

Risiko Ekologis Pencemaran Logam Berat Pada Sedimen Kawasan Padat Penduduk Di Pesisir Sungsang, Sumatera Selatan

Ecological Risk of Heavy Metal Contamination in Sediments of Densely Populated Coastal Area of Sungsang, South Sumatera

Baradelia Sophia Yudhistira¹⁾, Wike Ayu Eka Putri^{1,2)*}, Melki²⁾

¹⁾Program Studi Magister Pengelolaan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

²⁾Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

*Penulis korespondensi: wike_ayu_ep@unsri.ac.id

Nomor HP Penulis Korespondensi: +62 852-6369-7676

Received September 2025, Accepted December 2025, Published December 2025

ABSTRAK

Pesisir perairan Sungsang merupakan kawasan estuaria yang di pengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia seperti perikanan, pertanian, transportasi perairan, pelabuhan dan pembuangan limbah domestik. Meskipun aktivitas antropogenik di kawasan ini tergolong tinggi, kajian yang secara spesifik menilai risiko ekologis pencemaran logam berat masih relatif terbatas, sehingga penelitian ini penting untuk memberikan gambaran awal kondisi risiko ekologis di wilayah tersebut. Aktivitas tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran logam berat yang dapat terakumulasi dalam sedimen. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis risiko ekologi pencemaran logam berat Pb dan Zn di pesisir Sungsang, Sumatera Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2025, pengambilan sampel sedimen dilakukan pada empat stasiun penelitian secara *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada satu musim (musim tunggal), sehingga hasil penelitian ini merepresentasikan kondisi pencemaran sesaat dan belum sepenuhnya menggambarkan variasi temporal sepanjang tahun. Konsentrasi logam berat dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) merujuk pada SNI No. 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI No. 06-6992.8-2004 untuk logam Zn. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata logam berat di sedimen pesisir Sungsang berkisar 14,39 – 19,17 mg/kg untuk Pb dan 56,57 – 64,95 mg/kg untuk Zn. Berdasarkan baku mutu, kondisi sedimen ini tergolong baik dan aman bagi kehidupan biota di perairan tersebut. Berdasarkan indeks I_{geo} , sedimen di lokasi padat penduduk sekitar pesisir Sungsang termasuk tidak tercemar ($I_{geo} < 0$), sedangkan nilai CF menunjukkan kontaminasi rendah ($CF < 1$). Selain itu, indeks PLI yang lebih kecil dari satu mengindikasikan bahwa secara keseluruhan sedimen di wilayah ini belum mengalami pencemaran.

Kata kunci: Logam Berat; Pesisir Perairan Sungsang; Sedimen; Tingkat Risiko Pencemaran.

ABSTRACT

The coastal waters of Sungsang represent an estuarine area influenced by various anthropogenic activities, including fisheries, agriculture, water transportation, port operations, and domestic waste disposal. Despite the relatively high intensity of these activities, studies specifically assessing the ecological risk of heavy metal contamination in this area remain limited. Therefore, this study aims to provide an initial assessment of the ecological risk associated with Pb and Zn contamination in the coastal waters of Sungsang, South Sumatra. The research was conducted in September 2025, with sediment samples collected from four sampling stations using *purposive sampling*. Sampling was carried out during a single season; thus, the results represent instantaneous contamination conditions and do not fully reflect annual temporal variations. Heavy metal concentrations were analyzed using *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), following SNI No. 06-6992.3-2004 for Pb and SNI No. 06-6992.8-2004 for Zn. The results indicated that the average concentrations of Pb ranged from 14.39 to 19.17 mg/kg, while Zn concentrations ranged from 56.57 to 64.95 mg/kg. Based on sediment quality guidelines, these concentrations are classified as safe for aquatic biota. The geoaccumulation index (I_{geo}) values indicated that the sediments were unpolluted ($I_{geo} < 0$), while the contamination factor (CF) showed low contamination levels ($CF < 1$). Furthermore, pollution load index (PLI) values of less than one suggests that, overall, the sediments in the Sungsang coastal area have not experienced significant heavy metal pollution.

Keywords: Heavy Metal; Pollution Risk Level; Sediment; Sungsang Coastal Waters.

PENDAHULUAN

Pemukiman padat penduduk di wilayah muara Sungai Musi, khususnya daerah Pesisir Sungsang di Provinsi Sumatera Selatan, merupakan bagian dari ekosistem estuari yang dinamis dan berpotensi mengalami pencemaran logam berat akibat berbagai aktivitas antropogenik, seperti pembuangan limbah domestik, industri, dan transportasi air (Amanda, 2025; Kasan et al., 2015; Sari et al., 2019). Salah satu komponen penting dalam sistem perairan estuari adalah sedimen, yang berfungsi sebagai tempat utama akumulasi logam berat jangka panjang.

Pergerakan air yang lambat di estuari mengakibatkan partikel logam berat mudah terperangkap dalam sedimen dan terendapkan (Maslukah, 2007; Najamuddin et al., 2020). Jika sedimen terganggu, logam berat yang sebelumnya telah terendapkan dalam sedimen dapat dilepaskan kembali ke kolom air sehingga menyebabkan paparan ulang bagi organisme akuatik.

Pencemaran logam berat pada sedimen juga dapat memicu risiko ekologis jangka panjang yang berdampak terhadap fungsi ekologis perairan, terutama pada ekosistem benthik (Arifin & Fadhlina, 2009; Sudarso et al., 2008; Susiati et al., 2008). Untuk itu, penting dilakukan kajian analisis risiko ekologis logam berat Pb dan Zn pada sedimen untuk mengetahui sejauh mana kontaminasi tersebut membahayakan organisme dasar dan struktur ekosistem secara keseluruhan (Arviani et al., 2024; Nugraha et al., 2022).

Untuk menilai pencemaran logam berat di sedimen pesisir, sering digunakan indeks seperti geoakumulasi dan beban pencemaran yang dapat memperkirakan konsentrasi logam berat. Penelitian sebelumnya Putri et al. (2022) menegaskan bahwa penerapan indeks-indeks tersebut pada sedimen Muara Sungai Musi menunjukkan kualitas sedimen masih dalam kategori baik, meskipun terdapat akumulasi logam berat seperti Pb, Cu, dan Zn. Informasi tambahan mengenai tingkat pencemaran di wilayah pesisir Sungsang belum banyak tersedia, sehingga studi ini berupaya mengisi kekosongan data tersebut.

Selain berdampak terhadap kualitas ekosistem perairan, pencemaran logam berat juga memiliki kaitan erat dengan sektor pertanian dalam arti luas, terutama bidang perikanan tangkap dan budidaya pesisir (Bobby & Basani, 2024; Nurholis & Mokodompit, 2024). Akumulasi logam berat dalam sedimen dapat menurunkan produktivitas biota air seperti ikan, udang, dan organisme benthik yang menjadi sumber pangan bagi masyarakat pesisir (Natsir et al., 2021).

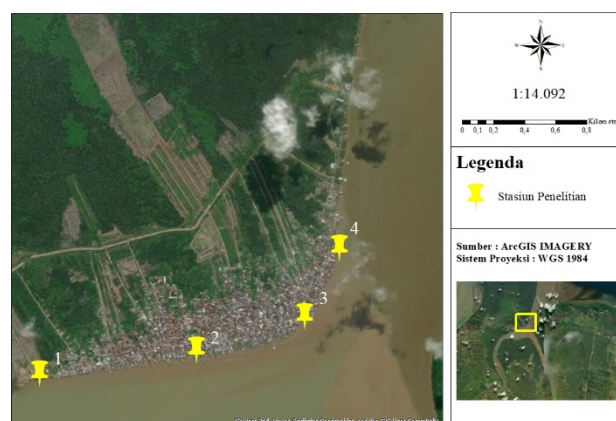
Di sisi lain, unsur logam berat yang terserap oleh vegetasi pesisir seperti mangrove dan lamun dapat menghambat proses fotosintesis serta pertumbuhan, sehingga berpotensi menurunkan fungsi ekologis dan produktivitas lahan pesisir (Setiawan, 2013). Dengan demikian, analisis tingkat pencemaran logam berat di kawasan ini menjadi

penting untuk mendukung keberlanjutan pertanian pesisir di wilayah Sungsang. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat pencemaran dan risiko ekologis logam berat pada sedimen pesisir Perairan Sungsang sebagai dasar evaluasi potensi dampaknya terhadap lingkungan perairan dan organisme akuatik.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September tahun 2025. Sampel penelitian adalah sedimen yang diambil dari empat titik stasiun mewakili kawasan padat penduduk di Pesisir Sungsang, Sumatera Selatan (Gambar 1). Preparasi kandungan logam berat Pb dan Zn dilaksanakan di Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Analisis kandungan logam berat pada sampel sedimen dilaksanakan di UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Pertahanan Palembang, Sumatera Selatan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengambilan sampel sedimen di permukaan perairan Pesisir Sungsang pada setiap stasiun dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Sampel sedimen untuk analisis logam diambil 500 gram dimasukkan ke plastik *polyethylene* dan disimpan dalam *coolbox* untuk dianalisa di laboratorium. Preparasi kadar logam berat di laboratorium merujuk pada SNI No. 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI No. 06-6992.8-2004 untuk logam Zn. Selanjutnya sampel diuji kadar logam berat Pb dan Zn menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) dengan panjang gelombang 283,3 nm untuk Pb dan 213,9 nm untuk Zn.

Analisis Data

Tingkat resiko pencemaran ekologis logam berat pada sedimen dianalisis menggunakan Indeks Geoakumulasi, Faktor Kontaminasi dan Indeks Beban Pencemaran, dengan nilai Bn merupakan nilai latar belakang (*background*) logam yang diperoleh dari nilai *average shale* sebagai representasi konsentrasi alami

logam berat dalam sedimen. Nilai Igeo dihitung menggunakan rumus Müller (1969):

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{Cx}{1,5 Bn} \right)$$

keterangan: I geo = Indeks geoakumulasi; Cx = Konsentrasi logam berat dalam sampel sedimen; 1,5 = Konstanta; Bn = Konsentrasi normal logam berat di alam (*background*).

Kriteria nilai I geo menurut Müller (1969) Igeo <0 = Tidak tercemar; 0 < I geo <1 = Tercemar ringan; 1 < I geo <2 = Tercemar Sedang; 2 < I geo <3 = Tercemar cukup parah; 3 < I geo <4 = Tercemar parah; 4 < I geo <5 = Tercemar luar biasa parah; I geo >5 = Tercemar sangat luar biasa parah.

Nilai faktor kontaminasi merujuk pada Hakanson (1980):

$$Cf = \frac{Cx}{Bn}$$

keterangan: Cf = Faktor kontaminasi; Cx = Konsentrasi logam berat dalam sedimen; Bn = Konsentrasi normal logam berat di alam (*background*).

Kriteria faktor konsentrasi menurut Hakanson (1980) Cf <1 = Tingkat kontaminasi rendah; 1 < Cf <3 = Tingkat kontaminasi sedang; 3 < Cf <6 = Tingkat kontaminasi cukup; Cf >6 = Tingkat kontaminasi sangat tinggi.

Nilai Indeks Beban Pencemaran merujuk pada Hakanson (1980):

$$PLI = [Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3 \dots \times Cf_n]^{1/n}$$

keterangan: PLI = Indeks beban pencemaran; Cf = Faktor kontaminasi logam berat; n = Jumlah logam berat.

Kriteria Indeks Beban Pencemaran (PLI) menurut Hakanson (1980): PLI <0 = Tidak tercemar; PLI 0-2 = Tidak tercemar sampai tercemar ringan; PLI 2-4 = Tercemar Sedang; PLI 4-6 = Tercemar parah; PLI 6-8 = Tercemar sangat parah; PLI 8-10 = Tercemar luar biasa parah.

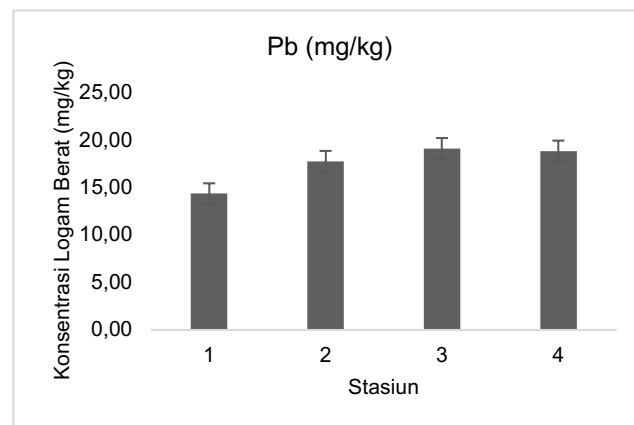
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Logam Berat Pb

Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi kadar logam berat Pb pada sedimen di lokasi penelitian berkisar 14,39 - 19,17 mg/kg (Gambar 2). Konsentrasi Pb terendah tercatat di stasiun 1 dengan nilai 14,39 mg/kg dan konsentrasi Pb tertinggi pada stasiun 3 dengan nilai 19,17 mg/kg. Sementara itu, stasiun 2 dan 4 menunjukkan nilai yang relatif sama, yaitu masing-masing 17,82 dan 18,9 mg/kg.

Variasi konsentrasi Pb ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat paparan dan sumber pencemar di tiap stasiun. Nilai Pb yang tinggi pada stasiun 2,3, dan 4 mengindikasikan bahwa kawasan tersebut menerima masukan logam berat lebih besar, kemungkinan berasal dari aktivitas kapal nelayan, pembuangan limbah rumah tangga, dan aliran buangan dari daratan. Pb merupakan logam berat

yang umum dijumpai di wilayah pesisir yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia karena penggunaannya dalam bahan bakar kapal, pelapis cat, baterai, serta kegiatan perbengkelan (Cahyadi et al., 2015; Fiskanita et al., 2015; Nasution, 2021; Wulandari et al., 2024).



Gambar 2. Konsentrasi Logam Berat Pb

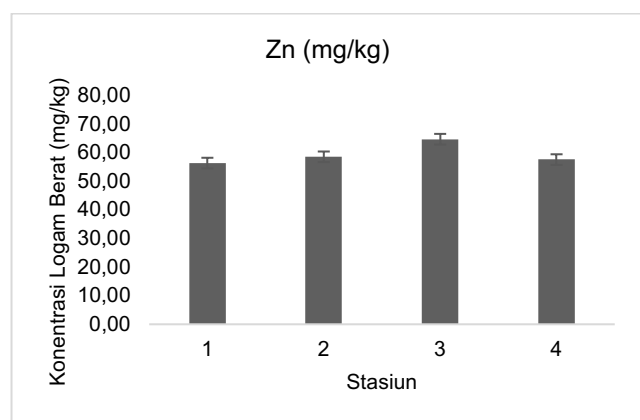
Konsentrasi Pb lebih rendah di stasiun 1 diduga disebabkan oleh minimnya aktivitas antropogenik di sekitarnya. Lokasi stasiun 1 berada jauh dari jalur utama transportasi air maupun kawasan penduduk yang menyebabkan paparan logam berat Pb juga lebih kecil di kawasan ini. Hasil ini sesuai dengan penelitian Najamuddin et al., (2020) menjelaskan bahwa peningkatan kadar logam berat Pb pada sedimen di perairan estuari dipengaruhi oleh aktivitas manusia di sekitar perairan, seperti transportasi laut dan kegiatan pelabuhan. Studi lain oleh Kinasih et al., (2021) juga menyebutkan bahwa logam berat Pb cenderung mengendap di sedimen karena memiliki sifat mudah berikatan dengan partikel halus dan bahan organik, sehingga menjadi komponen utama dalam proses akumulasi logam berat di dasar perairan.

Sedimen berfungsi sebagai tempat akumulasi utama logam berat yang masuk dari daratan maupun aktivitas laut, sehingga peningkatan konsentrasi Pb dapat dijadikan indikator adanya tekanan pencemaran di wilayah tersebut. adanya tekanan pencemaran di wilayah tersebut. Namun demikian, berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi Pb yang masih berada di bawah baku serta didukung oleh nilai indeks pencemaran ($I_{geo} < 0$, $Cf < 1$, dan $PLI < 1$), tekanan pencemaran Pb di wilayah penelitian tergolong rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat input antropogenik, akumulasi Pb di sedimen pesisir Sungsang belum menimbulkan risiko ekologis yang signifikan terhadap lingkungan perairan. Hasil ini konsisten dengan analisis risiko ekologis yang menunjukkan tingkat pencemaran rendah dan mendukung interpretasi bahwa kondisi sedimen masih relatif aman bagi biota perairan.

Konsentrasi Logam Berat Zn

Konsentrasi rata-rata logam berat Zn dalam sedimen di lokasi penelitian berkisar 56,7 - 64,95

mg/kg (Gambar 3). Konsentrasi tertinggi terdeteksi di stasiun 3 sebesar 64,95 mg/kg, sedangkan nilai terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu 56,7 mg/kg. Adapun stasiun 2 dan 4 memiliki nilai masing-masing yaitu 58,76 dan 57,79 mg/kg.



Gambar 3. Konsentrasi Logam Berat Zn

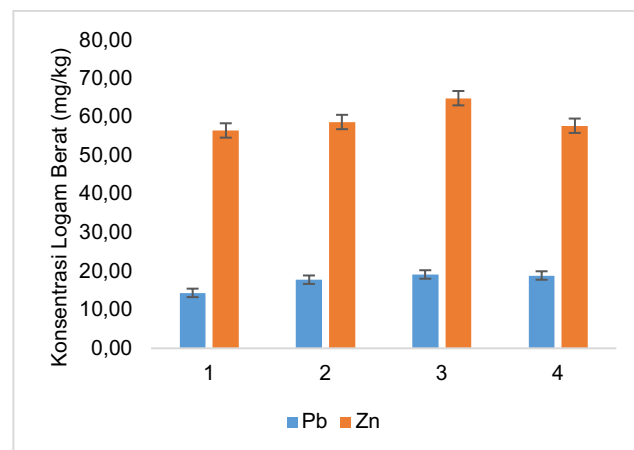
Peningkatan konsentrasi Zn di stasiun 3 diduga kuat berkaitan dengan aktivitas pertanian di sekitar aliran sungai yang berpotensi menyumbang kandungan logam Pb dan Zn di pesisir. Unsur Zn sering digunakan dalam pupuk mikro, sedangkan Pb dapat berasal dari pengotor pupuk atau sisa pestisida lama. Limbasan dari lahan pertanian saat hujan dapat membawa partikel tanah yang terkontaminasi mengalir menuju muara, sehingga meningkatkan akumulasi logam berat dalam sedimen di pesisir Sungsang. Sementara itu, nilai Zn yang rendah pada stasiun 1 menunjukkan bahwa pengaruh sumber pencemar lebih kecil, kemungkinan karena letak lokasinya berada jauh dari pusat aktivitas penduduk.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Najamuddin et al., (2020) yang menjelaskan tingginya kadar Zn dalam sedimen perairan estuari berhubungan erat dengan aktivitas pelabuhan dan buangan limbah dari kawasan padat penduduk. Penelitian Putri et al., (2022) di Muara Sungai Musi juga menunjukkan bahwa kadar Pb dan Zn di sedimen masih tergolong rendah dan belum menimbulkan risiko pencemaran bagi biota perairan. Temuan serupa dilaporkan oleh Sari et al., (2019) di Perairan Muara Upang, di mana kandungan logam berat berada di bawah ambang batas dan tidak berdampak signifikan terhadap lingkungan. Menurut Herbila et al., (2022), logam Zn di perairan akan berikatan dengan partikel halus dan bahan organik sebelum mengendap di dasar sedimen. Kondisi ini menyebabkan Zn relatif stabil dan dapat terakumulasi dalam jangka panjang di wilayah pesisir Sumatera Selatan. Selain itu, atap rumah penduduk berbahan seng di sekitar pesisir juga berpotensi menambah masukan Zn akibat proses korosi yang terbawa air hujan ke perairan.

Perbandingan Konsentrasi Logam berat Pb dan Zn

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen di lokasi penelitian memiliki pola yang relatif sama, di

mana kedua logam cenderung menunjukkan nilai yang tinggi pada stasiun 3, dan nilai yang lebih rendah pada stasiun 1. Pola tersebut mengindikasikan bahwa sumber masukan logam berat di kawasan pesisir memiliki kesamaan, kemungkinan besar berasal dari aktivitas antropogenik seperti aktivitas nelayan, pemukiman dan buangan limbah domestik.



Gambar 4. Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Zn

Konsentrasi rata-rata Pb di keempat stasiun berada pada kisaran 14,39 - 19,17 mg/kg, sedangkan Zn memiliki kisaran 56,7 - 64,95 mg/kg. Perbedaan nilai antara kedua logam tersebut menunjukkan bahwa Zn lebih mudah terakumulasi dalam sedimen dibandingkan Pb karena sifatnya yang lebih reaktif terhadap partikel halus dan bahan organik (Ernawati & Cahyadi, 2019). Selain itu, sumber Zn di wilayah pesisir umumnya lebih banyak, berasal dari cat kapal, pipa, dan bahan anti karat, sedangkan Pb lebih terbatas dari bahan bakar dan kegiatan perbengkelan (Wulandari et al., 2024). Hal ini menjelaskan mengapa kadar Zn lebih tinggi daripada Pb di sedimen Pesisir Sungsang.

Tingginya kandungan Pb dan Zn di stasiun 3 diduga erat kaitannya dengan aktivitas transportasi kapal serta keberadaan pemukiman di tepi perairan. Menurut Agustriani et al., (2017), kegiatan pelayaran atau aktivitas nelayan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan konsentrasi logam berat, terutama dari cat anti karat, oli, air balas kapal. Sementara itu, Putri et al., (2015) menambahkan bahwa aliran limbah rumah tangga dan pertanian di sekitar muara sungai juga menjadi pemicu adanya keberadaan logam Zn di perairan pesisir.

Secara umum konsentrasi kedua logam tersebut masih berada di bawah ambang batas baku mutu internasional, seperti yang ditetapkan oleh *Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME, 2002)* dengan nilai ambang 35 mg/kg untuk logam Pb dan 123 mg/kg untuk logam Zn pada sedimen. Meskipun demikian, nilai-nilai yang ditemukan tetap perlu diperhatikan karena sedimen berperan sebagai penyimpan logam berat jangka Panjang yang sewaktu-waktu dapat melepaskan Kembali logam ke kolom air.

Tingginya kandungan Pb dan Zn di beberapa titik menunjukkan adanya pengaruh aktivitas manusia yang berlangsung terus-menerus di kawasan pesisir. Bila masukan logam berat ini tidak dikendalikan, maka dalam jangka panjang dapat meningkatkan potensi bioakumulasi pada biota bentik di pesisir Perairan Sungsang, yang selanjutnya berdampak pada rantai makanan.

Nilai Faktor Kontaminasi (CF) dan Indeks Beban Pencemaran (PLI)

Hasil perhitungan faktor kontaminasi (CF) dan indeks beban pencemar (PLI) logam berat Pb dan Zn pada sedimen di empat titik stasiun menunjukkan nilai yang relatif rendah (Tabel 1). Nilai CF Pb berkisar antara 0,720-0,959, sedangkan CF Zn berkisar antara 0,595-0,684 dengan nilai rata-rata 0,879 untuk Pb dan 0,627 untuk Zn. Nilai PLI di seluruh stasiun berada pada rentang 0,809-0,900 dengan nilai rata-rata 0,860.

Tabel 1. Nilai faktor kontaminasi (CF) dan indeks beban pencemaran (PLI) logam berat Pb dan Zn

Stasiun	CF Pb	CF Zn	PLI
1	0,720	0,595	0,809
2	0,891	0,619	0,862
3	0,959	0,684	0,900
4	0,945	0,608	0,871
Min	0,720	0,595	0,809
Mak	0,959	0,684	0,900
Rerata	0,879	0,627	0,860

Berdasarkan klasifikasi Hakanson (1980), Seluruh stasiun penelitian menunjukkan nilai $CF < 1$ dan berada pada kategori tidak tercemar baik untuk logam Pb maupun Zn. Nilai $PLI < 1$ juga mengindikasikan bahwa sedimen di wilayah tersebut belum mengalami pencemaran logam berat Pb dan Zn yang signifikan.

Nilai CF Pb yang sedikit lebih tinggi dibandingkan Zn menunjukkan bahwa logam Pb memiliki kontribusi kontaminasi yang lebih besar terhadap kualitas sedimen di pesisir Perairan Sungsang. Hal ini berkaitan dengan aktivitas transportasi kapal nelayan dan perbaikan kapal, di mana penggunaan bahan bakar, oli, serta cat logam mengandung timbal (Pb) dalam kadar tinggi (Agustriani et al., 2017).

Sementara itu, kadar Zn memiliki nilai rendah karena unsur ini banyak terdapat secara alami dalam sedimen dan berasal dari proses pelapukan mineral maupun aktivitas domestik ringan (Rahmadani et al., 2017). Selain faktor manusia, perbedaan nilai CF antar stasiun juga dapat dipengaruhi oleh intensitas aliran sungai yang membawa material logam berat dari hulu. Stasiun 3 memiliki nilai CF dan PLI tertinggi (0,959 dan 0,684), menandakan lokasi ini berpotensi sebagai titik akumulasi akibat aliran sungai yang melambat dan padatnya aktivitas nelayan serta perbaikan kapal. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Tuahatu et al., (2021) yang menyatakan bahwa area dengan arus tenang dan sedimen halus cenderung menjadi tempat penumpukan logam berat. Secara

keseluruhan nilai rata-rata PLI sebesar 0,860 mengindikasikan bahwa sedimen di kawasan pesisir Perairan Sungsang masih dalam kondisi aman dan belum tercemar logam berat.

Nilai Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) Sedimen di Pesisir Perairan Sungsang

Hasil perhitungan indeks geoakumulasi (I_{geo}) logam berat Pb dan Zn pada sedimen di empat titik stasiun menunjukkan nilai negatif pada seluruh lokasi penelitian (Tabel 2). Nilai I_{geo} untuk Pb berkisar antara -1,060 hingga -0,646, sedangkan untuk Zn berkisar antara -1,333 hingga -1,134. Nilai rata-rata I_{geo} Pb sebesar -0,781 dan I_{geo} Zn sebesar -1,262.

Tabel 2. Nilai indeks geoakumulasi (I_{geo}) logam berat Pb dan Zn

Stasiun	I_{geo} Pb	I_{geo} Zn
1	-1,060	-1,333
2	-0,751	-1,278
3	-0,646	-1,134
4	-0,667	-1,302
Min	-1,060	-1,333
Mak	-0,646	-1,134
Rata-rata	-0,781	-1,262

Berdasarkan klasifikasi Müller (1969), nilai $I_{geo} < 0$ menunjukkan suatu sedimen tergolong tidak tercemar. Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa sedimen di seluruh stasiun penelitian belum tercemar logam berat Pb dan Zn. Nilai I_{geo} Pb lebih tinggi dibandingkan Zn mengindikasikan bahwa timbal memiliki tingkat akumulasi yang lebih tinggi di dalam sedimen. Hal ini sesuai dengan hasil analisis faktor kontaminasi (CF) sebelumnya yang menunjukkan di mana Pb lebih dominan dibandingkan dengan Zn. Tingginya nilai I_{geo} Pb dapat disebabkan oleh karakteristik kimia Pb yang mudah berikatan dengan partikel organik di dasar perairan, sehingga cenderung terakumulasi dalam fraksi sedimen (Siaka et al., 2020).

Selain itu, deposisi atmosfer dan limpasan permukaan dari aktivitas daratan seperti pembakaran bahan bakar dan lalu lintas kendaraan di sekitar pesisir juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar Pb. Sementara itu, nilai I_{geo} yang rendah menunjukkan bahwa keberadaan logam Zn di lokasi penelitian kemungkinan besar berasal dari proses alami, seperti pelapukan batuan serta partikel mineral yang terbawa melalui aliran sungai. Berdasarkan Rahmadani et al. (2017), unsur Zn termasuk logam esensial yang secara alami terdapat di lingkungan dan umum dijumpai dalam sedimen akibat interaksi antara air laut dengan material geogenik. Oleh karena itu, kandungan Zn yang rendah di kawasan ini kemungkinan besar mencerminkan pengaruh aktivitas alamiah daripada antropogenik.

Nilai tertinggi I_{geo} untuk kedua logam ditemukan pada stasiun 3 dengan nilai -0,646 untuk Pb dan -1,134 untuk Zn, menandakan bahwa lokasi ini memiliki potensi akumulasi logam lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi tersebut

- Cd , Cu , Zn) Terlarut , Dalam Seston , Dan Dalam Sedimen Di Estuari Banjir Kanal Barat , Semarang The Heavy Metal Concentration of Pb , Cd , Cu , and Zn at Banjir Kanal Barat Estuary , Semarang. *Akuatik*, 2(1), 1–4.
- Müller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal*, 2, 108–118. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62096-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62096-3)
- Najamuddin, N., Tahir, I., Paembonan, R. E., & Inayah, I. (2020). Pengaruh Karakteristik Sedimen terhadap Distribusi dan Akumulasi Logam Berat Pb dan Zn di Perairan Sungai, Estuaria, dan Pantai. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 1. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i1.5315>
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology*, 1099, 35–40.
- Natsir, N. A., Hanike, Y., & Allifah Af, A. N. (2021). Akumulasi Logam Berat Pb dan Cd dalam Sedimen dan Hubungannya dengan Biota Laut di Perairan Tulehu Ambon. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology*, 5(1), 41–49. <https://doi.org/10.29080/biotropic.2021.5.1.41-49>
- Nugraha, M. A., Pamungkas, A., Syari, I. A., Sari, S. P., Umroh, U., Hudatwi, M., Utami, E., Akhrianti, I., & Priyambada, A. (2022). Penilaian Pencemaran Logam Berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen Permukaan Perairan Matras, Sungailiat, Bangka. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 70–78. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i1.12317>
- Nurholis, K., & Mokodompit, E. A. (2024). Laut Sebagai Sarana Mata Pencaharian dan Ancaman Akibat Pencemaran Lingkungan bagi Masyarakat Pesisir Konawe Utara INFO. 1(3).
- Putri, W. A. E., Bengen, D. G., Prartono, T., & Riani, E. (2015). Seasonal variation of Zn, Cu and Pb in the estuarine stretch of West Bengal. *Indian J. of Marine Sciences. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2), 104–109. http://itk.fpk.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Putri, W. A. E., Susanti, M. I., Rozirwan, R., Hendri, M., & Agustriani, F. (2022). Status Cemar Logam Berat di Sedimen Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2), 177–184. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.39765>
- Rahmadani, T., Sabang, S. M., & Said, I. (2017). Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(4), 197. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2015.v4.i4.7871>
- Sari, A. B., Putri, W. A. E., & Diansyah, G. (2019). Logam Berat Cu Dan Pb Dalam Sedimen Di Perairan Muara Upang. *Journal of Tropical Marine Science*, 2(2), 71–75. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v2i2.948>
- Setiawan, H. (2013). Akumulasi Dan Distribusi Logam Berat Pada Vegetasi Mangrove Di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan Heru Setiawan Balai Penelitian Kehutanan Makassar. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1), 12–24.
- Siaka, I. M., Rozin, W. A., & Putra, K. G. D. (2020). Spesiasi Dan Bioavailabilitas Logam Berat Dalam Sedimen Sungai Roomo Gresik. *Jurnal Kimia*, 14(2), 153. <https://doi.org/10.24843/jchem.2020.v14.i02.p08>
- Sudarso, Y., Wardiatno, Y., & Sualia, I. (2008). Pengaruh Kontaminasi Logam Berat Di Sedimen Terhadap Komunitas Bentik Makrovertebrata : Studi Kasus Di Waduk Saguling-Jawa Barat 1 (The Effect of Heavy Metal Contamination in Sediment on Benthic Macroinvertebrate Community: A Case Study in Saguling Res. 1, 49–59.
- Suriadi, L. M., Denya, N. P., Shabrina, Q. A., Yuliana, R., Agustina, G., Kuspraningrum, E., & Asufie, K. N. (2024). Perlindungan Sumber Daya Genetik Ekosistem Mangrove Untuk Konservasi Lingkungan dan Keseimbangan Ekosistem. *Jurnal Analisis Hukum*, 7(2), 234–253. <https://doi.org/10.38043/jah.v7i2.5206>
- Susiati, H., Yarianto, Arman, A. L., & Menri, Y. (2008). Kandungan Logam Berat (Cu, Cr, Zn, dan Fe) pada Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara. 51, 25–30.
- W.Tuahatu, J., Tubalawony, S., & Kalay, D. E. (2021). Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cd Dalam Sedimen Pada Ekosistem Mangrove Di Teluk Ambon. 14(December), 167–186.
- Wulandari, R., Sulistiyowati, R., Dhanti, K. R., Hayati, D. N., Kesehatan, F. I., & Muhammadiyah, U. (2024). Hubungan Kadar Timbal (Pb) Dengan Nilai Laju Endap Darah (Led) Pada Pekerja Bengkel Motor. 2(1), 1–8.