

**EVALUASI TINGKAT PENCEMARAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN
SEKITAR AREA INDUSTRI GALANGAN KAPAL BATAM
PROVINSI RIAU**

Leo Kennedy

*Alumni Pascasarjana Ilmu lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau,
Pekanbaru, Jl. Pattimura No. 09, Gobah, 28131. Telp 0761-23742*

Bintal Amin

*Dosen Pascasarjana Ilmu lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau,
Pekanbaru, Jl. Pattimura No. 09, Gobah, 28131. Telp 0761-23742*

Sofia Anita

*Dosen Pascasarjana Ilmu lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau,
Pekanbaru, Jl. Pattimura No. 09, Gobah, 28131. Telp 0761-23742*

ABSTRACT

The research was conducted on December 2013. The aim is to analyze and compare the concentration of Pb, Cu, Cd and Zn in brine water, sediment and T. telescopium at several stations with different activities and determine the relationship between the concentration of heavy metals in brine water, sediment toward T. telescopium, determine the consumption feasibility of T. telescopium based on the value of PTWI (Provisional Tolerable Weekly intake) and determine the status of waters pollution by using pollution indices and standard quality guidelines. The method used was a survey method that conducted at 4 stations with 5 sampling points. The results showed that the concentration of Pb, Cu, Cd, and Zn in brine water and sediment toward the concentration of metals in T. telescopium have a positive relationship. The calculation results of the PTWI value concentration of heavy metals average in T. telescopium is still feasible for consumption while doesn't exceed the limits defined by FAO/WHO. Based on the status of pollution indices and standard quality guidelines in the waters around Batam shipyard industry is known polluted in the moderate level.

Keywords: Heavy Metal Pb, Cu, Cd dan Zn, Brine Water, Sediment, T. telescopium

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir merupakan suatu kawasan yang memiliki cukup banyak potensi sumberdaya yang bisa dimanfaatkan. Namun perkembangan daerah ini tidak selalu memberikan pengaruh positif terhadap lingkungan perairan. Apabila tidak direncanakan dengan baik, maka perkembangan tersebut akan menyebabkan gangguan pada lingkungan sehingga dapat menimbulkan penurunan kualitas perairan. Salah satu diantaranya adalah peningkatan buangan limbah yang membahayakan manusia dan biota yang ada di sekitar kawasan tersebut.

Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Dari keempat jenis limbah tersebut, limbah yang umumnya paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Hal ini disebabkan senyawa logam berat sering digunakan dalam industri, baik sebagai bahan baku, bahan tambahan maupun katalis. 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 dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi. Logam-logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan laut akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen (Dahuri, 2003).

Perkembangan sektor industri di Kepulauan Riau pada umumnya dan di perairan Batam khususnya semakin meningkat. Seiring dengan peningkatan tersebut, semakin banyak pula masalah pencemaran lingkungan yang terjadi. Batam merupakan sebuah kota dengan letak sangat strategis. Selain berada di jalur pelayaran internasional, kota ini memiliki jarak yang cukup dekat dengan Singapura dan Malaysia. Batam merupakan salah satu kota dengan pertumbuhan terpesat di Indonesia. Ketika dibangun pada tahun 1970-an awal kota ini hanya dihuni sekitar 6.000 penduduk dan dalam tempo 40 tahun penduduk Batam bertumbuh hingga 170 kali lipat (Wikipedia, 2011)

Selain itu, di sekitar Perairan Batam ini juga terdapat kegiatan-kegiatan perkapalan, pelabuhan, pelayaran, pemukiman penduduk, dan industri. Salah satu industri tersebut yang berada di pinggiran pantai dan bergerak dibidang pembuatan kapal yang kemungkinan besar menghasilkan buangan limbah, termasuk logam berat. Aktifitas tersebut adalah pengecatan kapal, pengelasan kapal, pemotongan rangka kapal serta transportasi pengiriman bahan baku pembuatan kapal.

Logam berat yang terdapat di perairan berbahaya baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan organisme dan kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut (Sutami hardja *dalam* Marganof, 2003).

Logam berat yang masuk ke perairan akan mengalami penumpukan pada organisme laut melalui rantai makanan. Untuk melihat pengaruh dari aktivitas manusia terhadap masuknya bahan pencemar (logam berat) yang ada di perairan dapat diketahui dengan melihat konsentrasi logam berat yang terakumulasi pada tubuh

mahluk hidup seperti pada kelompok gastropoda dan lain-lain. Salah satu jenis gastropoda yang ditemukan di perairan Batam adalah *Telescopium telescopium*. Organisme ini merupakan penghuni tetap kawasan mangrove sehingga memiliki potensi untuk dijadikan indikator pencemaran perairan termasuk perairan sekitar area industri galangan kapal Batam.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi dan distribusi logam berat Pb, Cu, Cd, Zn pada air laut, sedimen dan keong bakau (*T. telescopium*) dari tiga kawasan perairan pantai di sekitar kawasan industri galangan kapal (Tanjung ungang, Kabil, dan Sekupang) dan kawasan yang relatif jauh dari aktivitas industri (Nongsa). Menganalisis hubungan antara kandungan logam berat pada air laut, sedimen dan keong bakau (*T. telescopium*) sehingga diketahui faktor konsentrasi logam Pb, Cu, Cd dan Zn di perairan tersebut sekaligus mengetahui kontribusi aktivitas galangan kapal terhadap kandungan logam berat di perairan tersebut. Menganalisis status atau tingkat kontaminasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn di perairan sekitar industri galangan kapal melalui perhitungan dengan mengacu pada beberapa indeks pencemaran seperti *Pollution Load Index* (PLI), *Metal Pollution Index* (MPI), *Index of Geoaccumulation* (Igeo) dan standar quality guidelines seperti Enrichment Factor (EF), Effective Range Low (ERL) dan Effective Range Medium (ERM). Menganalisis kandungan logam berat pada keong bakau (*T. telescopium*) yang dikonsumsi sebagai makanan laut (*seafood*) yang terdapat di perairan tersebut dan menentukan jumlah aman pangan berdasarkan perhitungan *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) sehingga akan dapat diketahui apakah seafood dari perairan tersebut layak dan aman bagi kesehatan serta dapat menghindarkan masyarakat yang mengkonsumsinya dari bahaya toksisitas logam berat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2013. Sampel air laut, sedimen dan *T. telescopium* diambil dari perairan sekitar industri galangan kapal Batam Provinsi Kepulauan Riau. Proses destruksi sampel untuk logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Pangan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau sedangkan untuk analisis konsentrasi logam berat dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) Merk Shimadzu Seri AA-7000 dilakukan di Laboratorium Pusat Pengelolaan Ekoregion Sumatera Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

Lokasi penelitian (pengambilan sampel) dilaksanakan di perairan sekitar industri galangan kapal. Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan cara *purposive sampling* atau dengan memperhatikan pertimbangan kondisi dan keadaan daerah penelitian, terutama berkaitan dengan aktivitas antropogenik di sekitarnya

Alat yang digunakan dalam analisis kandungan logam berat adalah AAS Merk Shimadzu Seri AA-7000. Alat ini dilengkapi dengan lampu katoda sebagai sumber energi. Lampu ini dilapisi logam berat dari unsur-unsur yang akan dianalisis. Campuran udara yang dipakai adalah asetilen sebagai sumber energi, sedangkan panjang gelombang yang digunakan Pb (283,3 Hz), Cu (324,7 Hz), Cd (480,0 Hz) dan Zn (213,8 Hz). Hasil yang didapat dari AAS berupa nilai absorbansi yang kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai kandungan logam berat yang sesungguhnya dari sampel.

Analisis statistik (Anova) juga dilakukan dengan bantuan Software Microsoft dan *Statistical Package For Social Science* (SPSS) versi 17.0 untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn dalam air laut, sedimen dan *T. Telescopium* dari masing-masing stasiun. Data konsentrasi logam berat pada air laut dan sedimen dikorelasikan dengan konsentrasi logam berat pada *T. Telescopium* sehingga diketahui apakah terdapat hubungan antara konsentrasi logam berat pada air laut dan sedimen dengan *T. telescopium* di perairan sekitar industri galangan kapal Batam Kepulauan Riau. Kemudian data data konsentrasi bahan organik akan dikorelasikan dengan data konsentrasi logam berat pada sedimen agar diketahui hubungan bahan organik dengan konsentrasi logam berat pada sedimen, serta melihat beda konsentrasi logam berat pada wilayah industri dengan wilayah non industry dengan menggunakan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kualitas Perairan

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan dari Stasiun 1 sampai Stasiun 4 diperoleh suhu berkisar antara 29-31°C dengan rata-rata 30,25°C; pH 6-8 dengan rata-rata 6,75; salinitas 28- 0% dengan rata-rata 29%; kecerahan 1,20–1,40 m dengan rata-rata 1,30 m dan kecepatan arus 0,08–0,09 m/detik dengan rata-rata 0,085 m/detik.

Konsentrasi Logam Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Air Laut

Konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada air laut di masing-masing Stasiun di Perairan Sekitar Area Industri Galangan Kapal Batam dan rata-rata pada masing-masing Stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi (rata-rata ± Std. Deviasi) Logam Pb, Cu, Cd dan Zn pada Air Laut

Stasiun	Konsentrasi Logam Berat (mg/L)			
	Pb	Cu	Cd	Zn
1	0,85 ± 0,08	0,79 ± 0,05	0,85 ± 0,05	0,72 ± 0,05
2	1,54 ± 0,03	1,82 ± 0,16	1,84 ± 0,41	2,37 ± 0,47
3	0,33 ± 0,04	0,52 ± 0,03	0,51 ± 0,04	0,42 ± 0,06
4	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,03	0,21 ± 0,03

Konsentrasi logam Pb tertinggi pada air laut terdapat pada Stasiun 2 (1,54 mg/L) dan terendah pada Stasiun 4 (0,05 mg/L). Konsentrasi logam Cu tertinggi pada air laut terdapat pada Stasiun 2 (1,82mg/L) dan terendah pada Stasiun 4 (0,03 mg/L). Konsentrasi logam Cd tertinggi pada air laut terdapat pada Stasiun 2 (1,84 mg/L) dan terendah pada Stasiun 4 (0,06 mg/L), sedangkan konsentrasi logam Zn tertinggi pada air laut terdapat pada Stasiun 2 (2,37 mg/L) dan terendah pada Stasiun 4 (0,21 mg/L).

Tabel 2. Hasil Uji LSD Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Air Laut Antar Stasiun Penelitian

Logam	Stasiun	1	2	3	4
Pb	1	-			
	2	0,000**	-		
	3	0,000**	0,000**	-	
	4	0,000**	0,000**	0,000**	-
Cu	1	-			
	2	0,000**	-		
	3	0,000**	0,000**	-	
	4	0,000**	0,000**	0,000**	-
Cd	1	-			
	2	0,000**	-		
	3	0,023*	0,000**	-	
	4	0,000**	0,000**	0,005**	
Zn	1	-			
	2	0,000**	-		
	3	0,065 ^{ns}	0,000**	-	
	4	0,004**	0,000**	0,185 ^{ns}	-

Keterangan : ns = tidak signifikan

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

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

Berdasarkan Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov) pada Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn memiliki data yang normal karena memiliki Sig. > 0,05 sehingga uji statistik yang digunakan adalah uji Anova untuk mengetahui perbandingan antar Stasiun. Hasil uji Anova menunjukkan nilai $p < 0,05$ maka dilanjutkan dengan uji LSD .

Dari hasil uji tersebut untuk logam Pb dan Cu terdapat perbedaan yang nyata antara Stasiun 1 terhadap Stasiun 2, Stasiun 3 dan Stasiun 4 dengan nilai $p < 0,05$. Sementara itu, logam Cd terdapat perbedaan yang nyata antara Stasiun 1 terhadap Stasiun 2 dan Stasiun 4, atau Stasiun 2 dengan Stasiun 3 dan Stasiun 4 dengan nilai $p < 0,05$ dan pada Stasiun 3 terhadap Stasiun 4 terdapat perbedaan nyata dengan nilai $p < 0,05$. Untuk logam Zn terdapat perbedaan yang nyata antara Stasiun 4 terhadap Stasiun 2 dengan nilai $p < 0,05$.

Perbandingan Dengan Beberapa Penelitian Logam Berat Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Air Laut Di Perairan Lain

Perbandingan konsentrasi logam berat pada air laut di perairan sekitar area industri galangan kapal Batam dapat dilihat pada Tabel 3. Dimana konsentrasi pada logam Pb lebih rendah dibandingkan logam lainnya pada perairan industri galangan kapal Batam, begitu juga jika dibandingkan dengan penelitian di daerah lainnya seperti yang dilaporkan oleh Amin *et al.* (2009), Kennedy (2011) dan Cuong *et al.* (2005) memiliki konsentrasi logam yang lebih tinggi. Hal ini juga dilaporkan oleh Hatje *et al.* (2001), Ahmad (1996) serta Kwon and Lee (2001) dimana meningkatnya salinitas cenderung meningkatkan konsentrasi logam berat di perairan.

Tabel 3. Perbandingan Logam Pb, Cu, Cd Dan Zn (Mg/L) Pada Air Laut Dengan Hasil Penelitian Di Perairan Lain.

Lokasi Penelitian	Pb	Cu	Cd	Zn	Referensi
Kemaman coast Malaysia	0,006-0,980	0,16-0,76	0,01-0,06	7,30-29,00	Ahmad, 1996
Gulf of Suez	0,56-3,17	1,15-4,78	0,04-0,27	6,79-25,19	Hatje <i>et al.</i> , 2001
Masan Bay, Korea	0,64	0,91	0,08	2,17	Kwon and Lee, 2001
Singapore coastal waters	0,006-0,980	0,170-0,640	0,01-0,25	2,37-3,65	Cuong <i>et al.</i> , 2005
Perairan Dumai, Indonesia	9,5-470	5-946	0,1-6,8	52-1369	Aminet <i>et al.</i> , 2009
Perairan PT. Marcopolo Batam, Indonesia	0,653-4,342	0,159-0,452	-	3,061-3,453	Kennedy, 2011
Perairan Industri Galangan Kapal Batam, Indonesia	0,05-1,54	0,03-1,82	0,06-1,84	0,21-2,37	Kennedy*

Konsentrasi Logam Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Sedimen

Konsentrasi logam Pb tertinggi pada sedimen terdapat pada Stasiun 2 (90,64 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (14,53 μ g/g). Konsentrasi logam Cu tertinggi pada Sedimen terdapat pada Stasiun 2 (181,94 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (38,04 μ g/g). Konsentrasi logam Cd tertinggi pada Sedimen terdapat pada Stasiun 2 (8,01 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (0,79 μ g/g), sedangkan konsentrasi logam Zn tertinggi pada Sedimen terdapat pada Stasiun 2 (165,58 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (86,88 μ g/g).

Berdasarkan Uji Normalitas (*Kolmogorov-Smirnov*) menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn memiliki data yang normal karena memiliki nilai ($p > 0,05$) sehingga uji statistik yang digunakan adalah uji Anova untuk mengetahui perbandingan antar Stasiun. Hasil uji Anova menunjukkan nilai ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji LSD untuk melihat perbandingan antar Stasiun.

Dari hasil uji LSD untuk logam Pb dan Cd terdapat perbedaan sangat nyata antara Stasiun1, Stasiun 2, Stasiun 3terhadap Stasiun4 dengan nilai $p < 0,05$. Sementara

itu, logam Cu terdapat perbedaan yang nyata antara Stasiun2 terhadap Stasiun4 dengan nilai $p < 0,05$. Sedangkan untuk logam Zn pada Stasiun1 dan Stasiun 2 terhadap Stasiun4 terdapat perbedaan signifikan dengan nilai ($p < 0,05$).

Perbandingan Dengan Beberapa Penelitian Logam Berat Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Sedimen Di Perairan Lain

Konsentrasi logam Cd pada penelitian ini masih berada dalam kisaran konsentrasi logam Cd di daerah lain, namun lebih tinggi dibandingkan dengan di Tg. Piai Malaysia (Yap *et al.*, 2006), perairan di pulau Kranji dan Pulau Tekong Singapura (Cuong dan Obbard, 2006). Begitu juga dengan konsentrasi logam Pb, Cu serta Zn pada penelitian ini jauh lebih tinggi dibandingkan penelitian lainnya seperti yang dilaporkan pada daerah kawasan mangrove Singapura (Cuong *et al.*, 2005), Teluk Jiaozhou, China (Li *et al.*, 2006), pelabuhan Kaoshiung, Taiwan (Chen., 2007) serta penelitian yang dilakukan oleh Amin, 2009 dimana daerah tersebut merupakan kawasan industri di Dumai. Hal ini di sebabkan oleh padatnya aktifitas industri baik yang bergerak dibidang galangan kapal maupun transportasi.

Konsentrasi Logam Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada *T. telescopium*

konsentrasi logam Pb tertinggi pada *T. telescopium* terdapat pada Stasiun 2 (39,14 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (4,65 μ g/g). Konsentrasi logam Cu tertinggi pada *T. telescopium* terdapat pada Stasiun 2 (99,49 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (33,85 μ g/g). Konsentrasi logam Cd tertinggi pada *T. telescopium* terdapat pada Stasiun 2 (3,16 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (1,39 μ g/g), sedangkan konsentrasi logam Zn tertinggi pada *T. telescopium* terdapat pada Stasiun 2 (165,19 μ g/g) dan terendah pada Stasiun 4 (74,95 μ g/g).

Berdasarkan Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov) menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn memiliki data yang normal karena memiliki Sig. $> 0,05$ sehingga uji statistik yang digunakan adalah uji Anova untuk mengetahui perbandingan antar Stasiun. Hasil uji Anova menunjukkan nilai $p < 0,05$ maka dilanjutkan dengan uji LSD untuk melihat perbandingan antar Stasiun.

Dari hasil uji tersebut untuk logam Pb dan logam Zn terdapat perbedaan sangat nyata antara Stasiun 1 terhadap Stasiun 2, Stasiun 3 dan Stasiun4 dengan nilai $p < 0,05$. Sementara itu, logam Cu terdapat perbedaan sangat nyata antara Stasiun2 terhadap Stasiun4 dengan nilai $p < 0,05$. Untuk logam Cd pada Stasiun2 terhadap Stasiun4 juga terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Sedangkan pada logam Zn antara Stasiun 1, Stasiun 2, Stasiun 3 terhadap Stasiun 4 terdapat yang nyata dengan nilai $p < 0,05$.

Perbandingan Dengan Beberapa Penelitian Logam Berat Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Biota Lain

Konsentrasi logam berat Cd pada *T. telescopium* lebih rendah, sedangkan konsentrasi logam berat Pb, Cu dan Zn pada *T. telescopium* lebih tinggi pada penelitian ini. Jika dibandingkan dengan konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada gastropoda penelitian lainnya.

Hubungan Konsentrasi Logam Berat Pada Air Laut Dengan *T. telescopium*

Hasil analisis regresi linier sederhana untuk konsentrasi logam Pb pada air laut dengan konsentrasi logam Pb pada *T. telescopium*. Koefisien determinasi $R^2 = 0,969$ dan koefisien korelasi $r = 0,98$ menunjukkan hubungan yang kuat.

Berdasarkan uji regresi linier pada konsentrasi logam Cu pada air laut dengan konsentrasi logam Cu pada *T. Telescopium*. Menunjukkan koefisien determinasi $R^2 = 0,681$ dan koefisien korelasi $r = 0,82$ menunjukkan hubungan yang positif.

Sedangkan jika dilihat dari hasil uji regresi untuk konsentrasi logam Cd pada air laut dengan konsentrasi logam Cd pada *T. telescopium*. Koefisien determinasi $R^2 = 0,465$ dan koefisien korelasi $r = 0,68$ menunjukkan hubungan yang negatif. Sesuai dengan pendapat Sudjana (1992) yang menyatakan apabila nilai koefisien korelasi (r) memiliki nilai antara 0,2 - 0,7 maka terdapat hubungan keeratan yang sedang.

Sementara itu hasil analisis regresi linier sederhana untuk konsentrasi logam Zn pada air laut dengan konsentrasi logam Zn pada *T. telescopium*. Koefisien determinasi $R^2 = 0,792$ dan koefisien korelasi $r = 0,89$ menunjukkan hubungan yang positif.

Uji regresi linier antara konsentrasi logam berat pada sedimen terhadap *T. telescopium* memiliki tingkat kepercayaan sebesar 90 % yang menunjukkan koefisien determinasi $R^2 = 0,815$ dan koefisien korelasi $r = 0,90$ menunjukkan hubungan yang positif. koefisien determinasi $R^2 = 0,625$ dan koefisien korelasi $r = 0,79$ menunjukkan hubungan yang positif.

Sedangkan hasil regresi linier untuk konsentrasi logam Cd pada sedimen dengan konsentrasi logam Cd pada *T. telescopium* menunjukkan koefisien determinasi $R^2 = 0,581$ dan koefisien korelasi $r = 0,76$ menunjukkan hubungan yang positif antara konsentrasi logam Cd sedimen terhadap logam Cd *T. telescopium*.

Sementara itu hasil analisis regresi linier sederhana untuk konsentrasi logam Zn pada sedimen dengan konsentrasi logam Zn pada *T. telescopium* menunjukkan koefisien determinasi $R^2 = 0,773$ dan koefisien korelasi $r = 0,88$ menunjukkan hubungan yang lemah antara konsentrasi logam Zn sedimen terhadap logam Zn *T. telescopium*.

Hubungan Konsentrasi Logam Berat Pada Sedimen Dengan *T. telescopium*

Berdasarkan hasil uji statistik hubungan antara kandungan logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada sedimen dengan kandungan logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada *T. telescopium* menunjukkan hubungan yang positif karena nilai probabilitasnya > 0,05 berarti H_0 diterima. Hal ini memperlihatkan bahwa hubungan yang bertanda positif menunjukkan arah perubahan yang sama yaitu jika kandungan logam Pb, Cu dan Zn dalam *T. telescopium* meningkat maka kandungan logam Pb, Cu dan Zn dalam sedimen juga akan naik.

Evaluasi Tingkat Pencemaran Logam Berat

Effective range low (ERL) dan Effective range medium (ERM)

Perbandingan konsentrasi logam Pb, Cu, Cd dan Zn yang didapat selama penelitian dengan standar nilai ERL (*Effect Range Low*) dan ERM (*Effect Range Median*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Konsentrasi Logam Berat ($\mu\text{g/g}$) Pada Sedimen Dengan Nilai Standar ERL Dan ERM.

Logam Berat	Konsentrasi ($\mu\text{g/g}$)		
	Penelitian ini	ERL*	ERM*
Pb	58,80	46,7	59,73
Cu	88,88	34,0	270,0
Cd	3,51	1,2	9,6
Zn	155,30	150	4,1

* Long et al (1995)

Pada Tabel 4. kandungan logam Pb, Cu, Cd dan Zn jauh melewati ambang batas nilai ERL maupun ERM yang berarti bahwa logam Pb, Cu, Cd dan Zn di perairan sekitar area industri galangan kapal Batam telah memberikan dampak negatif terhadap organisme yang habitatnya didasar perairan (sedimen).

Metal Pollution Index (MPI) Di Perairan Sekitar Galangan Kapal Batam

Nilai MPI pada Stasiun 1 sebesar 24,680; Stasiun 2 sebesar 37,752; Stasiun 3 sebesar 20,258; dan Stasiun 4 sebesar 11,330 sehingga nilai MPI keseluruhan perairan sekitar area industri galangan kapal Batam sebesar 94,02.

Pollution Load Index (PLI) Di Perairan Sekitar Galangan Kapal Batam

Hasil perhitungan nilai Index of Geoaccumulation pada sedimen menunjukkan bahwa logam untuk Pb, Cu dan Zn pada seluruh Stasiun (100%) termasuk kedalam kelas 1 (belum tercemar), sedangkan untuk logam Cd sebagian besar (90%) Stasiun juga masuk kedalam kelas 1, hanya 10% yang masuk kedalam kelas 2 (tercemar ringan) yaitu pada Stasiun Kabil dan Tanjung Uncang. Secara keseluruhan, dapat dikatakan tercemar jika melihat nilai indeksinya, terutama pada wilayah industri yaitu Stasiun Kabil, Tanjung Uncang dan Sekupang.

Kelayakan Konsumsi (*T. telescopium*) Menggunakan Perhitungan *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI)

T. telescopium dari perairan sekitar area industri galangan kapal Batam masih aman dan layak untuk dikonsumsi selama tidak melampaui batas yang telah ditetapkan. Didukung dengan batas maksimum konsentrasi logam berat yang dapat dikonsumsi oleh manusia yang ditetapkan oleh FAO tahun 1983 dan Departemen Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 03725/B/SK/1989, standar untuk logam berat pada biota yaitu logam Pb 2 µg/g, Cu 20 µg/g, Cd 2 µg/g dan logam Zn 100 µg/g.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada air laut, sedimendan *T. telescopium* (siput bakau) di stasiun Kabil, Tanjung uncang dan Sekupang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun nongsa yaitu wilayah non industri. Rata-rata konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada Air laut, Sedimen dan *T. Telescopium* cukup tinggi di Perairan sekitar industry galangan kapal Batam. Konsentrasi logam berat tertinggi terdapat pada stasiun 2. Rata-rata konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn di setiap stasiun antara air laut terhadap *T. telescopium* dan sedimen terhadap *T. telescopium* terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai ($P > 0,05$). Status pencemaran MPI (*Metal Pollution Index*) diperoleh nilai MPI tertinggi pada stasiun 2 yang merupakan wilayah industri galangan kapal Tanjung uncang dengan nilai 37,752.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, mengarahkan dan memberikan petunjuk yang sangat berguna bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cuong D.T., S. Bayen, O. Wurl, K. Subramanian, K.K.S. Wong, , N. Sivasothi, dan J.P. Obbard., 2005. Heavy metal contamination in mangrove habitats of Singapore. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1713-1744.
- _____. 2006. Metal speciation in coastal marine sediments from Singapore using a modified BCR-sequential extraction procedure. *Applied Geochemistry* 21: 1335-1346.
- Dahuri, R. 2003. *Keaneka Ragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 412 hal.

- Hatje, V., G.F. Birch dan D.M. Hill, 2001. Spatial and temporal variability of particulate trace metals in Port Jackson Estuary. Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 53: 63-77.
- Kennedy, L. 2011. Analisis konsentrasi logam berat Pb, Cu dan Zn pada Air laut dan T. telescopium di Perairan sekitar PT. Marcopolo Batam, Provinsi Kepulauan Riau. Skripsi Ilmu Kelautan Faperika, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Li, Y., Z. Yu, X. Song dan Q. Mu., 2006. Trace metal concentrations in suspended particles, sediments and clams (*Ruditapes philippinarum*) from Jiangzhou Bay of China. *Environmental Monitoring and Assessment* 121: 491-501.
- Marganof. 2003. Analisis Kadar Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn pada Air Laut, Sedimen dan Lokan (*geloina coaxans*) di Perairan Pesisir Dumai, Provinsi Riau. <http://images.cientherell4.multiply.com/journal/versi/20>. Diakses tanggal 21 oktober 2013
- Yap, C.K., M.S.Choh, F.B. Edward, A. Ismail dan S.D. Tan., 2006. Comparison of heavy metal concentrations in surface sediment of Tanjung Piai wetland with other sites receiving anthropogenic inputs along the southwestern coast of Peninsular Malaysia. *Food Chemistry* 84: 569-575.