

**LAPORAN PENELITIAN
HIBAH PASCASARJANA**



**EKOBIOKINETIK LOGAM BERAT
PADA EKOSISTEM PESISIR SELAT LALANG
KABUPATEN SIAK**

Ketua: Prof Dr Yusni Ikhwan Siregar MSc/NIDN 0007075707

Anggota 1: Dr Zulkifli SPi MSi/NIDN 0029086902

Anggota 2: Defri Yoza SHut MSi

**SUMBER DANA: DIPA PROGRAM PASCASARJANA UNRI
TAHUN ANGGARAN 2019**

NOMOR KONTRAK: 1335/UN19.5.1.2/PT.01.03/2019

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS RIAU
OKTOBER 2019**

EKOBIOKINETIK LOGAM BERAT PADA EKOSISTEM PESISIR SELAT LALANG KABUPATEN SIAK

Yusni Ikhwan Siregar dan Defri Yoza¹

¹Dosen Prodi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

email yusniikhwan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk akuisisi data temporal dan spasial distribusi pencemar logam berat pada berbagai komponen ekosistem akuatik di kawasan Selat Lalang Kabupaten Siak. Ekosistem ini dinamik dan kompleks karena adanya faktor fisik kimia yang memodulasi perjalanan dan pengendapan pencemar. Dari hasil penelitian ke depan dapat dijadikan sebagai data dasar pengelolaan riwayat pencemaran dan potensi resiko ekologis.

Penelitian bertujuan menganalisis perjalanan logam berat (ekokinetik) pada ekosistem pesisir (kolom air laut, sedimen dasar) di Selat Lalang Siak. Selanjutnya dianalisis kandungan logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada ikan konsumsi dari kawasan sebagai bioindikator. Untuk melihat efek terhadap komunitas maka dianalisis struktur komunitas makrozoobenthos pada ekosistem intertidal dan hutan bakau.

Hasil analisis ekokinetik logam berat menunjukkan bahwa pada sedimen telah terjadi penumpukan dengan faktor konsentrasi pencemar mencapai puluhan kali lipat dari yang ada pada air laut. Secara biokinetik telah ditemukan biokonsentrasi logam berat pada biomassa ikan. Bioakumulasi logam berat pada ikan konsumsi muncul dengan kadar yang masih dalam batas aman untuk dikonsumsi. Secara spasial konsentrasi logam berat sedimen bervariasi namun belum menunjukkan perbedaan nyata ($p > 0.05$) antar stasiun penelitian. Kisaran kandungan Pb, Cu, Zn dan Cd sedimen berturut turut (0.152-0.330), (0.035-0.380), (0.498-1.057) dan (0.083-1.127 mg/Kg) Tingkat pencemaran logam Pb dan Cu pada badan air laut rendah (< 0.001 ppm) sedangkan Zn dan Cd berkisar berturut turut (0.1000-0.2700) ppm. Dari struktur komunitas makrozoobentos menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman, dominansi masih tergolong baik dan belum terindikasi terjadi ketidakseimbangan ekosistem, sebagai akibat pencemaran.

PENDAHULUAN

Perjalanan dan perubahan sifat fisik-kimia pencemar antropogenik logam berat (Pb, Cu, Cd dan Zn) pada ekosistem akuatik bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh faktor fisik-kimia lingkungan. Faktor fisik kimia perairan menjadi modulator perjalanan dan eksistensi logam berat. Ekokinetik logam berat di perairan pantai dalam fase terlarut dapat menempel, diadsorpsi oleh partikulat melayang dapat terendap dan mengalami biotransformasi oleh bentos pada sedimen. Perjalanan (*fate*) logam berat terkait dengan sifat fisik kimia air (TDS, salinitas, suhu, arus). Sedimen dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran karena perannya sebagai “sink” bahan pencemar dari darat.

Pengelolaan dan penanganan logam berat sering dihubungkan dengan efek lanjut (*delayed effect*) dan efek jauh dari sumber (*off side effect*) dan efek pelipatgandaan melalui rantai makanan (*biomagnification*) pada organisme laut. Bioakumulasi pada hewan konsumsi dari ekosistem akuatik merupakan kekhawatiran yang harus diantisipasi. Hal ini akan terkait dengan prediksi dalam jangka panjang dengan keamanan pangan masyarakat.

Penelitian bertujuan mendeskripsikan data dasar (*baseline data*) persebaran pencemar logam berat pada berbagai komponen ekosistem (air, sedimen, ikan, makrozoobentos). Sebagai suatu ekosistem yang dinamik dan dikitari dengan berbagai aktifitas yang potensial sebagai sumber pencemar baik dari daratan maupun laut, perairan Selat Lalang menarik untuk diteliti dan dimonitor riwayat pencemaran logam berat.

METODOLOGI

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian lapangan berlokasi di ekosistem pesisir dan laut Selat Lalang bagian Kabupaten Siak. Selat ini merupakan jalur transportasi laut yang padat mencakup transportasi Analisis logam berat pada air laut, sedimen dasar laut dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Riau pada Juni-September 2019. Sampel ikan dikoleksi dari hasil tangkapan ikan nelayan local (gombang, jaring) di sepanjang pesisir Selat Lalang Siak. Sampel

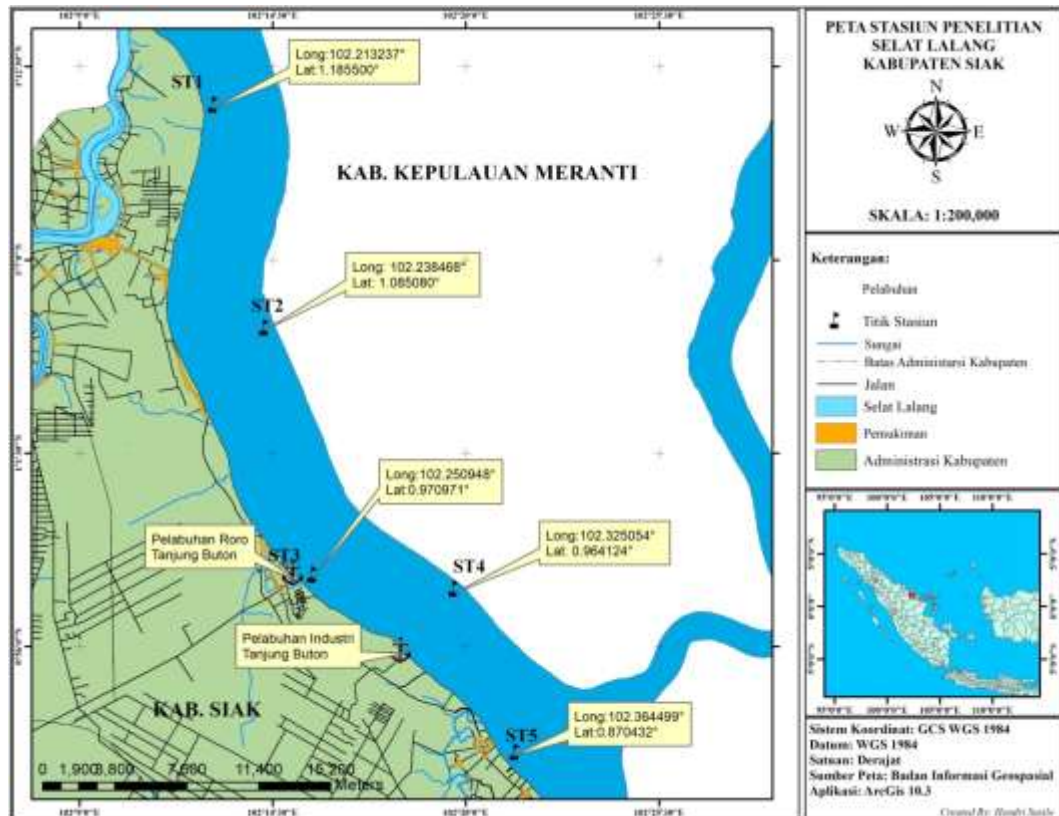
makrozoobenthos dikoleksi dari tujuh stasiun di gisik pantai perairan intertidal Selat Lalang.

3.2. Bahan dan Metode

3.2.1 Penentuan Stasiun Penelitian.

Lokasi penarikan contoh air laut, sedimen dasar laut dan makrozoobenthos dibagi secara purposif yang didasarkan pada kriteria sumber pencemar dari kiriman dari air sungai, pemukiman, transportasi laut (*nonpoint sources*) dan tambang minyak pantai, pelabuhan (*point sources*). Kelima stasiun dianggap mewakili variasi sumber pencemaran di sepanjang pantai Selat Lalang Siak (Gambar 1). Sedangkan untuk sampel ikan diperoleh dari hasil tangkapan ikan nelayan lokal langsung (gombang, jaring) disepanjang pesisir Selat Lalang Siak dan dari pendaratan ikan di desa desa pesisir.

Penarikan contoh air laut dilakukan pada air permukaan dengan tiga substasiun (ulangan) pada masing masing lokasi sampling.



Gambar 1. Peta Lokasi dan Stasiun Penelitian di Selat Lalang, Siak.

3.2.2. Bahan dan Alat Penarikan Sampel

Sampel makrozoobentos diambil dengan cara menarik garis transek di zona intertidal ke arah laut, dimana dalam penelitian ini garis transek yang digunakan sepanjang ± 100 m. Sepanjang garis transek diletakkan petakan (1 m x 1 m) sebanyak 3 petakan.

Contoh makrozoobentos diambil di seluruh sedimen petakan sampai kedalaman 15 cm, dengan menggunakan sekop kecil dan disaring terlebih dahulu dengan saringan meshsize 1 mm, fungsinya untuk menghilangkan pasir atau lumpur. Sampel makrozoobentos yang sudah diambil kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik yang dilabeli terlebih dahulu, dan diteteskan formalin 10 % sebanyak 10 tetes ke setiap kantong plastik, kemudian sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Dharma (1988).

Sampel untuk analisis fraksi sedimen diambil di tengah-tengah petakan dengan menggunakan pipa (PVC) sepanjang 15 cm dan diameter pipa 10 cm. Kemudian sampel sedimen yang telah diambil dimasukkan ke setiap plastik yang

telah dilabeli terlebih dahulu. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis selanjutnya.

Sampel sedimen yang dibagi dua; bagian pertama yaitu untuk menganalisis sampel logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada sedimen dan bagian kedua untuk analisis fraksi sedimen. Sampel sedimen untuk analisis fraksi sedimen dianalisis dengan dua metode yaitu metode pengayakan dan metode pipet.

Sampel sedimen untuk logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn dianalisis dengan menggunakan metode AAS (Sudarmiji dalam Siahaan, 2016). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian mencakup bahan kimia untuk destruksi digunakan asam nitrat (HNO₃) pekat dan sampel objek yang akan dianalisa berupa air laut, sedimen dasar laut, padatan tersuspensi total, sedimen intertidal dan makrozoobenthos intertidal.

Peralatan yang digunakan pengukuran kualitas air mencakup; termometer, hand refractometer, pH meter, timbangan analitik akurasi 0,001 untuk mengukur berat (W), labu ukur 1000 ml. Instrument AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) ICP-OES merek Perkin Elmer Tipe 8300DV digunakan untuk analisis logam berat.

Tabel 1. Alat dan Bahan Yang Digunakan Pada Penelitian

No.	Parameter	Alat	Bahan
1.	Kimia-Fisik Air 1.Salinitas 2.Keasaman (pH) 3.Kec Arus	1. Refraktometer 2. pH meter Horiba 3. Current Drough	
1.	Sedimen	Eickman Grap	Saringan 500 nm Kantong plastik
2.	Biota	Eickman Grap Tali Transek dan petakan (1m ²) Camera Digital	Kantong plastik Formalin 10%
3.	Logam Berat Pb dan Cu	Instrument ICP-OES merek Perkin Elmer Tipe 8300DV.	Asetilen HNO ₃ pekat
4.	Bahan Organic Sedimen	Oven dan Furnace	Crucible Botol Ukur

Analisis sampel Ikan dilakukan dengan metode analisis logam berat pada sampel biota dan sedimen, berdasarkan buku standar Pusat Penelitian dan Pengembangan (Hutagalung, 1997).

1. Sampel yang akan dianalisis adalah jaringan lunak Kerang Anadara yang dikeringkan dalam oven pada suhu 105 oC selama 24 jam lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang berat kering sampel tersebut.
2. Setelah itu sampel dihancurkan/digerus.
3. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam beker teflon yang mempunyai tutup lalu ditambahkan 1,5 ml HClO₄ dan 3,5 ml HNO₃ kemudian sampel ditutup selama 24 jam.
4. Setelah itu dipanaskan sampel pada hot plate dengan suhu 60-70 oC selama 2-3 jam sampai larutan jernih lalu ditambah 3 ml air suling bebas ion (aquabides) dan panaskan kembali sampel hingga larutan hampir kering.
5. Kemudian sampel didinginkan pada suhu ruangan lalu tambahkan 1,0 ml HNO₃ pekat sambil diaduk pelan-pelan dan tambahkan lagi 9,0 ml air suling bebas ion, kemudian sampel disaring dengan menggunakan kertas saring Whattman 0,5µm.
6. Setelah itu sampel siap dianalisis dengan Instrument AAS (Atomic Absorbtion Spectrophotometer) ICP-OES merek Perkin Elmer Tipe 8300DV

3. 3. Pembuatan Larutan Standar

Larutan standar dibuat dari larutan induk yang mengandung Pb dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan Pb diperoleh dari Pb(NO₃)₂. Kemudian diencerkan menjadi 0,5 ppm, 1 ppm dan 5 ppm. Langkah-langkah pembuatan larutan standar Pb adalah sebagai berikut:

- (1) Buat larutan induk Pb(NO₃)₂.
- (2) Dilarutkan 1 gr Pb(NO₃)₂ dengan 250 ml aquades dalam erlemeyer 250 ml, kemudian masukkan ke dalam labu ukur 1000 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

- (3) Buat larutan intermediet 100 mg/L dengan memipetkan 10 ml larutan standar Pb 1000 mg/L ke dalam labu takar 100 ml dan encerkan dengan aquades sampai tanda batas (10ppm).
- (4) Larutan standar kerja yang dipakai.
- (5) Dipipet 5, 10 dan 50 ml larutan intermediet 100 mg/L Pb ke dalam labu takar 100 ml dan encerkan dengan aquades sampai tanda batas untuk mendapatkan larutan kerja 5, 10 dan 50 mg/L.
- (6) Larutan standar diasamkan dengan HNO₃ pekat.

3.4. Pemeriksaan dengan AAS

Alat yang digunakan dalam pengukuran logam berat ini adalah Instrument AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) ICP-OES Merek Perkin Elmer Tipe 8300DV dengan lampu katoda sebagai sumber radiasi. Pengukuran konsentrasi logam berat menggunakan udara asetilen sebagai sumber energi. Pembacaan pada AAS adalah nilai absorbansi yang kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai kandungan logam berat yang sesungguhnya dari sampel berdasarkan rumus Hutagalung (1997) sebagai berikut:

$$K = \frac{a \times b}{c}$$

Dimana:

K = Kadar sebenarnya dari sampel (ppm)

a = Kadar dari sampel yang terbaca pada AAS (µg/ml)

b = Volume akhir larutan contoh (ml)

c = berat sampel (gr)

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan, pengukuran di lapangan, dan di laboratorium disajikan dalam bentuk tabel, dan grafik, kemudian dianalisis secara deskriptif. Analisis data untuk membandingkan kandungan logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada air sedimen, sehingga diperoleh factor konsentrasi akumulasi (*Accumulation Concentration Factor ACF*). Kelimpahan makrozoobenthos digunakan dikorelasikan dengan kandungan bahan organik sedimen dan tipe sedimen. Analisis variansi (ANAVA) dilakukan untuk menguji apakah ada perbedaan kadar logam berat air, sedimen, bahan organik antara kelima stasiun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Konentrasi Logam Berat Air Laut

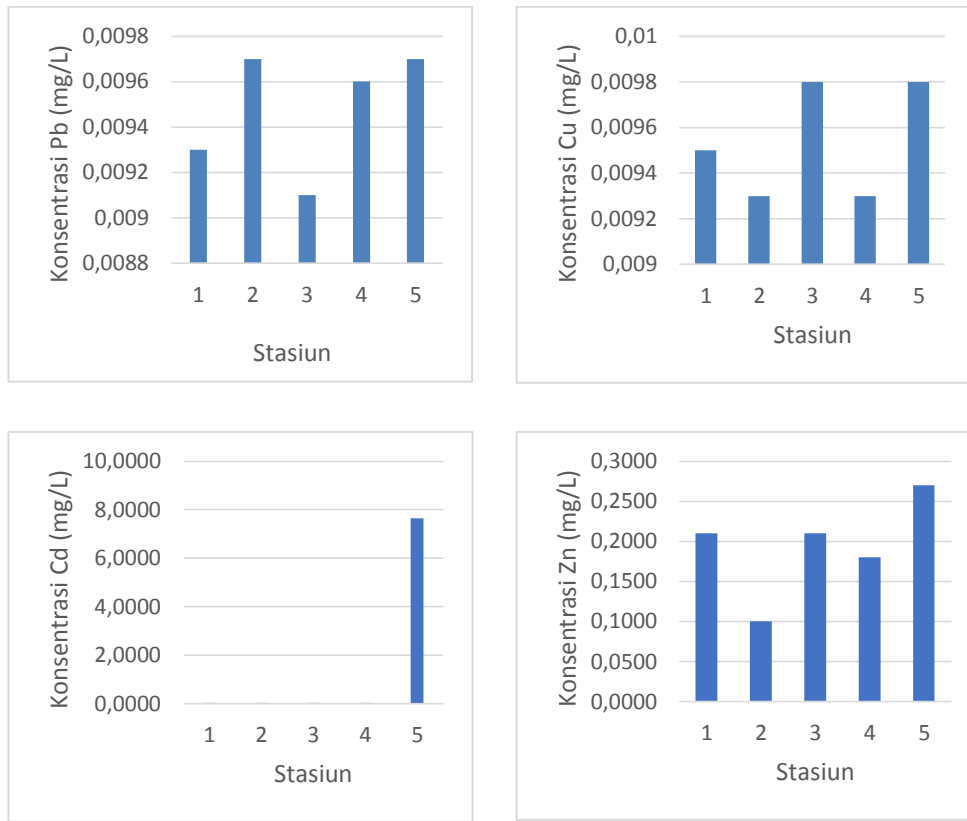
Kadar logam berat air laut dari lima stasiun pengamatan di sepanjang Selat Lalang Siak, disajikan pada Tabel 6. Konsentrasi Pb, Cu, Zn dan Cd kolom air laut bervariasi menurut stasiun. Cd sebagai logam berat nonesensial dan toksik muncul dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari stasiun lain.

Tabel 6. Kandungan Logam Berat (Pb, Cu, Zn, Cd) Badan Air dari Lima Stasiun Pengamatan di Selat Lalang Siak, Agustus 2019.

Sampel	Stasiun	Jenis Logam (mg/l)			
		Pb	Cu	Zn	Cd
Air	St 1	0.0093	0.0095	0.2100	0.0090
	St 2	0.0097	0.0093	0.1000	0.0091
	St 3	0.0091	0.0098	0.2100	0.0092
	St 4	0.0096	0.0093	0.1800	0.0090
	St 5	0.0097	0.0098	0.2700	7.6500
Rata-rata Logam		0.00948	0.00954	0.1940	1.5373

Data Primer 2019.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran logam Pb dan Cu pada badan air laut rendah (<0.009 ppm) sedangkan Zn dan Cd berkisar berturut turut (0.1000 – 0.2700) ppm. Secara umum konsentrasi logam berat berada pada level lebih rendah dari 1 ppm, atau masih pada tingkat ppb. Namun pada stasiun 5 yang berdekatan dengan kawasan industri Buton, Siak didapatkan kadar Cd dan Zn yang ribuan kali lebih tinggi dari pada stasiun lainnya. Perbandingan dan sebaran logam berat pada air laut disajikan pada Gambar 2. Logam Zn merupakan logam esensial yang pada jumlah tertentu dibutuhkan organisme. Konsentrasi logam Zn ini masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan di muara daerah industri lain.



Gambar 2. Grafik Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu, Cd, Zn) Air Laut Menurut Stasiun Pengamatan di Selat Lalang Siak

Konsentrasi Cd pada stasiun lima yakni yang berdekatan dengan kawasan industri muncul dengan konsentrasi tinggi yakni ribuan kali lipat dari stasiun lainnya. Data konsentrasi Cd ini berupa data pencilan ini masih diuji analisisnya. Logam lunak bersifat beracun bagi larva organisme laut dan perlu mendapat perhatian.

5.2. Logam Berat Sedimen

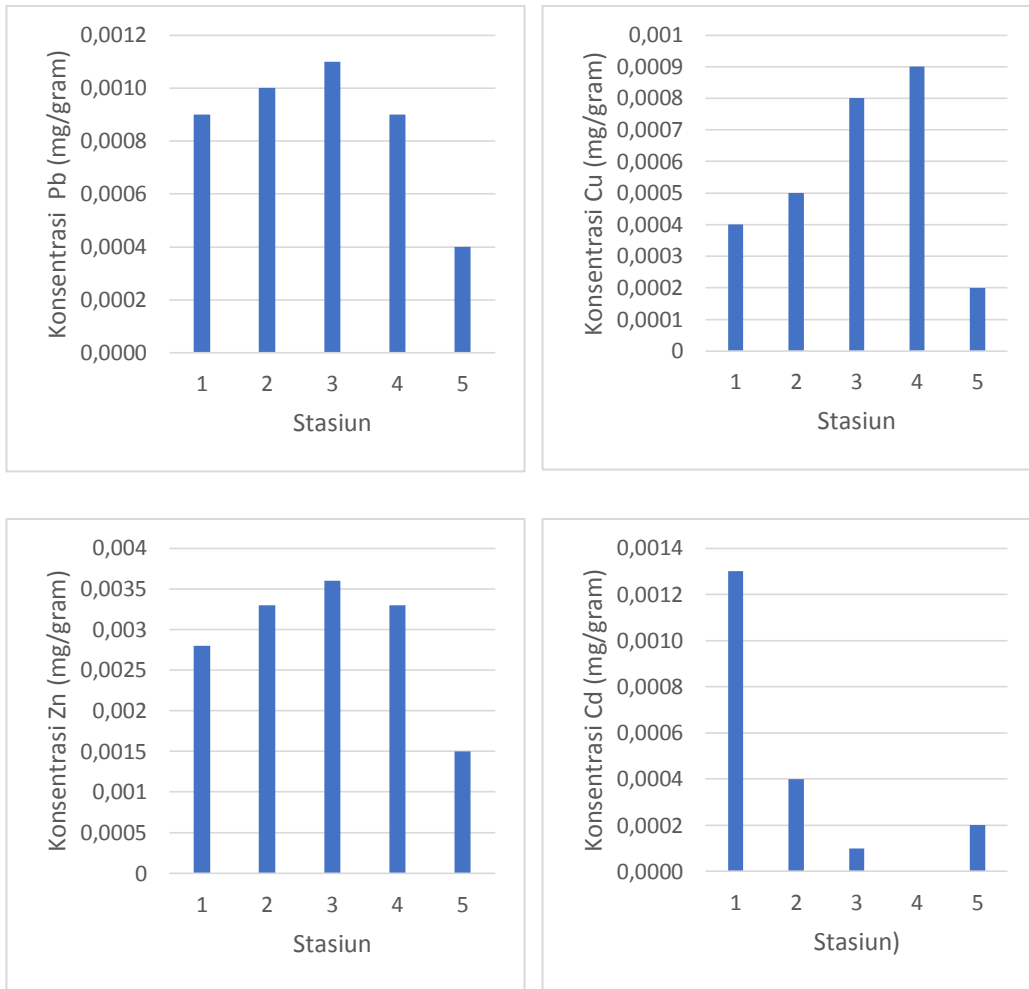
Kandungan logam berat sedimen pada lima stasiun penelitian di sepanjang Selat Lalang disajikan pada Tabel 7. Kadar logam berat muncul jauh lebih besar sampai puluhan kali lipat daripada yang terkandung dalam kolom air laut.

Tabel 7. Kandungan Logam Berat Sedimen Dasar (mg/L) Pada Lima Stasiun Pengamatan di Selat Lalang Siak, Agustus 2019

Stasiun	Kode Sampel	Volume	Berat (gram)	Konsentrasi Logam (mg/l)			
				Pb	Cu	Zn	Cd
1	1.1	0.05	15.00	0.330	0.124	0.965	0
	1.2	0.05	13.36	0.235	0.170	0.759	0
	1.3	0.05	15.01	0.249	0.087	0.722	1.127
Rata rata							
2	2.1	0.05	14.22	0.274	0.108	0.930	0
	2.2	0.05	13.89	0.273	0.065	0.900	0
	2.3	0.05	13.68	0.248	0.203	0.909	0.367
Rata rata							
3	3.1	0.05	13.37	0.267	0.374	0.988	0.083
	3.2	0.05	14.27	0.297	0.240	0.892	0
	3.3	0.05	13.61	0.330	0.040	1.057	0
Rata rata							
4	4.1	0.05	15.24	0.213	0.058	0.678	0
	4.2	0.05	11.51	0.256	0.380	0.924	0
	4.3	0.05	11.59	0.223	0.176	0.853	0
Rata rata							
5	5.1	0.05	18.66	0.152	0.123	0.580	0.176
	5.2	0.05	17.95	0.126	0.077	0.498	0
	5.3	0.05	18.20	0.157	0.035	0.615	0

Hasil analisis menunjukkan bahwa telah terjadi penimbunan logam berat. Kisaran kandungan Pb, Cu, Zn dan Cd sedimen berturut turut (0.152-0.330), (0.035-0.380), (0.498-1.057) dan (0.083-1.127). Kandungan logam berat pada sedimen yang menindikasikan riwayat pencemaran secara temporal pada ekosistem akuatik. Kandungan logam berat sedimen bervariasi antar stasiun pengamatan namun tidak berbeda secara significant ($p > 0.05$). Kandungan logam berat menunjukkan taraf yang puluhan kali lipat lebih tinggi daripada yang

terkandung dalam air laut. Sebaran antar stasiun dan antar logam berat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu, Cd, Zn) Air Laut Menurut Stasiun Pengamatan di Selat Lalang Siak.

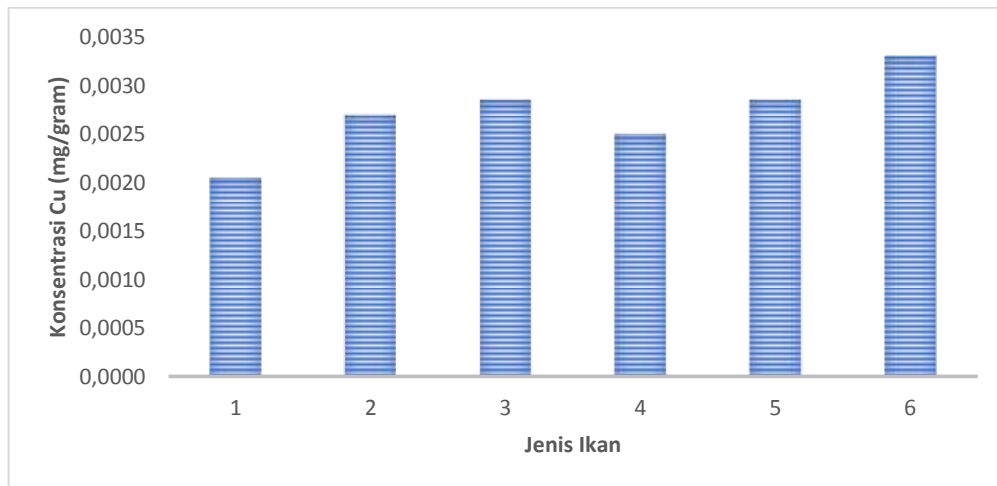
5.3. Logam Berat Dalam Biomassa Ikan.

Kandungan logam berat Cu pada ikan ukuran konsumsi yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan jaring insang dan gombang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Logam Berat Pada Biomasa Ikan (n = 6 ekor)

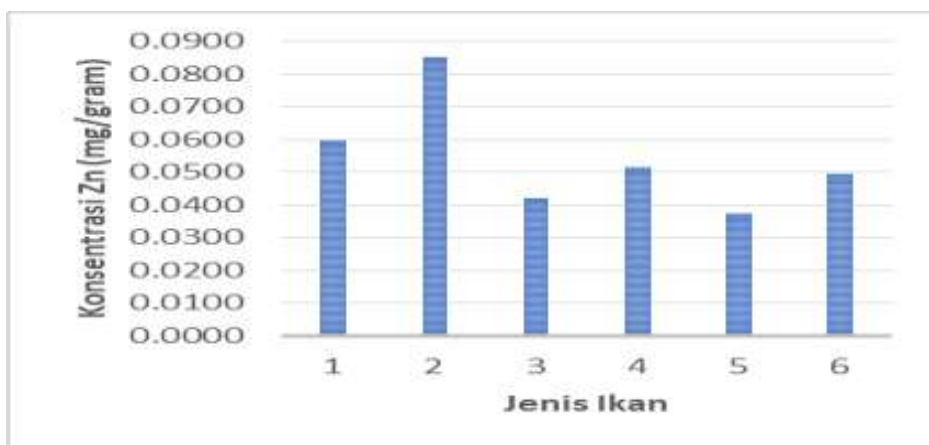
Konsentrasi Logam (mg/l)			
Pb	Cu	Zn	Cd
ttd	0.041	1.1920	ttd
ttd	0.054	1.7080	ttd
ttd	0.057	0.8460	ttd
ttd	0.050	1.0300	ttd
ttd	0.057	0.7490	ttd
ttd	0.066	0.9880	ttd
Rata rata	0.054	1.0855	

Pencemar toksit Cd tidak terdeteksi pada biomassa ikan pantai, demikian juga logam Pb yang masih dalam tak terdeteksi. Variasi kandungan Cu dan Zn disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Variasi Kandungan Cu Pada Biomassa Ikan Ukuran Konsumsi Yang Ditangkap dari Selat Lalang, Siak Agustus 2019 (n=6)

Kandungan logam esensial Zn biomassa ikan konsumsi yang diperoleh dari Selat Lalang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Variasi Kandungan Zn Pada Biomassa Ikan Ukuran Konsumsi Yang Ditangkap dari Selat Lalang, Siak Agustus 2019 (n=3)

Kandungan logam Cu dan Zn ini masih dibawah nilai ambang dikonsumsi sesuai dengan baku mutu yang aman untuk bahan pangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran logam Pb dan Cu pada badan air laut rendah (<0.001 ppm) sedangkan Zn dan Cd berkisar berturut turut (0.1000-0.2700) ppm. Kandungan logam berat pada sedimen yang mengindikasikan riwayat pencemaran secara temporal pada ekosistem akuatik, telah terjadi penimbunan logam berat. Secara spasial konsentrasi logam berat bervariasi namun belum menunjukkan perbedaan nyata ($p > 0.05$) antar stasiun penelitian. Kisaran kandungan Pb, Cu, Zn dan Cd sedimen berturut turut (0.152-0.330), (0.035-0.380), (0.498-1.057) dan (0.083-1.127 mg/Kg). Hasil analisis ekokinetik logam berat menunjukkan bahwa pada sedimen telah terjadi penumpukan dengan faktor konsentrasi pencemar mencapai puluhan kali lipat dari yang ada pada air laut. Secara biokinetik telah ditemukan biokonsentrasi logam berat pada biomassa ikan. Bioakumulasi logam berat pada ikan konsumsi muncul dengan kadar yang masih dalam batas aman untuk dikonsumsi.

Dari struktur komunitas makrozoobentos menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman masih tergolong baik, demikian juga indeks dominansi yang rendah yang berarti belum ada yang mendominasi pada ekosistem dasar perairan. Struktur komunitas dari suatu ekosistem dapat dijadikan sebagai indikator

apakah telah terjadi pergeseran atau ketidakseimbangan pada suatu ekosistem, sebagai akibat pencemaran,

KESIMPULAN

1. Hasil analisis ekokinetik logam berat menunjukkan bahwa pada sedimen telah terjadi penumpukan dengan faktor konsentrasi pencemar mencapai puluhan kali lipat dari yang ada pada air laut.
2. Secara biokinetik telah ditemukan biokonsentrasi logam berat pada biomasa ikan. Bioakumulasi logam berat pada ikan konsumsi muncul dengan kadar yang masih dalam batas aman untuk dikonsumsi.
3. Secara spasial konsentrasi logam berat sedimen bervariasi namun belum menunjukkan perbedaan nyata ($p > 0.05$) antar stasiun penelitian. Kisaran kandungan Pb, Cu, Zn dan Cd sedimen berturut turut (0.152-0.330), (0.035-0.380), (0.498-1.057) dan (0.083-1.127 mg/Kg)
4. Tingkat pencemaran logam Pb dan Cu pada badan air laut rendah (< 0.001 ppm) sedangkan Zn dan Cd berkisar berturut turut (0.1000-0.2700) ppm.
5. Dari struktur komunitas makrozoobentos menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman, dominansi masih tergolong baik dan belum terindikasi terjadi ketidakseimbangan ekosistem, sebagai akibat pencemaran.