

---

**SEBARAN KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN  
DASAR DI SEKITAR PERAIRAN MUARA SUNGAI WARIDIN, KABUPATEN  
KENDAL**

**Muhammad Faldi Garvano, Siddhi Saputro, Hariadi**

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024)7474698

Email : [faldigarvano@gmail.com](mailto:faldigarvano@gmail.com), [saputrosiddhi@gmail.com](mailto:saputrosiddhi@gmail.com), [hariadimpi@yahoo.com](mailto:hariadimpi@yahoo.com)

**Abstrak**

Muara Sungai Waridin merupakan perairan pesisir yang berada di Desa Wonorejo, Kabupaten Kendal memiliki potensi sumber daya perairan dan perikanan tangkap yang tergolong berkembang. Perairan ini juga berada dekat dengan area pengembangan kawasan industri Kendal. Aktivitas industri dan manusia di sekitar wilayah Muara Sungai Waridin menghasilkan limbah industri yang kemudian masuk ke perairan, ditambah dengan berbagai macam limbah domestik seperti limbah rumah tangga dan limbah dari tambak yang dibuang ke dalam sungai akan menyebabkan perairan semakin tercemar. Penyebab pencemaran pada perairan salah satunya karena masuknya logam berat ke dalam badan perairan dalam jumlah yang jauh di atas normal. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kandungan timbal dalam sedimen dan ukuran butir sedimen. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 12 Mei 2016. Materi yang digunakan berupa sampel sedimen dengan materi pendukung berupa parameter fisika dan kimia oseanografi yang meliputi arus laut, pasang surut, dan pH. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif karena data yang digunakan berdasarkan angka – angka yang dianalisis. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrasi Pb tertinggi pada sedimen terletak di dekat kawasan mangrove dengan nilai 9,339 mg/kg, dan konsentrasi Pb terendah pada sedimen yang terletak di Muara Sungai Waridin dengan nilai 4,709 mg/kg. Berdasarkan hasil analisis ukuran butir, jenis sedimen pada Perairan Muara Sungai Waridin didominasi oleh jenis pasir lanauan.

**Kata Kunci :** *Logam Berat, Pb (Timbal), Sedimen, Muara Sungai Waridin*

**Abstract**

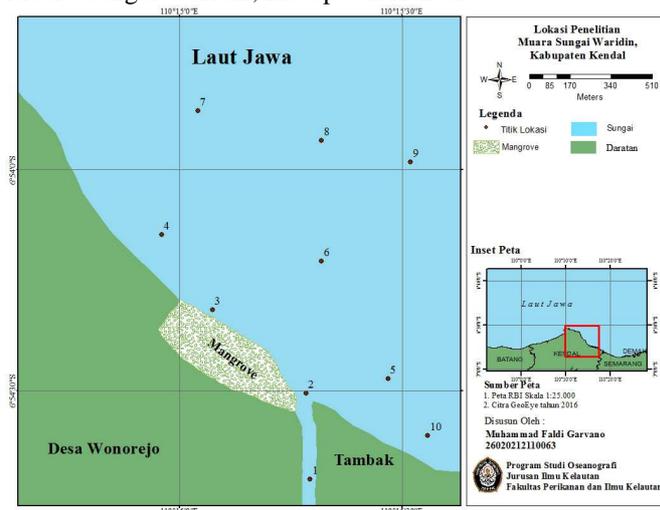
Waridin Estuary that located in the coastal area of Wonorejo Village, Kendal have a developing potential of fisheries and aquatic resources. These area also located near Kendal Industrial Area. The industrial and humans activities around the Waridin Estuary produce industrial waste that will enter the waters, domestic waste also dumped into the river will make the waters more polluted. One of the reason that cause water pollution is a large amount of heavy metals entered the water exceeding the normal limit. The purpose of this study was to analyze the Lead concentration in the sediment and grain size of sediment. This research conducted on 12<sup>th</sup> May 2016. The material in this research was sediment sample and physical-chemical oceanography parameters such as ocean currents, tide, and pH. The method used is quantitative method because the data used based on the numbers that analyzed. Based on the research, the result show that the highest Pb concentration within the sediment was located at the mangrove area by 9,339 mg/kg, and the lowest Pb concentration within the sediment was located at the estuary by 4,709 mg/kg. Based on the result, the grain size of the sediment at Waridin estuary waters was dominated by silty sand.

**Keywords :** *Heavy Metal, Pb (Lead), Sediments, Waridin Estuary*

## I. Pendahuluan

Muara Sungai Waridin merupakan perairan pesisir yang berada di Desa Wonorejo, Kabupaten Kendal. Perairan Muara Sungai Waridin terletak pada koordinat  $06^{\circ}53'39,552''$  LS -  $06^{\circ}54'45,499''$  LS serta  $110^{\circ}14'38,409''$  BT -  $110^{\circ}15'37,56''$  BT. Perairan tersebut memiliki potensi sumberdaya perairan dan perikanan tangkap yang tergolong berkembang. Perairan ini juga berada dekat dengan area pengembangan kawasan industri Kendal. Aktivitas industri dan aktivitas manusia di sekitar wilayah Muara Sungai Waridin tersebut menghasilkan limbah industri dan berbagai macam limbah domestik, seperti limbah rumah tangga dan limbah dari tambak. Limbah tersebut dibuang ke badan sungai dan memungkinkan terjadinya pencemaran di perairan tersebut. Menurut Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL), terdapat jenis limbah yang tergolong Bahan Beracun Berbahaya (B3) yaitu setiap limbah yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun karena sifat dan atau konsentrasinya maupun jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan hidup, dan membahayakan keselamatan manusia.

Penyebab pencemaran pada perairan salah satunya diakibatkan karena masuknya logam berat ke dalam badan perairan dalam jumlah yang jauh diatas normal. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan kemudian terakumulasi dalam sedimen, oleh karena itu kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Hutagalung, 1991). Salah satu bahan pencemar yang cukup mengkhawatirkan terjadi adalah logam berat Pb. Keberadaan logam berat Pb dalam perairan akan sulit mengalami degradasi bahkan logam tersebut akan mengendap di dasar perairan dan teradsorpsi ke dalam tubuh organisme (Darmono, 1995). Logam berat Pb biasa digunakan dalam campuran cat, pestisida serta campuran dalam bahan bakar kendaraan (Harahap, 1991). Berkaitan dengan penjelasan tersebut maka dilakukan penelitian mengenai konsentrasi logam berat Pb yang terakumulasi pada sedimen di Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## II. Materi dan Metode Penelitian

### Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini meliputi data sampel sedimen dasar yang diambil menggunakan *grab sampler*, data arus yang diambil menggunakan bola duga, dan data pH yang diambil menggunakan pH meter. Data sekunder dalam penelitian ini, yaitu peta RBI skala 1:25.000 dan data peramalan pasang surut BMKG Semarang bulan Mei 2016.

### Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit, objektif, terukur, rasional, dan sistematis (Sugiyono, 2011). Metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model. Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan secara langsung di Perairan Muara Sungai Waridin. Pengambilan data sedimen dengan menggunakan *grab sampler* pada setiap stasiun, dimana ada 10 stasiun pada lokasi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah sampel sedimen didapatkan, sampel tersebut akan diolah dan dianalisis dengan metode Buchanan *et al* (1984) yaitu pengayakan dan pipipetan.

Pengukuran arus permukaan menggunakan bola duga dengan waktu yang ditentukan sebanyak 3 kali pengulangan, sehingga diperoleh nilai rata-rata kecepatan arus perairan. Stopwatch digunakan untuk

menghitung waktu dan kompas tembak untuk menentukan arah pergerakan dari bola duga. Pengukuran arus dilakukan di setiap stasiun pada saat kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang. Pengolahan data arus disimulasikan dengan menggunakan *software MIKE 21*. Setelah didapatkan data simulasi model arus, data tersebut diverifikasi dengan data arus lapangan agar diketahui nilai MRE. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam verifikasi. data arus lapangan dan data arus model:

$$RE = \frac{|x-c|}{x} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$MRE = \sum_{i=1}^n \frac{RE}{n} \dots\dots\dots (2)$$

(Riyanto, 2004 dalam Purwanto 2011)

keterangan:

- MRE : *Mean Relative Error*
- X : Data Lapangan
- C : Data Hasil Simulasi Model
- n : Jumlah Data

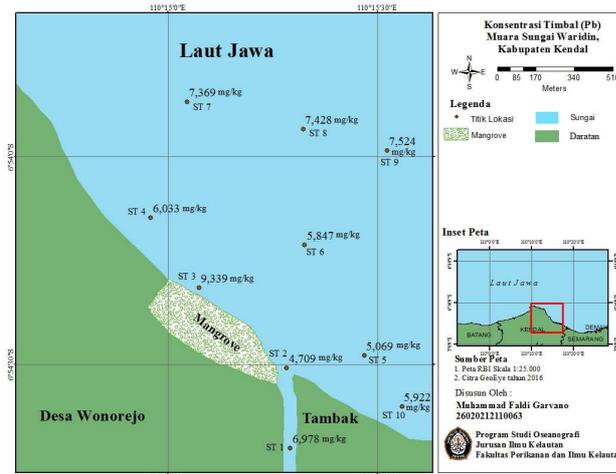
Data peramalan pasang surut air laut yang diperoleh dari BMKG Semarang (Lampiran 8) yang kemudian diolah menggunakan Ms. Excel dengan interval 1 jam sehingga didapatkan grafik pasang surut Perairan Kendal pada bulan Mei 2016. Data pasang surut diolah dengan metode admiralty untuk mendapatkan komponen pasut. Hasil pengolahan data dengan metode admiralty adalah besarnya amplitudo (A) dan beda fase (g) untuk 9 komponen pasang surut M2, S2, N2, K1,O1, M4, MS4 dan P1 serta S0 muka air laut rata-rata. Komponen pasang surut tersebut dapat digunakan untuk mencari kedudukan muka air laut yaitu MSL, HHWL, dan LLWL.

**III. Hasil dan Pembahasan**  
**Sebaran Logam Berat Timbal**

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat timbal dalam sampel sedimen dasar Perairan Muara Sungai Waridin yang dilakukan di Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri, Provinsi Jawa Tengah, diketahui bahwa konsentrasi timbal (Pb) berkisar 4,709 mg/kg sampai 9,339 mg/kg. Konsentrasi Pb Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. Peta sebaran konsentrasi timbal dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil Analisa Ukuran Butir

No	Stasiun	Timbal (mg/kg)
1.	Stasiun 1	6,978
2.	Stasiun 2	4,709
3.	Stasiun 3	9,339
4.	Stasiun 4	6,033
5.	Stasiun 5	5,069
6.	Stasiun 6	5,847
7.	Stasiun 7	7,369
8.	Stasiun 8	7,428
9.	Stasiun 9	7,524
10.	Stasiun 10	5,922



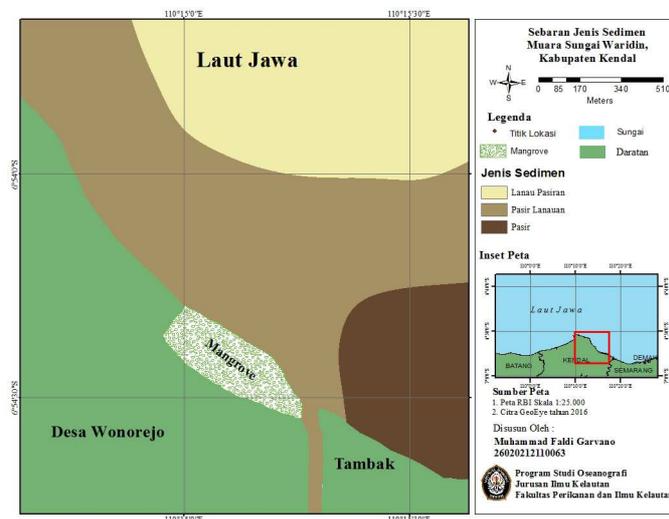
Gambar 2. Peta Konsentrasi Timbal Perairan Muara Sungai Waridin

**Sebaran Sedimen Dasar**

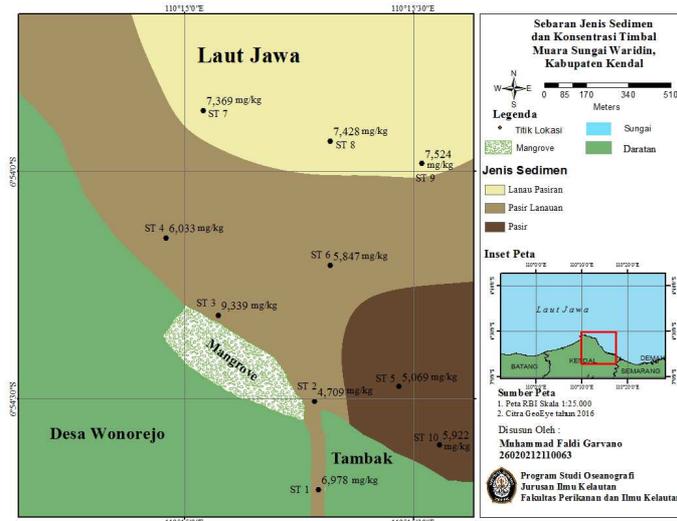
Sampel sedimen dasar diambil di sepuluh titik stasiun penelitian menggunakan sedimen grab. Berdasarkan hasil yang didapat dari analisis ukuran butir sedimen dasar (Lampiran 3), diketahui bahwa sedimen dasar Perairan Muara Sungai Waridin didominasi oleh jenis pasir lanauan (silty sand) pada Stasiun 1, 2, 3, 4 dan 6; jenis lanau pasiran (sandy silt) pada Stasiun 7, 8, dan 9; jenis pasir (sand) pada Stasiun 5 dan 10. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Peta Sebaran Sedimen dasar Perairan Muara Sungai Waridin disajikan dalam Gambar 3 dan Overlay Peta jenis sedimen serta nilai timbal tiap Stasiun disajikan dalam Gambar 4.

Tabel 2. Tabel Ukuran Butir Sedimen

Titik Stasiun	Kandungan (%)			Jenis Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
1	71,59	25,08	3,31	Pasir Lanauan
2	69,41	24,12	6,46	Pasir Lanauan
3	68,07	25,97	5,95	Pasir Lanauan
4	67,89	26,95	5,15	Pasir Lanauan
5	83,70	12,92	3,36	Pasir
6	70,84	22,81	6,33	Pasir Lanauan
7	44,41	46,13	9,44	Lanau Pasiran
8	41,78	49,32	8,88	Lanau Pasiran
9	46,58	43,61	9,80	Lanau Pasiran
10	79,35	16,76	3,87	Pasir



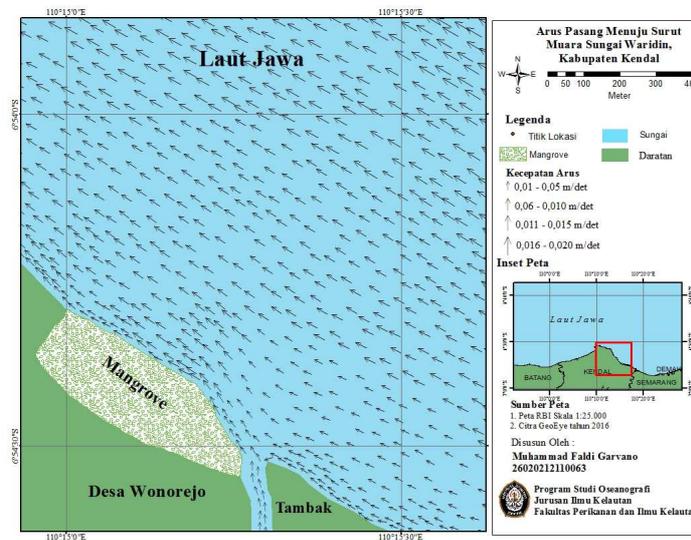
Gambar 3. Peta Sebaran Jenis Sedimen



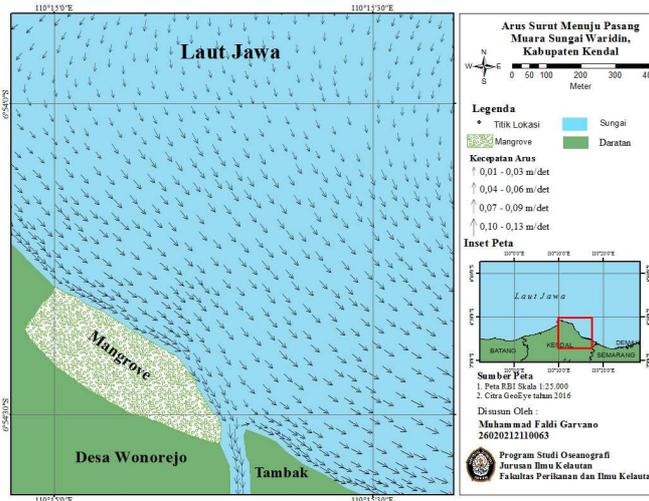
Gambar 4. Peta Jenis Sedimen dan Konsentrasi Timbal

### Arus Laut

Pengambilan data arus lapangan tiap stasiun dilakukan dua kali pengambilan yaitu pada saat kondisi perairan pasang menuju surut dan perairan pasang menuju surut. Melalui pengukuran di lapangan diperoleh hasil berupa kecepatan dan arah arus. Diketahui bahwa kecepatan arus di lokasi penelitian pada kondisi pasang menuju surut berkisar 0,043 m/det- 0,136 m/det dan pada kondisi surut menuju pasang berkisar 0,022 m/det-0,088 m/det. Simulasi model arus dilakukan dengan menggunakan *software Mike 21* dengan menggunakan modul Flow Model FM. Pola arus model pasang menuju surut dan surut menuju pasang masing-masing dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Pola Arus Pada Saat Pasang Menuju Surut



Gambar 6. Pola Arus Pada Saat Surut Menuju Pasang

**Derajat Keasaman (pH)**

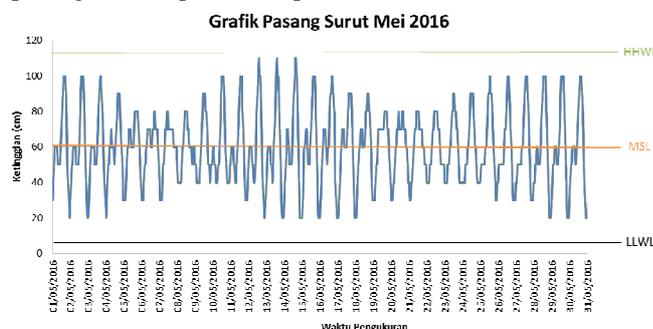
Berdasarkan pengukuran secara insitu terhadap nilai pH dengan menggunakan pH meter pada daerah penelitian berkisar 7,1 (Stasiun 2) sampai 7,34 (Stasiun 3). Data pH selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Tabel Nilai pH Tiap Stasiun

No	Stasiun	pH
1.	Stasiun 1	7,23
2.	Stasiun 2	7,1
3.	Stasiun 3	7,34
4.	Stasiun 4	7,23
5.	Stasiun 5	7,16
6.	Stasiun 6	7,18
7.	Stasiun 7	7,2
8.	Stasiun 8	7,25
9.	Stasiun 9	7,27
10.	Stasiun 10	7,16

**Pasang Surut**

Berdasarkan nilai komponen harmonik pasang surut yang telah diketahui, maka dapat ditentukan tipe pasang surut Perairan Mura Sungai Waridin melalui perhitungan bilangan formzahl adalah sebesar 1,13. Tipe pasang surut dengan nilai diantara  $0,25 < F \leq 1,5$  diketahui sebagai pasang surut campuran condong ganda. Grafik pasang surut dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Grafik Pasang Surut

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut dengan menggunakan metode admiralty, diketahui bahwa jenis pasang surut pada Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal adalah pasang surut campuran condong ganda. Arus pada Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal didominasi oleh

pengaruh pasang surut yang menyebabkan arus yang terjadi di perairan tersebut merupakan arus pasut. Hal ini diperkuat oleh penelitian (Handoyo et al, 2015) dalam kajian arus di Perairan Kendal, bahwa arus yang terjadi di Perairan Kendal merupakan arus pasut. Arus merupakan penggerak awal dari pergerakan logam berat (Pb) dan sedimen di perairan, dimana arus membawa partikel-partikel yang melayang pada badan air dan sedimen di dasar perairan (Sahara, 2009). Pada perairan yang kondisi arusnya relatif tenang atau tidak dinamis, sedimen memiliki tekstur yang lebih halus (lumpur, liat, dan lanau). Seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 3 diatas, bahwa semakin ke arah laut lepas ukuran butir sedimen semakin kecil (lanau pasiran), sedangkan untuk jenis sedimen yang berukuran lebih besar (pasir lanauan dan pasir) berada pada daerah yang dekat dengan muara sungai dan pada kawasan pesisir. Hal tersebut terjadi dikarenakan muatan sedimen yang berasal dari daratan terendapkan di daerah tersebut.

Nilai derajat keasaman (pH) berhubungan erat dengan sifat kelarutan logam berat, dengan peningkatan pH, kelarutan logam berat didalam air akan menurun sehingga peningkatan pH akan merubah logam berat dari bentuk karbonat menjadi hidroksi yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air dan kemudian mengendap (Palar, 1994). Nilai pH di Perairan Muara Sungai Waridin berkisar antara 7,1 – 7,34. Nilai pH yang didapat dari masing-masing stasiun menunjukkan bahwa kondisi Perairan Muara Sungai Waridin masih tergolong baik bagi biota laut dan kehidupan organisme yang terdapat di lokasi tersebut. Hal tersebut ditinjau berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 mengenai baku mutu air laut yang berkisar pada pH 7,0 – 8,5.

Menurut Koneniewski dan Neugabieur (1991) dalam Amin (2002), bahwa tipe sedimen dapat mempengaruhi kandungan logam berat dalam sedimen, dengan kategori kandungan logam berat dalam lumpur > lumpur berpasir > berpasir. Pendapat tersebut juga berbanding lurus dengan yang dikemukakan oleh Bernhard (1981) dalam Erlangga (2007), bahwa konsentrasi logam berat tertinggi terdapat dalam sedimen yang berupa lumpur, tanah liat, pasir berlumpur dan campuran dari ketiganya dibandingkan dengan sedimen yang berupa pasir. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga mampu mengikat logam berat Pb lebih banyak daripada ukuran partikel sedimen yang lebih besar (Sahara, 2009).

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat kita bandingkan dengan baku mutu logam berat Pb dalam sedimen sebagai indikasi tingkat pencemaran. Oleh karena itu untuk mengetahui baku mutu logam berat Pb dalam sedimen, pada penelitian ini kita tinjau berdasarkan dua sumber yaitu berdasarkan *Canadian Council of Ministers of the Environment* bahwa nilai batas toleransi konsentrasi Pb sama atau melebihi ambang batas toleransi, yaitu 30,2 mg/kg dan berdasarkan *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA dalam Sarjono 2009) dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Baku Mutu Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen (IADC/CEDA)

Logam Berat	Level Target	Level Limit	Level Tes	Level Intervensi	Level Bahaya
Merkuri (Hg)	0,3	0,5	1,6	10	15
Kadmium (Cd)	0,8	2	7,5	12	30
Timbal (Pb)	85	530	530	530	1000

Keterangan: (dalam ppm)

Keterangan:

1. Level Target: Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu bahaya bagi lingkungan.
2. Level Limit: Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai maksimum yang dapat ditolerir bagi kesehatan manusia maupun ekosistem.
3. Level Tes: Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai antara level limit dan level tes, maka dikategorikan sebagai tercemar ringan.
4. Level Intervensi: Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai level tes dan level intervensi, maka dikategorikan sebagai tercemar sedang.
5. Level Bahaya: Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai yang lebih besar dari baku mutu level bahaya maka harus segera dilakukan pembersihan sedimen.

#### IV. Kesimpulan

Konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada sedimen dasar Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal berkisar antara 4,709 mg/kg (Stasiun 3) sampai dengan 9,339 mg/kg (Stasiun 2). Nilai pH Perairan Muara Sungai Waridin berkisar 7,1 (Stasiun 2) sampai dengan 7,34 (Stasiun 3). Konsentrasi Pb tertinggi berada pada ukuran butir sedimen pasir lanauan dengan nilai pH perairan 7,34 dan konsentrasi Pb terendah berada pada ukuran butir sedimen pasir lanauan dengan nilai pH perairan 7,1. Jenis sedimen sedimen dasar di Perairan Muara Sungai Waridin di dominasi oleh pasir lanauan, lanau

pasiran dan pasir. Arus dilokasi penelitian relatif tenang, pada kondisi arus yang tenang, sedimen memiliki tekstur yang halus ke arah laut lepas dan berukuran lebih besar pada daerah pesisir.

#### **Daftar Pustaka**

- Amin, B. 2002. Distribusi Logam Berat Pb dan Zn di Perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia* Vol 5 (1) : 9-16.
- Buchanan, K and Holme Mc Intyre. 1984. *An Introduction to Coastal*. Harper and Row Publisher. New York.
- Canadian Environmental Quality Guidelines. 2002. Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. CEQGs, Canada.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press.
- Erlangga. 2007. *Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Propinsi Riau Terhadap Ikan Baung (Hemibagrus nemurus)*. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Handoyo, G dan Agus A.D.S. 2015. Kondisi Arus dan Gelombang Pada Berbagai Kondisi Morfologi Pantai di Perairan Pantai Kendal Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis* Vol 18 (1) : 33-37.
- Harahap, S. 1991. *Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisika-Kimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos Makro*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hutagalung, H. P. 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Pusat Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Purwanto. 2011. *Analisa Spektrum Gelombang Berarah di Perairan Pantai Kuta, Kabupaten Badung, Bali*. *Buletin Oseanografi Marina* Volume 1, Oktober 2011 : 45 – 49.
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu Pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Pelabuhan Benoa. *Jurnal Kimia* 3 (2), Juli 2009: 75 – 80.
- Sarjono, A. 2009. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg Pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan Research and Development*. Alfabeta : Bandung.