Kandungan Logam Berat Besi (Fe) pada Sedimen Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Kalih Selatan Banten

Siti Nurjanah[1], Keyla Nazwasyawinka[1], Camelia Batun Abrar[2], Isra Amalia Nasution[2], Eki Naidania Dida[3], Agung Setyo Sasongko[1]*, Kukuh Widiyanto[1], Sri Yudawati Cahyarini[4]

[1]Program Studi Pendidikan Kelautan dan Perikanan, Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Bandung, Jawa Barat, 40154 Indonesia
[2]Program Studi Geofisika, Fakultas Fisika, Universitas Bengkulu
Jl. WR Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, 38371 Indonesia
[3]Pusat Riset Sumber Daya Geologi, Badan Riset Inovasi dan Nasional
[4]Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset Inovasi dan Nasional
Jl. Dr. Djunjunan No. 133, Pajajaran, Bandung, Jawa Barat, 40135 Indonesia
Email: agungsetyosasongko@upi.edu

Abstrak

Pulau Kalih Selatan terletak di sebelah barat laut Teluk Banten yang berdekatan dengan kawasan industri dan daerah penangkapan ikan menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA). Pulau ini memiliki keanekaragaman hayati seperti ekosistem mangrove, terumbu karang, dan lamun. Kawasan Industri di sekitar pulau dapat berdampak pada ekosistem perairan salah satunya pencemaran logam berat besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan logam berat besi (Fe) yang terakumulasi pada sedimen di Pulau Kalih Selatan. Sampel sedimen dikumpulkan dari lima stasiun menggunakan metode *purposive random sampling*. Logam Berat Fe dianalisis di Laboratorium Kimia BRIN KST Samaun Samadikun menggunakan metode *Flame Atomic Absorption Spectrophotometer* (FAAS). Hasil yang diperoleh dari analisis logam berat Fe menunjukan sedimen di Pulau Kalih Banten memiliki konsentrasi logam berat Fe antara 1.771 mg/kg hingga 41.455 mg/kg, dengan nilai rata-rata 11.144 mg/kg. Kandungan Fe dalam sedimen di hampir seluruh titik lokasi pengambilan sampel berada di bawah baku mutu dari *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*, hal ini diduga logam berat Fe yang terdapat pada perairan mengalami pengenceran dan sebagian terbawa menuju ke laut lepas yang dipengaruhi gelombang dan arus yang dapat menyebarkan kandungan Fe di semua stasiun nilainya lebih kecil dari baku mutu.

Kata kunci : Besi, Logam berat, Pulau Kalih Selatan, Sedimen

Abstract

Heavy Metal Iron (Fe) Content in Sediments of Coral Reef Ecosystem in the Waters of South Kalih Island Banten

South Kalih Island is located in the northwestern part of Banten Bay, adjacent to an industrial area and a fishing area using floating net cages (KJA). The island has biodiversity such as mangroves, coral reefs, and seagrasses. Industrial areas around the island can have an impact on aquatic ecosystems, one of which is heavy metal iron pollution. This study aims to identify the content of heavy metal iron (Fe) accumulated in sediments on South Kalih Island. Sediment samples were collected from five stations using purposive random sampling method. Fe heavy metals were analyzed at the BRIN KST Samaun Samadikun Chemistry Laboratory using the Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS) method. The results obtained from the Fe heavy metal analysis showed that sediments in Kalih Island Banten had Fe heavy metal concentrations between 1,771 mg/kg to 41,455 mg/kg, with an average value of 11,144 mg/kg. The Fe content in sediments at almost all points of the sampling location is below the quality standards of the Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario, this is thought to be heavy metal Fe contained in the waters undergoes dilution and partially carried to the open sea which is influenced by waves and currents that can spread the Fe content at all stations the value is smaller than the quality standards.

Keywords : *Iron, Heavy metal, South Kalih Island, Sediments*

*Corresponding author
http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma
DOI:10.14710/buloma.v14i2.69313
Diterima/Received : 18-12-2024
Disetujui/Accepted : 08-04-2025

PENDAHULUAN

Secara Administratif, Pulau Kalih termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Pulo Ampel, Kabupaten Serang, Provinsi Banten kawasan perairan Laut Jawa, tepatnya di bagian barat laut Teluk Banten (Nanto *et al*., 2024). Secara geografis, pulau ini berada pada koordinat 5°54'04" LS dan 106°05'35" BT.

Pesisir Pulau Kalih Selatan dimanfaatkan sebagai daerah *fishing ground* Keramba Jaring Apung (KJA) (Nanto *et al*., 2024). Selain itu, Pulau Kalih Selatan berdekatan dengan industri-industri, antara lain galangan kapal, kimia, konstruksi baja, tambang batu, dan semen. Kehadiran industri di sekitar Pulau Kalih Selatan dan aktivitas perikanan berpotensi memicu masuknya kontaminan berupa logam berat ke perairan, salah satu jenis kontaminan yang terdapat dalam limbah hasil aktivitas tersebut adalah logam berat besi (Fe). Besi (Fe) sebagai logam berat di perairan berbentuk ion ferro (Fe^{2+}) dan ion ferri (Fe^{3+}). Bentuk ion ferri bersifat tidak mudah terlarut dalam air, sehingga cenderung terakumulasi di dasar perairan. Hal ini menyebabkan air menjadi berwarna kecoklatan atau kekuningan serta berbau (Supriyantini & Endrawati, 2015).

Besi merupakan unsur logam utama yang menyusun lapisan bumi dan secara alami bisa ditemukan di lingkungan, termasuk di perairan (Savitri, 2019). Secara alamiah, kadar logam berat di perairan memiliki kadar yang rendah, berkisar antara 10^{-5}-10^{-2} ppm (Sasongko *et al*., 2020). Meskin demikian, kadar logam berat besi di perairan dapat meningkat akibat dari aktivitas industrial seperti produksi baja, pertambangan biji besi, serta aktivitas penangkapan ikan (Supriyantini & Endrawati, 2015). Selain itu, adanya struktur besi seperti tiang-tiang panjang yang telah mengalami korosi dan penggunaan material besi lainnya dalam konstruksi dermaga serta bangunan di sekitar lokasi berpotensi meningkatkan konsentrasi logam berat besi di perairan (Savitri, 2019).

Besi merupakan jenis logam berat yang penting bagi makhluk hidup, tetapi hanya dibutuhkan dalam kadar tertentu karena dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik (Savitri, 2019; Triantoro *et al*., 2017). Logam berat besi (Fe) dalam jumlah kecil di perairan diperlukan oleh organisme akuatik untuk mengatur sistem metabolisme dalam pertumbuhan tubuhnya (Susanti *et al*., 2023). Selain itu, logam besi (Fe) di dalam tubuh dibutuhkan untuk hematopoesis (proses pembentukan sel-sel darah merah) dalam sintesis hemoglobin (Murraya *et al*., 2018). Walaupun keberadaan besi penting bagi makhluk hidup, tetapi apabila dikonsumsi dengan kadar yang tinggi dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan, seperti keracunan, kerusakan usus, berkurangnya fungsi paru-paru, dan kanker (Murraya *et al*., 2018; Supriyantini & Endrawati, 2015).

Logam berat yang terakumulasi pada sedimen dapat membahayakan kelangsungan hidup biota air serta mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik yang berada di dasar perairan apabila melebihi standar baku mutu yang ditetapkan (Susanti *et al*., 2023; Riska *et al*., 2022). Laut yang tercemar dapat mengancam kehidupan beberapa jenis burung, dan organisme aquatik pantai, seperti berbagai jenis ikan, terumbu karang, hutan mangrove dan rusaknya wisata pantai (Darza, 2020).

Karang berfungsi sebagai bioindikator di lingkungan laut karena memiliki sifat yang peka terhadap perubahan fisik dan kimia suatu perairan sehingga dapat digunakan untuk menilai tingkat pencemaran di perairan (Al Fauzan, 2023). Penumpukan logam berat di terumbu karang yang melebihi standar baku mutu dapat mengakibatkan peningkatan pemutihan pada karang, tingginya tingkat kematian karang, serta penurunan jumlah karang sehat (Patterson *et al*., 2020).

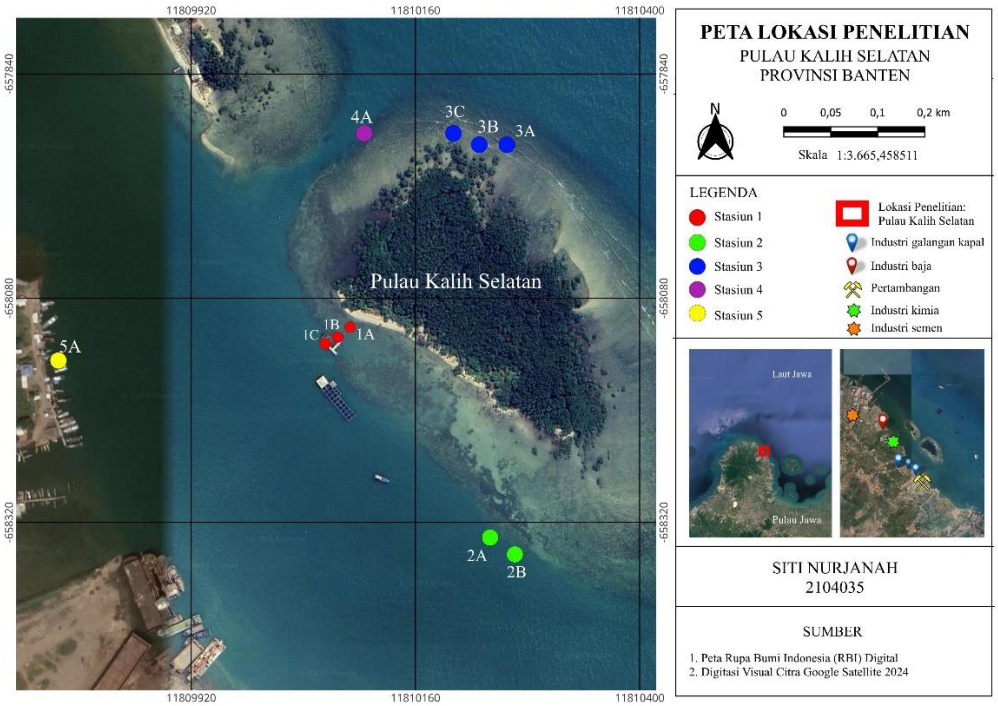
Banyaknya aktivitas antropogenik di sekitar perairan Pulau Kalih Selatan seperti kegiatan industri, aktivitas perkapalan, dan budidaya perikanan berpotensi meningkatkan kadar logam berat besi di perairan yang terakumulasi di dalam sedimen serta dapat membahayakan ekosistem terumbu karang. Oleh karena itu, penelitian mengenai kandungan logam berat besi (Fe) pada sedimen ekosistem terumbu karang di perairan Pulau Kalih Selatan Banten perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat besi yang terdapat dalam sampel sedimen di Pulau Kalih Selatan Banten.

MATERI DAN METODE

Proses pengumpulan sampel sedimen dilakukan di perairan Pulau Kalih Selatan, Kabupaten Serang, Provinsi Banten (Gambar 1) pada bulan September 2024. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada lima stasiun yang mewakili seluruh perairan Pulau Kalih Selatan. Koordinat dari setiap pengambilan sampel sedimen dicatat dengan bantuan GPS (*Global Positioning System*) (Tabel 1).

Tabel 1. Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen di Pulau Kalih Selatan

Stasiun	Kode Sampel	Titik Koordinat
1	1A	5°54'05"LU106°05'30" BT
	1B	5°54'05"LU106°05'29" BT
	1C	5°54'05.7“LU106°05'30.2" BT
2	2A	5°54'12.9“LU106°05'35.9" BT
	2B	5°54'14.0“LU106°05'36.3" BT
3	3A	5°53'59“LU106°05'35" BT
	3B	5°53'59“LU106°05'34" BT
	3C	5°53'58"LU106°05'34" BT
4	4A	5°53'58.2"LU106°05'31.7" BT
5	4B	5°54'07"LU106°05'20" BT



Gambar 1. Peta Penelitian Perairan Pulau Kalih Selatan. Lokasi titik pengambilan sampel sedimen stasiun 1 (merah), stasiun 2 (hijau), stasiun 3 (biru), stasiun 4 (ungu), dan stasiun 5 (kuning)

Pemilihan lokasi untuk pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan metode *puposive random sampling*. Penentuan lokasi sampling sedimen menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan-pertimbangan seperti berada dekat dengan lokasi dermaga, industri galangan kapal dan lain sebagainya (Oktiarini *et al*., 2015). Sampel sedimen diambil pada setiap stasiun menggunakan *grab sampler* (Gambar 2). Prosedur pengambilan sampel dimulai dengan mengikat *grab sampler* menggunakan tali, kemudian dijatuhkan hingga mencapai dasar perairan. Setelah itu, *grab sampler* kemudian ditarik kembali ke atas permukaan air. Sampel sedimen selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik sampel dan disimpan di dalam box.

Preparasi dan Analisis Logam Berat Fe

Preparasi sampel sedimen dilaksanakan di Laboratorium Kimia Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) KST Samaun Samadikun Cisitu Bandung mengikuti metode dari Maharani (2024). Sampel sedimen dilakukan pengeringan terlebih dahulu pada suhu 60˚C menggunakan oven hingga kadar airnya berkurang. Setelah kering, sampel

sedimen dilakukan proses penghalusan dan pengayakan menggunakan sieve shaker dengan ukuran 100 mesh. Sampel yang halus kemudian dilakukan proses destruksi asam untuk melarutkan unsur logam. Setiap sampel ditimbang sebanyak 2 gram menggunakan neraca digital dan ditambahkan larutan aqua regia yang terdiri dari larutan asam HCl dan HNO_3 dengan rasio perbandingan 3:1 sebanyak 20 mL. Setelah larutan dihomogenkan, sampel dipanaskan menggunakan *hot plate steerer* dengan suhu maksimum 250 ˚C hingga larutan sampel kisat 10 mL. Larutan sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring (Whatman No.41) dalam labu ukur berkapasitas 50 mL, kemudian ditambahkan *aquades* hingga mencapai tanda batas. Setiap larutan sampel dilakukan pengenceran sebanyak 100 kali dengan memipet sebanyak 1 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Selanjutnya, pembuatan larutan deret standar Fe dibuat dengan konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm dari larutan stok 100 ppm. Masing-masing konsentrasi dibuat dengan memipet sebanyak 0,25; 0,5; 1; 2; dan 2,5 mL ke dalam labu ukur 25 mL. Setiap larutan deret standar ditambahkan larutan HNO_3 1M hingga tanda batas dan dihomogenkan. Larutan standar Fe dan larutan sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi plastik ukuran 10 mL untuk menganalisis kandungan logam berat pada larutan sampel menggunakan metode *Flame Atomic Absorption Spectrophotometer* (FAAS) dengan panjang gelombang maksimum yaitu 248,2 nm (Maharani, 2024). Untuk menentukan kadar logam berat Fe menggunakan rumus persamaan berikut (BSN, 2021):

$$\text{Kadar Fe (mg/kg)} = \frac{C \times V \times fp}{W}$$

Keterangan: C = Kandungan logam yang perhitungan kurva (ppm); V = Volume akhir sampel (ml); W = Berat sampel (gram); fp=Faktor pengenceran

Tabel 2. Baku Mutu Kandungan Logam Berat dalam Sedimen (Persaud dan Jaagumagi,1993)

Standar Baku Mutu	Kadar Fe (mg/kg)
Guideliness for the protection and management of aquatic sediments in Ontario	*No effect level*: - *Lowest effect level*: 20.000 *Severe effect level*: 40.000

*- menunjukkan tidak ada data yang mendukung

Gambar 2. Pengambilan Sampel Sedimen dengan *Grab sample*

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data yang terkumpul berupa angka dianalisis secara statistik untuk melihat perbedaan di setiap lokasi pengambilan sampel dan membandingkan konsentrasi logam besar besi (Fe) dengan standar baku sedimen berdasarkan *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario* (Persaud dan Jaagumagi,1993). *No effect level* adalah batas logam berat dalam sedimen yang tidak membahayakan organisme yang hidup di dasar perairan (Persaud dan Jaagumagi,1993). *Lowest effect level* adalah batas kadar yang dapat ditoleransi oleh sebagian organisme dan ekosistem sehingga tidak menimbulkan efek toksik (Maharani, 2024). Sedangkan *severe effect level* adalah tingkat konsentrasi tertinggi dan bersifat toksik bagi organisme di dasar perairan (Persaud dan Jaagumagi,1993). Standar baku mutu logam berat Fe (Tabel 2) digunakan sebagai acuan perbandingan untuk menentukan apakah logam berat yang ditemukan di lokasi penelitian telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan atau masih berada dalam ambang batas yang aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan stasiun pengambilan sampel sedimen (Tabel 3, Gambar 3) di stasiun 1 merupakan sisi bagian barat Pulau Kalih Selatan. Pada stasiun 1 terdapat aktivitas nelayan menggunakan keramba jaring apung (KJA) dan berhadapan langsung dengan dermaga Pulau Kalih. Di stasiun 2 terletak di bagian selatan pulau, perairan yang berdekatan dengan industri galangan kapal serta lalu lintas kapal nelayan dan kapal perusahaan yang bongkar muat barang atau ikan ke pesisir Bojonegara. Pada stasiun 3 merupakan wilayah yang berdekatan dengan ekosistem mangrove di sepanjang pesisir pulau dan jauh dari aktivitas antropogenik. Di stasiun 4 terletak di bagian utara pulau, perairan yang masih banyak tutupan karang yang bagus dibandingkan wilayah lainnya di pulau ini. Sedangkan stasiun 5 merupakan daerah yang berdekatan dengan industri baja dan aktivitas perkapalan.

Kandungan Fe di Setiap Stasiun

Berdasarkan hasil penelitian di Pulau Kalih Selatan pada lima stasiun yang berbeda, diketahui kandungan logam berat Fe dalam sedimen menunjukkan hasil yang bervariasi, yaitu antara 1.771- 41.455 mg/kg, dengan nilai rata-rata seluruh lokasi pengambilan sampel sebesar 11.144 mg/kg. Nilai kadar logam berat Fe terendah terdapat di stasiun 3 dan nilai kadar logam berat Fe tertinggi di stasiun 5. Karakteristik setiap lokasi pengambilan sampel sedimen beserta aktivitasnya mempengaruhi keberadaan logam berat Fe pada sedimen (Maharani, 2024; Yona *et al*., 2018). Gambar 4 menampilkan grafik konsentrasi logam berat Fe pada sedimen di setiap lokasi penelitian. Tabel 4 menampilkan perbandingan rata-rata Kandungan Fe dalam Sedimen dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario* pada *lowest effect level* (LEL).

Stasiun 1 menunjukkan kadar logam berat Fe yang relatif tinggi di setiap titik pengambilan sampel, dengan nilai antara 13.250 - 16.276 mg/kg. Rata-rata kadar logam berat Fe di stasiun 1 sebesar 14.623 mg/kg. Nilai kadar logam berat Fe terendah berada pada titik 1A, yaitu sebesar 13.250 mg/kg, sementara kadar tertinggi terdapat di titik 1C dengan nilai 16.276 mg/kg. Berdasarkan nilai kadar tersebut diduga semakin dekat dengan area penangkapan ikan menggunakan keramba jaring apung (KJA), semakin tinggi juga kadar logam berat Fe pada sedimen. Sudarningsih (2021) menyatakan bahwa adanya area nelayan keramba ikan dapat meningkatkan kadar logam berat Fe pada sedimen. KJA dapat berkontribusi terhadap peningkatan kadar logam berat besi di perairan melalui material yang digunakan. Pelampung yang digunakan dalam KJA terbuat dari drum besi, mengandung bahan 56,06% besi dan 43,94% styrofoam, Selain itu besi digunakan dalam kerangka keramba yang dapat mengalami korosi seiring waktu, sehingga diduga menyumbang peningkatan logam berat besi di perairan. Apabila membandingkan nilai kadar logam berat Fe di stasiun 1 dengan baku mutu, kandungan logam berat Fe di stasiun 1 berada di bawah kategori *lowest effect level*.

Stasiun 2 menunjukkan nilai kadar logam berat Fe sebesar 4.282 mg/kg pada titik 2A dan 10.521 mg/kg pada titik 2B, dengan nilai rata-rata 7.401 mg/kg. Keberadaan logam berat besi (Fe) di stasiun 2 diduga berasal dari lokasinya yang berdekatan dengan jalur transportasi kapal nelayan dan kapal perusahaan yang melakukan kegiatan bongkar muat di pesisir Bojonegara. Aktivitas bongkar muat ikan atau barang di pelabuhan/dermaga berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat seperti besi. Sumber Fe tersebut diduga berasal dari korosi pada

kapal dan tiang-tiang besi di area tersebut (Fiskanita *et al*., 2015; Ika *et al*., 2012). Selain itu, tingginya kandungan logam berat besi (Fe) pada titik 2B diduga karena lokasinya yang berhadapan langsung dengan industri tambang batu split dan industri galangan kapal. Menurut Wibowo *et al*. (2020), aktivitas masyarakat terkait kegiatan industri, pertambangan memungkinkan tingkat pencemaran logam berat semakin meningkat dan ditemukan di daerah pesisir maupun daratan sehingga memungkinkan tingginya pencemaran logam berat terakumulasi dalam bentuk sedimen atau ion-ion terlarut dalam air. Selain itu, Ali *et al*. (2019) menyatakan bahwa di sektor industri perkapalan, baja menjadi material utama yang digunakan dalam struktur kapal termasuk badan, lambung, mesin utama, dan mesin bantu, Baja yang melapisi bagian luar kapal sangat rentan mengalami

Tabel 3. Kondisi Lingkungan Stasiun Pengambilan Sampel Sedimen

Stasiun	Kondisi Lingkungan
1	Merupakan daerah *fishing ground* nelayan Keramba Jaring Apung (KJA)
2	Merupakan perairan yang berdekatan dengan lalu lintas kapal nelayan dan kapal perusahaan serta berdekatan dengan industri galangan kapal dan pertambangan
3	Merupakan wilayah yang berdekatan dengan ekosistem mangrove
4	Merupakan wilayah yang memiliki banyak karang
5	Merupakan wilayah yang berdekatan dengan industri baja dan area dermaga

Keramba Jaring Apung di stasiun 1

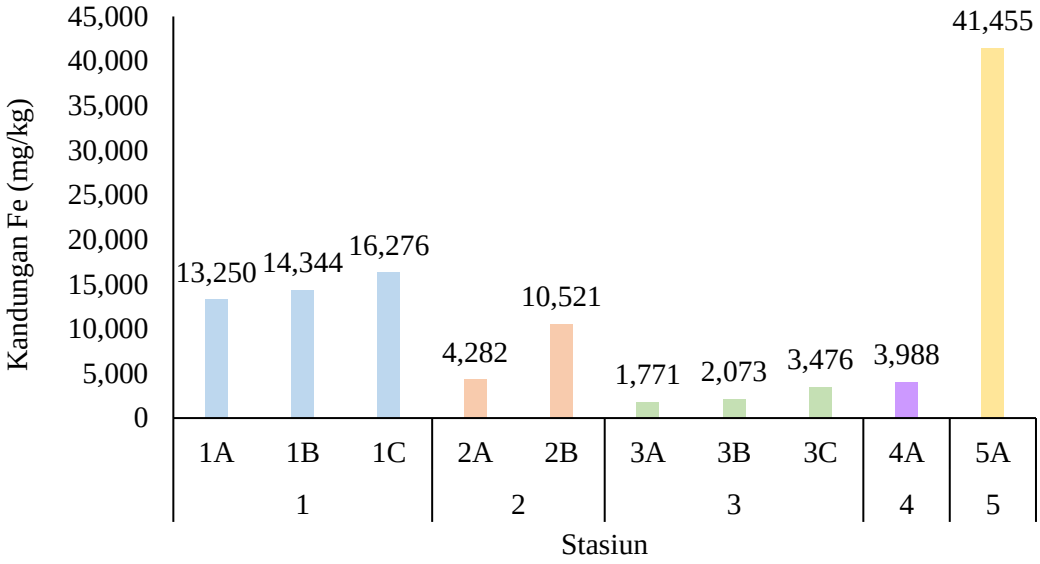
Galangan Kapal di stasiun 2

Ekosistem mangrove di stasiun 3

Ekosistem terumbu karang di stasiun 4

Dermaga di stasiun 5

Gambar 3. Kondisi Lingkungan Perairan Pulau Kalih Selatan



Gambar 4. Kandungan Logam Berat Fe pada Sedimen dari Setiap Stasiun Penelitian

korosi apabila tidak dilengkapi dengan proteksi penghalang. Korosi dapat terjadi karena baja atau besi murni memiliki lapisan pelindung yang rentan terhadap paparan air dan oksigen (Ali *et al*., 2019). Menurut Supriyantini & Endrawati (2015) komponen kapal yang mengalami korosi dapat berkontribusi pada peningkatan akumulasi logam berat besi dalam sedimen. Namun demikian, kandungan logam berat di stasiun 2 masih berada di bawah ambang batas *lowest effect level* pada baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*.

Stasiun 3 menunjukkan kadar logam berat Fe antara 1.771 – 3.476 mg/kg, dengan nilai rata-rata 2.440 mg/kg. Kadar Fe di stasiun 3 lebih rendah dari stasiun lainnya. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, maka kandungan logam berat besi di stasiun 3 berada di bawah batas *lowest effect level*. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan perairan yang dekat dengan ekosistem mangrove. Mangrove merupakan salah satu tanaman yang mampu mengurangi kadar logam berat pada lingkungan melalui proses fitoremediasi (Afifudin *et al*., 2023). Ekosistem mangrove di perairan dapat menyerap, melemahkan, dan menyimpan logam berat dalam jaringan tubuhnya, termasuk di daun, batang, dan akar (Sasongko *et al*., 2020). Sebagian logam berat dalam mangrove dijadikan sebagai zat hara yang diperlukan untuk proses metabolisme (Savitri, 2019). Sasongko *et al*. (2020) menyatakan bahwa mangrove memiliki mekanisme penanggulangan terhadap zat toksik dengan cara mengurangi efek racun melalui proses pengenceran. Dalam proses tersebut, mangrove menyimpan air dalam jumlah yang besar, sehingga mampu mengencerkan konsentrasi logam berat dan menurunkan tingkat toksisitasnya. Kemudian zat toksik disimpan dalam jaringan yang telah menua, seperti daun dan kulit batang yang cenderung mudah terkelupas (Sasongko *et al*., 2020; Mulyadi *et al*., 2017). Dengan demikian, logam berat besi ditangani oleh mangrove, sehingga kandungan besi pada sedimen cenderung rendah.

Nilai kadar logam berat Fe di stasiun 4 memiliki nilai 3.988 mg/kg. Terdapatnya kadar logam berat Fe dalam jumlah yang rendah diduga karena kondisi lingkungan perairan ekosistem terumbu karang. Karang memiliki kemampuan dalam mengakumulasikan logam berat di perairan (Riska *et al*., 2022). Selain itu, Logam berat dan serpihan plastik yang tertelan dapat tertahan oleh karang di jaringan mesenterial yang menyebabkan berkurangnya kemampuan makan, berkurangnya cadangan energi, dan berkurangnya pertumbuhan Patterson *et al*., 2020). Dengan demikian, logam berat besi pada sedimen pada area terumbu karang cenderung rendah. Nilai kadar logam berat Fe di stasiun 4 masih berada di bawah batas *lowest effect level*. Kondisi ini menunjukkan bahwa sedimen di stasiun 4 berada pada kategori aman dan tidak menimbulkan resiko toksik bagi terumbu karang di

area tersebut. Patterson *et al*. (2020) menyatakan logam berat dapat diasimilasi oleh kerangka kapur, dalam hal ini karang Acropora yang paling berperan dalam mengakumulasi logam berat, karena karang ini merupakan jenis karang terpenting penghasil terumbu. Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan laut, akan mengalami tiga macam proses akumulasi ialah proses fisik, kimia dan biologi. Sedangkan nilai kadar logam berat Fe di stasiun 5 yaitu sebesar 41.455 mg/kg. Kandungan logam berat besi (Fe) di stasiun 5 menunjukan perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan stasiun lain. Tingginya kandungan logam berat Fe di stasiun 5 diduga dipengaruhi oleh aktivitas industri di sekitar lokasi pengambilan sampel sedimen, salah satunya industri besi atau baja. Industri baja dikenal sebagai salah satu sumber utama pencemaran logam berat besi yang dilepaskan ke lingkungan melalui limbahnya (Wibowo *et al*., 2020). Hal ini diperkuat oleh Savitri (2019) dan Nindyapuspa & Ni'Am (2018) bahwa area industri baja dapat meningkatkan kandungan logam berat besi dalam sedimen. Industri baja menggunakan besi atau bijih besi sebagai bahan baku dan dapat menghasilkan limbah dari sisa produksi, air limbah, serta korosi pada material besi yang digunakan (Hutagalung *et al*., 1997; Sasongko *et al*., 2020. Kandungan logam berat Fe paling rendah ada di stasiun 3 ini disebkan stasiun 3 berada di posisi mengarah ke laut lepas sehingga dapat mengalami pengenceran dan sebagian terbawa menuju ke laut lepas Selain itu, tingginya kandungan logam berat besi di stasiun 5 diduga berasal dari aktivitas perkapalan dermaga Pulau Kalih. Dermaga Pulau Kalih menjadi lokasi pemberangkatan dan pemberhentian kapal nelayan maupun kapal penumpang. Aktivitas tersebut dapat menjadi sumber pencemar logam berat besi melalui tiang-tiang penunjang dermaga dan mesin kapal yang telah mengalami korosi (Fiskanita *et al*., 2015; Ika *et al*., 2012). Jika dibandingkan antara standar baku mutu dan kadar logam berat Fe yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa stasiun 5 telah tercemar logam berat Fe karena nilai ini melebihi batas *severe effect level*. Kandungan logam berat besi yang melebihi batas *severe effect level* menunjukan sifat logam berat besi yang bersifat toksik bagi biota laut yang hidup di dasar perairan (Palar, 1994; Cantika *et al*., 2023).

Kandungan logam berat besi (Fe) pada sedimen di stasiun 1, 2, 3, dan 4 memiliki nilai rata-rata yang belum melampaui baku mutu, sehingga keberadaan logam berat besi pada lokasi tersebut tidak dapat membahayakan organisme bentik yang hidup di sekitarnya. Kandungan logam berat besi (Fe) pada sedimen di stasiun 5 melebihi baku mutu dikarenakan kandungan logam berat Fe di sedimen jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang ada pada kolom perairan, hal ini disebabkan karena logam berat yang masuk kedalam kolom perairan akan diserap oleh partikel-partikel tersuspensi. pada sedimen terdapat hubungan antara ukuran partikel sedimen dengan kandungan bahan organik. Pada sedimen yang halus, presentase bahan organik lebih tinggi dari pada sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang, sehingga memungkinkan pengendapan sedimen lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan. Sedangkan pada sedimen yang kasar, kandungan bahan organiknya lebih rendah karena partikel yang lebih halus tidak mengendap. Demikian pula dengan bahan pencemar, kandungan bahan pencemar yang tinggi biasanya terdapat pada partikel sedimen yang halus (Supriyantini & Endrawati, 2015). Meskipun dalam jumlah yang kecil, paparan logam berat secara terus menerus dalam waktu yang panjang dapat menyebabkan penumpukan logam berat di dalam tubuh organisme (Panuntun *et al*., 2012; Riska *et al*., 2022). Apabila kandungan tersebut melebihi baku mutu, maka dapat membahayakan organisme akuatik termasuk terumbu karang.

Tabel 4. Perbandingan Rata-rata Kandungan Fe dalam Sedimen pada Stasiun Penelitian dengan Baku Mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*

Stasiun	Rata-rata Kandungan Logam Berat Fe (mg/kg)	Baku Mutu Fe (mg/kg)
1	14.623	
2	7.401	*No effect level*: -
3	2.440	*Lowest effect level*: 20.000
4	3.988	*Severe effect level*: 40.000
5	41.455	

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen di beberapa stasiun Pulau Kalih Selatan terkontaminasi logam berat besi (Fe) dengan indeks kualitas di bawah *lowest effect level* menurut *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*, yaitu kurang dari 20.000 mg/kg. Hal ini menandakan bahwa konsentrasi Fe di stasiun 1, 2, 3, dan 4 masih dalam kategori aman dan tidak beresiko bagi organisme bentik. Namun, di stasiun 5 kandungan Fe dalam sedimen telah melampaui *severe effect level* yaitu lebih dari 40.000 mg/kg. Kondisi ini mengindikasikan bahwa lingkungan perairan di stasiun 5 berpotensi membahayakan organisme bentik yang hidup di dasar perairan. Tingginya konsentrasi logam berat Fe di stasiun 5 diduga disebabkan akibat aktivitas perkapalan di area dermaga dan limbah dari industri baja.

DAFTAR PUSTAKA

Afifudin, A.F.M., Irawanto, R., & Purnomo, H. 2023. Exploring Mangrove Potential for Heavy Metal Phytoremediation along Coastal Zones: A Study of Sempu Island Nature Reserve. *Journal of Marine and Coastal Science*, 12(3): 97-108. doi: 10.20473/jmcs.v12i3.48330

Al Fauzan, A. 2023. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Lingkungan Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang, Banten. Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung.

Ali, M.S., Praktikno, H., & Dhanistha, W.L. 2019. Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1): G64–G70. doi: 10.12962/j23373539.v8i1.39068

BSN. 2021. Cara Uji Kadar Logam dalam Contoh Uji Limbah Padat, Sedimen, dan Tanah dengan Metode Destruksi Asam Menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala atau Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometric (ICP-OES). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Cantika, R.M., Sasongko, A.S., & Cahyadi, F.D. 2023. Kandungan Logam Berat di Perairan Pulau Merak Kecil. *Jurnal Kelautan*: *Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 16(3): 281-290. doi: 10.21107/jk.v16i3.20584

Darza, S.E. 2020. Dampak Pencemaran Bahan Kimia dari Perusahaan Kapal Indonesia terhadap Ekosistem Laut. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi*, 4(3): 1831-1852. doi: 10.31955/mea.v4i3.753

Fiskanita, Baharuddin, H., & Supriadi. 2015. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(4): 175–180. doi: 10.22487/j24775185.2015.v4.i4.7868

Hutagalung, H. P., D. Setiapermana, & Khozanah. 1997. Organochlorine, Oil and Heavy Metals in Siak Estuary, Riau, Indonesia. In Vigers, G., K.S. Ong, C. McPherson, N. Millson, I. Watson and A. Tang (eds). ASEAN Marine Environmental Management: Quality Criteria and Monitoring for Aquatic Life and Human Health Protection. *Proceedings of the ASEAN Canada Technical Conference on Marine Science* (24 - 29 June 1996), Penang, Malaysia.

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 Akademika Kimia*, 1(4):181–186.

Maharani, N.M.S. 2024. Distribusi dan Analisis Tingkat Pencemaran Logam Berat Cd, Fe, dan Zn pada Sedimen Permukaan Hutan Mangrove Waduk Muara Nusa Dua. Skripsi, Universitas Udayana.

Mulyadi, E., Laksmono, R., & Aprianti, D. 2017. Fungsi Mangrove sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1 (Edisi Khusus):24–35.

Murraya, Nur Taufiq, & Supriyantini, E. 2018. Kandungan Logam Berat Besi dalam Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo, Semarang. *Journal of Marine Research*, 7(2):133–140. doi: 10.14710/jmr.v7i2.25902

Nanto, A. H., Susanto, A., & Khalifa, M. A. 2024. Identifikasi Kesesuaian Lokasi Penempatan Rumah Ikan di Perairan Pulau Kalih Kabupaten Serang. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 13(2):148–156. doi: 10.33512/jpk.v13i2.24147

Nindyapuspa, A., & Ni'Am, A.C. 2018. Distribution of Heavy Metals (Cu and Fe) in

Sea Water of Gresik Coastal Area. *E3S Web of Conferences*, 31: p. 04012, doi: 10.1051/e3sconf/20183104012

Oktiarini, D., Atmodjo, W., & Widada, S. 2015. Transport Sedimen di Lokasi Perencanaan Pembangunan Pelabuhan Marunda, Jakarta Utara. *Journal of Oceanography*, 4(1): 325-332.

Palar. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta.

Panuntun, P., Yulianto, B., & Amabriyanto. 2012. Akumulasi Logam Berat Pb pada Karang *Acropora aspera*: Studi Pendahuluan. *Journal of Marine Research*, 1(1):153–158. doi: 10.14710/jmr.v1i1.2846

Patterson, J., Jeyasanta, K. I., Sathish, N., Edward, J.P., & Booth, A.M. 2020. Microplastic and Heavy Metal Distributions in an Indian Coral Reef Ecosystem. *Science of the Total Environment*, 744: p.140706. doi: 10.1016/j. scitotenv .2020.140706

Persaud, D., Jaagumagi, R., & Hayton, A. 1993. Guidelines for Tthe Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario. Standards Development Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy, Toronto, Canada.

Riska, R., Tasabaramo, I.A., Neviaty P.Z., Lalang, & Syadiah, E.A. 2022. Akumulasi Logam Berat (Pb, Cd, Hg) pada Karang *Acropora aspera* di Perairan Pomalaa Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(1): 69–80. doi: 10.29244/jitkt.v14i1.37553

Sasongko, A.S., Dwi Cahyadi, F., Yonanto, L., Islam, R.S., & Destiyanti, N.F. 2020. Kandungan Logam Berat di Perairan Pulau Tunda Kabupaten Serang Provinsi Banten. *Manfish Journal*, 1(1): 90–95. doi: 10.31573/manfish.v1i02.132

Savitri, R.W. 2019. Analisis Kandungan Logam Berat Besi pada Sedimen dan Akar Mangrove *Avicennia marina* di Desa Kandang Semangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur. Skripsi, Universitas Brawijaya.

Sudarningsih. 2021. Analisis Logam Berat pada Sedimen Sungai Martapura Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Fluk: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(1): 1–8. doi: 10.20527/flux. v17i2.7089

Supriyantini, E., & Endrawati, H. 2015. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1): 38–45. doi: 10.1471 0/jkt.v18i1.512

Susanti, S., Akhrianti, I., & Utami, E. 2023. Status Kontaminasi Logam Berat Zn pada Sedimen di Perairan Pesisir Tanjung Gunung Bangka Tengah. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(4): 311–321. doi: 10.21107/ juvenil.v4i4.20835

Triantoro, D. D., Suprapto, D., & Rudiyanti, S. 2017. The Condition of Iron (Fe), Zinc (Zn) in the Sediment and Soft Tissue of Mussels (*Perna viridis*) at Tambak Lorok Waters, Semarang. *Journal of Maquares*, 6(3):173–180. doi: 10.14710/marj.v6i3.20573

Wibowo, D., Basri, B., Adami, A., Sumarlin, S., Rosdiana, R., Ndibale, W., & Ilham, I. 2020. Analisis Logam Nikel (Ni) dalam Air Laut dan Persebarannya di Perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(2): 144-150. doi: 10.30598/ijcr.2020.8-wib

Yona, D., Sari, S.H.J., Kretarta, A., Effendy, C.R. P., Aini, M. N., & Adi, M. A. A. 2018. Distribution and Contamination Status of Heavy Metals in the Surface Sediments along Western Coast of Bali Strait, Banyuwangi. *TORANI: Journal of Fisheries and Marine Science*, 1(2): 21–30. doi: 10.35911/torani. v1i2.4439

Zulhan, Z. 2017. Aspek Teknologi dan Ekonomi Pembangunan Pabrik Pengolahan Bijih Besi Menjadi Produk Baja di Indonesia. *Metalurgi*, 28(2): 105–120. doi: 10.14203/ metalurgi.v28i2.252