

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberadaan vegetasi lamun jenis *E. acoroides* dapat ditemukan di perairan Tanjung Lanjut (Wicaksana *et al.* 2014). Lamun *E. acoroides* merupakan tumbuhan laut yang memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap logam berat karna berinteraksi secara langsung dengan kolom perairan dan sedimen (Sari *et al.* 2017). Perairan Tanjung Lanjut merupakan kawasan pesisir yang terletak di Kota Tanjungpinang. Wicaksana *et al.* (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perairan Tanjung Lanjut merupakan perairan estuari. Kawasan perairan Tanjung Lanjut mempunyai peran penting bagi masyarakat di sekitarnya karena sangat mendukung kegiatan perekonomian seperti industri perkapalan dan eksploitasi tambang bauksit. Namun kegiatan ini memiliki dampak yang tidak ramah lingkungan yang menyebabkan ancaman buruk bagi tumbuhan dan biota di perairan Tanjung Lanjut.

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat di perairan Tanjung Lanjut merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan dari adanya aktivitas bekas eksploitasi tambang bauksit. Keberadaan logam berat di perairan yang terakumulasi pada air dan sedimen akan masuk ke dalam kehidupan organisme, sehingga logam berat pada konsentrasi tertentu akan terakumulasi ke dalam air dan sedimen serta dapat menimbulkan efek toksik terhadap biota di perairan (Maddusa *et al.* 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Apriadi (2018) menyatakan bahwa kontaminasi logam berat Cd pada kegiatan paska penambangan bauksit telah melebihi baku mutu dan dapat mengganggu ekosistem perairan. Logam berat Cd masuk kedalam perairan dengan toksisitas yang tinggi dan memberikan dampak yang signifikan terhadap keanekaragaman hayati ekosistem perairan (Rahadian dan Riani, 2018). Logam berat Cd juga dapat terakumulasi pada vegetasi perairan salah satunya lamun, Ismarti *et al.* (2017), kontaminasi Cd pada lamun mencapai 0,093 mg/kg. Hal ini membuktikan bahwa logam berat Cd dapat mengkontaminasi lamun.

Lamun *E. acoroides* di perairan Tanjung Lanjut berpotensi untuk menyerap pencemaran logam berat Cd. Data terkini terkait dengan akumulasi logam berat Cd pada lamun *E. acoroides* di perairan Tanjung Lanjut belum tersedia. Sehingga, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Kontaminasi Logam Berat Cd pada Ekosistem Lamun di Perairan Tanjung Lanjut”.

1.2. Rumusan Masalah

Penyebab kontaminasi logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut disebabkan oleh paska tambang bauksit. Dampak logam berat Cd diperparah dengan berkembangnya aktivitas rumah tangga dan kegiatan industri. Pencemaran logam berat Cd akan berdampak pada kondisi perairan dan biota yang hidup didalamnya. Logam berat yang tersuspensi dalam air, akan terakumulasi dan diserap oleh lamun *E. acoroides* yang tersebar dikawasan pesisir Tanjung Lanjut.

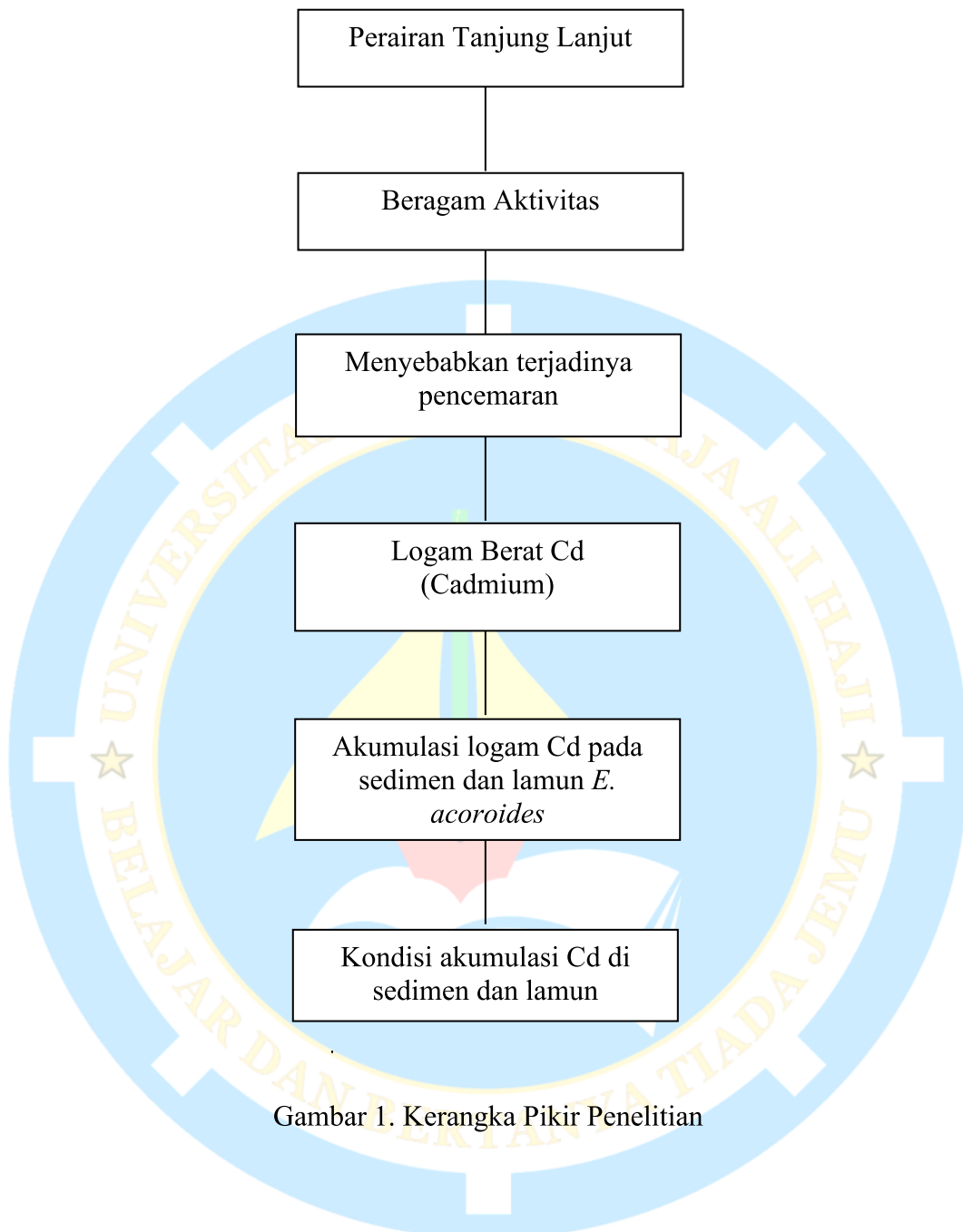
1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kandungan logam berat kadmium (Cd) pada lamun *E. acoroides* di perairan Tanjung Lanjut, Kota Tanjungpinang.
2. Menganalisis kandungan logam berat kadmium (Cd) pada sedimen di perairan Tanjung Lanjut, Kota Tanjungpinang

1.4. Manfaat

Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan terkait dengan pencemaran logam berat Cd yang terakumulasi pada lamun *E. acoroides*. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan ekosistem perairan Tanjung Lanjut pada masa yang akan datang. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber data yang menggambarkan bahaya pencemaran logam berat bagi ekosistem perairan.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Logam Berat

Pencemaran logam berat seperti Arsen (As), Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Kadmium (Cd) merupakan unsur-unsur jenis logam berat yang paling berbahaya yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Endrinaldi, 2009). Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm³, terletak disudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7. Logam berat tergolong berbahaya apabila masuk kedalam tubuh dan mempunyai sifat serta efek yang sulit diuraikan secara biologis, bersifat permanen dalam lingkungan air, bersifat toksik terhadap organism dan manusia (Prabawa *et al*, 2014).

Menurut Setiawan (2013) limbah logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karna menghasilkan efek racun bagi manusia. Pencemaran logam berat yang masuk kedalam lingkungan perairan akan terlarut dalam air dan terakumulasi dalam sedimen serta bertambah konsentrasinya dari waktu kewaktu tergantung kepada kondisi parameter perairan. Logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan menyebar ke organisme lain melalui rantai makanan. Menurut Wardhani *et al* (2016), pencemaran logam berat sifatnya sulit terurai dan berakumulasi dalam tubuh organisme dan mengakumulasi sedimen dalam ekosistem perairan.

Masuknya logam berat ke perairan dapat menjadi ancaman bagi kehidupan biota. Logam berat masuk ke dalam tubuh melalui insang, mulut dan sirip dan kemudian diserap melalui saluran pencernaan. Peningkatan kadar logam berat didalam air diikuti oleh peningkatan kadar logam berat pada organisme melalui rantai makanan dan akan bersifat racun, kerusakan jaringan dan kerusakan fisik (Eshamat *et al*, 2014). Menurut Barus (2016) akumulasi logam berat yang masuk kedalam organisme semakin lama akan menyebabkan peningkatan kadar logam berat tersebut, dan lama kelamaan akan menyebabkan kematian organisme.

2.2. Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan logam toksik, terjadi secara primer di alam bercampur dengan seng (Zn) dan timbal (Pb). Proses ekstraksi dan pengolahan logam Zn dan Pb sering menyebabkan pencemaran lingkungan oleh kadmium. Batu bara dan bahan fosil lainnya mengandung kadmium, dan pembakaran bahan ini melepaskan kadmium ke lingkungan. Sifat kimiawi yang bermanfaat menyebabkan kadmium digunakan secara luas dan electro plating, pewarna cat dan pembuatan plastic (Endrinaldi, 2009). Logam berat Cd sangat bersifat bioakumulatif yang sangat mudah diserap oleh organisme (Prabowo *et al*, 2016). Kadmium dikenal sebagai logam berat non-esensial bagi tubuh, artinya dengan kadar yang rendah dapat menyebabkan karsinogenik (kanker) dan mutagenic atau perubahan struktur tubuh (Rumahlatu *et al*, 2014).

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah berreaksi dan menghasilkan toksida bila di panaskan. Kadmium merupakan logam yang bila masuk ke dalam tubuh akan mengendap dan mengakumulasi dalam kurun waktu tertentu. Keracunan kadmium akan menyebabkan kerusakan tulang, ginjal, jantung, hati, otak dan sistem darah serta gangguan psikologi (Indirawati, 2017). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 (2004) ambang batas kandungan Cd di perairan sebesar 0,47 mg/l. Tingkat maksimum kadar kadmium yang dapat mengakibatkan keracunan kronis pada manusia ialah sebesar 0,01 ml/l, jika kondisi pencemaran Cd melebihi nilai ambang batas tersebut akan membahayakan kehidupan manusia (Prabowo *et al*, 2016). Menurut Triwuri (2017) organisme yang terpapar dan terakumulasi logam berat Cd akan mengalami gangguan pada sistem biologis.

2.3. Lamun *E. acoroides*

Jenis lamun *E. acoroides* yang umum dijumpai di perairan Indonesia. Lamun *E. acoroides* merupakan komponen ekosistem padang lamun yang mempengaruhi produktivitas primer dan rantai makanan. Faktor lingkungan merupakan parameter yang mempengaruhi keberadaan, sebaran, dan pertumbuhan lamun (Rahman *et al*, 2016).

E. acoroides mudah dikenali di perairan karna morfologinya yang khas dan mempunyai ukuran yang besar. Di Negara tetangga seperti Filipina dan Papua Nugini, *E. acoroides* juga merupakan jenis lamun yang paling besar. Ciri-ciri jenis lamun *E. acoroides* tumbuh pada area yang terlindung oleh mangrove, daun berukuran lebar, pangkal rizoma ditutupi oleh rambut kaku, ukuran lebar daun sekitar 1,5 cm, bunga muncul pada bagian dasar daun dengan tangkai panjang dan kadang menggulung (Irawan dan Matuankotta, 2015). Klasifikasi lamun *E. acoroides* sebagai berikut;



Gambar 2. Lamun *E. acoroides*

Kingdom	: Plantae
Division	: Anthophyta (Magnoliophyta)
Class	: Monocotyledoneae
Order	: Helobiae
Family	: Hydrocharitaceae
Genus	: Enhalus
Species	: <i>E. acoroides</i>

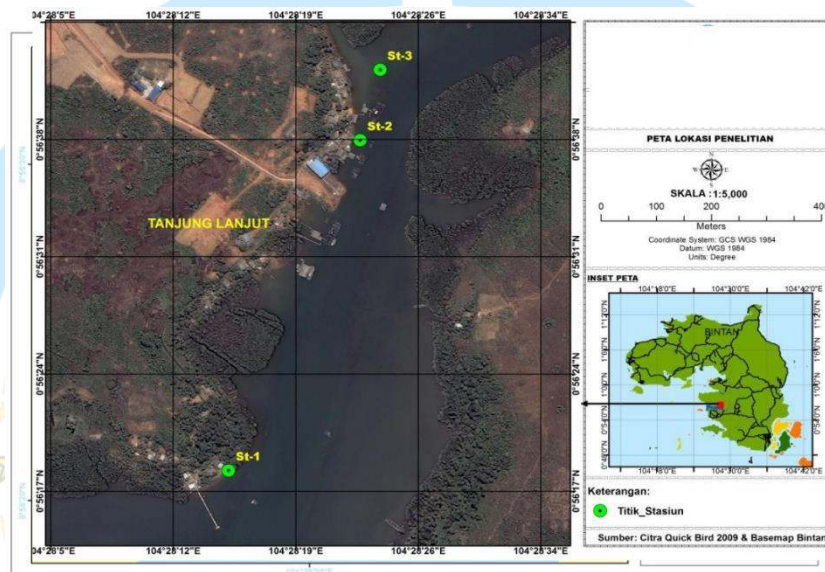
2.4. Keterkaitan Logam Berat, Lamun, dan Sedimen

Menurut Ismarti *et al.* (2017), lamun merupakan tumbuhan laut yang memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap logam berat karena berinteraksi secara langsung dengan kolom perairan (melalui daun) dan dengan sedimen (melalui akar), sehingga daun dan akarnya merupakan bagian penyerap ion logam yang baik.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan Juli 2019 di Perairan Tanjung Lanjut. Preparasi sample dilaksanakan di Laboratorium Kimia Laut Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan-UMRAH, dan akan dianalisa di Laboratorium Teknik Lingkungan PT. Surveyor Indonesia (SI), Batam. Berikut peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Stasiun penelitian di tentukan sebanyak 3 stasiun yang dianggap telah mewakili perairan Tanjung Lanjut. Lokasi stasiun secara rinci disajikan pada Table 1.

Table 1. Stasiun pengambilan data penelitian

Stasiun	Koordinat		Keterangan
Stasiun I	00.938352	104.470904	Kawasan Mangrove dekat Pelabuhan
Stasiun II	00.943988	104.473051	Pemukiman dan Rumah makan
Stasiun III	00.945194	104.473380	Bekas Tambang Bauksit

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

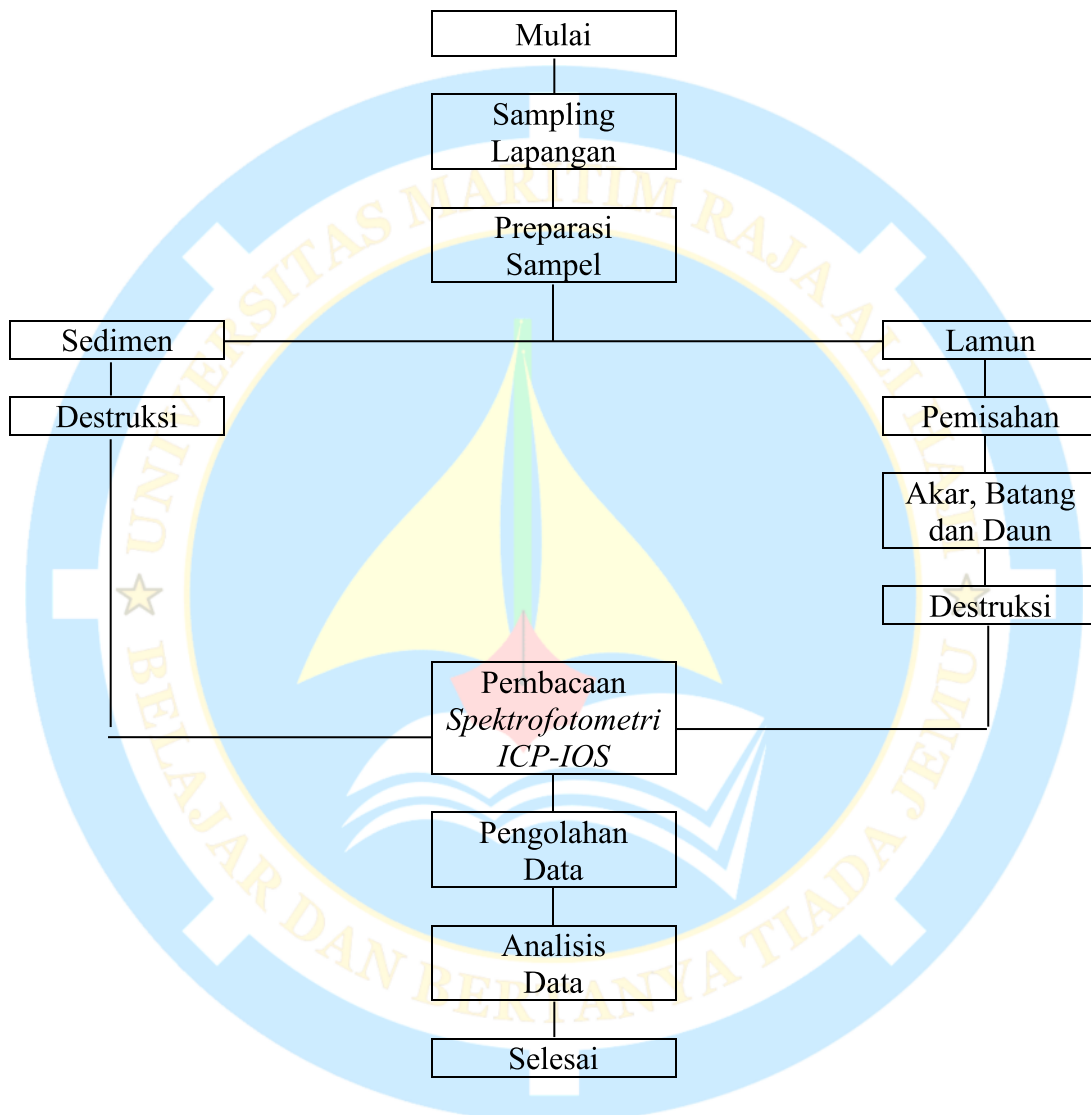
Tabel 2. Alat dan bahan

No	Jenis Kegiatan	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Pengambilan sampel uji	Kantong plastik bening 1 kg	Untuk menyimpan sampel lamun
		Kertas label	Untuk menandai sampel yang sudah diambil
		<i>Ice box</i>	Untuk menyimpan sampel sampel yang sudah diambil
		<i>Ekman Grab</i>	Untuk mengambil sedimen
2.	Analisis di Laboratorium	Spektrofotometri ICP-IOS	Untuk analisa logam berat
		Lampu Katoda (<i>Hollow cathode lamp</i> , HCL) Pb	Untuk pemeriksaan parameter logam berat
		Lamun <i>E. acoroides</i>	Sampel yang akan diuji
		Pipet volume 1, 2, 3, 4, 5, dan 10 mL	Untuk membuat larutan standar
		<i>Filler</i>	Untuk menghisap larutan standar
		Labu Ukur	Sebagai wadah untuk membuat larutan standar
		Gelas Ukur 50 mL	Untuk mengukur sampel air
		Erlenmeyer 100 mL	Sebagai wadah sampel yang akan Diuji
		Mortar dan Alu (<i>pestle</i>)	Untuk menghaluskan sampel
		<i>Hot Plate</i>	Untuk memanaskan sampel uji
		<i>Corong glass</i>	Untuk memindahkan sampel air yang sudah dipanaskan ke dalam Erlenmeyer
		Kertas saring berpori 0,45 μ m	Untuk menyaring sampel air yang sudah di preparasi
		Timbangan digital	Untuk menimbang sampel uji
		<i>Aquades</i>	Untuk pengenceran larutan
Asam nitrat (HNO ₃) pekat	Untuk melarutkan sampel dan menurunkan pH agar kurang dari 2		
Kamera	Untuk dokumentasi		

3.3. Metode dan Prosedur Penelitian

Lokasi sampling ditentukan menggunakan metode purposive sampling. Purposive sampling ialah pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu, dalam hal ini peneliti membagi stasiun berdasarkan perbedaan aktivitas. Menurut Warni *et al* (2017) metode purposive sampling adalah metode yang digunakan untuk menentukan lokasi peneliti berdasarkan tujuan yang diinginkan. Pemilihan stasiun penelitian berdasarkan pertimbangan aktivitas yang diduga memiliki pengaruh terhadap konsentrasi logam berat di perairan.

Adapun kegiatan penelitian ini dilakukan dalam 2 tahapan, pada tahap pertama dilakukan pengambilan sampel lamun *E. acoroides* dan sedimen di perairan Tanjung Lanjut, dan tahap kedua dilakukan analisis logam berat kadmium (Cd) di Laboratorium Teknik Lingkungan PT. Surveyor Indonesia (SI), Batam dengan menggunakan alat *Spektrofotometri ICP-IOS*.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.3.1. Teknik Pengambilan dan Penanganan Sampel Lamun

Teknik pengambilan sampel lamun *E. acoroides* dilakukan dengan menggunakan tangan dan bantuan alat sekop agar mudah mencabut lamunnya sampai ke akar. Lamun yang diambil mulai dari akar, batang, hingga daun.

Kemudian lamun dibersihkan dari lumpur, selanjutnya sampel lamun disimpan di dalam kantong plastik yang telah diberi label kemudian dimasukkan kedalam *coolbox*.

3.3.2. Teknik Pengambilan Sampel Sedimen

Menurut Paundanan *et al.* (2015), Ekman Grab ialah alat yang digunakan dalam pengambilan sampel sedimen. Sedimen permukaan diambil sebanyak 500 gr disetiap titik sampling, kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik bening yang telah diberi label, selanjutnya simpan didalam *ice box*.

3.3.3. Analisis Kandungan Logam Berat Cd Pada Lamun *E. acoroides*

Prosedur analisis kandungan logam berat Cd mengacu pada SNI 06-6989.8-2004. Lamun yang telah dicuci kemudian dikeringkan pada suhu 100°C selama 45 menit dengan menggunakan oven. Selanjutnya dilakukan tindakan penumbukan terhadap sampel hingga halus. Setelah halus, sampel ditimbang sebanyak $\pm 3,00$ g.

Kemudian dimasukkan ke dalam *Erlenmayer* dan ditambahkan 25 ml *aquades* kemudian di aduk dengan batang pengaduk. Sampel ditambahkan 5-10 ml HNO_3 pekat dan diaduk hingga bercampur rata, selanjutnya ditutup dengan kaca arloji kemudian dipanaskan dengan suhu yang telah diatur yaitu $105^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$. Larutan dipanaskan sampai volume tinggal 10 ml, kemudian diangkat dan didinginkan. Larutan ditambahkan 5 ml HNO_3 pekat tetes demi tetes kemudian larutan kembali dipanaskan di *hot plate* hingga timbul asap putih dan larutan sampel menjadi jernih. Selanjutnya sampel didinginkan dan disaring dengan kertas saring berpori $0,45 \mu\text{m}$. Filtrat sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan *aquades* sampai tepat pada tanda batas. Kemudian sampel siap dianalisa dengan menggunakan *Spektrofotometri ICP-IOS*.

3.3.4. Analisis Kandungan Logam Berat Cd Pada Sedimen

Menurut Yanti *et al.* (2017) sampel sedimen basah diambil 50 gr dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 150°C selama 24 jam. Analisa sampel dilakukan setelah pengeringan kemudian sampel diambil

sebanyak 1 gram dan dilarutkan dengan menggunakan HNO₃ hingga volume menjadi 50 ml. Kemudian disaring dengan kertas whattman ukuran 0,45 m dan disimpan dalam botol sampel. Selanjutnya larutan sampel tersebut dianalisis kandungan logam beratnya dengan alat *Spektrofotometri ICP-IOS*.

3.3.5. Kurva Kalibrasi Pada Analisis Kadmium (Cd)

Pada pembuatan larutan standar untuk kurva kalibrasi Cd ini menggunakan larutan kerja 10 ppm sebagai larutan awal. Konsentrasi larutan standar Cd yang digunakan adalah 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L dan 2 mg/L. Pembuatan larutan standar tersebut diencerkan dengan HNO₃ 1% dalam labu ukur 10 mL hingga tanda batas. Fungsi penggunaan HNO₃ 1% ini adalah sebagai media pelarut untuk melarutkan semua larutan standar yang akan diukur absorbansinya. Pengukuran absorbansi larutan standar Cd menggunakan instrumen *Spektrofotometri ICP-IOS* pada panjang gelombang 228,8 nm (Zahro dan Suprpto, 2015).

3.4. Analisis Data

3.4.1. Konsentrasi Logam Berat

Untuk mengetahui konsentrasi logam berat pada lamun *E. acoroides* maka perlu dilakukan perhitungan dengan formula (El-amier *et al*, 2018);

$$\text{Logam Berat} \left(\frac{\text{mg}}{\text{Kg}} \right) = \frac{C \times V}{W}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi yang di baca alat *Spektrofotometri ICP-IOS* (mg/Kg)

V = Volume sampel yang digunakan (L)

W = Berat sampel (g)

3.4.2. Contamination Factor (CF)

Untuk mengetahui tingkat kontaminasi logam berat pada lamun dapat dihitung menggunakan rumus (El-amier *et al*, 2018);

$$CF = \frac{C_{\text{metal}}}{C_{\text{background}}}$$

Dimana :

C metal = Konsentrasi logam berat

C background = Konsentrasi logam alami

CF diklasifikasikan menjadi empat kelompok dimana $CF < 1$ dikategorikan sebagai kontaminasi rendah, $1 < CF < 3$ dikategorikan sebagai kontaminasi sedang, $3 < CF < 6$ dikategorikan sebagai tinggi dan $CF > 6$ dikategorikan sebagai kontaminasi sangat tinggi (Syakti *et al*, 2017).

3.4.3. Geoaccumulation index (*I_{geo}*)

Untuk menentukan kelas mana kontaminasi logam pada lamun dengan membandingkan konsentrasi logam berat di dapat dengan *pri-industrial level* dan dihitung menggunakan rumus (El-amier *et al*, 2018).

$$I_{geo} = \log_2 \frac{[heavy\ metal]}{1,5 \times [background]}$$

Faktor 1,5 adalah koreksi matriks latar belakang factor akibat efek litosfer. *Geoaccumulation Indeks* terdiri dari tujuh kelas : Kelas 0 (Praktis tidak tercemar), $I_{geo} \leq 0$; Kelas 1 (tidak tercemar, cukup tercemar), $0 < I_{geo} < 1$; Kelas 2 (cukup tercemar), $1 < I_{geo} < 2$; Kelas 3 (cukup berat tercemar), $2 < I_{geo} < 3$; Kelas 4 (tercemar berat), $3 < I_{geo} < 4$; Kelas 5 (sangat berpolusi, sangat parah), $4 < I_{geo} < 5$; Kelas 6 (sangat tercemar), $5 > I_{geo}$ (Bhuiyan *et al*, 2010).

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Konsentrasi Logam Berat Cd

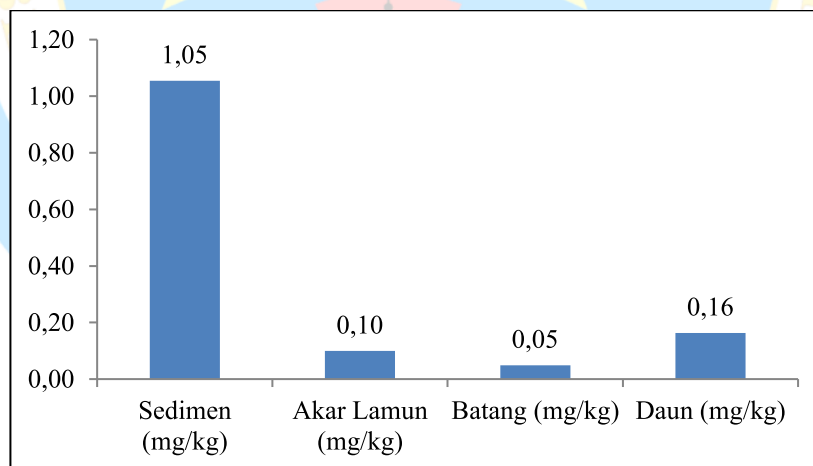
Konsentrasi logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut diambil dari sampel sedimen, dan lamun (akar, batang, dan daun). Hasil analisis konsentrasi logam berat Cd di sajikan secara rinci pada Table 3 berikut.

Table 3. Konsentrasi logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut

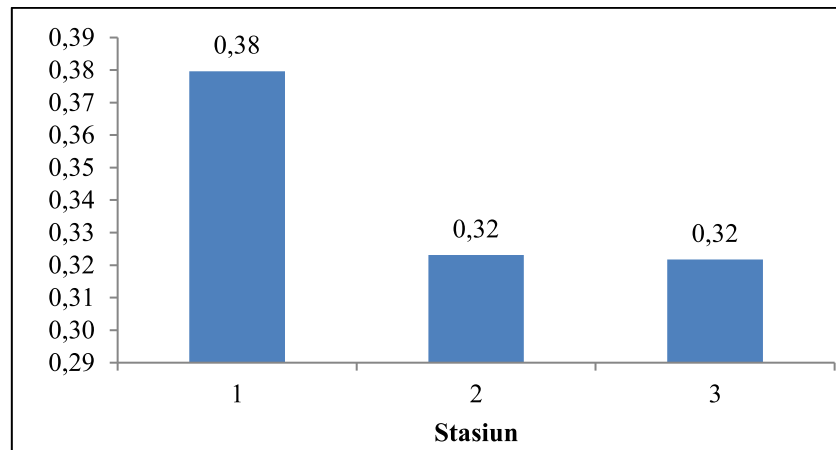
Stasiun	Sedimen (mg/kg)	Akar Lamun (mg/kg)	Batang (mg/kg)	Daun (mg/kg)	Rata- Rata
Stasiun1	1,1467	0,1107	0,0613	0,2000	0,380
Stasiun2	0,9867	0,1076	0,0387	0,1596	0,323
Stasiun3	1,0300	0,0800	0,0467	0,1302	0,322
Rata-rata	1,054	0,099	0,049	0,163	

Sumber : Pengolahan Data (2019)

Konsentrasi rata-rata logam berat Cd pada sample sedimen dan lamun dan konsentrasi logam berat Cd pada setiap stasiun disajikan pada grafik seperti Gambar 5 berikut.



(A)



(B)

Gambar 5 :

- (A) Konsentrasi rata-rata logam berat Cd pada sample sedimen dan lamun
 (B) Konsentrasi logam berat Cd pada setiap stasiun

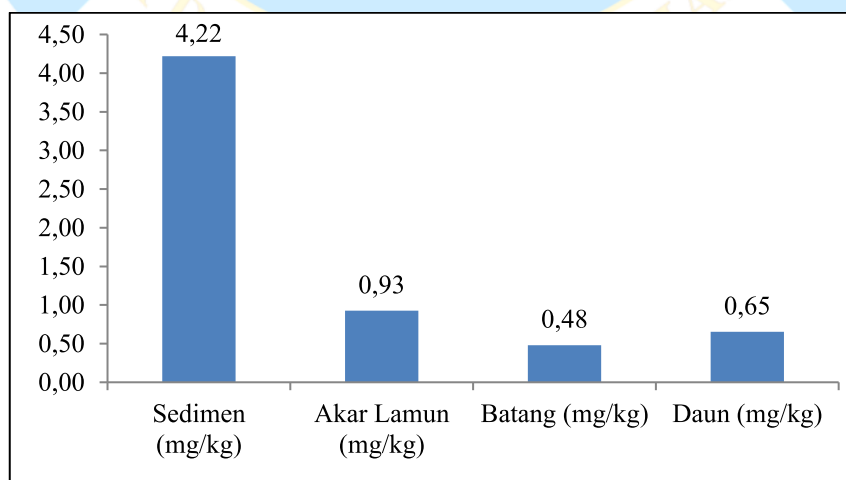
4.1.2. Kontaminasi Faktor (CF) Logam Berat Cd

Kontaminasi factor (CF) logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut diambil dari sedimen dan lamun (akar, batang dan daun) yang disajikan dalam Table 4.

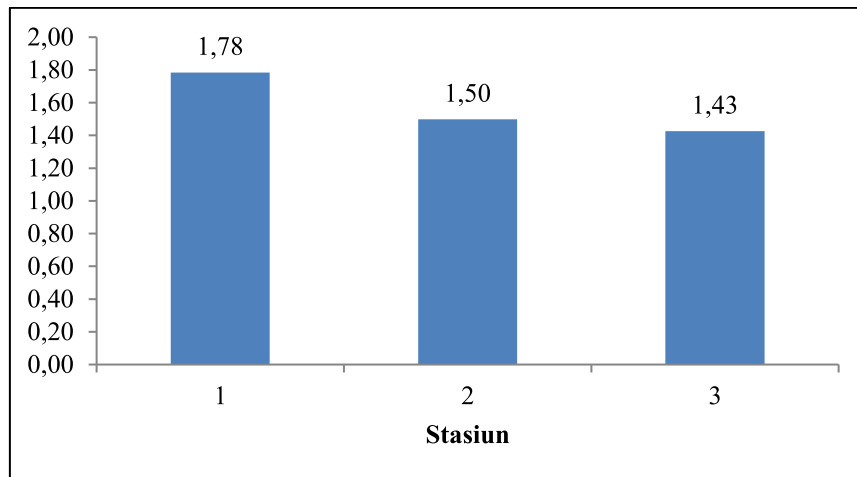
Table 4. Kontaminasi factor (CF) logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut

Stasiun	Sedimen (mg/kg)	Akar Lamun (mg/kg)	Batang (mg/kg)	Daun (mg/kg)	Rata-Rata
Stasiun1	4,5867	1,1040	0,6471	0,8000	1,784
Stasiun2	3,9467	1,0347	0,3716	0,6382	1,498
Stasiun3	4,1200	0,6364	0,4249	0,5209	1,426
Rata-rata	4,218	0,925	0,481	0,653	

Sumber : Pengolahan Data (2019)



(A)



(B)

Gambar 6:

- (A) Kontaminasi factor logam berat Cd pada sample sedimen dan lamun
 (B) Kontaminasi factor logam berat Cd pada setiap stasiun

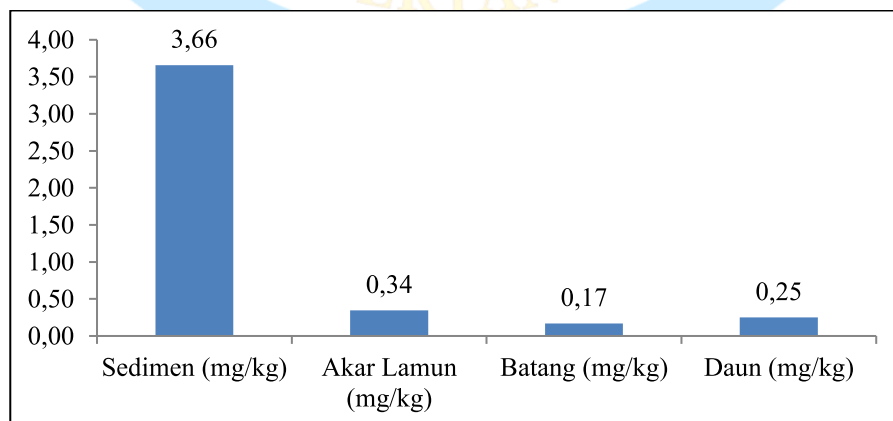
4.1.3. Geoakumulasi Indeks (*Igeo*) Logam Berat Cd

Geoakumulasi indeks logam berat Cd pada sampel sedimen, akar lamun, batang lamun dan daun lamun disajikan pada Table 5.

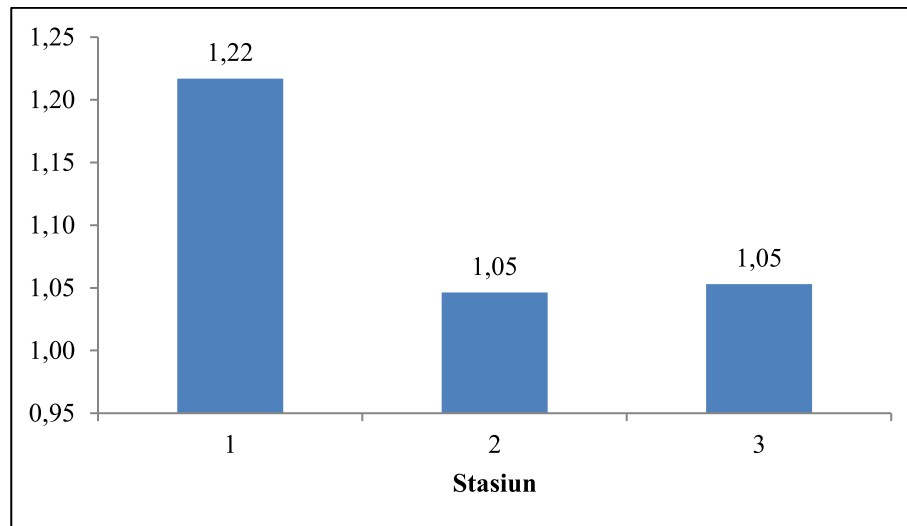
Table 5. Geoakumulasi indeks(*Igeo*)logam berat Cd pada sedimen dan lamun.

Stasiun	Sedimen (mg/kg)	Akar Lamun (mg/kg)	Batang (mg/kg)	Daun (mg/kg)	Rata-Rata
Stasiun1	3,9783	0,3839	0,2128	0,2930	1,217
Stasiun2	3,4232	0,3732	0,1342	0,2544	1,046
Stasiun3	3,5735	0,2776	0,1619	0,1989	1,053
Rata-rata	3,658	0,345	0,170	0,249	

Sumber : Pengolahan Data (2019)



(A)



(B)

Gambar 7 :

(A) Nilai Igeo logam berat Cd pada sampel sedimen daan lamun

(B) Nilai Igeo logam berat Cd per-stasiun

4.2. Pembahasan

4.2.1. Konsentrasi Logam Berat Cd

Konsentrasi logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 0,9867-1,1467 mg/kg dengan rata-rata 1,054 mg/kg. Penelitian Lestari dan Budiyanto (2013) konsentrasi logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 0,08-3,05 mg/kg dengan rata-rata 0,64 mg/kg. Penelitian yang dilakukan oleh Miranda *et al* (2018) menyatakan bahwa rata-rata konsentrasi logam berat Cd berkisar antara 0,28-0,53 mg/kg. Di bandingkan dari penelitian di atas, konsentrasi rata-rata logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut lebih tinggi. Baku mutu konsentrai Cd pada sedimen menurut ANZECC (2000) sebesar 1,5 mg/kg, konsentrasi logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut masih dibawah konsentrasi baku mutu. Namun konsentrasi Cd pada sedimen di perairan Tanjung Lanjut sudah mendekati ambang baku mutu, yang konsentrasinya akan bertambah dari waktu ke waktu sejalan dengan terakumulasinya partikel bekas eksploitasi tabang bauksit ke perairan.

Aktivitas penambangan bauksit menghasilkan beberapa oksida logam salah satunya yakni logam kadmium. Menurut IAI (2015) berbagai komponen lainnya

juga terdapat dalam jumlah yang sangat kecil didalam bauksit, khususnya oksida-oksida logam seperti arse, berilium, kadmium dan lain-lain. Sebagian dari unsur logam tersebut terbuang bersama residu bauksit sehingga dapat meningkatkan konsentrasinya dialam. Kondisi ini yang terjadi di perairan Tanjung Lanjut, lahan-lahan bekas tambang bauksit yang masih terbuka menjadi salah satu sumber akumulasi kadmium didasar substrat. Sehingga konsentrasi Cd akan terus bertambah dari waktu ke waktu.

Konsentrasi logam berat Cd pada lamun dibedakan menjadi bagian akar, batang, dan daun. Konsentrasi logam berat Cd pada bagian akar berkisar antara 0,08-0,11 mg/kg, pada bagian batang berkisar antara 0,03-0,06 mg/kg, sedangkan pada bagian daun berkisar antara 0,13-0,2 mg/kg. Rata-rata yang didapat dari konsentrasi logam berat Cd pada lamun senilai 0,04-0,16 mg/kg. Menurut penelitian Sari *et al* (2017) konsentrasi logam berat Cd pada lamun berkisar antara 0,47-2,44 mg/kg. Penelitian lain terkait konsentrasi logam berat Cd pada lamun sebesar 0,093 mg/kg (Ismarti *et al*, 2017). Merujuk pada penelitian di atas, konsentrasi logam berat Cd pada lamun di perairan Tanjung Lanjut lebih rendah.

Meskipun konsentrasi logam Cd pada lamun masih tergolong rendah, tidak menutup kemungkinan konsentrasinya akan terus bertambah. Konsentrasi logam berat Cd yang melimpah di substrat juga menjadi faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat Cd oleh lamun. Menurut penelitian Sugianto *et al* (2016) konsentrasi logam berat yang tinggi pada lamun disebabkan karena proses penyerapan logam berat bersama dengan nutrien yang terjadi di akar. Hal ini yang mendasari bahwa konsentrasi logam di lamun juga dipengaruhi oleh logam pada sedimen.

Konsentrasi rata-rata Cd pada akar lamun berjumlah 0,099 mg/kg, batang lamun berjumlah 0,049 mg/kg dan daun lamun berjumlah 0,163 mg/kg. Konsentrasi tertinggi logam berat Cd pada lamun terdapat di bagian daun. Penelitian Sari *et al*. (2017). Sugiyanto *et al*. (2016) Konsentrasi Cd tertinggi terdeteksi pada bagian daun lamun di bandingkan bagian lainnya.

Penelitian ini menunjukkan bahwa daun lamun memiliki kemampuan untuk mengabsorpsi (menyerap) logam berat Cd yang berada di air, dan juga menyimpan kadar logam berat Cd yang di transformasikan melalui akar. Hal ini di

perkuat oleh penelitian Sugianto *et al* (2016) bahwa konsentrasi Pb dan Cd di daun tidak hanya berasal dari mobilisasi dari akar namun juga proses oleh daun itu sendiri.

Konsentrasi Cd pada sedimen lebih tinggi dibandingkan pada lamun. hal ini menggambarkan bahwa logam berat Cd mengalami pengendapan dalam waktu yang lama pada sedimen. Terlebih lagi lokasi penelitian terdapat lahan eksploitasi bekas tambang bauksit sebagai sumber Cd, terbawa oleh aliran air masuk ke perairan. Menurut Wulandari *et al* (2009) partikel organik membentuk gumpalan sehingga akan mempercepat pengendapan logam berat pada sedimen. Lebih lanjut Suwarsito dan Sarjanti (2014) menyatakan bahwa proses pengendapan akan mengakibatkan penumpukan logam berat pada sedimen. Literatur diatas memperkuat bahwa pada kenyataannya logam berat di sedimenlah yang paling tinggi konsentrasinya di bandingkan pada lamun.

Jika dilihat dari konsentrasi logam berat Cd tertinggi, terdapat pada stasiun I senilai 0,38 mg/kg sementara konsentrasi terendah terdapat pada stasiun III senilai 0,322 mg/kg. Tingginya konsentrasi logam berat di stasiun I diakibatkan oleh aliran air dari bekas eksploitasi tambang bauksit yang bermuara pada stasiun tersebut. Konsentrasi logam berat Cd di stasiun III paling rendah, dikarenakan aliran air tidak bermuara distasiun ini. Sehingga logam berat Cd yang terakumulasi lebih sedikit. Sukaryono dan Dewa (2018) mengatakan bahwa proses pengendapan logam berat di perairan sangat tergantung dengan pergerakan arus yang juga dipengaruhi oleh aliran air. Kawasan muara memiliki topografi yang lebih rendah sehingga partikel logam berat terbawa dan terakumulasi di muara, yang mengakibatkan konsentrasai logam berat di muara terus meningkat. Hasil kajian Susantoro *et al* (2015) menunjukkan bahwa secara umum logam berat cenderung lebih tinggi di muara sungai.

4.2.2. Kontaminasi Faktor (CF) Logam Berat Cd

Kontaminasi factor logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 3,94-4,58mg/kg dengan rata-rata 4,21 mg/kg tergolong kontaminasi tinggi. Menurut penelitian Wardhani *et al* (2016) nilai CF yang diperoleh dari sample sedimen rata-rata sebesar 39,82 dikategorikan sebagai kontaminasi factor tinggi. Menurut

penelitian Ahmad (2013) nilai CF berkisar antara 0,8-3,91. Hasil penelitian di Tanjung Lanjut tergolong kepada kontaminasi yang tinggi, artinya logam berat Cd yang masuk ke perairan mengendap dan terakumulasi didalam sedimen.

Kontaminasi factor logam berat Cd pada akar lamun berkisar antara 0,63-1,10 mg/kg dengan nilai rata-rata 0,92 mg/kg tergolong kontaminasi rendah. Kontaminasi factor pada batang lamun berkisar antara 0,37-0,64 mg/kg dengan nominal rata-rata 0,48 mg/kg yang tergolong kepada kontaminasi rendah. Sedangkan kontaminasi factor di daun berkisar antara 0,52-0,8 mg/kg dengan nilai rata-rata 0,65 mg/kg tergolong kontaminasi rendah. Secara keseluruhan CF pada sampel lamun memiliki rata-rata 1,62 mg/kg yang tergolong kepada kontaminasi sedang.

Konsentrasi CF logam berat Cd pada sedimen senilai 4,21 mg/kg (kontaminasi tinggi), akar lamun senilai 0,92 mg/kg (kontaminasi rendah), batang lamun senilai 0,48 mg/kg (kontaminasi rendah) dan daun lamun senilai 0,65 mg/kg (kontaminasi rendah). Konsentrasi faktor logam berat Cd tertinggi terdapat di sedimen, sementara konsentrasi CF logam berat tertinggi pada bagian lamun berada di akar. Penelitian Sukaryono dan Dewa (2018) nilai CF pada logam Cd antara 0,0340- 0,0430 dengan rata-rata 0,0374 (kontaminasi rendah). Menurut penelitian Wardahni *et al* (2016) kontaminasi factor (CF) logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 31,43-68,38 tergolong sangat tinggi. Kontaminasi logam berat Cd pada sedimen lebih tinggi dibandingkan pada bagian lamun, dapat disimpulkan bahwa logam Cd cepat mengalami pengendapan ke dasar sedimen.

Nilai kontaminasi logam berat Cd pada sedimen di perairan Tanjung Lanjut tergolong tinggi, disebabkan karena adanya pengaruh dari eksploitasi tambang bauksit. Lumpur bauksit yang didalamnya terkandung logam-logam berat terbawa oleh air, mengendap dalam waktu yang lama di dasar substrat. Hal ini yang mempengaruhi kontaminasi logam berat Cd pada sedimen tergolong tinggi.

Lamun sebagai habitat ikan-ikan dan udang-udangan serta biota penting ekonomis lain, akan dimanfaatkan sebagai area mencari makan. Alhasil banyak jenis ikan-ikan dan udang-udangan serta biota penting ekonomis lain juga akan terkontaminasi oleh logam Cd di lamun. Penangkapan oleh nelayan terhadap sumberdaya perikanan di lokasi yang terpapar logam Cd akan membahayakan

manusia karena hasil tangkapan akan diolah dan dikonsumsi manusia. Penelitian tentang efek kadmium pada organisme air dan manusia telah dilakukan. Baloch *et al* (2020) telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kadmium pada insang dan hepatopankreas, serta kelangsungan hidup udang. Kadmium dapat terakumulasi (insang, ginjal, hati, otot, dan hati) pada ikan (Pratiwi, 2020). Lebih lanjut Kadmium adalah logam yang sangat toksik dan dapat terakumulasi cukup besar pada organisme hidup karena mudah diadsorpsi dan mengganggu sistem pernapasan serta pencernaan (Indirawati, 2017).

4.2.3. Geoakumulasi Indeks (*Igeo*) Logam Berat Cd

Geoakumulasi indeks logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 3,42-3,97 mg/kg dengan rata-rata 3,65 mg/kg tergolong tercemar berat. Geoakumulasi indeks logam berat Cd pada akar lamun berkisar antara 0,27-0,38 mg/kg dengan nilai rata-rata 0,34 mg/kg tergolong tidak tercemar. Geoakumulasi logam berat Cd pada batang lamun berkisar antara 0,13-0,21 mg/kg dengan nilai rata-rata 0,17 mg/kg tergolong tidak tercemar. Sementara geoakumulasi logam berat Cd pada daun lamun berkisar antara 0,19-0,29 mg/kg dengan nilai rata-rata 0,24 mg/kg tergolong tidak tercemar. Nilai geoakumulasi secara keseluruhan pada lamun ialah 0,59 mg/kg yang tergolong tidak tercemar.

Ahmad (2013) memperoleh hasil data *Igeo* logam berat Cd berkisar 0,111 ($0 < I_{geo} < 1$) (tercemar ringan) sampai 1,163 ($1 < I_{geo} < 2$) (tercemar sedang). Jika dibandingkan dengan penelitian di perairan Tanjung Lanjut maka terjadi perbedaan nilai *Igeo*. Nilai *Igeo* di lokasi penelitian lebih tinggi dikarenakan adanya sumber pencemar logam berat Cd di perairan tersebut yakni bekas eksploitasi tambang bauksit. Dalam waktu yang lama aliran air hujan akan membawa partikel logam berat Cd keperairan yang membuat konsentrasi logam berat semakin meningkat.

Nilai geoakumulasi logam berat Cd pada sedimen senilai 3,65 mg/kg (tercemar berat), nilai *Igeo* pada akar lamun 0,34 mg/kg (tidak tercemar), nilai *Igeo* pada batang lamun 0,17 mg/kg (tidak tercemar), dan nilai *Igeo* pada daun lamun 0,24 mg/kg (tidak tercemar). Konsentrasi geoakumulasi indeks logam berat Cd tertinggi terdapat pada stasiun I senilai 1,21 mg/kg, sementara nilai

konsentrasi terendah terdapat pada stasiun II senilai 1,04 mg/kg. Tingginya nilai konsentrasi geoakumulasi indeks logam berat Cd di stasiun I diakibatkan oleh di adanya aktifitas warga seperti nelayan, rumah makan serta pemukiman warga yang berpengaruh terhadap tingginya nilai konsentrasi tersebut. Semestara rendahnya nilai yang didapat pada stasiun II di karnakan tidak adanya aktifitas yang mempengaruhi tingginya nilai konsentrasi geoakumulasi indeks di stasiun tersebut.



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Konsentrasi logam berat Cd pada lamun *E. acoroides* berkisar antara 0,09-0,16 mg/L dengan rata-rata 0,09 mg/L. Konsentrasi logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 0,98-1,14 mg/L dengan rata-rata 1,05 mg/L. Tingkat pencemaran logam berat Cd di perairan Tanjung Lanjut pada lamun *E. acoroides* tergolong sedang. Tingkat pencemaran logam berat Cd pada sedimen tergolong tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perairan Tanjung Lanjut mengalami pencemaran logam berat Cd yang terakumulasi pada organisme lamun *E. acoroides*.

5.2. Saran

Untuk melengkapi data logam berat di perairan Tanjung Lanjut perlu dilakukan penelitian terkait dengan konsentrasi logam berat (Pb, Fe, Zn, Cu dan lainnya).

