

**ANALISIS KANDUNGAN MERKURI (Hg) DAN KADMIUM (Cd) PADA AIR
DAN SEDIMEN DI PANTAI PASIR PUTIH DESA PASIR PUTIH
KECAMATAN BUNGATAN KABUPATEN SITUBONDO JAWA TIMUR.**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

HIKMA FITRIANA

105080100111028



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**ANALISIS KANDUNGAN MERKURI (Hg) DAN KADMIUM (Cd) PADA AIR
DAN SEDIMEN DI PANTAI PASIR PUTIH DESA PASIR PUTIH
KECAMATAN BUNGATAN KABUPATEN SITUBONDO JAWA TIMUR.**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

Oleh:

HIKMA FITRIANA

105080100111028



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

SKRIPSI

**ANALISIS KANDUNGAN MERKURI (Hg) DAN KADMIUM (Cd) PADA AIR
DAN SEDIMEN DI PANTAI PASIR PUTIH DESA PASIR PUTIH
KECAMATAN BUNGATAN KABUPATEN SITUBONDO JAWA TIMUR**

Oleh:

HIKMA FITRIANA

NIM. 105080100111028

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 29 Januari 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Muhammad Musa, MS

NIP. 19570507 198602 1 002

Tanggal :

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

Ir. Kusriani, MP

NIP. 19560417 198403 2 001

Tanggal :

Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si

NIP. 19730702 20051 2 001

Tanggal :

Mengetahui

Ketua Jurusan

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati., MS

NIP. 19620805 198603 2 00

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Hikma Fitriana

NIM : 105080100111028

Prodi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Laporan Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis, pendapat, atau bentuk lain orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan ini hasil jiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Januari 2015

Penulis,

Hikma Fitriana

NIM. 105080100111028

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya laporan Skripsi ini, tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Memudahkan segala proses skripsi ini.
2. Ibu Ayah tercinta ibu Ekawati S. dan Bpk. Sumadji yang selalu sabar mendoakan di setiap sujudnya siang dan malam
3. Kakak Adek tersayang Atika Tirta Ningtyas dan Dio Heksa Andika yang tak lupa menyelipkan penulis di setiap doanya
4. Ibu Dr.Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku Dosen Pembimbing I atas kesempatan, kesediaan waktu serta kesabarannya membimbing selama proses penyusunan pkl dan skripsi, serta motivasi dan selipan doa untuk penulis.
5. Ibu Dr.Yuni Kilawati, S.Pi.,M.Si selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, motivasi serta selipan doa untuk penulis.
6. Bapak Dr. Ir. Muhammad Musa, MS dan Ibu Ir.Kusriani, MP selaku Dosen Penguji I dan II atas masukan ilmu dan wawasan untuk laporan ini
7. Sahabat 10 tahun Afining Dina Ariyanti, Yuliyanti Siskawati dan Rinanda Widia Kartika beserta keluarga yang turut mendoakan dan memberi motivasi
8. Sahabat Perikanan yang paling setia mulai dari ospek sampai sekarang Deby Cintya Armadani beserta keluarga yang selalu direpotkan
9. Teman baik KKN Lana Pramanna yang menjadi direpotkan selama penyusunan laporan ini
10. Teman-Teman MSP 2010 walaupun penat dengan tugas akhir masing-masing masih menyempatkan menyapa, memberi doa dan dukungan

Malang, Januari 2015

Penulis

RINGKASAN

HIKMA FITRIANA. Skripsi tentang Analisis Kandungan Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Air dan Sedimen di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur. (di bawah Bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.si**)

Kabupaten Situbondo memiliki potensi wisata yang cukup terkenal dikalangan masyarakat yaitu pantai Pasir Putih. Berkembangnya kegiatan penduduk disepanjang garis pantai Pasir Putih yakni kegiatan pariwisata dapat berpengaruh terhadap kualitas air pada sepanjang garis pantai tersebut, karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan pariwisata tersebut secara langsung masuk ke perairan pantai dan dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air diakibatkan oleh adanya zat pencemar, baik berupa komponen-komponen organik maupun anorganik. Komponen-komponen anorganik diantaranya adalah logam berat yang berbahaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Merkuri (Hg) dan kadmium (Cd), pada air laut dan sedimen serta mengetahui kondisi perairan Pantai Pasir Putih Situbondo melalui kandungan logam berat Hg dan Cd pada perairan dan sedimen. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2014 dan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Metode penelitian yang digunakan ialah metode deskriptif dan analisis data menggunakan analisis korelasi dan analisis PCA (*Principal Component Analysis*).

Hasil pengukuran parameter kualitas air meliputi 30,9 °C – 31,7 °C, pH 7,7-8, salinitas 30,3 ‰ – 33,3 ‰, DO 7,14 mg/L – 7,34 mg/L dan kecepatan arus 6,1 – 10,6 cm/det tergolong baik menurut KLH No. 51 tahun 2004 tentang kisaran kualitas air untuk wisata bahari. Kadar merkuri rata-rata pada perairan Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 0,0008 ppm - 0,0022 ppm dan merkuri rata-rata pada sedimen berkisar antara 0,0022 ppm – 0,0040 ppm. Kadar kadmium rata-rata pada perairan Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 0,0004 ppm - 0,0009 ppm dan kadmium rata-rata pada sedimen berkisar antara 0,0012 ppm - 0,0019 ppm. Nilai merkuri pada air berada sedikit di atas ambang batas sedangkan nilai kadmium berada di bawah menurut KLH tentang batasan kadar logam berat di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm. Nilai merkuri dan kadmium pada sedimen berada di bawah level target menurut IADC (*International Association of Dredging*) (1997) yaitu 0,3 mg/l untuk merkuri dan 0,8 mg/l untuk kadmium. Hasil analisis data korelasi menunjukkan bahwa hubungan antara merkuri (Hg) total di air dengan merkuri (Hg) total pada sedimen berkorelasi positif atau berhubungan erat, dan hubungan antara kadmium (Cd) total di air dengan kadmium (Cd) total di sedimen juga menunjukkan korelasi positif atau berhubungan erat.

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah kandungan logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada perairan dan sedimen pantai Pasir Putih Situbondo berada pada ambang batas yang ditentukan.

Saran yang dapat diberikan ialah diperlukan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan dalam mengelola daerah Pantai Pasir Putih Situbondo yang merupakan kawasan wisata bahari serta merupakan sumber mata pencaharian yang dapat membantu perekonomian penduduk sekitar. Dalam pengelolaan kawasan lingkungan wisata bahari diperlukan kerja sama semua pihak terkait agar wilayah tersebut tidak tercemar. Dan juga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) di wilayah Pantai Pasir Putih Situbondo.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Penelitian Skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Air dan Sedimen di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur” dengan baik dan tepat waktu.

Laporan ini menjelaskan cara pengukuran dan nilai konsentrasi logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd), dalam air laut dan sedimen serta kualitas air yang dapat mempengaruhi toksisitas logam berat seperti parameter fisika meliputi suhu, kecepatan arus, kecerahan, dan salinitas dan parameter kimia meliputi pH, salinitas, DO (*Dissolved Oxygen*) dan serta analisa dari setiap parameter dan keterkaitannya dengan lokasi pengamatan. Data diambil sebanyak 3 kali untuk mengetahui distribusi temporal dari masing-masing logam berat. Data hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan baku mutu untuk menentukan kualitas perairan di Pantai Pasir Putih, Situbondo dan dilakukan analisis statistik. Diharapkan data ini dapat menjadi data informasi sebagai acuan dalam pengelolaan dan pemanfaatan daerah yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Penulis sadar akan banyaknya kekurangan yang terdapat dalam laporan Praktek Kerja Lapang ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat menyempurnakan isi dari laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dan menjadi informasi baru bagi para pembaca.

Malang, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	4
1.4 Kegunaan	5
1.5 Waktu dan Tempat	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Logam Berat	7
2.2 Pencemaran Logam Berat	8
2.3 Logam Berat Merkuri (Hg)	11
2.3.1 Definisi Merkuri	11
2.3.2. Sifat Merkuri	11
2.3.3 Sumber Merkuri	12
2.3.4 Pengaruh Merkuri di Perairan dan Sedimen	12
2.4 Logam Berat Kadmium (Cd)	13
2.4.1 Definisi Kadmium (Cd)	13
2.4.2 Sifat Kadmium (Cd)	14
2.4.3 Sumber Kadmium (Cd)	14
2.4.4 Pengaruh Kadmium di Perairan dan Sedimen	15
2.5 Aktivitas Manusia	16
2.6 Definisi Wilayah Pesisir dan Pemanfaatannya	17
2.7 Parameter Kualitas Air	19
2.7.1 Suhu	19
2.7.2 Derajat Keasaman (pH)	19
2.7.3 Salinitas	20
2.7.4 Oksigen Terlarut (DO)	21
2.8 SPSS	23

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	25
3.3 Lokasi Penelitian	26
3.4 Metode Penelitian	27
3.5 Metode Pengambilan Data	27
3.5.1 Data Primer	28
3.5.2 Data Sekunder	29
3.6 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	29
3.7 Teknik Pengambilan Sampel	31
3.7.1 Sampel Air Laut dan Sedimen	31
3.7.2 Analisis Hg total pada air	32
3.8 Analisis Parameter Fisika	35
3.9 Parameter Kimia	36
3.10 Analisis Data	36
3.10.1 Kruskal Wallis	36
3.10.2 PCA (<i>Principal Component Analysis</i>)	38
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	39
4.2 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air	41
4.2.1 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 1	41
4.2.2 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 2	42
4.2.3 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 3	44
4.2.4 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 4	45
4.3 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen	46
4.3.1 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 1	46
4.3.2 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 2	48
4.3.3 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 3	50
4.3.4 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 4	51
4.4 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air	52
4.4.1 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 1	52
4.4.2 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 2	54
4.4.3 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 3	56
4.4.4 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 4	57
4.5 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen	59
4.5.1 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 1	59

4.5.2 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 2	61
4.5.3 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 3.....	62
4.5.4 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 4.....	64
4.6 Data Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air	66
4.6.1 Suhu.....	67
4.6.2 Salinitas.....	68
4.6.3 Kecepatan Arus.....	69
4.6.4 pH	71
4.6.5 DO (Disolved Oxygen).....	72
4.7 Analisis Kruskal Wallis Merkuri dan Kadmium	74
4.7.1 Analisis Kruskal Wallis Merkuri pada Air dan Merkuri pada Sedimen.....	74
4.7.2 Analisis Kruskal Wallis Kadmium pada Air dan Kadmium pada Sedimen.....	74
4.8 Hubungan Parameter Perairan dengan Kandungan Merkuri (Hg) total dan Kadmium (Cd) total.....	77
4.8.1 Hubungan Parameter Perairan dengan Kandungan Merkuri (Hg) total	77
4.8.2 Hubungan Parameter Perairan dengan Kandungan Kadmium (Cd) total	79
5. PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR TABEL

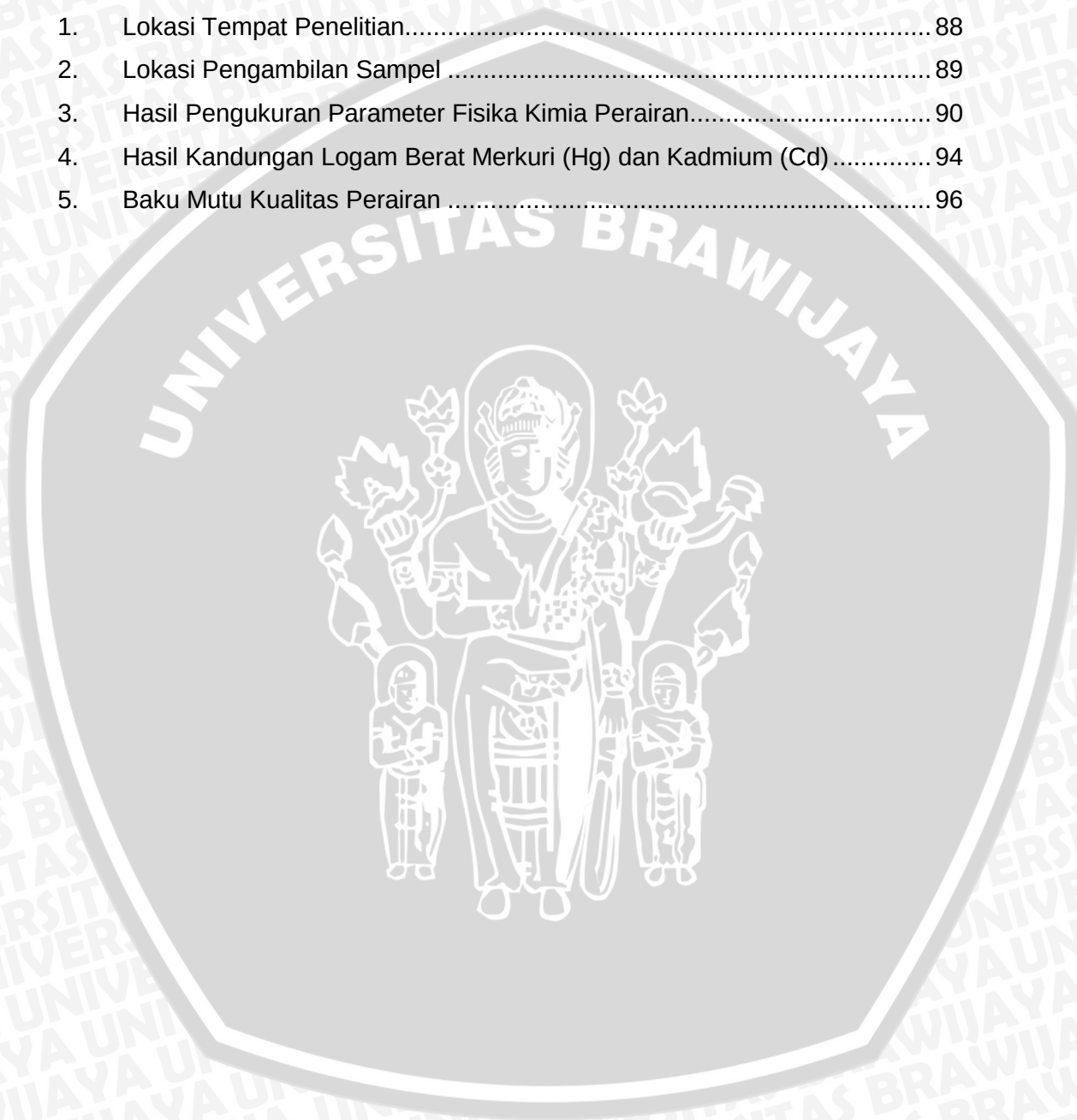
Tabel	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	24
2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	26
3. Hasil Pengukuran Kualitas Air Stasiun 1	90
4. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 2	91
5. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 3	92
6. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 4	93
7. Hasil Analisis Logam Berat Merkuri (Hg) (ppm) Dalam Air Laut di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014	94
8. Hasil Analisis Logam Berat Merkuri (Hg) (ppm) Dalam Sedimen di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014	94
9. Hasil Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) (ppm) Dalam Air Laut di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014	95
10. Hasil Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) (ppm) Dalam Sedimen di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Perumusan Masalah.....	3
2. Skema proses masuknya unsur logam berat ke ekosistem laut	10
3. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 1	41
4. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 2	42
5. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 3	44
6. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 4	45
7. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 1	47
8. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 2	48
9. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 3	50
10. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 4	51
11. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 1.....	53
12. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 2.....	54
13. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 3.....	56
14. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 4.....	58
15. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 1	59
16. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 2	61
17. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 3	63
18. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 4	64
19. Grafik Pengukuran Suhu Pada Setiap Stasiun.....	67
20. Grafik Pengukuran Salinitas Pada Setiap Stasiun.....	68
21. Grafik Pengukuran Kecepatan Arus Pada Setiap Stasiun.....	70
22. Grafik Pengukuran pH Pada Setiap Stasiun	71
23. Grafik Pengukuran DO (<i>Disolved Oxygen</i>) Pada Setiap Stasiun.....	73
24. Hasil analisis Kruskal-Wallis Merkuri.....	75
25. Hasil analisis Kruskal-Wallis Kadmium.....	76
26. Grafik Analisis <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	77
27. Grafik Analisis <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Tempat Penelitian.....	88
2. Lokasi Pengambilan Sampel	89
3. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan.....	90
4. Hasil Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd)	94
5. Baku Mutu Kualitas Perairan	96



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Wibowo (2005) Wilayah kedaulatan Indonesia yaitu meliputi tiga kawasan, yakni kawasan laut, pesisir, dan daratan merupakan kawasan yang menyimpan berbagai potensi kekayaan alam yang melimpah dan memerlukan banyak daya dan upaya agar tetap terjaga keberlangsungan dan kelestariannya. Dari semua kawasan tersebut, kawasan pesisir merupakan salah satu wilayah yang perlu diperhatikan karena kawasan ini merupakan wilayah yang menjadi pintu masuk dan keluarnya berbagai macam yang berasal baik dari laut maupun darat, khususnya kawasan estuari yang menjadi jalur bagi laju pergerakan sedimen dari darat dan laut. Yanney (2001) menambahkan laut menjadi tempat terkumpulnya zat-zat pencemar yang dibawa aliran air. Banyak industri yang membuang limbah industrinya tanpa penanganan terlebih dahulu dan kegiatan domestik yang membuang limbahnya ke sungai. Limbah-limbah ini terbawa ke laut dan dapat menyebabkan penurunan kualitas air.

Salah satu aktivitas utama di wilayah pesisir adalah aktivitas pelabuhan sebagai sarana pendukung transportasi dan aktivitas lainnya seperti kegiatan sistem bisnis perikanan yang digunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, dan bongkar muat ikan atau hasil perikanan lainnya. Adanya aktivitas ini menjadikan lingkungan perairan pelabuhan sangat potensial terjadi kontaminasi. Menurut Mukhsor (2002) pencemaran pesisir dan laut dapat bersumber dari daratan (*land based pollution*). Kegiatan di daratan dapat berupa limbah industri di kawasan pelabuhan serta limbah padat dan cair domestik yang terbawa aliran sungai yang bermuara di sekitar pelabuhan, sedangkan kegiatan di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut adalah perkapalan (*shipping*), dumping di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*mining*), eksplorasi

dan eksploitasi minyak (*oil exploration and exploitation*), budidaya laut (*marine culture*) dan perikanan (*fishing*) (KNLH, 2007).

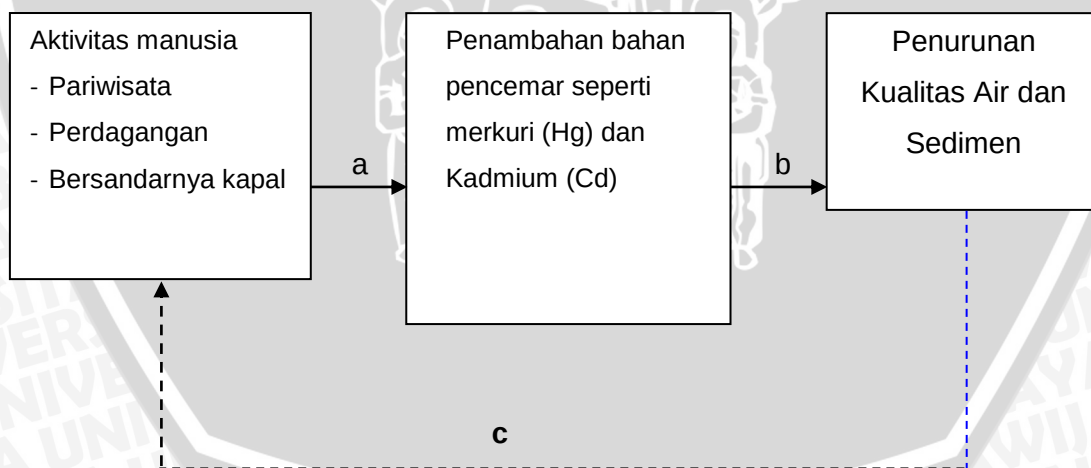
Logam berat dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Djuaningsih *et al*, 1982). Logam berat yang mempunyai waktu tinggal (*residence time*) sampai ribuan tahun, akan terkonsentrasi dalam tubuh makhluk hidup dengan proses bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui saluran pernafasan, makanan dan melekat pada kulit (Darmono, 1995).

Kabupaten Situbondo memiliki potensi wisata yang cukup terkenal dikalangan masyarakat yaitu pantai Pasir Putih, yang merupakan tempat rekreasi pantai yang berjarak ± 23 km di sebelah Barat Situbondo. Pantai Pasir Putih ini terkenal dengan pantainya yang landai dan berpasir putih. Sebagai daerah yang berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan Selat Bali di sebelah Timur, Situbondo memiliki garis pantai sepanjang ± 150 km, dengan letak geografis yang dimiliki itu beberapa usaha kelautan dan perikanan yang dikembangkan masyarakat sekitar antara lain penangkapan ikan, pengelolaan hasil laut, pembenihan, budidaya air laut serta air payau, sedangkan hasil laut yang diperoleh antara lain udang windu, udang putih, ikan tongkol, ikan layang, ikan kembung dan ikan lemuru. Berkembangnya kegiatan penduduk di sepanjang garis pantai Pasir Putih yakni kegiatan pariwisata dapat berpengaruh terhadap kualitas air pada sepanjang garis pantai tersebut karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan pariwisata tersebut secara langsung masuk ke perairan pantai dan dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air diakibatkan oleh adanya zat pencemar, baik berupa komponen-komponen organik maupun anorganik. Komponen-komponen anorganik diantaranya adalah logam berat yang berbahaya (Fardiaz, 1992). Keberadaan logam berat di

perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Dari jenis-jenis limbah tersebut, limbah yang umumnya paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Hal ini disebabkan senyawa logam berat banyak digunakan baik sebagai bahan baku, bahan tambahan, katalisator, fungisida maupun sebagai additive. Oleh karena itu, limbah industri merupakan sumber pencemar logam berat yang potensial bagi perairan laut (Hutagalung, 1984).

1.2 Rumusan Masalah

Banyaknya aktivitas manusia terlebih pada kegiatan pariwisata seperti aktivitas pengunjung, sampah sisa kegiatan pariwisata, perdagangan dan tempat bersandarnya kapal wisata di sepanjang daerah wisata pantai pasir putih Situbondo Jawa timur menyebabkan terjadinya perubahan kondisi fisika , kimia serta diduga bahwa perairan tersebut tercemar logam berat.



Gambar 1. Bagan Alir Perumusan Masalah

Keterangan:

- a. Secara garis besar di sekitar garis pantai Pasir Putih Situbondo terdapat berbagai kegiatan manusia seperti pariwisata, aktivitas pengunjung, perdagangan dan sebagai tempat bersandarnya kapal wisata.
- b. dari berbagai kegiatan pariwisata menghasilkan banyak limbah seperti plastik, bekas baterai, cat dari kapal yang diduga menjadi sumber dari logam berat Hg dan Cd.
- c. secara langsung maupun tidak langsung kegiatan tersebut dapat mempengaruhi tingkat pemanfaatan air pantai, baik sebagai sarana dan prasarana penunjang kegiatan ataupun sebagai tempat akhir pembuangan hasil (terjadi penambahan bahan pencemar di perairan tersebut) dari kegiatan tersebut, sehingga menyebabkan adanya perubahan atau penurunan kualitas air dan sedimen baik secara fisika, dan kimia.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menambah ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku perkuliahan melalui penelitian di lapang mengenai kandungan logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) pada perairan dan sedimen.

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai konsentrasi logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd), pada air laut dan sedimen di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
2. Mengetahui kondisi kualitas perairan dan sedimen melalui kandungan logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

3. Mengetahui hubungan parameter fisika, kimia, dan biologi terhadap kandungan merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) dengan di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
4. Mengetahui perbedaan kandungan merkuri (Hg) pada air dan kandungan merkuri (Hg) pada sedimen dan perbedaan kandungan kadmium (Cd) air dan kadmium (Cd) pada sedimen di setiap stasiun di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

1.4 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa

Meningkatkan wawasan dan kemampuan untuk menganalisis data, memahami permasalahan yang ada dan menemukan solusinya dengan cara memadukan teori yang diperoleh dengan keadaan di lapang.

2. Masyarakat Umum

Memberikan informasi tentang kandungan logam berat pada air laut, sedimen dan memberikan kesadaran kepada masyarakat sekitar untuk turut serta dalam menjaga, mengelola dan meningkatkan mutu perairan sssstersebut.

3. Pemerintah

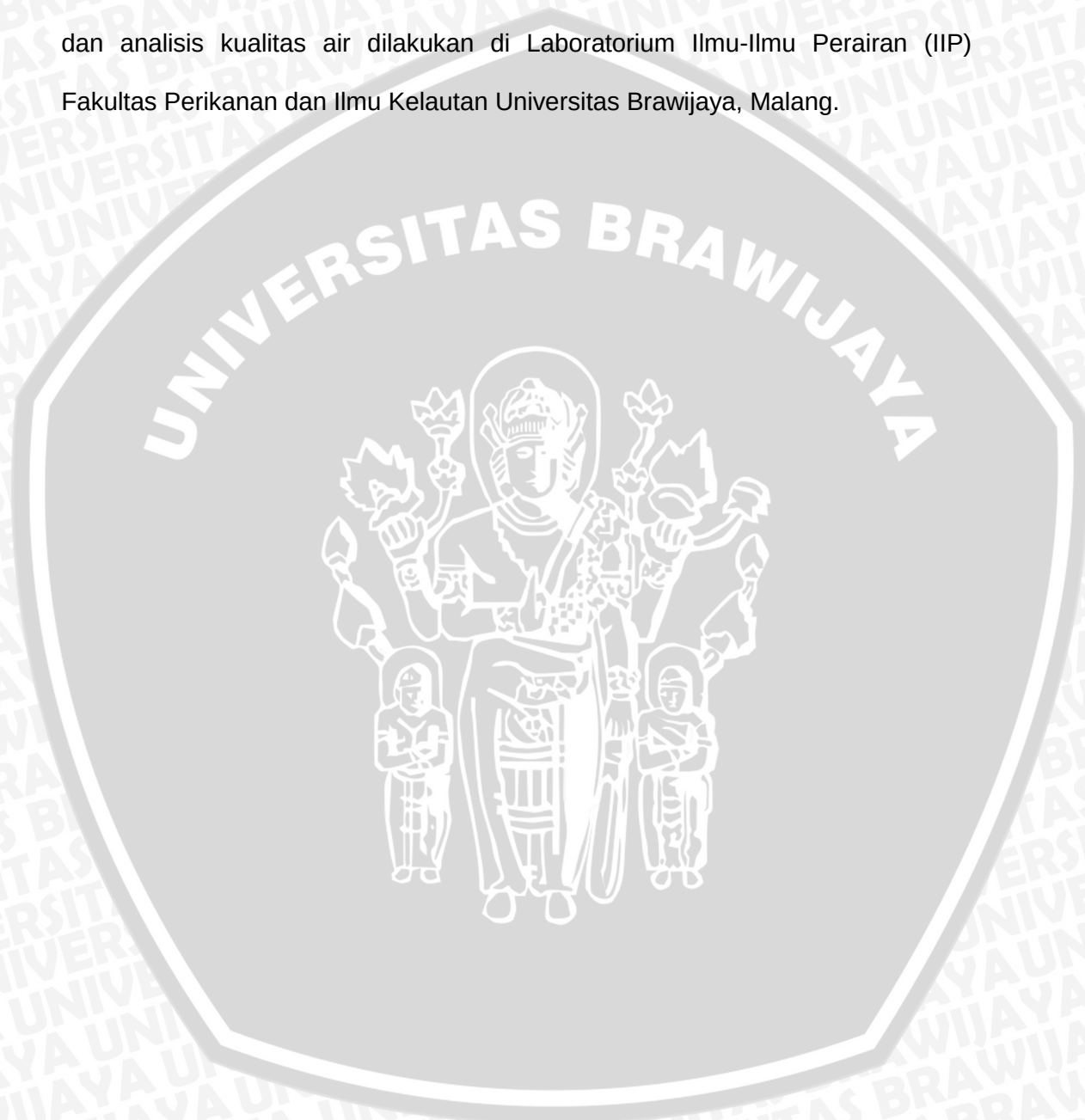
Sebagai informasi tambahandalam proses pengelolaan sumberdaya secara berkelanjutan dan peningkatan mutu perairan di wilayah pesisir Kecamatan Bungatan Situbondo Jawa Timur.

4. Lembaga Pendidikan

Sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan penelitian serupa dan dapat menjadi pembanding dengan lokasi lain dalam penelitian yang sama.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Pantai Pasir Putih, Situbondo, Jawa Timur pada bulan Mei 2014. Analisis kandungan logam berat Hg dan Cd dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) dan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan (IIP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam Berat adalah unsur logam dengan berat molekul yang tinggi mempunyai daya hantar panas, panas listrik yang tinggi dan memiliki densitas $> 5 \text{ gr/cm}^3$ (Hutagalung *et al.*, 1997). Selain itu, Sanusi (2006) mengemukakan bahwa logam berat di perairan terdiri atas logam berat esensial dan non esensial. Logam berat yang sering mencemari lingkungan atau non esensial adalah Hg, Zn, Cd, As, dan Pb. Logam berat bersifat esensial dimana logam berat ini dibutuhkan dalam pembentukan haemosianin dalam darah dan sistem enzim, misalnya Cr, Ni, Cu, dan Zn.

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria – kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaan terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup (Heryanto, 2004). Semua logam berat dapat dikatakan sebagai bahan beracun yang akan meracuni makhluk hidup, sebagai contoh logam berat air raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan krom (Cr). Namun demikian, meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat tersebut dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang sangat kecil atau sedikit. Tetapi apabila kebutuhan yang sangat kecil tersebut tidak terpenuhi maka akan berakibat fatal pada kelangsungan makhluk hidup tersebut. Karena tingkat kebutuhan yang sangat dipentingkan maka logam-logam tersebut juga dinamakan sebagai logam-logam esensial tubuh. Bila logam-logam esensial yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan, maka berubah fungsi menjadi racun. Contoh dari logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn) dan Nikel (Ni) (Fardiaz, 1995).

Logam berat memiliki tingkat atau daya racun yang berbeda tergantung pada jenis, sifat kimia dan sifat fisik logam berat. Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tahun 1990 *dalam* Sarjono (2009) membagi kelompok logam berat berdasarkan sifat toksisitas dalam 3 kelompok, yaitu :

1. Bersifat toksik tinggi : terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn
2. Bersifat toksik sedang : terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co, dan
3. Bersifat toksik rendah : terdiri atas unsur Mn dan Fe

2.2 Pencemaran Logam Berat

Pencemaran suatu perairan merupakan salah satu gejala pengotoran suatu perairan sehingga menyebabkan perairan tersebut mengalami degradasi lingkungan (Hamidah,1980). Secara alami di laut terdapat kandungan logam berat tetapi dalam kadar yang sangat rendah berkisar antara 10^{-5} – 10^{-2} ppm (Bernhard, 1978). Logam berat adalah istilah yang digunakan secara umum untuk kelompok logam berat dan *metalloid* yang densitasnya lebih besar dari 5 g/cm³, terutama pada unsur seperti Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pd dan Zn (Hutagalung *et al.*, 1997).

Menurut Darmono (2001), secara umum logam berat toksik memiliki sifat sebagai berikut:

- a. Persisten, sulit mengalami degradasi,
- b. Akumulasi dan magnifikasi dalam jaringan tubuh biota laut,
- c. Memiliki EC₁₀ dan LC₅₀-96 jam yang rendah,
- d. Memiliki waktu paruh yang tinggi dalam tubuh biota laut,
- e. Memiliki nilai faktor konsentrasi yang besar dalam tubuh biota laut.

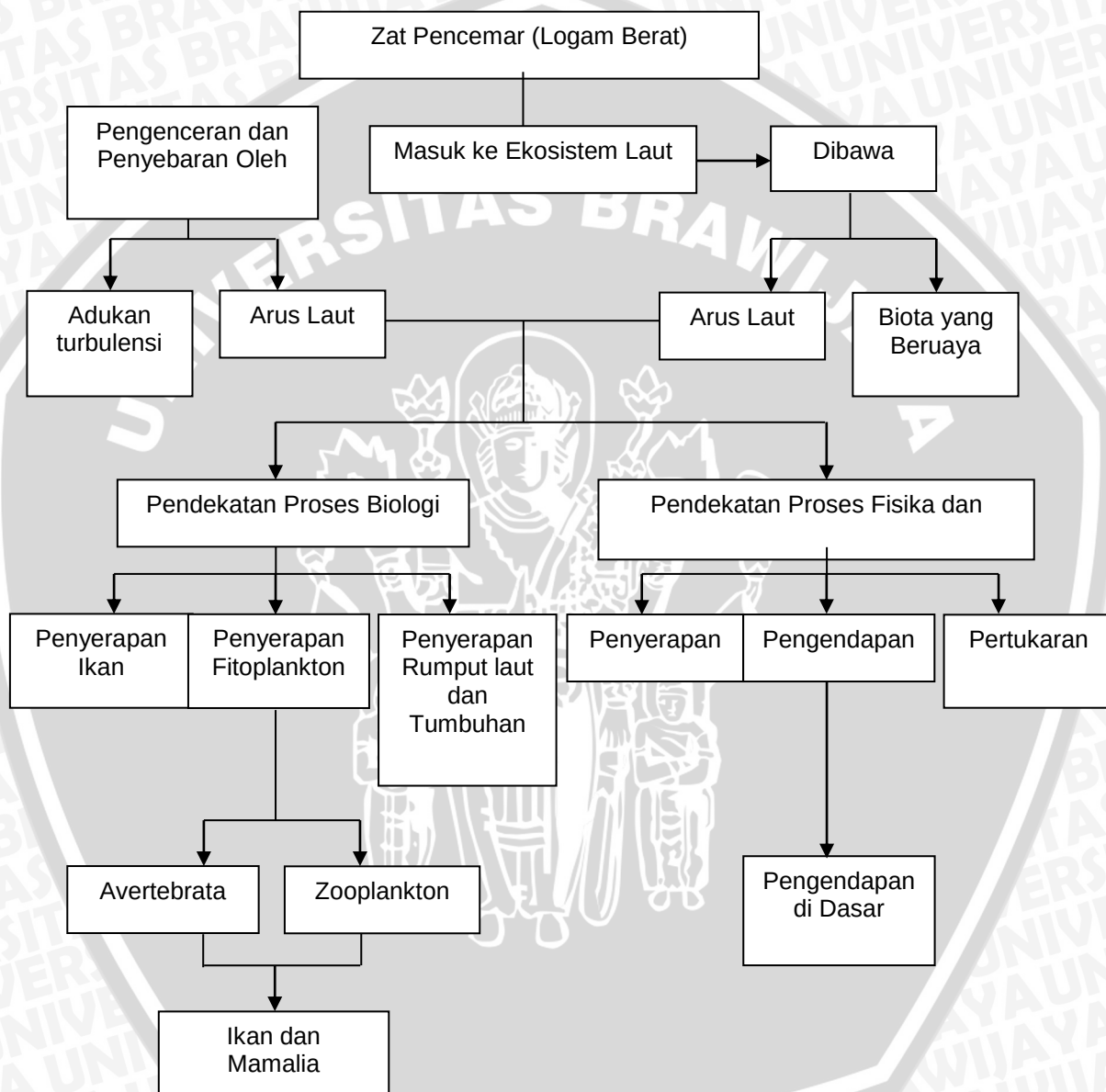
Pencemaran air terhadap logam berat bersumber dari batu-batuan dan tumpahan lahar gunung merapi yang meletus, aktivitas industri biji logam,

ekskresi manusia dan hewan serta sampah-sampah atau padatan yang dibuang ke perairan (Harahap, 1991). Logam berat biasanya berikatan dengan senyawa kimia atau dalam bentuk ion dalam perairan, bergantung pada kompartemen tempat logam berada. Selain itu, tingkat kandungan logam pada setiap kompartemen sangat bervariasi bergantung pada lokasi dan tingkat pencemarannya (Lu, 1995).

Logam-logam di perairan ditemukan dalam dua bentuk antara lain terlarut yaitu ion logam bebas dalam air dan logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik; dan tidak terlarut yaitu partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kompleks metal yang terabsorpsi pada zat tersuspensi. Logam berat yang terdapat dalam perairan biasanya dalam bentuk ion seperti Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , jarang sekali yang berbentuk molekul (Darmono, 1995).

Menurut Bryan (1976), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi toksisitas logam berat terhadap biota perairan adalah bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut dalam air, pengaruh interaksi antara logam, pengaruh lingkungan seperti temperatur, kadar garam, pH, dan kadar oksigen terlarut. Daya toksisitas logam berat dalam perairan terhadap makhluk hidup di dalamnya dipengaruhi oleh kemampuan organisme beraklimatisasi terhadap bahan toksik logam (Lu, 1995). Selain itu, juga bergantung pada spesies, lokasi, umur (fase siklus hidup), daya tahan (detoksikasi) dan kemampuan individu untuk menghindarkan diri dari pengaruh polusi (Palar, 2004).

Unsur logam berat yang mencemari suatu perairan khususnya perairan laut mengalami beberapa tahapan seperti proses akumulasi fisik, kimia, dan biologis. Proses masuknya logam berat ke suatu ekosistem laut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema proses masuknya unsur logam berat ke ekosistem laut (Fauzan, 1995)

2.3 Logam Berat Merkuri (Hg)

2.3.1 Definisi Merkuri

Merkuri adalah salah satu unsur kimia yang mempunyai nomor atom 80, berat atom 200,61 dan jari-jari atom 1,48 Å. Merkuri merupakan satu-satunya unsur logam yang berbentuk cair pada suhu kamar (25°C) dan sangat mudah menguap, membeku pada suhu -38,87°C dan mendidih pada suhu 359,9°C. Warnanya tergantung pada bentuk fasanya. Fasa cair berwarna putih perak, sedangkan fasa padat berwarna abu-abu. Densitas merkuri yaitu 13,55 gr/cm³ merupakan densitas yang tertinggi dari semua benda cair. Tegangan permukaannya juga sangat tinggi yaitu 547 dine bila dibandingkan dengan air (73 dine) dan alkohol (22 dine) (Hutagalung, 1985).

Merkuri berbentuk cair keperakan pada suhu kamar. Merkuri membentuk beberapa persenyawaan baik anorganik maupun organik. Merkuri dapat menjadi senyawa anorganik melalui oksidasi dan kembali menjadi unsur Hg melalui reduksi. Merkuri anorganik menjadi merkuri organik melalui kerja bakteri anaerobik tertentu dan senyawa ini secara lambat terdegradasi menjadi merkuri organik (Halinda, 2002)

2.3.2. Sifat Merkuri

Menurut Heryando (2008), secara umum merkuri mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Berwujud cair pada suhu kamar (25°C) dan titik beku paling rendah -39°C
2. Masih berwujud cair pada suhu 396°C. Pada temperatur 396°C ini telah terjadi pemuaihan secara menyeluruh

3. Merupakan logam yang paling mudah menguap jika dibandingkan dengan logam-logam lain
4. Tahanan listrik yang dimiliki sangat rendah, sehingga menempatkan merkuri sebagai logam yang sangat baik untuk menghantarkan daya listrik.
5. Dapat melarutkan bermacam-macam logam untuk membentuk alloy yang disebut juga dengan amalgam.

2.3.3 Sumber Merkuri

Menurut Supriharyono (2002), sumber-sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua yaitu sumber-sumber yang bersifat alami dan yang bersifat buatan. Secara alami logam berat masuk ke perairan laut berasal dari tiga sumber yaitu :

1. Masuknya yang berasal dari daerah pantai yang berasal dari sungai-sungai dan hasil dari abrasi pantai oleh aktivitas gelombang
2. Masuknya dari laut meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut yang dalam dan logam-logam yang dibebaskan dari partikel atau sedimen-sedimen oleh proses kimiawi.
3. Masuknya dari lingkungan perairan dekat daratan pantai, termasuk logam yang ditransportasikan sebagai partikel-partikel debu.

2.3.4 Pengaruh Merkuri di Perairan dan Sedimen

Merkuri dan turunannya mempunyai sifat yang sangat beracun. Adanya pencemaran logam berat di bagian perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua organisme

perairan tidak sama, namun kehancuran dari sekelompok dapat menjadikan terputusnya mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya keadaan tersebut akan menghancurkan ekosistem perairan (Connel dan Miller, 2005). Kelarutan logam berat yang rendah dalam air dan kemudahannya diserap dan terkumpul dalam jaringan tubuh organisme air, baik melalui proses bioakumulasi maupun biomagnifikasi yaitu melalui *food Chain* (Budiono, 2003).

Senyawa kimia dalam sedimen dapat menimbulkan efek toksik langsung terhadap kehidupan akuatik atau dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Widhiyatna *et al.*, (2005) menambahkan bahwa sedimen yang terkontaminasi oleh merkuri dapat membahayakan kehidupan organisme karena di dalamnya terdapat rantai makanan. Merkuri terakumulasi dalam tubuh organisme melalui proses metabolisme organisme tersebut. Bahan-bahan yang mengandung merkuri dan terbuang di lingkungan tersebut dimakan oleh organisme tersebut dan senyawa kimianya berubah menjadi methyl-merkuri

2.4 Logam Berat Kadmium (Cd)

2.4.1 Definisi Kadmium (Cd)

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfid). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Kadmium (Cd) memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan memiliki masa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Widowati *et al*, 2008).

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki toksisitas tinggi dibandingkan dengan jenis logam berat lainnya, penyebaran yang luas

serta memiliki waktu paruh (*biological life*) yang panjang dalam tubuh organism hidup yaitu sekitar 10-30 tahun karena tidak dapat didegradasi (Lu, 1995).

2.4.2 Sifat Kadmium (Cd)

Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, kadmium (Cd) merupakan logam yang lunak ductile, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta cepat akan mengalami kerusakan bila dikenai uap amoniak (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2). Berdasarkan pada sifat kimianya, logam kadmium (Cd) didalam persenyawaan yang dibentuknya umumnya mempunyai bilangan valensi 2+, sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi 1+. Bila dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion OH^- , ion-ion Cd^{2+} akan mengalami proses pengendapan. Endapan yang terbentuk dari ion-ion Cd^{2+} dalam larutan OH^- biasanya dalam bentuk senyawa terhidrasi yang berwarna putih (Palar, 2004).

Kadmium di suatu perairan terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit, bersifat tidak larut dalam perairan, dan mudah terakumulasi di sedimen (Rachmawatie, 2009). Logam Cd ditemukan dalam perairan sebagai ion Cd^{2+} , $\text{Cd}(\text{OH})_2$, CdCO_3 , dan senyawa kompleks; berikatan dengan material organik. Perpindahan logam Cd ke dalam sedimen bergantung pada jumlah pengendapan serta terjadinya ikatan logam dengan mineral, logam hidroksida dan material organik yang meningkat jumlahnya ketika pH meningkat (Dani, 2012)

2.4.3 Sumber Kadmium (Cd)

Sumber Cd dalam laut terutama berasal dari alam yaitu letusan gunung berapi, debu yang terbawa angin, kebakaran hutan menyebabkan Cd yang terkandung di dalam pohon terlepas, lahan pertanian yang menggunakan pupuk

berkandungan cadmium dan aliran sungai yang berasal dari lahan tersebut. Sumber lainnya merupakan hasil buangan manusia berasal dari pertambangan, ekstraksi dan pengolahan Zn (Dani, 2012).

Kadmium banyak digunakan dalam industri pelapisan logam, metalurgi, peralatan fotografi, gelas dan campuran perak, produksi foto-elektrik, foto-konduktor dan fosforus, porselen dan keramik (sebagai pigmen pada keramik), penyepuhan listrik, pelumas, tekstil, plastik serta dalam pembuatan alloy dan baterai alkali (Darmono, 2001).

Kadmium merupakan bahan alami yang terdapat dalam kerak bumi. Kadmium murni berupa logam berwarna putih perak dan lunak, namun bentuk ini tak lazim ditemukan di lingkungan. Umumnya cadmium terdapat dalam kombinasi dengan elemen lain seperti Oksigen (*Cadmium Oxide*), Klorin (*Cadmium Chloride*) atau belerang (*Cadmium Sulfide*). Kebanyakan Cadmium (Cd) merupakan produk samping dari pengecoran seng, timah atau tembaga cadmium yang banyak digunakan berbagai industri, terutama plating logam, pigmen, baterai dan plastik (Hutagalung, 1984).

2.4.4 Pengaruh Kadmium di Perairan dan Sedimen

Kadmium dalam konsentrasi 0,5-0,75 mL dalam air dapat menyebabkan nekrosis insang dan nekrosis fokal serta hipertropi pada hepatopankreas dan mukosa usus pada udang putih (Darmono, 1990). Toksisitas akut kadmium pada ikan dapat menyebabkan hypocalcaemia (rendahnya kalsium dalam darah) (Dani, 2012). Toksisitas kadmium pada manusia dapat menyebabkan penyakit ouch-ouch, itai-itai yaitu kontraksi otot karena kehilangan sejumlah kalsium dan dapat berdampak pada kematian seperti yang terjadi di Jepang (Uhlmann, 1979).

Pencemaran Cd dapat mengenai organisme dan manusia melalui tanah yang menggunakan pupuk yang mengandung Cd atau tercemar bahan industri. Tanah yang tercemar Cd apabila ditanami atau didiami oleh organisme secara berkala akan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia yang mengkonsumsi tanaman pangan tersebut begitupun dengan organisme yang mendiami tempat tersebut (Soesanto, 1998).

2.5 Aktivitas Manusia

Menurut Suryanto (2011), pencemaran perairan terutama berasal dari aktivitas manusia yang dapat mengganggu keseimbangan perairan. Secara umum penyebab pencemaran air dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga dan sebagainya. Sumber tak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan. Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air tanah mengandung sisa dari aktivitas pertanian, misalnya pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktifitas manusia, yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam.

Pencemaran logam berat pada dasarnya terjadi dengan tidak sendirinya, namun terbawa oleh air, udara dan aktivitas manusia. Apabila air telah tercemar oleh komponen-komponen anorganik, maka di dalamnya dapat mengandung berbagai logam berat yang berbahaya. Pencemar logam berat merupakan pencemar yang paling berbahaya, walaupun jumlahnya kecil namun mempunyai tingkat keracunan tinggi karena sifatnya yang tidak terdegradasi di lingkungan dan mudah terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup, meskipun ada beberapa logam berat yang diperlukan dalam jumlah kecil (Fardiaz, 1992).

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan perairan terjadi karena adanya suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut dalam kegiatan manusia, dan secara sengaja maupun tidak sengaja membuang berbagai jenis limbah beracun termasuk di dalamnya terkandung logam berat ke dalam lingkungan perairan. Sumber utama pemasukan logam berat berasal dari kegiatan pertambangan, cairan limbah rumah tangga, limbah dan buangan industri, limbah pertanian (Wittmann, 1979 dalam Connel dan Miller, 2006).

Sumber utama pemasukan logam ke lingkungan perairan, seperti kegiatan pertambangan yang menyebabkan terbukanya lapisan batuan yang mempercepat pelapukan batuan, seperti terbukanya mineral pirit dan sulfida yang teroksidasi dengan oksigen atmosfer yang menyebabkan aliran pembuangan menjadi asam. Sumber logam berat lainnya adalah berasal dari (1) limbah rumah tangga yang berasal dari sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air misalnya Cu, Pb, Zn dan Cd, dan produk-produk konsumen misalnya detergen mengandung Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, Cr, B, Hg dan As; (2) limbah atau buangan industri baik berasal dalam cairan limbah yang berhubungan secara khusus dalam proses produk tertentu, penimbunan dan pencucian lumpur industri; (3) pembakaran bahan bakar yang mengandung limbah hitam termasuk transportasi baik darat maupun laut yang masuk melalui air hujan; (4) aktifitas pertanian yang berasal dari erosi tanah yang kaya akan logam yang berasal dari sisa tumbuhan dan hewan, pupuk fosfat, herbisida, fungisida, serta melalui pemakaian cairan limbah atau lumpur sebagai pupuk (Tugiyono, 2007).

2.6 Definisi Wilayah Pesisir dan Pemanfaatannya

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, dengan batas ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air

yang masih mendapat pengaruh sifat-sifat laut seperti angin laut, pasang surut, perembesan air laut (intrusi) yang dicirikan oleh vegetasinya yang khas, sedangkan batas wilayah pesisir ke arah laut mencakup bagian atau batas terluar daripada daerah paparan benua (*continental shelf*), dimana ciri-ciri perairan ini masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun proses yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Bengen, 2002).

Menurut Dahuri et al., (1996), sampai sekarang belum ada definisi wilayah pesisir yang baku namun demikian terdapat kesepakatan umum di dunia bahwa wilayah pesisir adalah suatu wilayah perairan antara daratan dan lautan. Apabila ditinjau dari garis pantai (*coast line*), maka wilayah pesisir mempunyai dua macam batas (*boundaries*) yaitu batas yang sejajar dengan garis pantai (*long shore*) dan batas yang tegak lurus garis pantai (*cross shore*). Menurut UU no. 27 tahun 2007 tentang batasan wilayah pesisir, kearah daratan mencakup wilayah administrasi daratan dan ke arah perairan laut sejauh 12 mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan atau ke arah perairan kepulauan.

Wilayah pesisir kini telah menjadi objek bagi pembangunan berbagai aktifitas manusia salah satunya adalah aktifitas pelabuhan perikanan. Berdasarkan survey yang dilakukan Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2007) di beberapa pelabuhan utama di Indonesia, secara umum bahan kontaminan di pelabuhan adalah minyak dan sampah sehingga semakin meningkat jumlah kapal yang datang ke suatu pelabuhan, maka semakin besar kontaminasi limbah yang akan diterima pelabuhan. Kegiatan di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut adalah perkapalan (*shipping*), dumping di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*mining*), eksplorasi dan eksploitasi minyak (*oil eksploration and exploitation*), budidaya laut (*marine culture*) dan perikanan (*fishing*) (KNLH, 2007).

2.7 Parameter Kualitas Air

Adapun parameter yang diukur dan berkaitan dengan logam berat adalah meliputi suhu, pH, salinitas, DO, dan kecepatan arus.

2.7.1 Suhu

Menurut Hutabarat dan Evans (2008), suhu di laut adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme-organisme tersebut. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan

Suhu air merupakan salah satu faktor abiotik yang memegang peranan penting dalam pengaturan aktivitas hewan akuatik, karena dapat mempengaruhi kecepatan laju metabolisme dan respirasi biota air serta proses metabolisme ekosistem perairan (Raharjo, 2003). Suhu air permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Faktor-faktor meteorologi yang berperan adalah curah hujan, penguapan, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas matahari. Oleh sebab itu, suhu permukaan biasanya mengikuti pola musiman. Prepitasi dapat menurunkan suhu permukaan air laut sedangkan evaporasi dapat meningkatkan suhu akibat adanya aliran bahan dari udara ke lapisan permukaan perairan (Kumalawati, 2004).

2.7.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Slamet Soeseno (1983) dalam Raharjo (2003), derajat keasaman (pH) merupakan ukuran daya aktif ion hydrogen dalam air dan digunakan secara luas untuk menggambarkan kondisi asam atau basa suatu larutan. Air bersifat basa dapat lebih cepat mendorong proses pembongkaran bahan organik menjadi

garam mineral seperti amonia, nitrat, phosphate yang akan diserap sebagai bahan makanan oleh tumbuhan renik dalam air, sedangkan bila pH airnya asam maka daya produksi potensialnya tidak begitu baik.

pH (singkatan dari *puissance negatif de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hydrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu. Perubahan pH ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi dalam ekosistem. Fotosintesis memerlukan karbondioksida, yang oleh komponen autotrof akan dirubah menjadi monosakarida. Penurunan karbondioksida dalam ekosistem akan meningkatkan pH perairan. Sebaliknya, proses respirasi oleh semua komponen ekosistem akan meningkatkan jumlah karbon dioksida, sehingga pH perairan menurun (Kordi, 2010) .

Nilai pH berpengaruh terhadap toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam berat memperlihatkan peningkatan pada pH rendah dan berkurang seiring dengan meningkatnya pH. Nilai pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada $\text{pH} < 5$, alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Toksisitas logam dapat memperlihatkan peningkatan pH rendah (Effendi, 2003).

2.7.3 Salinitas

Menurut Canter (1979) dalam Wibowo (2009), salinitas adalah salah satu parameter yang memiliki peranan penting di perairan pesisir dan estuari. Perubahan kondisi salinitas secara permanen dapat merubah tatanan ekosistem

akuatik, terutama dalam hal keanekaragaman jenis dan kelimpahan organisme. Salah satu parameter penting dari komponen lautan selain suhu adalah salinitas. Salinitas dapat ditentukan melalui hubungan antara konduktivitas, tekanan dan suhu. Satuan salinitas dengan metode lama adalah permil (‰), sedangkan dengan metode penetapan yang baru satuan salinitas adalah PSU (*Practical Salinity Unit*) yang merupakan hasil konversi dari konduktivitas yang didapatkan dari CTD (Kumalawati, 2004).

Menurut Nybakken (1998), salinitas merupakan konsentrasi dari ion-ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam ppt atau promil. Salinitas sangat berhubungan dengan tekanan osmotik air sehingga organisme berada pada kondisi yang seimbang dengan medium tempat hidupnya. Perubahan salinitas dapat menyebabkan masalah terhadap tekanan osmotik pada organisme yang mungkin akan menimbulkan kematian. Perubahan salinitas dapat terjadi karena adanya pasang surut, aliran air dari daratan, penguapan air bersalinitas maupun adanya air hujan.

2.7.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Kecepatan difusi oksigen dari udara, tergantung dari beberapa faktor, seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut. Kementerian Lingkungan

Hidup menetapkan bahwa kandungan oksigen terlarut adalah minimal 5 ppm untuk kepentingan wisata bahari dan biota laut (Salmin, 2005).

Menurut Effendi (2003), oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut di alam perairan bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan atmosfer semakin rendah. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Difusi oksigen ke dalam air dapat terjadi secara langsung pada kondisi air diam (*stagnant*).

Menurut Connel dan Miller (2006), penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan karena adanya zat pencemar yang dapat mengonsumsi oksigen. Zat pencemar tersebut terutama terdiri dari bahan-bahan organik dan non organik yang berasal dari berbagai sumber, seperti kotoran (manusia dan hewan), sampah organik, bahan-bahan buangan industri dan rumah tangga. Sebagian besar zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik.

2.7.5 Kecepatan Arus

Arus ditimbulkan oleh adanya angin yang bertiup di atas permukaan laut, dan juga oleh proses konveksi panas / suhu (Kaswadi, 1982). Arus dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain Gaya coriolis, pasang surut, densitas, pergerakan angin dan topografi perairan. Adanya debit air tawar di wilayah muara dapat mempengaruhi laju pergerakan arus di wilayah tersebut. Selain itu,

pasang surut juga berperan penting terhadap laju arus di daerah muara sungai (Nontji, 2007).

Arus sangat berperan dalam pertukaran massa air, penyebaran kandungan fisika-kimia air laut (misalnya suhu, salinitas, polutan) dan penyebaran ikan dan sumber hayati lainnya (Kaswadji, 1982)

2.8 SPSS

SPSS merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk membantu pengolahan, perhitungan, dan analisis data secara statistik. SPSS mengalami perkembangan dari versi 6.0 hingga kini ada versi 21 dan mungkin masih akan terus berkembang lagi (Sujarweni, 2014))

Menurut Santoso (2001), SPSS adalah fungsi compute untuk mempermudah mempersiapkan perhitungan sebuah metode statistik dengan formula tertentu pada sebuah variabel.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah air laut, dan sedimen untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri (Hg) total dan kadmium (Cd) total di Pantai Pasir Putih Situbondo Jawa Timur. di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini baik pengambilan sampel di lapang maupun di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

ALAT YANG DIGUNAKAN DI LAPANG		
No	Alat	Fungsi
1.	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Menentukan titik koordinat lokasi pengamatan
2.	Botol Air Mineral 330 ml	Wadah sampel air
3.	<i>Cool box</i>	Wadah sementara penyimpanan sampel
4.	Termometer	Mengukur suhu perairan
5.	<i>Secchi disk</i>	Mengukur kecerahan perairan
6.		
8.	Refractometer	Mengukur salinitas perairan
9.	DO meter	Mengukur kadar oksigen terlarut dalam perairan
10.	<i>Washing bottle</i>	Wadah aquades
13.	Pipet tetes	Mengambil sampel air laut dalam skala 1 ml
14.	Ekman grab	Mengambil sampel sedimen
15.	Nampan	Wadah sampel sedimen sementara
16.	Cetok	Memindahkan sampel sedimen dari nampan ke plastic
18.	Alat tulis	Mencatat hasil pengukuran

ALAT YANG DIGUNAKAN DI LABORATORIUM		
No.	Alat	Fungsi
1.	Timbangan analitik	Mengukur massa sampel/bahan maks. 500 gram
2.	Gelas ukur 50 ml	Mengukur volume sampel yang telah dilarutkan
3.	Oven	Memanaskan kertas saring, mengeringkan sampel sedimen.
4.	AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)	Mengukur konsentrasi logam berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas
5.	Kompresor	Mensuplai kebutuhan udara saat pembakaran atom
6.	Erlenmeyer	Wadah air suling dsn mereaksikan larutan kimia dengan sampel
7.	Labu ukur 100 ml	Mengukur volume sampel yang akan dilarutkan dan wadah sampel setelah dipanaskan
8.	Hotplate	Memanaskan sampel
9.	Gelas Piala 500 ml	Mereaksikan sampel dengan beberapa larutan pelarut
10.	Beaker Glass 100 ml	Mengukur aquadest yang akan digunakan
11.	Pipet tetes	Mengambil sampel dalam skala 1 ml
12.	Cuvet	Wadah sementara sampel
13.	Spatula	Menghomogenkan larutan
14.	Mortar dan Alu	Menghaluskan sampel sedimen
15.	Mikro pipet	Mengambil larutan dalam skala 10 μ l
16.	HVG (<i>Hydrde Vapour Generator</i>)	Mengikat logam berat dengan uap dingin
17.	Komputer	Mengubah nilai absorban menjadi nilai konsentrasi logam berat

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini baik dalam pengambilan sampel di lapang maupun analisis di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian

BAHAN YANG DIGUNAKAN DI LAPANG		
No.	Bahan	Fungsi
1.	Sampel (air laut, dan sedimen)	Sampel yang akan diukur kandungan logam beratnya
2.	Aquades	Mengkalibrasi alat sebelum digunakan
3.	Spidol permanen	Menulis identitas sampel
4.	Kertas label dan isolasi	Memberi tanda pada botol air mineral dan plastik
5.	Kantung plastik	Wadah sampel sedimen
6.	Tisu	Membersihkan alat setelah digunakan
7.	Es balok	Pengawetan sampel sementara
BAHAN YANG DIGUNAKAN DI LABORATORIUM		
1.	Sampel (air laut, dan sedimen)	Sampel yang akan diukur kandungan logam beratnya
2.	Gas AAS (Argon, Nitrous Oxide, Syntethic Air)	Pengoperasian AAS
3.	Aquades	Mengkalibrasi alat sebelum digunakan
4.	Kertas saring 0,45 μ m	Menyaring sampel air laut yang akan diukur TSS dan kadar logamnya

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian tentang analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) dilakukan di Pantai Pasir Putih Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Kabupaten Situbondo merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang cukup dikenal dengan sebutan Daerah Wisata Pantai Pasir Putih yang letaknya berada di ujung Timur pulau Jawa bagian Utara dengan posisi di antara 7° 35' - 7° 44' Lintang Selatan dan 113° 30' - 114° 42' Bujur Timur. Adapun Batas Wilayah Kabupaten Situbondo adalah :

Sebelah Utara : Selat Madura,
 Sebelah Selatan : Kabupaten Bondowoso dan Banyuwangi,
 Sebelah Barat : Kabupaten Probolinggo
 Sebelah Timur : Selat Bali (Sumber: Pemkab Situbondo, 2012)

Lokasi penelitian terdiri dari 4 stasiun berdasarkan kondisi perairan yang ada di wilayah pesisir pantai Pasir Putih, Situbondo. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu dengan menampilkan data dalam bentuk tabel, gambar dan grafik sehingga menghasilkan informasi mengenai kandungan logam berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada air dan sedimen di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Menurut Zulnaldi (2007), metode deskriptif dapat diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan atau melukiskan keadaan subyek atau obyek Penelitian (seseorang, lembaga, masyarakat dan lain-lain) pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya.

3.5 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Menurut Panji (2011), survei adalah metode riset dengan menggunakan kuisisioner sebagai instrumen pengumpulan datanya. Metode ini bertujuan untuk penggambaran secara sistematis, aktual dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat dari populasi tertentu, data dikumpulkan sesuai tujuan dan secara rasional kesimpulan diambil dari data-data tersebut. Sukawi (2010) juga menambahkan bahwa tujuan penelitian survei adalah untuk memahami (meneliti) tentang karakteristik dari seluruh kelompok yang hendak diteliti atau populasi dengan meneliti sebagian (subset) dari kelompok populasi tersebut yang selanjutnya disebut sebagai sampel.

Jenis pengumpulan dan sumber data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mencatat hasil observasi dan dokumentasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur penunjang.

3.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dengan mengamati keadaan di lapang. Data primer yang diambil terdiri dari 2 macam logam berat meliputi merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) yaitu parameter fisika meliputi suhu, dan kecepatan arus, dan pasang surut dan parameter kimia meliputi pH, salinitas, dan DO (*Dissolved Oxygen*).

3.5.1.1 Observasi

Observasi merupakan pengumpulan data dengan pengamatan langsung yang dilakukan di lapang. Pengumpulan data secara observasi adalah penentuan lokasi stasiun pengamatan, pengambilan sampel air untuk data parameter logam berat, parameter fisika dan parameter kimia, serta pengambilan sampel sedimen untuk data logam berat.

Pengambilan data untuk mengetahui konsentrasi logam berat, parameter fisika dan parameter kimia meliputi pengambilan sampel air laut dan sedimen.

3.5.1.2 Dokumentasi

Dokumentasi dapat diartikan sebagai catatan peristiwa yang sudah berlalu. Tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang merupakan bentuk dari dokumen (Sugiyono, 2010). Dokumentasi sangat penting

dikarenakan sebagai pemberi bukti dan pemberi keterangan dalam sebuah penelitian.

Dalam penelitian ini menggunakan dokumentasi berupa pengambilan gambar dari perairan tiap stasiun pengamatan dan pengambilan sampel air laut, serta sedimen di stasiun pengamatan.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang lebih dahulu dikumpulkan dan dilaporkan, walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data asli. Sumber sekunder berisi data dari tangan ke dua atau dari tangan ke sekian, yang bagi penyelidik tidak mungkin berisi data yang seasli sumber data primer (Surakhmad, 1985).

Pada penelitian ini, data sekunder diperoleh dengan cara studi literatur dari buku-buku yang berhubungan dengan distribusi logam berat, jurnal-jurnal dari penelitian sebelumnya tentang distribusi logam berat pada air laut, sedimen dan biota serta nilai baku mutu perairan berdasarkan pada Standard Baku Mutu Lingkungan Menurut Kepmen Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Wisata Bahari dan Lampiran III tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Biota Laut serta standar *International Association of Dredging Companies (IADC)* Tahun 1997.

3.6 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Kriteria pemilihan dari 4 titik stasiun pengamatan di pesisir pantai Pasir Putih, Situbondo.

1. Stasiun 1

Stasiun 1 merupakan tempat bersandarnya kapal-kapal yang digunakan untuk keperluan wisata ataupun digunakan untuk aktivitas nelayan.



2. Stasiun 2

Stasiun 2 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas perdagangan seperti menjual souvenir, baju dan oleh-oleh khas pantai Pasir putih. Kondisi pada stasiun ini cenderung sepi dari kegiatan wisata.



3. Stasiun 3

Stasiun 3 merupakan tempat yang dipengaruhi oleh aktivitas perdagangan, yang dalam kaitannya ini banyak pengunjung atau wisatawan untuk beristirahat dan makan namun kegiatan pada stasiun ini agak jauh dari pantai.



4. Stasiun 4

Stasiun 4 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas pelayaran, banyak lalu lalang kapal-kapal yang digunakan untuk keperluan wisata bersandar. Dimana pada stasiun ini diduga limbah dari kapal-kapal pelayaran dan pariwisata dapat mencemari perairan pantai.



3.7 Teknik Pengambilan Sampel

3.7.1 Sampel Air Laut dan Sedimen

Sampel air diambil secara langsung dan ditempatkan pada botol sampel. Air yang diambil adalah air pada permukaan. Air sampel yang didapat diberi pengawet yaitu HNO_3 pekat sebanyak 15 ml. Air dimasukkan ke dalam cool/box untuk kemudian dianalisis di laboratorium. Untuk sampel sedimen, sedimen pada permukaan diambil menggunakan cetok. Sampel yang didapat dimasukkan ke

dalam kantong plastik. Sampel sedimen dimasukkan ke dalam coolbox dan selanjutnya dianalisis di laboratorium.

3.7.2 Analisis Hg total pada air

Pengukuran kadar logam berat Hg pada air laut dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan di atas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml HNO_3 2,5 N, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukur 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.
5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Hg maka menggunakan lampu Hg, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

3.7.3 Analisis Hg total pada Sedimen

Pengukuran kadar logam berat Hg pada sedimen dilakukan oleh Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Menimbang 2 gram sampel kering kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam temur dan dipanaskan pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam hingga menjadi abu.
3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan aquaregia (HCl ; HNO_3), setelah itu memanaskan di atas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali di atas kompor listrik perlahan – lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100 ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen.
6. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Hg maka menggunakan lampu Hg, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

3.7.4 Analisis Cd total pada air

Pengukuran kadar logam berat Cd pada air laut dilakukan oleh Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan di atas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.

3. Menambahkan 10 ml HNO_3 2,5 N, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukur 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.
5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Hg maka menggunakan lampu Hg, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

3.7.5 Analisis Cd total pada Sedimen

Pengukuran kadar logam berat Cd pada sedimen dilakukan oleh Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Menimbang 2 gram sampel kering kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam temur dan dipanaskan pada suhu $\pm 700^\circ\text{C}$ selama ± 2 jam hingga menjadi abu.
3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan aquaregia (HCl ; HNO_3), setelah itu memanaskan di atas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali di atas kompor listrik perlahan – lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100 ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen.

6. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Hg maka menggunakan lampu Hg, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

3.8 Analisis Parameter Fisika

3.8.1 Suhu (Satino, 2010)

1. Memasukkan termometer air raksa yang digantung dengan tali kurang lebih selama 10 menit
2. Kemudian membaca skalanya dan mencatatnya dalam satuan $^{\circ}\text{C}$

3.8.2 Salinitas (Rizki, 2009)

1. Menetesi refraktometer dengan aquades
2. Membersihkan dengan kertas tisu sisa aquadest yang tertinggal
3. Meneteskan air sampel yang ingin diketahui salinitasnya
4. sMelihat ditempat yang bercahaya, akan tampak sebuah bidang berwarna biru dan putih. Garis batas antara kedua bidang itulah yang menunjukkan salinitasnya dan catat hasilnya
5. Membilas kaca prisma dengan aquades, usap dengan tisu dan simpan refraktometer di tempat kering.

3.8.1.3 Kecepatan Arus

Pengambilan data kecepatan arus diperoleh dengan cara :Sekunder, yaitu dengan pengambilan data dari instansi yang terkait (Unit Pelayanan Teknis BMKG II (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika).

3.9 Parameter Kimia

3.9.1 pH (Rizky, 2009)

1. Menyiapkan kertas pH universal.
2. Memasukkan sebagian kertas universal ke dalam sampel air yang akan diuji. membiarkan beberapa saat, membandingkan dengan warna pH pada kotak pH universal.
3. Mencatat nilai pH yang diperoleh.

3.9.2 Disolved Oxygen (DO) (Salmin, 2005)

1. Menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katode perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeable terhadap oksigen.
2. Probe yang menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb) dimasukkan kedalam sampel air.
3. Ditunggu hasil yang ditunjukkan pada DO meter beserta nilai suhu yang ada.

3.10 Analisis Data

3.10.1 Kruskal Wallis

Uji Kruskal Wallis alternative uji One Way Anova yang digunakan untuk menguji apakah kelompok sampel independen berasal dari populasi yang sama dalam arti perbedaan yang ada hanyalah sesuatu yang terjadi secara kebetulan (Santoso, 2010). Ghozali (2006) menambahkan Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Rank merupakan alat uji statistik non parametrik yang sangat berguna untuk menentukan apakah k sampel independen berasal dari

populasi yang berbeda. Uji Kruskal Wallis menguji hipotesis nol bahwa k sampel berasal dari populasi yang sama atau populasi identik dengan median sampel yang sama.

Tujuan menggunakan Kruskal Wallis adalah untuk mengetahui perbedaan kandungan merkuri (Hg) pada air dan kandungan merkuri (Hg) pada sedimen dan perbedaan kandungan kadmium (Cd) air dan kadmium (Cd) pada sedimen di setiap stasiun di Pantai Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur

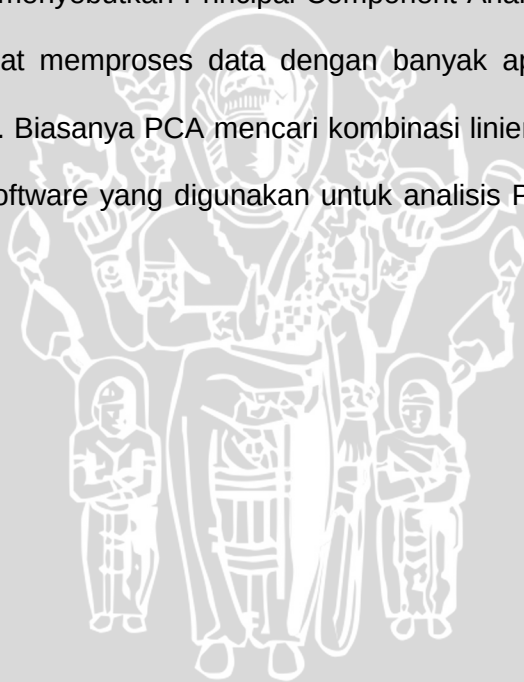
Hasil dari analisis Kruskal Wallis dapat dilihat dari nilai signifikansi yang terbentuk, apabila nilai signifikasinya $< 0,05$ maka H_0 diterima, dimana adanya perbedaan yang nyata kandungan merkuri (Hg) pada air, merkuri (Hg) pada sedimen, Kadmium (Cd) pada air, Kadmium (Cd) pada sedimen di setiap stasiunnya. Jika hasil dari nilai signifikasinya $> 0,05$ maka H_0 ditolak yang berarti tidak adanya perbedaan yang nyata kandungan merkuri (Hg) pada air, merkuri (Hg) pada sedimen, Kadmium (Cd) pada air, Kadmium (Cd) pada sedimen di setiap stasiunnya.

Analisis Kruskal Wallis dilakukan dengan menggunakan software SPSS 21. Program SPSS digunakan karena program SPSS adalah program statistik terapan yang paling populer saat ini, baik di Indonesia ataupun dunia. Selain itu, program SPSS telah dilengkapi dengan berbagai pilihan penggunaan metode statistik non parametrik (melakukan sorting data, compute dengan rumus tertentu, seleksi data dan sebagainya).

3.10.2 PCA (Principal Component Analysis)

Analisis data untuk dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) total yaitu menggunakan analisis *Principal Component Analysis* (PCA). Menurut Arifin (2009) Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis* , PCA) merupakan suatu pendekatan analisis statistika multivariabel yang terkait dengan struktur internal dari suatu matriks. PCA digunakan untuk menentukan variasi parameter fisika, kimia, dan biologi perairan. Melalui analisis komponen utama ini dapat diketahui variabel atau parameter fisika-kimia yang mencirikan pada setiap stasiun.

Halim (20011) menyebutkan *Principal Component Analysis* (PCA) adalah suatu cara untuk dapat memproses data dengan banyak aplikasi dari teknik, biologi dan ilmu sosial. Biasanya PCA mencari kombinasi linier dari variabel asli. Dalam penelitian ini software yang digunakan untuk analisis PCA adalah Xlstat.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian analisis kandungan merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) ini dilakukan di Pantai Pasir Putih Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Kabupaten Situbondo memiliki luas wilayah sebesar 145.710 km² dengan populasi total penduduk 631.381 jiwa dan kepadatan penduduk sebesar 433,31 jiwa/km². Sebagai daerah yang berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan Selat Bali di sebelah Timur, Kabupaten Situbondo memiliki garis pantai sepanjang ±150 km dengan letak geografisnya antara 7°35' - 7°44' LS dan 113°30' - 114°42' B. Adapun batas wilayah Kabupaten Situbondo adalah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Selat Madura,
Sebelah Selatan	: Kabupaten Bondowoso dan Banyuwangi,
Sebelah Barat	: Kabupaten Probolinggo
Sebelah Timur	: Selat Bali (Sumber: Pemkab Situbondo, 2012)

Kabupaten Situbondo memiliki potensi wisata yang cukup terkenal dikalangan masyarakat yaitu Pantai Pasir Putih yang terletak di Desa Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Kecamatan Bungatan sebagai salah satu Kecamatan di Kabupaten Situbondo, terletak di arah barat yang mempunyai daerah wisata dengan sebutan Daerah Wisata Pantai Pasir Putih. Letak Kecamatan Bungatan, di sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Kendit, di sebelah utara berbatasan dengan selat Madura, di Sebelah Barat dan Selatan berbatasan dengan Kecamatan Mlandingan. Topografi Desa di Kecamatan Bungatan adalah 6 Desa berada di dataran dan satu Desa berada di Lereng atau Punggung bukit yaitu Desa Patemon. luas Kecamatan Bungatan adalah 66,07 km². Luas wilayah menurut Desa terluas

adalah Desa Pasir Putih dengan luas 18,09 km² dan luas Desa yang terkecil adalah Desa Bletok dengan luas 3,19 km² (Alfath,2012).

Menurut Setiawati (2011), Kecamatan Bungatan mempunyai luas wilayah 9.901.935 Ha, terdiri dari sawah sebesar 2.249 Ha, tanah kering (Pekarangan dan Bangunan) sebesar 5.429 Ha, tanah Perkebunan sebesar 60 Ha, tanah keperluan umum sebesar 12.11 Ha, tanah hutan sebesar 1.990 Ha, tanah fasilitas sosial (Masjid & Sekolah) sebesar 161.825 Ha. Dari hasil pengolahan data inmakro BPS tercatat jumlah penduduk Kecamatan Bungatan sebanyak 24.565 Jiwa, terdiri dari 11.812 Laki laki dan 12.753 Perempuan.

Kecamatan Bungatan membujur dari Barat ke Timur dengan panjang yaitu 11 km dan lebar 6 km dengan batas-batas sebagai berikut :

Sebelah Barat	: Kecamatan Mlandingan
Sebelah Selatan	: Kecamatan Mlandingan
Sebelah Timur	: Kecamatan Kendit
Sebelah Utara	: Selat Madura

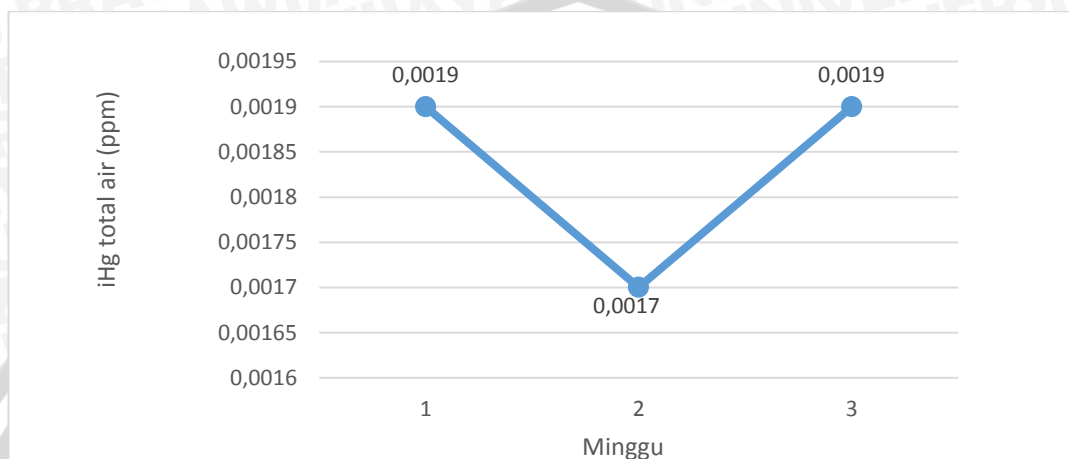
Pantai Pasir Putih merupakan salah satu tempat rekreasi pantai di kawasan Kabupaten Situbondo yang berjarak ±23 km di sebelah Barat Situbondo. Pantai Pasir Putih berada di ujung Timur Pulau Jawa bagian Utara di seberang jalan raya utama di Kabupaten Situbondo menuju Banyuwangi, sehingga akses jalan menuju Pantai Pasir Putih sangatlah mudah. Disekitar Pantai Pasir Putih terdapat beberapa penginapan dan warung-warung yang menjajakan oleh-oleh serta makanan laut.

4.2 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air

4.2.1 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 1

Hasil analisis merkuri (Hg) total pada air di stasiun 1 dapat dilihat pada

Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 1

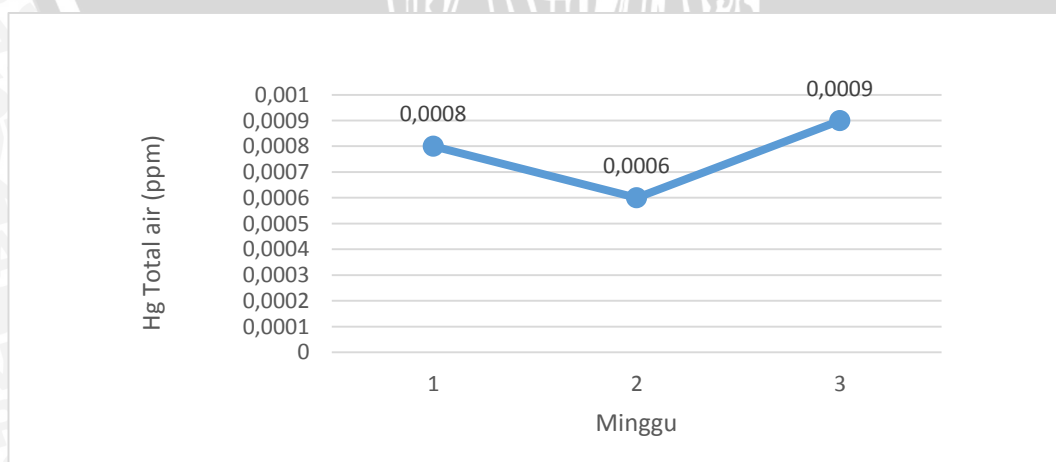
Stasiun 1 merupakan tempat dimana terdapat banyak kapal yang digunakan untuk keperluan nelayan mencari ikan. Kadar Merkuri (Hg) di stasiun 1 pada tiap minggu memiliki nilai yang berbeda. Grafik pada gambar 3 menunjukkan pada minggu pertama 0,0019 ppm, pada minggu kedua 0,0017 dan pada minggu ketiga 0,0019. kisaran nilai logam berat Merkuri (Hg) pada stasiun 1 masih dalam batas yang diperbolehkan atau dikatakan tidak tercemar, hal ini sesuai menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat Merkuri (Hg) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

Kadar Merkuri pada Stasiun 1 memiliki nilai yang berbeda di tiap minggunya. Pada minggu 1 didapat nilai 0,0019 ppm kemudian pada stasiun 2 nilai yang didapat mengalami penurunan yaitu sebesar 0,0017 ppm. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada saat pengambilan sampel pada minggu pertama banyak aktivitas nelayan mencari ikan di bandingkan dengan pada saat

pengambilan sampel pada minggu ke dua yang jarang terdapat aktivitas nelayan mencari ikan. limbah yang dihasilkan oleh kapal atau perahu nelayan yang digunakan para nelayan untuk mencari ikan. Diliyana (2008) mengemukakan bahwa bahan pencemar yang masuk ke dalam ekosistem laut dapat dibagi menjadi dua yaitu berasal dari laut sendiri, misalnya pembuangan sampah dari kapal, lumpur dan buangan dari pertambangan di laut dan juga berasal dari kegiatan-kegiatan di daratan atau terbawa air sungai. Pada Minggu ketiga kadar Merkuri mengalami kenaikan walaupun kenaikannya tidak banyak yaitu 0,0019 ppm. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan sampel air untuk minggu ketiga di stasiun 1 ini dilakukan pada waktu menjelang surut. Menurut Febrizal (1995), salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam air laut adalah saat pengambilan sampel, dimana pengambilan sampel air laut pada waktu surut cenderung lebih besar jika dibandingkan pada waktu pasang.

4.2.2 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 2

Hasil analisis merkuri (Hg) total pada air di stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 4.



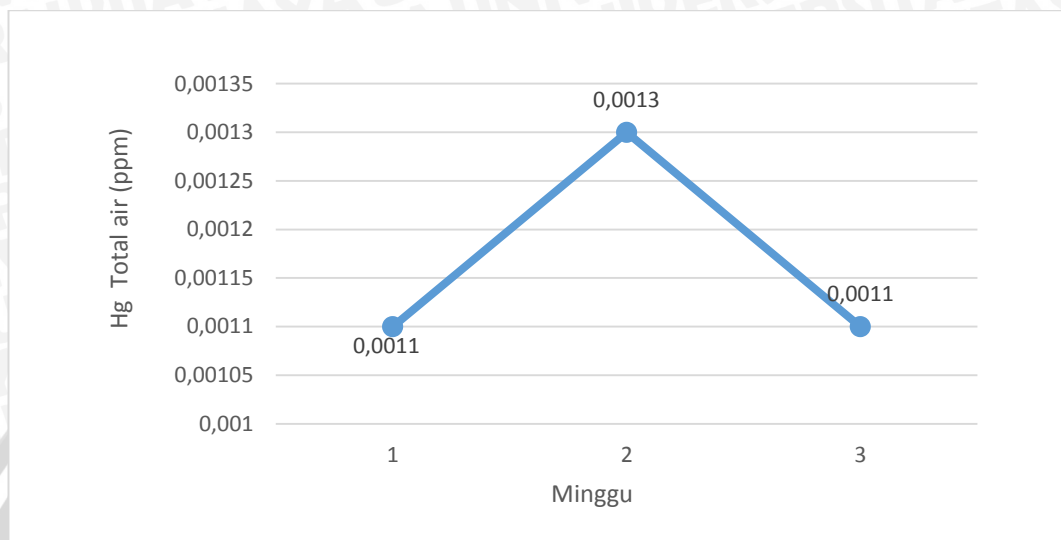
Gambar 4. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 2

Gambar 4 menunjukkan kisaran nilai Merkuri pada tiap minggu. nilai merkuri (Hg) pada stasiun 2 berkisar antara 0,0006 - 0,0008 ppm. Kadar Merkuri (Hg) yang demikian belum dapat dikatakan melebihi ambang batas yang diperbolehkan sebab menurut menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat Merkuri (Hg) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

Stasiun 2 merupakan pusat dari kegiatan perdagangan yaitu banyak pedagang-pedagang souvenir namun sedikit jauh dari pantai sehingga nilai kandungan Merkuri (Hg) pada stasiun ini lebih rendah dibandingkan dengan tiga stasiun lainnya. Pada minggu pertama didapatkan nilai Merkuri (Hg) total air adalah 0,0008 ppm kemudian pada minggu kedua terjadi penurunan sebesar 0,0006 ppm. kemungkinan penurunan nilai yang didapatkan adalah karena aktivitas pada minggu kedua ini cenderung tidak seramai ketika pengambilan sampel pada minggu pertama. Pada minggu ketiga nilai yang didapatkan mengalami kenaikan yaitu 0,0009 ppm. Pada stasiun 2 ini penurunan dan kenaikan nilai logam berat Merkuri (Hg) ini dipengaruhi oleh aktivitas manusia disekitar area tersebut dan juga dapat dilihat dari sampah yang banyak terdapat sampah yang diduga mengandung logam berat merkuri seperti ditemukan banyak sampah baterai bekas, plastik kemasan makanan dan sampah bekas obat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suryono *et al.*, (2011) bahwa keberadaan logam berat Merkuri di perairan disebabkan oleh aktivitas manusia. Logam merkuri umumnya berasal dari ekstraksi biji emas, cat, komponen listrik, baterai, dan elektronik. Ruslan (2010) juga menambahkan bahwa pencemaran logam merkuri tidak hanya bersumber dari aktivitas penambangan namun juga dapat bersumber dari pelapukan batuan, peralatan listrik, obat- obatan yang dibuang langsung kedalam lingkungan sekitar

4.2.3 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 3

Hasil analisis Merkuri (Hg) total air pada stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 3

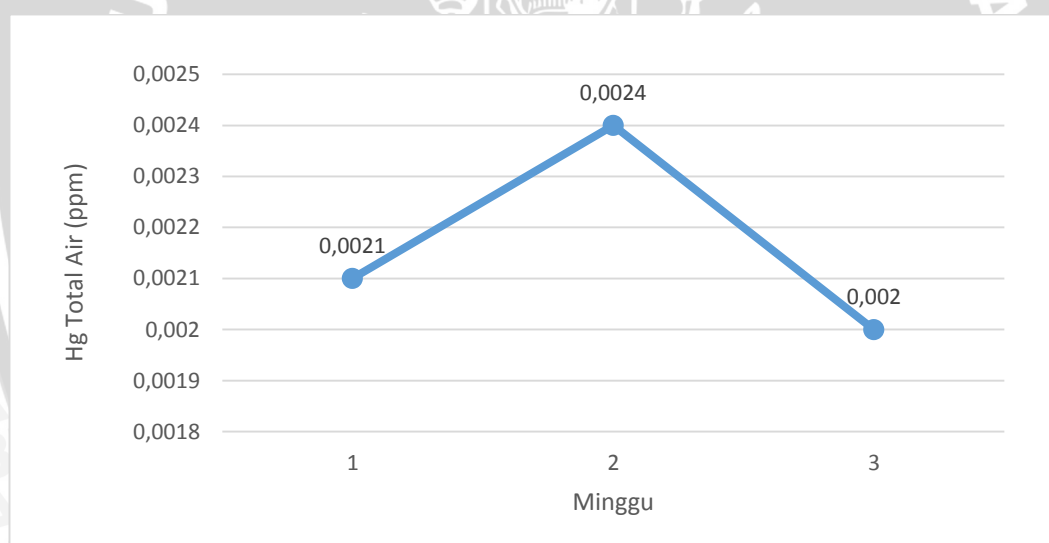
Stasiun 3 merupakan tempat yang banyak digunakan oleh wisatawan untuk beristirahat dan banyak juga terdapat warung-warung makan. Nilai yang didapatkan pada stasiun 3 ini sama dengan stasiun lain yaitu juga mengalami kenaikan dan penurunan. Gambar menunjukkan kisaran nilai Merkuri (Hg) pada tiap minggu di stasiun 3. Nilai merkuri (Hg) pada stasiun 3 yaitu pada minggu pertama 0,00011 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan sebesar 0,0013 ppm dan pada minggu ketiga mengalami penurunan sebesar 0,0011 ppm. Kenaikan dan penurunan pada stasiun 3 ini disebabkan oleh ramai dan tidaknya wisatawan karena dengan banyak dan tidaknya wisatawan yang beristirahat di stasiun ini berhubungan dengan limbah atau sampah yang dihasilkan sehingga berpengaruh tinggi rendahnya polutan atau logam berat yang terkandung di stasiun tersebut. Menurut Purnawan (2013) Selain pengaruh alam, keberadaan merkuri di lingkungan dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah merkuri sehingga konsentrasi merkuri di

lingkungan dapat meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan penambahan jumlah penduduk.

Kandungan merkuri (Hg) total air di stasiun 3 ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan sebab menurut menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat Merkuri (Hg) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

4.2.4 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Air pada Stasiun 4

Hasil analisis Merkuri (Hg) total air pada stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total air pada stasiun 4

Gambar 6 menunjukkan kisaran nilai Merkuri pada tiap minggu di stasiun 4. nilai merkuri (Hg) pada stasiun 4 yaitu pada minggu pertama 0,0021 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan sebesar 0,0024 ppm dan pada minggu ketiga mengalami penurunan sebesar 0,0020 ppm. Kandungan merkuri (Hg) total air di stasiun 4 ini dapat dikatakan sedikit melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut menurut Kementerian Negara Lingkungan

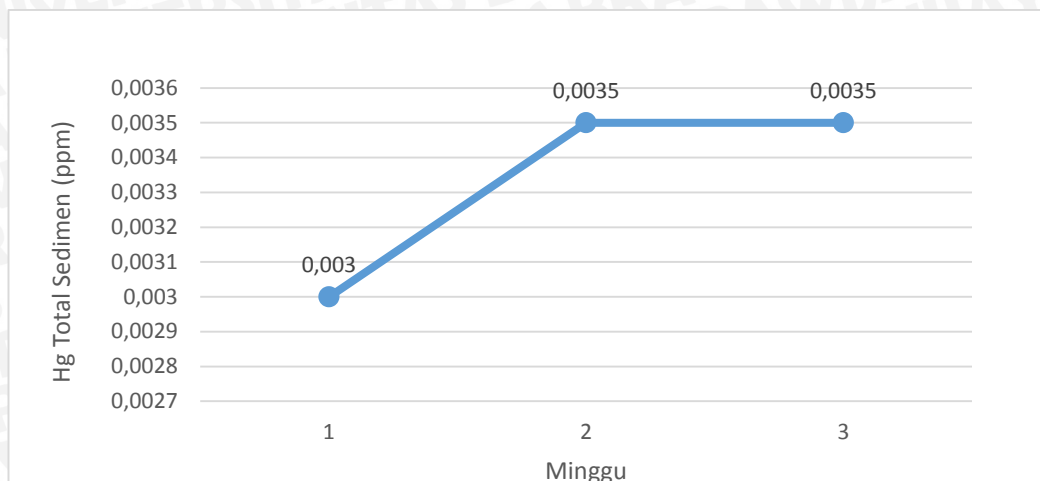
Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat Merkuri (Hg) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm. Peningkatan dan penurunan pada stasiun ini berhubungan dengan aktivitas lalu lalang kapal di stasiun ini. Stasiun 4 merupakan tempat atau pusat dari kegiatan wisata di Pantai Pasir Putih Situbondo ini. Frekuensi lalu lalang kapal di stasiun ini lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 yang juga terdapat kapal tetapi hanya untuk keperluan mencari ikan. Tingginya kandungan merkuri (Hg) di stasiun ini dibandingkan dengan stasiun lain disebabkan oleh aktivitas kapal dengan frekuensi yang tinggi sehingga banyak menyumbangkan sampah atau limbah dari kapal tersebut. Menurut Amin (2011) Sumber pencemar logam berat dapat masuk ke perairan melalui aktivitas masyarakat dan kebanyakan diperkirakan berasal dari aktivitas kapal-kapal serta bahan pencemar yang terbawa arus.

Faktor lain yang juga dapat menyumbangkan tingginya kandungan merkuri di stasiun tersebut selain aktivitas lalu lalang kapal yang menyumbangkan polutan logam berat adalah bahan cat atau cat pada kapal tersebut, sehingga apabila semakin tinggi frekuensi lalu lalang kapal maka cat yang ada pada kapal tersebut juga akan cepat dan mudah luntur di perairan. Menurut Suryono *et al.*, (2011) keberadaan logam berat Merkuri di perairan disebabkan oleh aktivitas manusia. Logam merkuri umumnya berasal dari ekstraksi biji emas, cat, komponen listrik, baterai, dan elektronik.

4.3 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen

4.3.1 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 1

Hasil analisis Merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 1

Gambar 7 menunjukkan kisaran nilai Merkuri (Hg) total sedimen tiap minggu di stasiun 1. Nilai merkuri (Hg) pada stasiun 1 yaitu pada minggu pertama 0,0030 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan sebesar 0,0035 ppm dan pada minggu ketiga perubahan atau sama dengan minggu kedua yaitu 0,0035 ppm. Kandungan Merkuri (Hg) total sedimen di stasiun 1 ini berkisar antara 0,0030 – 0,0035 ppm, nilai ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997), Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,3 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

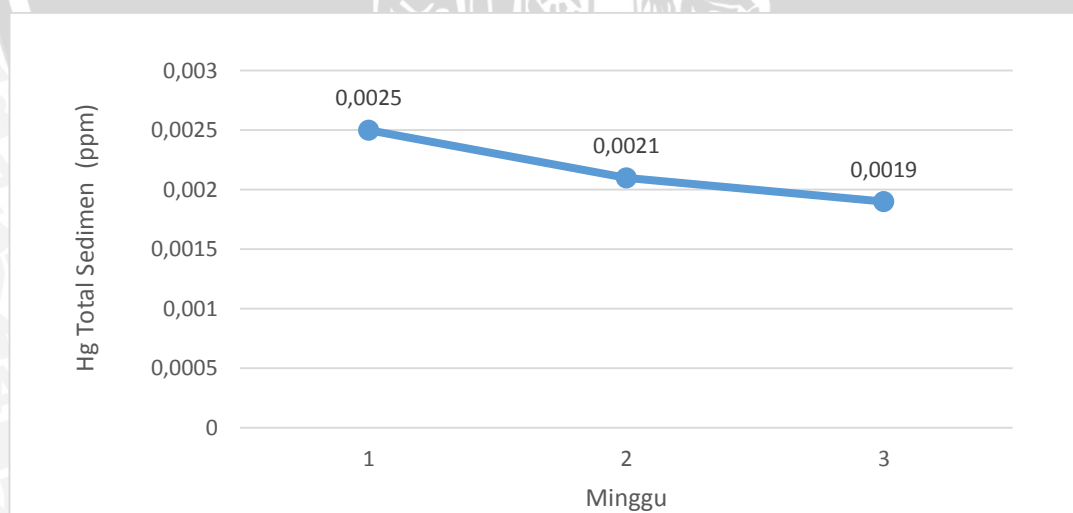
Stasiun 1 merupakan tempat bersandar kapal-kapal nelayan dari aktivitas nelayan mencari ikan. Kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada sedimen di stasiun ini diduga karena adanya proses pengendapan logam berat ke sedimen. menurut Hutagalung et al., (1997), logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dispersi dan diserap oleh

organisme yang ada pada perairan tersebut. selain itu Harahap (1991) menambahkan bahwa logam berat bersifat mengendap dalam perairan. Logam berat mempunyai sifat mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen.

Nilai Merkuri (Hg) total sedimen yang didapat pada minggu kedua dan minggu ketiga tidak mengalami penurunan atau kenaikan atau dapat dikatakan sama yaitu 0,0035 ppm. Hal ini dapat disebabkan karena waktu pengambilan sampel yang berdekatan atau selisih waktu tidak panjang. Menurut Rochyatun (2006), perbedaan nilai logam berat yang tidak begitu signifikan dimungkinkan karena waktu pengambilan sampel yang berdekatan dan belum terjadi proses pengendapan logam ke dalam sedimen lebih lanjut sehingga kadar logam berat yang diperoleh memiliki perbedaan yang kecil.

4.3.2 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 2

Hasil analisis Merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 2

Gambar 8 menunjukkan kisaran nilai Merkuri (Hg) sedimen tiap minggu di stasiun 2. nilai merkuri (Hg) pada stasiun 2 yaitu pada minggu pertama 0,0025

ppm kemudian pada minggu kedua mengalami penurunan sebesar 0,0021 ppm dan pada minggu ketiga juga mengalami penurunan yaitu 0,0019 ppm. Grafik pada stasiun 2 menunjukkan bahwa nilai yang didapatkan pada tiap minggu mengalami penurunan. Hal ini diduga pada saat pengambilan sampel dari minggu pertama ke minggu kedua dan minggu ketiga jarang terjadi sedikit sekali aktivitas manusia sehingga limbah yang menjadi sumber polutan juga sedikit. Menurut Purnawan (2013) Selain pengaruh alam, keberadaan merkuri di lingkungan dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah merkuri sehingga konsentrasi merkuri di lingkungan dapat meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan pertambahan jumlah penduduk.

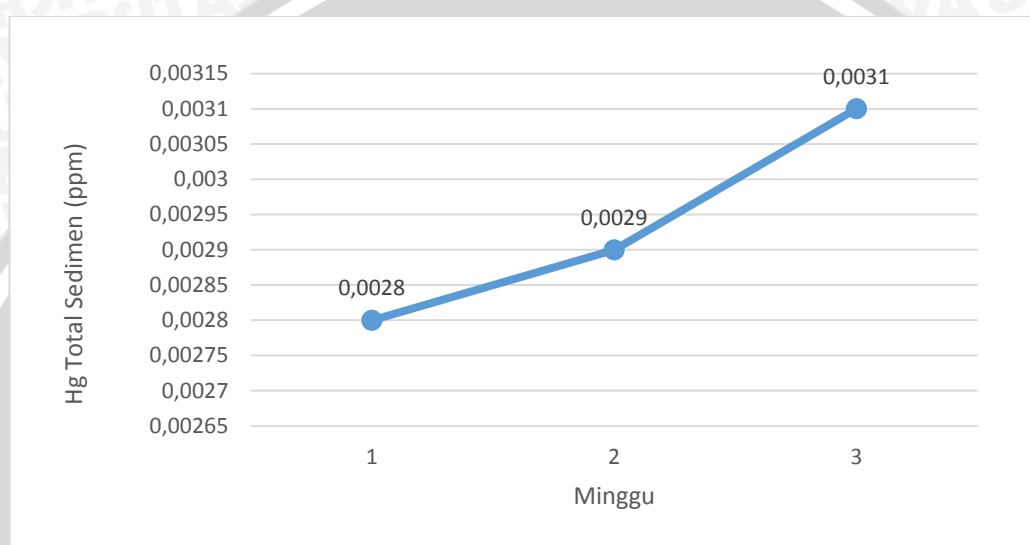
Letak stasiun 2 yang berdekatan dengan stasiun 1 juga mempengaruhi nilai logam berat yang didapatkan. Pada saat pengambilan sampel sedimen di minggu kedua dan tiga terdapat aktivitas kapal nelayan yang melewati stasiun ini. Diduga karena adanya lalu-lalang kapal nelayan yang melewati stasiun ini menyebabkan adanya arus yang menyebabkan terjadinya pengadukan logam berat Merkuri (Hg) di sedimen. Menurut Mukhtasor (2006), pergerakan arus juga biasanya diikuti oleh perpindahan material – material yang ada di air. Arus juga dapat mempengaruhi persebaran konsentrasi logam berat yang ada di muara. Arus juga dapat menyebabkan terjadinya pengadukan material yang mengendap di dasar perairan sehingga menimbulkan banyaknya material – material yang mengendap di sedimen terangkat di kolom air

Kandungan merkuri (Hg) total sedimen di stasiun 2 ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997), Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,3 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada

sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

4.3.3 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 3

Hasil analisis Merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 3

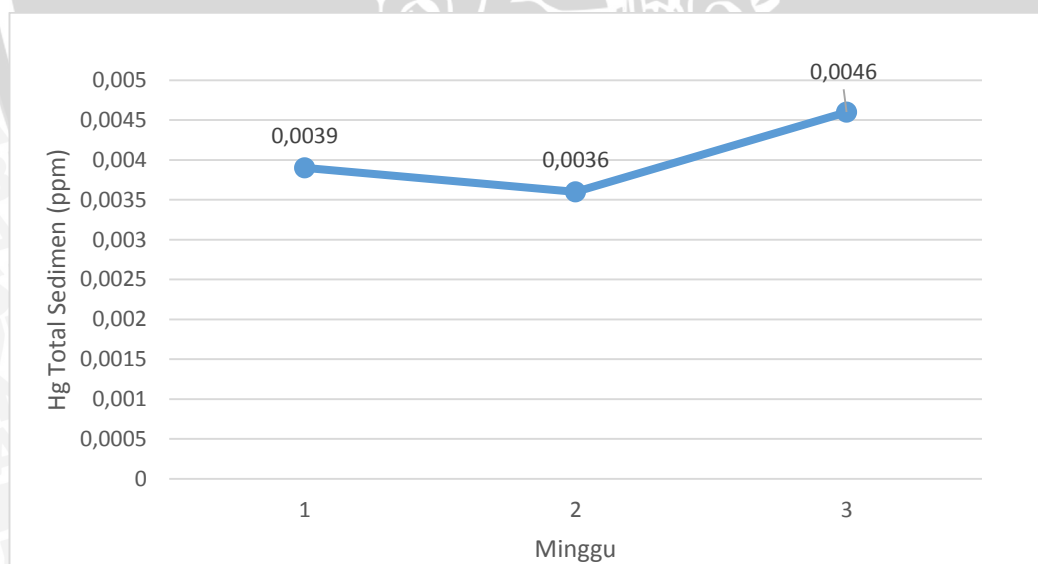
Gambar 9 menunjukkan kisaran nilai Merkuri sedimen tiap minggu di stasiun 3. nilai merkuri (Hg) pada stasiun 1 yaitu pada minggu pertama 0,0028 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan sebesar 0,0029 ppm dan pada minggu ketiga juga mengalami kenaikan yaitu 0,0031 ppm. Hal ini disebabkan stasiun 3 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas perdagangan, yang dalam kaitannya ini banyak pengunjung atau wisatawan untuk beristirahat dan makan. Banyak warung yang berdekatan dengan daerah intertidal. Selain itu, stasiun ini juga berdekatan dengan mck untuk keperluan pariwisata. Limbah dari berbagai sumber pencemaran ini diduga dapat bertambah dari waktu ke waktu dan mengantung kadmium. Bertambahnya jumlah logam berat di perairan dapat menyebabkan bertambahnya juga logam

berat yang terakumulasi di sedimen. Hal ini sesuai dengan Harahap (1991) bahwa logam berat bersifat mengendap dalam perairan. Logam berat mempunyai sifat mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen.

Kandungan merkuri (Hg) total sedimen di stasiun 3 ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997), Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,3 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

4.3.4 Hasil Analisis Merkuri (Hg) Total Sedimen pada Stasiun 4

Hasil analisis Merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengukuran merkuri (Hg) total sedimen pada stasiun 4

Gambar 10 menunjukkan kisaran nilai Merkuri sedimen tiap minggu di stasiun 4. nilai merkuri (Hg) pada stasiun 4 yaitu pada minggu pertama 0,0039 ppm

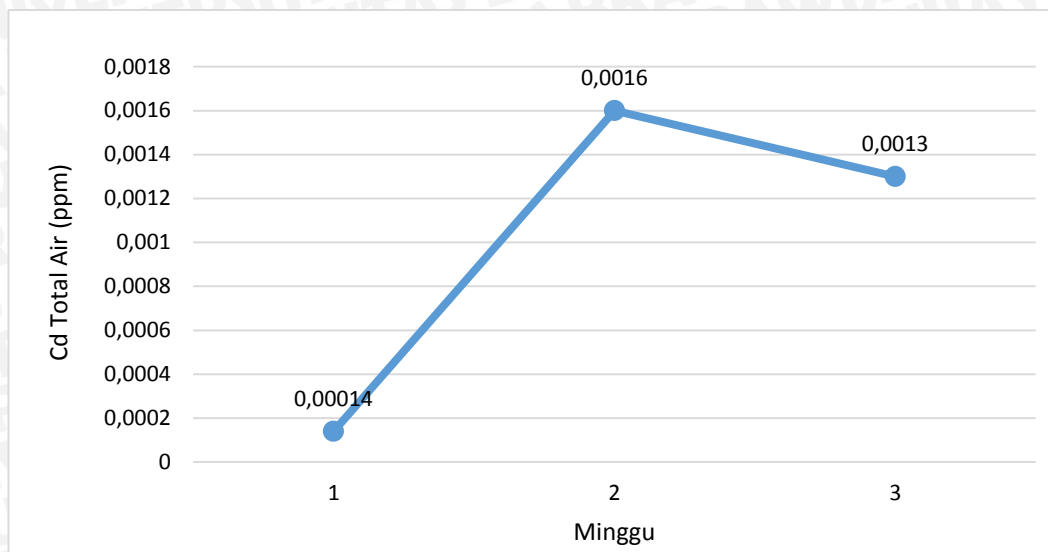
kemudian pada minggu kedua mengalami penurunan sebesar 0,0035 6pm dan pada minggu ketiga mengalami kenaikan yaitu 0,0046 ppm. Tingginya kandungan merkuri di stasiun ini dibandingkan dengan stasiun lain disebabkan oleh aktivitas kapal dengan frekuensi yang tinggi sehingga banyak menyumbangkan sampah atau limbah dari kapal tersebut. Adanya aktivitas kapal ini menyebabkan logam berat yang ada di perairan cukup tinggi dan dapat terakumulasi secara terus-menerus ke sedimen sehingga kandungan kadmium di sedimen juga menjadi tinggi akibat adanya pengendapan ke dalam sedimen dari logam berat yang ada pada perairan, hal ini sesuai dengan pernyataan Hutagalung *et al.*, (1997), bahwa logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dispersi dan diserap oleh organisme yang ada pada perairan tersebut.

Kandungan merkuri (Hg) total sedimen di stasiun 4 ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997), Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,3 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

4.4 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air

4.4.1 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 1

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada air di stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 1

Stasiun 1 merupakan tempat dimana terdapat banyak kapal yang digunakan untuk keperluan nelayan mencari ikan. Kadar kadmium (Cd) di stasiun 1 pada tiap minggu memiliki nilai yang berbeda. Grafik pada gambar 1 menunjukkan pada minggu pertama 0,00014 ppm, pada minggu kedua 0,0016 dan pada minggu ketiga 0,0013. Kisaran nilai logam berat kadmium (Cd) pada stasiun 1 masih dalam batas yang diperbolehkan atau dikatakan tidak tercemar, hal ini sesuai menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat kadmium (Cd) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

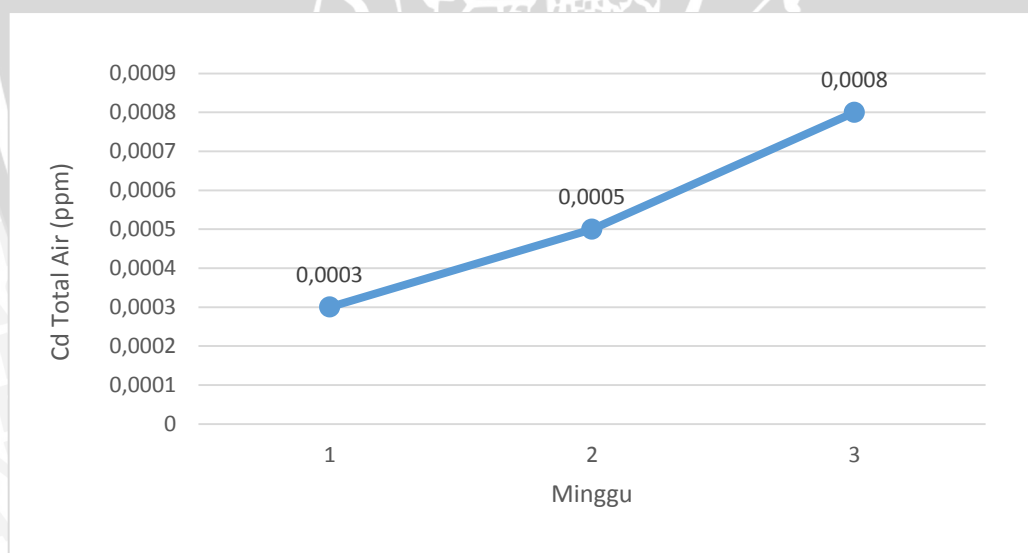
Kadar kadmium pada stasiun 1 memiliki nilai yang berbeda di tiap minggunya. Pada minggu pertama didapat nilai 0,00014 ppm kemudian pada minggu kedua nilai yang didapat mengalami kenaikan menjadi 0,0016 ppm. Konsentrasi logam berat yang terlarut dalam air laut salah satunya tergantung pada semakin banyak aktivitas manusia baik di darat maupun di pantai akan mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam air laut. Pada minggu pertama, aktivitas lalu lalang kapal nelayan ataupun keperluan wisata memang lebih banyak namun sumber masukan kadmium ke perairan hanya sedikit sehingga

kandungan kadmiumnya sangat kecil. Ketersediaan kadmium di kolom perairan secara alami sangat rendah yaitu sebesar 0,00011 ppm (Waldichuck, 1974).

Pada minggu ketiga kadar kadmium mengalami penurunan menjadi 0,0013 ppm. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan sampel air untuk minggu ketiga dilakukan pada waktu menjelang surut. Menurut Febrizal (1995), salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam air laut adalah saat pengambilan sampel, dimana pengambilan sampel air laut pada waktu surut cenderung lebih kecil jika dibandingkan pada waktu pasang. Hal ini dikarenakan saat surut, keadaan gelombang cukup tenang sehingga logam berat mudah terakumulasi ke sedimen.

4.4.2 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 2

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada air di stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 2

Gambar 12 menunjukkan kisaran nilai kadmium pada tiap minggu. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 2 berkisar antara 0,0003-0,0008 ppm. Kisaran nilai logam berat kadmium (Cd) pada stasiun 2 masih dalam batas yang

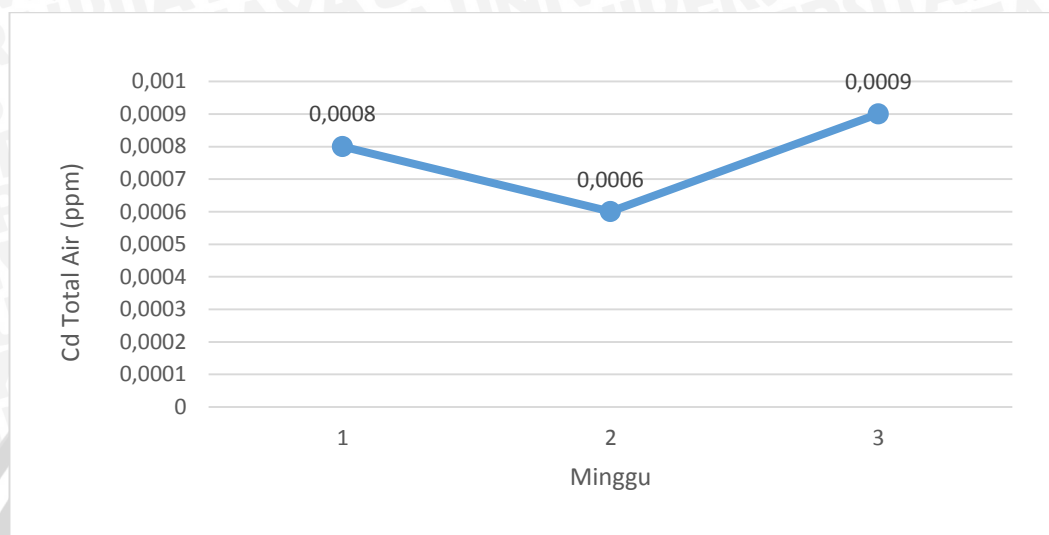
diperbolehkan atau dikatakan tidak tercemar, hal ini sesuai menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat kadmium (Cd) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

Stasiun 2 merupakan pusat dari kegiatan perdagangan yaitu banyak pedagang-pedagang souvenir namun sedikit jauh dari pantai sehingga nilai kandungan kadmium (Cd) pada stasiun ini lebih rendah dibandingkan dengan tiga stasiun lainnya. Pada minggu pertama didapatkan nilai kadmium (Cd) total air adalah 0,0003 ppm kemudian pada minggu kedua terjadi kenaikan menjadi 0,0005 ppm. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan sampel air dilakukan pada waktu menjelang pasang. Menurut Febrizal (1995), salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam air laut adalah saat pengambilan sampel, dimana pengambilan sampel air laut pada waktu surut cenderung lebih kecil jika dibandingkan pada waktu pasang. Hal ini dikarenakan saat pasang, keadaan gelombang cukup tinggi sehingga logam berat resuspensi pada kolom air.

Pada minggu ketiga nilai yang didapatkan mengalami kenaikan menjadi 0,0008 ppm. Kenaikan nilai logam berat kadmium (Cd) ini dipengaruhi oleh aktivitas manusia di sekitar area tersebut dan juga dapat dilihat dari limbah yang banyak diduga mengandung logam berat kadmium seperti ditemukan banyak sampah baterai bekas, plastik kemasan makanan dan sampah bekas obat. Menurut Darmono (2001), kadmium banyak digunakan dalam industri pelapisan logam, metalurgi, peralatan fotografi, gelas dan campuran perak, produksi foto-elektrik, foto-konduktor dan fosforus, porselen dan keramik (sebagai pigmen pada keramik), penyepuhan listrik, pelumas, tekstil, plastik serta dalam pembuatan alloy dan baterai alkali.

4.4.3 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 3

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada air di stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 3

Gambar 13 menunjukkan kisaran nilai kadmium pada tiap minggu. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 3 berkisar antara 0,0006-0,0009 ppm. Kisaran nilai logam berat kadmium (Cd) pada stasiun 3 masih dalam batas yang diperbolehkan atau dikatakan tidak tercemar, hal ini sesuai menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat kadmium (Cd) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

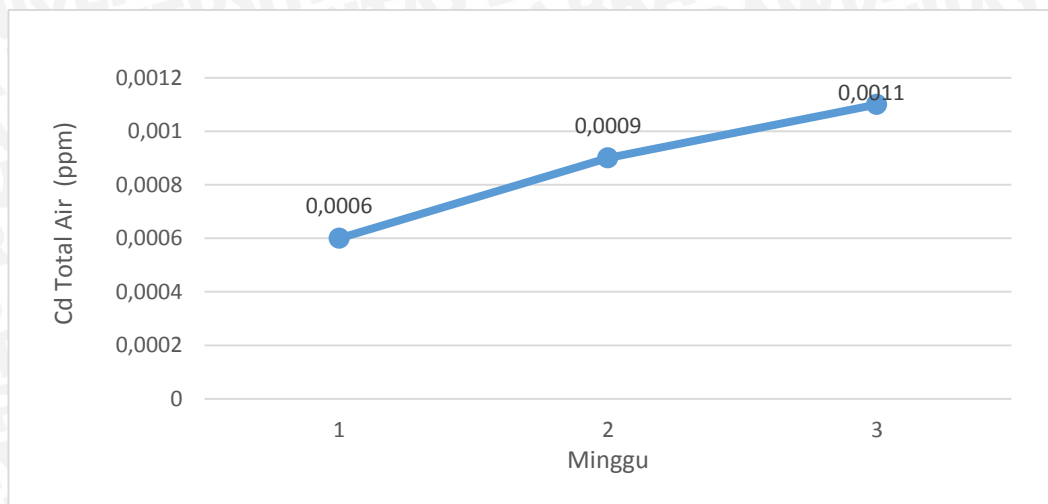
Stasiun 3 merupakan tempat yang banyak digunakan oleh wisatawan untuk beristirahat dan banyak juga terdapat warung-warung makan. Nilai yang didapatkan pada stasiun 3 ini sama dengan stasiun lain yaitu juga mengalami kenaikan dan penurunan. Gambar menunjukkan kisaran nilai kadmium (Cd) pada tiap minggu di stasiun 3. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 3 yaitu pada minggu pertama 0,0008 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami penurunan menjadi 0,0006 ppm dan pada minggu ketiga mengalami kenaikan menjadi 0,0009 ppm. Kenaikan dan penurunan pada stasiun 3 ini disebabkan oleh ramai

dan tidaknya wisatawan karena dengan banyak dan tidaknya wisatawan yang beristirahat di stasiun ini berhubungan dengan limbah atau sampah yang dihasilkan sehingga berpengaruh tinggi rendahnya polutan atau logam berat yang terkandung di stasiun tersebut. Menurut Purnawan (2013) selain pengaruh alam, keberadaan kadmium di lingkungan dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah kadmium sehingga konsentrasi kadmium di lingkungan dapat meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan penambahan jumlah penduduk.

Selain sumber masukan kadmium, letak stasiun 3 cukup berdekatan dengan stasiun 2 dan arah arus mengalir dari stasiun 2 menuju stasiun 3. Arah arus dapat menyebarkan kandungan logam berat sehingga kedua stasiun ini memiliki nilai kadmium yang hampir sama. Menurut Zainuri *et al.*, (2011) setelah memasuki perairan pesisir atau laut sifat bahan pencemar ditentukan oleh beberapa faktor yaitu terencerkan dan tersebar oleh adukan turbulensi dan air laut, dipekatkan melalui proses fisiologis dengan cara diserap oleh ikan, plankton nabati atau oleh ganggang laut yang pada gilirannya dimakan oleh mangsanya dan proses fisik dan kimiawi dengan cara absorbs, pengendapan, pertukaran ion dan bahan pencemar itu akan mengendap di dasar perairan dan yang terakhir terbawa langsung oleh arus dan biota.

4.4.4 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Air pada Stasiun 4

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada air di stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total air pada stasiun 4

Gambar 14 menunjukkan kisaran nilai kadmium pada tiap minggu. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 4 berkisar antara 0,0006-0,0011 ppm. Kisaran nilai logam berat kadmium (Cd) pada stasiun 4 masih dalam batas yang diperbolehkan atau dikatakan tidak tercemar, hal ini sesuai menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat kadmium (Cd) di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm.

Peningkatan pada stasiun ini dari minggu pertama sampai minggu ketiga berhubungan dengan aktivitas lalu lalang kapal di stasiun ini. Stasiun 4 merupakan tempat atau pusat dari kegiatan wisata di Pantai Pasir Putih Situbondo ini. Tingginya kandungan kadmium (Cd) di stasiun ini dibandingkan dengan stasiun lain disebabkan oleh aktivitas kapal dengan frekuensi yang tinggi sehingga banyak menyumbangkan sampah atau limbah dari kapal tersebut. Menurut Amin (2011) sumber pencemar logam berat dapat masuk ke perairan melalui aktivitas masyarakat dan kebanyakan diperkirakan berasal dari aktivitas kapal-kapal serta bahan pencemar yang terbawa arus.

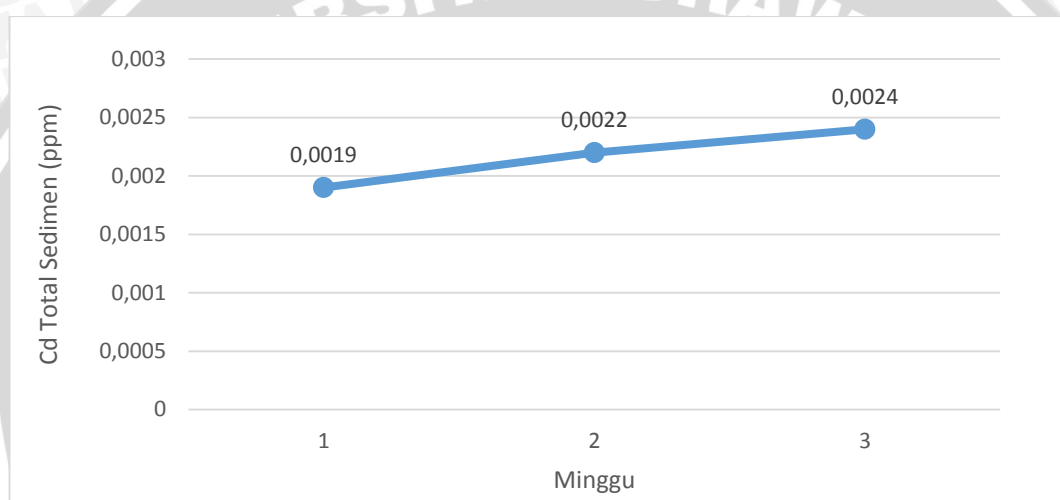
Selain itu, sumber pencemar yang dapat menyumbangkan tingginya kandungan kadmium di stasiun ini adalah pelumas yang digunakan untuk mesin kapal. Menurut Darmono (2001), keberadaan logam berat kadmium umumnya

berasal dari pelapisan logam, metalurgi, peralatan fotografi, gelas dan campuran perak, produksi foto-elektrik, foto-konduktor dan fosforus, porselen dan keramik, pelumas, tekstil, plastik serta dalam pembuatan alloy dan baterai alkali.

4.5 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen

4.5.1 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 1

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada sedimen di stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 1

Gambar 15 menunjukkan kisaran nilai kadmium (Cd) total sedimen tiap minggu di stasiun 1. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 1 yaitu pada minggu pertama 0,0019 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan menjadi 0,0022 ppm dan pada minggu ketiga mengalami kenaikan menjadi 0,0024. Kandungan kadmium (Cd) total sedimen di stasiun 1 ini berkisar antara 0,0019 – 0,0024 ppm, nilai ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997). Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,8 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target

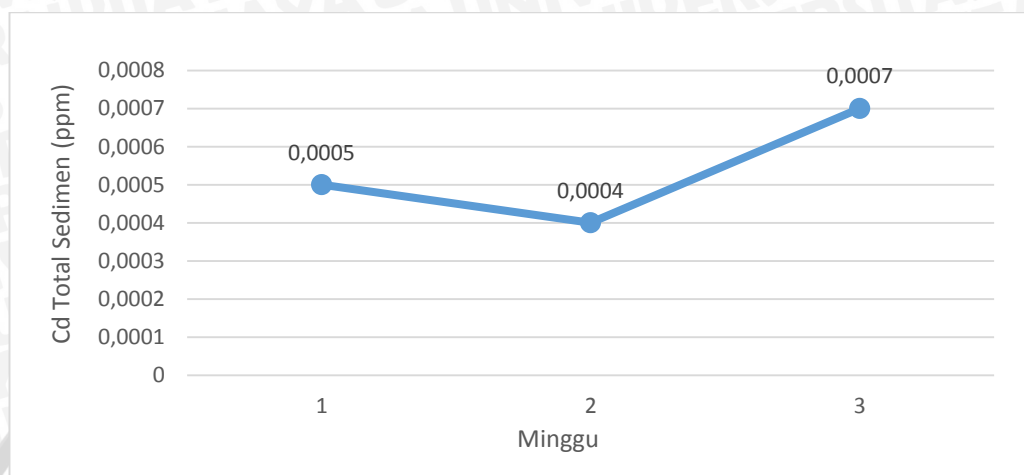
adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

Kadar kadmium pada stasiun 1 memiliki nilai yang berbeda di tiap minggunya. Pada minggu pertama didapat nilai 0,0019 ppm kemudian pada minggu kedua nilai yang didapat mengalami kenaikan menjadi 0,0022 ppm. Menurut Rachmawatie (2009), kadmium di suatu perairan terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit, bersifat tidak larut dalam perairan dan mudah terakumulasi di sedimen. Kadmium di perairan dapat membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi sehingga mengendap ke sedimen. Selain itu, diduga adanya masukan limbah yang mengandung kadmium dalam jumlah yang lebih banyak. Hal tersebut dapat menyebabkan kenaikan kandungan kadmium dari minggu pertama ke minggu kedua.

Pada minggu ketiga kadar kadmium mengalami kenaikan menjadi 0,0024 ppm. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan sampel air untuk minggu ketiga dilakukan pada waktu menjelang surut. Menurut Febrizal (1995), salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam air laut adalah saat pengambilan sampel, dimana pengambilan sampel air laut pada waktu surut cenderung lebih besar jika dibandingkan pada waktu pasang. Hal ini dikarenakan saat surut, keadaan gelombang cukup tenang sehingga logam berat mudah terakumulasi ke sedimen. Perubahan kandungan kadmium dalam sedimen dalam 3 minggu berturut-turut menunjukkan perubahan yang tidak signifikan, diduga karena pengambilan sampel dilakukan dalam waktu yang berdekatan sehingga proses sedimentasi kadmium

4.5.2 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 2

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada sedimen di stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 2

Gambar 16 menunjukkan kisaran nilai kadmium (Cd) total sedimen tiap minggu di stasiun 2. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 2 yaitu pada minggu pertama 0,0005 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami penurunan menjadi 0,0004 ppm dan pada minggu ketiga mengalami kenaikan menjadi 0,0007. Kandungan kadmium (Cd) total sedimen di stasiun 2 ini berkisar antara 0,0004 – 0,0007 ppm, nilai ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997). Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,8 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

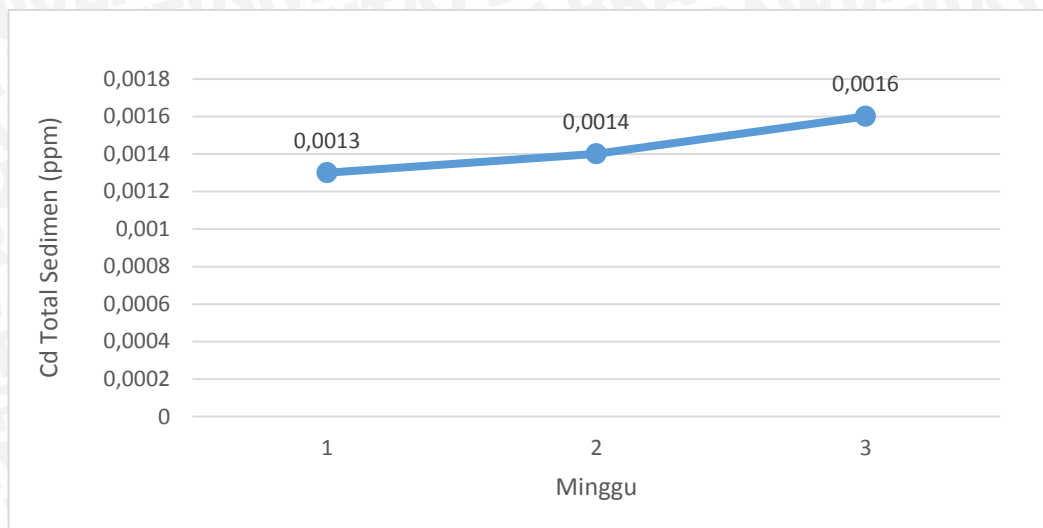
Kadar kadmium pada stasiun 2 memiliki nilai yang berbeda di tiap minggunya. Pada minggu pertama didapat nilai 0,0005 ppm kemudian pada

minggu kedua nilai yang didapat mengalami penurunan menjadi 0,0004 ppm. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan sampel air dilakukan pada waktu menjelang pasang. Hal ini dikarenakan saat pasang, keadaan gelombang cukup tinggi sehingga terjadi pengadukan yang menyebabkan resuspensi logam berat di permukaan sedimen ke badan air.

Pada minggu ketiga kadar kadmium mengalami kenaikan menjadi 0,0007 ppm. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan sampel air keadaan gelombang cukup tenang sehingga logam berat di perairan dapat berikatan dengan bahan organik atau anorganik dan terakumulasi dalam sedimen. Pada minggu ketiga dilakukan pada waktu menjelang surut. Menurut Febrizal (1995), salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam air laut adalah saat pengambilan sampel, dimana pengambilan sampel air laut pada waktu surut cenderung lebih besar jika dibandingkan pada waktu pasang. Hal ini dikarenakan saat surut, keadaan gelombang cukup tenang sehingga logam berat mudah terakumulasi ke sedimen.

4.5.3 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 3

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada sedimen di stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 3

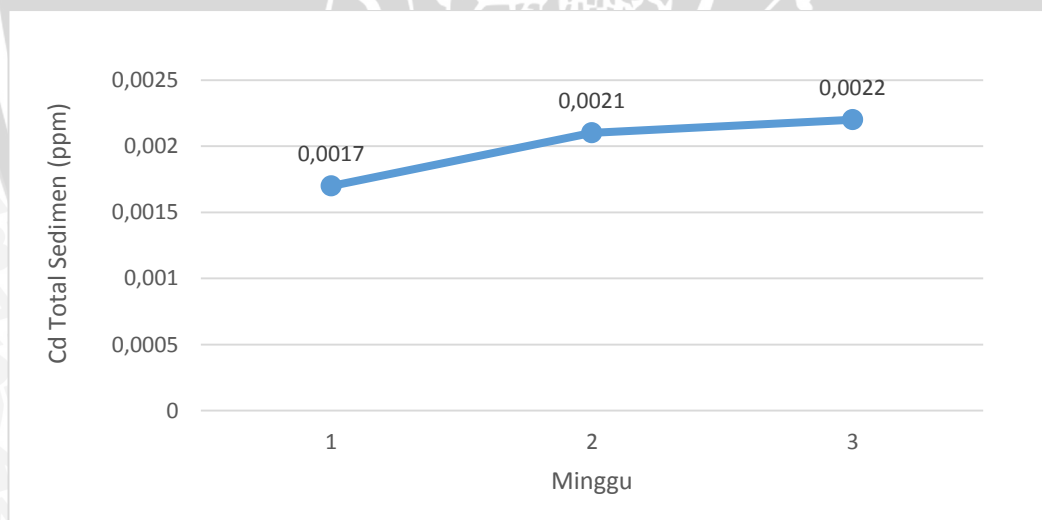
Gambar 17 menunjukkan kisaran nilai kadmium (Cd) total sedimen tiap minggu di stasiun 3. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 3 yaitu pada minggu pertama 0,0013 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan menjadi 0,0014 ppm dan pada minggu ketiga mengalami kenaikan menjadi 0,0016 ppm. Kandungan kadmium (Cd) total sedimen di stasiun 3 ini berkisar antara 0,0013 – 0,0016 ppm, nilai ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997). Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,8 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

Kadar kadmium pada stasiun 3 memiliki nilai yang berbeda di tiap minggunya. Pada minggu pertama didapat nilai 0,0013 ppm kemudian pada minggu kedua nilai yang didapat mengalami kenaikan menjadi 0,0014 ppm dan pada minggu ketiga juga mengalami kenaikan menjadi 0,0016 ppm. Hal ini

disebabkan stasiun 3 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas perdagangan, yang dalam kaitannya ini banyak pengunjung atau wisatawan untuk beristirahat dan makan. Banyak warung yang berdekatan dengan daerah intertidal. Selain itu, stasiun ini juga berdekatan dengan mck untuk keperluan pariwisata. Limbah dari berbagai sumber pencemaran ini diduga dapat bertambah dari waktu ke waktu dan mengantung kadmium. Bertambahnya jumlah logam berat di perairan dapat menyebabkan bertambahnya juga logam berat yang terakumulasi di sedimen. Hal ini sesuai dengan Harahap (1991) bahwa logam berat bersifat mengendap dalam perairan. Logam berat mempunyai sifat mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen.

4.5.4 Hasil Analisis Kadmium (Cd) Total Sedimen pada Stasiun 4

Hasil analisis kadmium (Cd) total pada sedimen di stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik pengukuran kadmium (Cd) total sedimen pada stasiun 4

Gambar 18 menunjukkan kisaran nilai kadmium (Cd) total sedimen tiap minggu di stasiun 4. Nilai kadmium (Cd) pada stasiun 4 yaitu pada minggu pertama 0,0017 ppm kemudian pada minggu kedua mengalami kenaikan

menjadi 0,0021 ppm dan pada minggu ketiga mengalami kenaikan menjadi 0,0022 ppm. Kandungan kadmium (Cd) total sedimen di stasiun 4 ini berkisar antara 0,0017 – 0,0022 ppm, nilai ini dapat dikatakan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997). Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,8 mg/L. Dalam hal ini yang dimaksudkan level target adalah jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

Peningkatan dan penurunan pada stasiun ini berhubungan dengan aktivitas lalu lalang kapal di stasiun ini. Stasiun 4 merupakan tempat atau pusat dari kegiatan wisata di Pantai Pasir Putih Situbondo ini. Frekuensi lalu lalang kapal di stasiun ini lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 yang juga terdapat kapal tetapi hanya untuk keperluan mencari ikan. Tingginya kandungan kadmium di stasiun ini dibandingkan dengan stasiun lain disebabkan oleh aktivitas kapal dengan frekuensi yang tinggi sehingga banyak menyumbangkan sampah atau limbah dari kapal tersebut. Menurut Amin (2011) Sumber pencemar logam berat dapat masuk ke perairan melalui aktivitas masyarakat dan kebanyakan diperkirakan berasal dari aktivitas kapal-kapal serta bahan pencemar yang terbawa arus.

Adanya aktivitas kapal ini menyebabkan logam berat yang ada di perairan cukup tinggi dan dapat terakumulasi secara terus-menerus ke sedimen sehingga kandungan kadmium di sedimen juga menjadi tinggi akibat adanya pengendapan ke dalam sedimen dari logam berat yang ada pada perairan, hal ini sesuai dengan pernyataan Hutagalung *et al.*, (1997), bahwa logam berat yang masuk ke

dalam perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dispersi dan diserap oleh organisme yang ada pada perairan tersebut.

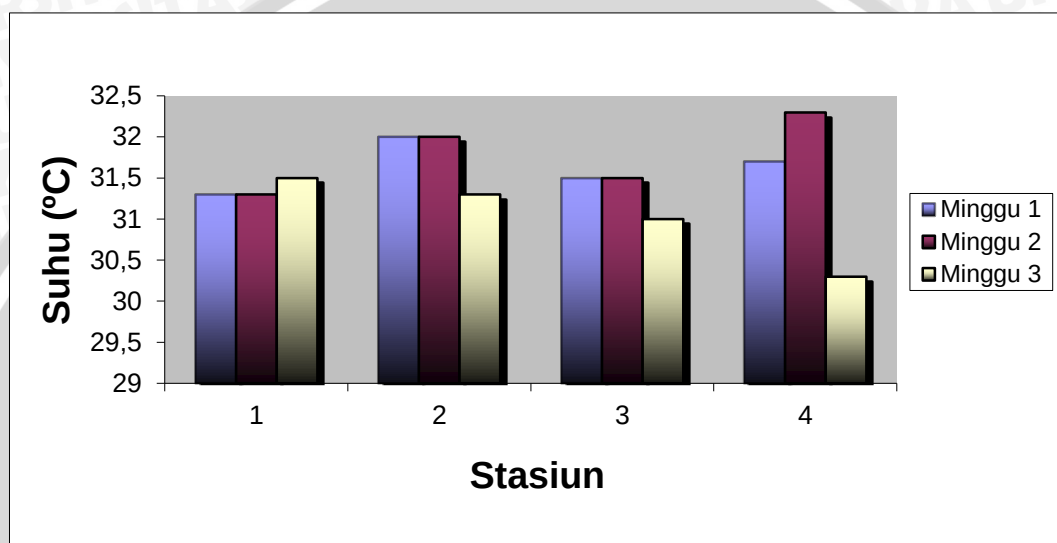
Hasil analisis kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada sedimen menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada air begitu pulan hasil pada logam berat Merkuri (Hg). Hal ini sesuai dengan pernyataan Palar (1994) dalam Firmansyah *et al.*, (2013), kandungan logam berat dalam sedimen cenderung tinggi, hal ini dikarenakan oleh sifat logam berat di perairan yang akan mengendap dalam jangka waktu tertentu, dan kemudian terakumulasi di dasar perairan. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor kandungan logam berat di sedimen lebih tinggi daripada kandungan logam berat yang ada di air. Selain itu, massa jenis yang dimiliki oleh logam juga akan menyebabkan logam yang melayang-layang di perairan akan jatuh dan masuk ke dalam sedimen, sehingga ikatan logam berat dalam sedimen akan lebih besar daripada kandungan logam di air. Menurut Mance (1987), secara normal, kandungan logam berat dalam sedimen akan lebih tinggi dibanding perairannya, disamping karena keberadaan logam berat tersebut secara alami terdapat di batuan sedimen, tetapi juga karena sifat sedimen yang lebih stabil dan cenderung menangkap logam berat masuk ke perairan.

4.6 Data Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Data pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan selama penelitian di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur terdiri dari parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika meliputi suhu, salinitas, dan kecepatan arus. Sedangkan parameter kimia meliputi pH, dan DO. Hasil pengukuran parameter fisika kimia perairan selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.6.1 Suhu

Menurut Barus (1996) dalam setiap penelitian ekosistem akuatik pengukuran suhu air merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas di air serta semua aktivitas biologi dipengaruhi oleh suhu. Grafik pengukuran suhu selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Pengukuran Suhu Pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

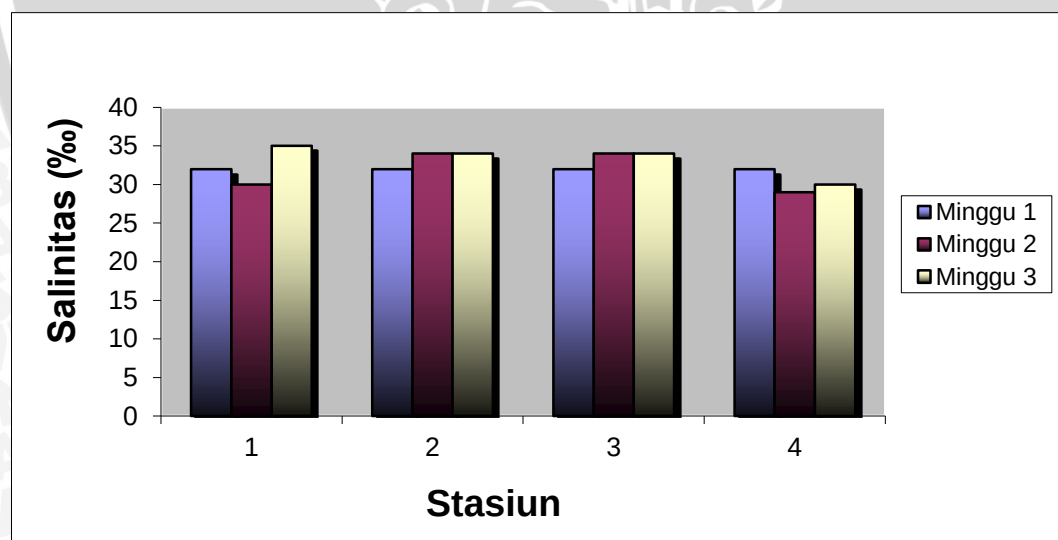
Gambar 19 menunjukkan nilai suhu pada setiap stasiun. Stasiun 1 (tempat kapal nelayan) didapatkan hasil minggu pertama 31,3 °C, minggu kedua 31,3 °C, dan minggu ketiga 31,5 °C. Stasiun 2 (pusat souvenir) didapatkan hasil minggu pertama 32 °C, minggu kedua 32 °C, dan minggu ketiga 31,3 °C. Stasiun 3 (tempat wisatawan beristirahat) didapatkan hasil pada minggu pertama 31,5 °C, minggu kedua 31,3 °C, dan minggu ketiga 31 °C. Stasiun 4 (pusat lalu lalang kapal wisata) didapatkan hasil minggu pertama 31,7 °C, minggu kedua 32,3 °C, dan minggu ketiga 30,3 °C.

Berdasarkan Grafik pengukuran suhu rata-rata tertinggi terletak di stasiun 2, hal ini dikarekan pada saat pengukuran suhu dilakukan pada pukul 11.20 WIB

dimana waktu tersebut merupakan waktu penyinaran sinar matahari secara maksimum sehingga penetrasi cahaya ke permukaan air terjadi secara maksimum dan menyebabkan meningkatnya suhu perairan, sedangkan suhu rata-rata terendah terletak pada stasiun 4, hal ini dikarenakan pada saat pengukuran suhu dilakukan pada sore hari yaitu pukul 15.30 WIB sehingga intensitas cahaya matahari tidak terlalu tinggi. Menurut Mukhtasor (2006), air dapat menyerap panas dalam jumlah besar untuk mengubah suhu. Peningkatan suhu juga dipengaruhi oleh besarnya energi cahaya matahari untuk meradiasi permukaan air laut sehingga air laut mengalami perubahan suhu signifikan sesuai dengan besarnya energi cahaya matahari yang dihasilkan.

4.6.2 Salinitas

Menurut Kurniawan *et al.*, (2006) salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garam dalam gram pada setiap kilogram air laut.. Grafik pengukuran salinitas rata-rata pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Pengukuran Salinitas Pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

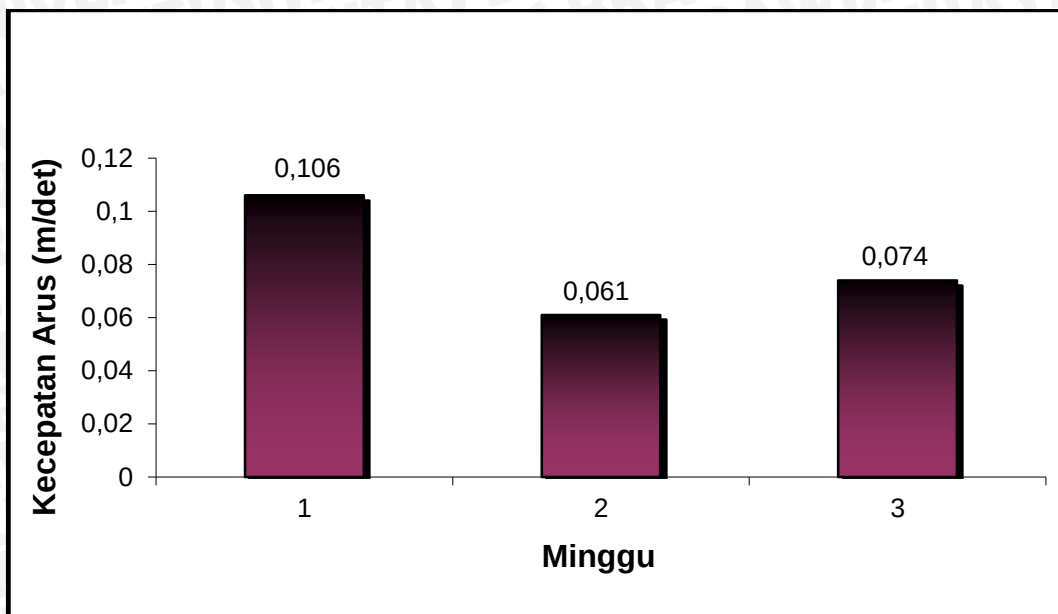
Gambar 20 menunjukkan nilai salinitas pada setiap stasiun. Stasiun 1 (tempat kapal nelayan) didapatkan hasil minggu pertama 32 ‰, minggu kedua

30 ‰ °C, dan minggu ketiga 35 ‰. Stasiun 2 (pusat souvenir) didapatkan hasil minggu pertama 32 ‰, minggu kedua 34 ‰, dan minggu ketiga 34 ‰. Stasiun 3 (tempat wisatawan beristirahat) didapatkan hasil pada minggu pertama 32 ‰, minggu kedua 34 ‰, dan minggu ketiga 34 ‰. Stasiun 4 (pusat lalu lalang kapal wisata) didapatkan hasil minggu pertama 32 ‰, minggu kedua 29 ‰, dan minggu ketiga 34 ‰. Dari keempat stasiun tersebut pada lokasi penelitian, salinitas rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena salinitas dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang panas pada saat pengukuran. Dan sebaliknya rata-rata salinitas terendah pada stasiun 4, hal ini disebabkan karena suhu pada stasiun 4 rendah sehingga menurunkan kadar salinitas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Odum (1966) dalam Lihawa *et al.*, (2013), bahwa cahaya matahari yang diserap oleh badan air akan menghasilkan panas di perairan, sehingga cahaya matahari akan meningkatkan salinitas perairan

Grafik pada gambar 20 menunjukkan bahwa hasil pengukuran salinitas pada setiap stasiun di lokasi penelitian masih cukup baik karena masih berada dalam kisaran baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yaitu sebesar 33 – 34 ‰.

4.6.3 Kecepatan Arus

Hasil pengukuran kecepatan arus di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur menurut Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya berkisar antara 0,061 – 0,106 m/det dengan nilai kecepatan arus minggu pertama yaitu 0,106 m/det, minggu kedua yaitu 0,061 m/det, dan pada minggu ketiga yaitu 0,074 m/det.



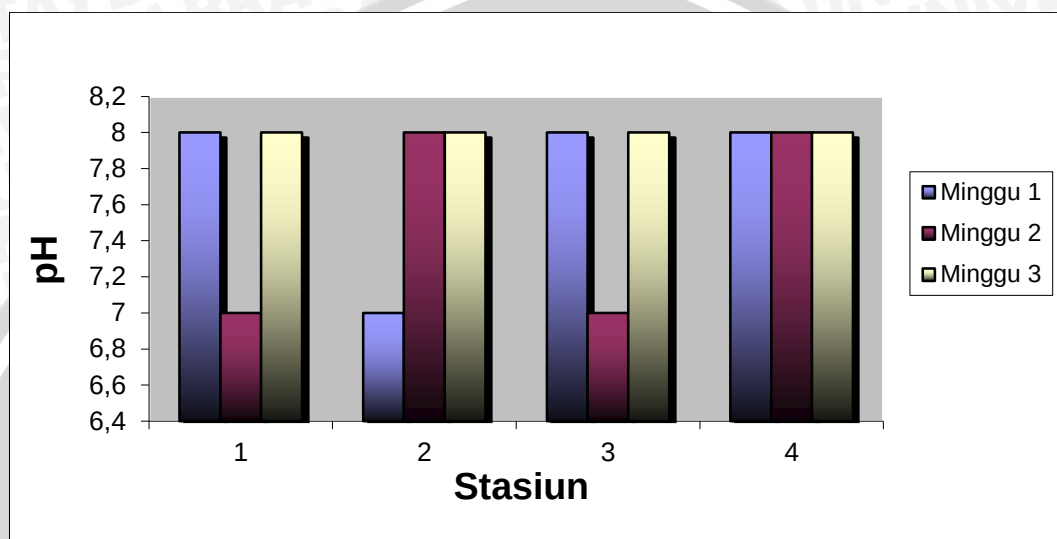
Gambar 21. Grafik Pengukuran Kecepatan Arus Pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

Kecepatan arus pada keempat stasiun penelitian tersebut termasuk dalam kondisi berarus sangat lambat seperti yang dikemukakan oleh Mason (1981) dalam Rizkya (2012), yang mengelompokkan perairan berarus sangat cepat (> 1 m/dtk), cepat ($0,5-1$ m/dtk), sedang ($0,25-0,5$ m/dtk), lambat ($0,1-0,2$ m/dtk) dan sangat lambat ($<0,1$ m/dtk). Sebagaimana yang dikemukakan oleh Supriharyono (2000) dalam Rizkya (2012), bahwa arus sangat mempengaruhi sebaran atau perpindahan dari organisme hewan bentos termasuk gastropoda bahwa arus dapat membawa organisme bentos dari suatu tempat ke tempat lain di perairan.

Menurut Mukhtasor (2006), Pergerakan arus biasanya diikuti oleh perpindahan material – material yang ada di air. Arus juga dapat mempengaruhi persebaran konsentrasi logam berat yang ada di muara. Arus juga dapat menyebabkan terjadinya pengadukan material yang mengendap di dasar perairan sehingga menimbulkan banyaknya material – material yang mengendap di sedimen terangkat di kolom air.

4.6.4 pH

Hasil pengukuran pH rata-rata di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian berkisar antara 7 – 8. Grafik pengukuran pH selama penelitian pada setiap stasiunnya dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik Pengukuran pH Pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

Gambar 22 menunjukkan nilai pH pada setiap stasiun. Stasiun 1 (tempat kapal nelayan) didapatkan hasil minggu pertama 8 , minggu kedua 7, dan minggu ketiga 8. Stasiun 2 (pusat souvenir) didapatkan hasil minggu pertama 7, minggu kedua 8, dan minggu ketiga 8. Stasiun 3 (tempat wisatawan beristirahat) didapatkan hasil pada minggu pertama 8, minggu kedua 7, dan minggu ketiga 8. Stasiun 4 (pusat lalu lalang kapal wisata) didapatkan hasil minggu pertama 8, minggu kedua 8, dan minggu ketiga 8. nilai pH rata-rata tertinggi didapatkan pada stasiun 4 yaitu sebesar 8. Pengukuran pH rata-rata di lokasi penelitian memiliki kisaran yang tidak jauh berbeda pada setiap stasiun. Pada stasiun 1, 2 dan 3 pH sebesar 7,7 dan di stasiun 4 sebesar 8, hal ini dikarenakan pengambilan sampel terjadi pada waktu pasang, kecuali di stasiun 4, dimana

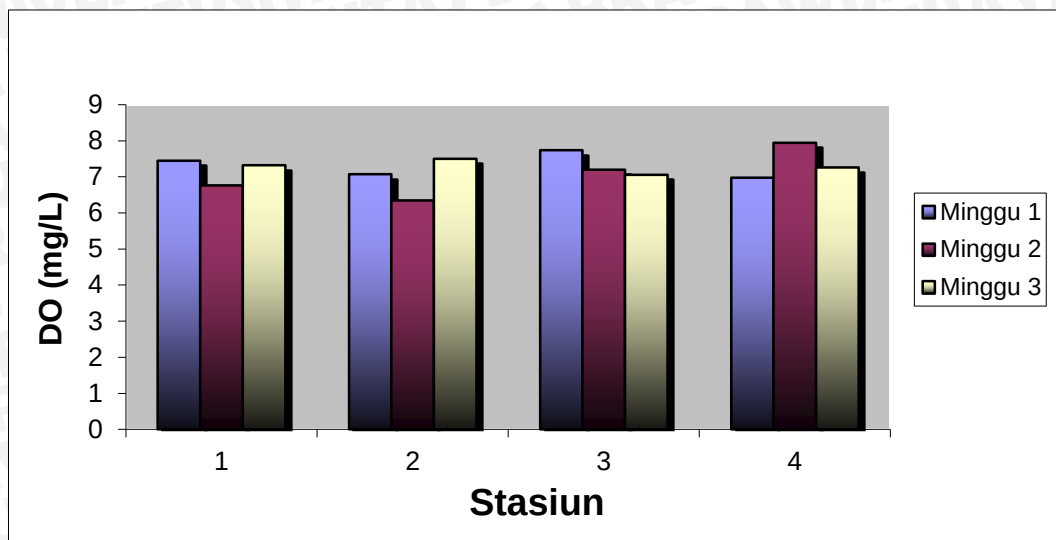
pengambilan sampel air terjadi saat air sedang pasang namun belum mencapai pasang tertinggi.

Berdasarkan grafik di atas hasil pengukuran pH di setiap stasiun dalam keadaan baik, hal itu sesuai dengan pendapat Fitra *et al.*, (2013) bahwa air laut umumnya memiliki pH di atas 7 yang berarti bersifat basa, pH air laut permukaan untuk perairan berkisar antara 6-8,5. Hal itu diperkuat dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yang mengatakan bahwa pH yang sesuai untuk kehidupan biota laut dan juga wisata bahari berkisar antara 7 – 8,5.

Logam berat yang masuk ke sistem perairan, baik di sungai maupun lautan akan dipindahkan dari badan airnya melalui tiga proses yaitu pengendapan, adsorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976). Dalam lingkungan perairan, bentuk logam antara lain berupa ion-ion bebas, pasangan ion organik, dan ion kompleks. Kelarutan logam berat dalam air dikontrol oleh pH air. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam berat dalam air. Kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada perairan, sehingga akan mengendap membentuk lumpur (Palar, 2004).

4.6.5 DO (Disolved Oxygen)

Hasil pengukuran DO rata-rata di daerah Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur berkisar antara 7,14 mg/L – 7,34 mg/L. Grafik pengukuran DO selama penelitian pada setiap stasiunnya dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik Pengukuran DO (*Disolved Oxygen*) Pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

Gambar 23 menunjukkan nilai DO pada setiap stasiun. Stasiun 1 (tempat kapal nelayan) didapatkan hasil minggu pertama 7,45, minggu kedua 6,76, dan minggu ketiga 7,32. Stasiun 2 (pusat souvenir) didapatkan hasil minggu pertama 7,07 minggu kedua 6,35, dan minggu ketiga 7,50. Stasiun 3 (tempat wisatawan beristirahat) didapatkan hasil pada minggu pertama 7,74, minggu kedua 7,2, dan minggu ketiga 7,06. Stasiun 4 (pusat lalu lalang kapal wisata) didapatkan hasil minggu pertama 6,98, minggu kedua 7,94, dan minggu ketiga 7,39.

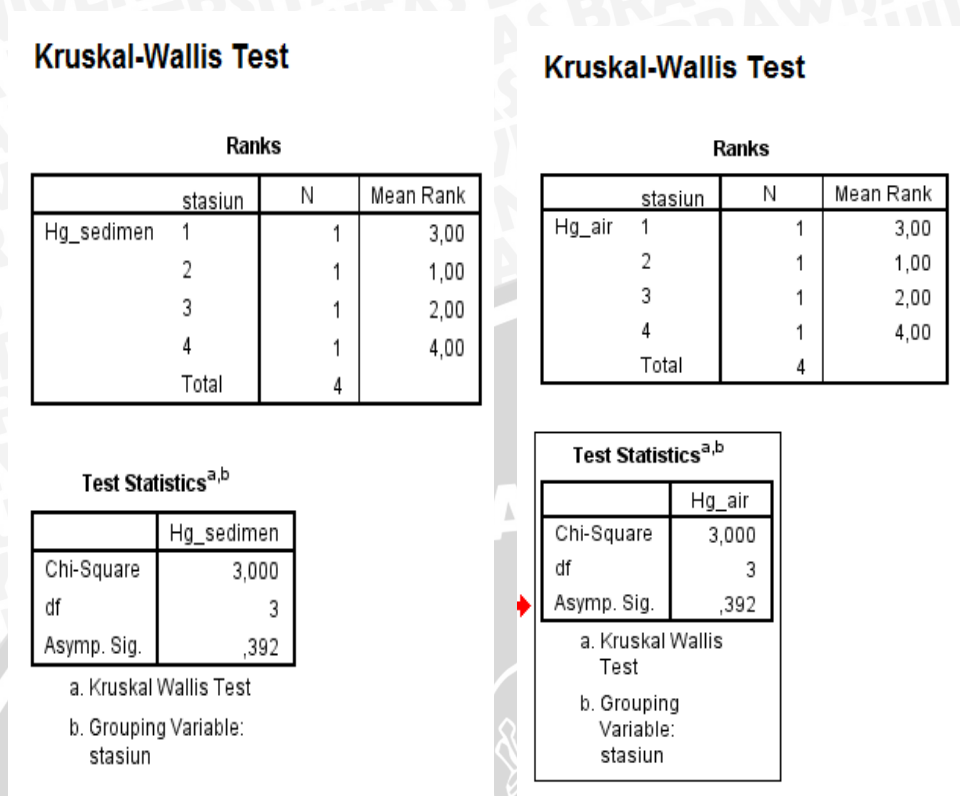
DO pada setiap stasiun tidak terlihat perbedaan yang sangat signifikan, tetapi pengukuran DO rata-rata tertinggi terletak di stasiun 2 dan DO rata-rata terendah terletak pada stasiun 3. Tingginya kandungan DO rata-rata pada stasiun 2 dikarenakan pada stasiun ini tingkat aktivitas manusia cenderung sedikit sehingga tidak banyak menghasilkan sampah. Pada stasiun 3, rendahnya DO disebabkan oleh lokasi pengambilan sampel merupakan area perdagangan, yang dalam kaitannya ini banyak pengunjung atau wisatawan beristirahat dan makan. Aktivitas manusia ini diduga menimbulkan limbah organik yang masuk ke perairan sehingga kandungan DOnya cenderung rendah.

Grafik pada gambar 23 menunjukkan nilai DO rata-rata pada setiap stasiun masih memenuhi baku mutu kualitas air untuk biota perairan laut, berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 baku mutu air laut untuk biota laut dan wisata bahari senilai >5 mg/L. Daya larut logam berat dapat menjadi tinggi seiring dengan meningkatnya kandungan oksigen terlarut. Pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan mudah mengendap. Logam berat seperti Cd, Pb, dan Hg akan sulit terlarut dalam kondisi perairan yang anoksik (Ramlal, 1987). Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen (Wilson, 1988).

4.7 Analisis Kruskal Wallis Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd)

4.7.1 Analisis Kruskal Wallis Merkuri (Hg) pada Air dan Merkuri (Hg) pada Sedimen

Hubungan antar keempat stasiun berdasarkan dari hasil kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada air dan sedimen dilakukan dengan menggunakan software spss 21 non-parametrik yaitu Kruskal Wallis dimana data yang dimasukkan berupa nilai konsentrasi logam berat Merkuri (Hg) pada tiap stasiun. Hasil analisis *Kruskal Wallis* dapat dilihat pada Gambar 24.

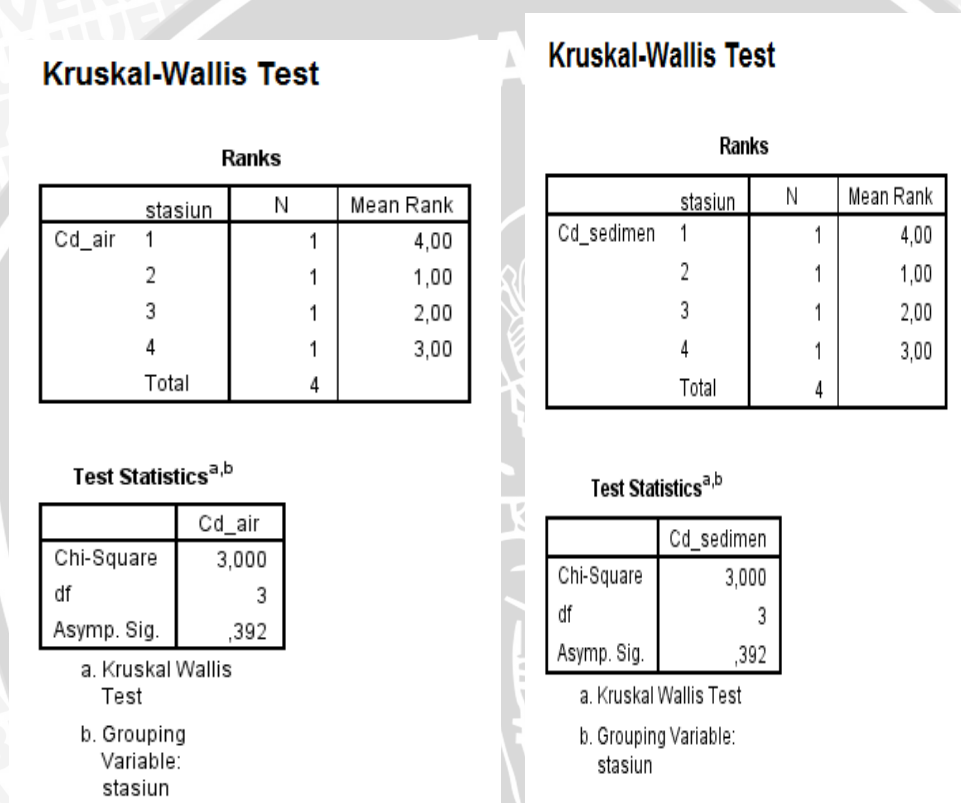


Gambar 24. Hasil analisis Kruskal-Wallis Merkuri

Hasil analisis statistik menunjukkan nilai Asymp. Sig = P (Probabilitas) sebesar 0.392 . Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada logam berat Merkuri (Hg) di air ataupun di sedimen lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$) yang artinya tidak signifikan atau tidak berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa nilai persebaran logam berat Merkuri (Hg) di setiap stasiun sama. ini menunjukkan kesamaan antar stasiun karena dapat dilihat dari nilai kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada air atau sedimen dan juga pada dasarnya sumber masukan dari keempat stasiun adalah sama yaitu dari aktivitas pariwisata. Menurut Boer *et al.*, (2005) beragamnya sumber masukan logam ke pesisir diduga dapat menimbulkan variasi konsentrasi logam berat menurut ruang dan waktu.

4.7.2 Analisis Kruskal Wallis Kadmium (Cd) pada Air dan Kadmium (Cd) pada Sedimen

Hubungan antar keempat stasiun berdasarkan dari hasil kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada air dan sedimen dilakukan dengan menggunakan software spss 21 non-parametrik yaitu Kruskal Wallis dimana data yang dimasukkan berupa nilai konsentrasi logam berat Kadmium (Cd) pada tiap stasiun. Hasil analisis Kruskal Wallis dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Hasil analisis Kruskal-Wallis Kadmium

Hasil analisis statistik menunjukkan nilai Asymp. Sig = P (Probabilitas) sebesar 0.392 . Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada logam berat Kadmium (Cd) di air ataupun di sedimen lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$) yang artinya tidak signifikan atau tidak berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa nilai persebaran logam berat Kadmium (Cd) di setiap stasiun sama. Ini menunjukkan kesamaan antar stasiun karena dapat dilihat dari nilai kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada air atau sedimen terlihat hasil yang tidak berbeda jauh

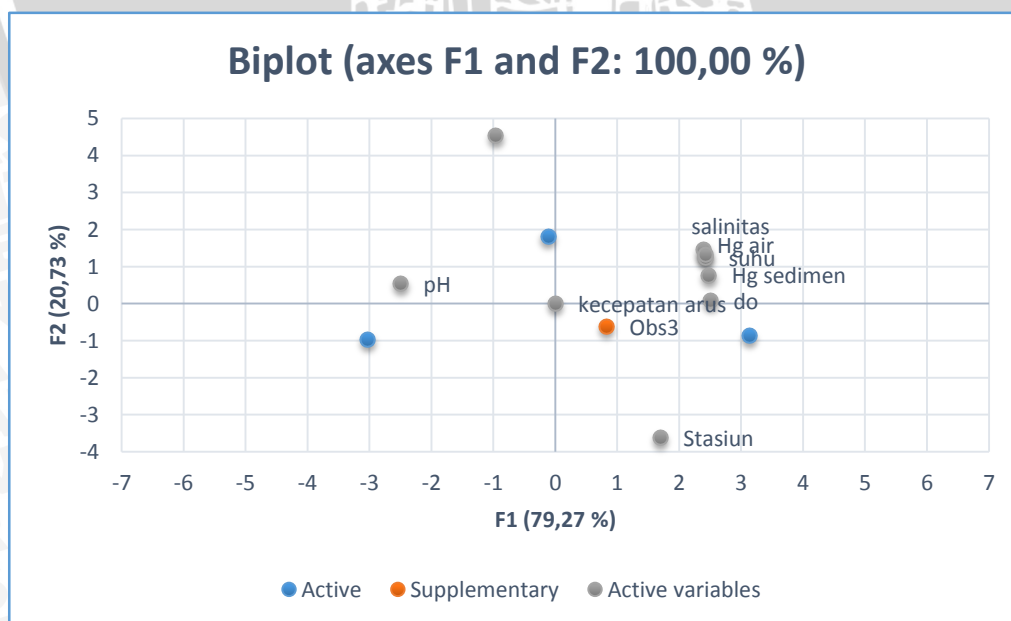
karena disebabkan sumber masukan logam berat pada tiap stasiun adalah sama yaitu dari kegiatan pariwisata hal ini sesuai dengan pernyataan Boer *et al.*, (2005) beragamnya sumber masukan logam ke pesisir diduga dapat menimbulkan variasi konsentrasi logam berat menurut ruang dan waktu.

4.8 Hubungan Parameter Perairan dengan Kandungan Merkuri (Hg) total dan Kadmium (Cd) total.

Hubungan antara parameter perairan Pantai Pasir Putih dengan kandungan logam berat (Merkuri total dan kadmium total) dapat dilihat dengan menggunakan Analisis Komponen Utama (AKU) atau *Principal Component Analysis* (PCA). Parameter Perairan yang diperhitungkan dalam analisis ini meliputi suhu, kecepatan arus, salinitas, Ph, oksigen terlarut atau DO dan kelimpahan plankton).

4.8.1 Hubungan Parameter Perairan dengan Kandungan Merkuri (Hg) total

Hasil analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* antara parameter perairan terhadap merkuri (Hg) total dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Grafik Analisis *Principal Component Analysis* (PCA)

Dari gambar 26 dapat dilihat pada kuadran 1 terdapat variabel salinitas, suhu, dan DO. Pada kuadran 2 dan 3 hanya kecepatan arus, dan pada kuadran 4 terdapat variabel pH. Merkuri (Hg) total pada air dan sedimen terdapat pada kuadran 1 yang sama dengan variabel suhu, salinitas dan DO. Hal ini mengartikan bahwa nilai atau kandungan Merkuri (Hg) total pada air dan sedimen dipengaruhi oleh variabel-variabel tersebut. Seperti pada lampiran bahwa korelasi yang dimiliki antar variabel suhu, salinitas dan DO terhadap kandungan Merkuri (Hg) total pada air dan sedimen adalah berkorelasi positif. Nilai korelasi parameter suhu, salinitas dan DO adalah 0,892, 0,999 dan 0,943 yang mana nilai korelasi ketiga parameter tersebut mendekati 1 yang berarti adanya korelasi yang kuat antara parameter tersebut dengan kandungan terhadap kandungan Merkuri (Hg) total pada air dan sedimen. Klasifikasi korelasi dibagi menjadi korelasi lemah ($>0-0,25$), korelasi cukup ($>0,25-0,5$), korelasi kuat ($>0,5-0,75$), dan korelasi sangat kuat ($>0,75-0,99$). Pada gambar 24 menunjukkan bahwa Merkuri (Hg) total pada air dan sedimen berada di dekat titik observasi 4, ini menjelaskan bahwa kandungan Merkuri (Hg) total pada air dan sedimen banyak ditemukan pada observasi 4 atau stasiun 4 hal ini sesuai dengan hasil kandungan merkuri (Hg) total yang didapat pada stasiun 4 adalah 0,0022 dan 0,0040 ppm.

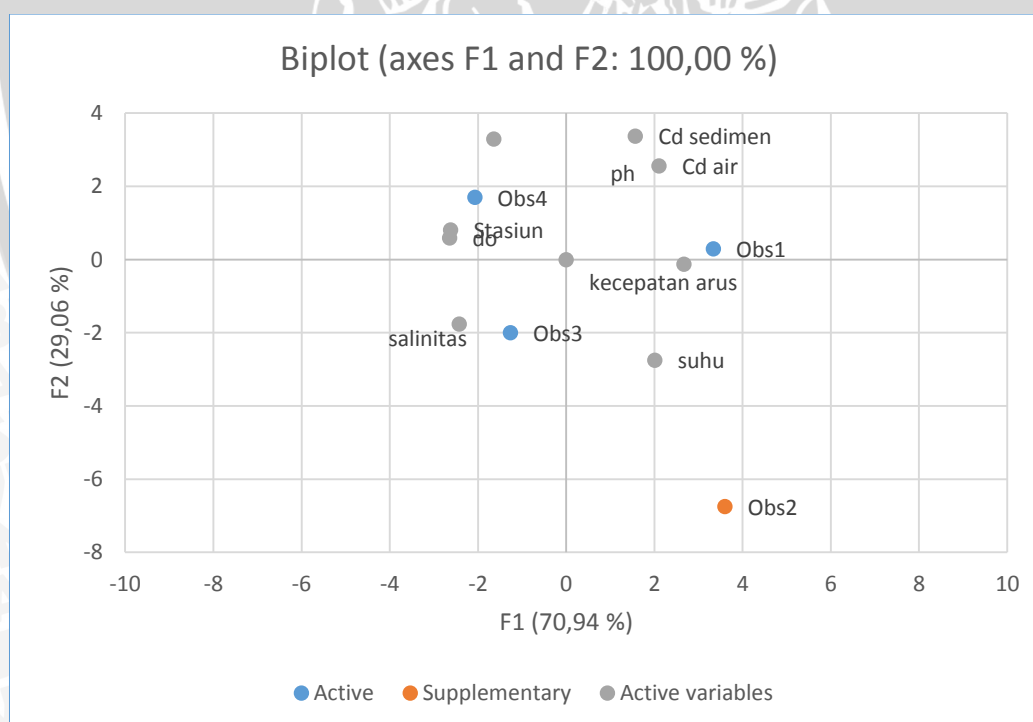
Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa suhu berpengaruh terhadap kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada air dan sedimen, menurut Palar (2004) kenaikan suhu akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat pada partikulat. Suhu air yang lebih dingin akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikulat untuk mengendap di dasar. Sedangkan saat suhu naik senyawa logam berat akan melarut di air karena penurunan laju adsorpsi ke dalam partikulat.

Selain suhu, hasil analisis PCA menunjukkan bahwa parameter kualitas air yang berpengaruh terhadap kandungan logam berat merkuri adalah salinitas dan

DO. menurut Erlangga (2007) Salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas karena adanya proses desalinasi maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Ramlal (1987) menambahkan bahwa daya larut logam berat dapat menjadi tinggi seiring dengan meningkatnya kandungan oksigen terlarut. Pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan logam berat menjadi mudah mengendap.

4.8.2 Hubungan Parameter Perairan dengan Kandungan Kadmium (Cd) total

Hasil analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* antara parameter perairan terhadap Kadmium (Cd) total dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Grafik Analisis *Principal Component Analysis* (PCA)

Dari gambar 27 dapat dilihat pada kuadran 1 terdapat variabel pH, dan kecepatan arus. Pada kuadran 2 hanya variabel suhu, kuadran 3 hanya salinitas,

dan pada kuadran 4 terdapat variabel pH. Kadmium (Cd) total pada air dan sedimen terdapat pada kuadran 1 yang sama dengan dan kecepatan arus. Hal ini mengartikan bahwa nilai atau kandungan Kadmium (Cd) total pada air dan sedimen dipengaruhi oleh variabel-variabel tersebut. Seperti pada lampiran bahwa korelasi yang dimiliki antar variabel pH dan kecepatan arus terhadap kandungan Kadmium (Cd) total pada air dan sedimen adalah berkorelasi positif. Nilai korelasi parameter pH adalah 0,988 yang mana nilai korelasi parameter tersebut mendekati 1 yang berarti adanya korelasi yang kuat antara parameter tersebut dengan kandungan terhadap kandungan Kadmium (Cd) total pada air dan sedimen. Klasifikasi korelasi dibagi menjadi korelasi lemah ($>0-0,25$), korelasi cukup ($>0,25-0,5$), korelasi kuat ($>0,5-0,75$), dan korelasi sangat kuat ($>0,75-0,99$).

Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa pH berpengaruh terhadap kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada air dan sedimen, menurut Palar (2004) dalam lingkungan perairan, bentuk logam antara lain berupa ion-ion bebas, pasangan ion organik, dan ion kompleks. Kelarutan logam berat dalam air dikontrol oleh pH air. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam berat dalam air. Kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada perairan, sehingga akan mengendap membentuk lumpur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di Pantai Pasir Putih Situbondo didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan data dari parameter fisika dan kimia air yang meliputi suhu, pH, DO, salinitas dan kecepatan arus di perairan Pantai Pasir Putih Situbondo masih terbilang baik dan berada dibawah baku mutu air laut untuk wisata bahari.
2. Kadar merkuri pada perairan Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 0,0008 ppm - 0,0022 ppm. Rata-rata kadar merkuri pada perairan Pantai Pasir Putih Situbondo dapat dikatakan berada di atas ambang batas menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm. Kadar merkuri total pada sedimen Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 0,0022 ppm – 0,0040 ppm. Menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997), Kandungan merkuri pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,3 mg/L.
3. Kadar kadmium pada perairan Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 0,0004 ppm - 0,0009 ppm. Pada kisaran nilai tersebut kandungan logam berat kadmium (Cd) masih terbilang aman atau tidak tercemar menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat di perairan, khususnya untuk wisata bahari yaitu 0,002 ppm. Kadar kadmium total pada sedimen Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 0,0012 ppm – 0,0019 ppm. Menurut nilai baku mutu logam berat yang terdapat di sedimen berdasarkan IADC (*International Association*

of Dredging) (1997), Kandungan kadmium pada sedimen tersebut dikatakan tidak berbahaya atau berada pada level target sebesar 0,8 mg/L.

4. Dari hasil analisis data Kruskal Wallis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antara kandungan merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) pada setiap stasiun.
5. Dari hasil Analisis Komponen Utama atau *Principal Component Analysis* (PCA) didapatkan bahwa parameter yang paling berpengaruh terhadap kandungan merkuri (Hg) total adalah suhu, salinitas dan DO sedangkan parameter yang paling berpengaruh terhadap kandungan kadmium total adalah pH.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan oleh penulis ialah diperlukan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan dalam mengelola daerah Pantai Pasir Putih Situbondo yang merupakan kawasan wisata bahari serta merupakan sumber mata pencaharian yang dapat membantu perekonomian penduduk di sekitar. Pengelolaan kawasan lingkungan wisata bahari diperlukan kerja sama semua pihak terkait agar wilayah tersebut tidak tercemar. Dan juga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri (Hg) dan kadmium (Cd) di wilayah Pantai Pasir Putih Situbondo.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B. Evy, A. Mikel, A. S. 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. Jurnal Teknobiologi vol II (I) 1-8
- Andarini, P. Dan D, Rami. 2008. Profil Pencemaran Logam Berat (Cu, Cr dan Zn) pada Air Permukaan dan Sedimen di Sekitar Industri Tekstil PT.X (Sungai Cikijing). Skripsi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Azizah,N. 2009. Kontaminasi Merkuri (Hg) Pada Purun Tikus (*Eleocaris dulcis*) yang Tumbuh di Tanah Sulfat Masam Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala. Bioscientiae. Volume 6 no.2
- Aziz, A. 2010. Korelasi dan Regresi pada Penelitian Kuantitatif. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.Malang.
- Barus, T.A. 1996. Metode Ekologis Untuk Menilai Kualitas suatu Perairan Lotik. Fakultas MIPA USU. Medan.
- Bengen. 2002. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Sipnosis. Institut Pertanian Bogor.
- Benhard, M. 1978. Impact and Control of Heavy Metals and Chlorinated Hydrocarbons in the Marine Environment. WHO training course on coastal pollution control. Vol III. Denmark. 991-1015.
- Bryan, G.W. 1976. Heavy Metal Contaminationn in the Sea. Johnston (Ed). Marine pollution, 185-302. Academic Press. London.
- Budiono. A. 2003. Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air. Institut Pertanian Bogor
- Connell, Des. W., Miller, Gregory,J.1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI-Press. Jakarta.
- Christian, D., Gary, 1994, Analitical Chemistry, John Wiley and Sons inc, New York.
- Dahuri, R., J. Rais., S.P. Ginting dan MJ. Sitepu. 1996. Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu . Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dani, I.C. 2012. Studi Pelepasan Kadmium (Cd) dan Nikel (Ni) Pada Sedimen Secara Metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) Dan Uji Sifat Bioakumulasinya Melalui Simulasi Pada *Cyprinus carpio*. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Makhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- _____. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

- Diliyana, Y.D. 2008. Studi Kandungan Merkuri (Hg) pada Ikan Bandeng (Chanos chanos) di Tambak Sekitar Perairan Rejoso Kabupaten Pasuruan. SKRISPSI. Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
- Djuangsih, N., A.K. Benito, H. Salim. 1982. Aspek Toksikologi Lingkungan, Laporan Analisis Dampak Lingkungan, Lembaga Ekologi Universitas Padjajaraan, Bandung.
- Effendi H. 2000. Telaahan Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- _____. 2003. Telaah Kualitas Air. Kaninus. Yogyakarta
- Erlangga, 2007. Efek pencemaran perairan Sungai Kampar di Propinsi Riau terhadap Ikan Baung (Hemobagrus hemurus). Bogor: Thesis. Sekolah Pascasarjana IPB. 87 hal.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.
- Fauzan, A. 1995. Studi Kontaminasi Sn dan Cu Pada Gastropoda dan Sedimen di Sekitar Pelabuhan Ratu, Jawa Barat dan Pantai Padang, Sumatera Barat. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Firmansyah, A.A. Bambang, Y. Sri, S. 2013. Studi Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (Anadara granosa Linn) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Journal Of Marine Research Nomor 2 Vol 2.
- Halinda, L.S. 2002. Toksisitas Merkuri dan Penanganannya. USU Library.Medan
- Hamidah,1980. Pengaruh Logam Berat Terhadap Lingkungan. Perwarta Oseana, No. 2 LON – LIPI. Jakarta.
- Harahap, S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisikokimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Makrobenthos. Tesis. Program Pasca Sarjana Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Heryando, P. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta
- Heryanto, P. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta
- Hutabarat, S dan Evans. 1984. Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hutagalung, H.P. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. Pewarta Oseana Volume IX No. 1. Hlm:45-59.
- _____, D. Setiapermana dan S.H. Riyono 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen Dan Biota. Buku ke II, Puslitbang Oseanologi, LIPI.

Kaswadji, R. 1982. Penelitian Oseanografi, Kaitannya Dengan Implementasi Wawasan Nusantara di Bidang Perikanan. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.

Kementerian Lingkungan Hidup, Keputusan No. 51/MNKLH/I/2004 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. 2004. Jakarta.

_____. 2007. Survey Bahan Pencemar di Beberapa Pelabuhan Utama di Indonesia.

Kordi, M.G.H. 2010. Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar di Kolam Terpal. Lily Publisher. Yogyakarta

Kurniawan, A., M. A. Z. Fuad., D. Yona., dan Mulyanto. 2006. Pengantar Oceanografi. Universitas Brawijaya. Malang

Lihawa, Y. Sahami, M. F. Panirogo, C. 2013. Keanekaragaman Dan Kelimpahan Gastropoda Ekosistem Mangrove Desa Lamu Kecamatan Tilamuta Kabupaten Boalemo. Program Studi Manajemen Suberdaya Perairan Jurusan Teknologi Perikanan.

Lu, F. 1995. Toksikologi Dasar. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.

Mukhsor. 2002. Pencemaran Pesisir dan Air Laut. Cetakan Pertama. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Mukhtasor, 2006. Pencemaran Pesisir dan Laut. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Nontji. 1987. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.

Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis. Alih Bahasa: H.M Eidman. Penerbit Gramedia. Jakarta.

Odum, E. 1996. Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Penerjemah: Ir. Tjahjono Samingan, M. Sc. Dan Penyunting: Ir. B. Srigandono, M.Sc. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. RinekaCipta. Jakarta.

_____. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. RinekaCipta. Jakarta.

Panji, Y. 2011. Metode Penelitian Komunikasi. Universitas Mercu Buana. Jakarta.

Pratama, A.G. Rudhi P. Lilik M. 2012. Kandungan Logam Berat Pb dan Fe pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Sungai Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugurejo Kota Semarang. Journal Of Marine Research Nomor 1 vol 1.

Purnawan, Sandi. Rismawati S. Prismawiryanti. 2013. Distribusi Logam Merkuri pada Sedimen Laut di Sekitar Muara Sungai Pobaya. Online Journal of Natural Research, Vol 2 (1) : 18-24

Puspitasari, R. 2011. Aspek Toksisitas Sedimen Pesisir Cirebon Terhadap Abnormalitas Larva Kerang Hijau, *Perna viridis*. LIPI. Jakarta.

- Putra, I. P. 2013. Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Air Laut, Sedimen Dan Kupang Putih (*Corbula faba*) Di Muara Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rachmawatie, Zainul H., Indah W. A. 2009. *Analisis Konsentrasi Merkuri (Hg) Dan Cadmium (Cd) Di Muara Sungai Porong Sebagai Area Buangan Lumpur Lapindo*. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo. Madura.
- Rai, L.L., J. Gaur and H.D. Kumar. 1981. Phycology and Heavy Metal Pollution. In Biological Review of The Phycology Society. Cambridge University Press London.
- Rizky, S. Rudiyaniti, S. Muskananfolo, R. M. 2012. Studi Kelimpahan Gastropoda (*Lambis* spp.) Pada Daerah Makroalga Di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Rizky, 2009. Praktikum Perencanaan Pengoprasian dan Pemeliharaan (P3) IPAL. Departemen Perindustrian Akademi Kimia Analisis. Bogor.
- Rochyatun, E. dan A. Rozak. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains*, Vol. 11, No. 1, April 2007: 28-36.
- Romimohtarto dan Juwana. 2001. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biologi laut. Jakarta: Djambatan.
- Salmin, A. 2003. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana* XXX (3): 21-36.
- Sanusi, H. S. 2006. Kimia Laut Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sarjono, A. 2009. Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Satino. 2010. Acuan Praktikum Limnologi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Sukawi. 2010. Peran Analisis Regresi Berganda dalam Penelitian Survey Deskriptif. UNDIP. Semarang
- Supriharyono. 2012. Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Air di Wilayah Pesisir Tropis. PT. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Surakhmad, W. 1985. Pengantar Penelitian Ilmiah-Dasar Metode Teknik. Tarsito. Bandung.

- Suryanto, A. M. 2011. Pencemaran Lingkungan (Sumber, Dampak dan Upaya Penanggulangannya). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Uhlmann, D. 1979. Hydrology. *A text for Engineer and Scientist*. John Wiley and Sons Toronto. P.129.
- Waldichuck. 1974. Some Biological Concern in Metals Pollution. In Verberg, F. J and W. B. Venberg ed. *Pollution and Phyciology of Marine Organism*. Academic Press, Inc. New York.
- Widhiyanti, D., B. Tristiano., R. Gumilar., M. Sanusi., dan Z. Tann. 2005. Pendataan Sebaran Merkuri di Daerah Cinema, Kab.Tasikmalaya, Jawa Barat dan Sangon, Kab. Kulon Progo, DI. Yogyakarta. Subdit Konservasi.
- Widhiatna, D., B. Tristiano., R. Gumilar., M. Sanusi., dan Z. Tann. 2005. Pendataan Sebaran Merkuri di Daerah Cinema Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat dan Sangon, Kab.Kulon Progo, DI. Yogyakarta. Subdit Konservasi
- Wilson, D.N. 1988. *Cadmium-Market Trends And Influences In Cadmium 87. Proceedings Of The International Cadmium Conference* London: Cadmium Association.
- Yanney. 2001. *Ekologi Tropika*. ITB. Bandung
- Zainuri, M.S. 2011. Kadar Logam Berat Pb pada Ikan Beronang (*Siganus sp.*), Lamun, Sedimen, dan Air di Wilayah Pesisir Kota Bontang Kalimantan Timur. *Jurnal Kelautan*. Vol.4

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Tempat Penelitian



Lampiran 2. Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran 3. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Air Stasiun 1

Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata	Baku mutu 1	Baku Mutu 2
Suhu	31,3	31,3	31,5	31,4	Alami ^(a)	Alami ^(a)
Kecerahan	100%	100%	100%	100%	> 6 m ^(b)	-
Salinitas	32	30	35	32,3	Alami ^(a)	s/d 34 ^(c)
Kecepatan arus	10,6	6,1	7,4	8,03	-	-
pH	8	7	8	7,7	7- 8.5	7- 8.5
DO	7,45	6,76	7,32	7,18	> 5	> 5

Keterangan :

1. Baku mutu 1 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Wisata Bahari
2. Baku Mutu 2 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk biota laut
3. Alami (a) adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Alami (b) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*.
5. Alami (c) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata musiman
6. Referensi lain : Menurut Mason (1981) : sangat cepat (> 1 m/dtk), cepat (0,5-1 m/dtk), sedang (0,25-0,5 m/dtk), lambat (0,1-0,2m/dtk) dan sangat lambat (<0,1 m/dtk)

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 2

Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata	Baku mutu 1	Baku Mutu 2
Suhu	32	32	31,3	31,7	Alami ^(a)	Alami ^(a)
Kecerahan	100%	100%	100%	100%	> 6 m ^(b)	-
Salinitas	32	29	30	30,3	Alami ^(a)	s/d 34 ^(c)
Kecepatan arus	10,6	6,1	7,4	8,03	-	-
pH	7	8	8	7,7	7- 8.5	7- 8.5
DO	6,98	7,94	7,26	7,39	> 5	> 5

Keterangan :

1. Baku mutu 1 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Wisata Bahari
2. Baku Mutu 2 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk biota laut
3. Alami(a) adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Alami(b) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*.
5. Alami(c) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata musiman
6. Referensi lain : Menurut Mason (1981) : sangat cepat (> 1 m/dtk), cepat (0,5-1 m/dtk), sedang (0,25-0,5 m/dtk), lambat (0,1-0,2m/dtk) dan sangat lambat (<0,1 m/dtk)

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 3

Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata	Baku mutu 1	Baku Mutu 2
Suhu	31,5	31,3	31	31,3	Alami ^(a)	Alami ^(a)
Kecerahan	100%	100%	100%	100%	> 6 m ^(b)	-
Salinitas	32	34	34	33,3	Alami ^(a)	s/d 34 ^(c)
Kecepatan arus	10,6	6,1	7,4	8,03	-	-
pH	8	7	8	7,7	7- 8.5	7- 8.5
DO	7,07	6,35	7,50	6,98	> 5	> 5

Keterangan :

1. Baku mutu 1 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Wisata Bahari
2. Baku Mutu 2 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk biota laut
3. Alami(a) adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Alami(b) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*.
5. Alami(c) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata musiman.
6. Referensi lain : Menurut Mason (1981) : sangat cepat (> 1 m/dtk), cepat (0,5-1 m/dtk), sedang (0,25-0,5 m/dtk), lambat (0,1-0,2m/dtk) dan sangat lambat (<0,1 m/dtk)

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 4

Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata	Baku mutu 1	Baku Mutu 2
Suhu	31,7	32,3	30,3	30,9	Alami ^(a)	Alami ^(a)
Kecerahan	100%	100%	100%	100%	> 6 m ^(b)	-
Salinitas	32	34	34	33,3	Alami ^(a)	s/d 34 ^(c)
Kecepatan arus	10,6	6,1	7,4	8,03	-	-
pH	8	8	8	8	7- 8.5	7- 8.5
DO	7.74	7.2	7.06	7.33	> 5	> 5

Keterangan :

1. Baku mutu 1 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk Wisata Bahari
2. Baku Mutu 2 : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk biota laut
3. Alami(a) adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Alami(b) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*.
5. Alami(c) adalah diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata musiman.
6. Referensi lain : Menurut Mason (1981) : sangat cepat (> 1 m/dtk), cepat (0,5-1 m/dtk), sedang (0,25-0,5 m/dtk), lambat (0,1-0,2m/dtk) dan sangat lambat (<0,1 m/dtk)

Lampiran 4. Hasil Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd)

Tabel 7. Hasil Analisis Logam Berat Merkuri (Hg) (ppm) Dalam Air Laut di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014

Stasiun	Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata	Baku mutu
1	Merkuri (Hg)	0,0019	0,0017	0,0019	0,0018	0,002
2	Merkuri (Hg)	0,0008	0,0006	0,0009	0,0008	0,002
3	Merkuri (Hg)	0,0011	0,0013	0,0011	0,0012	0,002
4	Merkuri (Hg)	0,0021	0,0024	0,002	0,0022	0,002

Keterangan :

Baku mutu : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari

Tabel 8. Hasil Analisis Logam Berat Merkuri (Hg) (ppm) Dalam Sedimen di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014

Stasiun	Parameter	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata	Baku mutu
1	Merkuri (Hg)	0,003	0,0035	0,0035	0,0033	0,3
2	Merkuri (Hg)	0,0025	0,0021	0,0019	0,0022	0,3
3	Merkuri (Hg)	0,0028	0,0029	0,0031	0,0029	0,3
4	Merkuri (Hg)	0,0039	0,0036	0,0046	0,004	0,3

Keterangan : Baku mutu : Baku Mutu berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997)

Tabel 9. Hasil Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) (ppm) Dalam Air Laut di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014

Stasiun	Parameter	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata	Baku mutu
1	Kadmium (Cd)	0,00014	0,0016	0,0013	0,001	0,002
2	Kadmium (Cd)	0,0003	0,0005	0,0008	0,0005	0,002
3	Kadmium (Cd)	0,0008	0,0006	0,0009	0,0008	0,002
4	Kadmium (Cd)	0,0006	0,0009	0,0011	0,0009	0,002

Keterangan :

Baku mutu : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II tentang Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari

Tabel 10. Hasil Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) (ppm) Dalam Sedimen di Pantai Pasir Putih Situbondo Juni 2014

Stasiun	Parameter	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata	Baku mutu
1	Kadmium (Cd)	0,0019	0,0022	0,0024	0,0022	0,8
2	Kadmium (Cd)	0,0005	0,0004	0,0007	0,0005	0,8
3	Kadmium (Cd)	0,0013	0,0014	0,0016	0,0014	0,8
4	Kadmium (Cd)	0,0017	0,0021	0,0022	0,002	0,8

Keterangan :

Baku mutu : Baku Mutu berdasarkan IADC (*International Association of Dredging*) (1997)

Lampiran 5. Baku Mutu Kualitas Perairan

1. Baku Mutu Untuk Air Laut

Nilai Baku Mutu Logam Berat yang terdapat di air laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran II

Lampiran II : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup

Nomor : 51 Tahun 2004

Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Warna	Pt. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan ^a	m	>6
4.	Kekeruhan ^a	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	20
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
7.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
8.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD ₅	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	nihil ¹
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	nihil ¹
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil ¹
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil ¹
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida ^f	µg/l	nihil ^{1(f)}
Logam terlarut:			
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,095
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1.	BIOLOGI		
2.	E Coliform (<i>faecal</i>) ^g	MPN/100 ml	200 ^(g)
2.	Coliform (total) ^g	MPN/100 ml	1000 ^(g)
1.	RADIO NUKLIDA		
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Keterangan:

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
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman euphotic
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata2 musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC 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,

ttd

Hoetomo, MPA.

2. Baku Mutu Untuk Sedimen

Nilai Baku Mutu Logam Berat yang terdapat di sedimen berdasarkan *Dutch*

Quality Standarts for Metals in Sediments

Logam berat	Level target	Level limit	Level tes	Level intervensi	Level bahaya
Merkuri	0,3	0,5	1,6	10	15
Kadmium	0,8	2	7,5	12	30

Keterangan : (dalam ppm)

Sumber: IADC / CEDA, 1997

Keterangan:

- Level target. Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.
- Level limit. Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai maksimum yang dapat ditolerir bagi kesehatan manusia maupun ekosistem.
- Level tes. konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai antara level limit dan level tes, maka dikategorikan sebagai tercemar ringan.
- Level intervensi. Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai antara level tes dan level intervensi, maka dikategorikan sebagai tercemar sedang.
- Level bahaya. Jika konsentrasi kontaminan (hanya untuk logam berat) berada pada nilai yang lebih besar dari baku mutu level bahaya maka dikategorikan sangat tercemar.

3. Baku Mutu Untuk Biota

Nilai Baku Mutu Logam Berat yang terdapat di air laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Lampiran III.

Lampiran III: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup

Nomor : 51 Tahun 2004

Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)} coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
7.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)} coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	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 MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	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