnya juga dilaporkan oleh Amin (2002) di perairan Telaga Tujuh dengan nilai Pb 88,17 µg/g dan Cu 46,34 µg/g, tingginya kandungan logam berat tersebut disebabkan karena disekitar lokasi penelitian merupakan bekas tambang timah yang merupakan sumber logam berat dari sisa-sisa proses pengolahan timah berupa limbah cair dan daerah tersebut tergolong kawasan yang penduduknya padat. Donandar (2008) melaporkan bahwa di Perairan Selat Dompok Kecamatan Tanjung Pinang Timur memiliki konsentrasi logam Pb pada sedimen 47,59 µg/g dan Cu 4,41 µg/g, kawasan ini merupakan tempat pelabuhan perkapalan dan lokasi penambangan bauksit yang sudah tidak aktif lagi. Syafroni (2011) menyatakan bahwa perairan pantai BIIE (Bintan Industri Inti Estate) mengandung 1,19 µg/g logam Cu dan 11,10 µg/g logam Pb, tingginya kandungan logam tersebut dikarenakan kawasan penelitian ini merupakan kawasan pariwisata, perindustrian yang bergerak di bidang elektronik dan garmen/tekstil, wilayah jalur transportasi laut tradisional, antar pulau dan internasional, kawasan berlabuhnya kapal-kapal tanker pertamina dan galangan kapal.

Hubungan Kandungan Logam Berat Pada Air Laut dan Sedimen

Hasil analisis regresi antara kandungan logam Pb pada air laut dengan sedimen dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar ini menunjukkan koefisien determinasi $R^2 = 0,007$ dan koefisien korelasi $r = 0,083$ menunjukkan hubungan yang positif sangat lemah dengan persamaan regresi $Y = 7970 + 17x$.

Hasil analisis regresi linier sederhana untuk kandungan logam Cu pada air laut dengan kandungan logam Cu pada sedimen dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar ini menunjukkan koefisien determinasi $R^2 = 0,60$ dan koefisien $r = 0,77$ menunjukkan hubungan yang positif kuat dengan persamaan regresi $Y = 4,744 + 0,124x$.



Gambar 4. Hubungan Kandungan Logam Berat pada Air Laut dan Sedimen

Kandungan logam berat Pb dan Cu pada air laut dengan kandungan logam Pb dan Cu pada sedimen memiliki hubungan yang positif sehingga menunjukkan arah perubahan yang sama, yaitu jika kandungan logam Pb dan Cu dalam air laut

meningkat maka kandungan logam Pb dan Cu dalam sedimen juga akan naik. Hasil ini sama dengan hasil penelitian yang dilaporkan di perairan pantai Tanjung Buton dengan kandungan logam berat pada air laut Pb 0,83 mg/L dan Cu 0,01 mg/L sedangkan pada sedimen kandungan logam meningkat dengan nilai Pb 20,07 $\mu\text{g/g}$ dan Cu 0,77 $\mu\text{g/g}$ (Amin *et al.*, 2011).

Perhitungan Index Geoaccumulation

Logam berat yang terkandung di sebuah perairan dapat menyebabkan dampak ekologi yang akan mempengaruhi biota-biota yang hidup di dalamnya. Untuk menentukan tingkat pencemarannya, dapat dihitung dengan perhitungan I-Geo menurut Chen *et al* (2012). Hasil perhitungan I_{geo} pada logam Cu di sedimen yaitu 0,041 dan Pb 0,046, sedangkan logam Cu pada air laut 0,0009 dan Pb 0,0039. Nilai ini masuk pada kategori None to medium (1) yaitu dampak ekologi yang akan mempengaruhi biota yang ada di perairan tergolong masih rendah. Adapun hasil perhitungan I_{geo} pada logam Cu di sedimen yaitu 0,041 dan Pb 0,046, sedangkan logam Cu pada air laut 0,0009 dan Pb 0,0039. Nilai ini masuk pada kategori None to medium (1) yaitu dampak ekologi yang akan mempengaruhi biota yang ada di perairan tergolong masih rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan logam Pb dan Cu pada air laut tertinggi ada pada stasiun I yaitu logam Pb 0,270 mg/L dan Cu 0,140 mg/L, sedangkan kandungan logam Pb dan Cu pada sedimen yang tertinggi terletak di stasiun III Pb 8,055 $\mu\text{g/g}$ dan Cu 5,359 $\mu\text{g/g}$. Kandungan logam berat Pb dan Cu pada air laut dengan kandungan logam berat Pb dan Cu pada sedimen memiliki hubungan yang lemah positif. Kandungan logam Pb dan Cu pada sedimen masih di bawah tingkat aman baku mutu menurut *Dutch Quality Standards for Metals in Sediments* (IADC/CEDA 1997) dan nilai standar ERL dan ERM. Dampak ekologi pada perairan berdasarkan perhitungan I_{geo} masih masuk kategori rendah yaitu *None to medium*. Perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan logam berat berdasarkan ukuran butiran sedimen dan pada organisme lain sebagai indikator pencemaran perairan oleh logam berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Ilmu Kelautan Faperika Universitas Riau beserta jajaran staff yang telah memberikan kemudahan dalam administrasi penelitian. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada rekan-rekan yang membantu dilapangan, dan semua pihak yang terlibat dalam membantu penyempurnaan penelitian penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, B., E. Afriyani, M.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* 2 (1): 1-8.

- 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.
- Donandar, D. 2008. Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut di Perairan Selat Dompok Tanjung Pinang Timur Kepulauan Riau. Skripsi Ilmu Kelautan Faperika Unri. Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Hutagalung, H.P. 1993. Pencemaran Logam Berat dan Analisa Logam Berat. Kerjasama antara UNESCO/UNDP, P₃OLUPI dan Universitas Riau, Puslit UNRI, Pekanbaru. 15 hal.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta. Ed II. 152 hal.
- Razak, A. 1991. Statistik Bidang Pendidikan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UniversitasnRiau. Pekanbaru.
- Rifardi. 2001. Tekstur Sedimen; Sampling dan Analisis. Unri Press. Pekanbaru. 101 halaman.
- Sudjana. 1992. Metoda Statistika. Tarsito. Bandung.
- Syafroni, A. 2011. Kandungan Logam Berat Cu dan Pb Serta Bahan Organik Pada Sedimen di Perairan Sekitar Bintan Industri Inti Estate Provinsi Kepulauan Riau. Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Yap, C. K, Ismail, A. Tan, S. G and Umar, H. 2002. *Concentration of Cu and Pb in the Offshore and Intertidal Sediments of the West Coast of Peninsular Malaysia*. *Environment International*. 20: 267-479.