

**ANALISIS LOGAM BERAT SENGG (Zn) DARI FRAKSI SEDIMEN SILT DAN
CLAY PADA KEDALAMAN YANG BERBEDA DAN KORELASINYA
TERHADAP BAHAN ORGANIK DI MUARA SUNGAI PORONG, SIDOARJO**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

FANNY APRILIA EKAWATI

NIM. 115080601111014



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**ANALISIS LOGAM BERAT SENGG (Zn) DARI FRAKSI SEDIMEN SILT DAN
CLAY PADA KEDALAMAN YANG BERBEDA DAN KORELASINYA
TERHADAP BAHAN ORGANIK DI MUARA SUNGAI PORONG, SIDOARJO**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
FANNY APRILIA EKAWATI
NIM. 115080601111014**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

ANALISIS LOGAM BERAT SENG (Zn) DARI FRAKSI SEDIMEN SILT DAN CLAY PADA KEDALAMAN YANG BERBEDA DAN KORELASINYA TERHADAP BAHAN ORGANIK DI MUARA SUNGAI PORONG, SIDOARJO

Oleh:

FANNY APRILIA EKAWATI

NIM. 115080600111020

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 07 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph. D)

NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc, MP

NIK. 8601150812 0 318

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Guntur, MS

NIP. 19580605 198601 1 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Syarifah Hikmah J.S, S.Pi, M.Sc)

NIP. 19840720 201404 2 002

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan SKRIPSI yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis pada laporan berupa literatur serta dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan SKRIPSI ini hasil dari menjiplak (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 07 Agustus 2015

Mahasiswa

Fanny Aprilia Ekawati

NIM. 115080601111014

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Guntur, MS selaku dosen pembimbing I yang sudah bersedia memberi masukan selama proses pengerjaan SKRIPSI ini berlangsung.
2. Ibu Syarifah Hikmah J.S, S.Pi. M.Sc selaku dosen pembimbing II yang dalam kesibukannya senantiasa meluangkan waktu dan perhatian untuk memberikan bimbingan, nasehat dan saran yang berharga sejak awal penelitian hingga akhir penulisan laporan Skripsi ini.
3. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph. D selaku dosen Penguji I yang telah memberikan masukan demi kesempurnaan laporan Skripsi ini
4. Ibu Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc, MP selaku dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Skripsi ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi setiap waktu untuk kelancaran SKRIPSI ini.
6. Ucapan terimakasih secara khusus buat Marine Octa diantaranya Winny, Nur, Laela, Intan, Desi, Titus, Arik, dan Salmana yang selalu menemani dalam pengerjaan laporan skripsi ini hingga akhir.
7. Andre S, Dwi Retno dan Ari Winarno teman seperjuangan IK 2011 yang membantu saat di lapang
8. Mangelhaens 2011 yang selalu kompak

Malang, 07 Agustus 2015

Penulis

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **Analisis Logam Berat Seng (Zn) Dari Fraksi Sedimen *Silt* Dan *Clay* Pada Kedalaman Yang Berbeda Dan Korelasinya Terhadap Bahan Organik Di Muara Sungai Porong, Sidoarjo**. Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi parameter fisika, kimia, logam berat dan bahan organik yang berada di sedimen *silt* dan *clay* di Muara Sungai Porong.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini memiliki kekurangan yang harus diperbaiki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini.

Malang , 07 Agustus 2015

Fanny Aprilia Ekawati

RINGKASAN

FANNY APRILIA EKAWATI. Analisis Logam Berat Seng (Zn) Dari Fraksi Sedimen *Silt* Dan *Clay* Pada Kedalaman Yang Berbeda Dan Korelasinya Terhadap Bahan Organik Di Muara Sungai Porong, Sidoarjo, (dibawah bimbingan **Guntur dan Syarifah Hikmah J.S**)

Muara Sungai Porong Sidoarjo adalah titik pertemuan air dari sungai porong dengan Perairan Selat Madura yang sangat dipengaruhi oleh berbagai kegiatan manusia seperti, industri, pemukiman, pertanian dan tambak. Ditambah lagi dengan adanya aktivitas buangan lumpur lapindo yang diduga menyumbang limbah logam berat Zn pada Perairan Sungai Porong. Buangan limbah dari Sungai Porong akan mengalami pengendapan pada sedimen. Pada sedimen, ukuran partikel diduga mempunyai pengaruh penting dalam akumulasi logam berat Zn. Pada umumnya logam berat akan tinggi pada sedimen lumpur (campuran silt dan clay). Dalam komponen geokimia, bahan organik sangat penting dalam mengontrol pengikatan logam di sedimen. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi logam berat seng (Zn) pada fraksi sedimen *silt* dan *clay*, Menganalisis pengaruh perbedaan kedalaman sedimen terhadap akumulasi logam berat seng (Zn) pada fraksi silt dan clay, Menganalisis hubungan akumulasi logam berat seng (Zn) terhadap bahan organik dan kedalaman yang berbeda pada sedimen *silt* dan *clay*.

Penelitian ini dilakukan pada 3 stasiun yang dapat mewakili hilir sungai, muara sungai, dan dekat laut. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah parameter kualitas air meliputi suhu, salinitas, DO, pH yang diukur secara *insitu*, parameter sedimen meliputi pH sedimen, Eh dan fraksi sedimen yang diukur secara *eksitu*, dan pengukuran konsentrasi logam berat Zn dan bahan organik pada sedimen *silt* dan *clay* yang diukur secara *eksitu*. Analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dan analisis statistik (ANOVA dan Korelasi). ANOVA *Two way* digunakan untuk mengetahui pengaruh kedalaman dan stasiun terhadap konsentrasi logam berat Zn pada sedimen *silt* dan *clay* dan korelasi untuk melihat hubungan keterkaitan bahan logam berat Zn dan bahan organik dikedalaman berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Zn dan kandungan bahan organik pada sedimen *silt* dan *clay* dengan kedalaman yang berbeda mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pada uji ANNOVA menunjukkan bahwa kedalaman mempengaruhi konsentrasi logam berat Zn dan stasiun tidak mempengaruhi konsentrasi Zn. Hasil korelasi antara konsentrasi Zn dan kandungan bahan organik disedimen *silt* dan *clay* memiliki nilai yang tidak signifikan. Hal ini diduga karena kurangnya jumlah data.

DAFTAR ISI

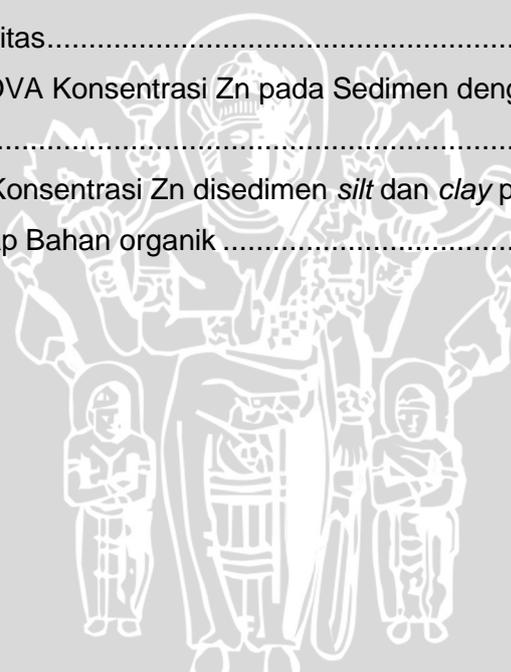
HALAMAN SAMPUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan	5
1.5. Kegunaan.....	6
1.6. Waktu dan Tempat.....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Logam Berat.....	7
2.2 Pencemaran Logam Berat di Muara Sungai Porong.....	8
2.3 Pencemaran Logam Berat Seng (Zn)	9
2.3.1 Karakteristik Seng (Zn)	9
2.3.2 Seng (Zn) di Lingkungan dan Sumber Pencemarnya	9
2.3.3 Toksisitas Zn	10
2.3.4 Siklus Zn.....	11
2.4 Akumulasi Logam Berat Zn di Kedalaman Sedimen yang berbeda.....	11
2.5 Hubungan Logam Berat Zn dengan Bahan Organik	12
2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Akumulasi Zn pada Sedimen	12
2.6.1 Bahan Organik	12
2.6.2 Eh.....	13
2.6.3 pH Tanah.....	14
2.6.4 Suhu.....	14
2.6.5 Salinitas.....	15
2.6.6 DO (Dissolved oxygen).....	15
2.6.7 pH Air	16
2.7 Tekstur Sedimen	16



3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu penelitian	18
3.2. Posedur Penelitian	18
3.1.1. Survei	19
3.1.2. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	19
3.2. Skema Metode Penelitian	23
3.3. Alat dan Bahan	24
3.4. Teknik Pengambilan Data	25
3.4.1. Data Primer	25
3.4.2. Data Sekunder	26
3.4.3. Pengumpulan Data secara Insitu	27
3.4.4. Pengumpulan Data secara Eksitu	31
3.5 Analisis Data	33
3.5.1 Analisis Deskriptif	33
3.5.2 Analisis Statistik	34
3.5.3 <i>Analysis of Variance</i> (ANNOVA)	34
3.5.4 Analisis Statistik Korelasi	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	36
4.2. Kondisi Lingkungan di Muara Sungai Porong April 2015	37
4.2.1. Parameter Kualitas Perairan	39
4.2.2. Parameter Sedimen	45
4.3. Hasil Pengukuran Fraksi Sedimen	48
4.4. Konsentrasi Zn Pada Fraksi Sedimen Silt Dan Clay	50
4.5. Kandungan Bahan Organik Pada Kedalaman Berbeda	53
4.6. Pengaruh Kedalaman Yang Berbeda Terhadap Akumulasi Zn di Sedimen <i>silt dan clay</i>	57
4.7. Keterkaitan Bahan Organik Terhadap Konsentrasi Logam Berat Zn	59
5. PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2` Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Dan Luas Permukaan Tanah Menurut USDA dan Sistem Internasional (Dimodifikasi dari Foth, 1984)	17
Tabel 2. Titik Kordinat Pengambilan Sampel	20
Tabel 3. Alat yang digunakan di lapang beserta fungsinya	24
Tabel 4. Bahan yang digunakan beserta fungsinya.....	25
Tabel 5. Parameter Dan Metode Yang Digunakan.....	26
Tabel 6. Nilai Koefisien (r) dan Interpretasi	35
Tabel 7. Parameter Lingkungan.....	38
Tabel 8. Klasifikasi Kandungan Bahan Organik	57
Tabel 9. Hasil Uji Normalitas Konsentrasi Zn	58
Tabel 10. Uji Homogenitas.....	58
Tabel 11. Hasil uji ANOVA Konsentrasi Zn pada Sedimen dengan kedalaman berbeda	58
Tabel 12. Uji Korelasi Konsentrasi Zn disedimen <i>silt</i> dan <i>clay</i> pada kedalaman 10 cm dan 30 cm Terhadap Bahan organik	60

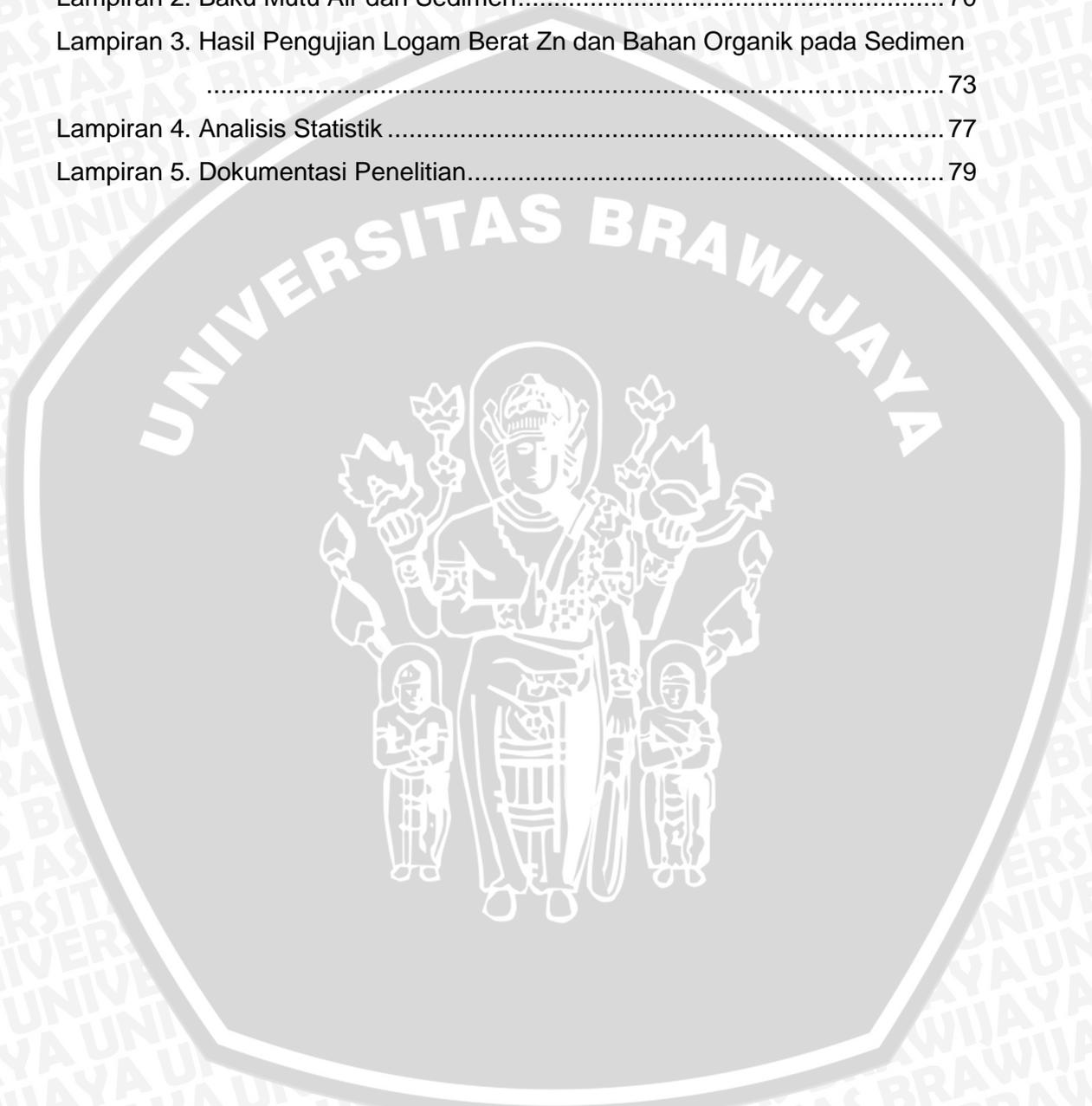


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Dinamika Logam berat di Lingkungan	8
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	18
Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel.....	20
Gambar 4. Stasiun 1.....	21
Gambar 5. Stasiun 2.....	21
Gambar 6. Stasiun 3.....	22
Gambar 7. Skema Metode Penelitian	23
Gambar 8. Tahapan Pengukuran Suhu Perairan	28
Gambar 9. Tahapan Pengukuran DO	28
Gambar 10. Tahapa Pengukuran Salinitas	29
Gambar 11. Tahapan Pengukuran pH air	29
Gambar 12. Ilustrasi Pengambilan Sampel Sedimen.....	31
Gambar 13. Hasil Pengukuran Suhu di Muara Sungai Porong.....	39
Gambar 14. Hasil Pengukuran DO di Muara Sungai Porong	41
Gambar 15. Hasil Pengukuran Salinitas di Muara Sungai Porong	43
Gambar 16. Hasil Pengukuran pH di Muara Sungai Porong	44
Gambar 17. Hasil Pengukuran pH Sedimen di Muara Sungai Porong	46
Gambar 18. Hasil Pengukuran Eh di Muara Sungai Porong	47
Gambar 19. Hasil Fraksi Sedimen di Muara Sungai Porong	48
Gambar 20. Konsentrasi Zn Pada Kedalaman 10 cm dan 30 cm.....	50
Gambar 21. Hasil Pengukuran Bahan Organik pada Kedalaman.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran Parameter Sedimen	68
Lampiran 2. Baku Mutu Air dan Sedimen.....	70
Lampiran 3. Hasil Pengujian Logam Berat Zn dan Bahan Organik pada Sedimen	73
Lampiran 4. Analisis Statistik	77
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	79



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Muara Sungai Porong Sidoarjo adalah titik pertemuan air dari sungai porong dengan Perairan Selat Madura. Muara ini sangat dipengaruhi oleh berbagai kegiatan manusia seperti, industri, pemukiman, pertanian dan tambak yang terdapat di sekitar Sungai Porong (Putri dkk,2014). Kegiatan tersebut akan meningkatkan beban masukan berupa limbah yang masuk ke perairan Muara Sungai Porong. Selain itu, pembuangan limbah berupa lumpur yang telah dilakukan oleh PT. Lapindo Brantas selama ini di Sungai Porong tentunya akan memberikan dampak nyata terhadap perubahan kondisi fisika dan kimia perairan terutama di Muara Sungai Porong. Salah satu dampak tersebut adalah pendangkalan yang terjadi di Muara Sungai Porong yang mengakibatkan banjir di Porong dan Surabaya pada musim hujan (Admojo, 2011). Selain itu, beban masukan berupa lumpur dan limbah tersebut, membawa partikel tersuspensi, nutrisi dan bahan organik terlarut yang akan mendukung terjadinya eutrofikasi atau bahkan kematian masal organisme dan bisa menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya pada kolom air (Abida, 2009). Adanya masukan dan pembuangan limbah ke perairan dapat mempengaruhi konsentrasi terlarut bahan-bahan tertentu seperti logam berat (Sukarno, 2013).

Salah satu zat pencemar yang di temukan di Muara Sungai Porong adalah logam berat. Logam berat terdapat di seluruh lapisan alam, namun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Pada tingkat kadar yang rendah beberapa logam berat umumnya dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Namun sebaliknya bila kadarnya meningkat, logam

berat berubah sifat menjadi racun (Philips, 1980 *dalam* Maslukah 2013). Menurut Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sidoarjo *dalam* Pramanna (2014) potensial logam berat yang dapat di temukan di Perairan Muara Sungai Porong adalah As, Cd, Cr, Hg, Ni dan Zn. Penelitian Pramanna (2014) menjelaskan bahwa logam berat yang terdeteksi di perairan dan sedimen adalah Ni dan Cr sedangkan As, Hg dan Cd tidak terdeteksi. Menurut penelitian Handika (2013), mengemukakan bahwa Perairan Sungai Porong mengandung logam berat Zn. Konsentrasi logam berat Zn pada air berkisar 0,27700-0,3320 mg/L dan pada sedimen berkisar antara 0,31500-0,51600 mg/L. Berdasarkan kedua penelitian tersebut konsentrasi Logam berat yang tertinggi adalah Zn. Kelarutan logam Zn dalam air relatif rendah, logam Zn dengan gugusan klorida dan sulfat mudah terlarut ke dalam sedimen, sehingga logam Zn di perairan banyak mengendap di dasar perairan. Oleh karena itu Zn banyak terakumulasi di Sedimen (Suwondo dkk, 2005).

Menurut Amien (2007) sumber logam berat Zn dapat berasal dari batu dan lumpur lahar. Adanya aktivitas pembuangan lumpur oleh PT. Lapindo Brantas di Sungai Porong di duga mengandung logam berat Zn. Menurut Badan Geologi (2012) Lumpur Lapindo memiliki kandungan unsur-unsur utama yaitu SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, P₂O₅, SO₃, MnO, H₂O, NaO, K₂O dan HD. Selain unsur utama tersebut, lumpur lapindo juga mengandung beberapa logam diantaranya Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Cd, Cr, Hg, As, Sb, Se. Sisa buangan lumpur lapindo yang dibuang melalui Sungai Porong akan terbawa sampai ke muara sungai dan mengendap pada sedimen. Pada sedimen, logam berat Zn terakumulasi dengan konsentrasi yang berbeda berdasarkan ukuran partikel. Selain itu, keberadaan logam berat Zn juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik (Siaka, 2000). Selanjutnya Mc Lean dan Bledsoe (1992),

menyatakan bahwa proses adsorpsi dan desorpsi dari logam berat Zn berkorelasi dengan unsur lain seperti pH, potensial redoks dan bahan organik.

Menurut Thomas dan Bendell – young (1998) bahan organik adalah komponen geokimia yang sangat penting dalam mengontrol pengikatan logam di sedimen. Menurut Maslukah (2013) konsentrasi logam berat dalam sedimen akan meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik. Umumnya sedimen yang mempunyai ukuran sedimen yang lebih halus mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi dan mengandung logam berat yang lebih besar dari pada sedimen yang mempunyai ukuran permukaan besar. Kandungan logam berat dan bahan organik umumnya akan tinggi pada sedimen lumpur (campuran *silt* dan *clay*) (Huang dan Lin 2003, dalam Yang *et al*, 2007).

Menurut Juniawan *et al* (2013) pada Muara Sungai Porong komposisi sedimen adalah *silt* dan *clay* atau lempung dan liat dengan presentase 96%. Selain fraksi sedimen yang mempengaruhi akumulasi logam berat, kedalaman sedimen diduga mempunyai korelasi dengan konsentrasi logam berat yang terakumulasi di sedimen. Sedimen permukaan akan banyak mengakumulasi logam berat dibandingkan dengan sedimen didasar (Siaka,2008). Namun, hal tersebut belum tentu sama dengan kondisi yang terjadi di Muara Sungai Porong, mengingat terdapat berbagai aktivitas yaitu adanya penambangan pasir, pengurukan tanggul sungai serta adanya pengerukan untuk reklamasi pantai yang berpengaruh pada pola hidrodinamika perairan sehingga mempengaruhi karakteristik dan perubahan konsentrasi dari logam berat yang terakumulasi di sedimen (Abida, 2009). Oleh karena itu, belum diketahui bagaimana respon akumulasi logam berat di Muara Sungai Porong di fraksi *silt* dan *clay* pada kedalaman sedimen yang berbeda dan korelasinya dengan bahan organik. Menurut Maslukah (2006) Perbedaan waktu dan lokasi penelitian diperkirakan akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik

dan perubahan konsentrasi dari logam yang terakumulasi baik di perairan maupun di sedimen.

1.2. Rumusan Masalah

Perairan Muara Sungai Porong Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah yang di sekitarnya masih banyak terdapat pemukiman, pertambakan atau perikanan budidaya. Pembuangan limbah dan lumpur PT. Lapindo Brantas ke Sungai Porong semakin memperparah beban Sungai Porong dari polutan yang berakibat air menjadi keruh, sedimentasi lumpur dan kualitas air di wilayah tersebut menurun. Diduga dari aktivitas tersebut menimbulkan pencemaran logam berat Zn yang nantinya akan mengendap di sedimen. Berdasarkan penelitian dari (Dianto, 2014) konsentrasi kandungan logam berat Zn di sedimen Muara Sungai Porong berkisar 5-11 mg/L.

Menurut (Wulan dkk, 2013) logam berat termasuk Zn mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap ke dasar perairan dan bersatu dengan sedimen. Kandungan logam berat dalam sedimen meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik yang terdapat dalam badan air dan sedimen. Kandungan bahan organik sangat erat kaitannya dengan ukuran partikel dan kedalaman sedimen, partikel dan kedalaman sedimen juga mempunyai peranan penting dalam distribusi logam berat dalam sedimen.

Berdasarkan penelitian Syafriotman (2015) komposisi sedimen di Muara Sungai Porong Lempung (*silt*) dan Liat (*clay*) dengan presentase 99%. Menurut Rafni (2004) tekstur sedimen yang di dominasi oleh *silt* dan *clay* biasanya mempunyai kandungan bahan pencemar yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik partikel mineral dan pengikatan oleh partikel organik. Oleh karena itu, fokus penelitian ini membahas mengenai kandungan logam berat Zn pada fraksi *silt* dan *clay* dengan kedalaman berbeda dan korelasinya

dengan bahan organik di Muara Sungai Porong. Dari uraian diatas, rumusan masalah yang dapat di ambil adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konsentrasi logam berat seng (Zn) dan Kandungan bahan organik pada fraksi sedimen *silt* dan *clay* di Muara Sungai Porong ?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman sedimen *silt* dan *clay* terhadap akumulasi seng (Zn) di Muara Sungai Porong ?
3. Bagaimana hubungan akumulasi logam berat seng (Zn) terhadap bahan organik dan kedalaman sedimen *silt* dan *clay* yang berbeda di Muara Sungai Porong ?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas. Adapun batasan dari permasalahan ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang penulis lakukan hanya mengkaji konsentrasi logam berat pada kedalaman 10 dan 30 cm serta korelasinya dengan bahan organik
2. Penelitian yang penulis lakukan hanya mengkaji pada sedimen *silt* dan *clay*

1.4. Tujuan

Tujuan umum penelitian ini adalah :

1. Mengetahui konsentrasi logam berat seng (Zn) dan kandungan bahan organik pada fraksi sedimen *silt* dan *clay* di Muara Sungai Porong
2. Menganalisis pengaruh perbedaan kedalaman sedimen terhadap akumulasi logam berat seng (Zn) pada fraksi *silt* dan *clay* di Muara Sungai Porong

3. Menganalisis hubungan akumulasi logam berat seng (Zn) terhadap bahan organik dan kedalaman yang berbeda pada sedimen *silt* dan *clay* di Muara Sungai Porong.

1.5. Kegunaan

Adapun kegunaan penelitian ini :

1. Meningkatkan kemampuan menganalisis data, memahami permasalahan dan menemukan solusi dengan memadukan teori dengan kasus di lapang dan sebagai informasi mengenai status pencemaran logam berat Zn di sedimen *silt* dan *clay* di Muara Sungai Porong
2. Sebagai litelatur tambahan mengenai konsentrasi logam berat Zn di sedimen *silt* dan *clay* pada kedalaman yang berbeda dan hubugannya dengan bahan organik di muara Sungai Porong
3. Sebagai bahan masukan dalam proses pengelolaan sumberdaya secara berkelanjutan dan peningkatan mutu perairan Sungai Porong.

1.6. Waktu dan Tempat

Penelitian ini di laksanakan pada April 2015 yang bertempat di Muara Sungai Porong, Sidoarjo. Pengujian sampel sedimen dilaksanakan di Laboratorium Kimia tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

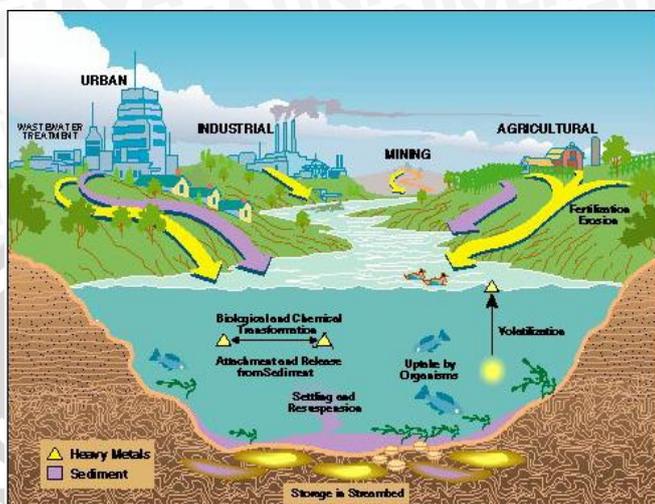
Logam berat adalah unsur dengan nomor atom 22-92, terletak pada periode 3-7 dalam susunan berkala. Pada umumnya semua logam berat berbahaya bagi kesehatan karena memiliki daya hantar panas dan listrik yang tinggi serta mudah terakumulasi dalam tubuh organisme. Logam berat secara umum di bagi menjadi dua yaitu logam berat esensial dan logam berat tidak esensial. Diantara semua unsur logam berat, Hg menduduki urutan pertama dalam sifat paling toksik. Selanjutnya di ikuti oleh logam berat Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn (Rompas, 2010). Keberadaan logam berat dianggap berbahaya karena senyawa logam berat yang tidak dapat dihancurkan (non degradable) oleh organisme perairan sehingga terakumulasi dan mengendap di dasar perairan (Rochyatun dan Rozak, 2007).

Kelompok logam berat menurut Palar (2012), memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3
2. Memiliki nomor atom 22-30 dan 40-50
3. Mempunyai respon biokimia spesifik pada organisme hidup

Menurut Harahap 1991 dalam Pramana (2014), pencemaran logam berat bersumber dari batu-batuan dan tumpahan lahar gunung merapi selain itu aktivitas manusia seperti pembuangan limbah industri dan pembuangan sampah domestik ke perairan merupakan penyumbang terbesar pencemaran logam berat di perairan. Menurut Ali dan Rina (2010), secara umum sumber utama logam berat (termasuk yang ada di alam) berasal dari aktivitas yang berkaitan dengan residu (terutama Cr, Cu, Pb, Zn, Mn dan Ni), bahan bakar fosil (Cu, Ni, Pb),

pengolahan industri besi dan baja (Cr dan Zn), pupuk (Cu,Fe,Mn,Ni dan Zn) dan buangan limbah (Zn, Mn dan Pb). Dinamika logam berat di lingkungan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Dinamika Logam berat di Lingkungan

2.2 Pencemaran Logam Berat di Muara Sungai Porong

Sungai Porong adalah salah satu sungai yang dijadikan sebagai saluran pembuangan lumpur Lapindo. Kebijakan pemerintah ini telah menyebabkan kerugian yang sangat besar, diantaranya pencemaran kualitas perairan. Salah satu zat pencemar yang di temukan adalah logam berat. Menurut BAPEDAL (2007), potensial logam berat yang ditemukan di Muara Sungai Porong adalah Ni, Zn, Pb, Cu, Hg dan Cd.

Tingginya suhu lumpur Lapindo menyebabkan adanya faktor geotermal pada mekanisme keluarnya material lumpur panas yang di alirkan ke Muara Sungai Porong. Proses geotermal dapat menghasilkan unsur utama yang mengandung beberapa logam diantaranya Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Cd, Cr, Hg, As, Sb, Se. Logam tersebut nantinya akan masuk ke perairan Muara Sungai Porong sebagai zat pencemar (Herawati, 2007).

2.3 Pencemaran Logam Berat Seng (Zn)

2.3.1 Karakteristik Seng (Zn)

Seng (zink) adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, nomor atom 30 dan massa atom relatif 65,39. Seng tidak di peroleh dengan bebas di alam, melainkan dalam bentuk terikat dengan unsur lain berupa mineral. Mineral yang mengandung seng di alam bebas antara lain kalaminit, franklinit, smithsonit, willenit dan zinkit (Kacaribu, 2008)

Seng (Zn) memiliki karakteristik cukup reaktif, berwarna putih kebiruan, pudar bila terkena uap udara. Zn dapat bereaksi dengan asam basa dan senyawa nir-logam, Zn memiliki titik lebur $419,73^{\circ}$ C. Unsur Zn di lingkungan mempunyai berbagai bentuk, antara lain debu, granula, lembaran, bubuk dan batangan. Pada umumnya seng paling berlimpah di alam sebagai batuan sulfide sphalerit (ZnS) (Rompas, 2010).

2.3.2 Seng (Zn) di Lingkungan dan Sumber Pencemarnya

Seng (Zn) merupakan komponen alamiah yang terdapat di dalam kerak bumi dan merupakan bagian tak terpisahkan dari lingkungan. Zn terdapat di bebatuan, tanah udara dan di perairan (Rompas, 2010). Berdasarkan penelitian dari Machub dan Mulyadi (2000) dari beberapa jenis logam berat yang mencemari Perairan Sungai di Indonesia, Zn (Seng) adalah logam berat yang kandungannya lebih tinggi dan dominan dibandingkan dengan logam berat lainnya, selain itu konsentrasinya telah melebihi ambang batas dari baku mutu perairan yakni 0,118 mg/L.

Secara alami, logam Zn di perairan berasal dari pelapukan batuan dan lumpur lahar. Sedangkan sumber lain dari kegiatan proses elektroda, baterai kimia dan pembuangan penambangan logam (Amien, 2007). Sumber utama masuknya logam Zn ke dalam lingkungan berasal dari proses tailing dan buangan limbah

rumah tangga yang mengandung logam Zn seperti korosi pip-pipa air dan produk-produk konsumen (misalnya formula detergen) yang tidak diperhatikan sarana pembuangannya (Connel dan Miller 1995 dalam Nisa dkk, 2013). Menurut (Rompas, 2010) Sumber alami Zn adalah erosi batuan yang mengandung Zn di sungai.

2.3.3 Toksisitas Zn

Logam Zn sebenarnya tidak bersifat toksik dalam keadaan ion karena Zn merupakan unsur esensial yang di butuhkan tubuh dalam jumlah sedikit. Namun dalam keadaan bebas, Zn memiliki toksisitas tinggi. Jika kandungan Zn melebihi ambang batas, dapat menimbulkan rasa kesat pada air dan akan menimbulkan gejala muntaber. Nilai toksisitas seng bagi organisme akuatik seperti alga, avetebrata dan ikan sangat bervariasi. Mulai dari < 1 mg/liter - >100 mg/liter, nilai LC₅₀ 48 jam seng bagi spesies *Daphnia hyaline* adalah 0,04 mg/liter. Toksisitas Zn menurun dengan meningkatnya kesadahan, sebaliknya akan meningkat dengan meningkatnya suhu dan penurunan oksigen terlarut. (Efendi, 2003)

Menurut Lombi *et all* (2000) dalam Pratomo (2004), Zn dan Cd mempunyai struktur yang mirip sehingga mempunyai beberapa kesamaan sifat. Serapan Zn yang berlebihan mampu menekan serapan kobalt dan besi, sehingga akan mempengaruhi sirkulasi darah pada tubuh manusia. Efek racun Zn pada manusia adalah pada konsentrasi tinggi antara 200-600 ppm dapat menyebabkan gangguan fisik seperti diare berat, mual mabuk dan kram berat pada perut. Pada biota, konsentrasi Zn sebesar 0,015 ppm dapat menurunkan aktivitas fotosintesa tumbuhan dan pada konsentrasi 0,02 ppm dapat menurunkan proses pertumbuhan fitoplankton.

Menurut Kacaribu (2008) kelebihan sampai 10 kali AKG mempengaruhi metabolisme kolesterol, mengubah nilai lipoprotein dan mempercepat timbulnya

aterosklerosis. Bila Zn masuk ke dalam tubuh sebanyak 2 gram atau lebih dapat menyebabkan anemia, diare dan gangguan produksi.

2.3.4 Siklus Zn

Keberadaan logam Zn dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Menurut Rochyantun *et all* (2007), pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat Zn yang berasal dari aktivitas di darat lebih tinggi dari pada yang berasal dari aktivitas di laut. Ini karena logam berat Zn terbawa oleh hujan dan kemudian mengalir ke sungai dan akhirnya ke laut. Logam berat yang awalnya terlarut dalam sungai, kemudian diadsorbsi oleh partikel halus dan oleh aliran sungai dibawa ke muara. Di muara, arus sungai bertemu dengan arus pasang dan gelombang yang cukup tenang sehingga logam tersebut mengalami pengenceran dalam tingkat rendah.

Zn akan mengendap di tempat-tempat pertukaran seperti pada akar dan permukaan sedimen. Dalam hal ini tanaman dapat menyerap logam Zn pada saat tanah mempunyai kandungan bahan organik (Rompas, 2010).

2.4 Akumulasi Logam Berat Zn di Kedalaman Sedimen yang berbeda

Sedimen adalah padatan yang dapat mengendap jika dibiarkan selama beberapa waktu. Padatan yang mengendap tersebut terdiri dari partikel-partikel yang mempunyai ukuran sehingga dapat mengendap dengan sendirinya. Begitu juga dengan unsur logam dalam sistem perairan dapat mengendap di dasar sungai dan akhirnya akan terakumulasi di sedimen (Murniasih, 2007). Salah satu logam yang mudah terakumulasi di sedimen adalah Zn. Berdasarkan pernyataan Suwondo, dkk (2005), bahwa kelarutan logam Zn dalam air relatif rendah, logam Zn dengan gugusan klorida dan sulfat mudah terlarut ke dalam sedimen, sehingga logam Zn di perairan banyak mengendap di dasar perairan.

Menurut Siaka (2008) konsentrasi logam berat berkorelasi positif dengan kedalaman. Semakin dalam dan tebal lapisan sedimen maka kandungan logam berat akan semakin berkurang. Menurut Hidayat (2012), konsentrasi logam berat lebih tinggi di permukaan karena pada lapisan permukaan masih senantiasa menerima material dari seluruh kegiatan antropogenik manusia yang berada di darat.

2.5 Hubungan Logam Berat Zn dengan Bahan Organik

Bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam pengikatan logam berat dari perairan maupun sedimen (Thomas dan Bendell – young, 1998). Logam berat Zn mempunyai sifat yang mudah terikat bahan organik lalu mengendap ke dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat yang dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Connell dan Miller 1995 dalam Wulan dkk 2013).

Menurut Maslukah (2013), kandungan logam berat akan semakin bertambah dengan bertambahnya kandungan bahan organik. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Shiradah dalam Amin dan Nurrachmi (2005) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat disamping sangat berkaitan erat dengan fraksi sedimen juga mempunyai korelasi positif terhadap bahan organik. Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen jika berkaitan dengan materi organik bebas yang melapisi permukaan sedimen.

2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Akumulasi Zn pada Sedimen

2.6.1 Bahan Organik

Bahan organik merupakan faktor yang mempengaruhi daya larut logam berat Zn pada suatu perairan. Bahan organik akan mempengaruhi proses adsorpsi, absorpsi dan desorpsi logam berat (Maslukah, 2006).

Logam berat Zn di perairan biasanya membentuk ikatan kompleks dengan ligan organik seperti asam humus sehingga Zn cenderung terikat dalam sedimen dengan bahan organik, hal ini disebabkan karena adanya interaksi antara gugus fungsi senyawa organik dengan logam (Edward, 2014).

2.6.2 Eh

Eh (potensi redok) merupakan suatu parameter sedimen untuk mengetahui nilai akumulasi yang terjadi pada permukaan sedimen. Pengukuran Eh sedimen digunakan untuk memperkirakan potensi masuknya bahan-bahan organik dan anorganik seperti logam berat ke dalam perairan dan mengendap di permukaan sedimen. (Pearson dan Lekatompessy, 2010 dalam Fazumi, 2014).

Konsentrasi Eh sedimen permukaan dibagi dalam tiga zona, yaitu zona oksidasi jika konsentrasi Eh > 200 mV, zona transisi jika konsentrasi Eh 0-200 mV dan zona reduksi dengan jika konsentrasi Eh < 0 mV. Potensial redoks dapat menentukan spesifikasi kimiawi logam berat di sedimen (Hanifah, 2007).

Oksidasi reduksi merupakan reaksi perpindahan elektron dari donor elektron kepada aseptor elektron. Donor elektron akan teroksidasi karena pelepasan elektron, sedangkan aseptor elektron akan tereduksi karena penambahan electron (kyuma, 2004). Menurut Gupta dan Singh (2007) kondisi reduksi dari suatu logam dalam tanah adalah parameter penting untuk diukur karena kondisi ini dapat mempengaruhi toksisitas, serapan dan pergerakan logam berat.

2.6.3 pH Tanah

Pengaruh pH baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi berbagai mekanisme logam oleh tanah. pH tanah merupakan parameter yang penting, secara langsung mempengaruhi penyerapan/pelepasan, reaksi oksidasi-reduksi dan presipitasi (McLean, 1992). Menurut Soepardi (1983), pH tanah mempengaruhi serapan unsur hara. Hal ini menunjukkan bahwa pH tanah merupakan faktor penting untuk menentukan ketersediaan unsur esensial dan non esensial dalam tanah.

Menurut Siaka (2008) pada umumnya, logam berat yang terdekomposisi pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi makhluk hidup di perairan, akan tetapi oleh adanya pengaruh kondisi akuatik yang bersifat dinamis seperti perubahan pH akan menyebabkan logam yang terendap dalam sedimen terionisasi ke perairan. Toksisitas logam berat akan meningkat jika nilai pH rendah, dan toksisitas logam berat menurun jika pH tinggi.

2.6.4 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan organisme karena berpengaruh pada tingkat laju metabolisme. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme 2-3 kali lipat (Effendi, 2003). Kenaikan suhu tidak hanya meningkatkan metabolisme biota perairan, tetapi juga meningkatkan toksisitas logam berat. Suhu air yang rendah akan meningkatkan adsorpsi logam ke partikulat untuk mengendap sedangkan saat suhu air naik, senyawa logam berat akan melarut ke dalam air karena penurunan tingkat adsorpsi ke dalam partikulat (Palar, 2012).

Namminga *et al.* (1977) dalam Siaka (2008) menyatakan bahwa bahwa konsentrasi logam berat dalam sedimen pada umumnya lebih besar pada musim

panas daripada musim dingin. Temperatur yang tinggi pada musim panas mungkin menghasilkan peningkatan pada aktivitas mikrobial dalam sedimen yang nantinya akan menghasilkan peningkatan akumulasi terhadap logam berat.

2.6.5 Salinitas

Salinitas dinyatakan dalam satuan gr/kg atau promil (‰). Salinitas didefinisikan sebagai jumlah kadar garam yang terlarut dalam air (Efendi, 2003). Salinitas berpengaruh terhadap keberadaan konsentrasi logam berat di perairan. Penurunan salinitas di perairan akan menimbulkan peningkatan toksisitas logam berat dan tingkat akumulasi semakin besar (Rompas, 2010).

Menurut (Yani, 2003) semakin jauh dari daratan, maka salinitas air laut akan semakin meningkat. Nilai salinitas untuk air tawar adalah 0‰, air payau (1 ‰ – 30 ‰), air laut diatas 30 ‰.

2.6.6 DO (Dissolved oxygen)

Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur yang digunakan dalam proses metabolisme organisme terutama pada saat respirasi. Selain itu juga dapat dijadikan sebagai petunjuk kualitas perairan. Sebagai salah satu indikator dalam kualitas perairan, oksigen sangat penting dalam proses oksidasi dan reduksi. Proses oksidasi dan reduksi inilah yang membantu dalam mengurangi beban pencemaran seperti bahan organik maupun non organik pada perairan secara alami. Oksigen terlarut berbanding lurus dengan nilai pH suatu perairan. Rendahnya kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan akan menyebabkan pH perairan menjadi rendah. Begitu juga sebaliknya (Salmin, 2005).

Menurut Ramlan (1987), daya larut logam berat pada suatu perairan ini dapat menjadi tinggi seiring dengan dengan meningkatnya oksigen terlarut. Pada daerah yang minim akan kandungan oksigen terlarut, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan akan mudah mengendap. Biasanya, oksigen

terlarut rendah ketika malam hari dan akan tinggi di siang hari. Kadar oksigen terlarut dipengaruhi oleh waktu, musim, kekayaan tumbuhan dan organisme akuatik (Arief, 2003)

2.6.7 pH Air

Derajat keasaman atau pH dalam sistem perairan, merupakan faktor yang sangat penting karena pH dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan. Penurunan konsentrasi pH dapat menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Pada pH tinggi logam akan mengalami pengendapan. Biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Biasanya biota akuatik menyukai pH 7-8,5 (Maslukah, 2006). Efek yang ditimbulkan jika pH air laut tergolong asam antara lain penurunan nilai keanekaragaman plankton dan bentos, bertambahnya jenis algae hijau yang berfilamen, proses nitrifikasi terhambat, dan penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos. Perairan yang bersifat asam tergolong tidak sehat (Irawan *et al.* 2009).

Dalam lingkungan perairan, bentuk logam antara lain berupa ion bebas, pasangan ion organik dan ion kompleks. Kelarutan logam berat dikontrol oleh pH. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam berat dan kenaikan pH mengubah kestabilan sehingga pH sangat mempengaruhi keberadaan logam berat dan demikian juga sebaliknya (Palar, 2012).

2.7 Tekstur Sedimen

Perbandingan partikel sedimen disebut tekstur tanah yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi (%) relatif antara fraksi pasir (*sand*) (berdiameter 2,00-0,20 mm), debu (*silt*) (berdiameter 0,20 – 0,002 mm) dan liat (*clay*) (<2mm). Tekstur tanah sangat menentukan reaksi kimia dan fisik yang terjadi di tanah.

Tekstur tanah *silt* dan *clay* mempunyai ciri-ciri terasa halus, berat, agak licin, sangat lekat dan dapat berbentuk bola teguh (Hanafiah, 2005)

Tekstur sedimen juga mempengaruhi kadar logam berat yang terkandung dalam sedimen, dimana sedimen dengan tekstur liat berdebu lebih banyak terjadi pengendapan logam berat (Rafni, 2004). Klasifikasi ukuran, jumlah dan luas permukaan fraksi tanah menurut USDA dan sistem internasional dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

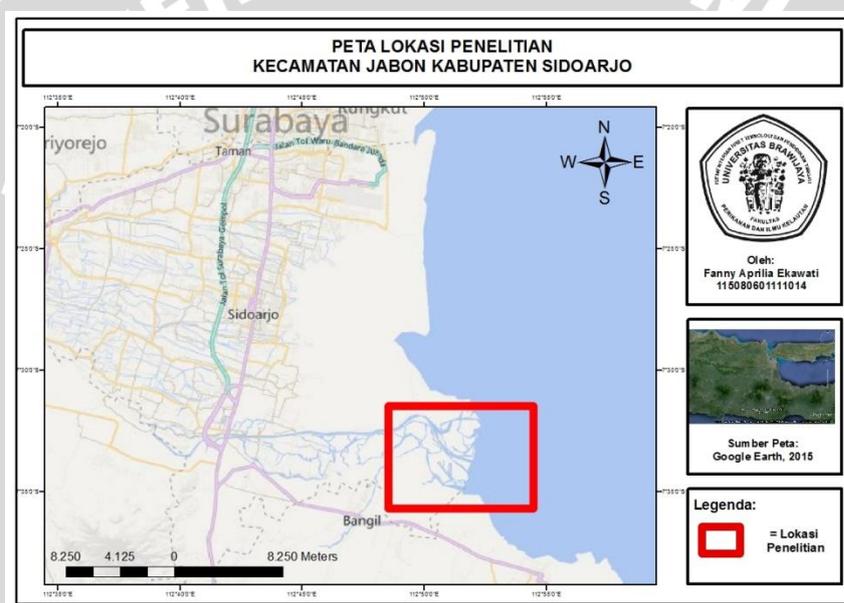
Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Dan Luas Permukaan Tanah Menurut USDA dan Sistem Internasional (Dimodifikasi dari Foth, 1984)

Separat tanah	Diameter (mm)		Jumlah partikel (g-1)	Luas permukaan (cm ² g-1)
	USDA	Internasional		
Pasir sangat kasar	2,00-1,00	-	90	11
Pasir kasar	1,00-0,50	-	720	23
Pasir sedang	0,50-0,25	-	5.700	45
Pasir	-	2,00-0,20	4.088	29
Pasir halus	0,25-0,10	-	46.000	91
Pasir sangat halus	0,10-0,05	-	722.000	227
Debu	0,05-0,002	-	5.776.000	454
Debu	-	0,02-0,002	2.334.796	271
Liat	<0,002	<0,002	90.250.853.000	8.000.000

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015 di Muara Sungai Porong, Sidoarjo. Sampel yang diambil di Muara sungai porong kemudian di analisis di Laboratorium Kimia Tanah dan Laboratorium Laboratorium Tanah dan Ilmu Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2. Posedur Penelitian

Posedur penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu, survei, penentuan stasiun pengamatan, pengumpulan data serta analisis statistik. Tahapan survei dilakukan untuk mengetahui kondisi daerah penelitian sehingga dapat menentukan titik pengambilan sampel. Pengumpulan data dilakukan secara *insitu* dilapangan dan *ekssitu* di Laboratorium. Pengambilan data *insitu* dilapangan berupa pengukuran kualitas perairan dan pengambilan sampel

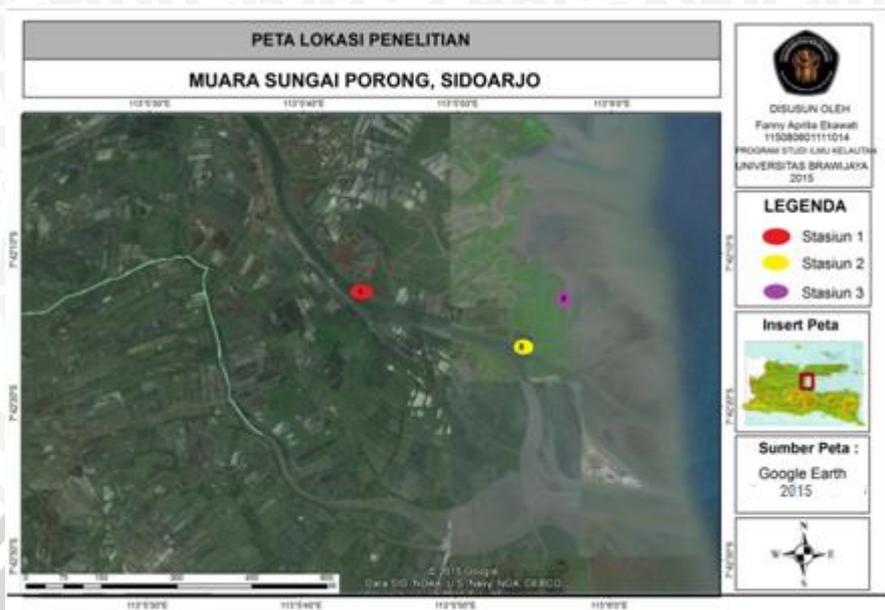
sedimen. Pengumpulan data *ekssitu* di Laboratorium bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi logam berat Zn dan bahan organik sedimen, fraksi sedimen serta parameter kimia tanah (pH dan Eh sedimen). Pengumpulan data secara *ekssitu* dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Tanah dan Ilmu Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang. Selain itu analisis statistik di lakukan untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

3.1.1. Survei

Tahap pertama pada penelitian ini adalah survei lokasi. Survei dilakukan untuk memahami kondisi lingkungan dan karakteristik lokasi Muara Sungai Porong sehingga mempermudah peneliti untuk menentukan stasiun – stasiun pengambilan sampel. Selain itu survei juga bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang status pencemaran dan sumber pencemar di Muara Sungai Porong

3.1.2. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Stasiun pengambilan sampel sedimen di Muara Sungai Porong dilakukan secara purposive sampling menggunakan GPS sebanyak 3 stasiun mewakili daerah hilir, muara dan dekat laut. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3 dan titik kordinat stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel

Tabel 2. Titik Kordinat Pengambilan Sampel

Stasiun	Koordinat	Lokasi
1	S 07°33'.36.46" E 112°51'17.62"	Hilir Muara Sungai Porong
2	S 07°33.52'.12" E 112°52.15'.66"	Cabang Utara Muara Sungai Porong
3	S 07°33'51'.87" E 112°52'41.35"	Belakang pulau sarinah (dekat dengan laut)

Keadaan umum titik pengambilan sampel di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo pada bulan April 2015, sebagai berikut:

1. Stasiun 1



Sumber : (Dokumentasi pribadi)

Gambar 4. Stasiun 1

Stasiun 1 merupakan perwakilan daerah hilir. Stasiun 1 merupakan aliran hilir Muara Sungai Porong yang masih di pengaruhi oleh aktivitas antropogenik seperti pemancingan, aktivitas kapal, pemukiman penduduk dan penambangan pasir. Di duga aktivitas antropogenik pada stasiun 1 ini merupakan penyumbang logam berat di Muara Sungai Porong oleh karena itu stasiun ini dipilih.

2. Stasiun 2



Sumber : (Dokumentasi pribadi)

Gambar 5. Stasiun 2

Stasiun 2 merupakan perwakilan daerah Muara Sungai Porong. Stasiun 2 merupakan percabangan utara Muara Sungai Porong yang berbatasan dengan

pulau sarinah. Stasiun 2 merupakan daerah transisi yang dipengaruhi oleh air tawar dan air laut. Stasiun 2 dipilih untuk mengetahui akumulasi logam berat sebelum di alirkan ke laut.

3. Stasiun 3



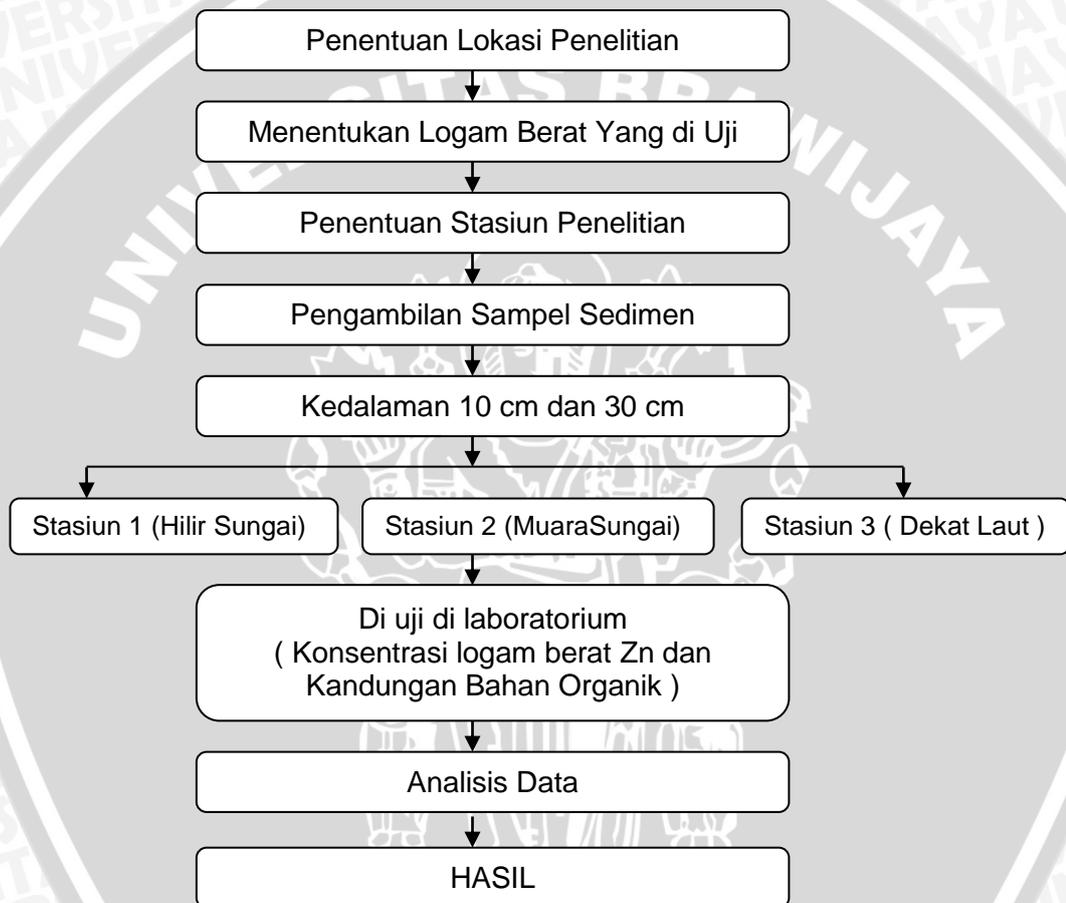
Sumber : (Dokumentasi pribadi)

Gambar 6. Stasiun 3

Stasiun 3 berada di belakang pulau Sarinah. Pada stasiun 3 ini sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti arus, gelombang dan pasang surut karena letaknya yang berhadapan langsung dengan Laut. Oleh karena itu stasiun ini penting untuk di teliti, selain itu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pulau sarinah terhadap kondisi sebaran logam berat akibat adanya aliran air muara yang terhalang Pulau Sarinah. Oleh karena itu stasiun ini dipilih.

3.2. Skema Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 7 tahapan utama. Tahap pertama adalah penentuan lokasi penelitian, menentukan logam berat yang diuji, penentuan stasiun penelitian, pengambilan sampel sedimen, uji konsentrasi logam berat dan kandungan bahan organik di laboratorium, analisis data. Berikut skema metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema Metode Penelitian

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian baik di lapangan yakni Muara Sungai Porong dan analisis di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Laboratorium Tanah dan Ilmu Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang dapat dilihat pada Tabel 3 dan bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini baik dilapangan maupun analisis di Laboratorium adalah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Alat yang digunakan di lapang beserta fungsinya

No	Alat Lapangan	Fungsi
1	Kamera Digital Canon	Mendokumentasikan kegiatan penelitian
2	Cool box	Menyimpan Sampel
3	GPS Garmin 76CSx	Menentukan titik kordinat lokasi pengamatan
4	Pipa PVC	Untuk mengambil Sampel Sedimen
5	Do Meter LUTRON DO-5510	Mengukur oksigen terlarut perairan
6	Timbangan analitik Degthon	Menimbang sampel
7	pH meter EUTECH	Mengukur pH perairan
8	Salinometer ATAGO PAL- 06S	Mengukur Salinitas perairan
9	Sieve Sacker	Pengayakan Sedimen
10	AAS (Atomotic Absorption Spectrophotometry)	Mengukur Konsentrasi Logam berat
11	Mortal dan Alu	Menghaluskan Sampel Sedimen
12	Oven Maspion	Mengeringkan Sampel Sedimen
13	Erlenmeyer Pyrex	Wadah Larutan
13	Spatula	Menghomogenkan larutan
14	Stopwatch Diamond	Menghitung waktu selama proses hidrometer

Tabel 4. Bahan yang digunakan beserta fungsinya

No	Bahan	Fungsi
1	Sampel Sedimen	Sampel yang akan di ukur kandungan logam berat dan bahan organiknnya
2	Aquades	Mengkalibrasi alat sebelum di gunakan
3	Spidol permanen	Menulis identitas sampel
4	Kertas label	Memberi tanda pada sampel
5	Kantong plastic flip	Wadah sedimen
6	Tisu	Membersihkan alat
7	Es balok	Pengawetan sampel sementara
8	Sodium hexametaphosphas	Anti koagulan pada pengujian fraksi sedimen

3.4. Teknik Pengambilan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini di kelompokkan menjadi 2 macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer di kumpulkan dari hasil observasi dan dokumentasi, sedangkan data sekunder di kumpulkan dari litelatur penunjang. Berikut data yang di ambil dalam penelitian ini :

3.4.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang di dapat langsung dari lapang dengan cara observasi. Data primer pada penelitian ini terdiri dari kualitas perairan (suhu, pH, DO dan salinitas), logam berat Zn, bahan organik, fraksi sedimen pada kedalaman yang berbeda dan parameter kimia sedimen (Eh dan pH sedimen). Kualitas perairan di ambil secara *insitu* di lapang sedangkan logam berat Zn, bahan organik, fraksi sedimen dan parameter kimia sedimen (Eh dan pH sedimen) dilakukan secara *eksitu* di Laboratorium

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015 di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. Pengambilan sampel sedimen

dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali menggunakan pipa PVC dengan kedalaman 10 cm dan 30 cm, sedimen di ambil sebanyak \pm 500 gram. Kemudian sampel sedimen yang di peroleh dibawa ke laboratorium untuk di analisis.

Pada penelitian ini juga menggunakan dokumentasi berupa foto, pengambilan dokumentasi dalam penelitian berupa pengambilan gambar kegiatan penelitian. Menurut Sugiyono (2010), dokumentasi dapat diartikan sebagai catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumentasi sangat penting dalam pemberian bukti dan keterangan pada penelitian. Berikut parameter dan metode yang digunakan dalam pengambilan data primer dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Dan Metode Yang Digunakan

No	Parameter	Metode	Alat
SEDIMEN			
1.	Frakasi Sedimen	Pengayakan Kering	Sieve Sacker
2.	Logam Berat Zn	APHA 3111 B-2005	AAS Philips PU – 9100 X
3.	Bahan Organik Sedimen	Pengabuan	Tanur
4.	Eh dan Ph sedimen	Elektrometri	<i>Metrohm-744</i>
AIR			
5.	Salinitas (Air)	Pembiasan cahaya	Salinometer
6.	pH (Air)	Potensiometer	pH Meter
7.	Suhu (Air)	Pemuain	Termometer
8.	DO	Elektrometri	DO meter

3.4.2. Data Sekunder

Menurut Usman (2006) data sekunder yaitu data primer yang telah di olah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pihak pengumpulan data primer atau oleh pihak lain, misal dalam bentuk tabel atau diagram.

Data sekunder dalam penelitian ini didapat dari studi literatur dari buku-buku mengenai logam berat Zn, jurnal-jurnal tentang hubungan logam berat dengan bahan organik pada kedalaman berbeda, pembuatan laporan seperti karya ilmiah, tesis, skripsi, disertasi maupun informasi yang di ambil dari internet, Selain itu penelitian terdahulu mengenai logam berat Zn yang di gunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

3.4.3. Pengumpulan Data secara Insitu

Pengumpulan data secara *insitu* dilapang berupa parameter kualitas perairan dan sampel sedimen. Data *insitu* berupa parameter lingkungan dilakukan pengukuran langsung saat penelitian dilapang sedangkan sampel sedimen diambil berdasarkan stasiun penelitian yang telah ditentukan dan selanjutnya sampel sedimen akan di teliti di Laboratorium.

3.4.3.1. Pengukuran Kualitas Perairan

Pengukuran parameter kualitas air bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kondisi lingkungan dalam sebuah penelitian. Parameter kualitas perairan juga mempengaruhi toksisitas logam berat dan pengendapannya ke sedimen sehingga perlu untuk dilakukan pengukuran sebagai parameter dasar.

Pengukuran kualitas perairan berupa parameter fisika dan kimia. Parameter fisika berupa suhu dan parameter kimia berupa oksigen terlarut (DO), salinitas dan pH. Tahapan pengukuran parameter perairan dapat dilihat pada Gambar 8,9,10 dan 11.

Parameter fisika pertama adalah suhu yang di ukur secara langsung *insitu* di lapang. Pengukuran dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada setiap stasiun agar didapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi aslinya. Tahapan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 8.

1. Suhu

Suhu

- Disiapkan alat dan bahan
- Kalibrasi sensor termometer dengan aquadest
- Keringkan dengan tisu
- Ukur suhu dengan cara membelakangi matahari selama ± 5 menit
- Dicatat hasilnya
- Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

Hasil

Gambar 8. Tahapan Pengukuran Suhu Perairan

Pengukuran Kimia perairan salah satunya adalah DO (oksigen terlarut). Pengukuran di ukur menggunakan DO meter dengan 3 kali pengulangan pada setiap stasiun. Tahapan pengukuran DO dapat dilihat pada Gambar 9.

2. DO (Oksigen Terlarut)

DO

- Disiapkan alat dan bahan
- Kalibrasi sensor DO meter dengan aquadest
- Keringkan dengan tisu
- Masukkan sensor DO meter ke dalam permukaan perairan
- Dicatat hasilnya
- Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

Hasil

Gambar 9. Tahapan Pengukuran DO

Salinitas merupakan parameter kimia untuk mengetahui kadar garam terlarut. Salinitas di ukur menggunakan salinometer. Pengukuran salinitas

dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap stasiun agar menggambarkan kondisi aslinya. Tahapan pengukuran salinitas dapat dilihat pada Gambar 10.

3. Salinitas

Salinitas

- Disiapkan alat dan bahan
- Dikalibrasi sensor salinometer menggunakan aquades
- Ditekan tombol on
- Dimasukkan sensor salinometer ke dalam kolom permukaan
- Ditunggu hingga nilainya stabil
- Dicatat nilai salinitasnya
- Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

Hasil

Gambar 10. Tahapan Pengukuran Salinitas

pH adalah parameter perairan untuk menunjukkan derajat keasaman suatu perairan. pH dapat diukur secara insitu menggunakan pH meter. Tahapan pengukuran pH air dapat dilihat pada Gambar 11.

4. pH air

pH

- Disiapkan alat dan bahan
- Dikalibrasi sensor pH meter menggunakan aquades
- Ditekan tombol on
- Dimasukkan sensor pH meter hingga terendam air laut
- Ditunggu hingga nilai pH stabil
- Dicatat nilai pH
- Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

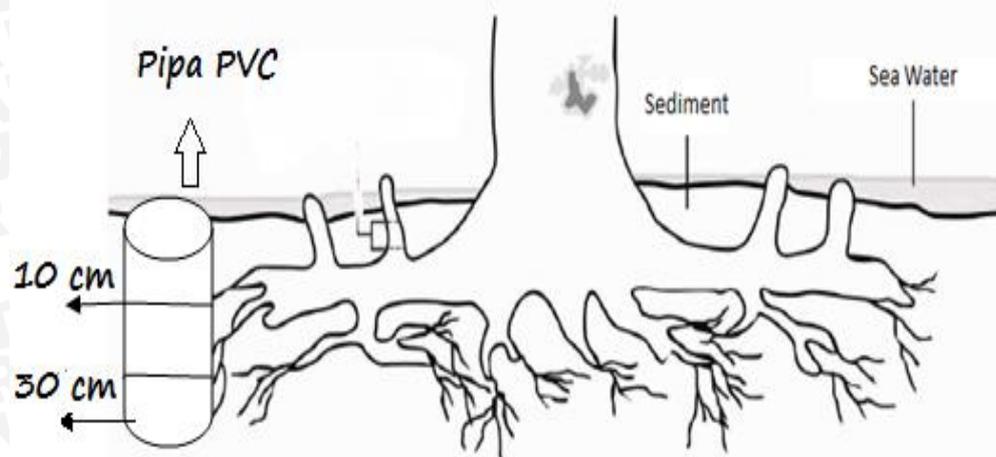
Hasil

Gambar 11. Tahapan Pengukuran pH air

3.4.3.2. Pengumpulan Sampel Sedimen

Pada penelitian ini sampel yang di ambil adalah sampel berupa sedimen untuk di analisis kandungan logam berat Zn, bahan organik dan fraksi sedimennya. Sampel sedimen dikumpulkan dari 3 stasiun yang mewakili daerah, hilir, muara dan laut. Sampel sedimen di ambil menggunakan pipa PVC, sebelum pengambilan sampel sedimen terlebih dahulu pipa diberi tanda sesuai stasiun pengamatan dan kedalaman sedimen untuk menghindari penggunaan pipa yang sama pada stasiun yang berbeda.

Sampel sedimen yang di ambil merupakan sedimen disekitar mangrove. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menancapkan pipa PVC pada sedimen pada kedalaman 10 cm sampai 30 cm (Hamzah dan Setiawan, 2010). Sedimen yang di ambil menggunakan pipa PVC dipotong menjadi 3 bagian yaitu kedalaman 10 cm, 20 cm dan 30 cm. Setelah dipotong menjadi 3 bagian, sedimen yang diambil hanya kedalaman 10 cm dan 30 cm kemudian masing-masing di masukkan ke dalam plastik lalu di beri label setelah itu sampel di simpan dalam coolbox dengan suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ sebelum dibawa ke Laboratorium untuk di analisis logam berat, fraksi sedimen, bahan organik dan parameter kimia Eh dan pH tanah. Pada masing-masing stasiun dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Ilustrasi pengambilan sampel sedimen dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Ilustrasi Pengambilan Sampel Sedimen

3.4.4. Pengumpulan Data secara Eksitu

3.4.4.1. Analisis Fraksi Sedimen

Analisis fraksi sedimen terdiri dari 3 tahapan yaitu pemeriksaan hidrometer, kalibrasi picnometer dan perhitungan berat jenis sedimen. Analisis fraksi sedimen ini berfungsi untuk mengetahui komposisi penyusun sedimen dan jenis sedimen. Sebelum diayak menggunakan ayakan bertingkat, sampel sedimen dikeringkan dulu di dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu 100°C . Setelah dikeringkan selama ± 24 jam, sampel sedimen kemudian diayak menggunakan *sieve shaker*. Setelah sampel selesai diayak, selanjutnya sampel sedimen yang tertahan pada saringan no 200 dengan diameter 0,075 cm ditimbang dan diambil sebanyak 70 gr. 50 gr dari sampel yang sudah ditimbang tadi, selanjutnya direndam dengan larutan sodium hexametaphosphas sebanyak 200 ml selama ± 24 jam dengan tujuan untuk memisahkan sedimen sesuai berat jenisnya.

Selanjutnya perhitungan kalibrasi picno. Perhitungan kalibrasi picno bertujuan untuk melengkapi data saat menghitung berat jenis. Sampel Sebanyak 20 gr dimasukkan kedalam *beaker glass* ukuran 1 L dan direndam air hingga

penuh, kemudian dipanaskan selanjutnya diukur suhu dan dihitung beratnya. Setelah kalibrasi picno, selanjutnya perhitungan hydrometer menggunakan sampel yang direndam selama 24 jam tadi. Dari pengukuran hydrometer didapat endapan sedimen yang kemudian ditimbang beratnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan berat jenis dengan memasukkan hasil perhitungan picno dan hydrometer kedalam persamaan $y = ax + b$.

3.4.4.2. Analisis Logam Berat

Analisis logam berat Zn pada sampel sedimen menggunakan metode AAS *Atomic Absorption Spectrophotometer Perkin Elmer AA - 200*. Sebelum di analisis di lakukan preparasi terlebih dahulu sebelum di ukur menggunakan AAS. Tahapan preparasi dilakukan dengan menghaluskan sampel sedimen dan dikeringkan kedalam oven dengan suhu 105°C untuk menghilangkan kadar air sehingga di dapat berat konstan. Kemudian sampel di ambil sebanyak 5 gram kemudian dilarutkan menggunakan 20 ml HNO_3 pekat kemudian di diamkan selama 24 jam. Larutan yang sudah di endapkan kemudian disaring dengan kertas saring. Larutan yang di peroleh siap di analisis menggunakan AAS. Hasil Pengukuran logam berat menggunakan AAS dapat dilihat di lampiran 3.

3.4.4.3. Analisis Bahan Organik

Analisis bahan organik sedimen menggunakan metode (Walkey-Black) Tahapan preparasi dilakukan dengan mengayak sedimen dengan ayakan 0,5 kemudian timbang 0,25 gr untuk tanah yang organiknya tinggi dan 0,1 untuk untuk bahan organik. Kemudian tambahkan 20ml H_2SO_4 pekat dan di diamkan selama 30 menit. Setelah itu di encerkan dengan H_2O 200 ml lalu di tambahkan 10ml H_3PO_4 setelah itu di lakukan tiitrasi. Hasil pengukuran bahan organik dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4.4.4. Analisa Eh dan pH

Pengukuran data kimia sedimen Eh dan pH sedimen dilakukan menggunakan alat *Metrohm-744*. Sampel pengukuran data diambil dari masing-masing sampel sedimen pada setiap stasiun sebanyak 10 gram dan diberi aquades 10 ml Kemudian sampel di homogenkan dan diendapkan selama 24 jam Setelah itu dilakukan analisis sampel menggunakan sensor elektroda yang terdapat pada *Metrohm-744*. Hasil analisis Eh pH dapat dilihat pada lampiran 1.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh dari parameter fisika, kimia, maupun konsentrasi logam berat selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk melihat kondisi pencemaran logam berat Zn. Analisis deskriptif dapat berupa tabel maupun grafik kemudian dibandingkan dengan baku mutu untuk melihat kondisi pencemaran logam berat Zn.

Perbandingan baku mutu yang digunakan untuk parameter fisika, kimia perairan adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 51 Tahun 2004 dan perbandingan baku mutu untuk konsentrasi logam berat berasal dari standar kualitas sedimen ANZECC (*Australian and New Zealand Environment and Conservation Council*) tahun 2000 Baku mutu tersebut di jadikan sebagai acuan karena di Indonesia baku mutu logam berat untuk sedimen belum ada.

3.5.2 Analisis Statistik

Rancangan dalam penelitian ini menggunakan metode percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) karena faktor yang akan di cobakan lebih dari satu faktor. Rancangan Acak Kelompok adalah analisis yang dilakukan dengan mengelompokkan satuan percobaan ke dalam grup yang homogen yang dinamakan kelompok dan kemudian menentukan perlakuan secara acak ke dalam masing - masing kelompok.

3.5.3 Analysis of Variance (ANNOVA)

Menurut Riduan (2008) Anova merupakan bagian dari metoda analisis statistika yang tergolong analisis komparatif lebih dari dua rata-rata. Pada penelitian ini, analisis statistik annova digunakan untuk mengetahui pengaruh kedalaman dan stasiun terhadap konsentrasi logam berat Zn, Hipotesis dari rancangan percobaan ini adalah H_0 : konsentrasi logam berat pada setiap kedalaman yang berbeda tidak terdapat perbedaan yang signifikan, H_a : konsentrasi logam berat pada kedalaman berbeda terdapat perbedaan yang signifikan. H_0 : konsentrasi logam berat pada stasiun berbeda tidak terdapat perbedaan yang signifikan. H_a : konsentrasi logam berat pada stasiun berbeda terdapat perbedaan yang signifikan. Pengambilan keputusan untuk menentukan kriteria jika nilai signifikansi (*.sig*) $<0,05$ dianggap berbeda signifikan dan jika nilai signifikansi (*.sig*) $>0,05$ dianggap tidak berbeda signifikan. Hasil yang menunjukkan signifikan (*.sig*) $<0,05$ mempunyai tingkat kepercayaan 95 %.

3.5.4 Analisis Statistik Korelasi

Menurut Usman dan Akbar (1995), analisis korelasi merupakan analisa statistik yang mampu menjelaskan pola hubungan antara 2 variabel atau lebih yang terdiri dari variabel dependen (Y) dan variabel independen (X). Dalam penelitian ini, terdapat 2 hubungan variabel yang akan di uji yaitu kandungan logam berat pada sedimen *silt* dan *clay* terhadap bahan organik, dimana nilai konsentrasi logam berat (sebagai sumbu y) dan bahan organik (sebagai sumbu x). Oleh karena itu digunakan analisis korelasi untuk mengetahui apakah variabel-variabel yang akan di uji saling berhubungan atau tidak antara satu sama lain dilihat dari nilai r dan nilai signifikansi yang terbentuk. Apabila nilai r mendekati 1 maka ada hubungan yang sangat tinggi antara dua variabel yang akan di uji. Persamaan korelasi yang di gunakan adalah $y = a + bx$. Analisis korelasi dilakukan menggunakan software SPSS 16,0. Berikut nilai koefisien (r) dan intepretasi dari analisis korelasi :

Tabel 6. Nilai Koefisien (r) dan Interpretasi

r	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 – 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Agak rendah
0,61 – 0,80	Cukup
0,81 – 0,90	Tinggi
1	Sangat tinggi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Perairan Muara Sungai Porong terletak di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Propinsi Jawa timur. Berdasarkan letak geografisnya menurut website Pemerintah Sidoarjo (2015) Kecamatan Jabon berada diantara $112^{\circ} 42' 19.87''$ – $112^{\circ} 44' 0.56''$ Bujur Timur dan $7^{\circ} 31' 3.20''$ - $7^{\circ} 32' 30.03''$ Lintang Selatan. Pesisir Jabon merupakan merupakan tempat berakhirnya aliran sungai porong. Sungai Porong merupakan anak sungai dari DAS Brantas yang mengalir di sepanjang Kabupaten Sidoarjo. Sungai porong merupakan salah satu sungai besar yang membelah Kabupaten Sidoarjo dengan panjang kurang lebih 70 km dan memiliki hilir dengan lebar 100-150 meter yang memiliki 2 percabangan sungai.

Menurut data Pemkab Sidoarjo (2012) Kecamatan Jabon memiliki 15 desa dengan luas wilayah sebesar 80.998 Km^2 memiliki ketinggian 3-4 m dari permukaan laut dengan curah hujan 3 mm/th, suhu udara rata-rata 25°C – 30°C . Memiliki pantai yang landai dengan sedimentasi lumpur. Garis pantainya tertutup hutan mangrove yang memiliki kategori jarang – sedang. Batas wilayah Kecamatan Jabon sebagai berikut :

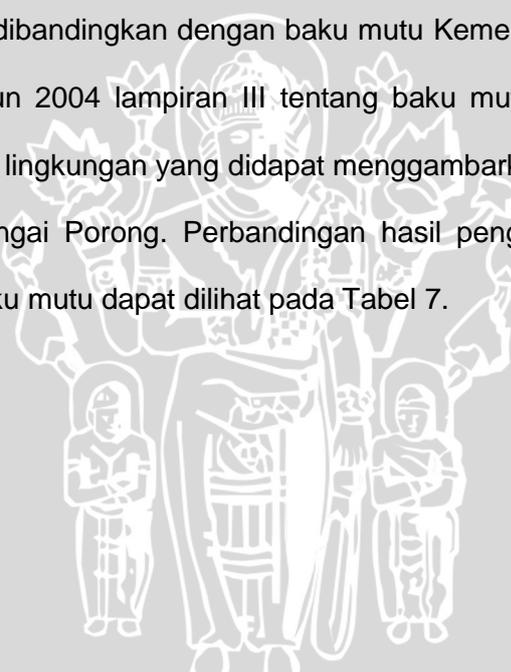
- Sebelah Utara : Desa Tambak Kalisogo
- Sebelah Selatan : Desa Kedungringin (Kec. Beji)
- Sebelah Barat : Desa Semambung
- Sebelah Timur : Desa Kedung Boto (Kec.Beji)

Berdasarkan penelitian Atmodjo (2011) Muara Sungai Porong memiliki kecepatan arus $0,270 \text{ m/s}$ saat purnama dan pada saat perbani mencapai $0,080 \text{ m/s}$. Dengan arah arus saat surut menuju pasang adalah dari Timur ke Barat

kemudian ke utara mengikuti bentuk garis pantainya dan saat pasang menuju surut pergerakan arus berorientasi dari Utara ke selatan kemudian ke Timur mengikuti bentuk garis pantai Tipe pasang surut adalah campuran cenderung ganda dengan debit rata-rata Muara Sungai Porong mencapai 33.010 m³/s.

4.2. Kondisi Lingkungan di Muara Sungai Porong April 2015

Data parameter lingkungan yang diukur pada lokasi penelitian terdiri dari parameter fisika dan kimia perairan dan sedimen. Pengukuran parameter dilakukan secara *insitu* di lapang dan *eksitu* di laboratorium. Pada pengambilan data *insitu* dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil yang diperoleh dalam penelitian selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 lampiran III tentang baku mutu biota laut. Hasil pengukuran parameter lingkungan yang didapat menggambarkan kondisi kualitas perairan di Muara Sungai Porong. Perbandingan hasil pengukuran parameter lingkungan dengan baku mutu dapat dilihat pada Tabel 7.



Tabel 7. Parameter Lingkungan

Stasiun Lokasi	Parameter Fisika Air	Parameter Kimia Air			Parameter Kimia Sedimen	
	Suhu (°C) ± stdev	pH ± stdev	Salinitas (‰) ± stdev	DO (mg/L) ± stdev	Eh ± stdev	pH ± stdev
1	29.06 ± 0.42	8.3 ± 0.03	17.1 ± 0.56	6.53 ± 0.14	36.15±0.63	6.55± 0.35
2	28.26 ± 0.07	8.36 ± 0.02	29.1 ± 0.49	5.93 ± 0.42	- 37.85 ± 1.06	6.65± 0.07
3	28.3 ± 0.28	8.35 ± 0.01	32.46 ± 0.21	8.26 ± 0.40	- 34.95 ± 1.06	6.7± 0.14
Rata-Rata ± stdev	28.54 ± 0.54	8.34 ± 0.03	26.22 ± 10.86	6.91 ± 1.22	- 36.31 ±0.84	6.63±0.10
Lampiran III (Biota Laut)	Alami ^{3(c)} Coral: 28-30 ^(c) Mangrove: 28-32 ^(c) Lamun:28-30 ^(c)	7 - 8.5 ^(d)	Alami ^{3(e)} Coral: 33-34 ^(e) Mangrove: s/d 34 ^(e) Lamun: 33-34 ^(e)	>5		

Keterangan:

Alami : Kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam, dan musim).

c : Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami.

d : Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0.2 satuan pH

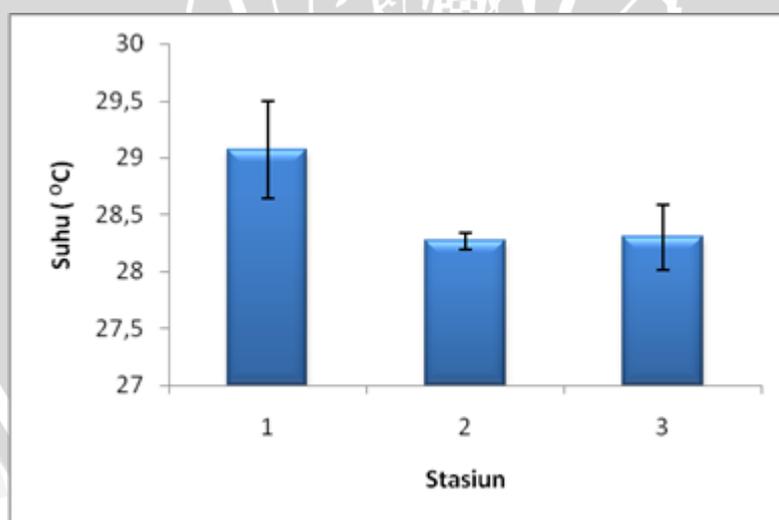
e :Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman

4.2.1. Parameter Kualitas Perairan

4.2.1.1. Suhu

Suhu merupakan parameter lingkungan yang digunakan untuk mempelajari proses fisika, kimia dan biologi. Peningkatan suhu akan mempengaruhi aktivitas organisme dan berpengaruh pada toksisitas logam berat (Hutagalung, 1984). Menurut Palar (2004), kenaikan suhu akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat pada partikel. Suhu air yang lebih dingin akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikel untuk mengendap di dasar.

Berdasarkan data pengukuran suhu yang dilakukan di Muara Sungai Porong pada bulan April 2015 di 3 lokasi diperoleh nilai rata-rata pada stasiun 1 yang berlokasi di hilir Sungai Porong sebesar 29.06°C . Pada stasiun 2 yang berlokasi di cabang utara Muara Sungai Porong sebesar 28.26° dan pada stasiun 3 yang berlokasi dekat dengan laut sebesar 28.3°C . Hasil pengukuran suhu di Muara Sungai Porong dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil Pengukuran Suhu di Muara Sungai Porong

Dari gambar di atas hasil pengukuran suhu perairan menunjukkan nilai suhu terbesar berada pada stasiun 1 yang berlokasi di aliran Muara Sungai Porong dengan nilai suhu $29,06^{\circ}\text{C}$ hal ini karena pengambilan data dilakukan

pada siang hari sekitar pukul 09.13 WIB dengan intensitas cahaya matahari lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Sedangkan nilai suhu pada stasiun 2 dan 3 tidak berbeda jauh hal ini dikarenakan rentan waktu pengukuran yang berdekatan. Menurut Massinai *et al* (2013), suhu udara permukaan bersifat dinamis dan sangat dipengaruhi oleh unsur-unsur cuaca seperti intensitas radiasi matahari, tekanan udara, curah hujan dan kelembaban udara. Unsur-unsur tersebut dapat menentukan derajat panas.

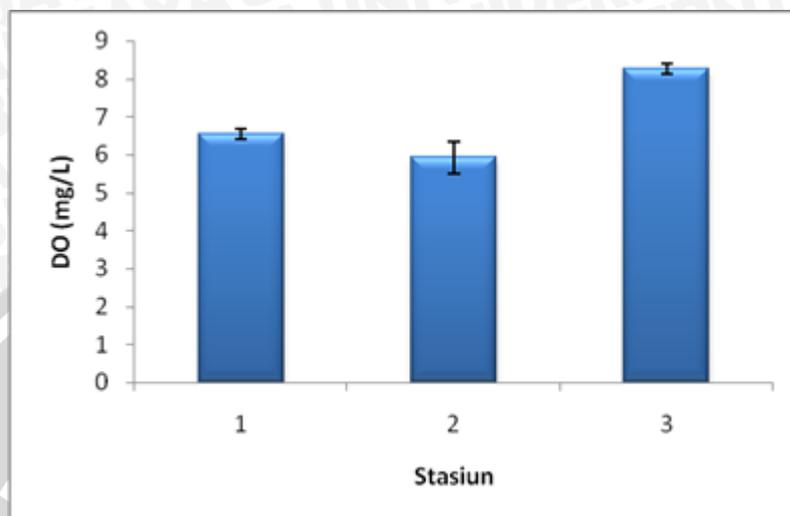
Secara umum nilai rata-rata suhu di Muara Sungai Porong sebesar $28,54^{\circ}\text{C}$. Suhu perairan rata-rata di Muara Sungai Porong pada tahun 2009 sebesar 30°C - 32°C (Parawita *et al*, 2009). Menurut baku mutu yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut dan biota laut, nilai suhu yang diperkenankan adalah suhu yang diijinkan berkisar antara 28 - 32°C . Dari data hasil pengukuran suhu di Muara Sungai Porong masih dalam kisaran baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia Nomor 51 Tahun 2004.

4.2.1.2. DO (Dissolved Oxygen)

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernafasan, proses metabolisme, pertukaran zat dan kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan. Selain itu, oksigen terlarut juga di butuhkan untuk oksidasi bahan organik dan anorganik (Salmin, 2005). Menurut Sarjono (2009) Oksigen terlarut sangat mempengaruhi toksisitas logam berat. Rendahnya nilai kandungan oksigen terlarut dapat menyebabkan nilai toksisitas logam berat meningkat. Oksigen terlarut rendah dapat mengakibatkan daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan mudah mengendap.

Hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata DO pada stasiun 1 yang berlokasi di hilir Sungai Porong sebesar 6.5 mg/L . Pada stasiun 2 yang berlokasi

di cabang utara Muara Sungai Porong sebesar 5.93 mg/L dan stasiun 3 yang berlokasi dekat dengan laut sebesar 8,26 mg/L. Hasil pengukuran DO di Muara Sungai Porong dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil Pengukuran DO di Muara Sungai Porong

Berdasarkan hasil pengukuran yang di tampilkan pada gambar di atas nilai DO tertinggi berada di stasiun 3 yang berlokasi dekat dengan laut. Sedangkan nilai terendah berada di stasiun 2. Tingginya DO pada stasiun 3 diduga karena pencampuran air tawar dan air laut menyebabkan oksigen dari atmosfer berikatan dengan air laut, karena pergerakan masa air yang dinamis dan turbulensi lebih tinggi dari pada stasiun lain sehingga dapat mengikat banyak oksigen dan meningkatkan nilai DO. Menurut Priyanto (2004) oksigen masuk kedalam perairan melalui difusi langsung dari udara dan aliran air yang masuk kedalam lokasi tersebut. Hal tersebut diperkuat oleh Nontji (2005) bahwa kadar oksigen terlarut berfluktuasi secara harian dan musiman tergantung pencampuran masa air, fotosintesis, respirasi dan limbah di perairan. Selain itu tinggi nilai DO pada stasiun 3 karena rendahnya nilai suhu. Menurut Effendi (2003) kelarutan oksigen pada suatu perairan dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang tinggi menyebabkan nilai DO rendah karena peningkatan metabolisme oleh organisme.

Nilai DO yang rendah pada stasiun 2 diduga terjadi karena adanya aktivitas dekomposisi serasah mangrove yang tinggi. Aktivitas ini melibatkan mikroorganisme, mikro organisme membutuhkan oksigen untuk bernafas dan melakukan senyawa kimia yang bersifat anorganik menjadi senyawa kimia yang bersifat organik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tutuhatunnewa (2010) yang menyatakan bahwa tingkat kelarutan oksigen yang menurun dalam perairan disebabkan antara lain karena suhu perairan, proses dekomposisi dan mekanisme respirasi.

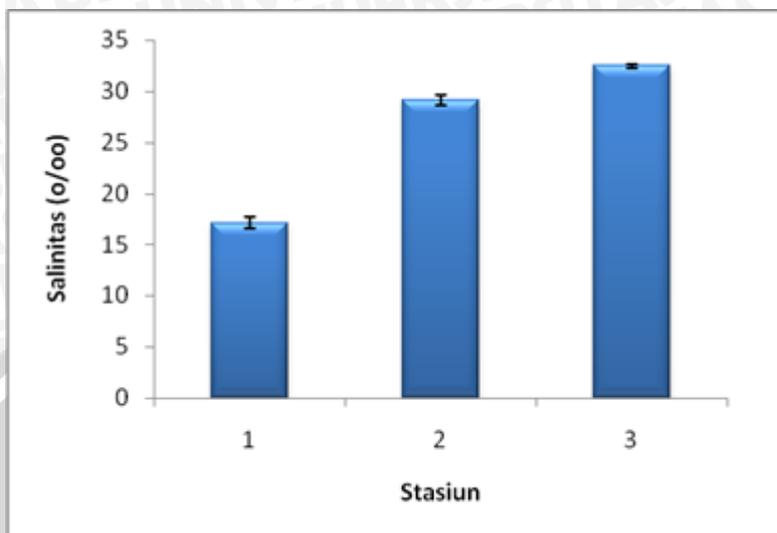
Menurut baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 pada lampiran 3 (biota laut) oksigen terlarut yang diperbolehkan adalah >5 mg/L. Berdasarkan baku mutu tersebut, maka semua stasiun tergolong baik untuk biota.

4.2.1.3. Salinitas

Salinitas merupakan kandungan garam terlarut dari suatu perairan dalam 1 kilogram air laut dan dinyatakan dalam permil (‰). Biasanya kisaran salinitas air laut berada antara 0-40 ‰ yang berarti kandungan garam dalam perairan adalah 0-40 per kilogram air laut (Romihmohtarto dan Juwana, 2005). Salinitas perairan sangat berpengaruh terhadap logam berat. Bila terjadi penurunan salinitas karena adanya proses desalinasi (pemisahan kandungan garam secara alami) maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik dan bioakumulasi logam berat (Erlangga, 2007).

Berdasarkan pengukuran salinitas dilapang didapatkan nilai rata-rata salinitas pada stasiun 1 yang berlokasi di hilir Sungai Porong sebesar 17,1 ‰ . Pada stasiun 2 yang berlokasi di cabang utara Muara Sungai Porong sebesar 29,1 ‰ dan stasiun 3 yang berlokasi di belakang pulau Sarinah sebesar 32,46

%. Hasil pengukuran salinitas di Muara Sungai Porong dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil Pengukuran Salinitas di Muara Sungai Porong

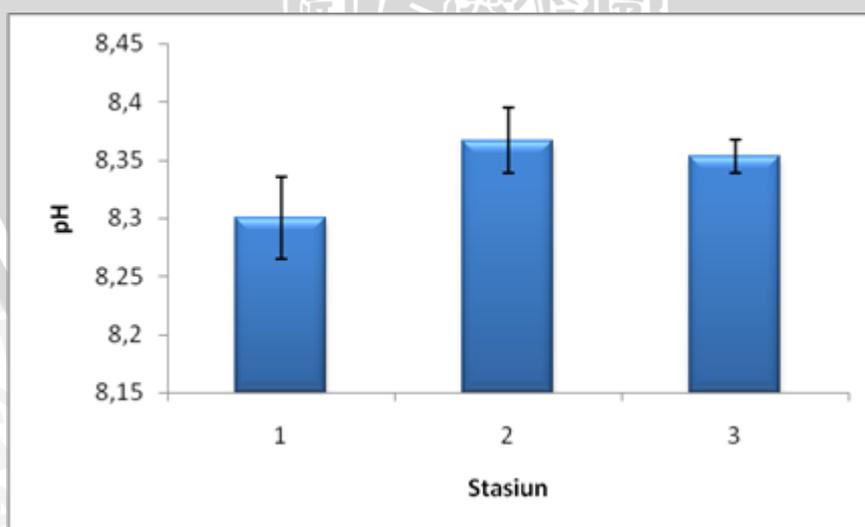
Dari hasil pengukuran salinitas pada gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai tertinggi berada di stasiun 3 yang berlokasi di belakang pulau Sarinah dengan nilai salinitas sebesar 32,46 ‰ sedangkan nilai salinitas terendah berada di stasiun 1 yang berlokasi di hilir Sungai Porong dengan nilai salinitas sebesar 17,1‰. Hal ini disebabkan karena stasiun 1 berada paling jauh dari laut dan stasiun 3 berada paling dekat dengan laut. Menurut Patty (2013), suatu perairan yang terkena pengaruh dari daratan dan merupakan pencampuran antara air sungai dan laut menyebabkan daerah ini memiliki air bersalinitas rendah dari pada perairan laut terbuka. Menurut Effendi (2003), nilai salinitas perairan tawar biasanya <0,5 ppt, perairan payau 0,5 - 30 ppt dan perairan laut 30 - 40 ppt.

Secara keseluruhan nilai salinitas pada perairan Muara Sungai Porong berkisar antara 17,1-32,46 ‰. Jika di bandingkan dengan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran III tentang baku mutu air laut untuk biota lautsalinitas alami yang diperbolehkan berkisar antara

33-34 ‰. Salinitas perairan Muara Sungai Porong nilai salinitasnya masih berada dibawah nilai baku mutu dan tergolong pada kondisi baik untuk kehidupan biota.

4.2.1.4. pH Air (Power of Hidrogen)

pH (Derajat Keasaman) merupakan indikator lingkungan yang juga digunakan sebagai indikator logam berat dimana semakin tinggi kadar pH maka semakin rendah toksisitasnya, sebaliknya semakin rendah pH maka semakin tinggi toksisitasnya (Soemirat, 2009). Pengukuran pH di Muara Sungai Porong pada bulan April 2015 dilakukan secara *insitu* dengan pengulangan sebanyak 3 kali dengan tujuan data yang didapatkan bisa mewakili kondisi pH perairan pada lokasi penelitian. Hasil pengukuran pH di Muara Sungai Porong didapatkan bahwa nilai rata-rata pH pada stasiun 1 yang berlokasi di hilir Sungai Porong sebesar 8,3. Pada stasiun 2 yang berlokasi di cabang utara Muara Sungai Porong sebesar 8,36 dan stasiun 3 yang berlokasi dekat dengan laut sebesar 8,35. Hasil pengukuran pH di Muara Sungai Porong dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil Pengukuran pH di Muara Sungai Porong

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran pH perairan di setiap titik pengambilan sampel tidak berbeda jauh. Nilai pH tertinggi berada

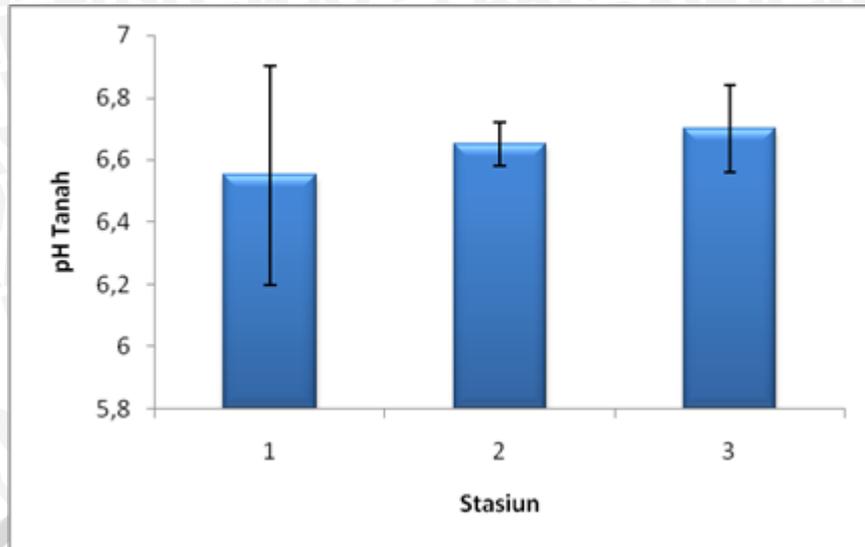
pada stasiun 2 yang berlokasi di cabang utara Muara Sungai Porong dengan nilai pH sebesar 8.36 hal ini karena stasiun 2 merupakan percabangan dari 2 muara dan letak stasiun 2 dekat dengan Pulau Sarinah sehingga diduga limbah-limbah dari kegiatan antropogenik yang mengandung bahan kimia di 2 muara ini mengalir dan terperangkap di wilayah tersebut sehingga mengakibatkan tingginya nilai pH. Selain itu stasiun 2 merupakan wilayah yang dekat dengan laut yang mengakibatkan pH menjadi lebih tinggi. Menurut Kordi dan Gufron (2011), air laut mempunyai daya penyangga (*buffer*) yang besar terhadap perubahan pH. Umumnya pH air laut antara 7.6 – 8.7. Nilai pH terendah berada di stasiun 1 yang berlokasi di aliran hilir Sungai Porong dengan nilai pH sebesar 8,3. Menurut Wardhana (2004) salah satu faktor yang mempengaruhi pH di suatu perairan adalah masukan air tawar atau air sungai. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi pH di suatu perairan muara antara lain suhu, oksigen terlarut, CO₂ dan alkalinitas. Penurunan pH biasanya di pengaruhi oleh peningkatan kadar CO₂ (Nontji, 2005). pH rata-rata semua stasiun di Muara Sungai Porong adalah 8.34.

Menurut baku mutu yang di keluarkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut yaitu baku mutu pH air yang baik untuk biota laut adalah berkisar antara 7-8,5. Berdasarkan hal tersebut kondisi pH pada Muara Sungai Porong berada dalam kondisi baik dan berada pada kisaran baku mutu yang sudah ditetapkan.

4.2.2. Parameter Sedimen

4.2.2.1. pH Sedimen

Pengukuran pH sedimen dilakukan *eksitu* di Laboratorium Kimia Tanah, Universitas Brawijaya, Malang. Hasil Pengukuran dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Hasil Pengukuran pH Sedimen di Muara Sungai Porong

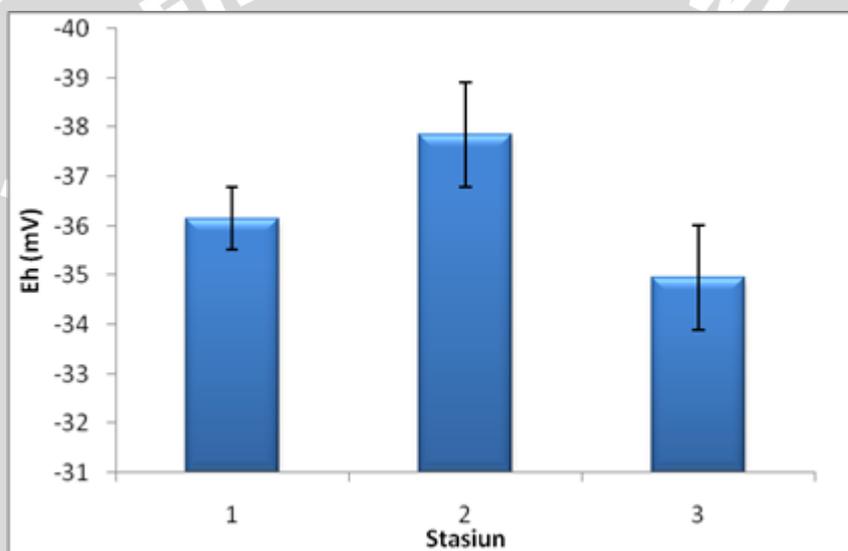
Hasil pengukuran pH sedimen menunjukkan nilai pada stasiun 1 adalah 6,55, nilai pH pada stasiun 2 adalah 6,65 dan nilai pH pada stasiun 3 adalah 6,7. Konsentrasi pH pada semua stasiun memiliki nilai pH yang tidak terlalu jauh. Hal ini diduga karena semua stasiun memiliki karakteristik sedimen yang sama sehingga nilai pH sedimen yang di hasilkan tidak terlalu jauh. pH sedimen yang berada pada semua stasiun tergolong asam karena nilainya <7 . Menurut pendapat Makmur *et al.* (2013) nilai pH yang tidak berbeda jauh dipengaruhi oleh tingginya sedimentasi yang membawa banyak lumpur yang secara umum diketahui memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. pH sedimen sangat erat kaitanya dengan bahan organik. Bahan organik yang terdekomposisi oleh mikroorganisme kedalam bentuk asam organik akan menyebabkan kemasaman pada sedimen. Menurut Odum (2000), tingginya produksi daun dan serasah menyebabkan tingginya kandungan bahan organik serta cepatnya laju penguraian detritus menyebabkan hutan mangrove memiliki pH sedimen yang tergolong sedikit asam

pH sedimen di Muara Sungai Porong masih pada kondisi asam karena konsentrasi berada <7 . Niali pH dikatakan netral apabila nilai 7, di katakan basa

bila konsentrasinya >7 dan nilai pH <7 dikategorikan asam. Menurut Siaka (2008) toksisitas logam berat akan meningkat jika nilai pH rendah atau asam, dan toksisitas logam berat akan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan pH.

4.2.2.2. Eh (Potensi Redoks)

Pengukuran Eh sedimen dilakukan bertujuan untuk memperkirakan potensi masuknya bahan-bahan organik ke dalam perairan dan mengendap di permukaan sedimen (Pearson *dalam* Lekatompessy, 2010). Hasil pengukuran Eh pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 18.



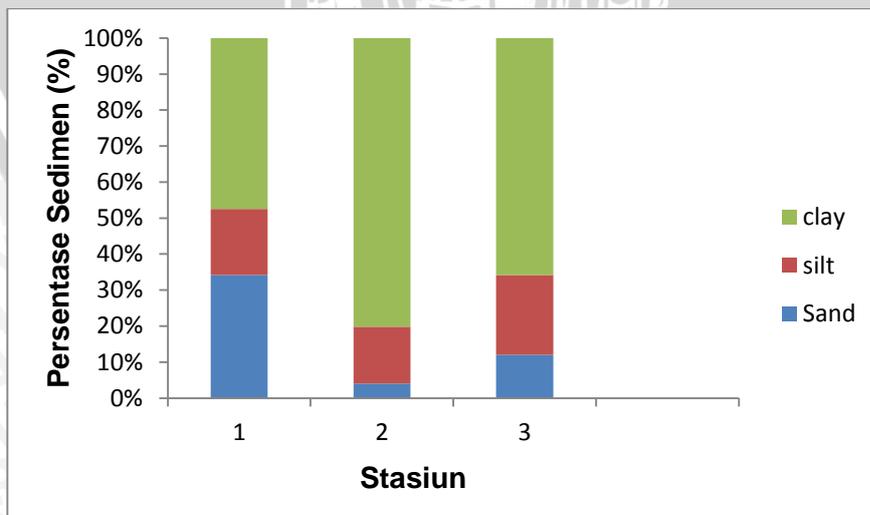
Gambar 18. Hasil Pengukuran Eh di Muara Sungai Porong

Hasil Pengukuran potensi redoks pada sedimen berkisar antara $-34,95$ sampai $-37,85$ mV. Menurut Hanifah (2007) konsentrasi Eh sedimen permukaan dibagi dalam tiga zona, yaitu zona oksidasi jika konsentrasi $Eh > 200$ mV, zona transisi konsentrasi Eh $0-200$ mV dan zona reduksi dengan konsentrasi $Eh < 0$ mV. Rata-rata nilai Eh pada Muara Sungai Porong dapat di Kategorikan sebagai zona reduksi karena konsentrasinya dibawah 0 mV. Hal ini diduga karena semua stasiun memiliki tekstur sedimen yang sama yakni *silt* dan *clay*. Menurut Jaelani *dalam* Patang (2009) sedimen dengan jenis lumpur memiliki kandungan bahan

organik yang tinggi dan biasanya merupakan zona reduksi. Hal ini disebabkan karena sedimen lumpur memiliki ukuran pori-pori yang kecil, dimana semakin kecil ukuran partikel maka kandungan bahan organiknya akan semakin tinggi. Berdasarkan pernyataan di atas diduga endapan logam berat pada sedimen di Muara Sungai Porong dalam konsentrasi tinggi.

4.3. Hasil Pengukuran Fraksi Sedimen

Tekstur atau fraksi sedimen menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah yang dinyatakan dalam perbandingan proporsi (%) antara pasir (*sand*), debu (*silt*) dan liat (*clay*) (Hanafiah, 2005). Identifikasi fraksi dilakukan untuk mengetahui komposisi pembentuk yang menyusun sedimen. Menurut Wentworth (1922) dalam Setiawan (2013) analisis fraksi sedimen dapat dilakukan dengan metode pengayakan kering. Pengayakan kering adalah pengayakan dengan menggunakan saringan bertingkat dengan diameter saringan 4,750 mm sampai 0,0075 mm untuk mendapatkan hasil proporsi fraksi yang di inginkan. Berdasarkan hasil uji fraksi di dapat fraksi pembentuk sedimen di Muara Sungai Porong adalah *silt*, *clay* dan *sand* dan di dominasi oleh *silt* dan *clay*. Grafik analisis pembentuk sedimen pada 3 stasiun dapat dilihat pada Gambar 19.



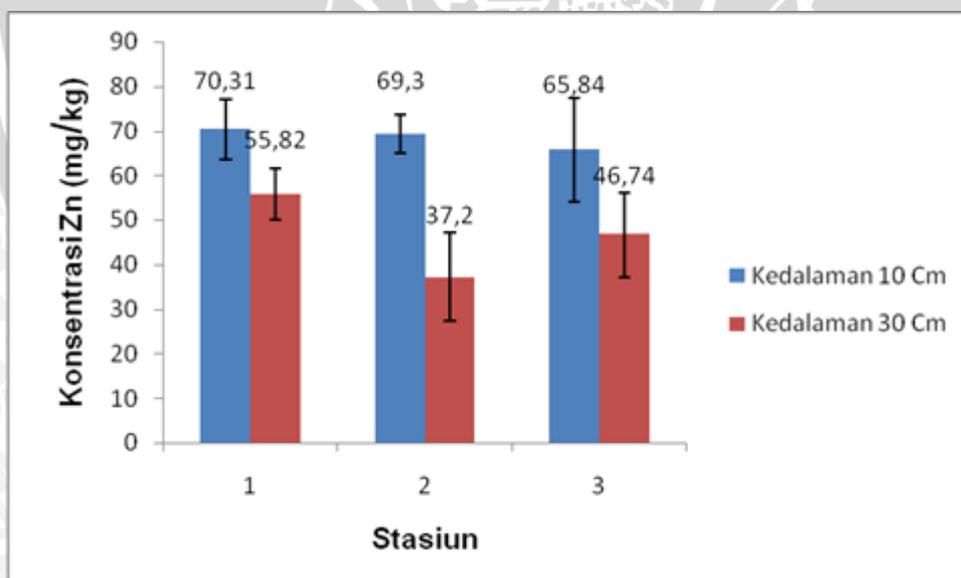
Gambar 19. Hasil Fraksi Sedimen di Muara Sungai Porong

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa penyusun fraksi komposisi dan pembentuk sedimen pada stasiun 1 berupa *silt* dan *clay* 66% dan *sand* 34%. Pada stasiun 2 berupa *silt* dan *clay* 96% dan *sand* 4%. Pada stasiun 3 berupa *silt* dan *clay* 88% dan *sand* 12%. Dari semua stasiun penelitian komposisi sedimen yang paling mendominasi adalah *silt dan clay* dengan kisaran 66 % sampai 96 %. Hal ini sesuai dengan penelitian Juniawan *et al* (2013) yang menyatakan bahwa karekteristik sedimen pada Muara Sungai Porong di dominasi oleh fraksi *silt* dan *clay* sebesar 96 %. Penelitian tersebut juga di dukung oleh hasil penelitian Syafriotman (2015) yang menyatakan bahwa komposisi sedimen di Muara Sungai Porong di dominasi oleh *silt* dan *clay* sebesar 99 %. Menurut Sanusi (2006) ukuran partikel sedimen mempunyai peran penting dalam distribusi logam berat. Kandungan logam berat akan semakin tinggi pada sedimen yang mempunyai tekstur lebih halus seperti *silt* dan *clay* dan akan lebih rendah pada tekstur lumpur berpasir. Hal ini karena tekstur sedimen yang halus mempunyai luas permukaan yang yang besar sehigga efektif dalam pengikatan logam berat. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fang dan Wang (2006) dalam Arifin dan Fahilina (2009) yang menyatakan bahwa ukuran partikel sedimen halus (<63 mikron) dapat menyerap logam berat lebih banyak dari pada partikel sedimen kasar (>63 mikron).

Berdasarkan hasil penelitian Juniawan *et al.* (2013) dan Syafriotman (2015) serta hasil fraksi yang dilakukan pada bulan april 2015 menunjukkan bahwa Muara Sungai Porong mempunyai sedimen yang di dominasi *silt* dan *clay*. Oleh karena itu, penelitian ini di fokuskan pada sedimen *silt* dan *clay*.

4.4. Konsentrasi Zn Pada Fraksi Sedimen *Silt* Dan *Clay*

Berdasarkan tekstur sedimen, Muara Sungai Porong didominasi oleh *silt* dan *clay*. Sedimen dengan dominasi *silt* dan *clay* mempunyai kemampuan mengikat logam berat lebih tinggi dibandingkan sedimen yang didominasi tekstur kasar atau pasir. Menurut Chauba *et al* (2007) dalam Hidayati dkk (2004) logam berat yang masuk kedalam lingkungan perairan akan terlarut dalam air dan teradsorpsi ke sedimen kemudian mengendap dan terikat oleh sedimen. Partikel sedimen mempunyai peran penting sebagai pembawa logam berat dari air ke sedimen. Secara umum ukuran partikel yang halus seperti *silt* dan *clay* memiliki kandungan logam berat yang lebih tinggi dari pada ukuran partikel yang kasar. Hal ini karena partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dan kerapatan ion yang stabil untuk mengikat logam berat, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen meningkat. Hasil pengukuran Zn pada sedimen dengan kedalaman berbeda dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Konsentrasi Zn Pada Kedalaman 10 cm dan 30 cm

Dari Gambar di atas didapat konsentrasi rata-rata Zn pada kedalaman 10 cm sekitar 65,84 mg/kg sampai 70,31 mg/kg¹. Bila dilihat dari gambar diatas,

persebaran logam berat dari semua stasiun pada kedalaman 10 cm memiliki kisaran nilai yang tidak terlalu berbeda jauh. Kisaran nilai yang sama ini diduga karena semua stasiun memiliki fraksi sedimen yang didominasi oleh *silt* dan *clay* sehingga pengikatan konsentrasi logam berat oleh sedimen hampir sama. Berdasarkan nilai konsentrasi Zn pada kedalaman 10 cm tertinggi berada pada stasiun 1 yang terletak di hilir Sungai Porong dan terendah pada stasiun 3 yang terletak di dekat laut. Hal ini diduga karena stasiun 1 lebih dekat dengan sumber pencemar dan stasiun 3 jauh dari sumber pencemar. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Greenland dan Hayes (1981) dalam Heriyanto dan Subiandono (2011) yang menyatakan bahwa akumulasi zat pencemar dan logam berat ditentukan oleh konsentrasi zat tersebut dalam substrat (air dan tanah) atau dekat dengan sumber pencemar. Hal ini diperkuat oleh penelitian dari Sudarwin (2008) yang menyatakan bahwa akumulasi logam berat pada sedimen dengan jarak 0 - 500 m dari sumber pencemar ditemukan lebih besar konsentrasinya dari pada konsentrasi logam berat yang berjarak >1000 m dari sumber pencemar.

Konsentrasi rata-rata Zn pada kedalaman 30 cm sekitar $37,2 \text{ mg/kg}^{-1}$ sampai $55,82 \text{ mg/kg}^{-1}$. Berdasarkan gambar diatas nilai konsentrasi Zn pada kedalaman 30 cm memiliki nilai konsentrasi yang berbeda pada setiap stasiun terutama pada stasiun 2 yang memiliki nilai konsentrasi terendah. Rendahnya konsentrasi Zn pada stasiun 2 diduga karena pada stasiun 2 fraksi sedimen *silt* dan *clay* lebih tinggi dari pada stasiun lain sehingga logam berat akan tertahan pada bagian permukaan sedimen. Rongga sedimen yang halus menyebabkan logam berat tidak dapat terserap kedalam sehingga akumulasi logam berat Zn pada kedalaman 30 cm di stasiun 2 kecil. Sedangkan konsentrasi tertinggi berada pada stasiun 1 karena pada stasiun 1 terdapat fraksi pasir yang tinggi di bandingkan stasiun lain, diduga sedimen dengan fraksi pasir mempunyai rongga

yang memungkinkan logam berat Zn terserap kelapisan sedimen lebih dalam. Menurut Sahara (2009) ukuran butir sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion stabil sehingga mudah dalam mengikat logam berat dari pada partikel sedimen yang partikelnya lebih besar.

Berdasarkan nilai konsentrasi Zn pada semua stasiun memiliki distribusi yang sama yakni mengalami penurunan konsentrasi seiring bertambahnya kedalaman lapisan. Secara umum konsentrasi logam berat Zn lebih tinggi pada lapisan 10 cm dibandingkan dengan konsentrasi Zn pada lapisan 30 cm. Tingginya konsentrasi Zn pada lapisan 10 cm diduga karena pada lapisan 10 cm merupakan lapisan yang senantiasa menerima sumber pencemar dari semua kegiatan manusia selain itu fraksi yang di dominasi oleh *silt* dan *clay* yang memiliki partikel halus akan menahan logam berat pada lapisan atas sehingga logam berat tidak dapat terdistribusi ke lapisan lebih dalam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hidayat dkk (2012) sedimen pada lapisan atas (0 - 10cm) menjadi lapisan paling cepat mendapat pengaruh kontaminasi logam berat. Hal ini disebabkan pada lapisan atas senantiasa menerima semua material yang berasal dari aktivitas antropogenik disekitar lingkungan perairan. Rendahnya konsentrasi logam berat pada lapisan bawah (30 cm) karena pada lapisan ini pengaruh aktifitas antropogenik tidak nyata.

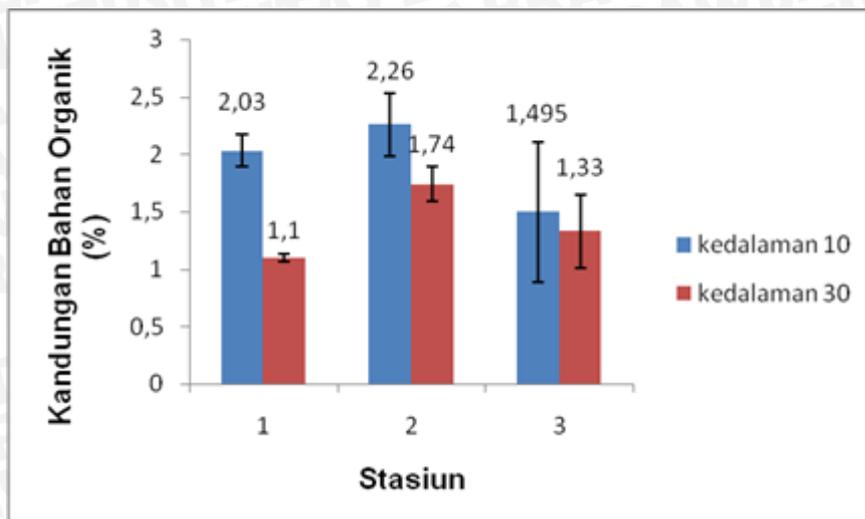
Selain pengaruh antropogenik yang menyebabkan konsentrasi Zn lebih tinggi, fase penyusun tanah seperti fase organik juga mempengaruhi konsentrasi logam berat. Menurut Tan (1991) bahan organik diperoleh dari proses dekomposisi. Proses dekomposisi ini menghasilkan asam humat dan fulfat yang menghasilkan enzim khelat sehingga mempunyai kapasitas untuk mengikat ion logam oleh bahan organik sehingga logam berat dalam sedimen akan meningkat dengan meningkatnya bahan organik. Pendapat ini juga didukung oleh Shiradah *dalam* Amin dan Nurrachmi (2005) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat

disamping sangat berkaitan erat dengan fraksi sedimen juga mempunyai korelasi dengan bahan organik sedimen. kandungan logam berat dalam sedimen meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik dan begitu pula sebaliknya. Sehingga diduga konsentrasi logam berat akan menurun seiring bertambahnya kedalaman karena konsentrasi bahan organik juga turun. Menurut Huang & Schnitzer (1997) dalam Siaka M (2009) lapisan tanah pada kedalaman 10 hingga 30 cm dari permukaan tanah merupakan suatu daerah dengan aktivitas kimia, fisika dan biologi yang aktif sehingga sering terjadi perubahan konsentrasi logam berat pada lapisan ini. Sedangkan lapisan di atas 30 cm proses perubahan karena faktor-faktor tersebut kurang nyata.

Berdasarkan baku mutu ANZECC (*Australian and New Zealand Environment and Conservation Council*) Tahun 2000 batas minimal konsentrasi logam berat Zn pada sedimen sebesar 200 mg/kg¹. Berdasarkan hal tersebut, kadar logam berat di Muara Sungai Porong baik kedalaman 10 cm dan kedalaman 30 cm masih berada di bawah baku mutu dan termasuk kategori tidak tercemar.

4.5. Kandungan Bahan Organik Pada Kedalaman Berbeda

Bahan organik adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah termasuk serasah, bahan organik stabil atau humus dan biomasa mikroorganisme. Menurut Buckman & Brady (1982) dalam Kushartono (2009) menyatakan bahwa bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun substrat dasar perairan yang terdiri dari timbunan sisa-sisa tumbuhan dan hewan. Hasil pengukuran kandungan bahan organik di Muara Sungai Porong dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Hasil Pengukuran Bahan Organik pada Kedalaman

Berdasarkan Gambar diatas kandungan bahan organik rata-rata pada kedalaman 10 cm antara 1,495 % sampai 2,26 %. Kandungan bahan organik pada kedalaman 10 cm tertinggi berada pada stasiun 2 dan terendah pada stasiun 3. Tingginya bahan organik pada stasiun 2 diduga karena faktor sedimen *silt* dan *clay* yang mendominasi pada stasiun 2 mencapai 96%. Menurut Daltsen set al (2000) dalam Trisnawaty dkk (2013) kandungan bahan organik pada umumnya akan tinggi pada sedimen yang di dominasi oleh lumpur hal ini karena pada fraksi lumpur lebih mengikat bahan organik dengan teksturnya yang padat dan cenderung halus. Pada sedimen berpasir umumnya miskin zat hara dan bahan organik karena teksturnya yang kasar dan bersifat terpisah-pisah. Sedangkan kandungan bahan organik terendah berada pada stasiun 3 diduga karena stasiun 3 berada dekat laut diduga proses turbulensi pada stasiun ini besar sehingga menurunkan kandungan bahan organik. Menurut Hutagalung dan Rozak (1997) distribusi kadar bahan organik semakin tinggi ketika menjauhi pantai dan semakin rendah ketika dekat pantai. Kadar tinggi biasanya ditemukan di perairan muara. Sebaran kandungan bahan organik semakin tinggi ketika menjauhi pantai karena adanya pengaruh arus pasang surut. Hal ini diperkuat

oleh pernyataan Mann dan Lazier (1991) *dalam* Tarigan dkk (2014) pasang surut dapat menyebabkan arus pasut. Arus pasut ini dapat menyebabkan turbulensi. Jika suatu kedalaman perairan tidak terlalu besar, maka kekuatan arus pasut ini berpengaruh terhadap proses pencampuran (*mixing*). Oleh karena itu kandungan bahan organik yang jauh dari pantai semakin besar karena jauh dari pengaruh arus pasut dan begitu pula sebaliknya.

Pada gambar diatas rata-rata kandungan bahan organik pada kedalaman 30 cm antara 1,1 % sampai 1,74 %. Nilai konsentrasi terendah berada pada stasiun 1 dan tertinggi pada stasiun 2 karena pada stasiun 1 terdapat fraksi *sand* yang cukup banyak mencapai 34 %. Sedangkan pada stasiun 2 fraksi *silt* dan *clay* mendominasi hingga mencapai 96% oleh karena itu kandungan bahan organiknya tinggi. Berdasarkan pernyataan Wood (1987) *dalam* Rafni (2004) terdapat hubungan antara kandungan bahan organik dan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus presentase bahan organik lebih tinggi dari pada sedimen kasar atau yang di dominasi *sand*. Pada lingkungan yang di dominasi oleh sedimen halus berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen lumpur yang diikuti oleh akumulasi logam berat ke dasar perairan.

Berdasarkan nilai kandungan bahan organik pada semua stasiun memiliki distribusi yang sama yakni mengalami penurunan konsentrasi seiring bertambahnya kedalaman lapisan. Pada stasiun 3 kandungan bahan organik tidak mengalami penurunan yang signifikan pada kedalaman 30 cm hal ini diduga pada kedalaman 10 cm bahan organik terpengaruh oleh faktor oseanografi seperti arus pasut mengingat letak stasiun 3 berada dekat pantai. Sedangkan pada kedalaman 30 cm faktor arus pasut ini tidak terlalu berpengaruh. Menurut Afu (2005) letak stasiun 3 yang berada pada mulut muara

memudahkan terjadinya proses pembilasan bahan organik akibat dari proses keluarnya air dari muara menuju laut dan masuknya air dari laut menuju muara.

Pada umumnya konsentrasi bahan organik tertinggi pada kedalaman 10 cm dan akan berkurang seiring bertambahnya kedalamannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hakim (1986) yang menyatakan bahwa kedalaman lapisan sedimen mempengaruhi kandungan bahan organik. Kandungan bahan organik umumnya tinggi pada kedalaman 0 - 20 cm, semakin kedalam lapisan sedimen kandungannya akan semakin berkurang. Hal ini karena bahan organik memang hanya terkonsentrasi pada lapisan atas. Selain itu faktor lain tingginya bahan organik dilapisan atas karena pada daerah penelitian terdapat mangrove diduga hal tersebut dapat mendukung tingginya bahan organik dimana pada kondisi tersebut menjadikan adanya dekomposisi dan terurainya daun serta ranting yang jatuh. Hal ini sesuai dengan pendapat Allen *et al* (1976) dalam Kushartono (2009) yang menyatakan bahwa serasah (reruntuhan daun/ranting/dahan) yang mengalami proses dekomposisi hanya terjadi pada bagian permukaan tanah sedangkan pada kedalaman lebih dari 20 cm pengaruh proses ini tidak nyata. Pendapat tersebut diperkuat oleh Foth (1995) yang menambahkan bahwa adanya vegetasi akan memberi variasi kandungan bahan organik. Selain itu menurut Hanafiah (2012) tanah memiliki 5 lapisan yakni lapisan O, A, B, C dan R. Lapisan O adalah lapisan paling atas yang didominasi oleh bahan organik sebagian besar lapisan ini terdiri dari humus atau bahan yang terdekomposisi. Tebal lapisan ini sekitar 0 – 5 cm. Lapisan A merupakan lapisan dibawah lapisan O. Lapisan ini berwarna gelap dari pada lapisan tanah dibawahnya. Pada lapisan ini terdiri dari campuran bahan organik dan bahan mineral. Selain itu, aktivitas biologi seperti cacing tanah, jamur dan nematoda yang merupakan mikroorganisme pendekomposisi dapat ditemui dilapisan ini. Tebal lapisan ini sekitar 10 cm. Lapisan B adalah lapisan tanah bagian tengah yang mudah

tercuci oleh air, terutama jika tidak ada tumbuhan dipermukaanya. Lapisan B sedikit ditemukan materi organik. Tebal lapisan sekitar 30 cm, lapisan C dan R merupakan lapisan dasar yang merupakan lapisan yang mengandung bebatuan terutama lapisan R merupakan lapisan batuan induk yang susah di gali oleh tangan. Pada lapisan ini miskin akan zat organik dan tebal lapisan ini <45 cm. Berdasarkan pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian bahwa kandungan bahan organik semakin turun seiring bertambahnya lapisan. Presentase bahan organik di dalam tanah menurut Hardjowigeno (1986) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 8. Klasifikasi Kandungan Bahan Organik

No	Kandungan Bahan Organik (%)	Keterangan
1	<1	Sangat rendah
2	1-2	Rendah
3	2-3	Sedang
4	3-5	Tinggi
5	>5	Sangat tinggi

Berdasarkan tabel diatas kandungan bahan organik di Muara Sungai Porong tergolong sedang. Persentase ini dapat mendukung kehidupan biota disana.

4.6. Pengaruh Kedalaman Yang Berbeda Terhadap Akumulasi Zn di Sedimen *silt* dan *clay*

Dalam menentukan adanya pengaruh kedalaman yang berbeda terhadap akumulasi Zn harus dilakukan uji *homogenitas* dan *normalitas*. Uji *homogenitas* ini digunakan untuk mengetahui suatu data homogen atau tidak sedangkan uji *normalitas* di gunakan untuk mengetahui data yang akan di analisis tersebar normal atau tidak. Hasil uji *normalitas* dan *homogenitas* dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Uji Normalitas Konsentrasi Zn

Uji Normalitas Data (Shapiro-wilk)		Nilai Signifikan
Kedalaman	10 cm	0.409*
	30 cm	0.962*

*Berdistribusi normal pada nilai Sig> 0.05

Tabel 10. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas		Nilai Signifikan
Konsentrasi Zn	Based on Mean	0.104*

*Berdistribusi homogen pada nilai Sig> 0.05

Berdasarkan Tabel diatas semua data tersebar normal dan homogen karena semua data berada pada nilai (Sig>0.05). Setelah diketahui data terdistribusi normal tahap selanjutnya adalah tahap analisa konsentrasi Zn terhadap kedalaman berbeda menggunakan uji Two Way Anova. Hasil pengolahan data konsentrasi Zn pada kedalaman berbeda dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji ANOVA Konsentrasi Zn pada Sedimen dengan kedalaman berbeda

ANOVA two ways	Nilai Signifikansi	
	Kedalaman	Stasiun
Konsentrasi_Zn	0.014*	0.137

*Signifikan pada nilai (p)<0.05

Dari hasil uji two way ANOVA didapatkan hasil bahwa konsentrasi logam berat Zn pada sedimen dengan kedalaman berbeda mempunyai nilai berbeda signifikan ($p < 0.05$). Perbedaan signifikan terjadi karena konsentrasi logam berat pada setiap lapisan atau kedalaman berbeda memiliki nilai yang berbeda. Pada kedalaman 10 cm konsentrasi logam berat Zn lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi pada kedalaman 30 cm. Hal ini sesuai dengan penelitian Siaka (2008) dan Hidayat dkk (2012) bahwa logam berat pada sedimen akan mengalami penurunan konsentrasi seiring bertambahnya kedalaman. Perbedaan

nilai ini diduga karena pada lapisan sedimen dengan kedalaman 10 cm merupakan lapisan yang mendapat pengaruh dari semua kegiatan antropogenik manusia di sepanjang Muara Sungai Porong. Lapisan sedimen pada kedalaman 30 cm diduga relatif tidak mendapat pengaruh sehingga konsentrasi logam Zn lebih rendah. Selain itu faktor fraksi *silt* dan *clay* yang mendominasi di Muara Sungai Porong menjadi salah satu faktor logam berat banyak terakumulasi di permukaan sedimen karena fraksi *silt* dan *clay* yang mempunyai tekstur yang halus sehingga logam berat sulit untuk terdistribusi ke lapisan bawah. Menurut Maslukah (2013) ukuran butir sedimen mempunyai peran penting dalam distribusi logam berat pada sedimen. Hal tersebut di dukung oleh pernyataan Rafni (2004), bahwa partikel sedimen yang halus biasanya mempunyai kandungan bahan pencemar yang tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik elektrokimia antara partikel sedimen dengan partikel mineral.

Sedangkan konsentrasi logam berat Zn terhadap stasiun tidak berbeda signifikan ($p>0.05$) hal ini diduga karena lokasi pengambilan sampel berada pada satu perairan yang sama sehingga memiliki karakteristik yang hampir sama. Menurut Trisnawaty (2011) hasil uji statistik yang menyatakan bahwa stasiun tidak berbeda signifikan terhadap konsentrasi logam berat dapat disebabkan faktor fisik dan kimia lingkungan yang mempengaruhi akumulasi logam berat masih dalam kisaran batas toleransi sehingga konsentrasi logam berat terhadap stasiun tidak berbeda signifikan.

4.7. Keterkaitan Bahan Organik Terhadap Konsentrasi Logam Berat Zn

Analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui keterkaitan hubungan konsentrasi logam berat Zn pada sedimen dan bahan organik adalah analisis korelasi pearson. Hasil analisis statistik korelasi pada kedalaman 10 cm dan 30 cm dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji Korelasi Konsentrasi Zn disedimen *silt* dan *clay* pada kedalaman 10 cm dan 30 cm Terhadap Bahan organik

	Konsentrasi Zn	Bahan Organik
Konsentrasi Zn	1	.278
Sig. (2-tailed)		.382
N	12	12

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa korelasi antara konsentrasi logam berat Zn dengan kandungan bahan organik pada kedalaman 10 cm dan 30 cm menunjukkan nilai yang tidak signifikan ($p > 0.05$). Hal ini bertentangan dengan pendapat Wulan dkk (2013) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa konsentrasi logam berat Zn dengan bahan organik berkorelasi sangat kuat dan memiliki nilai yang signifikan. Pada umumnya logam berat Zn membentuk ikatan kompleks dengan ligan organik seperti asam humus. Pernyataan ini juga diperkuat oleh hasil penelitian Rahim dan Tan (2000) yang menyatakan bahwa pada tekstur pasir berlempung logam berat Zn memiliki korelasi yang signifikan terhadap bahan organik. Berdasarkan penelitian Wulan dkk (2013) jumlah sampel yang di uji berasal dari 7 stasiun sedangkan penelitian Rahim dan Tan (2000) jumlah stasiun yang digunakan sebanyak 15 stasiun. Tidak signifikannya korelasi antara konsentrasi logam berat Zn dan bahan organik pada penelitian ini diduga karena jumlah data yang kurang. Menurut Kariada (2014) nilai yang tidak signifikan antara X dan Y bukan berarti X tidak berpengaruh terhadap Y. Hal ini bisa saja terjadi karena kurangnya data yang dikumpulkan untuk membuktikan keterkaitan X dengan Y.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah

1. Konsentrasi logam berat Zn dan bahan organik pada sedimen *silt* dan *clay* semakin berkurang dengan semakin bertambahnya kedalaman
2. Kedalaman dapat mempengaruhi akumulasi logam berat Zn pada sedimen *silt* dan *clay*. Namun stasiun tidak mempengaruhi konsentrasi logam berat Zn di sedimen *silt* dan *clay*
3. Tidak terdapat hubungan (korelasi) yang signifikan antara konsentrasi logam berat Zn dan bahan organik dengan kedalaman berbeda.

5.2` Saran

Pada penelitian ini data yang diambil hanya berdasarkan dua kali pengulangan. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengambil data pengulangan lebih banyak untuk melihat gambaran korelasi logam berat terhadap bahan organik khususnya di Muara Sungai Porong dan penentuan jarak stasiun pengambilan sampel yang lebih jauh agar dapat mencakup kondisi sebenarnya di Muara Sungai Porong. Selain itu di tambah parameter TSS untuk memudahkan memeberi penjelasan data tentang konsentrasi logam berat dan kandungan bahan organik di sedimen permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abida, I,W. 2010. *Struktur Komunitas Dan Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo*. Universita Brawijaya.
- Afu, L. Ode A. 2005. *Pengaruh Limbah Organik Terhadap Kualitas Perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara [Tesis]*. Bogor. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ali, M. dan Rina. 2010. *Kemampuan Tanaman Mangrove Untuk Menyerap Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb²⁺)*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jawa Timur.
- Amien, M. 2007. *Kajian Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Air, Sedimen, Dan Makrozoobentos Di Perairan Waduk Cirata, Provinsi Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor.
- Amin, B. dan I. Nurrachmi., 2005. *Distribusi Logam Berat dan Korelasinya dengan Bahan Organik Sedimen di Perairan Pulau Merak Karimun. Berkala Perikanan Terubuk, Vol 32 No 1 Februari 2005. Hal 65-72.*
- Amriani. 2011. *Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (Anadara granosa) Dan Kerang Bakau (Polymesoda bengalensis) Di Perairan Teluk Kendari*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Arifin, Z. dan D. Fadhlina. 2009. *Fraksinasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, dan Zn dalam Sedimen dan Bioavailabilitasnya bagi Biota di Perairan Teluk Jakarta*. IPB: Bogor.
- Atmodjo W. 2011. *Srudi Penyebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan*. FPIK-UNDIP :Semarang.
- Badan Geologi. 2012. *Penelitian Tindak Lanjut Endapan Lumpur di Daerah Porong Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur*. Bandung. Pusat Sumberdaya Geologi.
- BAPEDAL. 2007. *Dampak Buangan Lumpur Sidoarjo*. (<http://journal Dampak Buangan Lumpur Sidoarjo. ac.id>) Diakses pada tanggal 9 Agustus 2015
- Dianto, A. T. 2014. *Sebaran Kandungan Logam Berat Zn, Hg, dan Sn, Pada Air, Sedimen, Dan Kupang Putih (Corbula Faba H) Sebagai Indikator Pencemaran Di Muara Sungai Porong Sidoarjo Jawa Timur*. SKRIPSI FPIK Universitas Brawijaya
- Edward. 2014. *Kandungan logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Wawobatu, Kendari, Sulawesi Tenggara*. depik vol 3 (2) hal 157-165. (P2O-LIPI) : Jakarta

- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Erlangga.2007. *Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Propinsi Riau terhadap Ikan Baung (Hemobagrus hemurus)*. Bogor. Thesis. Sekolah Pascasarjana IPB. 87 hal.
- Fazumi, A,M. 2014. *Penentuan Jenis Sedimen Melalui Uji Tekstur Sedimen Serta Pengukuran Konsentrasi Salinitas, Eh Dan Ph Sedimen Permukaan Di Muara Sungai Lamong, Surabaya, Jawa Timur*. Prakrek Kerja Lapang Universitas Brawijaya.
- Foth, H.D.1995. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Gajah Mada Press, Yogyakarta.
- Gupta, S.K and J. Singh. 2010. *Evaluation of Mollusc as Sensitive Indicator of Heavy metal Pollution in Aquatic System: A Review*. The IIOAB Jurnal Spesial Issue on Environmental Management for Sustainable Development.
- Hamzah, Faisal dan Agus Setiawan. 2010. *Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara*. FPIK-IPB: Bogor.
- Hanafiah, K.A, 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada
- Handika, F. 2013. *Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Dan Seng (Zn) Di Muara Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur*. SKRIPSI FPIK Universitas Brawijaya.
- Hanifah.2007. *Kualitas Fisika-Kimia Sedimen Serta Hubungannya Terhadap Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Estuari Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang*. IPB. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 1986. *Ilmu Tanah*. Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta
- Heriwati, N. 2007. *Analisis Resiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo Ke badan*. TESIS Ilmu Lingkungan UNDIP : Semarang
- Heriyanto, N,M dan Subiandono,E. 2011. *Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb Dan Cu) Oleh Jenis-Jenis Mangrove. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi* : Bogor.
- Hidayat, T. Amin, B. Rifardi. 2012. *Studi Kandungan Logam Pb, Cu Dan Zn Pada Lapisan Sedimen Yang Berbeda Di Perairan Pantai Telaga Tujuh Kabupaten Karimun Kepulauan Riau*. FPIK – Universitas Riau : Pekanbaru.
- Hidayati, V.N et all. 2004. *Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Pb, Cd Dan Cr Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Segara Anakan, Cilacap*. FPIK - Universitas Jenderal Soedirman.
- Hutagalung, H.P, D. Setiapermana, dan S.H. Riyono. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota (Buku Kedua)*. P30 LIPI. Jakarta.

Hutagalung, H.P. 1984. *Logam Berat Dalam Lingkungan Laut*. Pewarta Oceana IX No. 1. Hal 12-19.

Irawan, F., M. J. Geor., S. Murni. 2009. *Faktor – Faktor Penting Dalam Proses Pembesaran Ikan Di Fasilitas Nursery Dan Pembesaran*. Bidang Kosentrasi Aquaculture Program Alih Jenjang Diploma Iv. Itb- Seamolec-Vedca.

Juniawan A, Rumhayati B, Ismuyanto B. 2013. *Karakteristik lumpur Lapindo dan Fluktuasi Logam Berat Pb dan Cu pada Sungai Porong dan Aloo*. Sains dan Terapan Vol.7 No. 1 (Januari 2012), 50-59.

Kacaribu, K. 2008. *Kandungan Kadar Seng (Zn) Dan Besi (Fe) Dalam Air Minum Dari Depot Air Minum Isi Ulang Air Pegunungan Sibolangit Medan*. Universitas Medan Utara.

Kariada N. T.M., A. Irsadi. 2014. *Peranan Mangrove Sebagai Biofilter Pencemaran Air Wilayah Tambak Bandeng Tapak, Semarang*. Jurnal Manusia dan Lingkungan 21(2):1-10

Kepmen LH. 2004. *Baku Mutu Air Laut Untuk Biota (Lampiran III)*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 51.

Kordi, H dan Gufron, K. 2011. *Marikultur Prinsip Dan Praktik Budidaya Laut*. Lily Publisher : Yogyakarta

Kushartono W, 2009. *Beberapa Aspek Bio-Fisik Kimia Tanah Didaerah Mangrove Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang*. FPIK-Undi : Semarang

Kyuma, K., 2004. *Paddy Soils Around The World*. In Rice is Life: Scientific Perspective for The 21st Century. Proceedings of The World Rice Research Conference, Tsukuba-Japan.

Lekatompessy, S.T.A.; Tutuhaturunewa, Alfredo. 2010. *Kajian Konstruksi Model Peredam Gelombang Dengan Menggunakan Mangrove Di Pesisir Lateri-Kota Ambon*. Fakultas Teknik Universitas Pattimura. Ambon.

Machbub, B. Mulyadi, M. 2000. *Kualitas Air Sungai Alamiyah Sebagai Standar Kualitas Sumber Air*. Buletin PUSAIR no 34. Tahun IX, april 2000 : 31-38.

Makmur, R, Emiyarti dan L. O. A Afu. 2013. *Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Di Kawasan Mangrove Perairan Teluk Kendari*. Universitas Haluoleo.

Masluhah, Lilik. 2006. *Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) Terlarut, dalam Seston dan dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang*. Jurusan Ilmu Kelautan FPIK-UNDIP: Semarang.

Massinai, M.A, Hasanah, N dan Nuryati, 2003. *Analisis Kecenderungan Perubahan Suhu Udara Permukaan Kota Maksar*. Universitas Hasanudin.

- Mc Lean, S.E and Bledsoe, B. E. 1992. *Behaviour of Metal in Soils*. EPA Ground water Issue.
- Murniasih, Sri. Muzakky.(2007) *Pola Sebaran Fe, Sr, Zn Dan Ca Sebagai Fungsi Ukuran Butir Dalam Sedimen Dari Hulu Ke Hilir Sungai Code*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.
- Muslukah, L.2013. *Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Pola Sebarannya Di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang*. IPB: Bogor.
- Nisa, C. Irawati, U. Sunardi. 2013. *Model Adsorpsi Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Dalam Sistem Air-Sedimen Di Waduk Riam Kanan Kalimantan Selatan*. Konversi Vol 2 No 1. FMIPA - Universitas Lambung Mangkurat : Banjarbaru.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara Penerbit Djambatan*. Jakarta. Hal: 1-106.
- Palar, Heryando. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan Kelima. Rineka Cipta. Jakarta.
- Parawita Dewi, Insafitri, Wahyu Andy. 2009. *Analisis konsentrasi logam berat Pb di Muara Sungai Porong*. Jurnal Kelautan Volume 2 Nomor 2.
- Patang.2009. *Kajian Kualitas Air Dan Sedimen Di Sekitar Padang Lamun Kabupaten Pangkep*. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Pangkep.
- Patty, Simon I. 2013. *Distribusi Suhu, Salinitas, dan Oksigen Terlarut Di Perairan Kema, Sulawesi Utara*. Jurnal Ilmiah Platax. Vol.1:(3)
- Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, 2012. *Data Monografi Kabupaten Sidoarjo*. www.sidoariokab.go.id. Diakses pada tanggal 2 Februari 2015.
- Pemerintah Kabupaten Sidoarjo. 2015. Kecamatan Sidoarjo. www.Sidoarjokb.go.id .Diakses Pada Tanggal 24 Mei 2015 Pada Pukul 13.45 WIB.
- Pramana, I. 2013. *Analisis Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Air, Sedimen Dan Kupang Putih (Corbula Faba H) Di Muara Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur*. SKRIPSI FPIK : Universitas Brawijaya.
- Pratomo, Sidiq. 2004 . *Fitoremediasi Zn (Seng) Menggunakan Tanaman Normal Dan Transgenik Solanum nigrum L*. Universitas Diponegoro : Semarang
- Priyanto B., Prayitno J. 2004. *Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran Khusus Logam Berat*.
- Putri, Hertanti. Yusuf, Muh, Maslukah. 2014. *Sebaran Kandungan Bahan Organik Total di Perairan Muara Sungai Porong Kabupaten Sidoarjo*. Jurnal Oseanografi Vol 3 (4) 610-617.

- Rafni, R. 2004. *Kajian Kapasitas Asimilasi Beban Pencemar di Perairan Teluk Jobokuto Kabupaten Jepara Jawa Tengah*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Rahim dan Tan. (2000). *Komposisi Logam Berat Di Dalam Tanah Di Sekitar Bukit Chuping, Kangar, Perlis*. Pusat pengajian sains dan sumber alam : Universiti Kebangsaan Malaysia
- Riduwan. 2008. *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta
- Rochyatun, E., M. T. Kaisupy., A. Rozak. 2007. *Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane*. Makara, Sains, Vol. 10, No. 1 : 35-40
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2005. *Biologi Laut*. Djembatan: Jakarta.
- Rompas, M.R. 2010. *Toksikologi Kelautan*. PT. Walaw Bengkulen. Jakarta.
- Sahara, E. 2009. *Distribusi Pb Dan Cu Pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen Di Pelabuhan Benoa, Bali*. Jurnal Kimia 3 (2), Juli 2009 : 75-80.
- Salmin, 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseanografi LIPI: Jakarta
- Sanusi, H. S. 2006. *Kimia Laut. Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan*. Prartono T, Supriyono E, editor. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 188 hlm.
- Sarjono, A. 2009. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, Hg Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara*. Jkarta Utara. Institut Pertanian Bogor
- Setiawan, I. 2013. *The Preliminary Study On The Sediment Size In Laut Tawar, Takengon, Aceh Tengah., Province Of Aceh*. ISSN 2089-7790
- Siaka, M. I. (2008). *Korelasi antara kedalaman sedimen di pelabuhan Benoa dan konsentrasi logam berat Pb dan Cu*. Jurnal Kimia, 2(2), 61-70.
- Siaka, M. I. (2009). *Distribusi Cemar Logam Berat Kromium (Cr) Di Sekitar Industri Pelapisan Logam Desa Susut*. Vol 4 (2) 106-111. FMIPA – Udayana : Denpasar
- Siaka, M., C.M. Owens, and G.F. Brich. 2000. *Distribution of Heavy Metals Between Grain Size*, Review Kimia, Vol.3.
- Soemirat, J. 2009. *Toksikologi lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Jatibarang Semarang*. Universitas Diponegoro – Semarang.

- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sukarno, Mujahid dan Yusuf, Muh.2013. *Kondisi Hidrodinamika Dan Pengaruhnya Terhadap Sebaran Parameter Fisika-Kimia Perairan Laut Dari Muara Sungai Porong, Sidoarjo*. FPIK-UNDIP : Semarang.
- Suwondo, F, Y., Syafrianti, dan Wariyanti, S., 2005, *Akumulasi Logam Cupprung (Cu) dan Zincum (Zn) di Perairan Sungai Siak dengan Menggunakan Bioakumulator Eceng Gondok (Eichhornia crassipes)*, Jurnal Biogenesis, Vol. 1(2), pp. 51-56.
- Syafriotman, A. 2015. *Biokonsentrasi Logam Berat Cu Dan Pb Pada Mangrove Di Pulau Sarinah, Muara Sungai Porong, Sidoarjo, Jawa Timur*. SKRIPSI FPIK Universitas Brawijaya
- Tan, K. H., 1991, *Dasar-dasar Kimia Tanah*, Gajah Mada University Press., Yogyakarta.
- Tarigan, Z., Edward., A. Rozak. 2003. *Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn Dan Ni Dalam Air Laut Dan Sedimen Di Muara Sungai Membramo, Papua Dalam Kaitannya Dengan Kepentingan Budidaya Perikanan*. Makara Sains (3)
- Thomas, C dan L. I. Bendell-Young. 1998. *Linking The Sediment Geochemistry of An Intertidal Region to Metal Availability in The Deposit Feeder Macoma balthica*. Marine Ecology Progress Series. Vol. 173:197-213. Luhe, Germany.
- Usman, H. dan A.S. Akbar.2006. *Metode Penelitian Sosial*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Usman, Husaini dan Purnomo Setiady Akbar.1995. *Pengantar Statistika*. Bumi Aksara. Yogyakarta
- Wardhana, 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset : Yogyakarta
- Wulan, Purnama, Thamrin, dan Amin, B. 2013. *Konsentrasi, Distribusi Dan Korelasi Logam Berat Pb, Cr Dan Zn Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga Pt. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang – Propinsi Riau*. Universitas Riau.
- Yang, T., Liu Q., Chan L., dan Liu Z. 2007. *Magnetic signature of heavy metals pollution of sediments: case study from the East Lake in Wuhan, China*. Journal of Environmental Geology (2007) 52:1639–1650.
- Yani, A. 2003. *Hubungan Kualitas Air Dengan Kegiatan Penduduk di Sungai Sember* [Tesis]. Jakarta. Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana, Universitas Ind

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran Parameter Sedimen

Hasil Pengukuran Ph dan Eh Sedimen (Pengulangan 1)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
 JURUSAN TANAH
 Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 175 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2015

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : 1.Putu Winny
 2.Fanny Aprilia Ekawati
 Alamat : FPIK - UB
 Lokasi Tanah : Mangrove Porong

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	pH 1:1		Redoks(EH)
		H ₂ O	KCl 1N	
TNH 339	STASIUN 1 10Cm	7,2	6,8	mV -35,7
TNH 340	STASIUN 2 10Cm	7,1	6,7	-38,6
TNH 341	STASIUN 3 10Cm	6,9	6,6	-24,6

11 MAY 2015
 Mengetahui,
 Ketua Jurusan,

 Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS
 NIP 19540501 198103 1 006

Ketua Lab. Kimia/Tanah

 Prof. Dr. Ir. Syekhmani, MS
 NIP 19480723 197802 1 001

C:Dokumen/hasil analisis/Apr.15/175.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat
 LAB. KIMIA TANAH : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan
 LAB. FISIKA TANAH : Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi
 LAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN, Penginderaan Jauh dan Pemetaan : Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi
 LAB. BIOLOGI TANAH : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi, UPT Kompos.



Hasil Pengukuran Ph dan Eh Sedimen (Pengulangan 2)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 175 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2015

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : 1.Putu Winny
2.Fanny Aprilia Ekawati
Alamat : FPIK - UB
Lokasi Tanah : Mangrove Porong

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	pH 1:1		Redoks(EH)
		H ₂ O	KCl 1N	
TNH 339	STASIUN 1 10Cm	6,9	6,3	mV -36,6
TNH 340	STASIUN 2 10Cm	7,2	6,6	-37,1
TNH 341	STASIUN 3 10Cm	7,3	6,8	-25,4



Mengetahui,
Ketua Jurusan,
Prof.Dr.Ir.Zaenal Kusuma, MS
NIP 19540501 198103 1 006

Ketua Lab. Kimia/Tanah
Prof.Dr.Ir.Syekhmani,MS
NIP 19480723 197802 1 001

C:Dokumen/hasil analisis/Apr.15/175.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat **LAB. KIMIA TANAH** : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan **LAB. FISIKA TANAH** : Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi **LAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN**, Penginderaan Jauh dan Pemetaan : Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi **LAB. BIOLOGI TANAH** : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi, UPT Kompos.

Lampiran 2. Baku Mutu Air dan Sedimen

Baku Mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI tahun 2004 No 51

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT		Lampiran III. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Tahun 2004	
No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ^b
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20 nihil
5.	Sampah	-	alami ^c
6.	Suhu ^d	°C	coral: 28-30 ^(e) mangrove: 28-32 ^(e) lamun: 28-30 ^(e)
7.	Lapisan minyak ^a	-	nihil ^(f)
KIMIA			
1.	pH ^e	%o	7 - 8,5 ^(g) alami ^b
2.	Salinitas ^a		coral: 33-34 ^(h) mangrove: s/d 34 ^(h) lamun: 33-34 ^(h)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD ₅	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MEAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ^f	µg/l	0,01
Logam terlarut			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
1.	BIOLOGI	MPN/100 ml	1000; ^a
2.	Coliform (total) ^a Patogen	sel/100 ml	nihil ¹
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom ^a
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
5. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak bloom adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA, MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

Hoetomo, MPA.

Baku Mutu ANZECC untuk Sedimen

Contaminant	ISQG-Low (Trigger value)	ISQG-High
METALS (mg/kg dry wt)		
Antimony	2	25
Cadmium	1.5	10
Chromium	80	370
Copper	65	270
Lead	50	220
Mercury	0.15	1
Nickel	21	52
Silver	1	3.7
Zinc	200	410
METALLOIDS (mg/kg dry wt)		
Arsenic	20	70
ORGANOMETALLICS		
Tributyltin ($\mu\text{g Sn/kg dry wt.}$)	5	70
ORGANICS ($\mu\text{g/kg dry wt}$)^b		
Acenaphthene	16	500
Acenaphthalene	44	640
Anthracene	85	1100
Fluorene	19	540
Naphthalene	160	2100
Phenanthrene	240	1500
Low Molecular Weight PAHs ^c	552	3160
Benzo(a)anthracene	261	1600
Benzo(a)pyrene	430	1600
Dibenzo(a,h)anthracene	63	260
Chrysene	384	2800
Fluoranthene	600	5100
Pyrene	665	2600
High Molecular Weight PAHs ^c	1700	9600
Total PAHs	4000	45000
Total DDT	1.6	46
p,p'-DDE	2.2	27
o,p'- + p,p'-DDD	2	20
Chlordane	0.5	6
Dieldrin	0.02	8
Endrin	0.02	8
Lindane	0.32	1
Total PCBs	23	–

a Primarily adapted from Long et al. (1995);

b Normalised to 1% organic carbon;

c Low molecular weight PAHs are the sum of concentrations of acenaphthene, acenaphthalene, anthracene, fluorene, 2-methylnaphthalene, naphthalene and phenanthrene; high molecular weight PAHs are the sum of concentrations of benzo(a)anthracene, benzo(a)pyrene, chrysene, dibenzo(a,h)anthracene, fluoranthene and pyrene.

Lampiran 3. Hasil Pengujian Logam Berat Zn dan Bahan Organik pada Sedimen

Pengukuran Logam Berat Zn pada Sedimen (Pengulangan 1)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 175 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2015

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : 1.Putu Winny
2.Fanny Aprilia Ekawati
Alamat : FPIK - UB
Lokasi Tanah : Mangrove Porong

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	Zn.total
		HCl 25%
		mg kg-1
TNH 346	STASIUN 1 20Cm	53,81
TNH 347	STASIUN 1 30Cm	59,87
TNH 348	STASIUN 2 20Cm	61,31
TNH 349	STASIUN 3 20Cm	71,73

11 MAY 2015
Mengetahui
Ketua Jurusan

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS
NIP 19540501 198103 1 006

Ketua Lab. Kimia Tanah
Prof. Dr. Ir. Syekhfani, MS
NIP 19480723 197802 1 001

C:Dokumen/hasil analisis/Apr.15/175.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat LAB. KIMIA TANAH : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan LAB. FISIKA TANAH : Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi LAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN, Penginderaan Jauh dan Pemetaan : Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi LAB. BIOLOGI TANAH : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi, UPT Kompos.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
 JURUSAN TANAH
 Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 175 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2015

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : 1.Putu Winny
 2.Fanny Aprilia Ekawati
 Alamat : FPIK - UB
 Lokasi Tanah : Mangrove Porong

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	C.organik	Bahan Organik	Zn.total
				HCl 25%
	%		mg kg-1
TNH 339	STASIUN 1 10Cm	1,23	2,13	65,54
TNH 340	STASIUN 2 10Cm	1,42	2,46	68,38
TNH 341	STASIUN 3 10Cm	1,12	1,93	53,47
TNH 342	STASIUN 1 30Cm/PASIR	0,09	0,16	70,96
TNH 343	STASIUN 1 30Cm/SILT CLAY	0,65	1,13	113,87
TNH 344	STASIUN 2 30Cm	1,07	1,85	66,24
TNH 345	STASIUN 3 30Cm	0,85	1,47	57,63



Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS
 NIP - 19540501 198103 1 006



Ketua Lab. Kimia Tanah

Prof. Dr. Ir. Syekh fani, MS
 NIP 19480723 197802 1 001

C:Dokumen/hasil analisis/Apr.15/175.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat **LAB. KIMIA TANAH** : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan **LAB. FISIKA TANAH** : Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi **LAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN**, Penginderaan Jauh dan Pemetaan : Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi **LAB. BIOLOGI TANAH** : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi, UPT Kompos.

Pengukuran Logam Berat Zn pada Sedimen (Pengulangan 2)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 175 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2015

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : 1.Putu Winny
2.Fanny Aprilia Ekawati
Alamat : FPIK - UB
Lokasi Tanah : Mangrove Porong

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	Zn.total
		HCl 25%
TNH 346	STASIUN 1 20Cm	70,34
TNH 347	STASIUN 1 30Cm	51,77
TNH 348	STASIUN 2 20Cm	44,20
TNH 349	STASIUN 3 20Cm	53,62



Ketua Lab. Kimia Tanah

Prof. Dr. Ir. Syekhfan, MS
NIP. 19480723 197802 1 001

C:Dokumen/hasil analisis/Apr.15/175.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat **LAB. KIMIA TANAH** : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan **LAB. FISIKA TANAH** : Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi **LAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN**, Penginderaan Jauh dan Pemetaan : Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi **LAB. BIOLOGI TANAH** : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi, UPT Kompos.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
 JURUSAN TANAH
 Jalan Veteran Malang 65145

Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623, 566290 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@ub.ac.id

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 175 / UN.10.4 / T / PG - KT / 2015

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : 1.Putu Winny
 2.Fanny Aprilia Ekawati
 Alamat : FPIK - UB
 Lokasi Tanah : Mangrove Porong

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	C.organik	Bahan Organik	Zn total
				HCl 25%
				mg kg ⁻¹
TNH 339	STASIUN 1 10Cm	1,08	1,93	75,09
TNH 340	STASIUN 2 10Cm	1,01	2,07	72,37
TNH 341	STASIUN 3 10Cm	0,24	1,06	74,06
TNH 342	STASIUN 1 30Cm/PASIR	1,84	0,14	75,09
TNH 343	STASIUN 1 30Cm/SILT CLAY	0,62	1,08	115,03
TNH 344	STASIUN 2 30Cm	0,85	1,63	30,20
TNH 345	STASIUN 3 30Cm	0,39	1,20	40,01

11 MAY 2015
 Mengetahui
 Ketua Jurusan

Prof.Dr.Ir.Zaenal Kusuma, MS
 NIP 19540501 198103 1 006

Ketua Lab. Kimia Tanah

Prof.Dr.Ir.Syekhfani,MS
 NIP 19480723 197802 1 001

C:Dokumen/hasil analisis/Apr.15/175.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat LAB. KIMIA TANAH : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan LAB. FISIKA TANAH : Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi LAB. PEDOLOGI DAN SISTEM INFORMASI SUMBERDAYA LAHAN, Penginderaan Jauh dan Pemetaan : Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi LAB. BIOLOGI TANAH : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi, UPT Kompos.



Lampiran 4. Analisis Statistik

Uji Normalitas dan Homogenitas Konsentrasi Logam Berat Zn

Tests of Normality

	Kedalaman	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
→ Konsentrasi_Zn	10cm	.220	6	.200 [*]	.906	6	.409
	30cm	.146	6	.200 [*]	.982	6	.962

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Konsentrasi_Zn	Based on Mean	3.192	1	10	.104
	Based on Median	3.103	1	10	.109
	Based on Median and with adjusted df	3.103	1	6.504	.125
	Based on trimmed mean	3.186	1	10	.105

Uji ANOVA Two way

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Konsentrasi_Zn

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1906.435 ^a	5	381.287	4.375	.050
Intercept	42067.521	1	42067.521	482.684	.000
Kedalaman	1033.421	1	1033.421	11.857	.014
Stasiun	490.722	2	245.361	2.815	.137
Kedalaman * Stasiun	382.292	2	191.146	2.193	.193
Error	522.920	6	87.153		
Total	44496.876	12			
Corrected Total	2429.355	11			

a. R Squared = .785 (Adjusted R Squared = .605)

Uji Korelasi Antara Konsentrasi Logam Berat Zn dan Bahan Organik
Kedalaman 10 cm

Correlations

		Konsentrasi_Zn	Bahan_organik
Konsentrasi_Zn	Pearson Correlation	1	-.390
	Sig. (2-tailed)		.444
	N	6	6
Bahan_organik	Pearson Correlation	-.390	1
	Sig. (2-tailed)	.444	
	N	6	6

Kedalaman 30 cm

Correlations

		Konsentrasi_Zn	Bahan_organik
Konsentrasi_Zn	Pearson Correlation	1	-.529
	Sig. (2-tailed)		.280
	N	6	6
Bahan_organik	Pearson Correlation	-.529	1
	Sig. (2-tailed)	.280	
	N	6	6

Kedalaman 10 cm dan 30 cm

Correlations

		Konsentrasi_Zn	Bahan_Organik
Konsentrasi_Zn	Pearson Correlation	1	.278
	Sig. (2-tailed)		.382
	N	12	12
Bahan_Organik	Pearson Correlation	.278	1
	Sig. (2-tailed)	.382	
	N	12	12

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Memasukkan sampel kedalam plastik dan pelabelan



Pengambilan sampel Sedimen



Alat Untuk Mengukur Eh dan Ph sedimen



Mengukur Kualitas Perairan



AAS untuk mengukur logam berat Zn



Sampel Siap Untuk dibawa ke Laboratorium