

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DAN  
MERKURI (Hg) PADA AIR DAN SEDIMEN  
DI PERAIRAN MUARA SUNGAI BANYUASIN**

***ANALYSIS OF HEAVY METAL CADMIUM (Cd) AND MERCURY (Hg)  
IN WATER AND SEDIMENT AT BANYUASIN ESTUARY***

**Beta Susanto Barus**

Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

Email: beta\_susanto@yahoo.com

Registrasi: 3 Oktober 2016; Diterima setelah perbaikan: 1 Desember 2016;

Disetujui terbit: 27 Desember 2016

**ABSTRAK**

Banyaknya aktifitas antropogenik di daerah perairan Muara Sungai Banyuasin akan menghasilkan logam berat di perairan dan akan terakumulasi ke dasar perairan di dalam sedimen. Penelitian ini membahas tentang kandungan logam berat Cd dan Hg di air dan sedimen perairan Muara Banyuasin. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2016 di wilayah perairan Muara Banyuasin. Proses pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan melihat hasil pengukuran beberapa parameter perairan dan hasil uji sampel air di laboratorium dengan membandingkan baku mutu sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, untuk biota dimana konsentrasi kandungan logam berat Cd dan Hg < 0,001 mg/L. Sedangkan untuk uji sampel sedimen di laboratorium dibandingkan dengan baku mutu konsentrasi logam berat dalam sedimen IADC/CEDA Tahun 1997. Hasil konsentrasi logam berat Cd di air permukaan berkisar 0,002-0,062 mg/l, konsentrasi logam berat kadmium pada air kedalaman 5 meter memiliki kisaran 0,008-0,057 mg/l. Hasil pengukuran konsentrasi merkuri pada air permukaan memiliki kisaran <0,001-0,002 mg/l, sedangkan konsentrasi merkuri pada air kedalaman 5 meter berkisar <0,001-0,012 mg/l. Nilai konsentrasi logam berat kadmium di sedimen berkisar 0,008-0,062 mg/l. Sedangkan merkuri di sedimen berkisar <0,001-0,011 mg/l. Dari hasil analisis, korelasi antara konsentrasi logam berat di air dengan di sedimen memiliki hubungan yang cukup erat untuk logam kadmium dan merkuri.

**KATA KUNCI : kadmium (Cd), kualitas air, merkuri (Hg), muara Banyuasin, sedimen.**

**ABSTRACT**

*The anthropogenic activities in the Banyuasin estuary will produce heavy metals in the water and will be accumulated to the bottom waters in the sediments. This study discusses the content of heavy metals Cd and Hg in the water and sediments at Banyuasin estuary. The study was conducted on August 2016, at territorial water of Banyuasin estuary. The sampling process used purposive sampling method. Data were analyzed descriptively by looked at the result of measurements some parameters from the waters and test results of water samples in laboratory by comparing the quality standards according to the Decree of the Minister Environment No. 51 of 2004 about Sea Water Quality Standards for biota. The concentration*

**Beta Susanto Baru**  
**Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd)**  
**dan Merkuri (Hg) pada Air dan Sedimen**  
**di Perairan Muara Sungai Banyuasin**

*of heavy metals Cd and Hg on biota is <0.001 mg /L. As for the test sediment samples in the laboratory compared to the quality standard concentrations of heavy metals in sediment IADC / CEDA of 1997. Results concentrations of heavy metals Cd in surface water ranged from 0.002 to 0.062 mg /L, the concentration of the heavy metal cadmium in water depth of 5 meters have a range of 0.008 to 0.057 mg /L. Concentrations of heavy metals cadmium in sediment ranged from 0.008 to 0.062 mg /L. While the mercury in the sediments ranging from <0.001 to 0.011 mg /L. From the analysis, the correlation between the concentration of heavy metals in sediment in the water to have a fairly close relationship to the metal cadmium and mercury.*

**KEYWORDS: Banyuasin estuary, cadmium (Cd), mercury (Hg), sediment, water quality.**

## **1. PENDAHULUAN**

Muara Sungai Banyuasin sebagai salah satu rute pelayaran mendapatkan masukkan air dari 2 sungai yang berbeda, yaitu Sungai Lalan dan Sungai Banyuasin. Muara ini tidak hanya sebagai pusat aktivitas penangkapan ikan di Sumatera Selatan, melainkan juga menjadi daerah pelabuhan penumpang yang menghubungkan Palembang dan Bangka. Wilayah disepanjang kedua hulu sungai banyak digunakan sebagai lahan pertanian dan industri. Kegiatan industri pada hulu sungai Banyuasin dapat memberi dampak buruk pencemaran logam pada lingkungan perairan, terutama biota perairan. Hilir sungai banyak digunakan oleh sebagian besar penduduk sebagai tempat penangkapan ikan dan usaha keramba jaring apung atau bagan. Banyaknya kapal-kapal nelayan yang berada di bagian hilir serta kapal-kapal industri dibagian hulu yang melintasi Muara Sungai Banyuasin dapat mengakibatkan cemaran logam dari masukan bahan bakar kapal yang mencemari perairan hingga mengendap di sedimen perairan (Syarifudin 2012).

Logam berat Pb dan Hg yang masuk ke dalam lingkungan Perairan Muara Sungai Banyuasin pada umumnya berasal dari kegiatan antropogenik yakni dari kegiatan industri, bahan bakar, rumah tangga (domestik) dan pertanian.

Diduga kandungan logam berat di Muara Sungai Banyuasin telah melebihi batas aman.

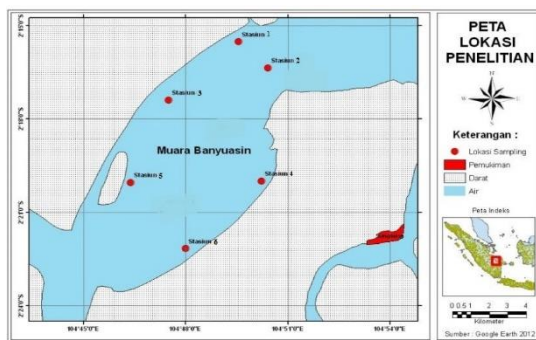
Logam berat ini selain mempengaruhi kualitas air sehingga mengakibatkan kondisi lingkungan tidak sesuai lagi dengan peruntukannya, juga akan berpengaruh pada sumberdaya hayati perairan, karena sifat logam berat yang akumulatif pada tubuh biota. Menurut Darmono (1995) akumulasi terjadi karena adanya proses absorpsi logam berat yang masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan dan saluran pencernaan. Proses ini semakin lama menyebabkan peningkatan logam berat dalam jaringan tubuh organisme perairan dan dapat menyebabkan kematian organisme tersebut.

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) di kolom perairan dan di sedimen di Perairan Muara Sungai Banyuasin, mengetahui apakah Perairan Muara Sungai Banyuasin sudah tercemar ataupun tidak berdasarkan baku mutu serta melihat hubungan kandungan logam berat Kadmium (Cd) dan Merkuri (Mg) di air dan sedimen

## **2. BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Agustus 2016 di perairan Muara

Sungai Banyuasin (Gambar 1). Penentuan stasiun pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling. Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada enam stasiun. Analisis data dan logam berat dilakukan di Laboratorium Oseanografi, Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Sriwijaya dan Laboratorium Pencemaran BARISTAND (Balai Riset dan Standardisasi) Industri Palembang.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan Muara Banyuasin

Pengambilan data lapangan yang dilakukan berupa data sampel air, sample sedimen serta beberapa parameter perairan meliputi : suhu, salinitas, pH, kekeruhan dan DO dilakukan pada semua titik stasiun pengamatan. Hasil pengukuran parameter perairan selanjutnya ditabulasi dan dianalisis untuk mengetahui kondisi ekologis perairan secara keseluruhan. Data penelitian ini didapatkan melalui tiga cara yaitu pengukuran parameter perairan, pengambilan sampel air dan sedimen, dan pengukuran konsentrasi logam berat di air dan sedimen yang dilakukan di laboratorium. Pengambilan sampel air untuk pengukuran kandungan logam berat dilakukan dalam dua kedalaman yaitu air permukaan dan air kedalaman lima meter. Prosedur untuk analisis kandungan logam berat Cd dan Hg di air

dan sedimen menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

**Analisis Data**

Analisis data penelitian dilakukan dengan cara deskriptif dengan melihat hasil pengukuran beberapa parameter perairan dan melihat hasil uji sampel logam berat pada air dengan membandingkan dengan baku mutu sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 24 tentang Baku Mutu Air Laut, sedangkan untuk kandungan logam berat pada sedimen dibandingkan dengan baku mutu konsentrasi logam berat dalam sedimen IADC/CEDA (1997).

Tabel 1. Kriteria baku mutu air laut untuk biota laut (mg/l)

Logam Berat	Kepmen LH No. 51 Tahun 2004
Kadmium (Cd)	0,001
Merkuri (Hg)	0,001

Tabel 2. Baku mutu konsentrasi logam berat dalam sedimen IADC/CEDA (1997) (mg/kg)

Logam Berat	Level target	Level limit	Level tes	Level intervensi	Level bahaya
Kadmium (Cd)	0,8	2	7,5	12	30
Merkuri (Hg)	0,3	0,5	1,6	10	15

Data untuk setiap parameter perairan akan ditabulasi dalam bentuk tabel dan data dari hasil pengukuran logam berat di air dan sedimen akan ditabulasi menggunakan software Microsoft Office Excel yang kemudian akan dideskripsikan melalui histogram yang terbentuk dari data yang telah diolah. Analisa korelasi kandungan logam berat di air dan sedimen juga dilakukan menggunakan software Microsoft Office Excel.

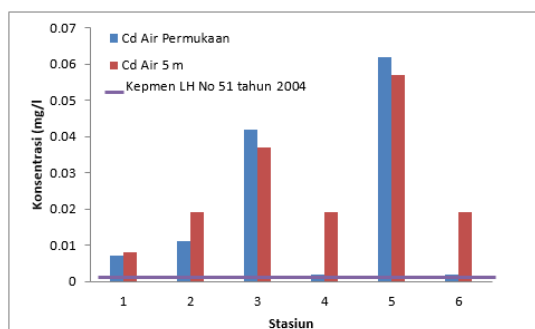
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN Fisika Kimia Perairan

Karakteristik fisika kimia perairan Muara Banyuasin dipengaruhi oleh kondisi pasang surut. Hasil pengukuran di lapangan menunjukkan nilai suhu perairan tersebut berkisar 32,9-34,5 °C. Untuk parameter yang lain seperti salinitas berkisar 9-12, pH dengan kisaran nilai 7,42-7,82, kekeruhan berkisar antara 4,16-14,87 NTU, dan DO berada pada kisaran nilai 4,30-6,70 mg/l. Nilai suhu, salinitas, dan pH perairan Muara Banyuasin mampu ditoleransi suatu biota laut. Nilai kekeruhan di Perairan Muara Sungai Banyuasin hanya satu stasiun yang masih memenuhi syarat baku mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 untuk kehidupan biota air laut. Sedangkan pada stasiun lainnya sudah melebihi baku mutu baku mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 sebesar < 5 NTU. Begitu juga halnya dengan DO, dimana DO perairan selama pengamatan dapat disimpulkan bahwa Perairan Muara Banyuasin berada di bawah baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yang bernilai diatas 5 mgO<sub>2</sub>/l. Hanya ada satu stasiun yang selama pengamatan menunjukkan nilai DO di atas 5 mgO<sub>2</sub>/l.

#### Konsentrasi kadmium di air dan sedimen

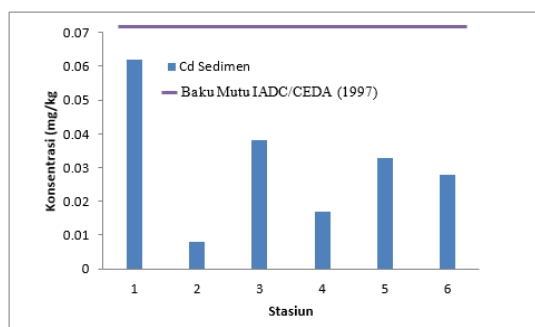
Hasil analisis konsentrasi logam berat kadmium di air dan sedimen Perairan Muara Sungai Banyuasin menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap waktu pengambilan contoh. Pengambilan contoh air dilakukan pada 2 kedalaman yaitu pada air permukaan dan air pada kedalaman 5 meter. Hasil analisis konsentrasi kadmium pada air permukaan di Perairan Muara Sungai Banyuasin berkisar antara 0,002-0,062 mg/l. Konsentrasi Kadmium tertinggi

ditemukan pada stasiun 5, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada stasiun 4 dan 6. Hasil analisis konsentrasi Kadmium pada air kedalaman 5 meter berkisar antara 0,008-0,057 mg/l. Nilai konsentrasi tertinggi ditemukan pada stasiun 5, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada stasiun 1. Nilai konsentrasi logam berat Kadmium pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi kadmium di kolom air selama penelitian

Demikian pula hasil analisis konsentrasi logam kadmium pada sedimen juga menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap waktu pengambilan contoh (Gambar 3). Konsentrasi kadmium di sedimen Perairan Muara Sungai Banyuasin berkisar antara 0,008-0,062 mg/l. Konsentrasi kadmium tertinggi ditemukan pada stasiun 1, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan di stasiun 2.



Gambar 3. Konsentrasi kadmium di sedimen selama penelitian

Konsentrasi kadmium cenderung menurun pada stasiun yang menuju ke arah laut. Hal ini sesuai seperti hasil penelitian Sanusi (2006) yang menyatakan bahwa konsentrasi logam berat cenderung menurun pada lokasi yang jauh dari daratan. Pada stasiun 5 cenderung memiliki nilai konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun lainnya. Hal ini disebabkan pada stasiun tersebut terletak dekat dengan muara yang memperoleh limpasan beban pencemaran cukup tinggi baik yang berasal dari limbah organik maupun limbah anorganik. Perairan Muara Sungai Banyuasin merupakan hilir dari Sungai Banyuasin yang disepanjang aliran sungai banyak terdapat industri. Industri tersebut membuang bahan pencemar yang masuk ke Perairan Muara Sungai Banyuasin.

Secara umum konsentrasi rata-rata konsentrasi logam berat kadmium di air setiap stasiun menunjukkan nilai yang telah melampaui baku mutu yang dikeluarkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004 sebesar 0,001 mg/l, sedangkan menurut standar EPA untuk logam kadmium kategori akut yang bernilai 0,043 mg/l, maka sebagian besar Perairan Muara Sungai Banyuasin masih berada di bawah standar nilai EPA.

Konsentrasi logam berat kadmium di sedimen secara umum jika dibandingkan dengan *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997) konsentrasi logam kadmium di sedimen pada Perairan Muara Sungai Banyuasin tergolong dalam level target karena nilai konsentrasinya lebih kecil dari baku mutu level target yakni < 0,8 mg/l. Nilai 2 mg/l merupakan batas yang masih dapat ditolerir bagi kesehatan manusia maupun ekosistem perairan. Demikian

pula jika dibandingkan dengan standar baku mutu EPA, dengan nilai baku mutu sebesar 1 mg/l, maka secara umum konsentrasi logam kadmium di sedimen masih berada dibawah baku mutu dan masih belum tercemar.

### **Konsentrasi Merkuri di Air dan Sedimen**

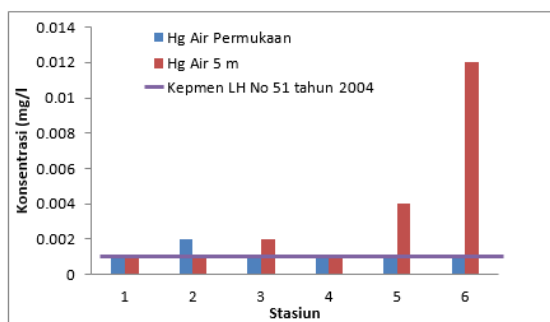
Merkuri (Hg) secara alami di perairan sangatlah sedikit. Merkuri berasal dari kegiatan gunung berapi, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah yang mengandung merkuri. Konsentrasi meningkat setelah manusia menggunakan merkuri sebagai bahan industri (Darmono 2001). Komponen merkuri banyak tersebar di karangkarang, tanah, udara, air, dan biota melalui proses-proses fisika, kimia dan biologi (Fardiaz 2006). Hasil analisis konsentrasi logam berat merkuri ada air di Perairan Muara Sungai Banyuasin menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap waktu pengambilan contoh.

Hasil analisis logam berat merkuri pada kolom air di Perairan Muara Sungai Banyuasin memiliki nilai konsentrasi yang rendah dibandingkan dengan logam berat kadmium dan timbal. Pada hasil pengamatan konsentrasi logam merkuri menunjukkan nilai yang cenderung stabil kecuali pada stasiun 6 pada contoh air kedalaman 5 meter (Gambar 4). Nilai konsentrasi logam berat merkuri pada air permukaan saat pengamatan berkisar antara <0,001-0,002 mg/l. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada stasiun 2. Sedangkan stasiun yang lain mempunyai nilai konsentrasi <0,001 mg/l.

Hasil analisis logam berat merkuri pada air kedalaman 5 meter di Perairan Muara Sungai Banyuasin memiliki nilai yang lebih variatif dibandingkan dengan konsentrasi merkuri di air permukaan.

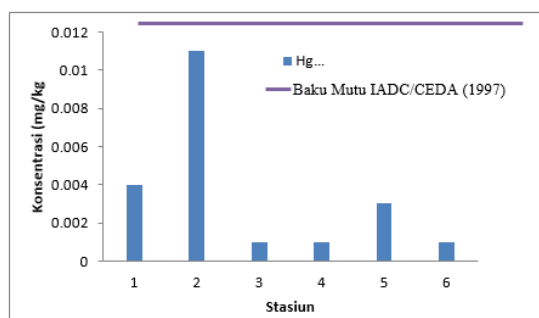
**Beta Susanto Baru**  
**Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd)**  
**dan Merkuri (Hg) pada Air dan Sedimen**  
**di Perairan Muara Sungai Banyuasin**

Nilai konsentrasi logam berat merkuri pada air kedalaman 5 meter saat pengamatan berkisar antara <0,001-0,012 mg/l. Nilai konsentrasi tertinggi ditemukan pada stasiun 6, sedangkan nilai terendah ditemukan pada stasiun 1,2 dan 4.



Gambar 4. Konsentrasi merkuri di kolom air selama penelitian

Berbeda dengan nilai konsentrasi merkuri di air, konsentrasi merkuri pada sedimen Perairan Muara Sungai Banyuasin menunjukkan nilai konsentrasi yang cukup tinggi dan nilainya bervariasi. Hasil analisis menunjukkan nilai konsentrasi logam berat merkuri di sedimen berkisar antara <0,001-0,011 mg/l. Nilai konsentrasi merkuri tertinggi ditemukan pada stasiun 2, sedangkan nilai terendah ditemukan pada stasiun 2, 3, dan 4.



Gambar 5. Konsentrasi merkuri di sedimen selama penelitian

Jika hasil penelitian merkuri di air ini dibandingkan dengan baku mutu

yang dikeluarkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004 yaitu 0,001 mg/l, maka konsentrasi logam merkuri terdapat beberapa stasiun yang berada di atas baku mutu tersebut. Stasiun yang mengalami pencemaran logam berat yang melampaui baku mutu tersebut terdapat pada Stasiun 2 (air permukaan), Stasiun 3, 5, dan 6 (air kedalaman 5 meter). Jika dibandingkan dengan baku mutu EPA yang bernilai 0,0021 mg/l, maka konsentrasi logam berat Merkuri di stasiun pengamatan masih berada dibawah baku mutu. Sehingga dapat dikatakan bahwa, berdasarkan parameter konsentrasi logam berat merkuri di air, Perairan Muara Sungai Banyuasin tergolong sudah mulai tercemar logam merkuri namun masih mendukung untuk biota perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Goldwater dan Clarkson (1972) dalam Sanusi (2006) yang menyatakan bahwa suatu perairan yang mengandung 0,00009-0,0028 mg/l, masih tergolong dalam kondisi alami dan belum tercemar.

Konsentrasi logam berat kadmium di sedimen secara umum jika dibandingkan dengan *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997) pada Perairan Muara Sungai Banyuasin tergolong dalam level target karena nilai konsentrasinya lebih kecil dari baku mutu level target yakni < 0,3 mg/l. Nilai 0,5 mg/l merupakan batas yang masih dapat ditolerir bagi kesehatan manusia maupun ekosistem perairan. Demikian pula jika dibandingkan dengan standar baku mutu EPA, dengan nilai baku mutu sebesar 0,2 mg/l, maka secara umum konsentrasi logam kadmium di sedimen masih berada dibawah baku mutu dan masih belum tercemar.

**Korelasi Logam Berat antara di Air dan di Sedimen**

Korelasi konsentrasi logam berat di air dengan sedimen di Perairan Muara Sungai Banyuasin memiliki nilai yang bervariasi pada setiap jenis logam berat. Nilai korelasi pada logam berat kadmium di air permukaan dan air kedalaman 5 meter dengan di sedimen memiliki nilai korelasi masing masing 0,0211 dan 0,0071. (Tabel 3). Ini menyatakan bahwa antara konsentrasi logam berat kadmium di air dengan di sedimen tidak memiliki hubungan yang erat.

Tabel 3. Nilai korelasi antara konsentrasi kadmium pada air dengan sedimen

Parameter	Cd Air Permukaan	Cd Air 5 meter	Cd Sedimen
Cd Air Permukaan	1,000	0,8966	0,0211
Cd Air 5 meter	0,8966	1,000	0,0071
Cd Sedimen	0,0211	0,0071	1,000

Nilai korelasi logam berat merkuri di air permukaan dan air kedalaman 5 meter dengan di sedimen memiliki nilai korelasi masing masing 0,894 dan -0,3369. (Tabel 4). Ini menyatakan bahwa antara konsentrasi logam berat merkuri di air permukaan dengan di sedimen memiliki hubungan yang erat. Sedangkan korelasi antara konsentrasi logam berat merkuri di air kedalaman 5 meter dengan di sedimen tidak memiliki hubungan yang erat

Tabel 4. Nilai korelasi antara konsentrasi merkuri pada air dengan sedimen

Parameter	Hg Air Permukaan	Hg Air 5 meter	Hg Sedimen
Hg Air Permukaan	1,00	0,082	0,894
Hg Air 5 meter	0,082	1,00	-0,3369
Hg Sedimen	0,894	-0,3369	1,00

**4. KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat kadmium pada air permukaan di Perairan Muara Sungai Banyuasin memiliki kisaran sebesar 0,002-0,062 mg/l, konsentrasi logam berat kadmium pada air kedalaman 5 meter memiliki kisaran rata-rata sebesar 0,008-0,057 mg/l. Hasil pengukuran konsentrasi merkuri pada air permukaan memiliki kisaran rata-rata sebesar <0,001-0,002 mg/l, sedangkan konsentrasi merkuri pada air kedalaman 5 meter berkisar <0,001-0,012 mg/l . Konsentrasi kadmium pada kolom air telah melebihi baku mutu yang dikeluarkan oleh KepMen LH No 51 tahun 2004 untuk biota perairan. Sedangkan konsentrasi merkuri di beberapa stasiun juga telah berada di atas baku mutu oleh KepMen LH No 51 tahun 2004.

Nilai konsentrasi logam berat kadmium di sedimen memiliki kisaran 0,008-0,062 mg/l. Sedangkan merkuri di sedimen memiliki kisaran <0,001-0,011 mg/l. Kisaran nilai kadmium dan merkuri di sedimen berdasarkan *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997) tergolong dalam level target dan tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan. Korelasi antara konsentrasi logam berat di air dengan di sedimen memiliki korelasi yang positif untuk logam kadmium dan merkuri. Nilai korelasi logam berat kadmium antara air permukaan dan air kedalaman 5 meter dengan sedimen tidak erat dengan nilai masing-masing 0,0211 dan 0,0071, sedangkan nilai logam berat merkuri antara air permukaan dengan sedimen memiliki korelasi yang erat dengan nilai 0,894.

**Beta Susanto Baru**  
**Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd)**  
**dan Merkuri (Hg) pada Air dan Sedimen**  
**di Perairan Muara Sungai Banyuasin**

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI-Press.
- Fardiaz S. 2005. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- IADC/CEDA Staff. 1997. *Environmental Aspects of Dredging: 2a. Convention, Codes, and Conditions: Marine Disposal*. Netherlands: International Association of Dredging Companies.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*. Jakarta: Kemen-LH.
- Sanusi H. 2006. *Kimia Laut: Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dalam Lingkungan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Syarifudin A. 2012. *Kajian sediment transport sungai banyuasin sebagai alur rencana pelabuhan samudera tanjung api-api*. [http://blog.binadarma.ac.id/achmad\\_syarifudin/Transpor+Sedimen.html](http://blog.binadarma.ac.id/achmad_syarifudin/Transpor+Sedimen.html) [27 Oktober 2016].