

KONTAMINASI LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN KADMIUM (CD) PADA SEDIMEN ESTUARI BATURUSA, KOTA PANGKALPINANG

CONTAMINATION OF HEAVY METALS OF LEAD (PB) AND CADMIUM (CD) IN ESTUARY SEDIMENTS OF THE BATURUSA RIVER, PANGKALPINANG CITY

Maulinda Huzairiah*, Mohammad Agung Nugraha dan Aditya Pamungkas

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Gedung Teladan, Bangka,
Kepulauan Bangka Belitung, 33172 Indonesia
Email: maulindahuzairiah99@gmail.com

ABSTRAK

Daerah aliran Sungai Baturusa terdapat kegiatan pertambangan, perikanan, industri, dan tempat berlabuh kapal. Kegiatan yang dilaksanakan baik itu langsung maupun tidak langsung di aliran sungai mampu memicu potensi terjadinya pencemaran. Logam berat merupakan bahan pencemar berbahaya yang jika terdapat dalam jumlah besar karena mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan, baik secara biologis maupun ekologi. Penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb dan Cd serta tingkat kontaminasi logam Pb dan Cd (*CF*/ faktor kontaminasi, *I-Geo*/ Indeks Geoakumulasi) *EF*/ Faktor Pengayaan) pada sedimen Estuari Sungai Baturusa, Kota Pangkalpinang. Logam berat dianalisis dengan metode SSA. Konsentrasi logam Pb dan Cd pada sedimen Estuari Sungai Baturusa belum melampaui rentang batas berdasarkan baku mutu yang ditentukan dalam *ISQG* dan *PEL CCME 2002*. Nilai faktor kontaminasi (*CF*) logam berat Pb yang ditemukan pada sedimen Estuari Baturusa berkisar 0,00029–0,00042 ($CF < 1$) dan logam berat Cd berkisar 0,433–1,900 ($CF < 1$ hingga $1 < CF < 3$). Nilai indeks geoakumulasi (*I-Geo*) -3,693 hingga -3,176 ($I-Geo < 0$). Nilai faktor pengkayaan (*EF*) logam berat Pb pada sedimen Baturusa berkisar antara 0,034–0,054 yang menunjukkan tidak ada input antropogenik logam berat Pb ($EF < 2$) tetapi masukan logam berat Pb utamanya berasal dari pelapukan alami atau proses alami. Untuk faktor pengkayaan (*EF*) logam berat Cd berkisar antara 64,847–285,527 yang menunjukkan adanya pengaruh masukan antropogenik dengan tingkat pengkayaan yang tinggi ($EF > 40$).

Kata kunci : sedimen, logam berat, baturusa, kontaminasi

ABSTRACT

The Baturusa River watershed has mining, fishing, industrial, and ship berthing activities. Activities carried out either directly or indirectly in the river can trigger the potential for pollution. Heavy metals are hazardous pollutants which, if present in large quantities, affect various aspects of the waters, both biologically and ecologically. The aim of this study was to determine the concentration of heavy metals Pb and Cd as well as the level of metal contamination of Pb and Cd (*CF*/ contamination factor, *I-Geo*/ Geoaccumulation Index) *EF*/ Enrichment factor) in the sediments of the Baturusa River Estuary, Pangkalpinang City. Heavy metals were analyzed by the AAS method. The concentration of Pb and Cd in the Baturusa River Estuary sediment has not exceeded the limit range based on the quality standards specified in the *ISQG* and *PEL CCME 2002*. The value of the heavy metal contamination factor (*CF*) of Pb found in the Baturusa Estuary sediment ranged from 0.00029–0.00042 ($CF < 1$) and heavy metal Cd ranged from 0.433–1.900 ($CF < 1$ to $1 < CF < 3$). Geoaccumulation index value (*I-Geo*) -3.693 to -3.176 ($I-Geo < 0$). The value of the enrichment factor (*EF*) of heavy metal Pb in Baturusa sediments ranged from 0.034–0.054 which indicated that there was no anthropogenic input of heavy metal Pb ($EF < 2$) but the input of heavy metal Pb mainly came from natural weathering or natural processes. The enrichment factor (*EF*) of heavy metal Cd ranged from 64.847–285.527 which indicated the influence of anthropogenic input with a high level of enrichment ($EF > 40$).

Keywords : sediment, heavy metals, baturusa, contamination

PENDAHULUAN

Sungai Baturusa adalah sungai yang berperan sebagai lintas Kabupaten Bangka dengan Kota Pangkalpinang yang terdapat di Kabupaten Bangka. Panjang Sungai Baturusa 31,25 km, dengan lebar bagian hulu 5,2 m dan bagian hilir 200 m. Daerah aliran Sungai Baturusa terdapat beberapa kegiatan manusia, meliputi kegiatan pertambangan, perikanan, industri, dan tempat berlabuh kapal (Mentari et al. 2017). Kegiatan yang dilaksanakan baik itu langsung maupun tidak langsung di aliran sungai mampu memicu potensi terjadinya pencemaran (Zulfikri 2016).

Kegiatan manusia di aliran Sungai Baturusa berpotensi dalam memproduksi limbah padat (sampah) dan limbah cair. Kegiatan manusia dan industri yang berada di sekitar perairan Sungai Baturusa memproduksi limbah industri yang mengalir menuju ke perairan, diikuti juga oleh beragam macam limbah domestik meliputi limbah rumah tangga dan limbah dari tambak yang dibuang ke dalam sungai, dan mengakibatkan wilayah perairan semakin tercemar (Mentari et al. 2017).

Pengaruh dari adanya limbah menimbulkan terjadinya kontaminasi (pencemaran) oleh logam berat. Salah satu tipe dari zat polutan lingkungan yang sangat sering ditemukan dalam perairan ialah logam berat yang tidak mampu dimusnahkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan kemudian tertimbun ke lingkungan (Mohiuddin et al. 2011). Hal tersebut menyebabkan logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya. Menurut Wulan et al. (2013), pencemaran logam berat yang masuk ke lingkungan perairan sungai akan bercampur dalam air, yang kemudian akan tertimbun dalam sedimen serta meningkat secara terus menerus sesuai dengan kondisi lingkungan perairan tersebut.

Menurut Rochyatun et al. (2006), logam berat memiliki sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan kemudian terakumulasi dalam sedimen. Sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air logam berat yang pada awalnya terlarut di dalam air sungai diresap oleh partikel halus (*suspended solid*) dan kemudian terbawa ke menuju muara sungai oleh aliran air sungai. Arus pasang surut dan air sungai bertemu di muara sungai akan menyebabkan partikel halus tersebut mengendap di dasar perairan. Kapasitas logam berat pada sedimen di sekitar Muara

sungai dapat dijadikan sebagai indeks tingkat pencemaran suatu lingkungan (Palar 2004). Melihat karakteristik logam berat Pb dan Cd yang bersifat toksik terhadap biota laut, perlu dilaksanakan penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb dan Cd serta tingkat kontaminasi logam berat Pb dan Cd (*CF*/ faktor kontaminasi, *I-Geo*/ Indeks Geoakumulasi) *EF*/ Faktor Pengayaan) pada sedimen Estuari Sungai Baturusa, Kota Pangkalpinang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilaksanakan di bulan Februari 2021 bertempat di Estuari Sungai Baturusa, Kota Pangkalpinang. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 (lima) stasiun dan masing-masing stasiun dilakukan sebanyak 3 kali ulangan kemudian dikomposit (Istiqomah et al. 2014). Metode yang diterapkan dalam pemilihan lokasi pengambilan sampel, mengaplikasikan metode *purposive random sampling* yaitu berlandaskan oleh situasi lingkungan dan eksistensi sumber bahan pencemar (Hidayati et al. 2014). Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengambilan sampel sedimen menggunakan *grab sampler*. Sampel sedimen diambil 500 gram kemudian sampel sedimen dimasukkan ke dalam plastik sampel. Pengambilan sedimen dilakukan sesuai dengan metode yang digunakan Hutagalung et al. (1997). Selanjutnya sampel sedimen dimasukkan ke dalam *cold box*. Dilaboratorium sampel sedimen dipindahkan ke dalam *freezer* sebelum dianalisis lebih lanjut (Ahmad 2013). Analisis laboratorium Pb dan Cd menggunakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA).

Analisis kontaminasi logam berat

Kadar rerata *C Background* (alam) logam berat Pb (Timbal) yaitu 20 ppm sedangkan *C Background* Cd (Kadmium) 0,3 ppm (Odat & Alshammari 2011). *C Background* logam berat Fe mengacu kepada Turekian & Wedepohl (1961) dengan konsentrasi 47200 ppm. Parameter-parameter yang diaplikasikan dalam analisis data penelitian ini meliputi Faktor Kontaminasi (*CF*), Indeks Geoakumulasi (*I-Geo*) dan *Enrichment Factors* (*EF*).

Faktor Kontaminasi (*CF*) diaplikasikan untuk merumuskan proses kontaminasi yang diberikan bahan racun yang membahayakan

lingkungan, kemudian persamaannya dijabarkan di bawah ini (Yona et al. 2018) :

$$CF = CX/C_{background} (Bn)$$

Keterangan : CX = konsentrasi logam X dalam sampel sedimen yang diteliti; *Cbackground* (Bn) = konsentrasi rerata normal logam X di alam

Indeks Geoakumulasi (*I-Geo*) mampu memaparkan pengkayaan konsentrasi logam berat di atas *baseline level* atau tingkatan nilai dasar. Berdasarkan Ahmad (2013), formulasi yang digunakan untuk menghitung Indeks Geoakumulasi (*I-Geo*) dijabarkan sebagai berikut:

$$I-Geo = \log_2(CX/(1,5 C_{background} (Bn)))$$

Keterangan : CX = konsentrasi logam X dalam sampel sedimen yang diteliti; *Cbackground* (Bn) = konsentrasi rerata normal logam X di alam. Konstanta = 1,5

Faktor Pengkayaan (EF) dihitung berdasarkan rumus berikut (Mulyaningsih et al. 2015):

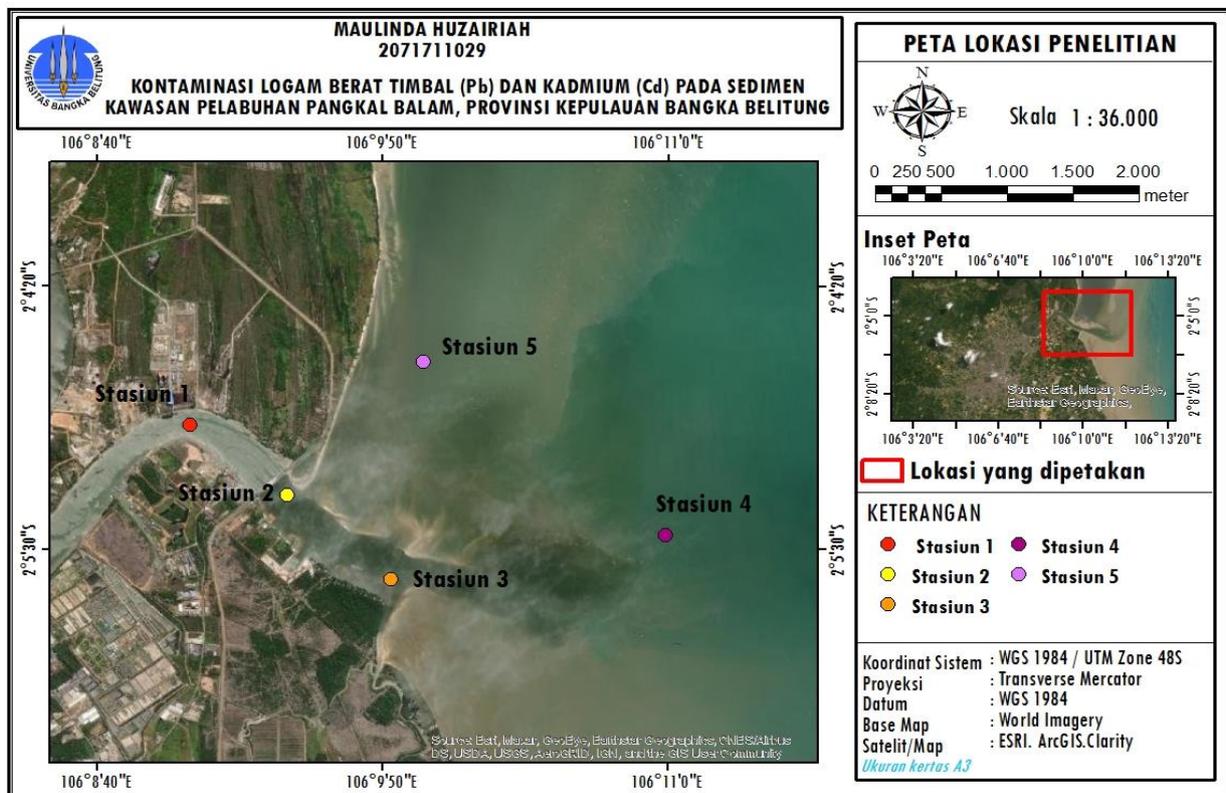
$$EF = \frac{C(n)/C(ref)_{sampel}}{B(n)/ B(ref)}$$

Keterangan : C(n) = konsentrasi logam sampel terukur; C(s) = konsentrasi *reference sample* terukur; B(n) = konsentrasi logam *background (earth crust)*; B(ref) = konsentrasi *reference sample background (earth crust)*.

Untuk melihat kriteria tingkat pencemaran dan kontaminasi logam berat dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis distribusi spasial logam berat

Analisis distribusi logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) menggunakan perangkat lunak Arcgis 10.7 dengan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*. Nilai hasil konsentrasi logam berat, faktor kontaminasi, indeks geoakumulasi dan faktor pengkayaan diinput ke dalam perangkat lunak Arcgis 10.7, selanjutnya dilakukan analisis interpolasi dengan metode *Inverse Distance Weighted*. Kemudian dilakukan proses klasifikasi warna gelap hingga warna terang berdasarkan nilai dari konsentrasi logam berat, faktor kontaminasi, indeks geoakumulasi dan faktor pengkayaan pada sedimen di muara sungai Baturusa.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Estuari Sungai Baturusa

Tabel 1. Kriteria tingkat pencemaran dan kontaminasi

Faktor Kontaminasi (CF)	Indeks Geoakumulasi (I-Geo)	Enrichment Factors (EF)
CF < 1 Tingkat kontaminasi rendah	I-Geo < 0 Tidak tercemar	EF < 2 Kurang-pengkayaan minimal (<i>Less L</i>)
1 < CF < 3 Tingkat kontaminasi sedang	0 < I-Geo < 1 Tercemar ringan	EF 2 – 5 Pengkayaan sedang (<i>moderate</i>)
3 < CF < 6 Tingkat kontaminasi cukup	1 < I-Geo < 2 Tercemar sedang	EF 5 – 20 Pengkayaan cukup (<i>significant</i>)
CF > 6 Tingkat kontaminasi tingkat sedang	2 < I-Geo < 3 Tercemar cukup parah	EF 20 – 40 Pengkayaan tinggi (<i>very high</i>)
6 – 8 Tercemar sangat parah	I-Geo > 5 Tercemar sangat luar biasa parah	EF > 40 Pengkayaan sangat tinggi (<i>extremely high</i>)
8 – 10 Tercemar luar biasa parah		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi logam berat Pb pada sedimen

Hasil analisis logam berat Pb pada sedimen Estuari Sungai Baturusa berkisar antara 0,0058-0,0083 mg/kg. Konsentrasi logam berat Pb tertinggi ditemukan di stasiun 3 dengan nilai 0,0083 mg/kg sedangkan konsentrasi logam berat Pb terendah ditemukan di stasiun 2 dengan nilai 0,0058 mg/kg. Distribusi konsentrasi logam berat Pb pada sedimen dapat dilihat pada Gambar 2.

Stasiun 3 memiliki nilai konsentrasi logam berat Pb pada sedimen tertinggi karena diduga daerah tersebut merupakan daerah vegetasi *mangrove* dan kemungkinan adanya pengaruh dari kegiatan industri di daerah aliran sungai Baturusa sehingga menimbulkan cemaran logam berat di stasiun ini lebih tinggi dari stasiun lainnya. Setiawan (2013) menyatakan bahwa keberadaan vegetasi *mangrove* seharusnya memberikan korelasi positif terhadap nilai cemaran logam Pb pada sedimen. Hasil analisis kontaminasi logam berat pada sedimen Estuari Sungai Baturusa, membuktikan nilai cemaran di stasiun 3 lebih tinggi dari stasiun lainnya. Peristiwa ini diakibatkan oleh proses akumulasi logam Pb pada sedimen sekitar *mangrove* secara terus menerus dalam waktu yang lama. Nilai konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang lebih tinggi di lokasi vegetasi *mangrove* juga ditemukan pada studi yang dilakukan oleh Rizkiana et al. (2017) di area pelabuhan nelayan Gampong Deah Glumpang, Kota Banda Aceh.

Konsentrasi logam berat Pb pada sedimen muara Sungai Baturusa berada dibawah rentang batas yang ditentukan dalam ISQG (*Interim Sediment Quality*

Guidelines) dan PEL (*Probable Effect Level*) CCME (*Canadian Council of Ministry Environment*) 2002 yaitu 30,2 mg/kg dan 112 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa limbah kegiatan lahan atas seperti industri dan penambangan yang bermuara pada Estuari Sungai Baturusa diduga memberikan kontribusi yang rendah terhadap konsentrasi logam berat Pb pada sedimen.

Konsentrasi logam berat Cd pada sedimen

Hasil analisis terhadap logam berat Cd pada sedimen membuktikan bahwa konsentrasi logam berat Cd tertinggi ditemukan di stasiun 1 dan stasiun 2 dengan nilai 0,57 mg/kg, sedangkan nilai konsentrasi logam berat Cd terendah ditemukan di stasiun 5 dengan nilai 0,13 mg/kg. Konsentrasi logam berat Cd di Muara Sungai Baturusa berkisar 0,13-0,57 mg/kg. Distribusi konsentrasi logam berat Cd dapat dilihat pada Gambar 3.

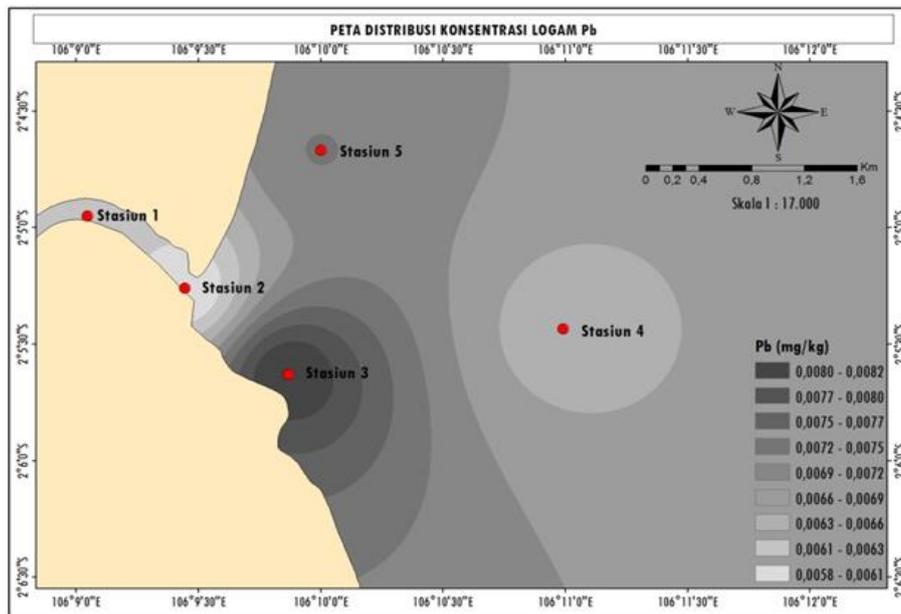
Tingginya nilai konsentrasi logam berat Cd di sedimen stasiun 1 dan stasiun 2 karena diduga pada stasiun 1 merupakan daerah dermaga PT. PLTU. Menurut Robi et al. (2021), bahan bakar PLTU memanfaatkan batu bara sebagai sumber energi di mana probabilitas kontaminasi batu bara ke perairan lumayan tinggi. Peristiwa ini akan berpengaruh dalam produksi suplai bahan pencemar yakni logam berat. Stasiun 2 merupakan daerah mulut Muara Sungai Baturusa. Jaibet (2007) menyatakan bahwa pada umumnya muara Sungai mengalami proses sedimentasi, di mana logam yang sulit larut terjadi proses pengenceran yang berada di kolom air yang lambat laun mengalami penurunan menuju dasar, mengendap dalam sedimen dan sebagian akan masuk dalam sistem aliran sungai akan mengalir ke laut. 90% logam

berat yang mengontaminasi lingkungan perairan akan mengendap di dalam sedimen (Amin et al. 2009). Konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada sedimen secara umum jika dibandingkan dengan CCME 2002, masih berada dibawah ambang batas (ISQG=0,7 mg/kg; PEL = 4,2 mg/kg).

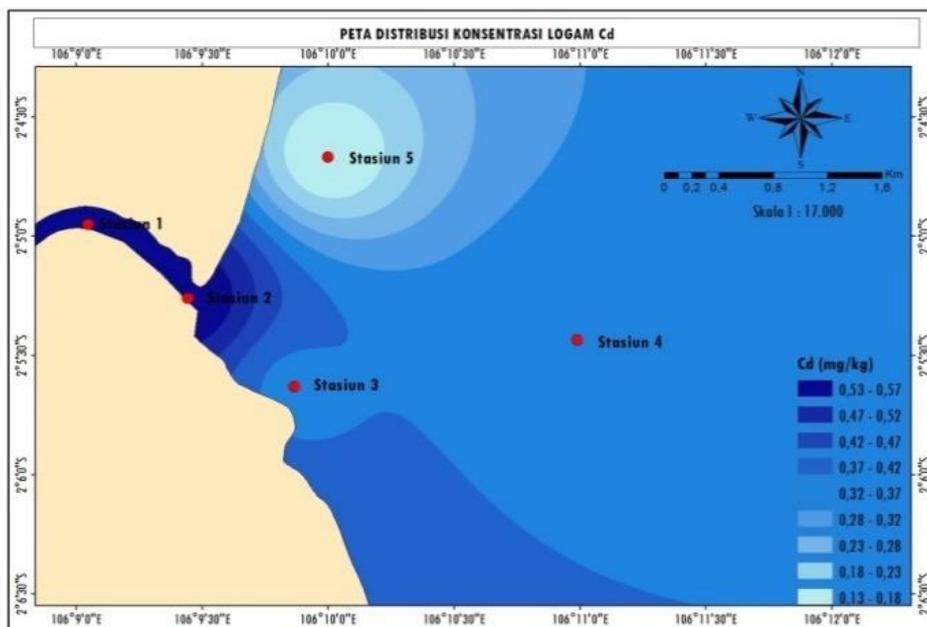
Faktor kontaminasi (CF) logam berat pada sedimen

Hasil analisis faktor kontaminasi (CF) logam berat Pb pada Sedimen Estuari Sungai Baturusa membuktikan nilai CF berkisar

antara 0,00029-0,00042. Nilai faktor kontaminasi logam berat Pb tertinggi ditemukan di stasiun 3 dengan nilai 0,00042 sedangkan yang terendah ditemukan di stasiun 2 dengan nilai 0,00029. Hasil faktor kontaminasi logam berat Cd membuktikan bahwa kadar tertinggi ditemukan di stasiun 1 dan stasiun 2 dengan nilai 1,900 sedangkan kadar terendah ditemukan di stasiun 5 dengan nilai 0,433. Kisaran nilai faktor kontaminasi logam berat Cd 0,433-1,900. Distribusi faktor kontaminasi logam berat Pb dan Cd dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 2. Distribusi konsentrasi logam berat Pb pada sedimen

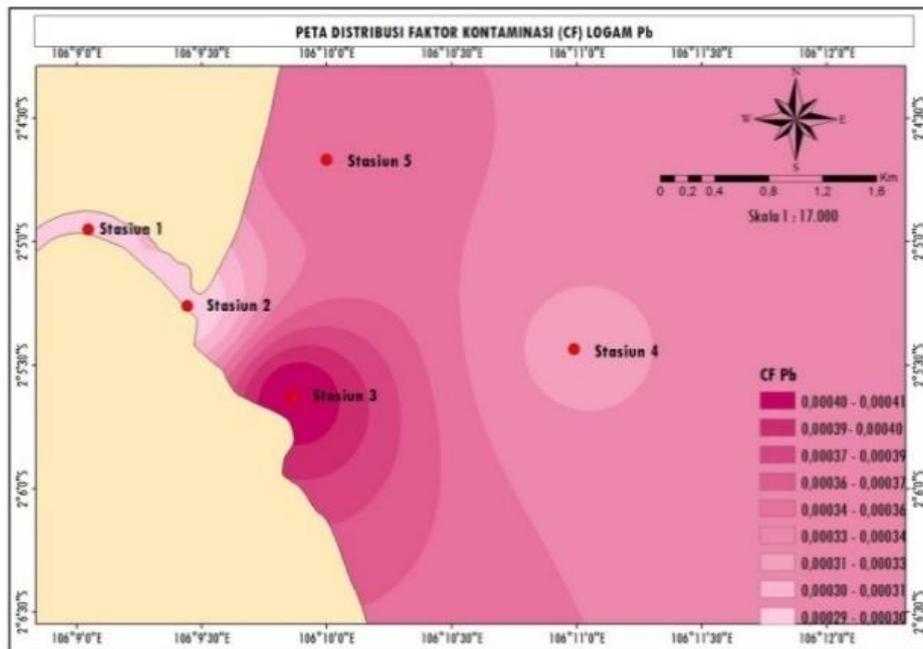


Gambar 3. Distribusi konsentrasi logam berat Cd pada sedimen

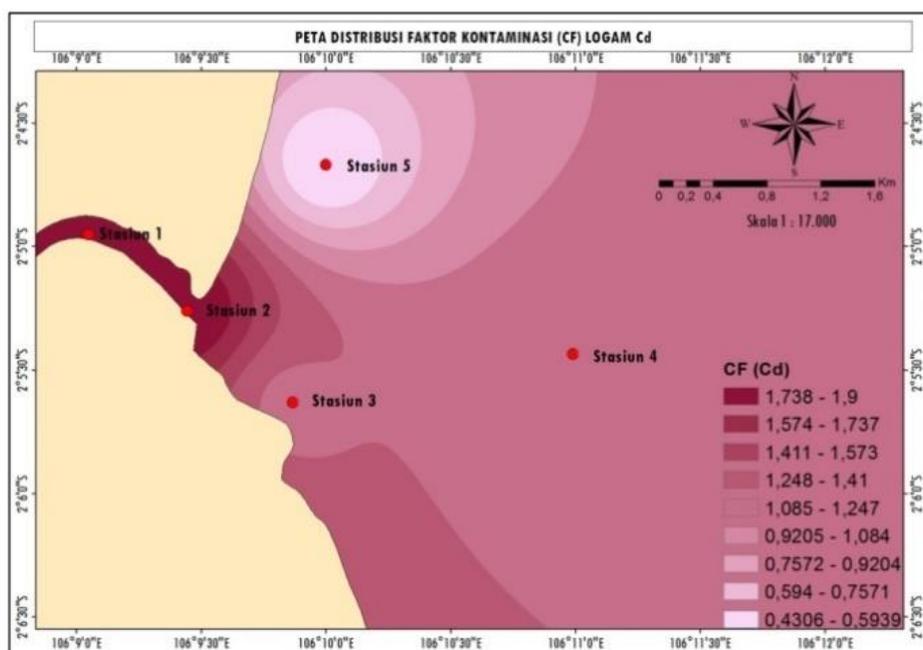
Nilai CF logam Pb yang didapatkan menunjukkan, lokasi penelitian memiliki $CF < 1$ yaitu antara 0,00029-0,00042 yang artinya stasiun penelitian tersebut memiliki tingkat kontaminasi yang rendah (Yona et al. 2018). Hal ini membuktikan bahwa kondisi sedimen perairan Estuari Sungai Baturusa masih dalam kondisi baik. Rendahnya kontaminasi logam berat Pb pada sedimen juga di temukan pada hasil studi yang dilakukan oleh Noor et al. (2021) di Pesisir Kota Makassar, Ignacius et al. (2018) di Pesisir

Teluk Ambon Dalam, Yona et al. (2018) di Sepanjang Pantai Barat Perairan Selat Bali.

Selanjutnya, nilai CF logam Cd yang didapatkan dengan mengacu pada kriteria nilai faktor kontaminasi, stasiun 1 sampai dengan stasiun 4 memiliki $1 < CF < 3$ yaitu antara 1,167-1,900 yang artinya lokasi tersebut telah terkontaminasi logam Cd dengan tingkat kontaminasi sedang. Untuk stasiun 5 memiliki $CF < 1$ yaitu 0,43333, yang artinya tingkat kontaminasi Cd pada stasiun 5 rendah (Ahmad 2013; Yona et al. 2018).



Gambar 4. Distribusi faktor kontaminasi logam berat Pb pada sedimen



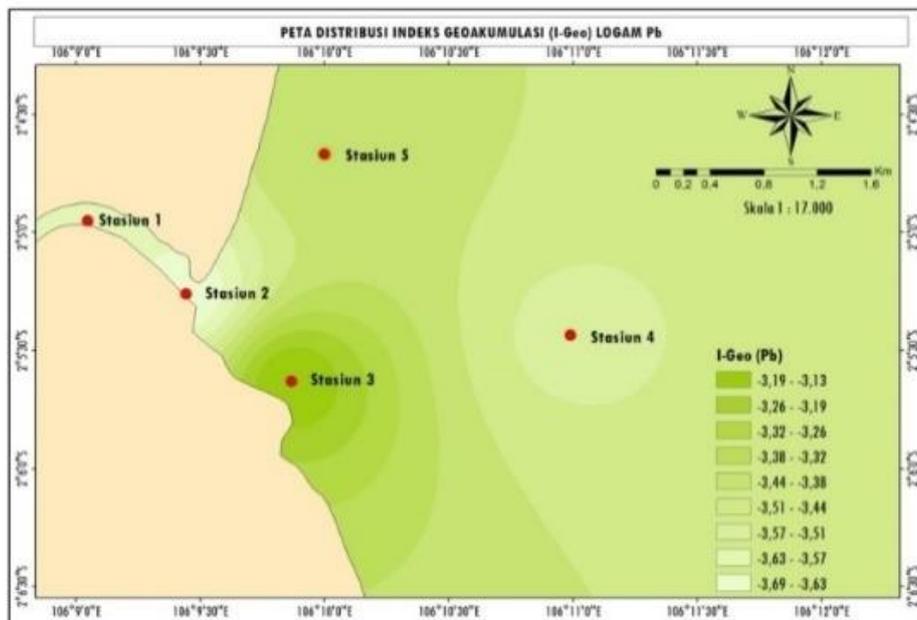
Gambar 5. Distribusi faktor kontaminasi logam berat Cd pada sedimen

Indeks geoakumulasi (I-Geo) logam berat pada sedimen

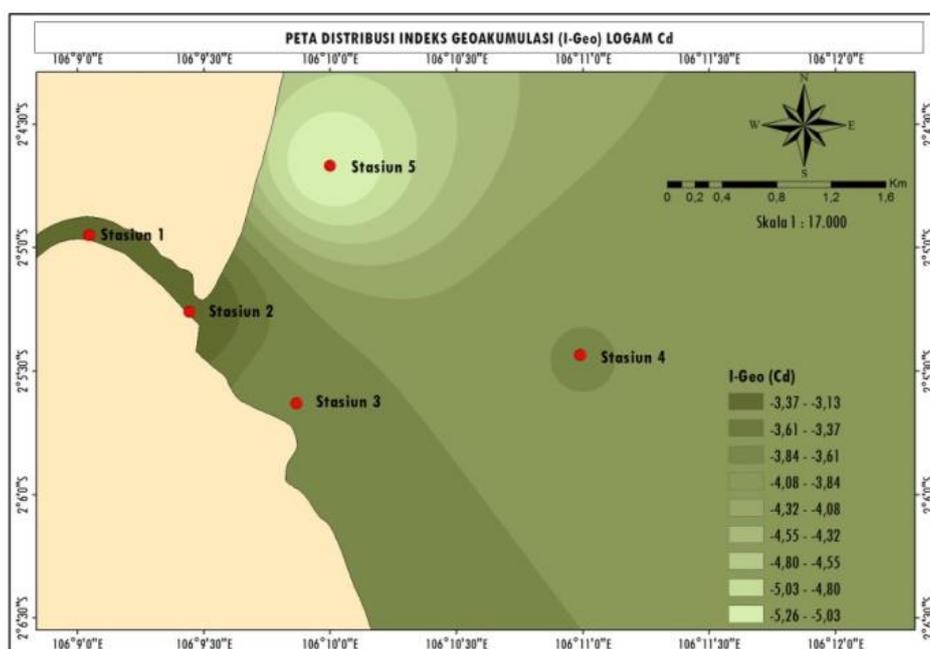
Hasil analisis indeks geoakumulasi (I-Geo) logam berat pada sedimen Estuari Sungai Baturusa menunjukkan bahwa kisaran logam berat Pb -3,693 hingga -3,176 dengan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu -3,176 sedangkan nilai terendah terdapat pada stasiun 2 dengan nilai -3,693. Nilai indeks geoakumulasi logam berat Cd berkisar antara -5,265 sampai dengan -3,133, nilai tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan stasiun 2 dengan nilai -3,133 sedangkan nilai terendah ditemukan di stasiun 5 dengan nilai -5,265. Distribusi indeks geoakumulasi logam berat Pb

dan Cd ditampilkan di Gambar 6 dan Gambar 7.

Indeks geoakumulasi logam berat Pb dan Cd yang rendah atau tidak ada polusi ($I-Geo < 0$) membuktikan konsentrasi yang hampir sama dengan konsentrasi alamnya atau hampir tidak ada kontaminasi logam berat di daerah observasi (Yona et al. 2018). Nilai indeks geoakumulasi logam berat rendah ($I-Geo < 0$) juga ditemukan di pesisir Teluk Ambon Dalam (Ignacius et al. 2018), Pantai Barat Perairan Selat Bali, Banyuwangi (Yona et al. 2018), Perairan Pulau Bangka (Ahmad 2013), Sungai Cimadur, Banten (Mulyaningsih & Suprpti 2015).



Gambar 6. Distribusi indeks geoakumulasi logam berat Pb pada sedimen



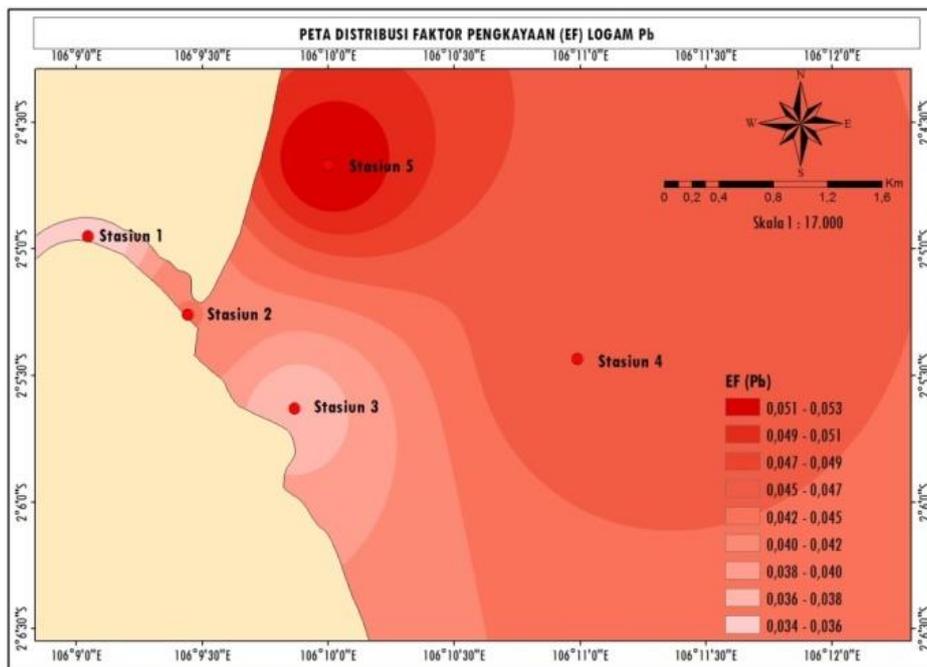
Gambar 7. Distribusi indeks geoakumulasi logam berat Cd pada sedimen

Faktor Pengkayaan (EF) logam berat pada sedimen

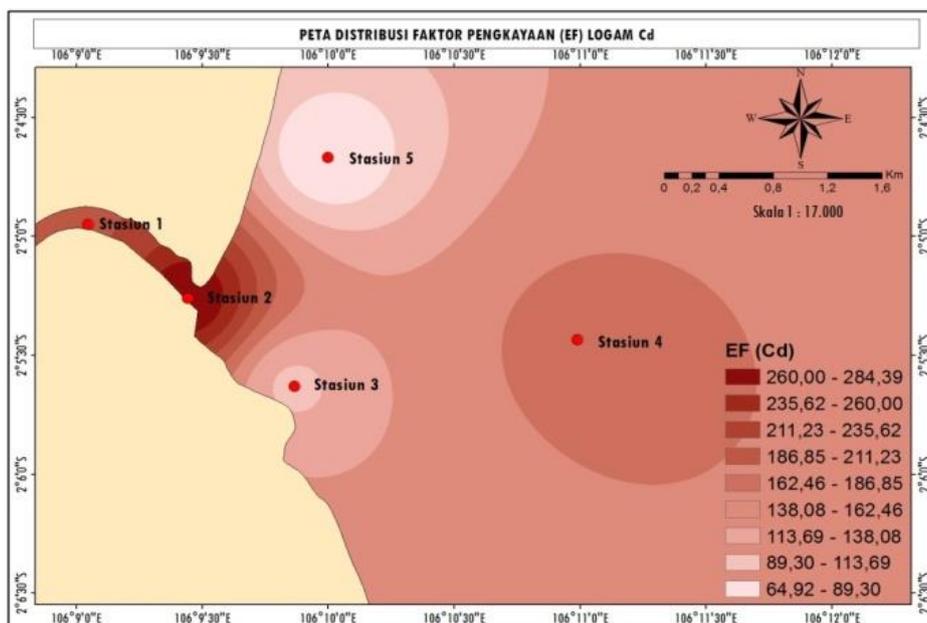
Hasil kajian faktor pengkayaan (EF) logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sedimen Estuari Sungai Baturusa didapatkan kadar logam berat Pb berkisar 0,034-0,054, dengan nilai tertinggi ditemukan di stasiun 5 yaitu 0,054 sedangkan nilai terendah ditemukan di stasiun 1 dengan nilai 0,0034. Nilai logam berat Cd tertinggi ditemukan di stasiun 2 dengan nilai 284,527 sedangkan nilai terendah ditemukan di stasiun

5 yaitu 64,847. Kisaran nilai faktor pengkayaan (EF) logam berat Cd 64,847-284,527. Distribusi faktor pengkayaan logam berat Pb dan Cd ditemukan di Gambar 8 dan Gambar 9.

Nilai logam berat Pb yang ditemukan berturut-turut 0,034, 0,043, 0,037, 0,047 dan 0,054. Nilai yang diperoleh membuktikan bahwa hampir tidak ada *input* antropogenik untuk logam berat Pb karena nilai $EF < 2$ (Yona et al. 2018). Nilai yang diperoleh menunjukkan adanya masukan logam berat dari proses alami atau pelapukan alami.



Gambar 8. Distribusi faktor pengkayaan (EF) logam berat Pb pada sedimen



Gambar 9. Distribusi faktor pengkayaan (EF) logam berat Cd pada sedimen

Nilai logam berat Cd yang ditemukan di setiap stasiun berturut 209,469, 284,527, 108,054, 169,067 dan 64,847. Nilai tersebut membuktikan bahwa sedimen distasiun pengambilan sampel mendapat masukan/input antropogenik dengan tingkat pengkayaan yang tinggi (*extremely high*). Kriteria nilai faktor pengkayaan mengacu pada Yona et al. (2018) apabila nilai $EF > 40$ artinya sedimen mendapat masukan antropogenik dengan tingkat pengayaan tinggi. Menurut Hidayati et al. (2014), semakin tinggi nilai faktor pengkayaan (*EF*) membuktikan bahwa semakin tinggi pula keterlibatan masukan antropogeniknya. Penerapan *background value* Fe yang berlebihan jika dibandingkan dengan konsentrasi Fe pada sampel di kawasan observasi dapat mempengaruhi tingginya nilai *EF* (Hidayati et al. 2014).

Parameter fisika-kimia perairan

Hasil pengukuran suhu yang diperoleh berkisar antara 28-31°C (Tabel 2). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lampiran VIII-Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut), rentang suhu pada masing-masing stasiun pengambilan sampel masih dalam rentang nilai ambang batas/ alami (coral 28-30 °C, mangrove 28-32 °C, dan lamun 28-30 °C). Suhu perairan akan berpengaruh terhadap proses pembauran logam berat yang masuk ke dalam perairan, semakin tinggi suhu perairan kelarutan logam berat semakin tinggi dan sebaliknya semakin rendah suhu perairan maka kelarutan logam berat semakin rendah (Tawa et al. 2019).

Nilai salinitas air (Tabel 2) yang didapatkan di setiap stasiun (25-30‰) masih berada dalam nilai alami baku mutu yang ditetapkan (coral 33-34, mangrove s/d 34 dan

lamun 33-34) berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Peningkatan salinitas di suatu perairan dapat mempengaruhi peningkatan logam berat dalam sedimen (Usman et al. 2015).

Nilai pH sedimen yaitu 6,8-7 yang ditemukan lebih rendah dibandingkan dengan pH air yaitu 7 (Tabel 2). Hasil pengukuran tersebut membuktikan bahwa pH sedimen dari keseluruhan stasiun bersifat asam. pH sedimen mampu berimbans pada akumulasi logam berat dalam tubuh hewan air karena semakin rendah pH sedimen, logam berat semakin larut di dalam air (bentuk ion) (Rompas et al. 2009). Standar dasar mutu yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, nilai pH air yang diperoleh tidak melampaui standar dasar mutu yang telah ditentukan untuk biota laut (7-8,5). Tingkat pH air yang rendah di suatu perairan justru dapat mengakibatkan terjadinya proses korosi dan kemudian mengakibatkan larutnya logam berat dalam air (Supriyantini & Hadi 2015).

Nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran BOT (Bahan Organik Total) yaitu 0,74-10,65% (Tabel 2) menunjukkan bahwa kriteria kandungan BOT rendah sampai dengan sedang (Reynold 1971). Kandungan logam berat akan semakin bertambah seiring meningkatnya bahan organik dalam sedimen dikarenakan bahan organik adalah komponen geokimia esensial yang berfungsi untuk mengendalikan pengikatan logam-logam berat dari sedimen estuari (Maslukah 2013).

Hasil analisis tekstur sedimen di stasiun penelitian secara umum bertipe pasir (Tabel 3). Persentase ukuran fraksi pasir yaitu 83,09-94,89%. Nilai tersebut menunjukkan persentase pasir dominan, bila dibandingkan fraksi debu dan liat (Tabel 3).

Tabel 2. Nilai parameter fisika-kimia perairan pada Estuari Sungai Baturusa

Parameter	Satuan	Stasiun				
		1	2	3	4	5
Suhu air	°C	30	28	28	28	-
Salinitas air	‰	25	30	30	25	-
Kedalaman perairan	m	9,8	6,3	3,1	4,1	-
Kecepatan arus	m/s	0,071	0,066	0,037	0,007	-
pH sedimen	-	7	6,9	6,8	6,9	6,9
pH air	-	7	7	7	7	-
Bahan organik total (BOT)	%	0,74	10,65	3,71	4,60	1,73

Tabel 3. Nilai tekstur sedimen pada sedimen Estuari Sungai Baturusa

Stasiun	Persentase Berat (%)			Fine Sediment (%)*	Tipe Sedimen
	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)		
1	89,98	3,47	6,55	10,02	Pasir
2	88,84	6,23	4,92	11,15	Pasir
3	93,67	2,82	3,51	6,33	Pasir
4	94,89	1,02	4,09	5,11	Pasir
5	83,09	13,24	3,67	16,91	Pasir berlempung

KESIMPULAN

Konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada sedimen Estuari Sungai Baturusa belum melampaui rentang batas berdasarkan baku mutu yang ditentukan dalam *ISQG* dan *PEL CCME* 2002. Nilai faktor kontaminasi (*CF*) logam berat Pb yang ditemukan pada sedimen Muara Baturusa berkisar 0,00029–0,00042 dengan tingkat kontaminasi logam berat Pb rendah ($CF < 1$) dan logam berat Cd berkisar 0,433–1,900 yang menunjukkan bahwa stasiun penelitian telah terkontaminasi logam berat Cd dengan tingkat kontaminasi sedang sampai dengan rendah. Nilai indeks geoakumulasi (*I-Geo*) memperlihatkan bahwa sedimen Muara Baturusa termasuk ke dalam kategori tidak tercemar logam berat Pb dan Cd ($I-Geo < 0$). Nilai faktor pengkayaan (*EF*) logam berat Pb pada sedimen Baturusa berkisar antara 0,034–0,054 yang menunjukkan tidak ada input antropogenik logam berat Pb ($EF < 2$) tetapi masukan logam berat Pb utamanya berasal dari pelapukan alami atau proses alami. Untuk faktor pengkayaan (*EF*) logam berat Cd berkisar antara 64,847–285,527 yang menunjukkan adanya pengaruh masukan antropogenik dengan tingkat pengkayaan yang tinggi ($EF > 40$).

REFERENSI

- Ahmad, F. 2013. Distribusi dan Prediksi Tingkat Pencemaran Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni) dalam Sedimen di Perairan Pulau Bangka menggunakan Indeks Beban Pencemaran dan Indeks Geoakumulasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5 (1): 170–181.
- Amin, B., Ismail, A., Arshad, A., Yap, C.K. & Kamarudin, M.S. 2009. Anthropogenic Impacts on Heavy Metal Concentrations in the Coastal Sediments of Dumai, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148:291–305
- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. Canadian Environmental Quality Guidelines, National Guidelines and Standards Office. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment. 12p.
- Hidayati, V.N., Siregar, S.A, Sari, K.L, Putra, L.G., Hartono., Nugraha, P.I. & Syakti, D.A. 2014. Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Pb, Cd dan Cr pada Air dan Sedimen di Perairan Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Omni Akuatika*, 13(18):30–39.
- Hutagalung, H.P., Setiapermana, D., & Riyono, S.H. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. Puslitbang Oseanologi. LIPI. Jakarta: 182 pp.
- Ignacius, D., Sukaryono., Riardi, P. & Dewa. 2018. Pemantauan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Sedimen di Pesisir Teluk Ambon dalam sebagai Indikasi Tingkat Pencemaran. *Jurnal Majalah Biam*, 14(01):1–7. DOI: 10.29360/mb.v14i1.3554
- Istiqomah, N., Purwanti, F. & Haeruddin. 2014. Status Sedimen Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan ditinjau dari Aspek Kimia dan Biologi. *Journal of Maquares*, 3(1):134–142. DOI: 10.14710/marj.v3i1.4430.
- Jaibet, J. 2007. Sekolah Analisis Logam Berat Cd, Cu dan Pb dalam Sedimen dan Air Laut di Teluk Salut Tuaran Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia, Sabah.
- Masluhah, L. 2013. Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 2(3):55–62.
- Mentari, Umroh, & Kurniawan. 2017. Pengaruh Aktivitas Penambangan Timah terhadap Kualitas Air di Sungai Baturusa Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(2):23–30

- Mohiuddin, K.M., Ogawa Y., Zakir H.M., Otomo K. & Shikazono N. 2011. Heavy Metals Contamination in Water and Sediments of an Urban River in a Developing Country. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 8(4):723-736. DOI: 10.1007/BF03326257
- Mulyaningsih, T.H.R. & Suprpti, S. 2015. Penaksiran Kontaminasi Logam Berat dan Kualitas Sedimen Sungai Cimadur, Banten. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*, 18(1):11-21.
- Noor, R.J., Kabangnga, A. & Fathuddin. 2021. Distribusi Spasial dan Faktor Kontaminasi Logam Berat di Pesisir Kota Makassar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1): 93-101
- Odat, S. & Ahmed, M.A. 2011. Seasonal Variations of Soil Heavy Metal Contaminants along Urban Roads: A Case Study from the City of Hail, Saudi Arabia. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 5(4):81-91.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: PT. Rieneka Cipta: 152 hlm
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Rizkiana, L., Karina, S. & Nurfadillah. 2017. Analisis Timbal (Pb) pada Sedimen dan Air Laut di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1):9-96
- Robi, Aritonang, A.B. & Sofiana, M.S.J. 2021. Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(1):20-28.
- Rochyatun, E., Kaisupy, T.M. & Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara Sains*, 10(1):35-4
- Rompas, R.M., Rumampuk, N.D.C. & Rompas, J.R. 2009. Oseanografi Kimia. PT. Walau Bengkulen
- Reynold, S.C. 1971. A Manual of Introductor Soil Science and Sampel Soil Analisis Methods. North Pacific Commision. 147 hal
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat pada Vegetasi Mangrove di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 8(1):12-24.
- Siaka, I.M. 2008. Korelasi antara Kedalaman Sedimen di Pelabuhan Benoa dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu. *Jurnal Kimia*, 2(2):61-70.
- Supriyantini, E. & Endrawati, H. 2015. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1):38-45.
- Tawa, D.A., Afriansyah, B., Ihsan, M. & Nugraha, M.A. 2019. Biokonsentrasi Timbal (Pb) pada Hepatopankreas, Insang, dan Daging *Penaeus merguensis* di Teluk Kelabat Bagian Luar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2):109-117.
- Turekian, K. & Wedepohl, K. 1961. Distribution of the Elements in some Major Units of the Earth`s Crust. *Geological Society of America Bulletin*, 72:175-192
- Usman A.F., Budimawan & Budi, P. 2015. Kandungan Logam Berat Pb-Cd dan Kualitas Air di Perairan Biringkassi, Bungoro, Pangkep. *Jurnal Agrokomplek*, 4(9):103-107
- Wulan, S.P., Thamrin & Amin, B. 2013. Konsentrasi Distribusi dan Korelasi Logam Berat Pb Cr dan Zn pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang-Provinsi Riau. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- Yona, D., Sari, S.H.J., Kretarta, A., Effendy, C.R.P., Aini, M.N. & Adi, M.A.A. 2018. Distribusi dan Status Kontaminasi Logam Berat pada Sedimen di Sepanjang Pantai Barat Perairan Selat Bali, Banyuwangi. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 1(2):21-30.
- Zulfikri, A. 2016. Pengaruh Aktivitas Tambang Apung terhadap Keanekaragaman Ikan di Perairan Sungai Pakil, Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 10(1):42-46