

# Penilaian Pencemaran Logam Berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen Permukaan Perairan Matras, Sungailiat, Bangka

Mohammad Agung Nugraha\*, Aditya Pamungkas, Indra Ambalika Syari,  
Suci Puspita Sari, Umroh, Mu'alimah Hudatwi, Eva Utami, Irma Akhrianti,  
Agung Priyambada

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung  
Kampus Terpadu – UBB, Balunijuk, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung, 33172 Indonesia  
Email: agung-nugraha@ubb.ac.id

## Abstract

### Assessment of Cd, Pb, Cu, and Zn Heavy Metal Pollution in Matras Surface Sediments, Sungailiat, Bangka

Matras waters receive input of pollutants from tin mining activities. Heavy metals are toxic and carcinogenic to aquatic biota. Sediment is a carrier of heavy metal pollutants and can act as a "sink" and a "source". Heavy metals in sediments can reflect the condition/quality of the aquatic system. The purpose of this study was to examine the contamination and ecological risk of heavy metals Cd, Pb, Cu, and Zn in the sediments of Matras waters, Sungailiat, Bangka Regency. Heavy metal test using atomic absorption spectrophotometer (AAS). The concentrations of heavy metals Cd, Pb, Cu, and Zn obtained ranged from 0.02-0.06 mg/kg (average 0.04 mg/kg), 0.12-0.18 mg/kg (mean-average 0.15 mg/kg), each station 0.01 mg/kg (mean 0.01 mg/kg), and 0.54-1.34 mg/kg (mean 0.92 mg/kg). CF, I-Geo, PLI, and RI values for Cd, Pb, Cu, and Zn metals obtained in Matras water sediments showed low contamination levels (CF<1), not polluted (Igeo 0), not polluted (PLI < 1), and low ecological risk (RI < 150). The EF value obtained indicates the heavy metals Cd, Pb, Cu, and Zn in the Matras waters mainly receiving input from anthropogenic sources (EF value > 1.5). The low ecological risk status which is reinforced by the low values of CF, I-Geo, and PLI indicates that the negative potential of metals to biota is also low.

**Keyword :** heavy metal, contamination, ecological risk, sediment, Matras

## Abstrak

Perairan Matras menerima masukan bahan pencemar dari aktivitas penambangan timah. Logam berat bersifat toksik dan karsinogenik terhadap biota akuatik. Sedimen merupakan pembawa polutan logam berat dan dapat berperan sebagai "sink" and "source". Logam berat pada sedimen dapat merefleksikan kondisi/ kualitas sistem akuatik. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji kontaminasi dan resiko ekologi logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada sedimen Perairan Matras, Sungailiat, Kabupaten Bangka. Uji logam berat menggunakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA). Konsentrasi logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn yang diperoleh berkisar antara 0,02-0,06 mg/kg (rata-rata 0,04 mg/kg), 0,12-0,18 mg/kg (rata-rata 0,15 mg/kg), setiap stasiun 0,01 mg/kg (rata-rata 0,01 mg/kg), dan 0,54-1,34 mg/kg (rata-rata 0,92 mg/kg). Nilai CF, I-Geo, PLI, dan RI untuk logam Cd, Pb, Cu, dan Zn yang diperoleh pada sedimen Perairan Matras menunjukkan tingkat kontaminasi rendah (CF<1), tidak tercemar (I<sub>geo</sub> ≤ 0), tidak tercemar (PLI < 1), dan resiko ekologi rendah (RI < 150). Nilai EF yang diperoleh mengindikasikan logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn perairan Matras utamanya mendapat masukan dari sumber antropogenik (nilai EF > 1,5). Rendahnya status resiko ekologi yang diperkuat dengan rendahnya nilai CF, I-Geo, dan PLI menunjukkan potensi negatif logam terhadap biota juga rendah.

**Kata kunci :** logam berat, kontaminasi, resiko ekologi, sedimen, Matras

## PENDAHULUAN

Perairan Matras menerima masukan bahan pencemar dari aktivitas penambangan timah. Logam berat yang memasuki lingkungan akuatik mendapat perhatian khusus karena karakteristik logam beratnya seperti toksisitas, resisten terhadap dekomposisi, dan kemampuan akumulasi terhadap biota akuatik serta secara tidak langsung dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsi biota laut (Alahabadi dan Malvandi, 2018; Elias *et al.*, 2018; Qiu *et al.*, 2018).

Konsentrasi logam berat pada sedimen perairan secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pada kolom air (Liang *et al.*, 2018). Pada wilayah pesisir dapat mengalami kontaminasi logam berat

akibat aktivitas antropogenik dan secara umum sedimen dapat menampung seluruh masukan logam berat (Liu *et al.*, 2018). Sedimen merupakan komponen yang penting dalam suatu ekosistem, hal tersebut terkait sifat fisik dan kimianya (Wang *et al.*, 2014). Sedimen juga memberikan informasi penting dalam hubungan antara proses kimia dan biologi. Oleh karenanya, penilaian kontaminasi dan resiko ekologi logam berat pada sedimen tepat digunakan. Penelitian mengenai kontaminasi dan resiko ekologi logam berat pada sedimen perairan telah dilakukan secara luas di wilayah pesisir dan laut seperti perairan Estuari Sungai Yangtze (Wang *et al.*, 2014), Estuari Yalujiang (Li *et al.*, 2017), Estuari Sungai Kelantan, Malaysia (Wang *et al.* 2017), Pantai Aljazair (Ahmed *et al.*, 2018), dan Teluk Daya, Laut Cina Selatan (Liu *et al.*, 2018).

Distribusi dan akumulasi logam berat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti komposisi dan struktur sedimen, ukuran butiran sedimen dan kondisi hidrodinamika (Wang *et al.*, 2014). Logam berat bersifat toksik dan karsinogenik terhadap biota akuatik (Bastami *et al.*, 2018). Sedimen merupakan pembawa polutan logam berat, logam berat tersebut dapat berperan sebagai "sink" and "source" (Zhao *et al.*, 2019). Logam berat yang berada di sedimen dapat lepas kembali ke kolom air dengan perubahan pada lingkungan pengendapan. Logam yang berada pada kolom air dapat terakumulasi pada sedimen permukaan melalui aksi fisika-kimia (Zhao *et al.*, 2019).

Logam berat pada sedimen dapat merefleksikan kondisi/ kualitas sistem akuatik. Untuk menilai tingkat kontaminasi dan potensi resiko ekologi logam berat pada sedimen, dalam studi ini menggunakan analisis Faktor Kontaminasi/ *Contamination Factor* (CF), Indeks Geo-akumulasi ( $I_{geo}$ ), *Enrichment factors* (EF), *Pollution Load Index* (PLI) dan *Ecological risk index* (RI). Indeks Geo-akumulasi ( $I_{geo}$ ) digunakan secara luas dengan mempertimbangkan aktivitas manusia, tetapi mengabaikan toksisitas dari logam berat. Untuk melengkapinya digunakan juga *Ecological risk index* (RI) yang secara komprehensif mempertimbangkan toksisitas dan efek dari banyak kontaminan logam berat. Selain itu *Ecological risk index* (RI) juga digunakan secara luas untuk mengevaluasi kualitas sedimen (Liu *et al.*, 2016). Penelitian mengenai kontaminasi dan resiko ekologi logam berat pada sedimen perairan Matras belum dilakukan. Melihat kondisi tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai penilaian kontaminasi dan tingkat resiko ekologi logam berat dalam sedimen. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji kontaminasi dan resiko ekologi logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada sedimen Perairan Matras, Sungailiat, Kabupaten Bangka.

## MATERI DAN METODE

Sedimen yang digunakan pada penelitian ini dikoleksi dari 6 stasiun pada perairan Matras, Sungailiat, Kabupaten Bangka (Gambar 1). Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada Maret 2021. Contoh sedimen permukaan ( $\pm 0-10$  cm) dikoleksi dengan menggunakan alat grab. Contoh sedimen yang telah terkumpul pada grab, kemudian dimasukkan dalam botol (polyethylene) sampel. Selanjutnya, disimpan dalam *cold box* yang telah diberi es batu. Di laboratorium contoh sedimen disimpan pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  (Alahabadi dan Malvandi, 2018; Elias *et al.*, 2018).

Total Organic Carbon (TOC) sedimen dianalisis menggunakan metode Walkley Black (Welcherr, 1963). Tekstur sedimen dianalisis dengan menggunakan metode pipet (Holme and Mc Intyre, 1984). Untuk uji logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn mengacu pada SNI 06-6992.4-2004, SNI 06-6992.3-2004, SNI 06-6992.5-2004, dan SNI 06-6992.8-2004 dengan metode spektrofotometer serapan atom (SSA).

Analisis data untuk penilaian pencemaran logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn menggunakan analisis Faktor kontaminasi (*Contamination Factor/ CF*), Indeks Geo-akumulasi ( $I_{geo}$ ), Faktor Pengayaan (*Enrichment factors/ EF*), Indeks Beban Pencemaran (*Pollution Load Index/ PLI*), dan Indeks Potensi Resiko Ekologi (*Ecological Risk Index/ RI*). Faktor kontaminasi digunakan untuk menilai tingkat kontaminasi logam berat antropogenik. CF dihitung dengan pengukuran rasio konsentrasi tiap elemen dalam sedimen dengan *background value* (Hakanson, 1980; Wu *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2017; Ahmed *et al.*, 2018; Alahabadi dan Malvandi, 2018).

$$CF = C_n / C_{\text{Background}} (B_n)$$

Keterangan :  $C_n$  = Konsentrasi elemen "n" pada sampel sedimen;  $C_{\text{Background}} (B_n)$  = Konsentrasi elemen "n" di alam.

$C_{\text{Background}} (B_n)$  untuk logam Pb=20 ppm; Cd=0,3 ppm; Cu = 45 ppm; dan Zn = 95 ppm (Turekian dan Wedepohl, 1961). CF dibagi dalam empat klasifikasi : Tingkat Kontaminasi Rendah ( $CF < 1$ ), Tingkat Kontaminasi Sedang ( $1 \leq CF < 3$ ), Tingkat Kontaminasi Cukup ( $3 \leq CF < 6$ ) dan Tingkat Kontaminasi Sangat Tinggi ( $CF \geq 6$ ).

Untuk menentukan tingkat kontaminasi logam berat dalam sedimen menggunakan Indeks Geo-akumulasi (Wu *et al.*, 2014; Alahabadi dan Malvandi, 2018).

$$I_{\text{geo}} = \frac{\text{Log}_2(C_n)}{1.5 (B_n)}$$

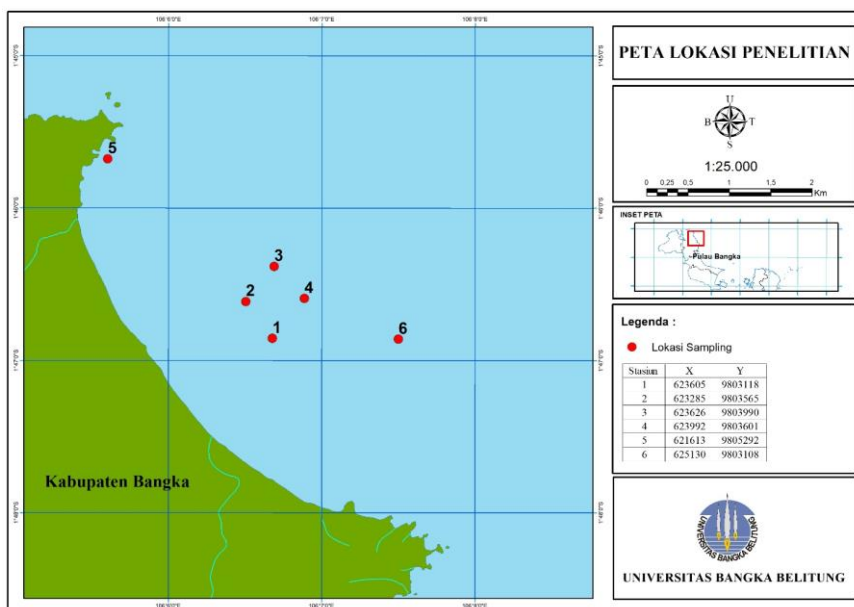
Keterangan :  $C_n$  = Konsentrasi elemen "n" pada sampel sedimen;  $B_n$  = Konsentrasi background pada elemen "n"

Tingkat kontaminasi logam berat pada Indeks Geo-akumulasi dibagi dalam tujuh kelas yaitu Tidak Tercemar ( $I_{\text{geo}} \leq 0$ ), Tidak tercemar hingga tercemar sedang ( $0 < I_{\text{geo}} < 1$ ), Tercemar sedang ( $1 < I_{\text{geo}} < 2$ ), Tercemar sedang hingga berat/ parah ( $2 < I_{\text{geo}} < 3$ ), Tercemar berat/ parah ( $3 < I_{\text{geo}} < 4$ ), Tercemar berat/ parah hingga sangat berat ( $4 < I_{\text{geo}} < 5$ ), dan Tercemar sangat berat ( $5 > I_{\text{geo}}$ ).

*Enrichment factors* atau faktor pengayaan dapat digunakan untuk menentukan dampak dari aktivitas manusia (Alahabadi dan Malvandi, 2018). EF indeks untuk tiap elemen yang diukur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$EF = (C_n / C_{\text{ref}}) / (B_n / B_{\text{ref}})$$

Keterangan :  $C_n$  = Konsentrasi elemen "n" dalam sampel sedimen;  $C_{\text{ref}}$  = Konsentrasi elemen referensi (Fe) dalam sampel sedimen;  $B_n$  = Nilai elemen "n" di alam (background);  $B_{\text{ref}}$  = Konsentrasi elemen referensi di alam



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Perairan Matras, Sungailiat, Kabupaten Bangka

Pada penelitian ini, faktor pengayaan dihitung pada setiap logam menggunakan Fe sebagai elemen normalisasi. Indeks ini terbagi dalam beberapa level yaitu Pengayaan minimal ( $1 < EF < 2$ ), Pengayaan sedang (moderate) ( $2 \leq EF < 5$ ), Pengayaan cukup (significant) ( $5 \leq EF < 20$ ), Pengayaan tinggi (very high) ( $20 \leq EF < 40$ ), dan Pengayaan sangat tinggi (extremely high) ( $EF > 40$ ).

Indeks Beban Pencemaran (PLI) memberikan cara sederhana untuk menilai tingkat kontaminasi untuk berbagai elemen dan dihitung dengan formula sebagai berikut (Ahmed *et al.*, 2018; Alahabadi dan Malvandi, 2018):

$$PLI = [CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \dots \times CF_n]^{1/n}$$

Keterangan: CF = Faktor kontaminasi/ Faktor kontaminasi tiap logam/ Faktor kontaminasi tiap elemen; n = Jumlah logam

Nilai PLI diatas 1 menunjukkan adaya pencemaran/ kontaminasi logam, sedangkan bila dibawah 1 tidak ada pencemaran/ kontaminasi.

Penilaian resiko ekologi (*ecological risk assessment*) adalah proses yang mengevaluasi kemungkinan bahwa efek ekologis yang merugikan dapat terjadi atau terjadi sebagai akibat dari paparan satu atau lebih stressor (Ahmed *et al.*, 2018). Indeks Potensi Resiko Ekologi diusulkan oleh Hakanson (1980) yang merupakan suatu pendekatan yang mewakili sensitivitas dari komunitas biologis terhadap keseluruhan zat beracun/ toksik yang ada pada sedimen (Ahmed *et al.*, 2018). RI dihitung menggunakan persamaan (Hakanson, 1980; Ahmed *et al.*, 2018; Alahabadi dan Malvandi, 2018; Elias *et al.*, 2018) berikut.

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i = \sum_{i=1}^n T_r^i \cdot C_f^i$$

Keterangan :  $C_f^i$  = nilai konsentrasi dari logam i dibagi nilai *background* logam;  $T_r^i$  = "faktor respon toksik" dari logam i yang merefleksikan tingkat toksik dan sensitivitas bioorganisme terhadap logam berat. Faktor respon toksik masing-masing adalah 30, 5, 5, dan 1 untuk Cd, Pb, Cu dan Zn.

Perhitungan nilai RI dapat dibagi dalam empat kelas yaitu Resiko ekologi rendah ( $RI < 150$ ), Resiko ekologi sedang ( $150 \leq RI < 300$ ), Resiko ekologi cukup besar ( $300 \leq RI < 600$ ), dan Resiko ekologi sangat tinggi ( $RI \geq 600$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase ukuran butir sedimen yang diperoleh pada perairan Matras terlihat bervariasi (Tabel 1). Persentase fraksi pasir ( $>63 \mu m$ ) yang diperoleh berkisar antara 29,05-55,31%. Untuk lumpur ( $4-63 \mu m$ ) persentase yang diperoleh berkisar antara 16,52-27,07%. Kemudian, untuk persentase liat ( $< 4 \mu m$ ) pada perairan Matras berkisar antara 19,42-50,98%. Partikel halus dengan ukuran butiran  $< 63 \mu m$  (lumpur + liat) berkisar antara 44,69-70,95%. Perairan Matras menunjukkan partikel halus atau lumpur + liat lebih dominan (Stasiun 1, 2, 3, dan 6). Dominannya partikel halus diduga kecepatan arus pada perairan Matras relatif lemah. Perairan laut yang kecepatan arusnya kuat dicirikan dengan tingginya persentase fraksi pasir (Prartono *et al.*, 2009).

Nilai konsentrasi TOC (Tabel 1) yang diperoleh pada sedimen permukaan perairan Matras berkisar antara 0,32-5,21%. 3 kategori penilaian TOC dalam sedimen berdasarkan US EPA (2002) yaitu rendah ( $\leq 1\%$ ), sedang ( $>1$  hingga  $3\%$ ), dan Tinggi ( $>3\%$ ).

Nilai TOC yang diperoleh di perairan Matras berada pada tingkat rendah hingga tinggi. Kontribusi bahan organik yang diperoleh di perairan Matras, Sungailiat dapat berasal dari antropogenik maupun alami. Sumber senyawa organik secara alami dapat berasal terestrial dan akuatik (Gao *et al.*, 2012; Gu *et al.*, 2017). Tinggi maupun rendahnya konsentrasi TOC yang diperoleh pada sedimen perairan Matras bila dikaitkan dengan tekstur sedimen yang diperoleh, sangat

menentukan persentase TOC (Prartono *et al.*, 2009). Tingginya persentase partikel halus pada stasiun 3 perairan Matras diikuti juga dengan tingginya konsentrasi TOC pada stasiun 3. Perairan dengan persentase pasir relatif tinggi umumnya mengandung TOC yang lebih rendah dibandingkan dengan komposisi partikel halus. Konsentrasi TOC pada sedimen perairan Matras masih lebih rendah bila dibandingkan dengan TOC sedimen yang ditemukan pada Perairan Laut Belitung yaitu berkisar 0,78-12,05% (Putri *et al.*, 2015).

Konsentrasi logam berat Cd dalam sedimen pada Perairan Matras (Tabel 2) berkisar antara 0,02-0,06 mg/kg (rata-rata 0,04 mg/kg). Logam berat Pb dalam sedimen pada Perairan Matras berkisar antara 0,12-0,18 mg/kg (rata-rata 0,15 mg/kg). Untuk logam berat Cu diperoleh konsentrasi setiap stasiun 0,01 mg/kg (rata-rata 0,01 mg/kg). Selanjutnya, logam berat Zn diperoleh konsentrasi berkisar antara 0,54-1,34 mg/kg (rata-rata 0,92 mg/kg). Konsentrasi logam berat Cd dalam sedimen permukaan Perairan Matras

Konsentrasi logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada sedimen Perairan Matras dibandingkan dengan pedoman mutu sedimen *Canadian Council of Ministry of Environment* (2002) dari Kanada belum melewati ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines*) dan nilai PEL (*Probable Effect Level*) dan bila dibandingkan dengan pedoman mutu ANZECC/ARMCANZ (2000) dari Australia dan Selandia Baru belum melampaui *low value*. Secara umum, logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada sedimen belum melampaui dari kedua pedoman mutu tersebut.

Konsentrasi logam berat Cd dalam sedimen Perairan Matras masih lebih rendah (Tabel 2) dibandingkan dengan logam berat Cd yang ditemukan pada Perairan Pulau Untung Jawa-Jakarta (Alisa *et al.*, 2020), Perairan sekitar Pulau Reklamasi C dan D-Teluk Jakarta (Salman, 2020), Perairan Cimanuk, Indramayu-Jawa Barat (Harmesa *et al.*, 2020), Teluk Jakarta (Kusuma *et al.*, 2015), dan Pesisir Gresik-Jawa Timur (Lestari dan Budiyo, 2013). Sebaliknya, konsentrasi logam berat Cd dalam sedimen Perairan Matras masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan Perairan Pesisir Teluk Ambon dan Perairan Laut Jambi.

Konsentrasi logam berat Pb pada Perairan Matras relatif lebih rendah dibandingkan dengan yang ditemukan pada perairan Pulau Untung Jawa, Teluk Kelabat bagian dalam-Bangka, Perairan sekitar Pulau Reklamasi C dan D-Teluk Jakarta, Perairan Cimanuk, Indramayu-Jawa Barat, Pesisir Teluk Ambon, Teluk Jakarta, Perairan Laut Jambi, dan Pesisir Gresik-Jawa Timur.

Konsentrasi logam berat Cu dan Zn dalam sedimen yang ditemukan pada Perairan Matras menunjukkan konsentrasi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan perairan Teluk Kelabat bagian dalam-Bangka, Perairan Cimanuk-Indramayu, Teluk Jakarta, Perairan Laut Jambi, dan Pesisir Gresik-Jawa Timur.

**Tabel 1.** Persentase ukuran butiran sedimen (%) dan total organic carbon (%) yang diperoleh pada perairan Matras

Stasiun	Tekstur sedimen (%)				TOC (%)
	Pasir	Lumpur	Liat	Lumpur + Liat	
1	41,51	21,26	37,23	58,49	1,36
2	43,66	16,52	39,82	56,34	0,71
3	29,05	19,97	50,98	70,95	5,21
4	55,31	24,86	19,83	44,69	0,38
5	53,51	27,07	19,42	46,49	0,95
6	31,73	22,54	45,73	68,27	0,32

**Tabel 2.** Perbandingan logam berat pada sedimen Perairan Matras dengan panduan mutu sedimen dan lokasi lain

Lokasi	Waktu	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Referensi
Perairan Matras	Maret 2021	0,02-0,06 (0,04)	0,12-0,18 (0,15)	0,01 (0,01)	0,54-1,34 (0,92)	Penelitian ini
Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta	November 2019	1,968-2,760	14,118-24,195	-	-	Alisa <i>et al.</i> (2020)
Teluk Kelabat bagian dalam, Bangka	April 2018	-	8,86-29,21 (16,85)	0,16-9,54 (4,39)	25,58-237,24 (71,99)	Nugraha <i>et al.</i> (2019)
Perairan sekitar Pulau Reklamasi C dan D, Teluk Jakarta	Agustus 2017	0,07-0,15	2,10-4,62	-	-	Salman (2020)
Perairan Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat	Mei 2017	0,07-0,37 (0,17)	6,43-15,72 (12,24)	12,36-54,08 (28,75)	64,53-85,16 (74,32)	Harmesa <i>et al.</i> (2020)
Pesisir Teluk Ambon	Mei 2016	0,0108-0,0171	0,13-0,7484	-	-	Sukaryono dan Dewa (2018)
Teluk Jakarta	September 2014	0,32-3,49 (1,37)	24,86-59,32 (38,53)	11,42-67 (33,13)	26,14-241,01 (109,01)	Kusuma <i>et al.</i> (2015)
Perairan Laut Jambi	Agustus 2012	<0,5	6-7	2-11	18-26	Susantoro (2015)
Pesisir Gresik, Jawa Timur	Februari 2012	0,08-3,05 (0,64)	1,7-12,7 (4,29)	23,7-234 (85,5)	77-405 (133)	Lestari dan Budiyanto (2013)
<b>SQGs</b>						
CCME (2002)	ISQG	0,7	30,2	18,7	124	
	PEL	4,2	112	108	271	
ANZECC/ARMCANZ Guidelines (2000)	Low	1,5	50	65	200	
	High	10	220	270	410	

Keterangan : - = tidak dilakukan pada penelitian tersebut; SQGs = Sediment Quality Guidelines; ISQG = Interim Sediment Quality Guidelines; PEL = Probable Effect Level

Nilai faktor kontaminasi (CF) Cd, Pb, dan Zn pada Perairan Matras (Tabel 3) berkisar antara 0,0667-0,2000, 0,0060-0,0090, dan 0,0057-0,0141. Untuk faktor kontaminasi (CF) Cu pada setiap stasiun diperoleh nilai 0,0002. Nilai CF untuk logam Cd, Pb, Cu, dan Zn yang diperoleh pada sedimen Perairan Matras menunjukkan tingkat kontaminasi rendah (CF<1). Rendahnya tingkat kontaminasi logam Cd dan Pb juga ditemukan di pesisir Teluk Ambon (Sukaryono dan Dewa, 2018). Nilai CF logam Cd pada sedimen perairan Matras masih lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai CF logam Cd yang ditemukan pada sedimen perairan Segara Anakan-Cilacap (Hidayati *et al.*, 2014) yaitu rata-rata 10,8 (tingkat kontaminasi sangat tinggi/kuat).

Nilai faktor pengayaan (EF) Cd, Pb, Cu, dan Zn pada sedimen Perairan Matras (Tabel 3) berkisar antara 2200,47-29968,25, 196,67-1685,71, 6,72-49,95, dan 187,62-3170,33. Nilai EF untuk logam Cd, Pb, dan Zn yang diperoleh pada Perairan Matras menunjukkan level pengayaan sangat tinggi (EF>40). Sedangkan nilai EF logam Cu menunjukkan level pengayaan cukup (5≤EF<20) hingga sangat tinggi (EF>40). Nilai EF Cd, Pb, Cu, dan Zn yang diperoleh mengindikasikan logam berat

**Tabel 3.** Faktor kontaminasi (CF), faktor pengayaan (EF), indeks geoakumulasi (I-Geo), indeks beban pencemaran (PLI), dan indeks potensi resiko ekologi (RI) di Perairan Matras

Stasiun	Faktor Kontaminasi (CF)				Faktor Pengayaan (EF)				I-Geo				PLI	RI
	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn		
1	0,2000	0,0070	0,0002	0,0141	7801,65	273,06	8,67	550,22	-2,91	-7,74	-12,72	-6,73	0,0081	6,05
2	0,1333	0,0075	0,0002	0,0141	29968,25	1685,71	49,95	3170,33	-3,49	-7,64	-12,72	-6,73	0,0075	4,05
3	0,1667	0,0065	0,0002	0,0073	5042,74	196,67	6,72	219,76	-3,17	-7,85	-12,72	-7,69	0,0065	5,04
4	0,1333	0,0060	0,0002	0,0083	4400,93	198,04	7,33	274,48	-3,49	-7,97	-12,72	-7,49	0,0062	4,04
5	0,1000	0,0075	0,0002	0,0085	3837,40	287,80	8,53	327,19	-3,91	-7,64	-12,72	-7,46	0,0061	3,05
6	0,0667	0,0090	0,0002	0,0057	2200,47	297,06	7,33	187,62	-4,49	-7,38	-12,72	-8,04	0,0052	2,05

utamanya mendapat masukan dari sumber antropogenik (nilai EF>1,5). Sedangkan bila nilai EF <1,5 menunjukkan adanya masukan logam berat dari pelapukan alami atau proses alami (Qiu *et al.*, 2018). Masukan antropogenik diduga berasal dari aktivitas penambangan timah. Aktivitas pertambangan timah dapat menghasilkan limbah cair berupa logam berat Cr, Cd, Hg, Cu, Pb, Zn, dan Sn (Prianto dan Husnah, 2009; Arifin, 2011). Adanya input antropogenik logam Cd juga ditemukan pada sedimen perairan Segara Anakan-Cilacap (Hidayati *et al.*, 2014)

Nilai indeks geoakumulasi (I-Geo) Cd, Pb, dan Zn pada sedimen Perairan Matras berkisar antara -4,49 hingga -2,91-7,97 hingga -7,38, dan -8,04 hingga -6,73. Untuk nilai I-Geo Cu pada setiap stasiun diperoleh nilai -12,72. Nilai indeks geoakumulasi logam Cd, Pb, Cu, dan Zn pada perairan Matras berada pada status tidak tercemar ( $I_{geo} \leq 0$ ). Status tidak tercemar pada I-Geo pada logam Cd dan Pb juga ditemukan di pesisir Teluk Ambon (Sukaryono dan Dewa, 2018).

Nilai indeks beban pencemaran (PLI) dan indeks potensi resiko ekologi (RI) pada perairan Matras berkisar antara 0,0052-0,0081 dan 2,05-6,05. Nilai PLI yang diperoleh pada perairan Matras menunjukkan kategori tidak tercemar (PLI<1). Kategori tidak tercemar (PLI pada logam Pb dan Cd) juga ditemukan di pesisir Teluk Ambon (Sukaryono dan Dewa, 2018). Untuk nilai RI yang diperoleh menunjukkan status resiko ekologi rendah (RI<150). Hal ini menunjukkan rendahnya potensi berbahaya dari logam Cd, Pb, Cu, dan Zn di lingkungan perairan Matras. Status tersebut juga dikuatkan dari rendahnya nilai I-Geo dan PLI yang ditemukan pada perairan Matras.

### KESIMPULAN

Nilai CF untuk logam Cd, Pb, Cu, dan Zn yang diperoleh pada sedimen Perairan Matras menunjukkan tingkat kontaminasi rendah (CF<1). Nilai I-Geo logam Cd, Pb, Cu, dan Zn pada perairan Matras berada pada status tidak tercemar ( $I_{geo} \leq 0$ ). Nilai PLI yang diperoleh pada perairan Matras menunjukkan kategori tidak tercemar (PLI <1). Nilai RI yang diperoleh menunjukkan status resiko ekologi rendah (RI < 150). Nilai EF yang diperoleh mengindikasikan logam berat Cd, Pb, Cu, dan Zn perairan Matras utamanya mendapat masukan dari sumber antropogenik (nilai EF>1,5) yaitu penambangan timah. Rendahnya status resiko ekologi yang diperkuat dengan rendahnya nilai CF, I-Geo, dan PLI menunjukkan potensi negatif logam terhadap biota juga rendah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pubikasi ini didukung oleh Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan Dan Biologi, Universitas Bangka Belitung melalui dana RKAKL IKL Tahun 2021.

### DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, I., Mostefa, B., Bernard, A., & Olivier, R. (2018). Levels and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments of fishing grounds along Algerian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 136(2018), 322-333. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.09.029.

- Alahabadi, A. & Malvandi, H. 2018. Contamination and Ecological Risk Assessment of Heavy Metals and Metalloids In Surface Sediments of The Tajan River, Iran. *Marine Pollution Bulletin*, 133(2018), 741-749. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.06.030.
- Alisa, C.A.G., Albirqi, M.S., & Faizal, I. 2020. Kandungan Timbal dan Kadmium pada Air dan Sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), 21-26. doi : <https://doi.org/10.24198/jaki.v5i1.26523>
- Arifin, Z. 2011. Konsentrasi Logam Berat di Air, Sedimen dan Biota di Teluk Kelabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropisi*, 3(1), 104-114. doi: 10.29244/jitkt.v3i1.7839
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ). 2000. National water quality management strategy. In: Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Canberra. 29p.
- Bastami, K.D., Neyestani, M.R., Molamohyedin, N., Shafeian, E., Haghparast, S., Shirzadi, I.A., & Baniamam, M. 2018. Bioavailability, Mobility, and Origination of Metals in Sediments from Anzali Wetland, Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 136(2018), 22-32. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.08.059
- 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.
- Elias, M. S., Ibrahim, S., Samuding, K., Ab Rahman, S., & Hashim, A. (2018). The Sources and Ecological Risk Assessment of Elemental Pollution in Sediment of Linggi Estuary, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 137(2018), 646-655. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.006.
- Gao, X., Yang, Y., & Wang, C. (2012). Geochemistry of Organic Carbon and Nitrogen In Surface Sediments of Coastal Bohai Bay Inferred From Their Ratios and Stable Isotopic Signatures. *Marine Pollution Bulletin*, 64(2012), 1148-1155. doi : 10.1016/j.marpolbul.2012.03.028
- Hakanson, L. (1980). An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control. A Sedimentological Approach. *Water Research*, 14, 975-1001.
- Harmesa, H., Lestari, L., & Budiyanto, F. (2020). Distribusi Logam Berat dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Cimanuk, Jawa Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 5(1), 19-32. doi : 10.14203/oldi.2020.v5i1.310.
- Hidayati, N. V., A. S. Siregar, L. K. Sari, G. L. Putra, Hartono, I. P. Nugraha, dan A. D. Syakti. (2014). Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Pb, Cd Dan Cr Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Segara Anakan, Cilacap. *Omni-Akuatika*, XIII(18), 30-39.
- Holme, N.A. & Mc Intyre, A.D. (1984). Methods for The Study of Marine Benthos. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Blackwell Scientific Publication.
- Kusuma, A.H., Prartono, T., Atmadipoera, A.S., & Arifin, T. (2015). Sebaran Logam Berat Terlarut dan Terendapkan d Perairan Teluk Jakarta pada Bulan September 2014. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 6(1), 41-49. doi: 10.24319/jtpk.6.41-49
- Lestari & F. Budiyanto. (2013). Konsentrasi Hg, Cd, Cu, Pb, dan Zn dalam Sedimen di Perairan Gresik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 182-191. doi: 10.29244/jitkt.v5i1.7764
- Liang, X., Song, J., Duan, L., Yuan, H., Li, X., Li, N., Qu, B., Wang, Q. & Xing, J. (2018). Source Identification and Risk Assessment Based on Fractionation of Heavy Metals in Surface Sediments of Jiaozhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin*, 128(2018), 548-556. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.02.008
- Liu, J.J., Ni, Z.X., Diao, Z.H., Hu, Y.X. & Xu, X.R. (2018). Contamination Level, Chemical Fraction and Ecological Risk of Heavy Metals in Sediments from Daya Bay, South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 128(2018), 132-139. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.01.021
- Liu, R., Men, C., Liu, Y., Yu, W., Xu, F., & Shen, Z. (2016). Spatial Distribution and Pollution Evaluation of Heavy Metals in Yangtze Estuary Sediment. *Marine Pollution Bulletin*, 110(1), 564-571. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.05.060
- Li, H., Lin., L., Ye., S., Li., H. & Fan, J. (2017). Assessment of Nutrient and Heavy Metal Contamination in the Seawater and Sediment of Yalujiang Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 117(1-2), 499-506. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.069



- Nugraha, M.A., Hudatwi, M., & Sari, F.I.P. (2019). Source Identification, Bioavailability, and Risk Assessment of Heavy Metals Pb, Cu, and Zn in Surface Sediments of Kelabat Bay, Bangka Island. *ILMU KELAUTAN : Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(3), 139-145. doi: 10.14710/ik.ijms.24.3.139-145
- Prariono, T., Razak, H. & Gunawan, I. (2009). Pestisida Organoklorine di Sedimen Pesisir Muara Citarum, Teluk Jakarta: Peran Penting Fraksi Halus Sedimen sebagai Pentransport DDT dan Proses Diagenesanya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(2), 11-21. doi : 10.29244/jitkt.v1i2.7869
- Prianto, E. & Husnah. (2009). Penambangan Timah Inkonvensional: Dampaknya terhadap Kerusakan Biodiversitas Perairan Umum di Pulau Bangka. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 2(5), 193-198. doi: 10.15578/bawal.2.5.2009.193-198
- Putri, R.A.P., Muslim, & Makmur, M. (2015). Sebaran Karbon Organik Total pada Sedimen di Perairan Laut Belitung. *Jurnal Oseanografi*, 4(4), 765-770.
- Qiu, J., Liu, J., Li, M., Wang, S., Bai, W. & Zhang, D. (2018). Assessment of Heavy Metal Contamination in Surface Sediments from The Nearshore Zone, Southern Jiangsu Province, China. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 281-288. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.05.055
- Salman, S. (2020). Survei Parameter Fisika-Kimia Perairan dan Konsentrasi Logam Berat pada Kerang Hijau di Pulau Reklamasi C dan D, Teluk Jakarta. *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(2), 122-129.
- Wang, A. J., Bong, C. W., Xu, Y. H., Hassan, M. H. A., Ye, X., Bakar, A.F.A., Li, Y.H., Lai, Z.K., Xu, J. & Loh, K.H. (2017). Assessment of Heavy Metal Pollution in Surficial Sediments From a Tropical River-Estuary-Shelf System: A Case Study of Kelantan River, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 125(1-2), 492-500. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.08.010
- Wang, J., Liu, R., Zhang, P., Yu, W., Shen, Z., & Feng, C. (2014). Spatial Variation, Environmental Assessment and Source Identification of Heavy Metals In Sediments of the Yangtze River Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 87, 364-373. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.07.048
- Welcherr, F.J. (1963). *Methods Chemical Analysis*. Sixth edition, vol.2, part B.
- Wu, G., Shang, J., Pan, L., & Wang, Z. (2014). Heavy Metals In Surface Sediments From Nine Estuaries Along The Coast Of Bohai Bay, Northern China. *Marine Pollution Bulletin*, 82, 194-200.
- Zhao, M., Wang, E., Xia, P., Feng, A., Chi, Y., & Sun, Y. (2019). Distribution and Pollution Assessment of Heavy Metals in The Intertidal Zone Environments of Typical Sea Areas in China. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 397-406. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.050