Journal of Tropical Marine Science Vol.6(2):137-146, Oktober 2023 ISSN : 2623-2227 E-ISSN : 2623-2235

STATUS KONTAMINASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN PERMUKAAN PANTAI SAMPUR, KABUPATEN BANGKA TENGAH

CONTAMINATION STATUS OF LEAD (Pb) AND COPPER (Cu) HEAVY METALS ON THE SURFACE OF THE SEDIMENT AT SAMPUR BEACH, CENTRAL BANGKA

Kasi Sastra*, Mohammad Agung Nugraha, Aditya Pamungkas

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Gedung Teladan, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung, 33172 Indonesia
Email: kasisastra@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Sampur merupakan salah satu pantai di Kabupaten Bangka Tengah dengan aktivitas penambangan timah dan kawasan perikanan tangkap. Logam berat dalam tubuh manusia dapat gangguan kerja enzim dan metabolisme hingga menyebabkan kanker dan mutasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status kontaminasi logam berat Pb dan Cu pada sedimen permukaan Pantai Sampur. Analisis logam berat menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan kondisi tekstur sedimen pada Pantai Sampur memiliki substrat berpasir hingga pasir berlempung (83,09%–94,89%) dan memiliki nilai Bahan Organik Total (BOT) dalam kondisi rendah (0,96-1,54%). Untuk nilai faktor kontaminasi logam Pb (0,00026 – 0,00036) dan Cu (0,00285–0,00298) rendah sedangkan faktor pengayaan yang tinggi oleh logam Pb (95,69-220,44) dan Cu (1090,89–2084,60) yang menunjukkan adanya masukan antropogenik selain masukan alami. Indeks geoakumulasi Pantai Sampur rendah oleh Pb (-12,502 hingga -12,038) dan Cu (-9,042 hingga -8,975) serta nilai PLI oleh logam Pb dan Cu (0,00087–0,00103) tidak tercemar hingga tercemar ringan.

Kata kunci : Kontaminasi, Logam Berat, Sedimen

ABSTRACT

Sampur Beach is one of the beaches in Central Bangka Regency with tin mining activities and a fishing area. Heavy metals in the human body can disrupt the work of enzymes and metabolism, causing cancer and mutations. This study aims to determine the status of heavy metal Pb and Cu contamination in the surface sediments of Sampur Beach. Heavy metal analysis uses the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The research results show that the condition of the sediment texture at Sampur Beach has a sandy to clayey sand substrate (83.09%-94.89%) and has a low Total Organic Matter (BOT) value (0.96-1.54%). The contamination factor values for metals Pb (0.00026 – 0.00036) and Cu (0.00285–0.00298) are low while the enrichment factors are high for metals Pb (95.69-220.44) and Cu (1090.89). –2084.60) which indicates the presence of anthropogenic input in addition to natural input. The geoaccumulation index for Sampur Beach is low for Pb (-12.502 to -12.038) and Cu (-9.042 to -8.975) and the PLI value for Pb and Cu metals (0.00087–0.00103) is not polluted to slightly polluted.

Keywords : *Contamination, Heavy Metals, Sediment*

PENDAHULUAN

Sedimen merupakan partikel organik dan anorganik yang terakumulasi secara bebas. Suatu endapan sedimen disusun dari berbagai ukuran partikel sedimen yang berasal dari sumber yang berbeda-beda, dan percampuran ukuran ini disebut dengan istilah populasi. Pergerakan udara dan air dapat memisahkan partikel berdasarkan ukuran mereka, menyebabkan endapan terdiri dari berbagai ukuran. Ada tiga kelompok populasi sedimen yaitu: 1) *Gravel* (kerikil), terdiri dari partikel individual: *boulder*, *cobble* dan *pebble*; 2) *Sand* (pasir), terdiri dari: pasir sangat kasar, kasar, medium, halus dan sangat halus; 3) *Mud* (lumpur), terdiri dari *clay* dan *silt* (Sinulingga *et al*. 2017). Secara alami, sedimen dapat terbentuk atau berasal dari komponen

Diterima 15 Mei 2023; Disetujui 18 September 2023 DOI: https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i2.4806
*corresponding author © Ilmu Kelautan, Universitas Bangka Belitung
https://journal.ubb.ac.id/index.php/jtms

biogenous, lithogenous, *hydrogenous,* dan *cosmogenous* (Wibisono 2011). Sedimen dapat memberikan informasi penting terkait proses fisik, kimia, dan biologi di perairan laut (Wang *et al.* 2014).

Bahan organik adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang/ telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi termasuk juga mikroba heterotrofik dan ototrofik yang terlibat dan berada di dalamnya (Akbar *et al*. 2016). Bahan organik total dapat menggambarkan kandungan bahan organik suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (*particulate*) dan koloid. Kandungan organik yang terdapat di sedimen laut terdiri dari partikel–partikel yang berasal dari hasil pecahan batuan, potongan–potongan kulit (*shell)* serta sisa rangka dari organisme laut ataupun dari detritus organik daratan yang telah tertransportasi oleh berbagai media alam dan terendapkan di dasar laut dalam kurun waktu yang cukup lama (Sari *et al*. 2014).

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3, memiliki afinitas yang tinggi terhadap unsur S, tempatnya di sudut kanan bawah pada tabel sistem periodik, serta umumnya bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7 (Nurhamiddin & Ibrahim 2018). Logam berat terdiri 2 jenis yaitu (1) logam berat esensial yang merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah tertentu, namun dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan efek toksik (seperti Zn, Cu, Fe, Co, Mn) dan (2) Logam berat non esensial yang merupakan logam yang beracun (*toxic metal*) yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya (sebagai contoh antara lain Hg, Cd, Pb, Sn, Cr (VI) dan As).

Pantai Sampur merupakan salah satu pantai di Kabupaten Bangka Tengah yang merima masukan logam berat baik secara alami dari daratan dan antropogenik (aktivitas penambangan timah dan kawasan perikanan tangkap) (Handayani *et al*. 2020). Masuknya limbah dari aktivitas pertambangan timah dan juga aktivitas kapal nelayan ke dalam perairan dapat mengakibatkan perubahan kualitas perairan baik secara fisik maupun kimia. Penambangan laut akan menyisakan limbah yang mengandung logam berat baik logam yang dibutuhkan (esensial) oleh organisme (contohnya adalah Cu, Zn, Fe, Co, Mn) maupun logam yang tidak dibutuhkan (non esensial) oleh organisme (seperti Pb, Cd, Cr, Hg) (Selpiani *et al.* 2015).

Pencemaran laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu air laut (Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021). Sumber pencemaran lingkungan laut dapat diakibatkan oleh manusia. Bahan pencemar yang dapat merusak lingkungan laut yaitu seperti logam berat, nutrien, polutan beracun, kebisingan, sampah laut dan bahan radioaktif (Boelens & Kershaw 2015).

Untuk melihat atau menilai sumber dan tingkat kontaminasi logam berat dalam sedimen di perairan Pantai Sampur akan didekati oleh beberapa indeks, seperti Faktor Kontaminasi (CF), *Enrichment Factor* (EF), Indeks Geoakumulasi (Igeo), dan *Pollution Load Index* (PLI) (Wang *et al.* 2015; Nugraha *et al.* 2023). Faktor Kontaminasi (CF) menggambarkan kondisi kontaminasi yang diakibatkan oleh bahan toksik pada sedimen di perairan. Dalam penilaian tingkat kontaminasi logam berat pada sedimen, penting diketahui *natural level*s dari logam-logam tersebut. *Enrichment Factor* (EF) atau Faktor pengayaan, merupakan indeks kontaminasi sampel sedimen yang digunakan untuk mendeteksi sumber bahan pencemar, apakah dari aktivitas antropogenik atau alamiah. EF juga bisa menunjukkan tingkat pengaruh/input antropogenik. Indeks Geoakumulasi adalah pendekatan umum untuk memperkirakan pengayaan konsentrasi logam di atas background atau konsentrasi awal (Putra & Apriadi 2018). Indeks geoakumulasi digunakan untuk menentukan kondisi kontaminasi oleh logam dalam sedimen (Mulyaningsih & Suprapti 2015). Indeks beban pencemaran atau *Pollution Load Index* (PLI) merupakan indeks gabungan, digunakan untuk memperkirakan tingkat polusi dari gabungan unsur logam berat dalam sedimen (Mulyaningsih & Suprapti 2015). PLI dapat digunakan untuk menyatakan berapa kali konsentrasi logam berat telah melebihi konsentrasi normalnya, dan memberikan suatu indikasi jumlah dari level keseluruhan dari toksisitas suatu logam berat (Ahmad 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status kontaminasi logam berat Pb dan Cu pada sedimen permukaan Pantai Sampur.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada Februari 2021, di Perairan Pantai Sampur, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Penentuan lokasi penelitian dilakukan pada 5 stasiun yang tersebar di perairan Pantai Sampur.

Pengambilan sampel sedimen permukaan (logam berat, bahan organik total (BOT) dan tekstur sedimen) dilakukan sesuai dengan metode yang digunakan oleh Hutagalung *et al.* (1997). Sedimen sebanyak 250 gram di ambil dengan menggunakan *grab sampler* dan dimasukkan dalam plastik sampel. Sampel sedimen yang diambil dilakukan 3 kali pengulangan dengan cara komposit (penggabungan) (Istiqomah *et al*. 2014). Sampel sedimen yang diperoleh selanjutnya disimpan dan dilakukan pendinginan didalam *cold box* sebelum dianalisis di laboratorium (Hidayati *et al*. 2014).

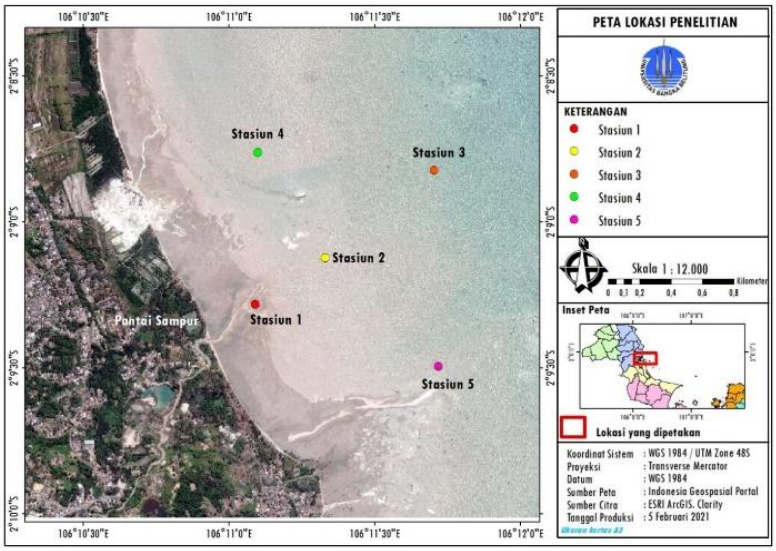
Analisis logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sedimen dilakukan dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS). Sampel sedimen diambil sebanyak 10-20 gram dan dimasukan dalam beker teflon atau plastik. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105^{0}C selama 24 jam dan didinginkan dalam deksikator. Sampel sedimen diambil sebanyak 10-20 gram (dimasukan ke dalam tabung *sentrifus polietilen*) ditambahkan 500 mL aquades kemudian diaduk (sentrifus selama 30 menit dengan kecepatan 2000 rpm), lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105^{0}C selama 24 jam. Sampel sedimen ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukan ke dalam *"teflon bomb"* atau teflon beker, kemudian 5 mL aqua regia ditambahkan dengan pelan-pelan, lalu ditambahkan 6 mL Asam Fluorida (HF) dan dipanaskan pada suhu 103^{0}C hingga larutan hampir kering, lalu dinginkan pada suhu ruang. HNO_3 pekat (aduk perlahan) sebanyak 1 mL ditambahkan kemudian sampel disaring dengan kertas *Whatman* Nomor 41 dan ditambahkan aquades hingga volumenya 10 mL. Setelah itu sampel diukur dengan AAS menggunakan nyala udara-asetilen (Hidayati *et al*. 2014).

Pengukuran analisis bahan organik total menggunakan prosedur analisis kandungan BOT dilakukan dengan menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI). Sampel sedimen ditimbang sebanyak 25 gram dan dimasukan kedalam *furnace* selama 5-6 jam dengan suhu 500^{0}C. Setelah itu, sampel sedimen dibiarkan dalam furnace hingga dingin. Setelah dingin sampel sedimen diambil dan ditimbang (Sinulingga *et al*. 2017). Analisis bahan organik total (BOT) dilakukan berdasarkan analisis data dalam penelitian yang dilakukan oleh Sinulingga *et al*. (2017) dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat BOT} = (\text{BCK} + \text{BS}) - \text{BSP}$$

$$\%\text{Bahan Organik} = \frac{Berat\ BOT}{Berat\ Sampel} x100\%$$

Keterangan: BCK = Berat Cawan Kosong (gram); BS = Berat Sampel (gram); BSP = Berat Setelah Pijar (gram)



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Perairan Pantai Sampur Kabupaten Bangka Tengah

Analisis tekstur sedimen dilakukan dengan 2 metode yaitu metode *sieve shaker* dan pemipetan (Buchanan) mengikuti metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Sinulingga *et al*. (2017). Sampel sedimen dimasukkan kedalam *oven* untuk mengeringkan air yang masih ada di dalam sedimen. Setelah kering sampel sedimen selanjutnya dilakukan 2 metode. (1) Metode *sieve shaker*, sampel sedimen yang telah kering diambil sebanyak 50 gram, lalu dimasukan kedalam *sieve shaker*, kemudian *sieve shaker* dinyalakan selama 15 menit. Setelah 15 menit *sieve shaker* dimatikan dan sampel sedimen pada *sieve net* dikeluarkan kemudian sedimen yang ada di setiap *sieve net* ditimbang (Sinulingga *et al*. 2017). (2) Metode pemipetan Buchanan, sampel sedimen diambil dan dituangkan sebanyak 25 gram kedalam *sieve net*. Sedimen pada *sieve net* dituangkan air secara pelan pelan sambil diaduk sedimen menggunakan kuas. Air sedimen dimasukan kedalam gelas ukur yang berukuran 1000 mL, sedimen didiamkan selama 1 malam sampai mengendap. Sebelum melakukan pemipetan, gelas ukur ditutup dengan plastik wrap agar tidak tumpah saat pengocokan, gelas ukur digoyangkan agar tidak ada sedimen yang menimbun di bawah permukaan gelas ukur. Hasil pemipetan dimasukan ke dalam cawan petri dan di oven, kemudian cawan petri beserta hasil pemipetan ditimbang. Untuk perhitungan metode *Sieve Shaker* dan pemipetan dapat dilihat pada Sinulingga *et al*. (2017).

Faktor Kontaminasi (*Contamination Factor*, CF)

Faktor kontaminasi memberi gambaran tingkat kontaminasi sedimen oleh logam (Hidayati *et al*. 2014). CF dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\mathrm{CF} = \frac{\mathrm{Cn}}{\mathrm{C\ Background\ (Bn)}}$$

Keterangan : Cn = Konsentrasi logam x dalam sampel sedimen; C Background = Konsentrasi logam x di alam (*background*);

Kriteria nilai CF 0 = *none*, 1 = *none to medium*, 2 = *moderate*, 3 = *moderately to strong*, 4 = *strongly polluted*, 5 = *strong to very strong*, dan > 6 = *very strong*.

Faktor Pengayaan (*Enrichment Factors*, EF)

Analisis EF digunakan untuk mendeteksi sumber bahan pencemar, apakah dari aktivitas antropogenik atau alamiah (Hidayati *et al*. 2014). Faktor Pengayaan (EF) dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\mathrm{EF} = \frac{\mathrm{C(n)/C(ref)}\,sampel}{\mathrm{B(n)/B(ref)}}$$

Keterangan : C(n) = Konsentrasi Elemen "n" dalam sampel sedimen; C(ref) = Konsentrasi Referensi (Fe) dalam sampel sedimen; B(n) = Nilai Elemen "n" di alam (*background*); B(ref) = Konsentrasi Elemen Referensi di alam (*background*)

Kriteria nilai EF <2 mengindikasikan pengkayaan minimal; EF 2-5 mengindikasikan pengayaan sedang (*moderate*); EF 5-20 mengindikasikan pengayaan cukup (*significant*); EF 20-40 mengindikasikan pengayaan tinggi (*very high*); dan EF >40 mengindikasikan pengayaan sangat tinggi (*extremely high*).

Indeks Geoakumulasi (Igeo)

Indeks geoakumulasi digunakan untuk menentukan kondisi kontaminasi oleh logam dalam sedimen (Mulyaningsih & Suprapti 2015). Indeks geoakumulasi (Igeo) dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\mathrm{I_{geo}} = \mathrm{Log_2}\left(\frac{\mathrm{C(n)}}{1{,}5 \times \mathrm{Bn}}\right)$$

Keterangan :
C(n) = Konsentrasi Elemen "n" dalam sampel sedimen; B(n) = Nilai Elemen "n" di alam (*background*); Nilai 1,5 = nilai variasi dalam latar seperti adanya pengaruh antropogenik.

Tingkat nilai indeks geoakumulasi yaitu *I*geo ≤ 0 tidak tercemar, 0 < *I*geo ≤ 1 tidak tercemar sampai tercemar sedang, 1 < *I*geo ≤ 2, tercemar sedang, 2 < *I*geo ≤ 3 tercemar sedang hingga sangat tercemar, 3 < *I*geo ≤ 4 sangat tercemar, 4 < *I*geo ≤ 5 sangat tercemar hingga ekstrim tercemar dan *I*geo ≥ 6 ekstrim tercemar.

Indeks Beban pencemaran (PLI)

Indeks beban pencemaran merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi. Indek Beban pencemaran (PLI) dihitung dengan rumus (Ahmad 2013):

$$PLI = (\mathrm{CF1 \ x \ CF2 \ x \ CF3 \ldots . x \ CFn})^{1/n}$$

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

Kriteria nilai PLI yaitu <0 tidak tercemar, 0-2 tidak tercemar sampai tercemar ringan, 2-4 tercemar sedang, 4-6 tercemar parah, 6-8 tercemar sangat parah, dan 8-10 tercemar luar biasa parah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Sedimen

Tekstur sedimen pada perairan Pantai Sampur untuk kategori fraksi pasir berkisar 83,09%–94,89%, dengan fraksi terendah 83,09% terdapat pada stasiun 5 dan tertinggi 94,89% terdapat pada stasiun 4. Selanjutnya, kategori fraksi lumpur berkisar 1,02%–13,24%, dengan fraksi terendah 1,02% terdapat pada stasiun 4 dan tertinggi 13,24% terdapat pada stasiun 5. Untuk kategori fraksi liat berkisar 3,51%–6,55%, terendah 3,51% terdapat pada stasiun 3 dan tertinggi 6,55% terdapat pada stasiun 1. Persentase fraksi *fine sediment* (fraksi lumpur + fraksi liat) berkisar 5,11%-16,91%, fraksi terendah 5,11 terdapat pada stasiun 4 dan tertinggi 16,91% terdapat pada stasiun 5. Nilai persentase fraksi sedimen pada Pantai Sampur dapat dilihat pada tabel 1.

Tingginya persentase fraksi pasir pada perairan Pantai Sampur diduga karena sedikitnya masukan dari daratan seperti sungai yang biasa memiliki tekstur lebih halus. Selain itu karena perairan Pantai Sampur merupakan salah satu pantai terbuka dan memiliki gelombang dan arus yang relatif kuat membuat perairan yang mengakibatkan pasir lebih dominan untuk terdeposisi (Nugraha & Hudatwi 2020). Nilai partikel halus (lumpur+liat) pada Pantai Sampur (5,11-16,91%) lebih rendah dibandingkan dengan partikel halus pada perairan Teluk Klabat yaitu berkisar 3,94-91,73% (Nugraha & Hudatwi 2020) dan Belitung yaitu berkisar 3,21-81,65% (Putri *et al*. 2015). Ukuran butir sedimen yang besar menjadi salah satu pengaruh kecilnya nilai konsentrasi logam berat di sekitaran Pantai Sampur. Maslukah (2013) menyatakan bahwa tekstur atau butiran sedimen dapat mempengaruhi kandungan logam di dalam sedimen, sedimen yang berukuran besar memilki kandungan logam berat lebih kecil dan sebaliknya sedimen berukuran yang lebih halus memiliki kandungan logam berat yang lebih besar.

Bahan Organik Total

Bahan Organik Total (BOT) pada sedimen perairan Pantai Sampur berkisar 0,96%–1,54%, dengan persentase terendah 0,96% terdapat pada stasiun 3 dan tertinggi 1,54% terdapat pada stasiun 1. Nilai Kandungan bahan organik total pada sedimen Pantai Sampur dapat dilihat pada tabel 2.

Aktivitas manusia seperti industri dan limbah rumah tangga dapat membuat meningkatnya kandungan bahan organik ke dalam perairan (Choirudin *et al*. 2014). Tingginya kandungan organik pada sedimen juga dipengaruhi oleh butiran sedimen. Semakin halus sedimen, kemampuan dalam

Tabel 1. Nilai Persentase Fraksi Sedimen Permukaan Perairan Pantai Sampur

Stasiun	Persentase (%)				Penamaan
	Pasir	Lumpur	Liat	Fine Sedimen (Lumpur + Liat)	
1	89,98	3,47	6,55	10.02	Pasir
2	88,85	6,23	4,92	11.15	Pasir
3	93,67	2,82	3,51	6.33	Pasir
4	94,89	1,02	4,09	5.11	Pasir
5	83,09	13,24	3,67	16.91	Pasir Berlempung

Tabel 2. Nilai Kandungan Bahan Organik Total (BOT) Pada Sedimen Perairan Pantai Sampur

Stasiun	Kandungan (%)
1	1,54
2	1,27
3	0,96
4	1,32

Stasiun	Kandungan (%)
5	1,44

Tabel 3. Nilai Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Sedimen Permukaan Perairan Pantai Sampur.

Stasiun	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)
1	0,00714	0,133
2	0,00643	0,128
3	0,0052	0,134
4	0,00517	0,133
5	0,00535	0,132
Baku Mutu*		
SQG	30,2	18,7
PEL	112	108

Keterangan: * : *Canadian Coastal of Ministers of The Enviroment (CCME) 2002;* ISQG : *Interim Sediment Quality Guidelines;* PEL : *Probable Effect Levels*

mengakumulasi bahan organik semakin besar. Kandungan bahan organik pada umumnya akan tinggi pada *fine sediment* (campuran *silt* dan *clay*) (Maslukah 2013). Kandungan bahan organik total pada sedimen Pantai Sampur lebih rendah dibandingkan dengan sedimen Teluk Cendrawasih di Papua dengan kandungan berkisar 2,2%–4,3% (Sari *et al*. 2014). Rendahnya bahan organik total pada sedimen Pantai Sampur diperkirakan karena sedikitnya sumber bahan organik baik dari daratan maupun dari laut langsung.

Konsentrasi Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)

Konsentrasi logam Pb pada sedimen Pantai Sampur berkisar 0,00517-0,00714 mg/kg, dengan nilai tertinggi 0,00714 mg/kg terdapat pada stasiun 1 dan terendah bernilai 0,00517 mg/kg terdapat pada stasiun 4. Selanjutnya, konsentrasi logam berat Cu yang diperoleh berkisar 0,128-0,134 mg/kg, dengan nilai tertinggi 0,134 mg/kg terdapat pada stasiun 3 dan nilai terendah 0,128 mg/kg terdapat pada stasiun 2. Nilai logam yang diperoleh dibandingkan dengan pedoman mutu sedimen *Canadian Council of Ministry of Environment* (2002) dari Kanada belum melewati nilai ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines*) dan nilai PEL (*Probable Effect Level*) (tabel 3). Nilai konsentrasi logam berat Pb dan Cu dapat di lihat pada tabel 3.

Konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada stasiun 1 (0,00714 mg/kg), tingginya kandungan logam Pb pada stasiun 1 diduga karena adanya aktivitas kegiatan pencucian biji timah. Handayani *et al*. (2020) menyatakan sumber logam berat berasal dari beberapa aktivitas kapal nelayan, limbah solar, oli dan buangan dari sisa pencucian biji timah hitam. Konsentrasi logam Cu tertinggi terdapat pada stasiun 3 (0,134 mg/kg), tingginya kandungan logam Cu (stasiun 3) sedikit berbeda dengan selisih 0,001 dengan stasiun 1 dan stasiun 4. Rendahnya kandungan Cu pada stasiun 2 diduga karena masukan logam Cu pada sedimen berasal dari aktifitas tambang timah yang cenderung berpindah pindah tempat (Wahyuni *et al*. 2013), selain itu adanya pengaruh arus permukaan diduga membawa logam berat tersuspensi pada air sebelum mengendap ke sedimen perairan (Sari *et al*. 2019). Distribusi logam Cu yang berubah naik turun disebabkan oleh berbagai proses fisis air seperti pengadukan, pengendapan, kecepatan arus dan kedalaman perairan (Sari *et al*. 2019). Nilai Pb yang diperoleh pada perairan Pantai Sampur masih lebih rendah bila dibandingkan dengan konsentrasi logam Pb (0,12-0,18 mg/kg) yang diperoleh di Perairan Matras Kabupaten Bangka (Nugraha *et al.* 2022). Sedangkan untuk logam Cu Perairan pantai Sampur masih lebih tinggi bila dibandingkan konsentrasi logam Cu di Perairan Matras (0,01 mg/kg).

Faktor Kontaminasi/ *Contamination Factor* (CF)

Nilai faktor kontaminasi logam berat Pb berkisar 0,00026-0,00036, nilai tertinggi sebesar 0,00036 yang terdapat pada stasiun 1 dan nilai terendah 0,00026 terdapat pada stasiun 3 dan 4. Selanjutnya, nilai faktor kontaminasi logam Cu berkisar 0,00285-0,00298 dengan nilai tertinggi sebesar 0,00298 yang terdapat pada stasiun 3 dan

nilai terendah 0,00285 terdapat pada stasiun 2. Nilai faktor kontaminasi logam berat Pb dan Cu pada sedimen Pantai Sampur dapat dilihat pada tabel 4.

Nilai CF<1 menunjukan bahwa kontaminasi logam Pb dan Cu pada sedimen permukaan Pantai Sampur rendah, kondisi tersebut masih aman untuk mendukung kehidupan biota laut (Ahmad 2013; Nour *et al*. 2019). Rendahnya faktor kontaminasi logam Pb dan Cu pada sedimen diduga karena konsentrasi logam Pb dan Cu yang relatif masih rendah pada sedimen perairan Pantai Sampur. Nilai faktor kontaminasi logam Pb dan Cu rendah juga di temukan pada sedimen perairan Pantai Shalateen Laut Merah Mesir, dengan nilai faktor kontaminasi yang ditemukan rerata sebesar 0,60 untuk logam Pb dan 0,21 untuk logam Cu (Nour *et al*. 2019).

Faktor Pengayaan/ *Enrichment Factor* (EF)

Faktor pengayaan untuk logam berat Pb berkisar 95,69–220,44 nilai tertinggi sebesar 220,44 yang terdapat pada stasiun 2 dan nilai terendah 95,69 yang terdapat pada stasiun 4. Selanjutnya, nilai faktor pengayaan logam Cu berkisar 1090,89–2084,60 dengan nilai tertinggi sebesar 2084,60 yang terdapat pada stasiun 3 dan nilai terendah 1090, 89 terdapat pada stasiun 4. Nilai faktor pengayaan logam berat Pb dan Cu pada sedimen Pantai Sampur dapat dilihat pada tabel 5.

Nilai faktor pengayaan yang diperoleh pada perairan Pantai Sampur untuk logam berat Pb berkisar 95,69–220,44. Nilai yang diperoleh berdasarkan kategori klasifikasi tingkat pengayaan sedimen permukaan Pantai Sampur yaitu EF>40 yang menunjukan bahwa sedimen permukaan Pantai Sampur telah mengalami pengayaan oleh logam Pb dalam tingkat yang sangat tinggi (*extremely high*) yang berasal dari antropogenik. Nilai faktor pengayaan untuk logam Cu berkisar 1090, 89 – 2084,60. Nilai EF yang diperoleh pada logam Cu sedimen permukaan Pantai Sampur yaitu EF>40. Hal tersebut menunjukan tingkat pengayaan oleh logam Cu sangat tinggi (*extremely high*) yang berasal dari aktivitas antropogenik (Ahmad 2013; Nour *et al*. 2019). Nilai EF lebih dari 1,5 mengindikasikan adanya masukan sumber antropogenik (Ni *et al.* 2022).

Indeks geoakumulasi (Igeo)

Indeks geoakumulasi (Igeo) untuk logam berat Pb berkisar -12,502 hingga -12,038 dengan nilai tertinggi sebesar -12,038 yang terdapat pada stasiun 1 dan nilai terendah -12,502 yang terdapat pada stasiun 4. Selanjutnya, nilai indeks geoakumulasi (Igeo) logam Cu berkisar -9,042 hingga -8,975 dengan nilai tertinggi sebesar -8,975 yang terdapat pada stasiun 3 dan nilai terendah -9,042 terdapat pada stasiun 4. Nilai indeks geoakumulasi (Igeo) logam berat Pb dan Cu pada sedimen Pantai Sampur dapat dilihat pada tabel 6.

Nilai Igeo dibawah 0 (minus) juga ditemukan pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti pada sedimen Estuari di Cua Ong Harbor, Vietnam dengan Igeo logam Pb rerata sebesar -1,0 dan logam Cu sebesar -2,2 (Ho *et al.* 2010),

Tabel 4. Nilai Faktor Kontaminasi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Sedimen Permukaan Perairan Pantai Sampur

Stasiun	Faktor Kontaminasi	
	Pb (Timbal)	Cu (Tembaga)
1	0,00036	0,00296
2	0,00032	0,00285
3	0,00026	0,00298
4	0,00026	0,00295
5	0,00027	0,00294

Tabel 5. Nilai Faktor Pengayaan Logam Berat Pb Dan Cu Pada Sedimen Permukaan Perairan Pantai Sampur

Stasiun	Faktor Pengayaan	
	Pb (Timbal)	Cu (Tembaga)
1	182,51	1515,26
2	220,44	1949,79

Stasiun	Faktor Pengayaan	
	Pb (Timbal)	Cu (Tembaga)
3	181,77	2084,6
4	95,69	1090,89
5	115,61	1270,36

sedimen di Estuari Yalujiang, dan China dengan *I*geo logam Pb rerata sebesar -0,90 dan logam Cu sebesar -1,40 (Li *et al.* 2017). Pada penelitian Ahmad (2013) nilai indeks geoakumulasi logam Pb dan Cu pada sedimen di perairan Pulau Bangka didapatkan cenderung rendah dengan nilai Igeo ≤ 0.

Masukan konsentrasi logam yang tinggi ke perairan dapat membuat nilai indeks geoakumulasi meningkat dan membuat perairan menjadi tercemar. Logam berat yang masuk ke kolom perairan dalam jumlah yang tinggi akan mengendap ke dasar perairan sehingga membuat sedimen menjadi tercemar (Fitriyah *et al.* 2013). Indeks geoakumulasi logam Pb dan Cu rendah dapat di perkirakan karena rendahnya konsentrasi logam pada sedimen di pulau Bangka (Ahmad 2013). Aktivitas industri yang mengandung limbah logam Pb dan Cu tinggi masih minim di Pantai Sampur sehingga menjadi salah satu faktor belum tercemarnya logam Pb dan Cu di Pantai Sampur.

Indeks Beban Pencemar/ *Pollution Load Index* (PLI)

Indeks beban pencemar logam berat Pb dan Cu berkisar 0,00087–0,00103 nilai tertinggi sebesar 0,00103 terdapat pada stasiun 1 dan nilai terendah 0,00087 yang terdapat pada stasiun 4. Nilai indeks beban pencemar logam berat Pb dan Cu pada sedimen Pantai Sampur dapat dilihat pada tabel 7.

Beban pencemaran (PLI) digunakan untuk menyatakan berapa kali konsentrasi logam berat telah melebihi konsentrasi normalnya, dan memberikan suatu indikasi jumlah dari level keseluruhan dari toksisitas suatu logam berat (Ahmad 2013). Nilai indeks beban pencemaran (PLI) pada perairan Pantai Sampur termasuk dalam kategori tidak tercemar sampai tercemar ringan (PLI > 0-2) oleh logam Pb dan Cu. Nilai indeks beban pencemaran tertinggi terdapat pada stasiun 1 yang diduga karena adanya aktivitas penambangan timah oleh masyarakat yang masih aktif dan juga masukan dari daratan. Sedangkan rendahnya nilai indeks beban pencemar pada stasiun 4 diduga karena tidak adanya masukan logam dari daratan dan sudah tidak ada lagi aktivitas penambangan timah oleh masyarakat pada stasiun tersebut.

Kegiatan penambangan timah menghasilkan limbah yang langsung dibuang ke perairan setelah tahapan pencucian dengan melakukan pembuangan tailing kedalam perairan secara terus menerus yang akan memberikan dampak negatif pada perairan. Rendahnya nilai beban pencemar (PLI) oleh logam Pb dan Cu pada perairan Pantai Sampur relatif masih mendukung untuk kehidupan biota laut. Beban pencemaran (PLI) pada sedimen Pantai Sampur masih rendah bila dibandingkan dengan sedimen sungai Cimandur yang memiliki nilai beban pencemaran PLI> 1 (Mulyaningsih & Suprapti 2015). Rendahnya nilai PLI (<1) pada logam Pb, Zn, Cd, Cu,dan Ni di perairan Pulau Bangka (Ahmad 2013) memperkuat nilai PLI yang ditemukan pada perairan Pantai Sampur.

Tabel 6. Nilai Indeks Geoakumulasi (Igeo) Logam Berat Pb Dan Cu Pada Sedimen Permukaan Perairan Pantai Sampur.

Stasiun	Indek Geoakumulasi (Igeo)	
	Pb (Timbal)	Cu (Tembaga)
1	-12,038	-8,984
2	-12,187	-9,042
3	-12,495	-8,975
4	-12,502	-8,991
5	-12,454	-8,996

Tabel 7. Nilai Beban Pencemaran (PLI) Logam Berat Pb Dan Cu Pada Sedimen Permukaan Perairan Pantai Sampur.

Stasiun	Indek Beban pencemaran (PLI)

1	0,00103
2	0,00096
3	0,00088
4	0,00087
5	0,00089

KESIMPULAN

Status kontaminasi logam berat Pb dan Cu di perairan Pantai Sampur memiliki nilai faktor kontaminasi (CF) logam Pb dan Cu dengan kategori rendah, Indeks geoakumulasi (Igeo) logam Pb dan Cu kategori tidak tercemar, dan nilai indeks beban pencemaran (PLI) logam Pb dan Cu dalam kategori tidak tercemar hingga tercemar ringan. Pantai Sampur mengalami pengayaan (EF) logam Pb dan Cu yang sangat tinggi yang mengindikasikan selain masukan alami dari daratan terdapat juga masukan dari aktivitas antropogenik. Rendahnya nilai CF, Igeo, dan PLI pada logam Pb dan Cu diperkuat dengan ditemukannya dominan substrat sedimen berpasir dan kandungan bahan organik total yang rendah. Pengaruh hidrodinamika atau kuatnya arus dilokasi perairan Pantai Sampur diduga menjadi penyebab utama rendahnya nilai kontaminasi logam Pb dan Cu di Perairan Pantai Sampur, sehingga deposisi logam yang berasal dari daratan dan aktivitas antropogenik berada di luar area perairan Pantai Sampur.

REFERENSI

Adhani, R., Husaini. 2017. Logam Berat Sekitar Manusia. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.

Ahmad, F. 2013. Distribusi dan prediksi tingkat pencemaran logam berat (Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni) dalam sedimen di perairan Pulau Bangka menggunakan indeks beban pencemaran dan indeks geoakumulasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1): 170-181.

Akbar, A., Wulandari, S.Y., & Maslukah, L. 2016. Konsentrasi Bahan Organik Total (BOT) dan Logam Berat Timbal (Pb) Di Sedimen Perairan Pantai Tasikagung, Rembang. *Jurnal Oseanografi*, 5(4): 496–504.

Boelens, R., Kershaw, P.J. 2015. Pollution in the Open Oceans 2009-2013. report by GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) Task Team. GESAMP Rep. Stud. No. 91, 87 pp.

Canadian Coastal of Ministers of The Enviroment. 2002. Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. Guidelines.

Choirudin, I.R., Supardjo, M.N., & Muskananfola, M.R. 2014. Studi Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen Dengan Kelimpahan Makrozoobenthos Di Muara Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Journal f Maquares*, 3(3): 168-176. DOI: 10.14710/marj.v3i3.6708.

Fitriyah, Anita, W., Utomo, Y., Kusumaningrum, & Irma, K. 2013. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya. *Jurnal Kimia Universitas Negeri Malang*, 2(1): 1-8.

Handayani, P., Kurniawan, & Adibrata, S. 2020. Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Laut, Sedimen Dan Kerang Darah (Anadara Granosa) Di Pantai Sampur Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal IPTEK Terapan Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 97-105. DOI: 10.15578/plgc.v1i2.8910

Hidayati, N.V., Siregar, A.S., Sari, L.K., Putra, G.Y., Hartono, Nugraha, I.P, & Syakti, A.D. 2014. Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Pb, Cd Dan Cr Pada Air Dan Sedimen di Perairan Segara Anakan, Cilacap. *Omni-Akuatika*, 13(18): 30–39. DOI: 10.20884/1.Oa.2014.10.1.14

Ho, H.H., Swennen, R., & Damme, A.V. 2010. Distribution And Contamination Status of Heavy Metals in Estuarine Sediments Near Cua Ong Harbor, Ha Long Bay, Vietnam. *Geologica Belgica,* 13(1-2): 37-47.

Hutagalung, H.P., Setiapermana, D., & Riyono, S.H. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi LIPI.

Istiqomah, N., Purwanti, F., & Haeruddin. 2014. Status Sedimen Sungai Bremi Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Aspek Kimia dan Biologi. *Journal Of Maquares*, 3(1): 134-142. DOI: 10.14710/marj.v3i1.4430.

Li, H., Lin, L., Ye, S., Li, H., & Fan, J. 2017. Assessment of nutrient and heavy metal contamination in the seawater and sediment of Yalujiang Estuary. *Marine Pollution Bulletin,* 117: 499–506. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.069

Maslukah, L. 2013. Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 2(3): 55–62. DOI: 10.14710/buloma.v2i3.6951

Mulyaningsih, R., & Suprapti, S. 2015. Penaksiran Kontaminasi Logam Berat dan Kualitas Sedimen Sungai Cimadur, Banten. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*, 18(1): 11 – 21.

Ni, Z., Li, S., Chen, X., Zhuang, Z., Zhang, L., Zhou, P., Deng, W., & Zou, J. 2022. Characteristics of sedimentary and dissolved heavy metals in the Chukchi plateau and adjacent waters. *Marine* Pollution *Bulletin,* 184:1-8. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.114232.

Nour, H.E., El-Sorogy, A.S., AbdEl-Wahab, M., Nouh, E., Mohamaden, M., & Al-Kahtany, K. 2019. Contamination and Ecological Risk Assessment of Heavy Metals Pollution from the Shalateen Coastal Sediments, Red Sea, Egypt. *Marine Pollution Bulletin*, 144: 167-172. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.04.056

Nugraha, M.A., & Hudatwi, M. 2020. Distribusi Bahan Organik pada Sedimen Permukaan Teluk Kelabat, Pulau Bangka. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3): 275-283. DOI: 10.14710/jkt.v23i3.6703.

Nugraha, M.A., Pamungkas, A., Syari, I.A., Sari, S.P., 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. DOI: 10.14710/jkt.v25i1.12317.

Nugraha, M.A., Akhrianti, I., Pratiwi, F.D., & Priyambada, A. 2023. Geokimia dan Asesmen Pencemaran Logam Berat Cd, Cu, dan Zn pada Sedimen Permukaan Estuari Baturusa, Bangka. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1): 35-48. DOI: 10.14710/jkt.v26i1.16467.

Nurhamiddin, F., & Ibrahim, M. 2018. Studi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Sedimen Laut Di Pelabuhan Bastiong Kota Ternate Propinsi Maluku Utara. *Jurnal Dintek*, 11(1): 41-55.

Putra, R.D., & Apriadi, T. 2018. Studi Kontaminasi Logam Berat (Pb dan Cr) Pasca Pertambangan Bauksit sebagai Potensi Lokasi Kegiatan Budidaya Perikanan. *Intek Akuakultur*, 2(1):1-15.

Putri, R.A.P., Muslim, & Makmur, M. 2015. Sebaran karbon organik total pada Sedimen di Perairan Laut Belitung. *Jurnal Oseanografi*, 4(4): 765-770.

Sari, T.A., Atmodjo, W., & Zuraida, R. 2014. Studi Bahan Organik total (BOT) Sedimen Dasar Laut Di Perairan Nabire, Teluk Cendrawasih, Papua. *Jurnal Oseanografi*, 3(1): 81-86.

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.

Selpiani, L., Umroh, & Rosalina, D. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Kawasan Pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat. *Oseatek*, 9(1): 21-34.

Sinulingga, H.A., Muskananfola, M.R., & Rudiyanti, S. 2017. Hubungan Tekstur Sedimen dan Bahan Organik Dengan Makrozoobentos di Habitat Mangrove Pantai Tirang Semarang. *Journal of Maquares*, 6(3): 247-254.

Wahyuni, H., Sasongko, S.B., & Sasongko, D.P. 2013. Kandungan Logam Berat pada Air, Sedimen dan Plankto di Daerah Penambangan Masyarakat Desa Batu Belubang Kabupaten Bangka Tengah. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan II. Program Magister dan Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, 27 Agustus 2013. Hlm:489-494.

Wang, J., Liu, R., Zhang, P., Yu, W., Shen, Z., & Feng, C. 2014. Spatial variation, environmental assessment and source identification of heavy metals in sediments of the Yangtze River Estuary. *Marine Pollution Bulletin,* 87(1-2): 364-373. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.07.048.

Wang, Z., Wang, Y., Chen, L., Yan, C., Yan, Y., Chi, Q. 2015. Assessment of metal contamination in coastal sediments of the Maluan Bay (China) using geochemical indices and multivariate statistical approaches. *Marine Pollution Bulletin,* 99(1-2): 43–53. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.064.

Wibisono MS. 2011. Pengantar Ilmu Kelautan. 2nd ed. Jakarta: UI Press.