

## KARAKTERISTIK DAN PENGARUH ARUS TERHADAP AKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DI PERAIRAN KALIANGET KABUPATEN SUMENEP

Ani Ma'rifah<sup>1</sup>, Aries Dwi Siswanto<sup>2</sup>, Agus Romadhon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura

E-mail : anie\_alkahfi@yahoo.co.id

### ABSTRAK

*Perairan Kalianget Kabupaten Sumenep merupakan salah satu perairan yang padat dengan aktivitas manusia sehingga perairan tersebut rentan terhadap pencemaran logam berat salah satunya jenis Pb. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb pada sedimen dengan mengacu pada Prosedure Standard Methode. Pengambilan sampel sedimen dan parameter kualitas air dilakukan pada 5 stasiun secara purposive sampling dan data kecepatan arus serta angin diperoleh dari BMKG. Analisa kandungan logam berat Pb dilaksanakan di laboratorium LPPM Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya berdasarkan SNI 6989.46:2009. Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa akumulasi logam berat Pb pada sedimen di perairan Kalianget tertinggi terdapat pada stasiun III sebesar 0,0314 ppm di sekitar pelabuhan umum dan akumulasi logam berat Pb terendah terdapat pada stasiun I sebesar 0,0221 ppm yaitu di sekitar vegetasi mangrove. Rata rata akumulasi logam berat Pb pada sedimen di perairan Kalianget sebesar 0,0271 ppm. Hasil analisa regresi linier sederhana menunjukkan bahwa adanya pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb pada sedimen yaitu memiliki hubungan linier yang negatif. Berdasarkan standar baku mutu yang dikeluarkan oleh SEPA dan USEPA, akumulasi logam berat Pb pada sedimen di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep memiliki nilai akumulasi sangat rendah dan belum terpolusi.*

**Kata Kunci :** Arus, Logam Berat Pb (Timbal), Sedimen

### PENDAHULUAN

Kawasan pesisir merupakan salah satu tempat berlangsungnya aktivitas manusia seperti transportasi laut, industri, pariwisata, pemukiman dan lain lain. Aktivitas manusia yang dilakukan di kawasan pesisir dapat berdampak negatif terhadap lingkungan laut seperti terjadinya pencemaran perairan. Pencemaran lingkungan laut dapat berupa logam berat, logam berat pada umumnya bersifat toksik dan berbahaya bagi organisme hidup apabila telah melebihi standart baku mutu, selain itu toksisitas dari polutan tersebut yang menjadi pemicu terjadinya pencemaran lingkungan sekitarnya (Supriatno 2009).

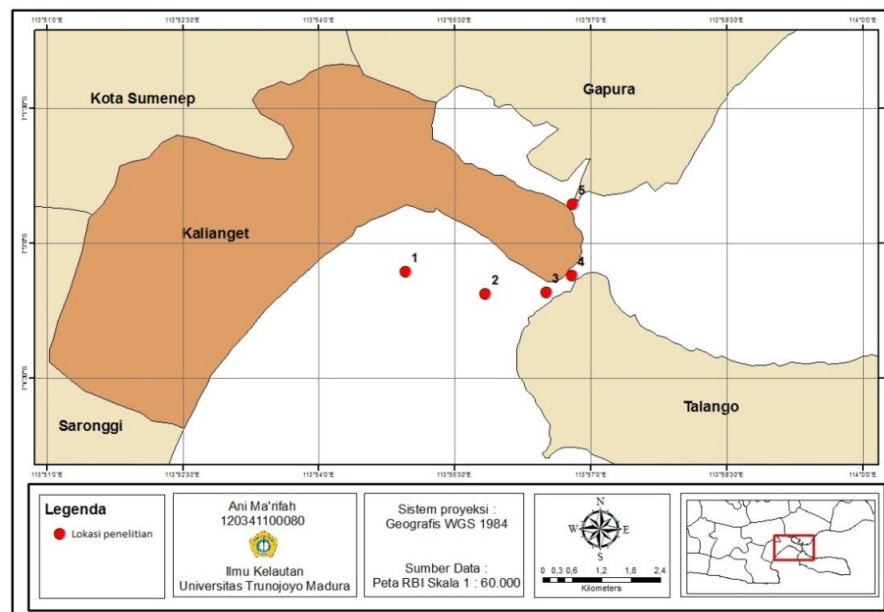
Logam berat yang berada dalam perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan melalui proses gravitasi, biokonsentrasi dan bioakumulasi oleh biota air. Siregar dan Jhon (2010) menyatakan bahwa sedimen telah dijadikan sebagai indikator perjalanan sejarah pencemaran oleh bahan pencemar, karena pada sedimen dapat terjadi penimbunan. Kadar akumulasi pada sedimen merupakan fungsi dari waktu dan konsentrasi pencemar di badan perairan.

Logam berat yang berada di badan perairan dapat berasal dari aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, hasil buangan industri, pertambangan, pertanian dan aktivitas lainnyayang lama kelamaan dapat terakumulasi dalam sedimen salah satunya adalah jenis logam berat timbal (Pb) (Tilaar 2014). Pb adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang lazim terdapat dalam kandungan sulfat yang tercampur dengan mineral-mineral lain terutama seng dan tembaga. Logam berat timbal akan terakumulasi di kolom perairan dan terbawa oleh arus yang kemudian tenggelam ke dasar perairan dan akan terakumulasi dalam sedimen. Arus dan gelombang merupakan faktor kekuatan utama yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kontaminasi dari logam berat dalam sedimen akan bertahan selama kurun waktu yang lama (Putri 2014).

Pencemaran laut yang terjadi secara terus menerus akibat adanya logam berat di sekitar pesisir akan berdampak negatif bagi lingkungan serta organisme hidup. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb pada sedimen di perairan Kalianget. Harapannya, dapat diketahui seberapa besar tingkat pencemaran logam berat di perairan Kalianget.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dimulai dengan pengambilan sampel sedimen pada 10-12 Desember 2015 di Perairan Kalianget (Gambar 1) dan analisa logam berat Pb dilaksanakan pada 15 Februari 2016 di Laboratorium LPPM Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama alat	Satuan	Fungsi
1	DO Meter	mg/L	Untuk mengukur DO dan suhu perairan
2	Hand Refraktometer	Ppt	Untuk mengukur salinitas (‰)
3	pH		Untuk mengukur pH
4	GPS	Koordinat Geografis	Untuk penentuan titik koordinat
5	Ekman Grab		Untuk mengambil sampel sedimen permukaan
6	AAS Gravit		Untuk analisis kadar logam Pb
7	Kantong plastik		Untuk tempat sampel sedimen
8	Cool box		Untuk menyimpan sampel sedimen
9	Timbangan analitik	gram	Untuk menimbang bahan analisa
10	Peralatan gelas		Untuk tempat larutan
11	Oven		Untuk Sterilisasi kering
12	Hot plate		Untuk memanaskan larutan
13	Ms. Excell		Untuk mengolah data
14	Kertas label		Untuk label sampel

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Sampel Sedimen	Untuk sampel sediemen yang dianalisa
2	Larutan Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ )	Untuk pengencer sampel
3	Aquades	Sebagai bahan pelarut
4	Tissue	Untuk membersihkan alat
5	Larutan standart Pb	Untuk menganalisa bahan sampel
6	Timbal nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )	Untuk pembuatan larutan induk Pb

Metode yang digunakan dalam penentuan stasiun pengambilan sampel yaitu dengan menggunakan metode *purposive sampling* dimana teknik pengambilan sampel mempunyai pertimbangan tertentu (Ruswahyuni *et al.* 2013). Pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan alat *Ekman grab*. Sampel sedimen yang diambil adalah sedimen permukaan, sedimen yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi tanda. Pengukuran parameter kualitas air meliputi

suhu, salinitas, DO dan pH yang dilakukan secara *insitu* dan data kecepatan arus serta angin diperoleh dari BMKG Perak, Surabaya. Analisa sampel sedimen dilakukan berdasarkan SNI 6989.46:2009. Analisa data untuk mencari konsentrasi Pb dalam sampel kering digunakan rumus:

$$Pb \text{ (mg/kg)} = \frac{X \text{ (mg/l)} \times V \text{ (L)}}{M \text{ (kg)}}$$

Dimana :

X=Konsentrasi logam larutan sampel (mg/L)

V = Volume larutan sampel (L)

M = Berat sampel (Kg)

Untuk mengetahui pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb dalam sedimen dilakukan uji statistik dengan menggunakan regresi linier sederhana dengan persamaan  $Y = a + bX$  dan untuk mengetahui konsentrasi dan kriteria perairan Kalianget Kabupaten Sumenep dengan mengacu pada standart baku mutu yang dikeluarkan oleh *SEPA* dan *USEPA*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut merupakan parameter yang tidak dapat dipisahkan dalam setiap penelitian di laut (Patty 2013). Hasil pengukuran parameter kualitas air di stasiun I di sekitar vegetasi mangrove memiliki kisaran baik sesuai dengan standar baku mutu yang dikeluarkan oleh KMNLIH No.51 tahun 2004, sedangkan pada stasiun III di sekitar pelabuhan umum memiliki nilai suhu yang tinggi dan nilai DO, salinitas dan nilai pH yang rendah. Hal ini memungkinkan terjadi karena salah satu faktor utama yang menyebabkan adanya perubahan parameter kualitas air yaitu adanya aktivitas manusia dari daratan yang masuk di suatu badan perairan (Tabel 3). Rendahnya nilai DO dalam suatu perairan juga disebabkan oleh banyaknya bahan pencemar organik maupun anorganik yang dapat mengalami dekomposisi dan degradasi oleh bakteri aerob yang dapat menyebabkan kadar oksigen terlarut berkurang dan suatu perairan yang bersifat asam salah satunya disebabkan oleh adanya limbah yang berasal dari daratan yang masuk di suatu badan perairan (Purnomo dan Muchyidin 2007).

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter kualitas air di perairan Kalianget

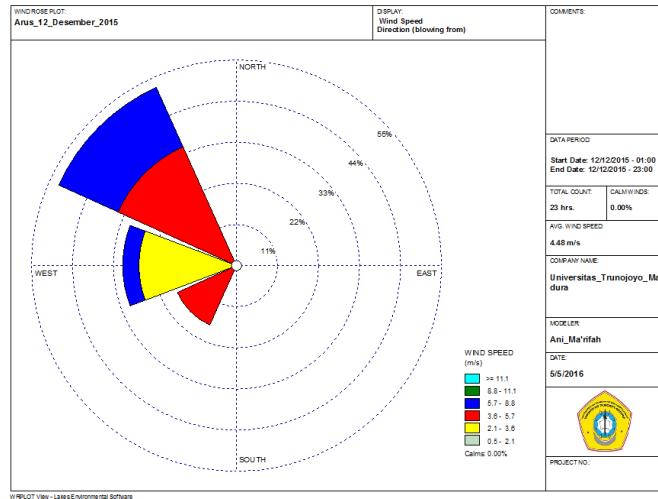
Stasiun	Parameter Kualitas Air				
	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Salinitas (‰)	pH	Kec. arus (m/s) <sup>a</sup>
I	31,3	5,15	36	8	0,063
II	31,8	5,06	35	8	0,061
III	32,2	4,40	33	6,8	0,058
IV	32,1	4,85	34	6,9	0,059
V	31,5	4,92	34	6,9	0,060
Kisaran	31,3-32,2	4,4-5,15	34-36	6,8-8	-
Baku mutu <sup>b</sup>	28-32	>5	33-34	7-8,5	-

Sumber : Hasil penelitian (2015)

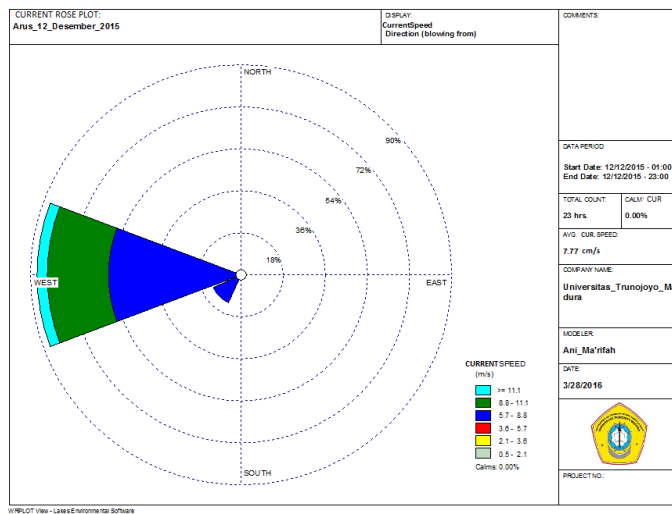
a : Data BMKG Surabaya (2015), (Lampiran II)

b : KMNLIH No.51 tahun 2004

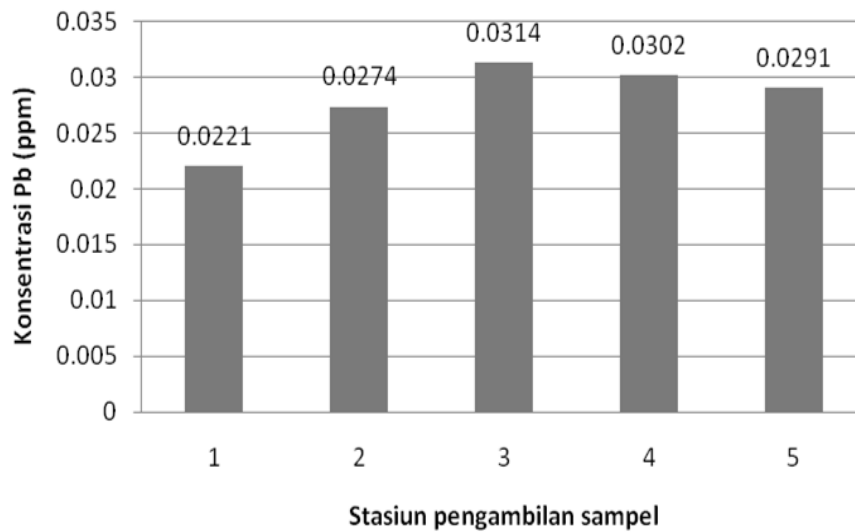
Angin merupakan faktor utama yang mempengaruhi kecepatan arus permukaan. Kamat, *et al.* (2014) menyatakan bahwa salah satu faktor fisik yang mempengaruhi pola pergerakan massa air di suatu perairan adalah angin. Data arah dan kecepatan angin di stasiun Kalianget Kabupaten Sumenep yang divisualisasikan dengan menggunakan aplikasi *WR-Plot* (Gambar 2) menunjukkan arah angin dominan di stasiun Kalianget pada 12 Desember 2015 adalah barat laut (BL) dengan kecepatan angin rata rata sebesar 4,48 m/s. Hasil visualisasi *Current rose* menunjukkan arus permukaan di perairan Kalianget memiliki kecepatan rata-rata sebesar 0,077 m/s dengan arah arus dominan dari sebelah barat (B) (Gambar 3). Karakteristik arus perairan Kalianget termasuk arus lemah, sesuai pendapat yang Widyastuti *et al.* (2010) tentang pola arus perairan Indonesia dengan menggunakan sistem Satelit Altimetri Jason-1 selama kurun waktu 7 tahun menyebutkan bahwa arus di perairan Laut Jawa pada bulan Desember sampai Februari dominan bergerak dari arah barat (B) dengan kecepatan arus berkisar antara 0-4 m/s.



Gambar 2. Visualisasi arah dan kecepatan angin di Stasiun Kalianget pada 12 Desember 2015



Gambar 3. Visualisasi arah dan kecepatan arus di Stasiun Kalianget pada 12 Desember 2015



Gambar 4. Grafik akumulasi logam berat Timbal (Pb) pada sedimen di perairan Kalianget

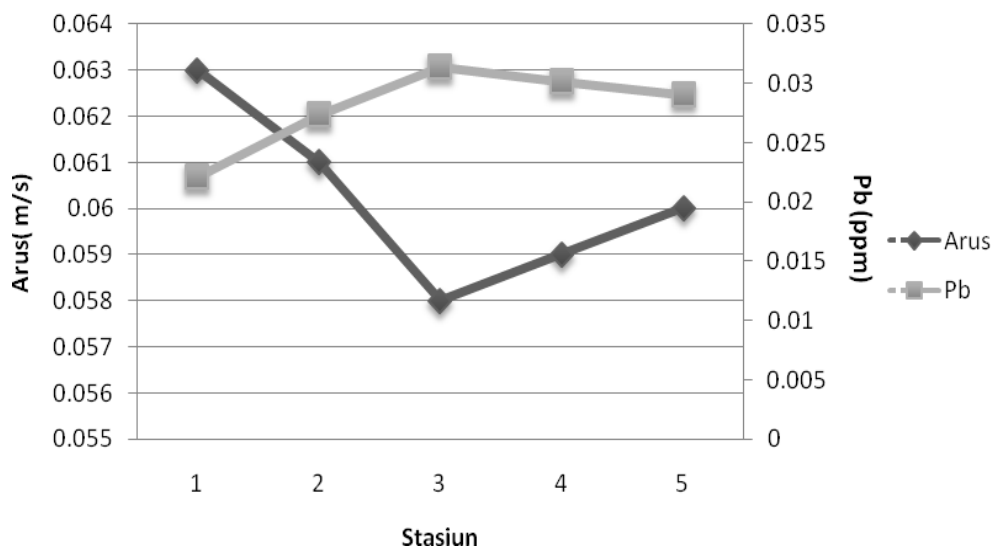
Konsentrasi Pb pada stasiun I sebesar 0,0221 mg/Kg, stasiun II sebesar 0,0274 mg/Kg, stasiun III sebesar 0,0314 mg/Kg, stasiun IV sebesar 0,0302 mg/Kg, stasiun V sebesar 0,0291 mg/Kg (Gambar 4). Konsentrasi Pb tertinggi pada stasiun III di sekitar pelabuhan umum yang terdapat banyak aktivitas manusia disekitarnya, sedangkan nilai terendah pada stasiun I di sekitar vegetasi mangrove. Hal ini membuktikan bahwa aktivitas manusia yang berpotensi menghasilkan limbah dapat mempengaruhi akumulasi logam berat Pb yang terakumulasi pada sedimen perairan. Daerah yang berada di sekitar vegetasi mangrove cenderung memiliki nilai akumulasi logam berat Pb rendah karena salah satu fungsi mangrove mampu mereduksi logam berat yang berasal dari daratan sebelum akhirnya masuk ke perairan (Arisandyet al. 2012).

Tilaar (2014) menyatakan bahwa pencemaran di kawasan pesisir dapat terjadi secara alami seperti terjadinya erosi pada daerah pesisir, deposit mineral, kebakaran hutan dan aktivitas vulkanik. Pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan manusia meliputi pembuangan limbah baik dari kegiatan industri, pertanian, pertambangan ataupun dari aktivitas perhubungan atau transportasi laut yang terjadi terus menerus dan tidak terkontrol.

Faktor pembatas lain yang dapat mempengaruhi akumulasi logam berat Pb pada sedimen adalah arus permukaan, untuk mengetahui apakah ada pengaruh dalam penelitian ini yaitu dengan mengambil hasil output *One Way Anovad* dengan membandingkan nilai *F.hitung* dan *F.tabel* Hipotesis untuk kasus ini yaitu :

- $H_0$  = Tidak ada pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb sedimen
- $H_1$  = Ada pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb pada sedimen
- Kesimpulan = nilai *F.hitung* > nilai *F.tabel* (66,83 > 10,12) maka tolak  $H_0$ .

Pada umumnya faktor oseanografi yang paling berperan dalam penyebaran bahan cemaran (logam berat) adalah arus, pasang surut, gelombang dan bathimetri (Rochyatun et al, 2004).

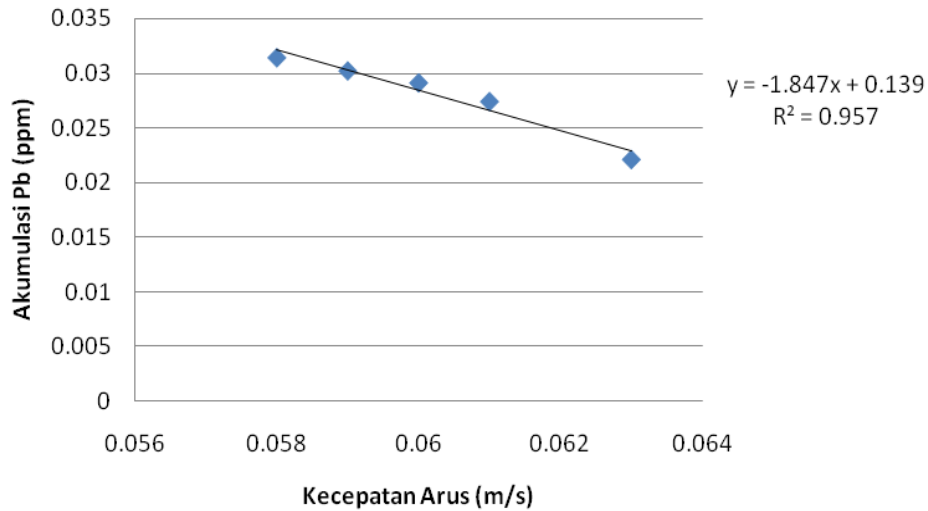


Gambar 5. Grafik pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb pada sedimen di perairan Kalianget

Arus permukaan perairan berpengaruh terhadap akumulasi Pb, semakin tinggi kecepatan arus maka akumulasi Pb pada sedimen akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan pada stasiun I yang memiliki akumulasi Pb sebesar 0,0221 mg/Kg dengan kecepatan arus 0,063 m/s. Begitu pula sebaliknya jika arus permukaan memiliki kecepatan yang relatif lambat maka akumulasi logam berat pada sedimen akan semakin meningkat, yang terjadi pada stasiun III dengan akumulasi Pb sebesar 0,0314 mg/Kg dengan kecepatan arus 0,058 m/s. Hal ini terjadi karena arus permukaan yang cepat dapat membawa partikel sedimen yang telah terakumulasi Pb menyebar ke seluruh perairan. Hasil analisa regresi linier sederhana menunjukkan ada pengaruh arus terhadap akumulasi Pb yang ditunjukkan dari nilai R (0.957, mendekati 1) (Gambar 6).

Hasil analisa regresi linier sederhana yang memiliki persamaan regresi  $Y = 0,139 - 1,847 X$  dengan nilai R Square sebesar 0,957. Hal ini menunjukkan bahwa antara arus permukaan dan akumulasi logam berat Pb pada sedimen memiliki hubungan regresi linier yang negatif, jika arus permukaan memiliki kecepatan tinggi maka akumulasi logam berat Pb pada sedimen memiliki akumulasi yang rendah dan begitu pula sebaliknya jika arus permukaan memiliki kecepatan yang lemah maka akumulasi logam berat Pb pada sedimen akan semakin meningkat, karena arus yang kuat akan membawa partikel

sedimen berpindah tempat dari tempat satu ke tempat yang lain. Nilai R Square menunjukkan bahwa antara arus permukaan dengan akumulasi logam berat Pb pada sedimen memiliki pengaruh yang sangat signifikan.



Gambar 6. Grafik hasil analisa regresi linier sederhana pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat Pb pada sedimen.

Sagala *et al.* (2014) menyatakan bahwa meningkatnya akumulasi logam berat terutama Pb pada sedimen disebabkan oleh arus perairan yang lemah, berbeda dengan akumulasi logam berat yang ada di permukaan perairan yang cenderung dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama arus yang dapat menyebarkan logam berat dalam air permukaan ke segala arah. Hal tersebut juga terjadi di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep.

Nilai akumulasi Pb di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep dibandingkan dengan standarbaku mutu (*guideline*) yang dikeluarkan oleh SEPA (*Swedish Enviromental Protection Agency*) dan Amerika Serikat (*USEPA/ United State Enviromental Protection Agency*) (Tabel 4) untuk mengetahui tingkat konsentrasi dan kriteria perairan.

Tabel 4. Baku mutu (*guideline*) logam berat Pb pada sedimen dari beberapa Negara

Asal <i>Guidline</i>	Akumulasi Pb pada sedimen (mg/Kg)	Kriteria
SEPA	<5	Akumulasi sangat rendah
	5-30	Akumulasi rendah
	30-100	Akumulasi sedang
	100-400	Akumulasi tinggi
	>400	Akumulasi sangat tinggi
Standart USEPA	<0,04	Belum terpolusi
	0,04-0,06	Terpolusi sedang
	>0,06	Terpolusi berat

Sumber : Sudarso *et al.* (2005)

Nilai rata rata akumulasi Pb sebesar 0,0271 mg/Kg, berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa akumulasi Pb pada sedimen di perairan Kalianget tergolong pada tingkat I yang memiliki nilai <5 mg/Kg, sehingga dapat dikategorikan akumulasi Pb di perairan Kalianget sangat rendah (SEPA). Berdasarkan standart baku mutu yang dikeluarkan oleh USEPA, akumulasi Pb di perairan Kalianget masih tergolong tingkat I yang memiliki nilai akumulasi <0,04 mg/Kg, sehingga masih dalam kondisi belum terpolusi dan aman bagi organisme di dasar perairan.

Pencemaran lingkungan laut dapat berupa logam berat. Logam berat pada umumnya bersifat toksik dan berbahaya bagi organisme hidup apabila telah melebihi standart baku mutu, selain itu toksisitas dari polutan menjadi pemicu terjadinya pencemaran lingkungan sekitarnya (Supriatno 2009).

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Karakteristik arus di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep relatif rendah dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,077 m/s.

2. Akumulasi Pb pada sedimen di perairan Kalianget berkisar 0,0221 mg/Kg sampai dengan 0,0314 mg/Kg.
3. Arus permukaan memiliki hubungan regresi linier yang negatif dengan akumulasi Pb pada sedimen.
4. Kriteria perairan Kalianget tergolong belum terpolusi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arisandy, K. R., Herawati, E. Y., & Suprayitno, E. (2012). Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan gambaran histologi pada jaringan *Avicennia marina* (forsk.) vierh di perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1 (1), 15-25.
- Kamat, Y. N., Patrice, N. I. K., & Meta, S. S. (2014). Pola arus permukaan saat surut di sekitar muara sungai Malalayang, Teluk Manado. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 3(2), 5-9.
- KMNLH (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup). (2005). Baku Mutu Air Laut. *KMNLH/No.51/Tahun 2004*: 1497.
- Patty, S. I. (2013). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3), 23-30.
- Purnomo, T., & Muchyidin (2007). Analisis kandungan Pb pada ikan bandeng di tambak Kecamatan Gresik. *Neptunus*, 14(1), 68-77.
- Putri, Z. L., Sri Yuliana W., & Maslukah, L. (2014). Studi sebaran kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air dan sedimen dasar di perairan muara sungai Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Jurnal Oseanografi*, 3(4): 589-595.
- Rochyatun, E., Lestari, & Rozak, A. (2004). Kondisi perairan muara sungai Digul dan perairan laut Arafuru dilihat dari kandungan logam berat. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(36), 15-31.
- Ruswahyuni, Niniek, W., & Lolo Ray, M. (2013). Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobenthos pada substrat dasar berlogam timbal (Pb) di pesisir Teluk Jakarta. *Journal Of Management Of Aquatic Resources*, 2(2), 54-59.
- Sagala, S. L., Anastasia, R. B., Kuswardani, & Widodo, S. (2014). Distribusi logam berat di perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 297-310.
- Siregar, Y. I., & Edward, J. (2010). Faktor konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn dalam sedimen perairan pesisir Kota Dumai. *Maspuri Journal*, 1(3), 1-10.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (2009). Cara uji logam berat timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Tungku Karbon. *SNI.6989.46.2009*. ICS.13.060.50. Bagian 46 Air dan Air Limbah.
- Sudarso, Y., Gunawan P., & Suryono, T. (2005). Kontaminasi logam berat di sedimen : Studi Kasus pada Waduk Saguling, Jawa Barat. *Pusat Studi Lingkungan Hidup (UGM)*, 12(1), 28-42.
- Supriatno, & Lelifajri (2009). Analisis logam berat Pb dan Cd dalam sampel ikan dan kerang secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(1),5-8.
- Tilaar, S. (2014). Analisis pencemaran logam berat di muara sungai Tondano dan muara sungai Sario Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 2(1), 45-52.
- Widyastuti, R., Eko, Y. H., & Suntoyo (2010). Pemodelan Pola Arus Laut Permukaan Di Perairan Indonesia Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-1. *Teknik Kelautan*. ITS: Surabaya.