



# Penilaian Kualitas Air Sungai Samin Kabupaten Sukoharjo Berdasarkan Kandungan Logam Cr, Cu dan Pb Sedimen

*The Quality Assessment of Sukoharjo City's Samin River Water Based on Heavy Metal Content Cr, Cu and Pb Sediment*

Adelia Agung Purnami<sup>1✉</sup>, Norma Afiati<sup>2</sup>, Pujiono Wahyu Purnomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia 50275

<sup>2</sup>Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia 50275

## Info Artikel:

Diterima: 9 Desember 2022

Revisi: 16 Februari 2023

Disetujui: 20 September 2023

Dipublikasi: 31 Mei 2024

## Keyword:

Sungai Samin, Logam, Faktor Kontaminasi, Indeks Beban Pencemaran Logam, Indeks Geoakumulasi

## Penulis Korespondensi:

Adelia Agung Purnami  
Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang Indonesia 50275  
Email: [adelia.purnami27@gmail.com](mailto:adelia.purnami27@gmail.com)



This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.  
Copyright © 2024 by Authors.  
Published by Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

## How to cite this article:

Purnami, A.A., Afiati, N., & Purnomo, P.W. (2024). *Penilaian Kualitas Air Sungai Samin Kabupaten Sukoharjo Berdasarkan Kandungan Logam Cr, Cu dan Pb Sedimen*. Jurnal Akuatiklestari, 7(2): 90-97. DOI: <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v7i2.5266>

**ABSTRAK.** Logam seperti Pb, Cr dan Cu merupakan pencemar yang bersifat toksik dan menurunkan kualitas perairan. Sungai Samin merupakan sungai yang mengalir melewati Kabupaten Karanganyar dan Sukoharjo, membawa berbagai macam limbah domestik dan industri pembuatan alkohol yang berpotensi peningkatan logam. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kandungan logam dan potensi cemaran logam pada sedimen berdasarkan faktor kontaminasi, indeks beban pencemaran dan indeks geoakumulasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari dan Maret 2022 menggunakan metode survey. Analisis logam Pb, Cr dan Cu menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam Cr, Cu dan Pb pada bulan Februari berkisar antara 3,90-4,68 mg/kg dan 14,11-30,10 mg/kg; 26,07-34,71 mg/kg sedangkan konsentrasi logam Cr, Cu dan Pb bulan Maret mendapatkan angka 61,75-455,3 mg/kg; 11,03-13,16 mg/kg dan 9,99-11,87 mg/kg. Indeks pencemaran gabungan pada bulan Februari menunjukkan segmen Sungai Samin di Kota Sukoharjo belum tercemar logam Cr, Cu dan Pb. Namun, tingkat kontaminasi dan indeks geoakumulasi bulan Maret logam Cr mengindikasikan adanya input antropogenik. Tinggi rendah kadar logam dalam sedimen karena jenis sedimen, jumlah limbah dan pengaruh air hujan. Tingkat kontaminasi logam Cu terindikasi rendah ( $CF < 1$ ) dan logam Pb terdapat dua kategori yakni rendah ( $CF < 1$ ) dan sedang ( $1 < CF < 2$ ), tetapi indeks geoakumulasi logam Pb dan Cu tidak tercemar ( $I_{geo} < 0$ ). Berdasarkan Indeks beban pencemaran menunjukkan sedimen belum tercemar logam Cr, Cu dan Pb ( $PLI < 1$ ).

**ABSTRACT.** Heavy metals such as Pb, Cr and Cu are toxic pollutants and reduce water quality. The Samin River is a river that flows through Karanganyar and Sukoharjo regencies, carrying a variety of domestic waste and the alcohol industry are the potential to increase heavy metals. The purpose of this research is to find out the content of heavy metals and the potential for heavy metal spruce in sediments based on contamination factors, metal pollution index, and geoaccumulation index. This study was conducted in February and March 2022 using survey methods. Analysis of heavy metals Pb, Cr, and Cu using the Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS). The results showed that the average content of heavy metals Cr, Cu and Pb in February and March ranged between 3,900-4,68 mg/kg; 14,11-30,10 mg/kg; and 26,07-34,71 mg/kg, and 61,75-455,3 mg/kg; 11,03-13,16 mg/kg; and 9,99-11,87 mg/kg. The combined pollution index in February that the sediment shows that Cr, Cu and Pb metals have not been polluted. However, in March the contamination factors and geoaccumulation index of Cr metal indicated the presence of anthropogenic inputs. The High and low levels of heavy metals in sediments due to type of sediment, amount of waste and influence of rainwater. The contamination factors of Cu metal was indicated as low ( $CF < 1$ ) and Pb metal in two categories, low ( $CF < 1$ ) and moderate ( $1 < CF < 2$ ). The geoaccumulation index of Pb and Cu metals was not polluted ( $I_{geo} < 0$ ). The pollution load index, the sediment condition had not polluted with Cr, Cu and Pb metals ( $PLI < 1$ ).

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan pembangunan dan bertambahnya penduduk terutama terjadi di wilayah perkotaan menyebabkan peralihan fungsi sungai menjadi tempat akumulasi pembuangan limbah aktivitas masyarakat. Bahan pencemar yang berasal dari berbagai aktivitas masyarakat seperti rumah tangga, industri, dan pertanian akan terakumulasi dalam badan air dan sebagian mengendap dalam sedimen. Pencemaran pada perairan dikarenakan masuknya limbah yang mengandung logam seperti logam Cr, Cu dan Pb. Logam memiliki sifat racun bagi sistem perairan hingga mengancam bagi biota akuatik di dalamnya (Amprin *et al.*, 2020). Selain itu, limbah yang terdapat logam lebih sulit diurai dalam perairan dan mudah mengikat bahan organik dalam sedimen (Sudarmawan *et al.*, 2020).

Kadar logam pada sedimen tergantung pada jumlah masukkan bahan pencemar logam ke perairan, dimana semakin banyaknya limbah maka semakin tinggi pula logam dalam sedimen (Nurhidayah *et al.*, 2020). Logam dibagi menjadi dua kelompok yaitu logam esensial dan logam non esensial. Logam non esensial merupakan logam yang bersifat toksik bagi organisme akuatik meskipun dalam jumlah banyak ataupun sedikit, contohnya: Hg, Cd, Pd, As dan Cr, sedangkan Logam esensial adalah logam toksik dalam jumlah banyak tetapi logam yang dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah sedikit, seperti antaranya Cu, Fe, Co, Mn, Zn dan Se (Syaifullah *et al.*, 2018).

Toksisitas logam krom bagi biota akuatik apabila terpapar logam tersetersebut akan mengakibatkan terganggu sistem metabolisme tubuh karena penurunan kinerja enzim dalam proses fisiologis (Kristianto *et al.*, 2017). Kandungan racun logam tembaga bagi organisme air yang telah terpapar akan terhambat proses oksidasi asam laktat dan insang sehingga terganggunya pengangkutan oksigen (Nurhamiddin & Ibrahim, 2018). Biota akuatik yang terkontaminasi oleh logam timbel akan menyebabkan hilangnya koordinat otak dan berkurangnya penglihatan (Arsad *et al.*, 2012). Organisme yang diduga terkontaminasi dengan unsur logam melebihi batas aman, tidak dapat dikonsumsi oleh manusia karena akan memberikan efek dalam jangka pendek ataupun jangka panjang, tergantung ukuran badan, umur dan kemampuan mentoleransi setiap individual (Prasetyo *et al.*, 2016).

Kemampuan toleransi setiap biota-biota berbeda-beda terhadap logam ada yang mampu mentoleransi logam tertentu sehingga logam berkonsentrasi tinggi. Sementara itu, ada biota yang tidak memiliki kemampuan untuk menetralisasi daya racun logam yang masuk. Akumulasi logam pada tubuh organisme dipengaruhi oleh konsentrasi logam pada lingkungan akuatik, atribut fisiologi, ekologis termasuk kebiasaan pola makan, habitat, dan tingkat pertumbuhan (Monikh *et al.*, 2013).

Sungai Samin merupakan sungai yang bermuara ke Sungai Bengawan Solo dengan melewati Kabupaten Karanganyar dan Sukoharjo yang saat ini sudah mengalami pencemaran limbah industri alkohol dari Desa Ngombakan yang belum memiliki pengolahan limbah cair alkohol sehingga limbah dibuang ke sungai (Adina *et al.*, 2022). Pencemaran perairan bukan hanya menurunkan kualitas air saja, tetapi diduga dapat menurunkan kualitas sedimen di dalamnya. Pengamatan kualitas sungai di Indonesia didominasi dengan pengukuran kualitas sungai terhadap air sungai (Suryono *et al.*, 2014). Padahal sedimen dapat menjadi indikator dalam penentuan kualitas perairan, sehingga sangat penting dilakukan pemantauan terhadap sedimen (Suryono *et al.*, 2014). Hal ini, karena sedimen sangat penting dalam ekosistem perairan bagi semua organisme akuatik, namun juga menjadi polutan kimia juga polutan fisik dan biologis yang bersifat toksik apabila terkontaminasi dengan logam (Warni *et al.*, 2017).

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui analisis kandungan logam Pb, Cu dan Cr pada sedimen dan tingkat pencemaran logam berdasarkan faktor kontaminasi, indeks geoakumulasi dan indeks pencemaran logam di Sungai Samin, Kota Sukoharjo.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada 9 Februari dan 10 Maret 2022. Lokasi penelitian bertempat di Sungai Samin, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Peta lokasi penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

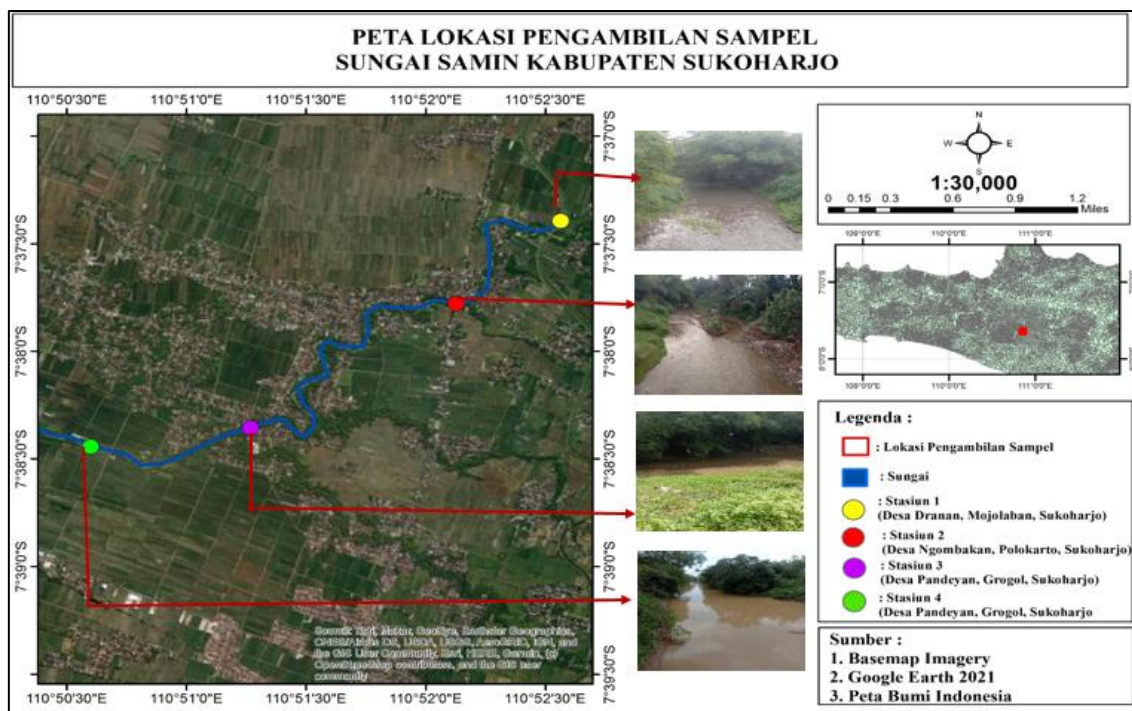
### 2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *Ekman grab* dan sekop sebagai alat pengambilan sampel sedimen dari sungai, *plastic zipper* digunakan untuk menyimpan sampel sedimen, kamera untuk mendokumentasikan segmen penelitian dan sedimen sebagai sampel basah dalam obyek penelitian.

### 2.3. Prosedur Penelitian

Pengukuran karakteristik perairan yang dilakukan secara *exsitu* adalah kadar logam tembaga, kromium, dan timbel. Pengambilan sampel dilakukan dua kali yakni pada 9 Februari dan 10 Maret 2022 dengan empat stasiun, sehingga total sampel terdapat 16 sampel. Metode pengambilan sampel dengan metode komposit, dimana cara metode tersebut dengan pengambilan sampel sedimen sungai dan digabungkan dari ketiga titik yaitu bagian tepi sungai kanan-kiri dan bagian tengah pada tiap stasiun. Sampel sedimen diambil menggunakan alat grab dan sekop. Sampel yang telah didapatkan kemudian dimasukkan dalam plastik kedap udara dan diberi nama setiap stasiun. Selanjutnya, disimpan dalam *cool box* dan dilakukan analisis di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, UNNES Semarang. Kontrol mutu di laboratorium

dilakukan dengan menggunakan *certified reference material* (CRM) yang diperlakukan sama dengan sampel lapangan dalam proses analisis logam.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2.4. Analisis Data

Konsentrasi logam dalam sedimen dilakukan analisis kuantitatif untuk melihat pengaruh musim dan perbedaan antar lokasi pengamatan terhadap konsentrasi logam dalam sedimen menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dua arah (*Two Way Anova*). Nilai Sig. digunakan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam dalam sedimen antar musim (Februari vs Maret) dan lokasi sampling (stasiun 1 sampai 4).

### 2.4.1. Parameter

Analisis data untuk penelitian pencemaran logam Cr, Cu, dan Pb menggunakan analisis Faktor kontaminasi (*Contamination factor/Cf*), Indeks beban pencemaran (*Pollution Load index/PLI*), dan Indeks geoakumulasi (*Igeo*). Faktor kontaminasi berfungsi mengetahui tingkat kontaminasi logam antropogenik (Harikumar & Jisha, 2010). Faktor kontaminasi dihitung dengan kadar logam dalam sedimen dengan kadar latar logam yang sama, kadar logam merupakan kadar logam alami tanpa pengaruh antropogenik dan tidak menimbulkan resiko bagi makhluk hidup dan ekosistem (Duncan *et al.*, 2018). Persamaan CF menurut Hakanson (1980), sebagai berikut:

$$Cf = \frac{C_0^i}{C_n^i}$$

Keterangan:  $C_0^i$  = Konsentrasi logam yang diteliti dalam sedimen,  $C_n^i$  = Konsentrasi logam di alam.  $C_n^i$  (latar belakang logam) untuk logam Cr = 90 mg/kg; Cu = 45 mg/kg; dan Pb = 20 mg/kg (Turekian & Wedepohl 1961; Moruf *et al.*, 2022). Faktor kontaminasi dibagi menjadi empat klasifikasi yakni tingkat kontaminasi rendah ( $CF < 1$ ), sedang ( $1 < CF < 3$ ), Cukup ( $3 < CF < 6$ ), dan Sangat tinggi ( $CF > 6$ ) (Hakanson, 1980). Dalam menentukan tingkat pengayaan logam dalam sedimen menggunakan Indeks geoakumulasi. Perhitungan Indeks geoakumulasi melibatkan fungsi log, kadar logam di alam dan nilai faktor 1,5. Nilai faktor 1,5 digunakan untuk untuk menetralkan variasi nilai latar logam akibat variasi litogenik (Likuku *et al.*, 2013). Persamaan Indeks geoakumulasi Muller (1969) sebagai berikut:

$$Igeo = \log_2 \frac{Cn}{1,5 \times Bn}$$

Keterangan: Cn = Kadar logam yang diteliti dalam sedimen; Bn = Kadar logam di alam; 1,5 = nilai faktor. Tingkat pengayaan logam pada Indeks Geoakumulasi dibagi menjadi tujuh kelas (Muller 1969; Nweke & Ukpai, 2016) yakni tidak tercemar ( $Igeo < 0$ ), tidak tercemar hingga tercemar sedang ( $0 < Igeo < 2$ ), tercemar sedang ( $1 < Igeo < 2$ ), tercemar sedang hingga berat ( $2 < Igeo < 3$ ), tercemar parah ( $3 < Igeo < 4$ ), tercemar parah hingga sangat berat ( $4 < Igeo < 5$ ) dan tercemar sangat berat ( $5 > Igeo$ ).

Tingkat pencemaran logam menggunakan Indeks pencemaran logam. Indeks pencemaran logam digunakan lebih dari dua data dari satu stasiun yang dihasilkan dari perhitungan faktor kontaminasi yang dipangkatkan jumlah logam yang diuji Thomilson et al. (1980). Persamaan indeks pencemaran logam sebagai berikut:

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \dots \times CF_n}$$

Keterangan: CF= Nilai faktor kontaminasi logam Cu, Cr dan Pb dalam sampel; n= Jumlah unsur logam yang diteliti. Jika nilai PLI < 1 menunjukkan sedimen belum tercemar, tetapi bila nilai PLI > 1 maka sedimen telah tercemar (Thomilson et al., 1980).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kualitas sedimen terhadap kandungan logam kromium, tembaga dan timbel di Sungai Samin diperlihatkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil uji Anova menunjukkan kadar tembaga tidak adanya perbedaan signifikansi antara stasiun 1,2,3,4 dan musim maret ( $p > 0,05$ ) sedangkan terdapat perbedaan signifikan antara stasiun dan waktu ( $p < 0,05$ ) pada logam timbel terletak perbedaan stasiun 1 dengan 2,3,4 dan logam kromium perbedaan stasiun 4 dengan 1,2,3 kedua di musim maret. Konsentrasi logam Cr, Cu dan Pb Februari dalam sedimen Sungai Samin mendapatkan kisaran antara 26,07 – 34,71 mg/kg; 11,03 – 13,16 mg/kg; dan 3,90 – 4,68 mg/kg, sedangkan kadar logam Maret berkisar antara 61,75– 455,30 mg/kg; 9,99 – 11,87 mg/kg; dan 14,11 – 30,10 mg/kg.

**Tabel 1.** Kandungan Logam pada Sedimen Sungai Samin

Waktu	Stasiun	Ulangan	Logam (mg/kg)			Pedoman(mg/kg) <sup>1</sup>		
			Cr	Cu	Pb	Cr	Cu	Pb
9 Februari 2022	1	P1	26,42	12,42	5,08	100	86	170
		P2	25,72	10,18	4,28			
		Rata-rata	26,07	11,30	4,68			
	2	P1	28,76	9,88	5,90			
		P2	31,72	12,18	2,62			
		Rata-rata	30,24	11,03	4,26			
	3	P1	32,06	10,88	5,30			
		P2	33,40	11,42	3,42			
		Rata-rata	32,73	11,15	4,36			
	4	P1	33,14	12,28	5,08			
		P2	36,28	14,04	2,72			
		Rata-rata	34,71	13,16	3,90			
10 Maret 2022	1	P1	56,94	10,68	30,18			
		P2	66,56	9,30	30,02			
		Rata-rata	61,75	9,99	30,10			
	2	P1	86,64	11,38	21,08			
		P2	419,2	10,70	20,20			
		Rata-rata	252,92	11,04	20,64			
	3	P1	420,8	11,30	14,68			
		P2	410,0	10,10	13,70			
		Rata-rata	415,40	10,70	14,19			
	4	P1	442,2	10,82	14,26			
		P2	468,4	12,90	13,96			
		Rata-rata	455,30	11,87	14,11			

<sup>1</sup>TET: Toxic Effect Threshold \* (Usman et al., 2013)

**Tabel 2.** Perbandingan Kandungan Logam pada Sedimen dengan Baku Mutu dan Lokasi lain

Lokasi	Waktu	Logam (mg/kg)			Referensi
		Cr	Cu	Pb	
Sungai Samin, Sukoharjo	10 Februari – 9 Maret 2022	81,82	5,64	6,015	Penelitian ini
Sungai Ombilin, Sawahlunto	April – Desember 2017	143	145	53	Putri & Afdal (2017)
Sungai Kaligarang, Semarang	-	14,24	50,91	29,93	Susanti et al. (2014)
Sungai Segah, Kalimantan Utara	-	0,45	15,6	20,5	Wardhani & Sulistiawati (2018)
Sungai Code, Yogyakarta	Desember 2019 – Maret 2020	3,80	8,87	13,19	Hasti (2020)
Sungai Lowateg, Sulawesi Utara	Oktober 2017 – Februari 2018	-	14,3	25,1	Patty et al., (2018)
Sungai Winongo, D.I. Yogyakarta	-	27,78	64,67	269,4	Fadlillah et al. (2022)
Pedoman <sup>1</sup>		100	86	170	

<sup>1</sup>TET: Toxic Effect Threshold \* (Usman et al., 2013)

Konsentrasi logam Cr, Cu dan Pb di bulan Februari pada sedimen Sungai Samin dibandingkan dengan pedoman TET (*Toxic Effect Threshold*) belum melewati sedangkan hanya kadar logam Cr di bulan Maret yang melebihi pedoman. Logam Cu bulan Februari dan Maret kadar tertinggi pada stasiun 4 yaitu 11,36 mg/kg dan 11,87 mg/kg. Tidak adanya kenaikan signifikan terhadap logam tembaga dalam sedimen pada Stasiun 4, namun ini membuktikan bahwa adanya kandungan logam Cu di sedimen karena sumbangan sumber limbah dari kegiatan industri alkohol (Stasiun 3) dan rumah tangga (Stasiun 2). Kegiatan industri pembuatan alkohol berskala rumah tangga, berasal dari bahan pembuatan alkohol yang menggunakan tetesan tebu atau molase. Dimana, tetesan tebu adalah fermentasi gula dari akar pohon tebu dan adanya logam Cu pada alkohol karena akar tebu menyerap logam Cu dari pupuk di bidang pertanian. Selain dari limbah domestik juga menyumbang kadar logam tembaga di lingkungan perairan terbawa oleh aliran air hujan yang masuk ke perairan (Thevenon *et al.*, 2013).

Logam Pb antara bulan Februari dan Maret memiliki penurunan logam, dimana kadar tertinggi terdapat Stasiun 1 berkisar 4,68 mg/kg dan 30,10 mg/kg. Stasiun 1 merupakan kawasan yang menjadi jalur transportasi berukuran kecil (motor) hingga besar (truk dan bis) setiap hari dan pengambilan sampel di tengah jembatan. Hal ini, menjadi indikasi Sumber utama konsentrasi logam Pb masuk ke perairan dan sedimen disebabkan adanya senyawa *tetraethyl* dalam bahan bakar bensin kendaraan, yang terbawa saat hujan dan pengendapan dalam sedimen. Hasil sisa bahan bakar kendaraan akan menjadi logam timbel anorganik yang keluar dari alat pembuangan asap masuk dan terlarut dalam perairan (Ika *et al.*, 2012).

Logam timbel pada Stasiun 1 mengalami meningkatkan berdasarkan waktu pengambilan akibat adanya pengadukkan partikel di dasar perairan. Pengadukkan partikel ini dapat terjadi adanya tekanan pada dasar perairan contohnya air hujan atau pergerakan arus dasar sungai. Menurut Yolanda *et al.*, (2020), air hujan yang masuk ke badan perairan akan memberikan tekanan pada dasar perairan, akibatnya partikel sedimen yang terletak di dasar perairan naik dan perubahan warna air sungai menjadi coklat dikarenakan terjadinya pengadukan partikel.

Selain itu perbedaan konsentrasi logam Cu antara bulan Februari dan Maret karena pasokan dan persebaran limbah di badan perairan dengan seiringnya peningkatan jumlah polutan akan menyebabkan konsentrasi logam dalam sedimen semakin tinggi. Menurut Warni *et al.*, (2017), berbanding lurus semakin banyak polutan yang dibuang ke perairan akan meningkatkan kadar logam pada badan perairan, sehingga logam akan mengikat bahan organik dan mengendap dalam dasar sungai atau sedimen.

Peningkatan logam krom, tembaga dan timbel pada bulan Maret dikarenakan sumber pencemaran dari limbah pembuatan alkohol, pemukiman dan pertanian. Berdasarkan penelitian Nurcahyani & Utami (2015), industri alkohol terletak di Desa Bekonang, Mojolaban, Sukoharjo memproduksi alkohol sebanyak 1000-1500 liter/hari dengan limbah sebanyak 7000-10.000 liter/hari. Berdasarkan jumlah tersebut bahwa setiap proses produksi alkohol menghasilkan volume limbah cair yang cukup besar. Alasan limbah alkohol menjadi penyebab logam Cu, Cr dan Pb karena zat polutan limbah alkohol 100 kali lebih tinggi daripada domestik dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Sedangkan limbah pertanian dari pupuk anorganik (NPK, Urea dan ZA dan Phonska) menjadi jenis pupuk yang digunakan para petani di sekitar sungai dapat menyumbang logam Cr, Cu dan Pb serta sifat pestisida yang persisten dapat mengalami pengendapan yang lama pada sedimen dan menyebabkan terjadinya degradasi sedimen (Ruhban & Kurniati, 2017). Penggunaan pupuk dan pestisida meninggalkan residu dapat mengakibatkan meningkatnya konsentrasi logam dalam sedimen sungai atau terakumulasi ke dalam jaringan tanaman melalui akar dan selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan (Jaya *et al.*, 2014).

Konsentrasi rerata logam Cr Februari – Maret dalam sedimen Sungai Samin masih lebih rendah dibandingkan dengan Sungai Ombilin, Sawahlunto (Putri & Afdal, 2017). Sebaliknya kadar logam krom lebih tinggi bila dibandingkan Sungai Kaligarang, Semarang, Sungai Code, Yogyakarta, Sungai Segah, Kalimantan Utara dan Sungai Lowateg, Sulawesi Utara, dan Sungai Winongo, D.I. Yogyakarta. Logam tembaga sedimen Sungai Samin lebih aman dibandingkan sungai yang lain, dan logam timbel juga masih rendah kecuali dibandingkan pada Sungai Winongo, D.I. Yogyakarta yang menunjukkan kadar logam Pb lebih tinggi. Menurut Rizkiana *et al.*, (2017) peningkatan logam dalam sedimen sejalan dengan berjalannya waktu dan konsentrasinya tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut serta intensitas aktivitas masyarakat yang diduga sudah berlangsung lama.

**Tabel 3.** Faktor Kontaminasi dan Indeks Pencemaran Logam Sungai Samin

Waktu	Stasiun	Faktor Kontaminasi			Indeks Pencemaran Logam
		Cr	Cu	Pb	
9 Februari 2022	1	0,290	0,251	0,234	0,257
	2	0,336	0,245	0,213	0,260
	3	0,364	0,248	0,218	0,270
	4	0,386	0,292	0,195	0,280
10 Maret 2022	1	0,686	0,222	1,505	0,612
	2	2,810	0,245	1,032	0,890
	3	4,616	0,238	0,710	0,920
	4	5,096	0,264	0,706	0,980

Nilai faktor kontaminasi (CF) Februari Cr, Cu dan Pb pada Sungai Samin yang disajikan pada Tabel 3, berkisar antara 0,290 - 0,386; 0,245 - 0,292; dan 0,195 - 0,234, sedangkan Nilai CF Maret Cr, Cu dan Pb berkisar antara 0,686 - 5,096; 0,222 - 0,264; dan 0,706 - 1,505. Faktor kontaminasi Februari menunjukkan tingkat kontaminasi rendah (Cf<1).

Rendahnya faktor kontaminasi sedimen di sungai juga ditemukan pada Sungai Segah (Wardhani & Susilowati, 2018) dan Sungai Lishui, Cina Selatan (Shen et al., 2019) terhadap terkontaminasi logam Cr dan Cu.

Berbeda pada bulan Maret tingkat kontaminasi logam Cr memiliki 3 kategori yaitu tingkat kontaminasi rendah ( $CF < 1$ ), tingkat kontaminasi sedang ( $1 < CF < 3$ ) dan tingkat kontaminasi cukup besar ( $3 < CF < 6$ ), sedangkan untuk logam Cu semua stasiun terindikasi tingkat kontaminasi rendah ( $CF < 1$ ). Tingginya nilai CF Cr dan Cu pada Stasiun 4 sedangkan Stasiun lebih rendah. Rendah tingginya nilai Cf disebabkan sumber limbah masukkan logam pada stasiun tersebut lebih sedikit daripada stasiun lainnya dan jaraknya yang cukup jauh dari sumber pencemar (Bahril et al., 2019).

Untuk logam Pb memiliki 2 kategori yakni tingkat kontaminasi rendah ( $Cf < 1$ ) dan tingkat kontaminasi sedang ( $1 < CF < 3$ ), Nilai CF Pb lebih tinggi pada Stasiun 1 dibandingkan stasiun lain, dikarenakan pasokan sumber limbah atau zat toksik mengandung logam Pb dari atmosfer yang terjatuh ke perairan karena air hujan. Sumber logam Pb berasal dari asap kendaraan pada Stasiun 2 dan asap pembakaran pengolahan alkohol terdapat Stasiun 3 yang berada di atmosfer kemudian terdeposisi ke tanah dan perairan melalui air hujan (Putri et al., 2015).

Menurut Sukaryono & Dewa (2018), berbagai aktivitas yang terdapat di sekitar sungai seperti pemukiman, pertanian dan industri mengakibatkan potensi polutan meningkat dalam perairan dan perubahan kondisi perairan yang sangat mudah berubah dan fluktuatif disebabkan intensitas curah hujan di lokasi penelitian.

Nilai Indeks pencemaran logam Februari dan Maret Cr, Cu dan Pb Sungai Samin (Tabel 4) berkisar antara 0,257 - 0,280 dan 0,612 - 0,980. Data tersebut mengindikasikan tingkat cemaran pada sedimen belum tercemar ( $PLI < 1$ ), meskipun faktor kontaminasi logam Maret terdapat sedimen yang termasuk kriteria terkontaminasi. Hal ini juga ditemukan pada penelitian Ahmad (2013) angka indeks pencemaran sedimen Perairan Bangka lebih kecil dari 1 ( $PLI < 1$ ) terhadap logam Cu, Pb dan Zn, meskipun angka faktor kontaminasi termasuk kriteria terkontaminasi walaupun sedimen tersebut belum mencapai tingkat tercemar.

**Tabel 4.** Indeks Geoakumulasi Logam Sungai Samin

Waktu	Logam	Stasiun			
		1	2	3	4
9 Februari 2022	Cr	-2,372	-2,158	-2,044	-1,959
	Cu	-2,578	-2,613	-2,597	-2,358
	Pb	-2,680	-2,816	-2,782	-2,943
10 Maret 2022	Cr	-1,128	0,905	1,621	1,753
	Cu	-2,755	-2,612	-2,657	-2,507
	Pb	0,005	-0,539	-1,080	-1,088

Logam Cr Februari dan Maret sama-sama lebih tinggi dibandingkan logam lainnya. Hal ini, mengindikasikan bahwa sedimen di stasiun tersebut mudah menyerap logam Cu. Tinggi rendah indeks pencemaran dan faktor kontaminasi tergantung pada kadar logam yang diukur, semakin tinggi konsentrasi logam dalam sedimen maka hasil faktor kontaminasi dan indeks pencemaran akan berpotensi meningkat (Putri et al., 2022).

Nilai Indeks geoakumulasi Februari Cu, Cr dan Pb Sungai Samin berkisar antara -2,372 hingga -1,959; -2,578 hingga -2,358; dan -2,943 hingga -2,680. Data tersebut menunjukkan kualitas sedimen tidak tercemar ketiga logam tersebut ( $Igeo < 0$ ). Indeks geoakumulasi kurang dari 0 juga ditemukan pada Muara Sungai Bondet, dimana kualitas sedimen pada perairan tersebut belum tercemar terhadap logam timbel disebabkan rentangan geoakumulasi ( $Igeo < 0$ ) (Wahyuningsih et al., 2021). Sungai Kor, Iran pada Stasiun 1 sampai 7 dari Stasiun 10 menunjukkan kategori kelas 0 terhadap logam Cu, Cr, Ni dan Pb, berarti relative tidak terdapat cemaran logam terhadap sedimen perairan tersebut (Sheykhi & Moore, 2012).

Nilai Indeks geoakumulasi Maret Cr, Cu dan Pb berkisar antara -1,128 hingga -1,753; -2,755 hingga -2,507; dan 0,005 hingga -1,088. Data tersebut pada logam Cr terdapat tercemar ( $Igeo < 0$ ) termasuk kelas 0, Tidak tercemar hingga tercemar sedang ( $0 < Igeo < 1$ ) termasuk kelas 1, dan tercemar sedang ( $1 < Igeo < 2$ ) termasuk kelas 2. Untuk logam Pb dan Cu sedimen tidak tercemar ( $Igeo < 0$ ) termasuk kelas 0. Indeks geoakumulasi berkisar dari negatif sampai dengan positif, dimana semakin negatif hasil yang didapatkan menunjukkan sedimen semakin tidak tercemar atau kondisi sedimen semakin bersih demikian juga sebaliknya (Edward, 2020).

Nilai indeks geoakumulasi berada kelas 0 khususnya logam timbel dan tembaga, namun akumulasi logam akan terus meningkat dari tahun ke tahun dalam perairan dan sedimen. Hal tersebut adanya proses pengendapan logam yang memiliki sifat mudah mengikat bahan organik, sehingga bersatu dengan partikel-partikel sedimen (Murraya et al., 2018). Selain itu, tiga tahapan logam masuk ke perairan dan pengendap pada sedimen yaitu curah hujan, adsorpsi dan penyerapan oleh organisme air (Susantoro et al., 2015).

#### 4. SIMPULAN

Konsentrasi logam krom, tembaga dan timbel sedimen di Sungai Samin bulan 9 Februari dan 10 Maret 2022 berada di bawah pedoman TET (*Toxic Effect Threshold*), kecuali pada logam krom bulan Maret di Stasiun 2,3, dan 4 yang melebihi pedoman yang ditetapkan. Berdasarkan tingkat cemaran gabungan Cr, Cu dan Pb pada bulan Februari 2022 tergolong relative belum tercemar, sehingga kualitas sedimen Sungai Samin masih dalam kondisi aman. Namun, berbeda pada kondisi sedimen di bulan Maret 2022 memiliki potensi adanya pencemaran logam Cr dan Pb dalam sedimen dikarenakan

tingkat kontaminasi dan indeks geoakumulasi terhadap logam krom dan timbel mengindikasikan adanya input antropogenik, meskipun dalam indeks beban pencemaran logam Cr, Cu dan Pb terhadap sedimen dinyatakan belum tercemar.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah membantu menguji sampel untuk penelitian ini.

## 6. REFERENSI

- Adina, O.S., Utami, A., & Wicaksono, A.P. (2022). Status Air Sungai Samin Kabupaten Sukoharjo Akibat Limbah Cair Alkohol Dengan Indeks Pencemaran. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Satu Bumi*. 4(1): 263-270.
- 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.
- Amprin, Abdunnur, & Masruhim, M.A. (2020). Kajian Kualitas Air dan Laju Sedimentasi Pada Saluran Irigasi Bendung Tanah Abang di Kecamatan Long Mesangat Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Pertanian Terpadu*. 8(1): 105-118.
- Arsad, M., Said, I., & Suherman. (2012). Akumulasi Logam Timbal (Pb) Dalam Ikan Belanak (*Liza melinoptera*) Yang Hidup di Perairan Muara Poboya. *Jurnal Akademik Kimia*. 1(4): 187-192.
- Bahril, Armid, Jabir, Takwir, A., & Rahim, A. (2019). Distribusi Spasial Logam Berat Besi (Fe) di Perairan Teluk Staring, Sulawesi Tenggara. *Journal of Chemistry*. 7(2): 30-39.
- Duncan, A.E., Vries, N.D., & Nyarko, K.B. (2018). *Assessment of Heavy Metal Pollution in the Sediments of the River Pra and Its Tributaries*. *Water Air Soil Pollut.* 229: 272-282.
- Edward. (2020). Penilaian Pencemaran Logam Berat dalam Sedimen di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan (Depik)*. 9(3): 403-410.
- Fadlillah, N.L., Indrastuti, A.N., Azahra, A.F., & Widyastuti, M. (2022). Evaluasi Level Toksik Logam Berat pada Air, Sedimen Tersuspensi, dan Sedimen Dasar di Sungai Winongo, D.I.Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 20(1): 30-36.
- Hakanson, L. (1980). An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control. *A Sedimentological Approach*. *Water Research*. 14: 975-1001.
- Harikumar, P.S., & Jisha T.S. (2010). *Distribution Pattern of Trace Metal Pollutants in the Sediments of an Urban Wetlands in the Southwest Coast of India*. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 2(5): 840-850.
- Hasti, K.A. (2020). Analisis Potential Ecological Risk (PER) Berdasarkan Logam Berat Dalam Sedimen Di Sungai Code, Yogyakarta. *Jurnal Lingkungan*. 2(5): 40-49.
- Ika, Tahril & Said, I. (2012). Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademik Kimia*. 1(4): 181-186.
- Jaya, I.G.E.S., Siaka, I.M., & Diantariani, N.P. (2014). Total Logam Pb Dan Cr Dalam Tanah Pertanian dan Air Danau Beratan Serta Bioavailabilitas dalam Tanah Pertanian di Daerah Bedugu. *Jurnal Kimia*. 8(1): 28-34.
- Kristianto, S., Wilujeng, S., & Wahyudiarto, D. (2017). Analisis Logam Berat Kromium (Cr) pada Kali Pelayaran sebagai Bentuk Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan di Wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*. 3(2): 66-71.
- Likuku, A.S., Mmolawa, K.B., & Gaboutloeloe, G.K. (2013). *Assessment of Heavy Metal Enrichment and Degree of Contamination around the Copper-Nickel Mine in the Selebi Phikwe Region, Eastern Botswana*. *Environment and Ecology Research*. 1(2): 32-40.
- Monikh F.A., Safahieh, A., Savari, A., Ronagh, M.T., & Doraghi, A. (2013). The Relationship Between Heavy Metal (Cd, Co, Cu, Ni and Pb) Levels and The Size of Benthic, Benthopelagic and Pelagic Fish Species, Persian Gulf. *Bull Environ Contam Toxicol*. 90. 691-696.
- Moruf, R.O., Abubakar, M.I., Amaechi, A.I.O., Sani, I.M., & Akpan, I.I. (2022). Metal Content and Oxidative Stress Enzymes in Aquatic Crab, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1802) from Tropical Creeks Adjacent Western Axis of the Lagos Lagoon. *Tropic Journal Natural Product Research*. 6(1): 161-166.
- Muller, G. (1969). *Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River*. *Geo Journal*, 2: 108-118.
- Murray, Taufiq, N., & Supriyantini, E. (2018). Kandungan Logam Berat Besi (Fe) dalam Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo, Semarang. *Journal of Marine Research*, 7(2): 133-140.
- Nurchayani, A., & Budi, U. (2015). Pengolahan Limbah Cair Industri Alkohol Bekonang Menggunakan Proses Fermentasi. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. 16(3):113-118.
- Nurhamiddin, F. & Ibrahim, M.H. (2018). Studi Pencemaran logam berat timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen Laut di Pelabuhan Bastiong Kota Ternate Provinsi Maluku Utara. *Dintek*. 11(2):41-56.
- Nurhidayah, T., Maslukah, L., Wulandari, S.Y., & Kurnia. (2020). Distribusi Vertikal Logam Pb, Zn, Cr dan Keterkaitannya Terhadap Karbon Organik Sedimen di Pantai Marunda, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*. 9(2): 125-132.
- Nweke, M.O., & Ukpai, S.N. (2016). Use of Enrichment, Ecological Risk and Contamination Factors with Geoaccumulation Indexes to Evaluate Heavy Metal Contents in the Soils around Ameka Mining Area, South of Abakaliki, Nigeria. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. 5(4): 1-13.
- Patty, J.O., Ratna, S., & Pience, V.M. (2018). Kehadiran Logam-Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) Pada Air dan Sedimen Sungai Lowatag, Minahasa Tenggara - Sulawesi Utara. *Jurnal Bioslogos*. 8(1): 16-26.
- Putri, D., & Afdal. (2017). Identifikasi Pencemaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Suseptibilitas Magnetik pada Sedimen Sungai Batang Ombilin Kota Sawahlunto. *Jurnal Fisika Unand*. 6(4):341-348.
- Putri, W.A.E., Bengen, D.G., Prartono, T., & Riani, E. (2015). Konsentrasi Logam Berat (Cu dan Pb) di Sungai Musi Bagian Hilir. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(2): 453-463.
- Putri, W.A.E., Susanti, M.I., Rozirwan, Hendri, M., & Agustriani, F. (2022). Status Cemaran Logam Berat di Sedimen Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*. 11(2): 177-184.
- Prasetyo, D., Herawati, T., & Iskandar. (2016). Bioakumulasi Logam Kromium (Cr) pada Insang, Hati, dan Daging Ikan yang Tertangkap di Hulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7(2): 1-8.

- 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): 89-96.
- Ruhban, A., & Kurniati. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Residu Pestisida Pada Tanah, Air Dan Bawang Merah Di Desa Sarubbhu Dewata Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. 17(2): 19-26.
- Shen, F., Mao, L., Sun, R., Du, J., Tan, Z., & Ding, M. (2019). Contamination Evaluation and Source Identification of Heavy Metals in the Sediments from the Lishui River Watershed, Southern China. *International Journal Environmental Research and Public Health*. 16(336): 1-14.
- Sheykhi, V., & Moore, F. (2012). Evaluation of Potentially Toxic Metals Pollution in The Sediments of The Kor River, Southwest Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185(4): 3219-3232.
- Sudarmawan, A.R., Suteja, Y., & Karim, W. (2020). Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Plankton di Teluk Benoa, Badung, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 6(1): 133-139.
- Sukaryono, I. D., & Dewa, R.P. (2018). Pemantauan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Pada Sedimen di Pesisir Teluk Ambon dalam sebagai Indikasi Tingkat Pencemaran. *Majalah Biama*. 14(1): 1-7.
- Susantoro, T.M., Sunarjanto, D., & Andayani, A. (2015). Distribusi Logam Berat pada Sedimen di Perairan Muara Dan Laut Provinsi Jambi. *Jurnal Kelautan Nasional*. 10(1): 1-11.
- Suryono, T., Sudarso, Y., Yoga, G.P., & Yuniarti, I. (2014). Penilaian Kualitas Sedimen Dengan Konsep *Screening Level Concentration* (SLC): Studi Kasus Perairan Tergenang di Jawa Barat. *Limnotek*. 21(1): 41-51.
- Susanti, R., Mustikaningtyas, D., & Sasi, F.A. (2014). Analisis Kadar Logam Berat pada Sungai di Jawa Tengah. *Sainteknologi*. 12(4): 35-41.
- Syaifulloh, M., Soegianto, Y.A.C.A., & Irawan, B. (2018). Kandungan Logam Non Esensial (Pb, Cd dan Hg) dan Logam Esensial (Cu, Cr dan Zn) pada Sedimen di Perairan Tuban, Gresik Dan Sampang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan*. 11(1): 69-75.
- Thevenon, F., Alencastro, L.F., Loizeau, J.L., Adatte c, T., Grandjean, D., Wildi, W., & Poté, J. (2013). A High-Resolution Historical Sediment Record of Nutrients, Trace Elements and Organochlorines (DDT and PCB) Deposition in a Drinking Water Reservoir (Lake Brét, Switzerland) Points At Local and Regional Pollutant Sources. *Chemosphere*, 90: 2444-2452.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R., & Jeffery, D.W. (1980). *Problems in The Assessment of Heavy Metals Levels in Estuaries and The Formation of a Pollution Index*. *Helgolander Meeresunters*. 33: 566-575.
- Turekian, K.K., & Wedephol, K.H. (1961). Distribution of Elements in Some Units of the Earth Crust. *Geological Society of American Bulletin*. 72: 175-192.
- Usman, S., Nafie, N.L., & Ramang, M. (2013). Distribusi kuantitatif Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Ikan Merah (*Lutjanus erythropterus*) di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. *Maria Chimia Acta*. 14(2): 49-56.
- Wahyuningsih, S., Fatimatuzzahroh, F., & Gitarama, A.M. (2021). Distribution and Estimation of Heavy Metal (Pb) Contamination Levels In The Water And Sediment Bondet Estuary, Cirebon. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 9(2): 924-938.
- Wardhani, U.E., & Sulistiowati, L.A. (2018). Analisis Kualitas Sedimen Sungai Segah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Rekayasa Hijau*. 2(2): 137-147.
- Warni, D., Karina, S., & Nurfadillah, N. (2017). Analisis Logam Pb, Mn, Cu, dan Cd pada Sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2(2): 246-253.
- Yolanda, O.A.P., Melani, W.R., & Muzammil, W. (2020). Karakteristik Sedimen Pada Perairan Sei Carang, Kota Tanjungpinang, Indonesia. *Habitus Aquatica*. 1(2): 11-20.