

TELAAHAN LOGAM BERAT Pb DAN Cd PADA SEDIMEN DI PERAIRAN BARAT LAUT DUMAI – RIAU

Heavy Metals Pollution Status Pb and Cd in Sediments in Dumai Sea western waters – Riau Province

Syahminan^a, Etty Riani^b, Syaiful Anwar^c, Rifardi^d

^a Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 — syahminan_psl@yahoo.co.id

^b Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^c Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^d Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Riau, Kampus UNRI Gobah, Pekanbaru 28131

Abstract. This research was conducted in Dumai sea western waters, Riau Province. Dumai marine waters are part of the territorial waters of Riau that relate directly to the Strait of Malacca, and are at Rupat Strait region, and has a high accessibility of the region, both locally and internationally. Dumai waters is also an estuary waters affected by the activities of the land, and the waters that receive input from various types of waste from various activities in Dumai city and surrounding areas. The research was aimed to knowing the general condition of the Dumai sea western waters, analyzing the content of Pb and Cd in sediments, observing the correlation between organic matter and heavy metal of Pb and Cd, and find out the status of pollution Dumai Sea Western Waters by comparing the results of the analysis with some quality standard countries. The method used is a survey method. Based on the Decree of The Minister of Environment No. 51 of 2004, that the general condition of the Dumai sea western waters still can support the life activities of marine organisms in the waters. The results showed that the concentrations of Pb and Cd in sediments of Dumai is below the threshold value. The results of simple linear regression analysis of heavy metals Pb and Cd with organic matter content showed that the concentration of heavy metals Pb and Cd is not influenced by organic matter content or have a very weak correlation with linear regression equation consecutive $y = 0,0834x + 7,7866$ and $y = -0,001x + 0,0559$. The status of pollution of Dumai sea western waters for Pb 8,76 µg/g and Cd 0,04 µg/g still under quality standards

Keywords: Dumai Sea Western Waters, Sediments, Heavy Metal Pb and Cd

(Diterima: 03-06-2015; Disetujui: 10-08-2015)

1. Pendahuluan

Perairan Barat Laut Dumai merupakan bagian dari wilayah perairan Laut Riau yang berhubungan langsung dengan Selat Malaka, dan berada pada kawasan Selat Rupat, serta memiliki aksesibilitas daerah yang tinggi, baik lokal maupun internasional. Perairan Barat Dumai juga merupakan perairan estuari (ditandai dengan adanya Sungai Masjid dan Sungai Dumai) yang dipengaruhi oleh aktivitas dari daratan, serta perairan yang menerima masukan dari berbagai jenis limbah yang berasal dari berbagai kegiatan di Kota Dumai dan sekitarnya.

Pesatnya perkembangan, perluasan wilayah dan pertumbuhan industri di perairan Barat Laut Dumai mengakibatkan bertambahnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri, domestik, pemukiman penduduk, perhubungan, pelabuhan, pelayaran lokal maupun internasional. Happy *et al.* (2012) menyebutkan bahwa perkembangan suatu daerah akan berdampak pada lingkungan sekitarnya. Apabila tidak direncanakan dengan baik, maka akibatnya akan terjadi penurunan kualitas perairan akibat dari peningkatan buangan limbah yang membahayakan bagi

manusia dan biota di perairan. Salah satu jenis limbah yang ke lingkungan tersebut adalah limbah yang mengandung logam berat (Riani 2012; Riani *et al.* 2014 dan Riani 2015).

Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai macam jenis industri, pertambangan, rumah tangga dan limbah pertanian. Safitri *et al.* (2009) mengatakan bahwa kandungan logam berat diduga berasal industri baja, percetakan dan tinta cetak, logam dan kawat, plastik PVC plastik, cat, minyak, baterai kering dan aki, serta gelas keramik dan ubin. Namun industri pada umumnya banyak menggunakan bahan yang mengandung logam berat. Hal ini disebabkan senyawa logam berat sering digunakan sebagai bahan baku, bahan tambahan maupun katalis (Riani 2012). Peningkatan kadar logam berat di perairan laut akan mengakibatkan logam berat menjadi racun bagi organisme laut, begitu pula halnya dengan logam esensial (Agustina 2010 dan Riani 2012). Logam berat juga akan terakumulasi pada tumbuhan (Mulyani *et al.* 2012) serta biota (Arifin 2011; Ali dan Bream 2010; Riani 2012; Riani *et al.* 2014 dan Riani 2015) melalui biomagnifikasi dan proses absorpsi (Hodgson *dalam* Riani 2012) dan terakumulasi pada sedimen

(Gomez-Paraa *et al.* 2000; Rifadi 2008a) melalui proses gravitasi.

Rifardi (2010) mengatakan bahwa bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan dapat dikelompokkan menjadi bahan pencemar organik dan non organik. Secara umum sifat bahan pencemar organik larut dalam air, bersifat labil dan selalu mengalami pengenceran (dilusi) serta bereaksi dengan air laut sehingga sulit mendeteksi sumber pencemar jika terjadi pencemaran di laut luas. sebaliknya bahan pencemar non organik umumnya tidak larut dalam air. Oleh sebab itu bahan pencemar tersebut selalu berada dalam kolom air dan dasar perairan. Bahan pencemar yang mengendap ke dasar perairan, mempunyai kemampuan daya penyerapan terhadap sedimen, dan kemampuan tersebut tergantung pada ukuran butir sedimen. Semakin halus butiran sedimen dasar perairan, semakin kuat daya absorpsinya dan sebaliknya. Namun demikian, Indonesia hingga saat ini belum memiliki baku mutu sedimen. Selain itu penelitian tentang logam Pb, dan Cd pada sedimen di perairan Barat Dumai juga informasinya masih sangat minim.

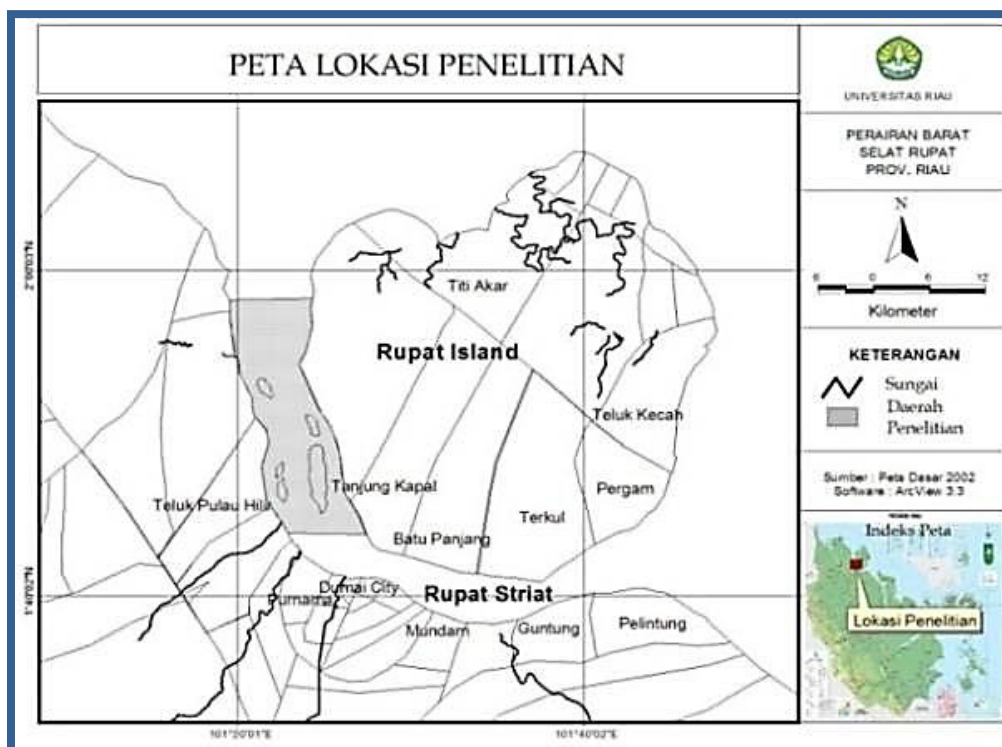
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi umum perairan Barat Laut Dumai, menganalisis konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada lapisan sedimen secara vertikal dan horizontal di 9 titik sampling penelitian, mengamati hubungan antara kandungan logam berat Pb dan Cd dengan bahan organik di dasar perairan, dan Menentukan status

pencemaran pada sedimen di perairan Barat Laut Dumai. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang seberapa besar tingkat konsentrasi kandungan logam Pb dan Cd pada sedimen vertikal dan horizontal di Perairan Barat Dumai Provinsi Riau yang dikorelasikan dengan bahan organik. Sehingga hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tentang status pencemaran logam berat di daerah tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2014. Pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air dilakukan di perairan Barat Laut Dumai (Gambar 1). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru serta Laboratorium Kimia Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).



Gambar 1. Lokasi penelitian perairan Barat Laut Dumai

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari larutan standar Pb dan Cd, asam nitrat (HNO_3)

pekat, hydrogen peroksida 3% sebagai larutan dispersan yang berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel sedimen yang lengket.

2.3. Peralatan

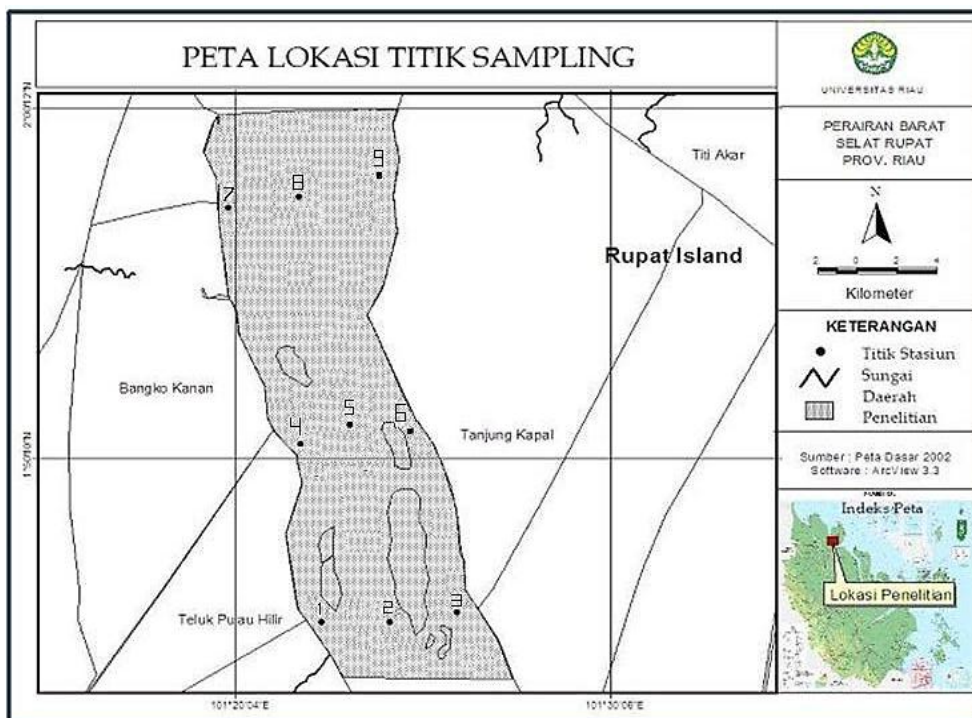
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *gravity core*, *Hand GPS*, timbangan analitik, saringan bertingkat, gelas ukur, tabung reaksi, gelas beaker, oven, alat pemanas (*hotplate*), pipet, pengaduk dan *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*. Selain itu digunakan juga peralatan untuk mengukur kualitas perairan seperti *sechidisk*, pH indikator, *Stopwatch*, termometer, *handrefraktometer*, dan *current drogue*.

2.4. Cara Kerja

a. Penentuan Titik Sampling

Penelitian dibagi menjadi sembilan titik sampling menggunakan metode *purposive sampling* yang dianggap dapat mewakili daerah penelitian dengan pola sistematis garis tegak lurus menghadap pulau rupert (Gambar 2). Pengelompokan titik sampling terdiri dari tiga bagian yaitu pinggir sebelah kota Dumai, tengah dan tepi sebelah pulau rupert, dengan pola pengelompokan titik sampling yang terdiri dari 500-700 meter di tiap titik sampling. Titik sampling 1 (N 01 44 22,1 E 101 22 43,8) dengan jarak 100 meter dari

bibir pantai, dimana terdapat pengaruh dari muara sungai mesjid, dan dijadikan sebagai titik awal penelitian. Pada pola garis I (pemukiman dan muara sungai) merupakan titik sampling yang berjarak 500 meter dari titik sampling 1 ke titik sampling 2 (N 01 47 42,1 E 101 21 22,3), dan 500 meter ke titik sampling 3 (N 01 49 55,0 E 101 21 49,4). Begitu juga halnya pada pola garis II (perindustrian), yaitu titik sampling 4 (N 01 44 43,7, E 101 23 09,6) berjarak 500 meter ke titik sampling 5 (N 01 47 46,2, E 101 22 17,6) dan 500 meter ke titik sampling 6 (N 01 52 06,0 E 101 22 16,4). Serta pola garis III (alur pelayaran internasional/) yaitu titik sampling 7 (N 01 45 14,9, E 101 23 43,3) ke titik sampling 8 (N 01 47 11,4 E 101 22 52,7), dan 500 meter ke titik sampling 9 (selat malaka) (N 01 49 26,6 E 101 25 10,3). Penetapan jarak dan titik sampling berdasarkan pada perbedaan karakteristik oseanografis perairan, kegiatan perindustrian kawasan daratan dan pesisir, pengaruh muara sungai dan konsentrasi penduduk disekitar perairan Barat Kota Dumai Posisi titik sampling ditentukan dengan menggunakan *Geographic positioning System (GPS) Map 76*. Penentuan lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi titik sampling di perairan Barat Laut Dumai

b. Pengambilan dan Penanganan Sampel

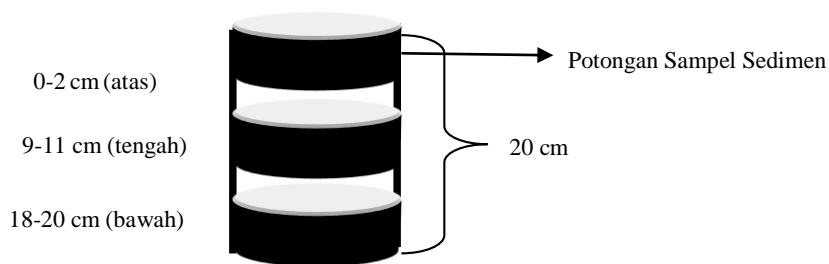
Pengambilan sampel sedimen dilakukan satu kali pada masing-masing titik sampling dengan menggunakan *gravity core* kemudian sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik dan ikat lalu diberi label selanjutnya dimasukkan ke dalam *ice box*, sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Sampel yang dianalisis adalah sampel sedimen sedalam 20 cm (Gambar 3) yang dibagi

menjadi 3 lapisan (atas, tengah dan bawah). Pemotongan sampel dimulai dari permukaan yaitu sampel pada ketebalan 0-2 cm, 9-11 cm dan 18-20 cm (Rifardi *et al.* 2012).

c. Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Parameter lingkungan perairan yang diukur meliputi suhu, pH, salinitas, kedalaman, kecerahan dan kecepatan arus. Pengukuran dilakukan sebanyak satu kali pada setiap stasiun penelitian. Tujuannya adalah untuk

menggambarkan kondisi perairan pada saat penelitian dilaksanakan



Gambar 3. Potongan sampel sedimen yang dianalisis

d. Analisis Kandungan Bahan Organik

Pengukuran kandungan bahan organik dilakukan dengan mengikuti prosedur Tech (1986) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Cawan penguap kosong dibakar dalam *furnace* pada suhu 550°C dan didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang.
2. Sampel sedimen yang telah diaduk rata dimasukkan ke dalam cawan sebanyak kira-kira 50 gram. Lalu dipanaskan ke dalam oven dalam suhu 105°C (sampai benar-benar kering). Kemudian didinginkan di dalam *desikator* dan ditimbang (dilakukan berulang kali sampai tercapai berat konstan).
3. Kemudian sampel di dalam cawan dibakar pada *furnace* (tanur) pada suhu 550°C dan selanjutnya didinginkan dalam *desikator* dan ditimbang. Perhitungan kandungan bahan organik dilakukan dengan rumus :

$$\text{Persentase Zat Organik} = \frac{(A - C)}{A - B} \times 100\%$$

keterangan:

- A = berat cawan dan sampel setelah pengeringan (gram)
- B = berat cawan (gram)
- C = berat cawan dan sampel setelah pembakaran (gram)

e. Analisis Logam Berat pada Sedimen

Analisis logam berat pada sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Institut Pertanian Bogor. Metode yang digunakan pada analisis tersebut adalah metode spektrofotometri berdasarkan prosedur SNI 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI 06-6992.5-2004 untuk Cd dengan menggunakan alat pengukuran *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), dimana lampu katoda sebagai sumber radiasi. Analisis kandungan logam berat Cd dan Pb menggunakan campuran udara dan asetilen sebagai sumber energi, panjang gelombang untuk Pb (283,3 nm) dan untuk Cd (228,8 nm). Hasil yang didapat dari AAS berupa nilai absorbansi yang kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai kandungan logam berat yang sesungguhnya dari sampel.

Perhitungan kandungan logam berat Pb dan Cd pada sampel sedimen menurut Yap *et al.* (2002) dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{AxV}{G}$$

keterangan:

- C = Konsentrasi yang sebenarnya dari sampel (µg/g)
- A = Nilai absorbansi AAS (µg/mL)
- V = Volume sampel (mL)
- G = Berat sampel (gram)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Umum Daerah Penelitian

Perairan Barat Laut Dumai secara geografis berada pada 10 41' 37"- 10 43' 19" LU dan 1010 24' 15" - 1010 27' 8" BT. Lokasi penelitian ini berbatasan dengan wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Selat Malaka
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Selat Rupat bagian timur
- Sebelah Barat berbatasan dengan Pulau Sumatera
- Sebelah Timur berbatasan dengan Pulau Rupat

Salah satu kegiatan perekonomian yang penting di Kota Dumai berasal dari sektor industri, hal ini dibuktikan dengan adanya beberapa kegiatan industri di kawasan pantai yang kemungkinan besar mempunyai sumbangan buangan limbah ke perairan di daerah penelitian, antara lain industri pengolahan minyak mentah, industri penimbunan dan pemuatan minyak ke *tanker*. Selain itu terdapat pula aktifitas pelabuhan nusantara dan lokal serta kegiatan industri pengolahan minyak sawit.

Aktifitas pengolahan minyak mentah jenis Sumatran Light Crude (SLC) yang dihasilkan dari ladang minyak Minas dan Duri dengan hasil akhir beberapa jenis BBM seperti *Liquide Petroleum Gas* (LPG), *Avtur*, *Naptha*, *Kerosene* (Minyak Tanah), *Automotive Diesel Oil* (ADO)/ *Solar*, bensin premium dan komponen migas lainnya. Untuk menunjang kegiatan bongkar muat bahan baku dan produk kilang telah dibangun fasilitas dermaga sebanyak 6 (enam) buah. Limbah cair yang dikeluarkan dari kegiatan kilang minyak ini adalah air bertemperatur tinggi yang bersumber dari sistem pendingin mesin-mesin, air bekas proses kilang yang mengandung hidrokarbon, termasuk pula ammonia, sulfida, fenol dan senyawa organik seperti merkaptan serta asam-asam organik termasuk pula bahan-bahan kimia yang digunakan untuk memperbaiki kualitas atau

sebagai *additive*. Kegiatan bongkar muat di dermaga kilang minyak di Dumai yang juga berpotensi untuk menimbulkan penurunan kualitas perairan adalah limbah cair (air ballast) dari kapal tanker ataupun ceceran minyak pada saat pengisian di kapal (Syahminan *et al.* 2011).

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan yang dilakukan pada saat pengambilan sampel dari titik sampling 1 sampai dengan titik sampling 9 diperoleh data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas air di Perairan Laut Duami bagian Barat

No	Parameter	Unit	*NAB	Titik Sampling									Rata-rata
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Suhu	°c	Mangrove 28-32	33	31	32	29	32	32	32	28	28	30
2	Kecerahan	m	-	0,3	0,6	0,9	0,9	0,6	0,2	0,5	0,9	0,4	0,6
3	Kecepatan arus	m/s	-	0,11	0,14	0,14	0,8	0,11	0,11	0,14	0,12	0,11	0,20
4	Kedalaman	m	-	2,7	21	16	6	5	3,9	4,7	5	11	8,4
5	Salinitas	‰	Mangrove s.d 34	28	29	25	28	24	26	29	30	30	27,7
6	pH	-	7-8,5	7	7	7	6	8	7	8	7	7	7

Sumber: Data Primer 2014

*NAB: Nilai Ambang Batas, Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut berdasarkan Kep MenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III

Suhu perairan Barat Laut Dumai berkisar antara 28-32 °C dengan rata-rata 30°C, kecerahan antara 0,2 – 0,9 m dengan rata-rata 0,6 m, kecepatan arus 0,11– 0,8 m/detik dengan rata-rata 0,20 m/detik, kedalaman perairan 2,7 – 21 m dengan rata – rata 8,4 m, salinitas 24 - 30 ‰ dengan rata-rata 27,7‰, dan pH 6-8 dengan rata – rata 7. Berdasarkan Kep. No.51/MENLH/2004 tentang baku mutu air laut untuk biota peraian, rata-rata parameter kualitas air sekitar perairan Barat Laut Dumai umumnya masih baik dan memenuhi nilai ambang batas, sehingga masih dapat mendukung aktivitas kehidupan organisme laut di perairan tersebut.

3.2. Distribusi Kandungan Logam Pb dan Cd pada Sedimen secara Vertikal

Rata-rata hasil pengukuran secara vertikal (Tabel 2) kandungan logam Pb pada sedimen yang tertinggi terdapat pada lapisan atas (0-2 cm) yaitu 9,08µg/g dengan standar deviasi (SD) 2,55 dan terendah pada lapisan tengah (9-11 cm) yaitu 8,40 µg/g dengan standar deviasi 3,31. Hasil pengukuran secara vertikal rata-rata kandungan logam Cd yang tertinggi secara berturut-turut terdapat pada lapisan tengah (9-11 cm) dan bawah (18-20 cm) yaitu 0,05 µg/g dengan standar deviasi 0,04 dan 0,05 µg/g dengan standar deviasi 0,03, dan yang terendah terdapat pada lapisan atas yaitu 0,04 µg/g dengan standar deviasi 0,03 (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata kandungan logam berdasarkan lapisan

Lapisan	Kandungan Logam (µg/g)					
	Pb		Cd			
Atas (0-2 cm)	9,08	± 2,55	0,04	± 0,03		
Tengah (9-11 cm)	8,40	± 3,31	0,05	± 0,04		
Bawah (18-20 cm)	8,81	± 3,30	0,05	± 0,03		

Sumber: Data Primer 2014

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan secara vertikal bahwa rata-rata kandungan logam berat Pb tertinggi terdapat pada lapisan atas dan terendah pada lapisan tengah. Pola pergerakan massa air di Laut Dumai dipengaruhi oleh faktor geomorfologi perairan, pasang surut, aliran sungai (Sungai Masjid dan Sungai Dumai) dan pulau-pulau yang ada disekitarnya. Aliran sungai berpengaruh terhadap peningkatan jumlah pertikel kolom air dan tingkat sedimentasi yang ada. Hal ini disebabkan hasil erosi dari daratan dan juga limbah yang terbuang ke sungai akan terangkut dan terbawa ke muara oleh aliran sungai. Kandungan logam Pb lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam Cd. Agustina (2010) menyatakan bahwa timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya antara lain: 1) Titik cair rendah, sehingga jika digunakan dalam bentuk cair, maka akan membutuhkan teknik sederhana dan murah; 2) Timbal merupakan logam berat yang lunak sehingga mudah diubah ke berbagai bentuk; 3) Sifat kimia timbal menyebabkan logam berat ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung, jika kontak dengan udara lembab; 4) Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lain dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan timbal yang murni; 5) Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lain, kecuali jika dibandingkan dengan emas dan merkuri.

Namun lain halnya pada logam Cd, kandungan logam Cd yang tertinggi terdapat pada lapisan tengah dan bawah, serta yang terendah pada lapisan atas. Hal ini terjadi karena tingginya pergerakan pola arus dasar laut dan perbedaan umur sedimentasi, yang terakumulasi lebih dulu dan membawa bahan pencemar ke dasar perairan. Lapisan tersebut senantiasa menerima semua material yang berasal dari aktivitas antropogenik di sekitar perairan Barat Laut Dumai. Rendahnya kandungan logam Cd pada lapisan atas, diduga pada lapisan tersebut kecepatan sedimentasi relatif lemah, sehingga minimnya pemasukan bahan pencemar yang mengandung logam Cd dan terakumulasi pada sedimen.

Faktor penting lainnya yaitu pasang surut, Tipe pasang surut di Perairan Barat Dumai tergolong tipe pasang surut harian ganda (*semidiurnal tides*) yang berarti dalam 24 jam terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Kecepatan sedimentasi yang tinggi dapat mengendapkan partikel-partikel sedimen yang mengandung logam berat pada lapisan yang berbeda. Rifardi (2008b) menyatakan bahwa arus dan gelombang merupakan faktor utama yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kekuatan ini menyebabkan karakteristik sedimen berbeda, sehingga pada dasar perairan disusun oleh berbagai kelompok populasi sedimen.

3.3. Distribusi Kandungan Logam Pb dan Cd pada Sedimen secara Horizontal

Hasil pengukuran secara horizontal rata-rata kandungan logam Pb pada sedimen yang tertinggi terdapat pada titik sampling 8 yaitu 12,69 $\mu\text{g/g}$ dengan standar deviasi (SD) 0,35 dan terendah pada titik sampling 1 yaitu 5,16 $\mu\text{g/g}$ dengan standar deviasi 2,11. Rata-rata hasil pengukuran secara horizontal kandungan logam Cd yang tertinggi terdapat pada titik sampling 1 yaitu 0,10 $\mu\text{g/g}$ dengan standar deviasi 0,012, dan yang terendah secara berturut-turut terdapat pada titik sampling 3,6 dan 9 yaitu 0,02 $\mu\text{g/g}$ dengan standar deviasi 0,006, 0,003 dan 0,003 (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata logam berdasarkan titik sampling

Titik Sampling	Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)					
	Pb		Cd			
1	5,16	± 2,11	0,10	± 0,012		
2	8,85	± 0,25	0,03	± 0,012		
3	8,00	± 1,05	0,02	± 0,006		
4	6,22	± 0,73	0,06	± 0,015		
5	5,74	± 1,04	0,03	± 0,012		
6	7,62	± 0,48	0,02	± 0,003		
7	11,99	± 0,52	0,07	± 0,014		
8	12,69	± 0,35	0,05	± 0,005		
9	12,60	± 0,46	0,02	± 0,003		

Sumber: Data Primer 2014

Tabel 3 memperlihatkan bahwa bahwa kandungan logam Pb yang tertinggi terdapat pada titik sampling 8 yaitu 12,69 $\mu\text{g/g}$. Hal ini diduga oleh adanya pembuangan air ballast kapal jatuh ke perairan yang melintas perairan Barat Dumai - Selat Malaka dan menjadi lalu lintas kapal domestik maupun internasional. Pada titik sampling 8, merupakan alur pelayaran untuk warga lokal mengangkut barang ke daerah lain dan juga kapal-kapal tanker yang rutin bongkar muat serta alur transportasi internasional. Kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini menunjukkan adanya akumulasi logam berat dalam sedimen dan memungkinkan logam berat dalam air mengalami proses pengenceran dengan adanya pengaruh pola arus pasang surut. Rendahnya kadar

logam berat dalam air laut, bukan berarti bahan cemaran yang mengandung logam berat tersebut tidak berdampak negatif terhadap perairan, tetapi lebih disebabkan oleh kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi. Kandungan logam Pb yang terendah terdapat pada titik sampling 1 yaitu 5,16 $\mu\text{g/g}$. Rendahnya kandungan logam Pb pada titik sampling 1 diduga adanya pengaruh pola arus yang signifikan yang membawa bahan pencemar dan selanjutnya di transportasikan menuju areal dimana arus akan melemah. Pergerakan arus pasang surut perairan Laut Dumai, ketika pasang arus masuk dari utara menuju ke barat dan ke arah selatan selanjutnya menuju ke timur. Sebaliknya, ketika surut arus masuk dari arah timur menuju ke selatan selanjutnya menuju ke barat dan keluar ke arah utara. Hal tersebut dibantu dengan karakteristik sedimen serta kecepatan sedimentasi. Kecepatan sedimentasi yang tinggi menyebabkan penyebaran logam berat menyebar ke seluruh dasar perairan dan dibantu dengan pola pergerakan arus yang terjadi selama dua kali dalam sehari. Pergerakan logam sangat dipengaruhi oleh bentuk dan tipe perikatan logam serta ketersediaannya (*bioavailability*) di lingkungan perairan. Sedimen yang merupakan tempat akhir senyawa di lingkungan perairan sangat memegang peranan penting dalam menentukan bentuk-bentuk logam di perairan.

Menurut Yu *et al.* (2010), logam di sedimen bisa berada dalam berbagai bentuk dan perikatan, antara lain, sebagai ion bebas dan berikatan dengan karbonat, logam bentuk ini disebut sebagai logam yang sangat labil sehingga mudah lepas ke perairan serta mudah diserap oleh organisme (*bioavailable*). Logam juga bisa berikatan dengan oksida Fe/Mn dan disebut sebagai bentuk yang tereduksi (*reducible*). Perikatan dengan bahan organik serta sulfida juga bisa menghasilkan logam dalam bentuk yang mudah teroksidasi (*oxidizable*). Logam dalam bentuk perikatan yang kuat dengan struktur kristal mineral di sedimen disebut bentuk *residual*. Riani (2012) menyatakan bahwa logam yang bersifat *bioavailable* akan terakumulasi pada hewan air yang memiliki *reseptor* logam dan bersifat toksik bagi tubuh hewan air tersebut, dan bahkan dapat mematikan individu yang bersifat sensitif. Kondisi yang ada pada logam Pb (titik sampling 1) berbanding terbalik dengan hasil yang didapatkan pada logam berat Cd. Kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada titik sampling 1 yaitu 0,10 $\mu\text{g/g}$ dan terendah terdapat pada titik sampling 3, 6 dan 9 yaitu 0,02 $\mu\text{g/g}$. Tingginya kandungan logam Cd pada titik sampling 1, diduga pengaruh dari aktifitas antropogenik yang masuk ke perairan, dan pada saat arus melemah partikel-partikel sedimen yang mengandung logam Cd akan mengendap di dasar perairan tersebut. Kandungan logam Cd yang rendah pada titik sampling 3,6 dan 9, diduga minimnya pemasukan bahan pencemar mengandung logam Cd yang masuk ke perairan, serta rendahnya kecepatan sedimentasi membuat bahan pencemar yang masuk ke perairan tersebut di transportasikan ke perairan lainnya.

3.4. Kandungan Bahan Organik dengan Logam Pb dan Cd di Sedimen

Hasil pengukuran rata-rata kandungan bahan organik pada sedimen di perairan Barat Laut Dumai dari titik sampling 1-9 adalah 7,38 – 28,49%. Kandungan

bahan organik tertinggi terdapat pada titik sampling 2 lapisan 0-2 cm dan yang terendah terdapat pada titik sampling 1 lapisan 0-2 cm. Rata-rata hasil kandungan organik dapat dilihat pada Tabel 4.

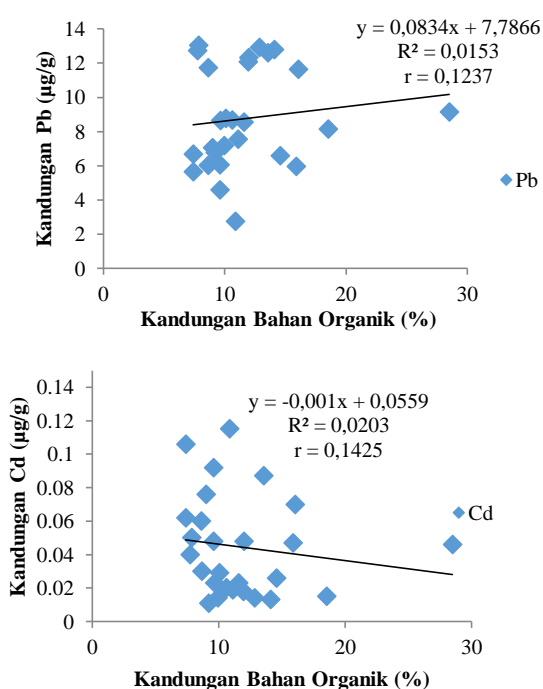
Tabel 4. Persentase rata-rata kandungan bahan organik sedimen

Lapisan (cm)	Kandungan Bahan organik (%)									Rata-rata
	Titik Sampling									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0-2	7,38	28,49	10,6	15,87	14,56	18,5	8,61	7,74	11,92	13,74
09-11	10,86	9,64	9,18	8,97	8,64	11,09	16,03	11,96	14,08	11,16
18-20	9,57	10,06	11,55	7,4	9,58	9,92	13,53	7,84	12,83	10,25
Rata-rata	9,27	16,06	10,44	10,75	10,93	13,17	12,72	9,18	12,94	11,72

Sumber: Data primer 2014

Tabel 5. Standar baku mutu logam berat Pb dan Cd pada sedimen di beberapa negara

Logam Berat	Rata-rata Hasil Penelitian ini (mg/kg)	Baku Mutu	Status Pencemaran
Timbal (Pb)	8,76	ANZECC ISQG-Low (50 mg/kg)	Di bawah standar baku mutu
		Kanada (30.2 mg/kg)	Di bawah standar baku mutu
		Belanda (85 mg/kg)	Di bawah standar baku mutu
		SEPA Th 2000 (≤ 50 - Kelas 1- <i>very low conc.</i>)	<i>very low concentration</i>
		NOAA 218 ppm	Di bawah standar baku mutu
Kadmium (Cd)	0,04	ANZECC ISQG-Low (1.5 mg/kg)	Di bawah standar baku mutu
		Kanada (0.7 mg/kg)	Di bawah standar baku mutu
		Belanda (0.8 mg/kg)	Di bawah standar baku mutu
		SEPA Th 2000 (≤ 0.8 - Kelas 1- <i>very low conc.</i>)	<i>very low concentration</i>
		NOAA 9,6 ppm	Di bawah standar baku mutu



Gambar 4. Hubungan antara kandungan logam Pb dan Cd dengan kandungan bahan organik di sedimen

Berdasarkan grafik diagram pencar (*scatterplot*) diketahui bahwa terdapat hubungan linear positif antara bahan organik dan logam berat Pb. Hasil analisis regresi linier sederhana antara kandungan logam berat Pb dengan kandungan bahan organik pada sedimen menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,0153$ dan nilai koefisien korelasi $r = 0,1237$. Hal ini berarti bahwa hanya sebesar 1,53% pengaruh bahan organik terhadap logam berat Pb, sedangkan sisanya 98,47% dijelaskan oleh faktor lain yang tidak diamati pada penelitian ini. Kandungan bahan organik dan logam berat Pb mempunyai korelasi yang sangat lemah dengan persamaan regresi linier $y = 0,0834x + 7,7866$.

Berdasarkan grafik diagram pencar (*scatterplot*), diketahui bahwa bahan organik dan logam berat Cd membentuk hubungan linear negatif. Analisis regresi linier sederhana yang dilakukan pada kandungan logam Cd dengan kandungan bahan organik di sedimen menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,0203$ dan koefisien korelasi $r = 0,1425$. Hal tersebut memperlihatkan bahwa hanya sebesar 2,03% pengaruh dari bahan organik terhadap logam berat Cd, sedangkan sisanya 97,97% dijelaskan oleh faktor lain yang tidak diamati pada penelitian. Kandungan bahan organik dan logam berat Cd mempunyai korelasi yang sangat lemah dengan persamaan regresi linier $y = -0,001x + 0,0559$.

Grafik *scatterplot* yang menunjukkan hasil analisa kandungan bahan organik dengan logam berat Pb dan Cd dapat dilihat pada Gambar 4.

3.5. Status Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd di Perairan Barat Laut Dumai

Status pencemaran logam berat di perairan Barat Laut Dumai, dilihat berdasarkan perbandingan tingkat pencemaran pada tiap titik sampling penelitian dengan menggunakan baku mutu yang digunakan beberapa negara, seperti Australia, Kanada dan Belanda. Hasil analisa yang dilakukan secara keseluruhan pada logam Pb dan Cd, menerangkan bahwa perairan Barat Laut Dumai masih berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan oleh beberapa negara. Perbandingan analisa logam berat dengan standar baku mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

4. Kesimpulan

Kondisi umum perairan Barat Laut Dumai untuk parameter suhu air, pH air, kecepatan arus, kecerahan, salinitas perairan Laut Dumai berada dalam kondisi baik. Konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada sedimen lingkungan perairan Barat Laut Dumai masih layak untuk kehidupan organisme perairan serta memiliki status pencemaran berada dibawah standar baku mutu yang ditetapkan oleh beberapa negara. Hasil analisis regresi linear sederhana logam berat dengan kandungan bahan organik diketahui bahwa konsentrasi logam berat Pb dan Cd tidak dipengaruhi oleh konsentrasi bahan organik atau memiliki hubungan yang lemah. Penelitian ini terbatas pada sedimen, sehingga dilakukan penelitian dengan analisis yang lebih lanjut terhadap akumulasi logam berat pada air dan biota yang hidup didalamnya.

Daftar Pustaka

- [1] Agustina, T., 2010. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *Teknubuga* 2 (2), pp. 53-65.
- [2] Ali, S. A. R., S. A. Bream., 2010. The effects of sewage discharge on the marine gastropod *Gibbula* sp collected from the coast of Al-Hanyaa, Libya. *Egypt. Acad. J. biolog.* 2 (2), pp. 47-52.
- [3] Gomez-Parra, A., J. M. Forja, T. A. Delvalls, I. Saenz, I. Riba, 2000. Early contamination by heavy metals of the budalquiver estuary after aznalcollar mining spill (SW Spain). *Marine Pollution* 40, pp. 1115-1123.
- [4] Happy, A. R., Masyamsir, Y. Dhahiyat, 2012. Distribusi kandungan logam berat Pb dan Cd pada kolom air dan sedimen daerah aliran Sungai Citarum Hulu. *Perikanan dan Kelautan* 3, pp. 175-182.
- [5] [KEPMEN-KLH] Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, 2004. Surat Keputusan Nomor: Kep. 51/MEN-KLH/II/2004 Tentang Pedoman Penetapan Baku Air Laut untuk Biota Laut Pada Lampiran III. Sekretariat Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Jakarta.
- [6] Mulyani, S., T. I. G. A. Lani, S. E. N. Arief, 2012. Identifikasi cemaran logam Pb dan Cd pada kangkung yang ditanam di Daerah Kota Denpasar. *Bumi Lestari* 12(2), pp. 345 – 349.
- [7] Riani, E., 2012. Perubahan Iklim dan Kehidupan Akuatik (Dampak pada Bioakumulasi Bahan Berbahaya dan Beracun & Reproduksi. IPB Press, Bogor.
- [8] Riani, E., Y. Sudarso, M. R. Cardova, 2014. Heavy metals effect on unviable larvae of *Dicrotendipes simpsoni* (diptera: Chironomidae), a case study from Saguling Dam, Indonesia. *Aquacultur, Aquarium, Conservation and Legislation (AACL) International Journal of The Bioflux Society* 2(7), pp. 76-84. [<http://www.bioflux.com.ro/aacl>]
- [9] Riani, E., 2015. The effect of heavy metals on tissue damage in different organs of goldfish cultivated in floating fish net in Cirata Reservoir, Indonesia. *PARIPEX - Indian Journal of Research* 4(2), pp. 54-58.
- [10] Rifardi, 2008a. Deposisi sedimen di perairan laut dangkal. *Ilmu Kelautan* 13(3), pp. 147-152.
- [11] Rifardi, 2008b. Ukuran butir sedimen perairan pantai Dumai Selat Rupat bagian Timur Sumatera. *Ilmu Lingkungan* 2(2), pp. 12-21.
- [12] Rifardi, 2010. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Unri Press, Pekanbaru.
- [13] Rifardi, Syahminan, Suwarni, R. Butar-Butar, R. Fidiatur, 2012. Sedimentological aspects and relative sedimentation rates in the Dumai Coastal Waters Riau Province Indonesia. *Proceeding International Seminar. "1st Fisheries and Marine Industrialization"*. PSP-Faperika UNRI. ISBN 9786021794326.
- [14] Safitri, N. A., Rifardi, R. Hamidy, 2009. Konsentrasi logam berat (Cd dan Pb) pada sedimen permukaan perairan Teluk Bayur Provinsi Sumatera Barat Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 3, pp. 85-94.
- [15] Syahminan, Rifardi, E. Ruli, 2011. Vertical content an analysis crude oil at core in Dumai Coastal Waters. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan "Bringing Better Science for Better Fisheries and Better Future"*. Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. ISBN 9789797922863.
- [16] Tech, T., 1986. Recommended protocols for measuring conventional sediment variabls in puget sound. Final Report TC-3991-04 for U S Environmental Protection Agency, Region 10, Seattle.
- [17] Yap, C. K., A. Ismail, S. G. Tan, 2002. Concentration of Cu, Cu, Pb, Zn in the green-lipped mussel *Verna viridis* (Linnaeus) from Peninsula Malaysia. *Marine Pollution Buletin* 46, pp. 1035-1048.
- [18] Yu, X., Y. Yana, W. Wang, 2011. The distribution and speciation of trace metals in surface sediments from the Pearl River Estuary and the Daya Bay, Southern China. *Marine Pollution Bulletin* 60, pp. 1364–137.