



Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) Pada Sedimen di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas

Analysis of Cadmium (Cd) and Chromium (Cr) Heavy Metal Contains on the Sediment in Pelus River, Banyumas Regency, Central Jawa

Sayidah Milasari¹, Ilma Azizah Arviani^{1*}, Allaam Hadi Pranata², Nuning Vita Hidayati³

1 Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah 53122, Indonesia

2 Program studi Ilmu Kesehatan S1 Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Purwokerto Jl. Letjen Soepardjo Roestam PO. Box 229 Purwokerto 53181

3 Program Studi Magister Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah 53122, Indonesia.

*Corresponding Author: ilma.arviani@mhs.unsoed.ac.id

Diterima: 27 Mei 2022, Disetujui: 13 Juni 2023

ABSTRAK

Sungai Pelus merupakan sungai yang terdapat di Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Tingkat aktivitas masyarakat yang ada di sempadan Sungai Pelus cukup tinggi seperti permukiman, perkebunan, sawah, pabrik kayu, dan tambang pasir yang berpotensi menghasilkan limbah padat maupun cair yang akan bermuara ke badan sungai dan sampai ke sedimen sehingga membuat sungai tersebut tercemar, parameter pencemaran tersebut adalah logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kandungan Cd dan Cr pada sedimen antar stasiun, distribusi kandungan Cd dan Cr pada sedimen, serta apakah kawasan Sungai Pelus tercemar oleh Cd dan Cr berdasarkan Contaminant Factor (CF), Enrichment Factor (EF), Indeks Geoakumulatif (Igeo) dan Pollution Load Index (PLI). Metode yang digunakan yaitu metode survey dengan teknik pengambilan sampel purposive random sampling pada tujuh stasiun. Kandungan logam berat Cd dan Cr dianalisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil yang didapat menunjukkan adanya perbedaan kandungan Cd dan Cr pada sedimen antar stasiun. Sungai Pelus terdeteksi memiliki nilai CF dengan kategori kontaminasi tinggi untuk Cd dan rendah untuk Cr, EF dengan kategori sedang untuk Cd dan tidak ada faktor pengayaan untuk Cr, Igeo dengan kategori tercemar sedang untuk Cd dan tidak tercemar untuk Cr serta PLI dengan kategori tercemar untuk Cd dan tidak tercemar untuk Cr.

Kata Kunci: *Contamination factor, Enrichment factor, Geo-accumulation index, Pencemaran logam Cd dan Cr; Pollution load index*

ABSTRACT

Pelus river is a river located in Banyumas Regency, Central Java. The level of community activity in the Pelus River border is quite high, such as plantations, rice fields, wood factories, and sand mining which have the potential to produce waste and liquid which will flow into the river body and reach the sediment so that it is polluted. This study aims to determine differences in Cd and Cr content in sediments between stations, distribution of Cd and Cr content in sediments, and whether the Pelus River area is polluted by Cd and Cr based on Contaminant Factor (CF), Enrichment Factor (EF), Geoaccumulative Index (Igeo) and Pollution Load Index (PLI). The method used is survey method with purposive random sampling technique at seven stations. This study aims to determine the content of Cd and Cr in sediment in the Pelus river Banyumas, concentration factors and determine the levels

of heavy metal pollution Cd and Cr in Pelus River. The method used is a survey with purposive random sampling technique with seven stations. Cd and Cr contents were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). This study was done in seven stations. The results showed there were different Cd and Cr content in sediment media between stations. Pelus river have FK rate in medium accumulation categorize for Cd and Cr, CF rate in high contamination for Cd and low contamination for Cr, EF with medium categorize for Cd and no enrichment factor for Cr, have medium polluted categorize in Igeo for Cd and no polluted categorize for Cr.

Keywords: Cd and Cr Pollution; Enrichment factor; Geo-accumulation index; Contamination factor and Pollution load index

PENDAHULUAN

Sungai pelus pada saat ini telah mengalami kerusakan dan pencemaran lingkungan sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas perairan. Bentuk pencemaran terjadi akibat limbah buangan industri terutama mengandung gugus logam berat (Suwarsito dan Sarjanti, 2019). Logam berat secara umum masuk ke lingkungan dengan dua cara, yaitu secara alami dan antropogenik. Secara alami logam berat masuk ke lingkungan akibat terjadinya pelapukan sedimen akibat cuaca, erosi, serta aktivitas vulkanik. Terlepasnya logam berat secara antropogenik terjadi karena adanya aktivitas manusia diantaranya adalah kegiatan pertanian, pertambangan, peleburan, pembuangan limbah rumah tangga seperti baterai, peralatan elektronik, tekstil, plastik, pelumas dan lain sebagainya (Amien dan Iromo, 2010). Salah satu dari beberapa masalah lingkungan yang banyak mendapatkan perhatian adalah pencemaran sungai oleh logam berat. Logam berat yang ada dalam perairan akan mengalami sedimentasi atau pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi di dalam tubuh biota yang ada dalam perairan baik melalui insang maupun rantai makanan yang pada akhirnya akan sampai pada manusia (Umar et al., 2001). Hal tersebut memberikan dampak yang tidak baik terhadap biota ikan, secara nyata terjadi di Teluk Jakarta pada tahun 2004. Kandungan logam berat di Teluk Jakarta tinggi sehingga berbahaya untuk

organisme perairan (Rochyatun dan Rozak 2007).

Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia akan berbahaya untuk kesehatan karena menghalangi metabolisme tubuh, menyebabkan kanker dan mutasi (Effendi et al., 2012). Logam berat memiliki tingkat toksisitas tinggi serta mempunyai sifat persisten sehingga dapat terakumulasi dengan baik ke dalam kolom air dan sedimen (Rajeswari, 2014). Pencemaran sungai akibat logam berat sudah banyak terjadi di berbagai wilayah. Salah satunya pencemaran logam berat di Sungai Serayu yang telah melampaui ambang batas yang ditetapkan. Hal ini disebabkan akibat adanya kegiatan industri, pertanian, limbah rumah tangga dan penambangan liar yang menjadi sumber utama pencemaran di sepanjang sungai (Suwarsito dan Sarjanti, 2019). Beberapa kegiatan yang menyebabkan kegiatan pencemaran di sekitar sungai ditemukan di Sungai Donan yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan industri, perikanan dan kegiatan domestic yang diperkirakan dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan perairan dan organisme di perairan tersebut (Prasetyo, 2017). Selain permasalahan tersebut masyarakat di sekitar Daerah Aliran Sungai memanfaatkan air Sungai Grindulu untuk berbagai aktivitas seperti mandi, mencuci, dan keperluan irigasi pertanian dan terdapat dua pabrik pertambangan timah dan perusahaan pertambangan seng. Pencemaran lingkungan perairan di Sungai Grindulu diakibatkan karena adanya kontaminasi

sisalimbah industri yang berupa logam berat cadmium dan limbah domestik dari kegiatan masyarakat (Aji, 2010).

Pencemaran logam ke dalam lingkungan perairan sungai telah menyebabkan perubahan kualitas perairan baik fisik, kimia dan biologi. Hal ini dapat dikatakan bahwa semua logam dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup, misalnya logam air raksa (Hg), cadmium (Cd), timah hitam (Pb), besi (Fe), dan chromium (Cr). Apabila logam tersebut masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh (Suwarsito dan Sarjanti, 2019). Kondisi ini menjadi ancaman bagi ekosistem yang ada di perairan sungai dan secara tidak langsung dapat memberikan dampak pada kesehatan manusia. Banyaknya efek negatif yang ditimbulkan dari keberadaan logam berat yang masuk di perairan serta adanya peluang masuknya logam berat ke Sungai Pelus dari aktivitas manusia di sekitar sungai karena secara umum di perairan sungai pelus terdapat aktivitas penghasil limbah dan berpotensi menghasilkan logam berat seperti cadmium (cd) dan kromium (cr) (Rahman et al., 2007). Hal inilah yang menyebabkan urgensi dari pentingnya pengkajian mengenai kandungan logam berat di Sungai Pelus.

Penelitian di Sungai Pelus telah dilakukan (R. Cynan et al., 2023 ;Suwarsito dan Sarjanti, 2019). Namun, belum terdapat penelitian yang mengkaji tentang logam berat pada sedimen. Maka muncul beberapa pokok permasalahan yang hendak dipecahkan adalah berapa kandungan logam berat Cd dan Cr pada sedimen di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas, dan bagaimana tingkat pencemarannya berdasarkan kandungan logam berat tersebut. Oleh karena itu, peneliti mengkaji logam berat di sedimen. Adapun tujuan penelitian adalah mengetahui kandungan logam berat Cd

dan Cr pada sedimen di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas dan mengetahui tingkat pencemarannya berdasarkan logam berat tersebut..

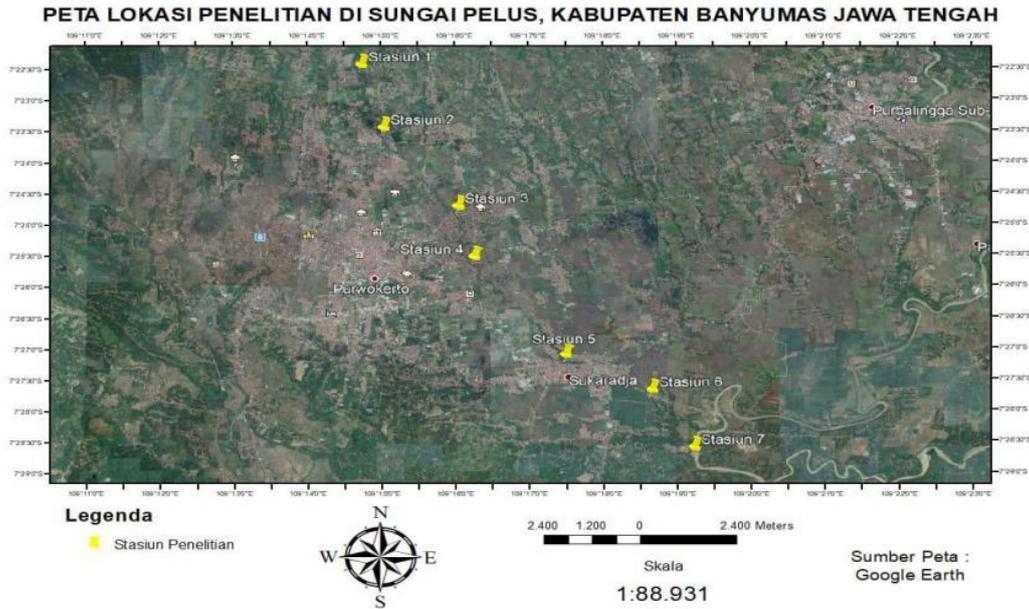
METODE PENELITIAN

Materi

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Januari 2021 di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Analisis kandungan logam berat Cadmium dan Chromium dilakukan di Laboratorium Wahana Semarang, pengukuran arus, warna air, bau air dilakukan secara insitu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survet, dan teknik pengambilan sampel menggunakan Purposive Random Sampling yaitu suatu metode pengambilan sampel dari suatu populasi yang dilakukan secara acak dengan melihat ciri-ciri atau sifat-sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Lokasi penelitian meliputi tujuh stasiun pengambilan sampel di Sungai Pelus yang tersaji pada Gambar 1. Secara spesifik, pengambilan sampel dilakukan pada 7 stasiun dari hulu sampai ke muara hilir, yang disajikan pada Tabel 1 Stasiun pengambilan sampel berdasarkan pada kondisi lingkungan dan keberadaan sumber pencemar yang telah terindikasi di perairan Sungai Pelus Kabupaten Banyumas

Persiapan Alat dan Bahan

Preparasi sampel dilakukan dengan mengambil sampel sedimen ke dalam beaker Teflon. Di laboratorium, contoh sedimen dimasukkan ke dalam beaker teflon dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC selama 8 jam. Setelah kering dibilas 3 kali dengan air suling bebas logam berat. Kemudian dikeringkan kembali dan digerus hingga homogen. Sebanyak 5 gram contoh sedimen tersebut didestruksi dalam Microwave digestion sytem dengan HNO₃ dan aquabides pada suhu ± 100oC selama 8 jam (Loring dan Rantala, 1997).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Selanjutnya, sampel siap untuk dianalisis dengan AAS untuk mengetahui kadar logam berat Cd dan Cr. Kandungan logam berat Cd dan Cr dalam sedimen diukur dengan metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) menggunakan seperangkat alat Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Metode ini telah dilakukan dalam menganalisis logam dalam air dengan konsentrasi yang kecil (Arifin et al., 2012). Filtrat hasil preparasi, masing-masing dihisap dengan selang aspirator sebanyak 20 mL dan dimasukkan ke dalam nebulizer, kemudian dikabutkan dan diupkan. Uap yang terbentuk dibakar dengan nyala api burner dan diikuti terjadinya proses atomisasi, kemudian disinari dengan sinar katoda pada panjang gelombang tertentu. Nilai absorban sampel

maupun larutan standar akan muncul pada layar AAS, disertai persamaan garis.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada sedimen di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas dianalisis secara deskriptif kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) kandungan logam berat pada air dan sedimen untuk mengetahui status pencemaran yang disajikan pada Tabel 2. Kemudian data dianalisis dengan :

1. *Enrichment factor* merupakan suatu perhitungan yang berfungsi untuk melihat atau menentukan derajat antropogenik dari pencemaran logam berat (Sakan et al., 2009). Berikut ini adalah cara perhitungan dari

Tabel 1. Titik Koordinat Stasiun Lokasi Penelitian

Longitude	Latitude	Label	Lokasi Titik Stasiun
109°14'40.1"	7°22'35.1"	I	Bewok, Karanggintung, Kec. Sumbang
109°14'57.5"	7°23'35.3"	II	Sidamulya, Kedungmalang, Kec. Sumbang
109°15'57.8"	7°24'51.4"	III	Dukuhwaluh, Kec. Kembaran
109°16'11"	7°25'40.4"	IV	Ledug Lor, Ledug, Kec. Kembaran
109°17'25.3"	7°27'15.6"	V	Dusun I, Sokaraja Kulon, Kec. Sokaraja
109°18'35.7"	7°27'50.1"	VI	Dusun I, Petir, Kec. Kalibagor
109°19'10.1"	7°28'46"	VII	Suro, Kec. Kalibagor

Tabel 2. Standar Baku Mutu Kandungan Logam Berat Cd dan Cr

Jenis sampel	NAB Kandungan Logam Berat Cd dan Cr	Sumber
Sedimen (Cd)	ISQG 0,7 mg/kg	CCME, 1999
Sedimen (Cr)	52,3 mg/kg	CCME, 1999

Enrichment factor (EF): Dalam perhitungan ini, logam Fe digunakan sebagai pembanding dengan alasan sebagai berikut : (i) Fe berhubungan dengan permukaan sedimen; (ii) Geokimia dari Fe mirip dengan banyak logam; (iii) Konsentrasi alami Fe cenderung sama (Bhuiyan et al., 2010).

b. *Contamination Factor* (CF) adalah rasio atau perbandingan nilai yang diperoleh dengan cara membagi konsentrasi masing-masing logam dalam sedimen dan nilai background (Kukrer, 2013). Kemudian dianalisis nilai kontaminannya yang tersaji pada Tabel 3

c. *Pollution Load Index* (PLI) merupakan penilaian dari pencemaran dengan membandingkan kadar saat ini dengan tingkat pencemaran, yang berarti memberikan status kontaminan logam. Kemudian dianalisis Nilai PLI yang tersaji pada Tabel 4

dan larut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar kandungan logam berat di dalamnya. Sedimen merupakan tempat penimbunan segala pencemar yang terdapat pada kolom air. Melalui proses pengikatan dengan bahan tersuspensi, terkoagulasi dan mengendap (*sinking*) dan menjadi tertimbun pada sedimen dasar. Penimbunan ini terus terjadi selama adanya masukan bahan pencemar dari matriks air dan terikat dengan bahan tersuspensi dan mengendap (Siregar dan Edward, 2010). Hasil pengukuran logam berat Cadmium (Cd) pada sedimen tersaji pada Gambar 2.

Gambar 2. Menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cd pada sedimen di stasiun VII tergolong tinggi jika dibandingkan dengan stasiun lainnya. Kemungkinan hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti aktivitas manusia (permukiman), gerakan arus, gelombang, dan lokasi pengambilan sampel yang berada di daerah muara. Besarnya kandungan logam Cd pada titik lokasi pemukiman penduduk ini disebabkan adanya buangan limbah domestik dan rumah tangga ke arah perairan baik secara langsung maupun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Logam Berat Cd Pada Sedimen

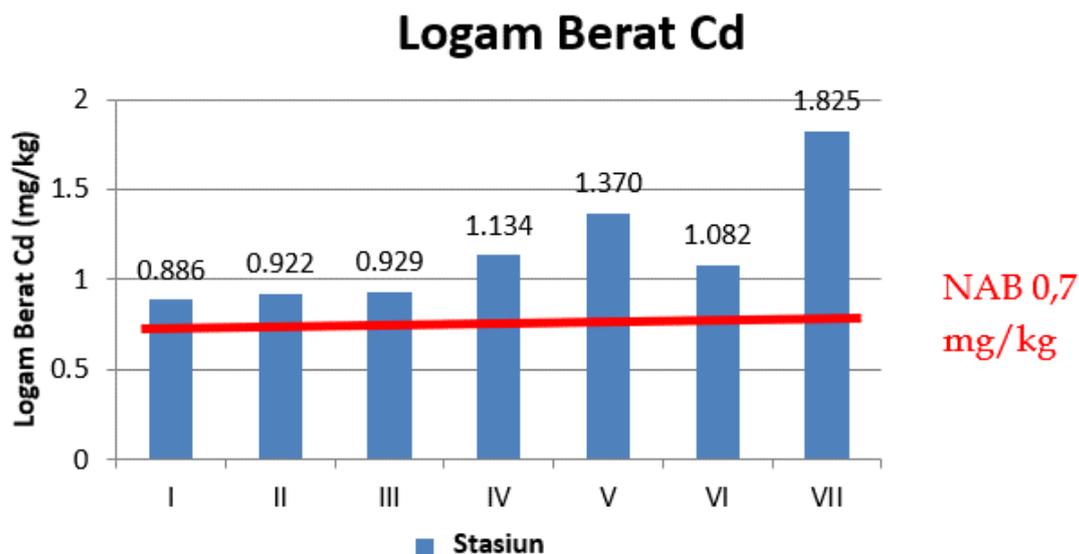
Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali

Tabel 3. Kategori Nilai Contamination Factor (Hakanson, 1980 dalam Kukrer, 2013)

No	Nilai CF	Kategori
1	CF < 1	Kontaminasi rendah
2	1 < CF < 3	Kontaminasi sedang
3	3 < CF < 6	Kontaminasi tinggi
4	CF > 6	Kontaminasi sangat tinggi

Tabel 4. Kategori Nilai PLI (Likuku et al., 2013)

No	Nilai PLI	Kategori
1	< 1	Tidak tercemar (sempurna)
2	= 1	Tercemar ringan (hadirnya polutan)
3	> 1	Tercemar (Penurunan Kualitas)



Gambar 2. Grafik nilai kandungan logam berat Cd pada sedimen di Sungai Pelus. Nilai Ambang Batas (NAB) menurut CCME (1999) tentang standar baku mutu logam berat Cd dalam sedimen

tidak langsung. Air limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan manusia masuk ke perairan dan terakumulasi dalam sedimen (Sahabuddin et al., 2014). Terdistribusinya limbah yang mengandung logam berat Cd tersebut terbawa sampai stasiun VII karena faktor gerakan pasang surut, arus dan gelombang sehingga lama-kelamaan akan mengalami proses sedimentasi karena karakteristik sedimen di stasiun ini yaitu pasir berlumpur. Karakteristik sedimen di stasiun VII ini yaitu pasir berlumpur dengan warna kehitaman karena stasiun ini merupakan muara dari Sungai Pelus dan berdekatan dengan lokasi penambangan pasir. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Sahara (2009), bahwa secara umum semakin kecil ukuran butir, semakin besar kandungan logam beratnya. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga mampu mengikat logam berat Cd lebih banyak daripada ukuran partikel sedimen yang lebih besar.

Pada stasiun IV dan V relatif tinggi juga hal ini terjadi karena aktivitas yang mendominasi pada stasiun ini yaitu

aktivitas masyarakat berupa pembuangan limbah cair ke sungai seperti mandi, cuci, dan kakus (MCK), hal ini menyebabkan menurunnya kualitas perairan (Tarigan et al., 2013). Rendahnya kandungan logam Cd pada stasiun I dan II disebabkan karena karakteristik dan kondisi lingkungannya yang tergolong cukup jauh dari aktivitas manusia. Kemungkinan faktor lain yang menyebabkan logam berat Cd di stasiun ini lebih rendah yaitu lokasi pengambilan sampel dan gerakan arus serta gelombang yang menyebabkan distribusi logam berat Cd di perairan berbeda-beda. Jadi proses sedimentasi (pengendapan) logam berat Cd dalam sedimen akan rendah juga karena padatan tersuspensinya juga cenderung rendah (Parawita et al., 2009). Berdasarkan analisis hasil rata-rata kandungan logam berat Cd pada sedimen di semua stasiun penelitian berkisar 1,1612 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cd telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh CCME (1999) tentang standar baku mutu logam berat Cd dalam sedimen yaitu sebesar 0,7 mg/kg. Jadi

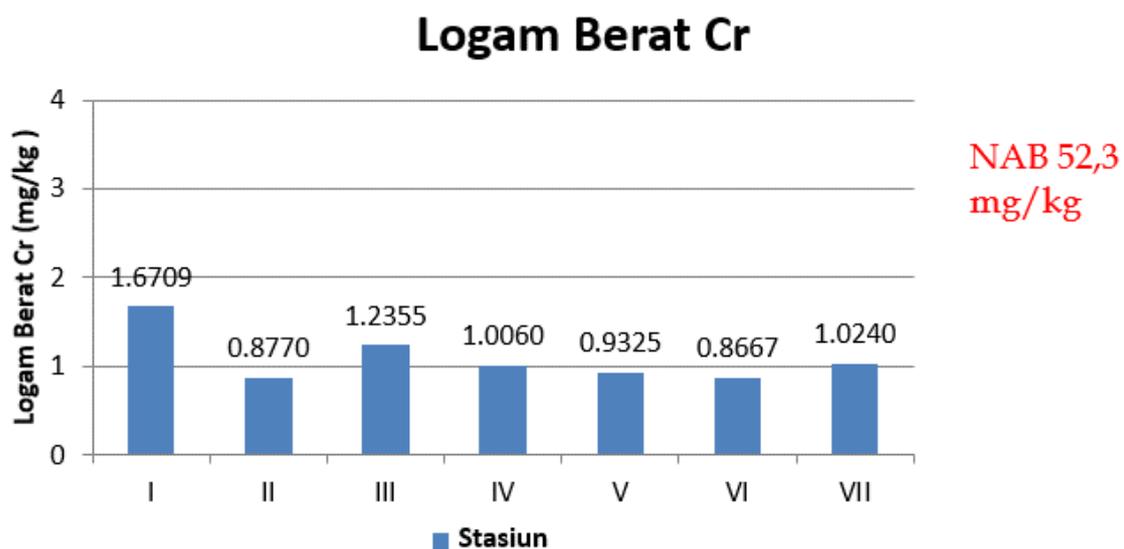
setiap stasiun penelitian tergolong telah tercemar oleh logam berat Cd.

Kandungan Logam Berat Cd pada Sedimen

Kandungan logam berat Cr pada sedimen di stasiun I tergolong tinggi dengan nilai sebesar 1,6709 mg/kg jika dibandingkan dengan stasiun lainnya. Kemungkinan hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti aktivitas manusia (pertanian dan permukiman), gerakan arus, dan gelombang. Keberadaan logam Cr di perairan Sungai Pelus diduga berasal dari kegiatan pertanian yang menggunakan pupuk dan pestisida. Logam Cr tergolong logam yang hadir di alam akibat aktivitas alami seperti kegiatan vulkanik dan aktivitas buatan (antropogenik) seperti kegiatan pertanian dalam pemakaian pupuk dan pestisida (Doelsch et al., 2006). Hasil analisis logam berat kromium tersaji pada Gambar 3.

Kandungan logam berat Kromium (Cr) terendah terdapat pada stasiun VI yaitu sebesar 0,8667 mg/kg karena diduga kandungan logam berat Cr mengalami turbulensi (pengadukan) pada sedimen yang disebabkan oleh adanya faktor arus.

Hal ini berbanding lurus dengan hubungan antara polutan dan sumbernya, dimana tinggi rendahnya polutan pada suatu tempat berbanding lurus dengan jarak dari sumber polutan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Sudarwin, 2008), yang menemukan bahwa ada pengaruh jarak antara kadar logam berat di sedimen di Sungai Kreo dengan jarak sumber pencemar. Kandungan logam berat kromium di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan di air, karena logam berat CR mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan cenderung mengendap pada dasar perairan kemudian menyatu dengan sedimen sehingga kandungan logam berat lebih tinggi dibanding dalam air (Nuraini et al., 2017). Hal ini disebabkan karena logam berat Cr mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan cenderung mengendap pada dasar perairan kemudian menyatu dengan sedimen sehingga kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air. Baku mutu logam berat Cr dalam sedimen yang diterbitkan oleh CCME, 1999 kandungan logam berat Cr pada sedimen pada semua



Gambar 3. Grafik nilai kandungan logam berat Cr pada sedimen di Sungai Pelus. Nilai Ambang Batas (NAB) menurut CCME (1999) tentang standar baku mutu logam berat Cr dalam sedimen

stasiun masih dalam ambang batas yaitu 52,3 mg/kg dimana termasuk kategori aman untuk kehidupan organisme akuatik

Distribusi Logam Berat Cd dan Cr Pada Sedimen di Sungai Pelus

Hasil analisis laboratorium dari 7 stasiun pengambilan sampel di hulu sampai muara sungai menunjukkan di beberapa lokasi penelitian tercemar oleh logam berat Cd dengan melebihi nilai ambang batas. Kadar Cd tertinggi pada stasiun 7 (1,825 mg/kg) dan terendah pada stasiun 1 (0,886 mg/kg) dengan rerata total yaitu 1,1612 mg/kg, data ini menunjukkan sedimen yang cukup tinggi juga terdapat di stasiun 5 dengan nilai 1,370 mg/kg yang mana stasiun tersebut lebih banyak menerima masukan limbah yang mengandung Cd. Menurut CCME, 1999 nilai ambang batas untuk sedimen Cd adalah 0,7 mg/kg. Berdasarkan kriteria di atas, kadar Cd melebihi nilai ambang batas sehingga tidak aman untuk kehidupan biota akuatik yang hidup dalam sedimen. Adanya fluktuasi kadar logam berat pada beberapa stasiun dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik masing-masing lokasi atau stasiun seperti sifat fisik dan kimia perairan. Najamuddin et al., (2016) menyatakan baik logam terlarut atau terendap dalam sedimen dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia perairan seperti pH, salinitas, konduktivitas dan bahan organik.

Kadar Cr tertinggi pada stasiun 1 (1,6709 mg/kg) dan terendah pada stasiun 6 (0,8667 mg/kg) dengan rerata total semua stasiun 1,087 mg/kg, data ini menunjukkan sedimen di stasiun 1 lebih banyak konsentrasi Chromium yang dipengaruhi oleh persentase material organik di sedimen. Konsentrasi Chromium yang tinggi dijelaskan oleh Nugroho (2009) dipengaruhi oleh persentase material organik yang berasal dari bagian hulu dimana pada daerah tersebut banyak terdapat area lahan pertanian. Sedangkan pada wilayah muara sungai konsentrasi

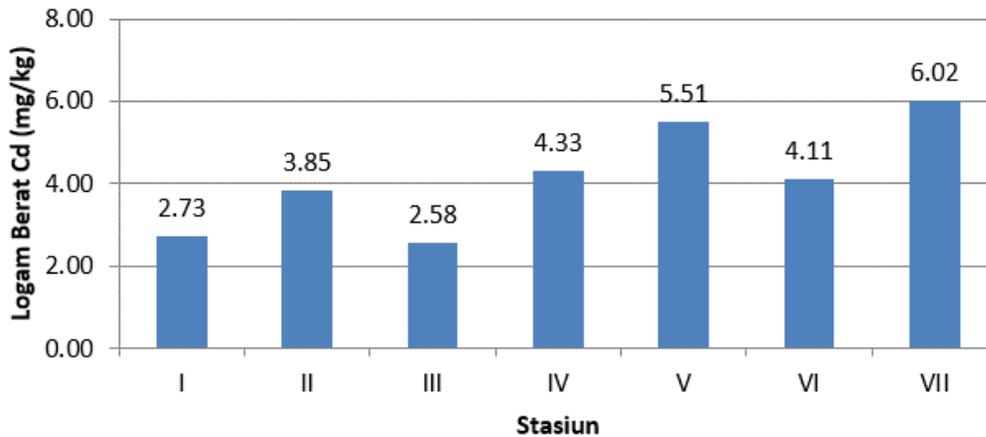
menjadi menurun karena logam berat tersebut menyebar dengan adanya arus dan gelombang. Menurut CCME, 1999 nilai ambang batas sedimen Cr adalah 52,3 mg/kg sehingga kadar logam berat Cr pada semua lokasi penelitian ini masih dalam batas aman untuk kehidupan biota akuatik yang hidup dalam perairan terutama sedimen. Secara umum, logam berat biasanya menimbulkan efek tertentu pada makhluk hidup. Meskipun beberapa logam berat seperti mangan, besi, tembaga dan seng merupakan mikronutrien penting, ada beberapa logam berat yang tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup secara langsung dalam jumlah kecil sekalipun, seperti Mercury, Cadmium, dan Lead, yang disebabkan oleh berbagai aktivitas. Menurut Delgado et al., (2007) aktivitas industri, limbah perkotaan di sepanjang perairan dapat memberikan dampak buruk terhadap perairan tersebut yang ditandai dengan masuknya sejumlah beban pencemar termasuk logam berat ke dalam lingkungan perairan yang menyebabkan terganggunya ekosistem dan degradasi lingkungan

Status Pencemaran

Enrichment factor (EF) atau faktor pengayaan adalah perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sumber logam berat apakah berasal dari antropogenik atau terjadi secara alami (Ozkan, 2012). Hasil perhitungan EF pada logam Cd ditampilkan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai EF tertinggi berada pada stasiun VII sebesar 6,02 sedangkan yang terendah berada pada stasiun I sebesar 2,73. Berdasarkan kategori nilai *Enrichment factor* oleh (Sakan et al., 2011) hasil rata-rata didapatkan nilai EF sebesar 4,17 sehingga pada seluruh lokasi penelitian mengalami pengayaan sedang oleh logam berat Cd.

Penelitian kali ini juga mengukur EF dari logam Cr. Pengukuran EF untuk logam Cr disajikan dalam Gambar 5. Berdasarkan gambar 5 menunjukkan bahwa stasiun I

Enrichment Factor Cd

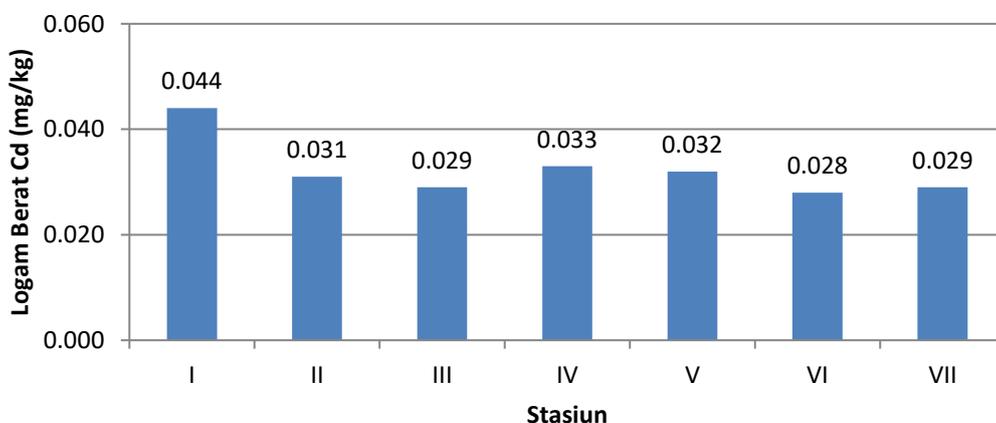


Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Enrichment Factor Cd pada Sedimen antar Stasiun

merupakan stasiun dengan nilai EF Cr tertinggi sebesar 0,044 dan stasiun V sebesar merupakan stasiun dengan nilai EF Cr terendah sebesar 0,028. Berdasarkan kategori nilai *enrichment factor* oleh Sakan *et al.*, (2011) hasil rata-rata didapatkan nilai EF sebesar 0,032 sehingga seluruh lokasi penelitian tidak terdapat faktor pengayaan oleh logam berat Cr. Hasil perhitungan EF pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian telah terjadi pengayaan akibat adanya aktivitas manusia meskipun masih dalam batas rendah untuk Cr dan dalam batas sedang untuk Cd yang

disebabkan oleh masuknya limbah baik cair maupun padat. Terjadinya peningkatan konsentrasi logam berat dalam sedimen yang dijumpai di dasar kolom air dapat menjadi suatu indikator yang bagus dari pencemaran yang disebabkan oleh kegiatan manusia dari pada pengayaan sedimen secara alami melalui pelapukan geologi (Wakida *et al.*, 2008). Adapun pencemaran oleh kegiatan manusia seperti buangan limbah rumah tangga, korosi akibat dari sandar kapal, tambang pasir, sampah plastik, limbah cat dan lainnya yang masuk ke perairan.

Enrichment Factor Cr



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Enrichment Factor Cr pada Sedimen antar Stasiun

Adapun pencemaran oleh kegiatan manusia seperti buangan limbah rumah tangga, korosi akibat dari sandar kapal, tambang pasir, sampah plastik, limbah cat dan lainnya yang masuk ke perairan.

Indeks Geoakumulatif (Igeo) Cd dan Cr

Igeo digunakan untuk menilai kontaminasi dari sedimen yang tercampur dengan zat organik dan anorganik. Selain itu Igeo juga digunakan untuk membandingkan tingkat kontrol dengan konsentrasi saat ini dari logam yang akan diteliti (Abdullah et al., 2015). Hasil perhitungan Igeo untuk logam Cd ditampilkan dalam Tabel 5.

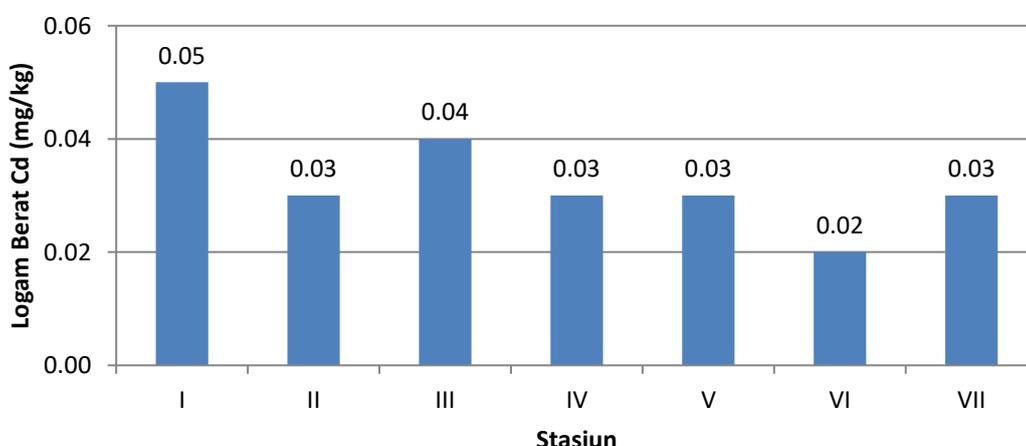
Pada Tabel 5 Menunjukkan bahwa stasiun VII memiliki nilai Igeo tertinggi sebesar 2,02 sementara stasiun I memiliki nilai Igeo terendah sebesar 0,98. Berdasarkan kategori nilai indeks geoakumulatif oleh Harikumar dan Jisha (2010) seluruh stasiun penelitian tercemar sedang (kelas II) oleh logam berat Cd. Hasil pengukuran dari nilai Igeo dari logam Cr disajikan dalam Tabel 6

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa stasiun I memiliki nilai Igeo tertinggi sebesar -4,97 sedangkan stasiun VII memiliki nilai Igeo terendah -5,67. Berdasarkan kategori nilai indeks

geoakumulatif oleh (Harikumar dan Jisha, 2010) seluruh stasiun penelitian tidak tercemar (kelas 0) oleh logam berat Cr. Nilai Igeo pada umumnya berkorelasi dengan aktivitas manusia disekitarnya. Semakin tinggi aktivitas manusia maka kemungkinan lokasi tersebut tercemar akan semakin tinggi. Terlebih apabila aktivitas manusia tersebut berkaitan dengan limbah hasil pertanian dan rumah tangga (Hakiki, 2014). Tingginya kandungan logam Cd pada perairan berbahaya bagi kehidupan organisme dan juga manusia. Perairan yang tercemar Cd melebihi batas dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut. Kandungan Cd yang mencapai 188 mg/L dapat membunuh ikan dan kandungan sebesar 2,75-49 mg/L dalam waktu 245 jam akan mengakibatkan kematian bagi crustasea (Palar, 1994). Cd pada perairan sebesar 0,0028-4,6 ppm dapat mengakibatkan kematian bagi ikan dalam waktu 96 jam dan kandungan Cd sebesar 0,005-0,15 ppm dapat mengakibatkan kematian bagi crustacea dalam 24-504 jam serta kandungan Cd sebesar 0,003-18 ppm dapat mengakibatkan kematian bagi organisme oligochaeta dalam waktu 24-672 jam (Palar, 1994)

Tingginya kandungan logam Cd pada perairan berbahaya bagi kehidupan

Contaminant Factor Cr



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Contamination Factor Cr pada Sedimen antar Stasiun

Tabel 5. Hasil Pengujian Igeo Cd pada Sedimen

No.	Stasiun	Igeo Logam Berat Cd
1	Stasiun I	0,98
2	Stasiun II	1,03
3	Stasiun III	1,05
4	Stasiun IV	1,33
5	Stasiun V	1,61
6	Stasiun VI	1,27
7	Stasiun VII	2,02

organisme dan juga manusia. Perairan yang tercemar Cd melebihi batas dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut. Kandungan Cd yang mencapai 188 mg/L dapat membunuh ikan dan kandungan sebesar 2,75-49 mg/L dalam waktu 245 jam akan mengakibatkan kematian bagi crustacea (Palar, 1994). Cd pada perairan sebesar 0,0028-4,6 ppm dapat mengakibatkan kematian bagi ikan dalam waktu 96 jam dan kandungan Cd sebesar 0,005-0,15 ppm dapat mengakibatkan kematian bagi krustacea dalam 24-504 jam serta kandungan Cd sebesar 0,003-18 ppm dapat mengakibatkan kematian bagi organisme oligochaeta dalam waktu 24-672 jam (Palar, 1994)

Contaminant Factor

Contamination factor (CF) adalah rasio perbandingan konsentrasi masing-masing logam dalam sedimen dengan nilai background dari logam itu sendiri (Kukrer, 2013). Hasil pengukuran untuk logam berat Cd tersaji dalam Gambar 6. Berdasarkan Gambar 7 diatas stasiun VII memiliki nilai contamination factor tertinggi sebesar 6,08 sedangkan stasiun I terendah dengan nilai sebesar 2,95. Seluruh stasiun

penelitian tergolong kedalam lokasi dengan tingkat kontaminasi Cd sedang - tinggi. Tingginya CF logam Cd pada tiap stasiun diduga diakibatkan oleh aktivitas manusia yang berasal dari hulu dan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya degradasi lingkungan di bagian hulu Sungai Pelus seperti alih fungsi lahan, kegiatan pertanian dan perkebunan, erosi dan budidaya ikan. (Noor dan Ngabito, 2018) menyatakan bahwa faktor yang menyebabkan tingginya kontaminasi logam berat suatu perairan pada umumnya disebabkan oleh limbah domestik (domestic urban wastes), limbah cair perkotaan (urban stormwater), limbah cair pemukiman (sewage), kegiatan pertambangan, limbah industri (industrial wastes), limbah pertanian (agricultural wastes) limbah perikanan budidaya dan air limbah pelayaran (shipping waste water).

Hasil pengukuran terhadap nilai CF untuk logam Cr pada seluruh stasiun tersaji pada Gambar 7. Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa stasiun I memiliki *contamination factor* tertinggi dibandingkan dengan seluruh lokasi penelitian. Nilai CF yang lebih besar dari 1 dan kecil dari 3 ($1 < Cf < 3$) dijumpai pada Stasiun I, yang lebih besar dari 3 dan kecil dari 6 ($3 < Cf < 6$) dijumpai di Stasiun II, III, IV, V dan VI dan

Tabel 6. Hasil Pengujian Igeo Cr pada Sedimen

No.	Stasiun	Igeo Logam Berat Cr
1	Stasiun I	-4,97
2	Stasiun II	-5,90
3	Stasiun III	-5,41
4	Stasiun IV	-5,71
5	Stasiun V	-5,82
6	Stasiun VI	-5,92
7	Stasiun VII	-5,67

yang lebih besar dari dari 6 ($Cf > 6$) dijumpai di Stasiun VII untuk Cd, sedangkan untuk nilai CF lebih kecil dari 1 dijumpai di semua stasiun (Stasiun 1-7) untuk Cr. Berdasarkan nilai ini maka sedimen di Sungai Pelus ini termasuk kategori terkontaminasi rendah sampai dengan tinggi.

Hal ini sesuai dengan pendapat (Kukrer, 2013) yang menyatakan bahwa nilai *contamination factor* sendiri berbanding lurus dengan kandungan logam berat pada matriks sedimen. Tingginya CF logam Cr pada tiap stasiun diduga diakibatkan oleh banyak faktor diantaranya akibat dari aktivitas manusia yang berada di lokasi sekitar seperti pertanian, limbah rumah tangga, kegiatan industri dan lainnya. Namun nilai CF untuk Cr yaitu rendah dimana kandungan Cr pada sedimen di semua stasiun masih aman untuk kehidupan biota akuatik.

Pollution Load Index (PLI)

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat Cd dan Cr pada sedimen yang diperoleh selama penelitian nilai *Pollution Load Index* pada stasiun I dengan rata-rata 0,38 mg/kg; stasiun II dengan rata-rata 0,28 mg/kg; stasiun III dengan rata-rata 0,33 mg/kg; stasiun IV dengan rata-rata 0,33 mg/kg; stasiun V dengan rata-rata 0,35 mg/kg; dan stasiun VI dengan rata-rata 0,30 mg/kg; stasiun VII dengan rata-rata 0,35 mg/kg. Oleh karena itu, nilai kandungan logam Cd dan Cr pada sedimen di Sungai Pelus pada stasiun 1-7 berada pada kategori tidak tercemar (sempurna) (< 1) karena nilai PLI yang didapat yaitu kurang dari 1 (< 1).

Merujuk kepada status nilai PLI untuk logam Cd dan Cr pada sedimen di Sungai Pelus masih termasuk pada kategori tidak tercemar (sempurna) sehingga perairan masih memenuhi untuk kehidupan biota akuatik dan masyarakat sekitar. Namun untuk tetap menjaga kondisi perairan baik dari segi kualitas dan kuantitasnya tetap perlu dilakukannya pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan daerah

bantaran Sungai Pelus, terutama pengelolaan terhadap faktor-faktor yang diduga menjadi penyebab tingginya pencemar logam berat di perairan Sungai Pelus terutama pada kandungan logam Cd yang pada tiap stasiunnya memiliki nilai kandungan logam berat yang melebihi nilai ambang batas. Hal ini perlu mendapat perhatian lebih baik dari pemerintah maupun masyarakat karena masih banyaknya pemukiman di sekitar sungai yang memanfaatkan air sungai untuk mandi, cuci, dan kakus bahkan pada kondisi-kondisi tertentu dijadikan sebagai air baku untuk minum (BPS Kota Banyumas, 2007). Sangat berbahaya apabila masyarakat sekitar bantaran Sungai Pelus mengonsumsi air ataupun biota yang telah terakumulasi dan terkontaminasi logam berat, maka secara perlahan kandungan logam tersebut akan terakumulasi di dalam tubuh sehingga dapat memberikan efek negatif dalam bentuk keracunan logam berat

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian kali ini adalah kandungan logam berat Cd terendah berada di stasiun I (0,886) dan tertinggi berada di stasiun VII (1,825 mg/kg) serta Cr terendah berada di stasiun VI (0,867 mg/kg) dan tertinggi berada di stasiun I (1,671 mg/kg). Kawasan Sungai Pelus terdeteksi memiliki nilai CF dengan kategori kontaminasi tinggi untuk Cd dan kontaminasi rendah untuk Cr, EF dalam kategori sedang untuk Cd dan tidak ada faktor pengayaan untuk Cr, Igeo dalam kategori tercemar sedang untuk Cd dan tidak tercemar untuk Cr serta nilai PLI tidak tercemar (sempurna)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) atas pendanaan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M, Manap, N. R., Saat, A., Hamzah, Z., Abas, M. 2015. Evaluation of Heavy Metal Contamination Levels of Balok River Sediments in Pahang, Malaysia Based on Geoaccumulation Index and Supported with Enrichment Factor. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 19(4):707–714.
- Aji, H. 2010. Pacitan, Lingkungan Hidup Rusak Karena Tambang. Posted by handayaaji blog, pada 27 Agustus, 2010.
- Amien, H., dan Iromo, H. 2010. Studi Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), dan Cadmium (Cd) di Perairan Kota Tarakan Kalimantan Timur. *Media Sains*, 2(1):35–43.
- Arifin, B., Deswatu, & Loekman, U. 2012. Analisis Kandungan Logam berat Cd, Cu, Cr dan Pb dalam air laut di sekitar Perairan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(2):139–145.
- Delgado, G, Glazer, R. Mc Carthy., K. 2007. Translocation as strategy to rehabilitate the queen conch (*Strombus Qiqas*) Population in the florida . *Keys Jurnal of National*.
- Effendi, F, Tresnaningsih, E, Sulistomo, A., Wibowo, S., Hudoyo, K, S. 2012. Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat. Jakarta: Direktorat Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Harikumar, P, Jisha, T. S. 2010. Distribution Pattern of Trace Metal Pollutants in the Sediments of an Urban Wetland in the Southwest Coast of India. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(5):840–850.
- Kukrer, S. 2013. Assesment of Heavy Metal (Zn, Pb, Fe) Contamination in Surface Sediments of Creeks Flowing to Inner Part of Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). *Journal Black Sea/Mediterranean Environment*, 19(1): 82–94.
- Loring, D, Rantala, R. T. 1997. Geochemical Analysis of marine sediment and suspended particulated matter. Tech. Report No. 700. Bedford Institute of Oceanography, Canada, 87 p.
- Najamuddin, Prartono, T., Sanusi, H. s., & Nurjaya, I. W. 2016. Distribution and Behaviour and Particulate Pb and Zn in Janeberang Estuary Makassar. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1): 11–28.
- Noor, S. Y., Ngabito, M. 2018. Tingkat Pencemaran Perairan Danau Limboto Gorontalo. *Gorontalo Fisheries Journal*, 1(2): 1-30.
- Nuraini, R. A. T., Endrawati, H., Maulana, I. R. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) Pada Air, Sedimen Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Trimulyo Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1):1-48.
- Ozkan, E. 2012. A New Assessment of Heavy Metal Contaminations in an Eutrophicated Bay (Inner Izmir Bay, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12:135–147.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta.
- R. Cynan Lukmanulhakim, Muhammad Baedowi., Nuning, V. H. 2023. Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) pada Matriks Air di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Maiyah*, 2(1), 41–50.
- Rahman, M, U., S, G, UIHaq, M. Z. 2007. ReductionOf Chromium (VI) by Locally Isolated *Pseudomonas* sp. C171 Turkey 31. *Journal Biol*: 161–166.

- Sahabuddin, H., Harisuseno, D, E, Yulianti. 2014. Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Sakan, S, M., Dordevic, D, S., Trifunovic, S. 2011. Geochemical and Statistical Methods in the Evaluation of Trace Elements Contamination: an Application on Canal Sediments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(1): 187–199.
- Siregar, Y. I., Edward, J. 2010. Faktor konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn dalam Sedimen Perairan Pesisir Kota Dumai. *Maspari Journal*, 1(1):1–10.
- Sudarwin. 2008. Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat(Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang, Tesis, Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro, Semarang. 106 hal
- Suwarsito., Sarjanti, E. 2019. Analisis Spasial Tingkat Pencemaran Sungai-Sungai Di Purwokerto, Jawa Tengah. Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah, Purwokerto. Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat IV Tahun 2019, 545–551.
- Umar, M, Meagaung, W., Fachruddin, L. 2001. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen dan Kerang *Marcia sp.* Di Teluk Parepare, Sulawesi Selatan. *Sci Dan Tech*, 2(2), 35–44.
- Wakida, D. T. E, Lara-Ruiz, Temores, P., 2008. Heavy metals in sediments of the Tecate River, Mexico. *Environmental Geology*, 54: 637–642..