

LAPORAN PENELITIAN

**ANALISA KADAR MERKURI (Hg) DALAM AIR
DI LOKASI PENANAMAN MANGROVE
WONOREJO SURABAYA**

Tema :
MONITORING KUALITAS LINGKUNGAN



OLEH :

PENELITI UTAMA : Winarko, M.Kes.
PENELITI 1 : Suroso Bambang Eko Warno, M.Kes.
PENELITI 2 : Hadi Suryono, MPPM
PENELITI 3 : Suprijandani, MSc.PH

UNIT PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA
TAHUN 2014

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN DOSEN 2014**

**ANALISA KADAR MERKURI (Hg) DALAM AIR DI LOKASI PENANAMAN MANGROV
WONOREJO SURABAYA**

Tema :
MONITORING KUALITAS LINGKUNGAN



Telah diseminarkan bersama Unit PPM Politeknik Kesehatan kemenkes Surabaya di Direktorat Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya Lantai II

Pada tanggal November 2014

Dan hasilnya dapat **DITERIMA** dengan **BEBERAPA REVISI**

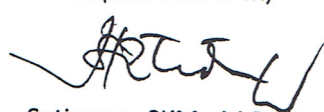
Surabaya, November 2014

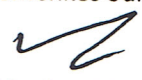
MENYETUJUI

Pembina Penelitian,


Dr. Ririh Yudastuty, drh, M.Sc.
NIP. 1959122419870122001

Kepala Unit PPM,


Setiawan, SKM., M.Psi
NIP. 196304211985031005

Direktur
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya

Dr. Bambang Hadi Sugito, M.Kes.
NIP. 196204291993031002



ABSTRAK

Mercury (Hg) adalah salah satu jenis logam berat yang berbahaya dan beracun yang sangat berbahaya bagi kehidupan baik manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam kehidupan manusia merkuri dapat menyebabkan tidak berfungsinya otak, gelisah/gugup, ginjal, dan kerusakan liver pada kelahiran (cacat lahir). Sungai -2 di Surabaya yang bermuara ke pantai timur Surabaya banyak mengandung logam berat diantaranya timbal dan merkuri.

Pemerintah Kota Surabaya telah mengeluarkan kebijakan dalam penataan ruang kota termasuk pengembangan hutan lindung kota dan pantai. Hutan mangrove Wonorejo Surabaya, yang merupakan salah satu hutan mangrove di pantai timur Surabaya disamping hutan mangrove Gununganyar, Rungkut, dan Kenjeran yang mempunyai potensi sangat besar untuk pengembangan sebagai hutan lindung dan budi daya sehingga keberadaannya harus dihindarkan pengaruh-pengaruh buruk yang dapat mengganggu kesehatan khususnya gangguan dari logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar merkuri (Hg) di perairan yang berada di zona pemanfaatan mangrove Wonorejo Surabaya. Metode yang digunakan adalah menggunakan pendekatan pemeriksaan laboratorium terhadap air sampel yang diambil dari daerah tersebut sesuai dengan titik-titik sampling yang telah ditetapkan.

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan adanya kandungan merkuri (Hg) pada sungai Kalilondo yang merupakan sumber asal air di mangrove berada pada kisaran (0,768 – 0,986) ppb, pada sungai Avur yang merupakan sumber asal air yang lain kadar merkuri pada kisaran (0,782-0,876)ppb, sedangkan di dalam area mangrove sebesar (0,786 – 0,874) ppb. Tidak ada hubungan antara jarak dan tingkat kerapatan mangrove dengan penurunan kadar merkuri di area tersebut.

Dilihat dari hasil penelitian jarak antara titik-titik sampling dengan kadar merkuri yang diperoleh, ternyata pada lokasi dan jarak tertentu konsentrasi merkuri naik, sedangkan di lokasi lain pada jarak tertentu justru mengalami penurunan, dimana jumlah lokasi yang mengalami kenaikan dan penurunan seimbang.

Maka dapat disimpulkan bahwa jarak tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar merkuri. Disarankan adanya penelitian lain yang meneliti kadar logam-logam lainnya mengingat zona yang diteliti ini adalah zona pemanfaatan masyarakat. Disarankan juga untuk dilakukan penelitian kadar merkuri di akar batang daun dan buah mangrove. Selain itu disarankan juga untuk diteliti faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi penurunan kadar merkuri di area ekowisata mangrove Wonorejo.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah s.w.t yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan sesuai waktu yang telah ditetapkan.

Penelitian berjudul "Analisa Kadar Merkuri (Hg) Dalam Air di Lokasi Mangrove Wonorejo Surabaya" ini sudah barang tentu masih jauh dari kata sempurna dikarenakan adanya keterbatasan-keterbatasan yang ada pada kami, untuk hal tersebut kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan penelitian berikutnya.

Tidak lupa kami sampaikan terima kasih kepada Direktur, Pembantu Direktur I Bidang akademik, Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan, pihak pengelola Ekowisata Mangrove, para aktivis lingkungan untuk pengelolaan mangrove Surabaya, dan pihak – pihak lain yang telah membantu proses penelitian sehingga dapat terselesaikannya buku laporan penelitian Risbinakes ini.

Surabaya, Novembe 2014

Hormat kami,

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	HAL
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Merkuri (Hg)	4
2.2 A i r	9
2.3 Mangrove	10
2.4 Pencemaran Perairan	13
2.5 Tinjauan Tentang AAS	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3 Metode Peneitian	20
3.4 Definisi Operasional Variabel	20
3.5 Prosedur Penelitian	21

	Hal.
BAB 4 KERANGKA KONSEP PENELITIAN	23
BAB 5 HASIL PENELITIAN	
5.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	24
5.2. Hasil Pemeriksaan	26
5.2.1. Kadar Merkuri (Hg) Dalam Air Sungai Kalilondo	27
5.2.2. Kadar Merkuri (Hg) dalam Air Sungai Avur	28
5.2.3. Kadar Merkuri (Hg) Dalam Air dalam Area Mangrove	28
5.3. Pengaruh Jarak	28
5.4. Pengaruh tingkat Kerapatan Mangrove	30
BAB 6 PEMBAHASAN	31
6.1 Gambaran Umum Lokasi Lokasi Penelitian	31
6.2 Kadar Merkuri (Hg) Dalam Air Sungai Kalilondo	32
6.3 Kadar Merkuri (Hg) dalam Air Sungai Avur	32
6.4 Kadar Merkuri (Hg) Dalam Air dalam Area Mangrove	34
6.5 Pengaruh Jarak	33
6.6. Pengaruh tingkat Kerapatan Mangrove	34
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	36
7.1 Kesimpulan	36
7.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR TABEL

v

	HAL
Tabel 5.1. Kadar Merkuri dalam air	27
Tabel 5.2. Kadar Merkuri dalam air Sungai Kalo Londo	28
Tabel 5.3. Kadar Merkuri Dalam Air Sungai Avur	28
Tabel 5.4 Kadar Merkuri Pada Titik Pengambilan Sampel	28
Tabel 5.5. Kadar Merkuri Dalam Air Berdasarkan Jarak	29
Tabel 5.6. Kadar Merkuri Berdasarkan Tingkat Kerapatan Mangrove	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada dasarnya keberadaan logam berat merkuri (Hg) di perairan umum dapat disebabkan adanya limbah cair dari proses produksi cat, kertas, peralatan listrik, klorin dan kaustik soda maupun akibat proses pelapukan dan peletusan gunung berapi sehingga berpengaruh terhadap kehidupan melalui rantai makanan. Masuknya merkuri ke lingkungan yang dikenal dengan istilah pencemaran lingkungan hidup, yaitu masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (pasal 1, ayat 14 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan lingkungan Hidup).

Mercury (Hg) adalah salah satu jenis logam berat yang berbahaya dan beracun yang sangat berbahaya bagi kehidupan baik manusia dan makhluk hidup lainnya. Dampak merkuri khususnya dalam air masuknya ke jaringan tubuh melalui pencernaan. Masuknya merkuri dalam tubuh organisme air tidak dapat dicerna dan merkuri dapat larut dalam lemak.

Menurut Palar (1994) bahwa Logam yang larut dalam lemak mampu untuk melakukan penetrasi pada membran sel, sehingga ion-ion logam merkuri akan terakumulasi di dalam sel dan organ-organ lainnya. Akumulasi tertinggi biasanya dalam organ detoksikasi (hati) dan organ ekskresi (ginjal).

Menurut Sardjono (2012) bahwa Surabaya merupakan salah satu kota di Jawa Timur yang dilalui Kali Surabaya yang merupakan salah satu cabang dari sungai Brantas, di Wonokromo dibagi menjadi Kali Mas dan Jagir yang masing-masing selanjutnya bermuara di Selat Madura. Air sungai Surabaya ditemukan mengandung Hg yang berarti 100 kali lebih tinggi dari standar yang ada. Hasil ini menunjukkan bahwa isi rata-rata merkuri (Hg) dalam air sungai Jagir Surabaya berada di 0,0063 ppm dan di bawah ambang batas.

Sungai Jagir pada akhirnya bermuara di Selat Madura dekat dengan ekowisata mangrov di Wonorejo Surabaya yang berfungsi sebagai hutan lindung untuk beberapa satwa. Bakau atau mangrove adalah salah satu tanaman yang mampu

beradaptasi dengan baik dalam lingkungan air, bahkan air payau maupun asin. Endapan yang dihanyutkan oleh air dari daratan merupakan substrat tempat tumbuh yang sangat cocok bagi tanaman ini

Kemampuan berbagai spesies bakau beradaptasi dengan lingkungan basah berbeda-beda. Di endapan lumpur yang terendam secara permanen hanya spesies *Rhizophora Mucronata* yang mampu hidup. Di endapan yang terendam secara periodik ketika air pasang ukuran menengah, spesies yang mendominasi adalah *Avicennia sp.*, *Sonneratia griffithii* dan *Rhizophora* (di pinggiran air).

Menurut Soemirat (2003) dalam Panjaitan, G.C. (2009), menyatakan bahwa proses absorpsi tumbuhan mangrove dapat terjadi lewat beberapa bagian tumbuhan, yaitu : 1) Akar, terutama untuk zat anorganik dan zat hidrofilik. 2) Daun bagi zat yang lipofilik, dan 3) Stomata untuk masukan gas, sehingga tumbuhan mangrove memiliki kemampuan untuk menurunkan bahan pencemaran logam merkuri (Hg) seperti penelitian eksperimen Ferry Kriswandana (2013) bahwa tumbuhan mangrove mampu menurunkan sampai 8,32 % untuk setiap 4 pohon dengan waktu 8 jam.

Mangrove di daerah Wonorejo Surabaya selain untuk perlindungan satwa sebagai tempat wisata pendidikan, juga dibudidayakan sebagai bahan pembuatan makanan dan minuman, sehingga penting diketahui tempat penanaman yang aman untuk keperluan penggunaan mangrove sebagai produk makanan minuman seperti sirup mangrove, kerupuk, permen, dan lain-lain. Mengingat air di daerah muara tersebut merupakan sungai Jagir yang sudah mengandung merkuri walaupun masih belum melebihi baku mutu.

Berdasarkan latar belakang tersebut menarik untuk diketahui lebih lanjut keberadaan merkuri (Hg) di daerah budidaya tanaman mangrove sebagai bahan baku produk sirup melalui penelitian.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut : Berapakah kadar merkuri pada air di daerah penanaman mangrove di Wonorejo Surabaya?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi hanya pada penentuan kadar merkuri di zona pemanfaatan mangrove yang dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan makanan/minuman.

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

Mempelajari kadar merkuri (Hg) pada air di daerah penanaman mangrove Wonorejo Surabaya

1.4.2. Tujuan Khusus

- a. Mengukur kadar merkuri (Hg) air di daerah penanaman mangrove
- b. Mengukur jarak sumber masukan air tanaman mangrove
- c. Mengukur tingkat kerapatan tanaman mangrove
- d. Menguji pengaruh jarak terhadap kadar merkuri (Hg)
- e. Menilai pengaruh tingkat kerapatan mangrove terhadap kadar merkuri (Hg)

1.5. Manfaat Penelitian

Memberikan informasi dan masukan bagi Pengelola Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya dan Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur tentang kadar Merkuri (Hg) di Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Merkuri (Hg)

Merkuri atau *Hydragyrum* atau Air Raksa yang berarti perak cair, merupakan salah satu unsur logam golongan II B pada sistem periodik, dengan nomor atom 80 dan nomor massa 200,59. adalah salah satu jenis logam yang banyak ditemukan di alam dan tersebar dalam batu - batuan, biji tambang, tanah, air dan udara sebagai senyawa anorganik dan organik.

Sumber :

Umumnya sebagai aktivitas manusia, misalnya : Penambangan dapat menghasilkan merkuri sebanyak 10.000 ton / tahun. Logam merkuri yang dihasilkan digunakan dalam sintesa senyawa-senyawa anorganik dan organik yang mengandung merkuri.

Bentuk merkuri :

Dalam kehidupan sehari-hari, merkuri berada dalam tiga bentuk dasar, yaitu:

1. **Merkuri elemental (Merkuri):** terdapat dalam gelas termometer, tensimeter air raksa, amalgam gigi, alat elektrik, batu baterai dan cat. Juga digunakan sebagai katalisator dalam produksi soda kaustik dan desinfektan serta untuk produksi klorin dari sodium klorida.
2. **Merkuri inorganik: dalam bentuk Merkuri++ (*Mercuric*) dan Merkuri+ (*Mercurous*)** Misalnya:
 - Merkuri klorida (MerkuriCl_2) termasuk bentuk Merkuri inorganik yang sangat toksik, kaustik dan digunakan sebagai desinfektan
 - *Mercurous chloride* (MerkuriCl) yang digunakan untuk *teething powder* dan laksansia (*calomel*)
 - *Mercurous fulminate* yang bersifat mudah terbakar.
3. **Merkuri organik:** terdapat dalam beberapa bentuk, a.l. :
 - Metil merkuri (dikenal dengan monometilmerkuri) $\text{CH}_3 - \text{Merkuri} - \text{COOH}$. dan etil merkuri dimetilmerkuri ($\text{CH}_3 - \text{Merkuri} - \text{CH}_3$) yang keduanya termasuk bentuk alkil rantai pendek dijumpai sebagai kontaminan logam di lingkungan. Misalnya memakan ikan yang tercemar zat tersebut dapat menyebabkan gangguan neurologis dan kongenital.
 - Merkuri dalam bentuk alkil dan aryl rantai panjang dijumpai sebagai antiseptik dan fungisida.

Sifat-sifat Merkuri / karakteristik

Unsur golongan logam transisi berwarna keperakan yang berbentuk cair dalam suhu kamar, mudah menguap, dan memadat pada tekanan 7.640 Atm. Dalam keadaan normal berbentuk cairan berwarna abu-abu, tidak berbau dengan berat molekul 200,59. Tidak larut dalam air, alkohol, eter, asam hidroklorida, hydrogen bromida dan hidrogen iodide; Larut dalam asam nitrat, asam sulfurik panas dan lipid.

Bentuk fisik dan kimianya sangat menguntungkan karena merupakan satu-satunya logam yang berbentuk cair dalam temperatur kamar (25°C), dan titik bekunya paling rendah (-39°C). Selain itu merkuri mempunyai kecenderungan untuk menguap yang lebih besar, karena ia reaktif dengan suhu tinggi. Merkuri memiliki densitas yang tinggi, sehingga apabila benda-benda padat dan berat seperti bola biliar akan menjadi terapung jika diletakkan di dalam cairan raksa, meski hanya dengan 20 persen volumenya yang terendam.

Mudah bercampur dengan logam-logam lain dan menjadi logam campuran (Amalgam / Alloy). Di samping itu, merkuri adalah konduktor yang baik, karena dapat mengalirkan arus listrik dengan baik, baik dengan tegangan arus listrik tinggi maupun tegangan arus listrik rendah. Tidak tercampurkan dengan oksidator, halogen, bahan-bahan yang mudah terbakar, logam, asam, logam *carbide* dan *amine*.

Merkuri dan turunannya disebut sebagai bahan pencemar paling berbahaya. Semua senyawa Merkuri bersifat toksik untuk makhluk hidup bila memajan makhluk hidup dalam jumlah yang cukup dan dalam waktu yang lama. Senyawa Merkuri akan tersimpan dan terakumulasi secara permanen di dalam tubuh, yaitu terjadi inhibisi enzim dan kerusakan sel sehingga kerusakan tubuh dapat terjadi secara permanen.

Toksisitas :

Toksisitas bagi manusia karena beberapa alasan, antara lain :
Sesuai dengan bentuk kimianya, misalnya merkuri inorganik bersifat toksik pada ginjal, sedangkan merkuri organik seperti metil merkuri bersifat toksis pada sistem syaraf pusat. Larut dalam lapisan lemak pada kulit yang menyelimuti korda saraf.

Metil merkuri dapat diserap secara langsung melalui pernapasan dengan kadar penyerapan 80%. Uapnya dapat menembus membran paru-paru dan apabila terserap ke tubuh, ia akan terikat dengan protein sulfhidril seperti sistein dan glutamin. Sekitar 90% dari metil merkuri diserap ke dalam sel darah merah dan metil merkuri juga dijumpai pada jala rambut.

Keracunan kronis oleh merkuri terjadi akibat kontak kulit, makanan, minuman, dan pernapasan. Toksisitas kronis berupa gangguan sistem pencernaan dan sistem syaraf atau gingivitis. Akumulasi merkuri dalam tubuh dapat menyebabkan tremor, parkinson, gangguan lensa mata berwarna abu-abu, serta anemia ringan, dilanjutkan dengan gangguan susunan syaraf yang sangat peka terhadap merkuri dengan gejala pertama adalah parestesia, ataksia, disartria, ketulian, dan akhirnya kematian.

Toksisitas merkuri anorganik dikenal dengan gejala tremor pada orang dewasa, tremor pada muka, yang kemudian merambat ke jari-jari tangan. Bila keracunan berlanjut maka tremor akan terjadi pada lidah, berbicara terbata-bata, berjalan terlihat kaku dan hilang keseimbangan serta hilangnya daya ingatan. Garam merkuri anorganik bisa mengakibatkan presipitasi protein, merusak mukosa saluran pencernaan, merusak membran ginjal maupun membran filter glomerulus. Merkuri memiliki afinitas yang tinggi terhadap fosfat, sistin, dan histidil yang merupakan rantai samping dari protein, purin, pirimidin, pteridin, dan porifirin. Dalam konsentrasi rendah ion

Toksisitas kronis dari merkuri organik ini dapat menyebabkan kelainan berkelanjutan berupa tremor, terasa pahit di mulut, gigi tidak kuat dan rontok, albuminuria, eksantema pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah.

Wanita hamil yang terpapar alkil merkuri bisa menyebabkan kerusakan pada otak janin sehingga mengakibatkan kecacatan pada bayi yang dilahirkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa otak janin lebih rentan terhadap metil merkuri dibandingkan dengan otak dewasa. Keracunan metil merkuri dikenal sebagai Minamata yang mengakibatkan kematian pada 110 orang.

Dampak Merkuri Bagi Kesehatan

Merkuri digunakan pada berbagai aplikasi seperti amalgam gigi, sebagai fungisida, dan beberapa penggunaan industri termasuk untuk proses penambangan emas. Dari kegiatan penambangan tersebut menyebabkan tingginya konsentrasi merkuri dalam air tanah dan air permukaan pada daerah pertambangan. Elemen air raksa relatif tidak berbahaya kecuali kalau menguap dan terhirup secara langsung pada paru-paru.

Bentuk racun dari air raksa masuk pada tubuh manusia adalah methyl mercury ($\text{CH}_3\text{Merkuri}^+$ dan $\text{CH}_3\text{-Merkuri-CH}_3$) dan garam organik, partikel mercuric khlor (HgCl_2). Methyl mercury dapat dibentuk oleh bakteri pada endapan dan air yang bersifat asam. Ion merkuri anorganik adalah bersifat racun akut. Elemen merkuri mempunyai waktu tinggal yang relatif pendek pada tubuh manusia tetapi persenyawaan

methyl mercury tinggal pada tubuh manusia 10 kali lebih lama merkuri berbentuk metal (logam) dan menyebabkan tidak berfungsinya otak, gelisah/gugup, ginjal, dan kerusakan liver pada kelahiran (cacat lahir). *Methyl mercury* terakumulasi pada rantai makanan, sebagai contoh adalah merkuri bisa masuk ke dalam tubuh manusia dengan mengkonsumsi ikan yang hidup pada perairan yang tercemar merkuri.

Senyawa phenyl mercury ($C_6H_5Merkuri+$ dan $C_6H_5-Merkuri-C_6H_5$) bersifat racun moderat dengan waktu tinggal yang pendek pada tubuh tetapi senyawa ini berubah bentuk secara cepat pada lingkungan menjadi bentuk merkuri anorganik. Dari survei efek bahaya, merkuri ini adalah bersifat racun bagi semua bentuk kehidupan, dan bersifat lambat untuk dikeluarkan dari tubuh manusia. Methyl mercury beracun 50 kali lebih kuat daripada merkuri anorganik.

Kegunaan Merkuri

Merkuri metalik digunakan secara luas dalam industri, diantaranya sebagai katoda dalam elektrolisis natrium klorida untuk menghasilkan soda kautik (NaOH) dan gas klorin. Logam ini juga digunakan proses ekstraksi logam mulia, terutama ekstraksi emas dari bijinya. Digunakan juga sebagai katalis dalam industri kimia serta sebagai zat anti kusam dalam cat.

Senyawa kimia yang mengandung merkuri masih digunakan sebagai anti bakteri. Senyawa merkuri anorganik terjadi ketika merkuri dikombinasikan dengan elemen lain seperti klorin (Cl), sulfur atau oksigen. Biasa disebut garam-garam merkuri, berbentuk bubuk putih atau kristal, kecuali merkuri sulfida (Hg_2S) yang disebut Chinabar berwarna merah dan akan menjadi hitam setelah terkena sinar matahari, digunakan sebagai fungisida. Merkuri sulfida digunakan pula sebagai pewarna merah pada tato. Merkuri asetat digunakan untuk sintesa senyawa organomerkuri, sebagai katalis dalam reaksi-polimerisasi organik dan sebagai reagen dalam kimia analisa. Garam-merkuri iodide digunakan untuk cream pemutih kulit. Merkuri chlorida ($HgCl_2$) digunakan sebagai antiseptic atau disinfektan, juga digunakan sebagai katalis, industri baterai kering, dan fungisida dalam pengawetan kayu. Merkuri oksida digunakan untuk zat warna pada cat, ion merkuri merupakan hasil dua tahapan oksidasi dari logam merkuri. Ion merkuri dapat membentuk garam tersebut sangat mudah larut dalam air dan sangat toksik.

Merkurous klorid digunakan dalam dunia kedokteran untuk obat penjahar (urus-urus), obat cacing dan bahan penambal gigi. Mercurochrome (mengandung 2% merkuri sulfida), merkuro yang terbentuk dari ion merkuro tidak larut dalam air dan kurang toksik.

Mekanisme Paparan

Merkuri metalik masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan. Saluran pernapasan merupakan jalan utama penyerapan merkuri dalam bentuk unsur. Karena sifatnya yang larut dalam lipida, maka pengendapan dan akumulasinya dapat mencapai sekitar 80 % dan merkuri memungkinkan melintasi kulit pada tubuh manusia.

Delapan puluh persen (80%) dari merkuri uap yang terhirup, diabsorpsi oleh alveoli paru-paru. Merkuri metalik ini masuk dalam sistem peredaran darah manusia dan dengan bantuan hidrogen peroksidase merkuri metalik akan dikonversi menjadi merkuri anorganik. Masuk kedalam mulut melalui kegiatan mengunyah dan meminum makanan dan minuman, uap merkuri tersebut akan di serap oleh akar gigi, selaput lendir dari mulut dan gusi, dan ditelan, lalu sampai ke kerongkongan dan saluran cerna. Merkuri metalik dalam saluran gastrointestinal akan dikonversi menjadi merkuri sulfida dan diekskresikan melalui feces.

Para peneliti dari *University Of Calgary* melaporkan bahwa 10 % merkuri yang berasal dari amalgam pada akhirnya terakumulasi di dalam organ-organ tubuh (McCandless;2003)

Merkuri metalik larut dalam lemak dan didistribusikan keseluruh tubuh. Merkuri metalik dapat menembus *Blood-Brain Barrier* (BB) atau *Placenta Barrier*. Keduanya merupakan selaput yang melindungi otak atau janin dari senyawa yang membahayakan. Setelah menembus *Blood-Brain Barrier*, merkuri metalik akan terakumulasi dalam otak. Sedangkan merkuri yang menembus *Placenta Barrier* akan merusak pertumbuhan dan perkembangan janin.

Pencemaran Merkuri

Pencemaran merkuri berasal dari kegiatan gunung api atau rembesan air tanah yang melewati deposit merkuri. Apabila masuk ke dalam perairan, merkuri mudah berikatan dengan klor yang ada dalam air laut dan membentuk ikatan merkuri klorida. Dalam bentuk ini merkuri mudah masuk ke dalam plankton dan bisa berpindah ke biota laut. Merkuri anorganik (HgCl) akan berubah menjadi merkuri organik (metil merkuri) oleh peran mikroorganisme yang terjadi pada sedimen dasar perairan. Merkuri dapat pula bersenyawa dengan karbon membentuk senyawa organo-merkuri.

Senyawa organo-merkuri yang paling umum adalah metil merkuri yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam air dan tanah. Mikroorganisme kemudian termakan oleh ikan sehingga konsentrasi merkuri dalam ikan meningkat. Metil merkuri memiliki

kelarutan tinggi dalam tubuh hewan air sehingga Merkuri terakumulasi melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam jaringan tubuh hewan air, dikarenakan pengambilan merkuri oleh organisme air yang lebih cepat dibandingkan proses ekskresi.

2.2. Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan, tubuh manusia terdiri dari 55% sampai 78% air, tergantung dari ukuran badan. Agar dapat berfungsi dengan baik, tubuh manusia membutuhkan antara satu sampai tujuh liter air setiap hari untuk menghindari dehidrasi. Literatur medis lainnya menyarankan konsumsi satu liter air per hari, dengan tambahan bila berolahraga atau pada cuaca yang panas. Minum air putih yang berlebihan dapat menyebabkan hiponatremia yaitu ketika natrium dalam darah menjadi terlalu encer.

Sifat Fisik dan Kimia

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O : Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0 °C). Merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik. Air sering disebut sebagai *pelarut universal* karena air melarutkan banyak zat kimia. Kelarutan suatu zat dalam air ditentukan oleh dapat tidaknya zat tersebut menandingi kekuatan gaya tarik-menarik listrik (gaya intermolekul dipol-dipol) antara molekul-molekul air. Jika suatu zat tidak mampu menandingi gaya tarik-menarik antar molekul air, molekul-molekul zat tersebut tidak larut dan akan mengendap dalam air. Dalam bentuk ion, air dapat dideskripsikan sebagai sebuah ion hidrogen (H^+) yang berasosiasi (berikatan) dengan sebuah ion hidroksida (OH^-).

Air Dalam Kehidupan

Air memiliki arti yang penting didalam kehidupan. Air digunakan untuk mandi, mencuci pakaian, lantai, mobil, makanan, dan hewan. Selain itu, limbah rumah tangga juga dibawa oleh air melalui saluran pembuangan. Air dapat memfasilitasi proses biologi yang melarutkan limbah. Mikroorganisme yang ada di dalam air dapat membantu memecah limbah menjadi zat-zat dengan tingkat polusi yang lebih rendah. Semua makhluk hidup diketahui memiliki ketergantungan terhadap air dalam proses metabolisme. Air juga dibutuhkan dalam fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis

Fungsi hutan mangrove secara ekologis diantaranya sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat memijah (*spawning ground*), dan tempat berkembang biak (*nursery ground*) berbagai jenis ikan, udang, kerang, dan biota laut lainnya, tempat bersarang berbagai jenis satwa liar terutama burung dan reptil. Bagi beberapa jenis burung, vegetasi mangrove dimanfaatkan sebagai tempat istirahat, tidur bahkan bersarang. Selain itu, mangrove juga bermanfaat bagi beberapa jenis burung migran sebagai lokasi antara (*stop over area*) dan tempat mencari makan, karena ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang kaya sehingga dapat menjamin ketersediaan pakan selama musim migrasi (Howes *et al*, 2003). Vegetasi mangrove juga memiliki kemampuan untuk memelihara kualitas air karena vegetasi ini memiliki kemampuan luar biasa untuk menyerap polutan (logam berat Pb, Cd dan Cu), di Evergaldes negara bagian California Amerika Serikat, mangrove adalah komponen utama dalam menyaring polutan sebelum dilepas ke laut bebas (Arisandi, 2010).

Pemanfaatan Hutan Mangrove sebagai Sumber Bahan Kayu Bakar.

Masyarakat menganggap bahwa hutan mangrove merupakan sumber kayu yang tidak ada pemiliknya sehingga dapat diambil secara bebas tanpa ijin. Akibatnya eksploitasi hutan mangrove tidak terkendali, sehingga menyebabkan potensi hutan mangrove menurun karena kerusakan yang terjadi semakin besar dan selanjutnya akan mengancam ketersediaan kayu bakar untuk kebutuhan rumah tangga masyarakat sekitar. Dengan demikian dirasakan perlu untuk dilakukan suatu penelitian mengenai pemanfaatan hutan mangrove sebagai sumber bahan kayu bakar oleh masyarakat sekitar (Setiaji, Aji, 2001).

Pemanfaatan Hutan Mangrove sebagai Tanaman Obat

Sebagian besar bagian dari tumbuhan mangrove bermanfaat sebagai bahan obat. Ekstrak dan bahan mentah dari mangrove telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk keperluan obat-obatan alamiah. Campuran senyawa kimia bahan alam oleh para ahli kimia dikenal sebagai *pharmacopoeia*. Sejumlah tumbuhan mangrove dan tumbuhan asosiasinya digunakan pula sebagai bahan tradisional insektisida dan pestisida. Contohnya Untuk kepentingan analgesik (pembusuan), senyawa dari *Acanthus illicifolius*, *Avicennia marina*, dan *Excoecarcia agallhocha* mempunyai khasiat bus namun efektivitasnya masih sedikit di bawah khasiat morfin (Purnobasuki, 2004).

Hutan Mangrove sebagai Spawning Ground (Tempat Pemijahan)

Sebagai salah satu ekosistem pesisir, hutan mangrove merupakan ekosistem yang unik dan rawan. Ekosistem ini mempunyai fungsi ekologis dan ekonomis. Fungsi ekologis hutan mangrove antara lain adalah sebagai spawning ground atau tempat pemijahan bagi organisme yang hidup di padang lamun ataupun terumbu karang (Rochana, 2011).

Menurut Sandra Agustina dalam tulisannya berjudul : "Mangrove Sebagai Pengendali Pencemaran Logam Berat" dimuat di <http://www.kajianperikanan.com> (Pebruari, 2014) disebutkan bahwa hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis dan subtropis, yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur (Thampanya, *et al.*, 2002). Bakau atau mangrove adalah salah satu tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik dalam lingkungan air, bahkan air payau maupun asin. Endapan yang dihanyutkan oleh air dari daratan merupakan substrat tempat tumbuh yang sangat cocok bagi tanaman ini. Kemampuan berbagai spesies bakau beradaptasi dengan lingkungan basah berbeda-beda. Di endapan lumpur yang terendam secara permanen hanya spesies *Rhizophora mucronata* yang mampu hidup. Diendapan yang terendam secara periodik ketika air pasang ukuran menengah, spesies yang mendominasi adalah *Avicennia sp.*, *Sonneratia griffithii*, dan *Rhizophora* (di pinggiran air). Di endapan yang dibanjiri oleh air pasang besar normal, semua spesies dapat hidup tetapi yang mendominasi adalah *Rhizophora*. Di lahan oleh air pasang bulan purnama atau bulan gelap, spesies yang utama adalah *Bruguiera gymnorphyza* dan *Bruguiera cylindrica*, *Ceriops sp.* Sementara di lahan yang hanya dibanjiri oleh air pasang ekuinoks atau air pasang yang tinggi sekali ketika bersamaan dengan banjir dari hulu, spesies *Bruguiera gymnophora* dominan, dan disertai oleh *Rhizophora apiculata* dan *Xylocarpus granatum* (Knox 2001 *cit* Khatudin 2003).

Beberapa mekanisme fisiologis yang terjadi pada tanaman bakau menjelaskan kemampuan adaptasi tanaman ini antara lain:

1. Pembatasan penyerapan garam ke dalam sel akar serta percepatan pengeluaran garam melalui kelenjar di daun. Tanaman ini juga mampu mengakumulasi garam dari kulit batang yang mati dan daun yang hampir rontok.
2. Kemampuan hidup dalam endapan lumpur yang bersifat anaerob berkat adanya akar yang berada di atas permukaan tanah atau air dan mampu menyerap oksigen.
3. Sistem reproduksi yang memungkinkan biji tumbuh ketika masih berada di pohon induk.

2.4. Pencemaran Perairan

Dalam bahasa sehari-hari, pencemaran lingkungan dipahami sebagai sesuatu kejadian lingkungan yang tidak diinginkan, menimbulkan gangguan atau kerusakan lingkungan bahkan gangguan kesehatan sampai kematian. Sedangkan pencemaran atau polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tidak terpolusi tidak selalu merupakan air murni. Tapi adalah air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk keperluan tertentu (Fardiaz, 1992).

Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut dan partikulat. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, baik itu melalui atmosfer, tanah, limpasan pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri dan lain-lain. Berdasarkan sifat toksiknya, polutan dibedakan menjadi dua yaitu polutan non-toksik dan polutan toksik (Effendi, 2003).

Polutan Non-toksik

Polutan ini biasanya telah berada pada ekosistem secara alami. Sifat destruktif pencemar ini muncul apabila berada dalam jumlah yang berlebihan sehingga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem melalui perubahan proses fisika – kimia perairan.

Polutan toksik

Polutan toksik ini biasanya berupa bahan-bahan yang bukan bahan alami, misalnya pestisida, detergen, dan bahan artificial lainnya termasuk logam (Pb, Cd, Hg), anion, asam dan alkali. Kesemua bahan pencemar tersebut akan memengaruhi kualitas air di suatu perairan.

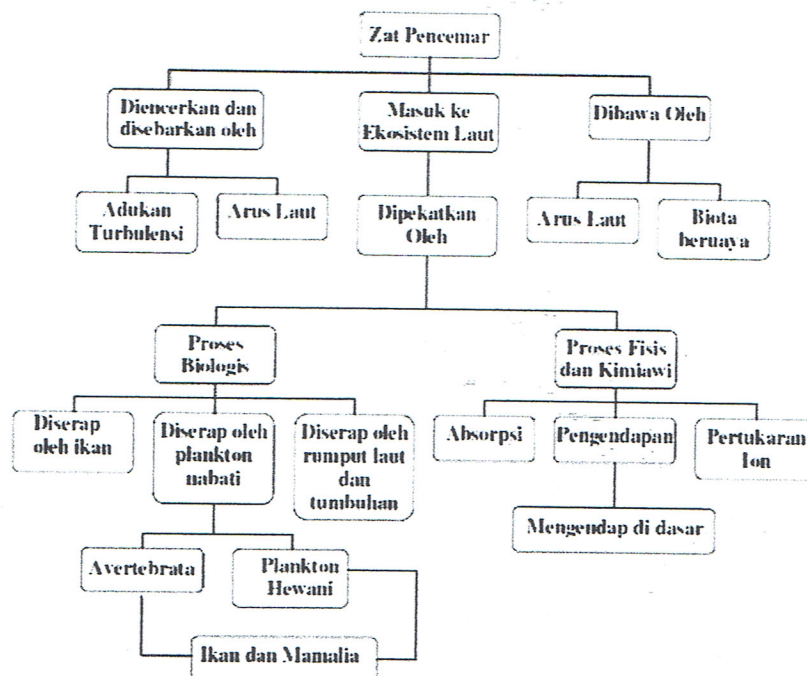
Masuknya bahan-bahan pencemar tidak hanya berasal dari bahan organik tetapi juga dari bahan anorganik yang bersifat toksik (beracun). Masuknya bahan-bahan tersebut ke dalam ekosistem perairan akan menimbulkan perubahan yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota yang ada didalamnya. Perubahan ini juga mempengaruhi fungsi dan kegunaan air menjadi tidak sesuai lagi dengan peruntukkan semula.

Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm³. Bila kadar logam berat yang terlalu rendah disuatu perairan dapat menyebabkan kehidupan organisme mengalami defisiensi, namun bila unsur logam berat dalam jumlah yang berlebihan dapat bersifat racun. Salah satu sifat logam berat yaitu sulit

didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu (Sutamihardja dkk, 1982).

Bila bahan pencemar masuk ke dalam lingkungan laut, maka bahan pencemar ini akan mengalami tiga macam proses akumulasi (Hutagalung, 1991), yaitu proses fisik, kimia dan biologis.



Effendi (2000), menyatakan bahan pencemar memasuki badan air melalui berbagai cara seperti pembuangan limbah oleh industri, pertanian, domestik dan perkotaan, dan lain-lain. Palar (2004) dalam Rohmawati (2007), juga menjelaskan logam-logam lingkungan perairan umumnya berada dalam bentuk ion. Ion-ion tersebut ada yang berupa ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya. Umumnya logam-logam yang terdapat dalam tanah dan perairan dalam bentuk persenyawaan, seperti senyawa hidroksida, senyawa oksida, senyawa karbonat dan senyawa sulfida. Senyawa-senyawa itu sangat mudah larut dalam air.

Logam berat yang berbahaya dan sering mengkontaminasi lingkungan diantaranya merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenic (As), cadmium (Cd), kromium (Cr), Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu). Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri

(Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Berdasarkan sifat kimia dan fisiknya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) sebagai berikut merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co) (Sutamihardja dkk, 1982). Logam berat seperti Pb dan Cd termasuk kedalam golongan logam berat yang berbahaya dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan dan pencernaan (Darmono, 1995). Tingginya kandungan logam berat di suatu perairan dapat menyebabkan kontaminasi, akumulasi bahkan pencemaran terhadap lingkungan seperti biota, sedimen, air dan sebagainya (Lu, 1995). Berdasarkan kegunaannya, logam berat dapat dibedakan atas dua golongan, yaitu (Laws, 1981):

1. Golongan yang dalam konsentrasi tertentu berfungsi sebagai mikronutrien yang bermanfaat bagi kehidupan organisme perairan, seperti Zn, Fe, Cu, Co.
2. Golongan yang sama sekali belum diketahui manfaatnya bagi organisme perairan, seperti Hg, Cd, dan Pb.

Penyerapan Logam Berat Oleh Mangrove

Mangrove berperan sebagai penampungan terakhir bagi limbah dari aktivitas perkotaan yang terbawa oleh aliran sungai ke muara sungai (Mulyadi, 2009). Limbah padat dan cair yang terlarut dalam air sungai terbawa arus menuju muara sungai dan laut lepas. Kawasan hutan mangrove akan menjadi daerah penumpukan limbah, terutama jika polutan yang masuk ke dalam lingkungan estuari melampaui kemampuan pemurnian alami oleh air. Mangrove merupakan tumbuhan tingkat tinggi di kawasan pantai yang dapat berfungsi untuk menyerap bahan-bahan organik dan non-organik sehingga dapat dijadikan bioindikator logam berat (MacFarlane, *et al.*, 2000). Mangrove memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan logam berat dalam jaringan tubuh seperti daun, batang dan akar yang terbawa di dalam sedimen, sebagian sumber hara tersebut dibutuhkan untuk melakukan proses-proses metabolisme.

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut (Defew, *et al.*, 2004). Sebuah studi mengenai efek dari pembuangan limbah pada komunitas mangrove di Darwin Australia mengatakan bahwa pohon mangrove memiliki kapasitas tinggi untuk menerima muatan limbah tanpa menderita kerusakan pada pertumbuhan mereka. Nora F.Y Tam dan Yuk Shan Wong telah melakukan penelitian mengenai akumulasi dan distribusi logam berat pada mangrove yang hasilnya menyatakan bahwa kandungan logam berat lebih banyak ditemukan di perakaran. Baik

dalam sedimen maupun tanaman, konsentrasi logam berat meningkat sesuai peningkatan jumlah air dari pembuangan. Kemampuan untuk menahan logam berat tergantung dari usia tanaman dan produksi biomassa (Tam *et al*, 1997).

Penyerapan hara tanaman dipengaruhi oleh konsentrasi larutan, valensi unsur, temperatur dan tingkat metabolismenya. Selain itu kecepatan penyerapan unsur juga dipengaruhi oleh tebal lapisan kutikula dan status hara dalam tanaman (Rosmarkam, 2002). Kecepatan penyerapan unsur umumnya menurun dengan bertambahnya umur tanaman dan pada saat suhu rendah maka kemampuan penyerapan unsur hara oleh tumbuhan juga akan menurun karena metabolisme tumbuhan berjalan lebih lambat.

Mangrove jenis *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Bruguiera gymnorhiza* dapat menyerap logam berat dengan efektif. Namun spesies *Avicennia* diperkirakan memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap beberapa kandungan logam dibanding spesies mangrove yang lain. *Avicennia marina* ditemukan mengakumulasi Cu, Pb dan Zn dalam jaringan akar dengan level yang sama ataupun lebih tinggi dari konsentrasi sedimen di sekitarnya. Cu dan Zn menunjukkan pergerakan di seluruh bagian tanaman, terakumulasi di jaringan daun dengan level kurang lebih 10% dari akar. Dapat dikatakan bahwa akar dari *Avicennia marina* inilah yang berfungsi sebagai indikator biologi terhadap paparan Cu, Pb dan Zn di lingkungan (MacFarlane, 2003).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Deri (2013) diketahui bahwa tumbuhan *Avicennia marina* mampu mengakumulasi logam berat timbal (Pb) pada bagian akar. Amin (2001), mengemukakan bahwa logam-logam akan terserap oleh akar bersama-sama dengan nutrisi lain yang kemudian diedarkan ke bagian lain. Logam berat yang terserap seperti Cu dan Pb akan terakumulasi pada organ akar dan juga dibagikan daun, baik daun muda maupun daun tua. Dari penelitian Deri (2013) dapat diketahui bahwa jumlah kadar logam berat timbal (Pb) di akar dan kolom air menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana jumlah akumulasi logam berat timbal (Pb) pada akar mangrove *Avicennia marina* lebih besar di bandingkan pada air yang berada di sekitar area mangrove. Kadar timbal (Pb) di perairan berkisar antara $0,001 \times 10^{-3}$ – $0,092 \times 10^{-3}$ mg/L sedangkan kisaran kadar logam berat timbal (Pb) pada akar mangrove adalah 0,005 – 0,023 mg/L. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulyadi rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam sedimen adalah 3.186 mg/lit sedangkan rata-rata kandungan tembaga (Cu) di dalam akar pohon api-api adalah 5,602 mg/lit. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan *Avicennia marina* mempunyai kemampuan dalam menyerap logam berat dari lingkungan perairan.

Berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 kisaran nilai pencemaran logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) untuk air laut tersebut termasuk kedalam tingkat pencemaran polusi berat karena kandungan logam berat Pb telah melebihi ambang batas kandungan logam berat alamiah di perairan laut yaitu 0,008 mg/L. Menurut Darmono (2001) dalam Rohmawati (2007), suatu perairan dikatakan memiliki tingkat polusi berat jika kandungan logam berat dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya cukup tinggi. Pada tingkat polusi sedang, kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup di dalamnya berada dalam batas marjinal. Sedangkan pada tingkat non polusi, kandungan logam berat dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya sangat rendah, bahkan tidak terdeteksi. Baku mutu beberapa logam berat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu logam berat

Unsur	Baku Mutu
Timbal (Pb)	0,008 mg/l ¹
Tembaga (Cu)	0,008 mg/l ¹
Seng (Zn)	0,05 mg/l ²
Kadmium (Cd)	0,01 mg/l ³

Sumber : (1) Kepmen LH no. 51 tahun 2004 (2) Permen nomor 82 tahun 2001 (3) Waldichuk, 1974.

Mekanisme penanggulangan sifat toksik dari logam berat pada pohon api-api (*Avicennia marina*)

Akar pohon api-api (*Avicennia marina*) dapat mengakumulasi logam berat diantaranya yaitu timbal dan tembaga (Cu). Selain akumulasi, pohon api-api (*Avicennia marina*) juga memiliki upaya penanggulangan toksik diantaranya yaitu dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi). *Avicennia marina* menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi). Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat di dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya.

Metabolisme atau transformasi secara biologis (biotransformasi) logam berat dapat mengurangi toksisitas logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana. Menurut Darmono (1995), proses ini dibantu dengan aktivitas enzim yang mengatur dan mempercepat jalannya proses tersebut (Rini, 1999).

Arisandi (1996) melaporkan bahwa Pantai Timur Surabaya ditumbuhi vegetasi mangrove yang didominasi oleh jenis pohon api-api (*Avicennia marina*). Ekosistem mangrove di Pantai Timur Surabaya berpotensi sebagai bioakumulator logam berat. Dari hasil penelitian terhadap kandungan logam berat tembaga (Cu) pada mangrove jenis *Avicennia marina* yang dilakukan oleh Daru Setyo Rini, Ssi (Peneliti Madya Lembaga Kajian dan Konservasi Lahan Basah-ECOTON) pada tahun 1999 menunjukkan hasil bahwa pohon api-api (*Avicennia marina*) di Muara Kali Wonorejo mengandung tembaga (Cu) di bagian akar sebesar 8,1782 µg/gr, dibagian kulit batang sebesar 3,8844 µg/gr dan di bagian daun sebesar 2,4649 µg/gr. Sedangkan rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam sedimen di Muara Kali Wonorejo adalah 12,7277 µg/gr.

Kemampuan vegetasi mangrove dalam mengakumulasi logam berat dapat dijadikan alternatif perlindungan perairan estuari Pantai Timur Surabaya terhadap pencemaran logam berat. Pantai Timur Surabaya diberitakan telah tercemar oleh merkuri (Hg) dan tembaga (Cu). Hal ini merujuk pada penelitian Anwar (1996) yang menunjukkan bahwa darah masyarakat nelayan di Kenjeran mengandung tembaga (Cu) sebesar 2511,07 ppb dan merkuri (Hg) sebesar 2,48 ppb, padahal ambang batas tembaga dalam darah menurut ketetapan WHO adalah 800-1200 ppb, (Rini, 1999).

2.5. Tinjauan tentang AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

1. Pendahuluan

Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) merupakan suatu instrument dalam ilmu kimia analitik yang digunakan untuk menentukan kadar suatu unsur dalam senyawa berdasarkan serapan atomnya. Dikembangkan oleh Walsh 1953. Digunakan untuk analisis senyawa anorganik, atau logam (gol alkali tanah, dan gol unsure transisi). Spectrum yang diukur di daerah UV-Vis. Syarat utama sampel yang diukur adalah larutan jernih. Sumber radiasi: HCL (*Hollow Cathode Lamp*). Membutuhkan bahan pembentuk nyala api terdiri dari *fuel* dan *oxidant*.

Bagian- bagian dari AAS :

1. Sumber sinar
2. Sistem pengatoman (Atomizer)
3. Monokromator
4. Detektor
5. Sistem pembacaan

2. Prinsip Dasar

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan memperoleh garis resonansi yang tepat.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan bahan uji di perairan tempat penanaman mangrove di Wonorejo Surabaya. Pemeriksaan bahan uji di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2014.

3.3. Metode dan Disain Penelitian

3.3.1. Disain penelitian ini merupakan penelitian *observasional* dengan pendekatan waktu secara *cross-sectional* karena dilakukan pengamatan terhadap obyek penelitian dan pengambilan sampel sesaat secara simultan untuk setiap titik sampling yang selanjutnya dilakukan pemeriksaan di laboratorium.

3.3.2. Sampel diambil sebanyak 9 buah dengan rincian sebagai berikut :

- a. Dua (2) sampel pada sumber air penanaman tumbuhan mangrove (Sungai Avur) dan dua (2) sampel pada sumber air penanaman tumbuhan mangrove (Sungai kalilondo)
- b. Lima (5) sampel di 5 titik sampel dari titik terdekat sumber air sampai titik terjauh tanaman mangrove.

3.3.3. Varibel Penelitian

Jarak, tingkat kepadatan mangrove dan kadar Merkuri (Hg)

3.3.4. Pengumpulan dan Analisis Data

Data terkumpul melalui hasil pengukuran secara kuantitatif dengan metode Analisa Atom Serapan (AAS) dan disajikan dalam bentuk tabel serta dianalisis secara statistik untuk menganalisis pengaruh jarak terhadap kadar merkuri (Hg).

3.4. Definisi Operasional Variabel

- 3.4.1. Jarak adalah panjang garis ukur yang menghubungkan titik sumber air pada penanaman mangrove dengan seluruh titik pengambilan sampel air di daerah penelitian yang sudah ditetapkan, dinyatakan dengan satuan meter
- 3.4.2. Tingkat kepadatan mangrove adalah jumlah tanaman mangrove yang ditanam di zona pemanfaatan mangrove Wonorejo yang memiliki jarak antara tanaman mangrove yang satu terhadap yang lain adalah: kurang dari 1 meter, sama dengan 1 meter dan lebih dari satu meter.
- 3.4.3. Kadar Merkuri (Hg) adalah jumlah merkuri (Hg) yang terdapat dalam sampel di perairan lokasi penanaman mangrove Wonorejo Surabaya yang ditetapkan dengan metode AAS dengan satuan ppm

4. Prosedur Penelitian

4.1. Metode Pemeriksaan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) atau *Spektrofotometri Serapan Atom* (SSA)

4.2. Prinsip Pemeriksaan

Sampel yang sudah diambil secara kimia dalam suasana asam didestruksi dalam *microwave* hingga jernih kemudian diuapkan agar logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas, yang kemudian akan mengabsorpsi radiasi dan sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang 253,7 nm.

c. Alat- Alat

1. Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)
2. Analitic Balance
3. Demineralizer
4. Vortex Transmetrik
5. Tabung Nessler
6. Microwave
7. Tabung Microwave

d. Reagensia

1. Larutan HNO_3 pekat
2. Larutan Standard HGNO_3

3. Aquademineralisasi

e. Cara Kerja

1. Penimbangan Sampel
2. Destruksi Sampel
3. Proses Analisa Sampel
4. Perhitungan

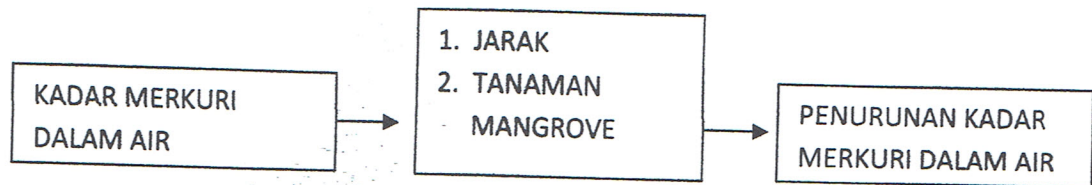
Perhitungan konsentrasi merkuri (Hg) yang terkandung dalam sampel menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Hg (ppm)} = \frac{1000}{\text{BC}} \times \frac{50}{1000} \times \text{Conc. ASS} = \dots \text{ mg/kg (ppm)}$$

Keterangan : BC = Berat Contoh (gram)
Conc. AAS = Konsentrasi AAS

BAB 4

KERANGKA KONSEP PENELITIAN



Merkuri dalam air berasal dari berbagai kegiatan industri yang terbawa bersama aliran air Sungai yang melewati kawasan /zona pemanfaatan mangrove. Kadar merkuri tersebut akan menurun setelah melewati jarak tertentu yang ditumbuhi dengan tanaman mangrove.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Surabaya merupakan salah satu wilayah yang memiliki pesisir yang potensial untuk dikembangkan dalam rangka perbaikan perekonomian dan lingkungan. Secara umum wilayah Surabaya sebagian besar merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian rata-rata 3-6 meter diatas permukaan laut.

Kota Surabaya terletak diantara batas barat kota sampai batas kawasan Pelabuhan Tanjung Perak dan kawasan sebelah Timur sampai dengan batas Kabupaten Sidoarjo. Dalam kajian ini, wilayah Pantai Timur Surabaya telah (Pamurbaya) direncanakan sebagai kawasan konservasi mangrove.

Secara geografis dan ekologis kawasan Pamurbaya ini memiliki fungsi sangat penting, salah satunya adalah mencegah ancaman intrusi air laut dan kerusakan pantai. Wisata pantai di Wonorejo-Rungkut, makin banyak diminati dan dikunjungi karena keasrian lingkungannya. Masyarakat dapat menikmati keindahan hutan mangrove dengan menyusuri sungai Kebun Agung hingga sungai Tambak Klangri. Keberadaan hutan mangrove ini juga mempunyai fungsi lain yaitu menetralsir limbah terutama logam berat yang masuk ke laut.

Lahan yang ditanami mangrove di Wonorejo seluas 56,91 Ha, dengan tumbuhan mangrove sebanyak 48 jenis dari 54 jenis bakau/mangrove yang tumbuh di seluruh Pamurbaya. Dari 54 jenis bakau di sepanjang Pamurbaya tercatat sedikitnya 21 jenis merupakan kelompok bakau sejati, sedangkan 33 jenis lainnya termasuk kelompok bakau asosiasi.

Terdapat dua buah sungai yang cukup besar pada lokasi penelitian di kawasan mangrove Wonorejo yaitu sungai Kalilondo dan sungai Avur. Sungai Avur adalah sungai yang melewati kawasan industri di Kecamatan Rungkut (SIER) sehingga dimungkinkan adanya pengaruh buangan industri dari kawasan tersebut. Sedangkan sungai Kalolondo berasal dari kali Jagir Wonokromo yang diduga memperoleh buangan mengandung logam berat dan limbah organik yang berasal dari limbah industri-industri sekitar sungai sepanjang kali Brantas.

Saluran air Wonorejo yang menuju *Bozem* Wonorejo saat ini telah dilengkapi dengan *screen* atau penyaring sampah di dekat pompa air, sehingga jumlah sampah yang mengalir ke *Bozem* menjadi sangat berkurang walaupun kualitas air masih buruk karena merupakan saluran air limbah. Kualitas air di *Bozem* memiliki

kadar organik sangat tinggi, kandungan oksigen terlarut rendah, besar kemungkinan banyak zat pencemar karena dialiri limbah industri, sehingga *Bozem* penuh endapan.

Mangrove mempunyai berbagai fungsi, fungsi fisiknya yaitu untuk menjaga kondisi pantai agar tetap stabil, melindungi tebing pantai dan tebing sungai, mencegah terjadinya abrasi dan intrusi air laut, serta sebagai penangkap zat pencemar air laut. Fungsi biologis mangrove adalah sebagai habitat biota pesisir (akuatik dan non akuatik) untuk hidup dan mencari makan. Mangrove juga merupakan tempat hidup berbagai jenis *gastropoda*, kepiting pemakan *detritus*, dan *bivalvia* pemakan plankton sehingga akan memperkuat fungsi mangrove sebagai biofilter alami.

Zonasi kawasan Konservasi Perairan adalah suatu bentuk rekayasa teknik pemanfaatan ruang di kawasan konservasi perairan melalui penetapan batas-batas fungsional sesuai dengan potensi sumberdaya dan daya dukung serta proses ekologis yang berlangsung sebagai satu kesatuan ekosistem.

Pengelolaan zona konservasi mangrove Wonorejo secara legal formal berada di bawah tanggung jawab Pemerintah Kota Surabaya melalui Dinas Pertanian Kota Surabaya. Namun dalam proses pengelolaannya masih terdapat beberapa pemanfaatan budi daya yang dilaksanakan secara perseorangan, diantaranya adalah pengelolaan ekowisata serta pemanfaatan hasil hutan mangrove berupa pemanfaatan buah mangrove untuk berbagai macam kebutuhan.

Berdasarkan buku Kajian Masterplan Kawasan Pamurbaya Sebagai Ekowisata Mangrove Kota Surabaya disebutkan bahwa kebijakan kawasan konservasi Pamurbaya masih dalam tahap penyusunan rencana zonasi. Dalam kebijakan tersebut pembagian zonasi terdiri dari :

- a. Zona Inti
- b. Zona Perikanan Berkelanjutan
- c. Zona Pemanfaatan
- d. Zona Lainnya

Zona inti merupakan zona yang berada di daerah bibir pantai. Pada zona ini jenis bakau yang tumbuh biasanya didominasi jenis bakau terbuka, yaitu jenis *Sonneratia* dan *Avicennia*.

Zona pemanfaatan merupakan zona yang diperuntukkan bagi budi daya pemanfaatan mangrove untuk kepentingan manusia. Jenis bakau yang tumbuh di zona ini biasanya adalah jenis bakau payau yaitu bakau yang tumbuh di air payau

hingga hampir tawar. Tumbuhan bakau yang tumbuh di zona ini didominasi oleh jenis *Nypa* atau *Sonneratia*. Namun di mangrove Wonorejo ditemukan juga pada zona pemanfaatan, jenis *Bruguiera* yang biasanya tumbuh diperbatasan zona inti dan zona manfaat.

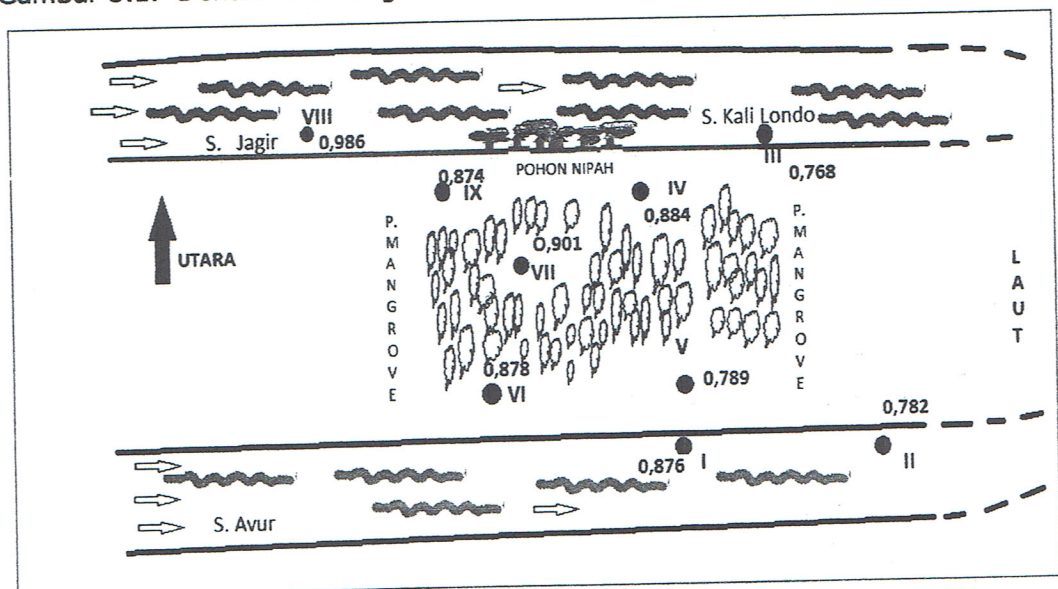
Biota selain bakau atau mangrove di Wonorejo adalah burung (*aviafauna*). Di hutan mangrove Wonorejo sedikitnya ditemukan 166 jenis burung, yang terdiri dari jenis burung air sebanyak 85 jenis (51.20%) dan sisanya 81 jenis termasuk burung *arboreal* dan *aerial*. Dari 166 jenis burung tersebut 52 jenis merupakan burung migrant, 45 jenis burung yang dilindungi atau memiliki status keterancaman.

Zona Pemanfaatan merupakan zona budi daya yang dimanfaatkan masyarakat untuk berbagai macam keperluan, diantaranya adalah untuk budi daya ikan tambak, kolam pancing serta pemanfaatan buah mangrove untuk berbagai macam keperluan hidup.

5.2. Hasil Pemeriksaan

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan jumlah sampel yang diambil dari 9 lokasi titik pengambilan sampel air di zona pemanfaatan yang secara skematis dapat dilihat pada gambar denah area sebagai berikut:

Gambar 5.1. Denah Titik Pengambilan Sampel



Dari hasil pemeriksaan laboratorium kadar merkuri di wilayah pemanfaatan mangrove sebagai tempat penelitian dapat dilihat dalam bentuk table sebagai berikut :

Tabel. 5.1. Kadar Merkuri dalam air

Lokasi Titik Sampel	Hasil Analisa Raksa (ppb Hg)
Avur 1	0,876
Avus 2	0,782
Kali Londo 2	0,768
Welcome Area Timur	0,786
Welcome Area Tenggara	0,884
Daerah konservasi barat daya	0,878
Daerah konservasi tengah	0,901
Jagir (Kali Londo 1)	0,986
Daerah konservasi pemanfaatan di Blkg Perum Semanggi	0,874

Sumber: Hasil pemeriksaan Hg di Laboratorium Lingkungan ITS

5.2.1. Kadar merkuri (Hg) dalam air sungai Kalilondo

Sungai Kaliondo terletak di sebelah utara daerah pemanfaatan mangrove. Airnya berasal dari Sungai Kalibrantas menuju ke Sungai Jagir yang selanjutnya menuju Sungai Kalilondo (dari arah Barat/titik VIII kearah Timur/titik III) seterusnya mengalir ke Laut.

Pada Titik VIII sebelah Barat Sungai Kalilondo, didapatkan hasil penetapan kadar merkuri sebesar 0,986 ppb dan pada titik sebelah Timur titik III (kurang lebih 1000 meter) didapatkan hasil penetapan kadar merkuri 0,768 ppb. Dari data yang diperoleh, ternyata ada penurunan kadar merkuri sebesar 0,218 ppb, dapat kami gambarkan sebagai berikut:

Tabel 5.2. Kadar Merkuri dalam air Sungai Kalilondo

Titik	Titik	Jarak (M)	Kadar (ppb)	Kadar (ppb)	Penurunan
VIII	III	1000	0,986	0,768	0,218

5.2.2. Kadar merkuri (Hg) dalam air Sungai Avur

Sungai Avur terletak di sebelah Selatan daerah pemanfaatan mangrove. Airnya berasal dari sungai yang melalui SIER (Surabaya Industrial Estate Rungkut) seterusnya mengalir ke Laut.

Pada titik pengambilan sampel di Sungai Avur titik I (sebelah Barat), didapatkan hasil penetapan kadar merkuri sebesar 0,876 ppb dan pada sungai Avur titik II sebelah Timur (kurang lebih 500 meter) didapatkan hasil penetapan kadar merkuri sebesar 0,782 ppb. Dari data yang diperoleh, ternyata ada penurunan kadar merkuri sebesar 0,094 ppb, dapat kami gambarkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.3. Kadar Merkuri dalam air Sungai Avur

Titik	Titik	Jarak (M)	Kadar (ppb)	Kadar (ppb)	Penurunan
I	II	500	0,876	0,782	0,094

5.2.3. Kadar merkuri didalam air area penanaman mangrove / bakau

Didalam area penanaman / pemanfaatan mangrove ditetapkan 5 (lima) titik sebagai tempat melakukan pengambilan sampel, yaitu Titik IV dan V di welcome area, Titik VI di Konservasi Barat, Titik VII di konservasi tengah, Titik IX di konservasi barat laut dan didapatkan hasil pemeriksaan kadar merkuri sebagai berikut :

Tabel 5.4. Kadar Merkuri pada Titik Pengambilan Sampel

Area	Kadar (ppb)
Titik IV Welcome area	0,786
Titik V Welcome area	0,884
Titik VI Konservasi Barat	0,878
Titik VII Konservasi Tengah	0,901
Titik IX Konservasi Perumahan	0,874

5.3. Pengaruh Jarak

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metoda statistik yaitu uji korelasi product moment diperoleh hasil $p = 0,239$, $r = 0,262$.

Karena $p > \alpha (= 0,05)$, maka hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara jarak dengan kadar merkuri di area penanaman mangrove. Secara lebih terperinci hasil pengukuran kadar merkuri berdasarkan jarak titik-titik sampling dapat dilihat pada table berikut :

Tabel. 5.5. Kadar Merkuri dalam air berdasarkan Jarak

JARAK DARI :			KADAR (Hg) (dalam ppb)		KADAR TURUN (dalam ppb)	% Turun
Titik	Titik	Meter				
VIII	III	1000	0.99	0.768	0.222	22.11
VIII	IX	400	0.986	0.874	0.112	11.36
VIII	VII	600	0.986	0.901	0.085	8.62
VIII	VI	700	0.986	0.878	0.108	10.95
VIII	V	800	0.986	0.884	0.102	10.34
VIII	IV	775	0.986	0.786	0.2	20.28
IX	VII	700	0.874	0.901	-0.027	-3.09
IX	VI	800	0.874	0.878	-0.004	-0.46
IX	V	1000	0.874	0.885	-0.011	-1.26
IX	IV	980	0.874	0.786	0.088	10.07
VII	VI	200	0.901	0.878	0.023	2.55
VII	V	550	0.901	0.885	0.016	1.78
VII	IV	500	0.901	0.786	0.115	12.76
VI	V	450	0.878	0.885	-0.007	-0.80
VI	IV	450	0.878	0.786	0.092	10.48
IV	V	50	0.786	0.885	-0.099	-12.60
I	II	400	0.876	0.782	0.094	10.73
I	IV	200	0.876	0.786	0.09	10.27
I	V	25	0.876	0.885	-0.009	-1.03

5.4. Pengaruh Tingkat Kerapatan Mangrove

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji korelasi produk momen diperoleh hasil $p = 0,236$, $r = 0,285$. $P > \alpha$, maka tidak ada hubungan antara tingkat kerapatan mangrove dengan kadar merkuri di area penanaman mangrove.

Tabel. 5.6.Kadar Merkuri Berdasarkan Tingkat Kerapatan Mangrove

TK.KERAPATAN			KADAR (Hg) (dalam ppb)		KADAR TURUN (dalam ppb)	% Turun
Titik	Titik	METER				
VIII	III	<1	0.99	0.768	0.222	22.11
VIII	IX	<1	0.986	0.874	0.112	11.36
VIII	VII	<1	0.986	0.901	0.085	8.62
VIII	VI	<1	0.986	0.878	0.108	10.95
VIII	V	<1	0.986	0.884	0.102	10.34
VIII	IV	<1	0.986	0.786	0.2	20.28
IX	VII	1	0.874	0.901	-0.027	-3.09
IX	VI	1	0.874	0.878	-0.004	-0.46
IX	V	<1	0.874	0.885	-0.011	-1.26
IX	IV	<1	0.874	0.786	0.088	10.07
VII	VI	1	0.901	0.878	0.023	2.55
VII	V	1	0.901	0.885	0.016	1.78
VII	IV	<1	0.901	0.786	0.115	12.76
VI	V	>1	0.878	0.885	-0.007	-0.80
VI	IV	<1	0.878	0.786	0.092	10.48
IV	V	>1	0.786	0.885	-0.099	-12.60
I	II	<1	0.876	0.782	0.094	10.73
I	IV	1	0.876	0.786	0.09	10.27
I	V	>1	0.876	0.885	-0.009	-1.03

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Keberadaan sungai Avur dan Kalilondo yang tercemar limbah dari industri-industri disekitarnya dapat memberikan dampak buruk pada kawasan mangrove Wonorejo Surabaya berupa pencemaran zat-zat organik dan logam berat. Keberadaan pohon-pohon nipah disekitar sungai disamping untuk menghambat penggerusan tanah oleh aliran sungai juga bermanfaat untuk mengeliminasi kandungan logam berat atau zat lain melalui proses biologis pertumbuhannya sehingga air yang menuju zona manfaat dapat menurunkan kandungan berbahaya yang berada pada air tersebut.

Bozem di mangrove Wonorejo dijaga oleh petugas yang bekerja 24 jam. Hal tersebut dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap kegiatan pengawasan pada saat terjadinya dampak buruk akibat adanya air laut pasang. Selain itu dapat membersihkan screen yang dipasang dekat *bozem* dari sampah organik sehingga peningkatan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dapat ditekan, dengan kata lain penurunan kandungan oksigen terlarut yang diperlukan oleh kehidupan biota perairan di kawasan mangrove dapat dihambat.

Permasalahan utama yang terjadi di pamurbaya maupun di hutan-hutan bakau di seluruh Indonesia adalah adanya penebangan hutan bakau oleh masyarakat untuk membuka lahan baru, terjadinya abrasi tanah pesisir/pantai dan pencemaran.

Keberagaman jenis mangrove di Wonorejo memberikan potensi pemanfaatan buah mangrove untuk berbagai macam keperluan hidup manusia. Berbagai jenis produk dapat dihasilkan dari buah mangrove diantaranya: untuk pembuatan minuman sirup, shampoo, tepung kerupuk, minuman gel, bahan permen, bahkan bisa untuk pembuatan bahan pewarna untuk membatik.

Berbagai macam jenis biota lainnya seperti primata dan burung yang jenisnya mencapai 166 jenis merupakan potensi yang sangat besar yang dimiliki hutan mangrove Wonorejo dan di pantai timur Surabaya pada umumnya. Hal ini dapat menarik perhatian bagi pengembangan wisata di kawasan mangrove Pamurbaya khususnya di Wonorejo.

Untuk mengembangkan terus keberadaan mangrove khususnya mangrove Wonorejo Surabaya yang memiliki potensi besar bagi pengembangan kawasan lindung dan budi daya di Pamurbaya, maka pengelolaannya memerlukan kerjasama yang terintegrasi antara pemerintah dengan semua elemen masyarakat, yaitu petani tambak, para pengunjung ekowisata mangrove, nelayan, pemerhati lingkungan, LSM, para aktivis lingkungan, akademisi, peneliti, pakar lingkungan, dan para pengusaha yang memiliki potensi terhadap penemuan pantai timur Surabaya. Dengan demikian maka semua permasalahan yang ada dapat teratasi.

6.2. Kadar merkuri (Hg) dalam air Sungai Kalilondo

Adanya zat toksik (khususnya merkuri) dan logam berat lain yang ada didalamnya berasal dari beberapa kegiatan industri disepanjang sungai tersebut khususnya disepanjang Sungai Mojokerto. Dari data tersebut di atas, terlihat adanya penurunan kadar merkuri dari titik VIII menuju titik III, hal ini disebabkan karena adanya reduksi dari tanaman Nipah yang tumbuh disepanjang Sungai Kalilondo (daerah pengambilan sampel). Perlu diketahui bahwa tumbuhan Nipah berfungsi sebagai reduktor melalui akar dan selanjutnya disimpan didalam kulit dan daun tumbuhan Nipah.

6.3 Kadar merkuri (Hg) dalam air Sungai Avur

Kandungan merkuri dan zat lain yang ada didalam nya berasal dari beberapa kegiatan Industri Rungkut yang berada disepanjang sungai tersebut. Jika dibandingkan hasil analisis kandungan merkuri di Sungai Kalolondo maka kadar merkuri di Sungai Avur nampak lebih rendah. Secara logika Sungai Avur mendapat pencemaran dari industri-industri yang berada di daerah Rungkut yang jaraknya lebih dekat dibandingkan letak industri-industri yang mencemari Sungai Kalolondo, sehingga kadar pencemarannya seharusnya lebih besar pada Sungai Avur. Namun perlu dipertimbangkan bahwa industri-industri di SIER sebagian besar limbahnya sudah dialirkan pada sistem instalasi pengolahan limbah terpadu, sedangkan industri-industri disepanjang aliran Kali Brantas yang bermuara pada kali Mas/jagir belum dikelola secara terpadu. Selain hal tersebut masih banyak parameter yang menyebabkan kandungan merkuri Sungai Avur lebih rendah dari Sungai Kalilondo misalnya pola aliran sungai yang menentukan pola sedimentasi, jenis tumbuh-

tumbuhan yang berada di sekitar sungai dan faktor lain yang dapat mempengaruhi kondisi kadar merkuri di sungai tersebut.

Dari data tersebut diatas, terlihat adanya penurunan kadar merkuri dari titik I (0,876 ppb) Sungai Avur menuju titik II (0,782 ppb) Sungai Avur sebesar 0,094 ppb hal ini disebabkan karena adanya reduksi dari tanaman Nipah yang terdapat disepanjang Sungai Avur (daerah pengambilan sampel). Perlu diketahui bahwa tumbuhan Nipah berfungsi sebagai reduktor melalui akar dan disimpan didalam kulit dan daun tumbuhan Nipah.

6.4 Kadar merkuri (Hg) dalam area penanaman mangrove

Mengingat bahwa lokasi pemanfaatan mangrove dilalui oleh 2 (dua) sungai, yaitu : Sungai Kalilondo dan sungai Avur, maka kandungan merkuri di area pemanfaatan mangrove banyak dipengaruhi oleh kadar merkuri dari kedua sungai tersebut. Sesuai dengan table hasil penetapan kadar merkuri di lokasi pemanfaatan mangrove, maka kadar merkuri tertinggi adalah pada titik VII daerah konservasi tengah sebesar 0,901 ppb dan terendah pada titik IV Welcome area sebesar 0,786 ppb.

Pada area/zona pemanfaatan mangrove terdapat kadar merkuri yang ekstrim yang ditemukan dari hasil pemeriksaan merkuri yaitu pada titik VII yang terletak pada posisi di tengah area penanaman mangrove. Titik ini memiliki kadar merkuri yang cukup tinggi sebesar 0,901 ppb lebih tinggi dibanding titik sampling di sekitarnya, meskipun lebih rendah dari titik 8 yang terletak pada posisi paling barat. Kondisi tersebut bisa terjadi karena arah aliran di titik tersebut mengarah dari barat ke timur dan melalui banyak area perumahan serta bangunan PLN sehingga tidak banyak melalui area tanaman mangrove. Penyebab lain bisa berasal dari struktur tanah di area tersebut yang sangat dipengaruhi oleh sedimen-sedimen yang terbawa oleh sungai maupun pada saat air pasang, sehingga variable-variabel tersebut perlu juga untuk diketahui

6.5. Pengaruh Jarak

Pengukuran jarak dilakukan berdasarkan arah aliran air tanah, yaitu searah dengan aliran kedua sungai yang mengapit zona pemanfaatan mangrove ke arah laut.

Dari Hasil yang diperoleh berdasarkan jarak dari titik VIII yang merupakan titik pada posisi paling barat terhadap titik yang lain, diperoleh hasil penurunan kadar merkuri yang cukup signifikan, yaitu berkisar antara 8,62% sampai dengan 22,11 %. Tetapi apabila ditinjau hasil kadar merkuri yang diukur dari titik IX terhadap titik lain di sebelah timurnya dimana jaraknya tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan jarak dari titik VIII terhadap titik lainnya, masih terjadi peningkatan meskipun dalam jumlah yang relative kecil yaitu berkisar 0,46% sampai dengan 3,09% sedangkan kadar merkuri dari titik IX ke titik IV terjadi penurunan yaitu sebesar 10,07%.

Tidak adanya hubungan jarak dengan penurunan kadar merkuri bisa diakibatkan oleh faktor lain misalnya pola aliran air tanah. Terjadinya peningkatan kadar merkuri dari titik IX ke titik lain di sebelah timurnya bisa disebabkan aliran air tanah yang berasal dari daerah titik IX tidak melewati titik-titik di sebelah timurnya tersebut. Titik VI, VII, IV dan V lokasinya masih hampir lurus dengan titik IX. Jika hal ini benar tentunya perlu pembuktian lebih lanjut tentang pola aliran air tanah di area tersebut.

Struktur tanah di daerah pantai sangat dipengaruhi adanya sedimen yang berasal dari lumpur aliran sungai maupun lumpur dari laut ketika air pasang. Karakteristik lumpur yang ditinggalkan aliran sungai dan air laut tergantung pada campuran zat-zat organik/anorganik dengan tanah dari mana bahan tersebut berasal, sehingga menyebabkan terbentuknya struktur tanah yang berbeda-beda, dan pada akhirnya tanah memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap kadar merkuri (Hg) di area mangrove.

Hal tersebut tentunya memerlukan pembuktian lebih lanjut.

6.6. Pengaruh Tingkat Kerapatan mangrove Terhadap Kadar Merkuri

Berdasarkan hasil pembuktian secara analitik, dinyatakan bahwa tidak ada hubungan antara tingkat kerapatan mangrove dengan kadar merkuri di zona area penanaman mangrove, tetapi bila ditinjau dari kadar merkuri yang dikaitkan dengan posisi titik pengukuran yang berlokasi disebelah timur yang membentuk garis lurus mengalami penurunan yang signifikan. Nampak kadar merkuri dari titik VIII terhadap titik-titik lain di sebelah timurnya mengalami penurunan berkisar 8,62% - 22,11%. Pada lokasi tersebut memang ditumbuhi mangrove dengan tingkat kerapatan kurang dari 1 meter dan dalam jumlah yang cukup luas. Berdasarkan teori (Mulyadi, 2009) mangrove

memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan logam berat dalam jaringan tubuh seperti daun, batang dan akar yang terbawa di dalam sedimen, sebagian sumber hara tersebut dibutuhkan untuk melakukan proses-proses metabolisme.

Terjadinya peningkatan kadar merkuri dari titik yang satu ke titik yang lain masih terjadi meskipun pada prosentase yang kecil yaitu pada titik IX terhadap titik-titik lainnya terjadi peningkatan sebesar 0,46% - 3,09%. Peningkatan tersebut terjadi pada titik I ke titik V, IV ke V dan VI ke V.

Titik V yang mempunyai posisi sangat dekat dengan sungai Avur dan bosem, airnya bisa merupakan akumulasi secara langsung berasal dari kedua tempat tersebut atau setidaknya struktur tanahnya juga dipengaruhi oleh sungai dan bosem tersebut ketika air laut pasang. Tanaman mangrovepun sangat sedikit disekitar titik tersebut.

Terjadinya peningkatan merkuri pada titik-titik tertentu kemungkinan disebabkan oleh faktor lain yang mempengaruhi kadar merkuri, tetapi tidak diteliti dalam penelitian ini misalnya struktur tanah, pola aliran air tanah, luasan wilayah yang ditanami mangrove dan lain-lain.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan:

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat kami simpulkan sebagai berikut :

- 7.1.1 Kandungan merkuri di titik I sampai dengan IX didapatkan hasil tertinggi = 0,986 ppb dan terendah = 0,768 ppb , rerata = 0,859 ppb
- 7.1.2. Kadar merkuri di area penanaman mangrove didapatkan hasil sebagai berikut : Titik IV = 0,786 ppb, Titik V = 0,884 ppb, Titik VI = 0,878 ppb, Titik VII = 0,901 ppb, dan Titik IX = 0,874 ppb.
- 7.1.3. Jarak dari sumber ke area penanaman mangrove diperoleh hasil sebagai berikut :
Jarak terdekat dari sumber air ke area penanaman sejauh 25 meter
Jarak terjauh dari sumber air ke area penanaman sejauh 1000 meter
- 7.1.4. Tidak ada pengaruh antara jarak dari sumber air terhadap kadar merkuri di area penanaman
- 7.1.5. Tidak ada pengaruh antara tingkat kerapatan mangrove terhadap kadar merkuri

7.2. Saran :

- 7.2.1. Meningkatkan manfaat dan fungsi area penanaman mangrove sebagai wilayah konservasi dan tempat wisata pendidikan
- 7.2.2. Perlu dilakukan penelitian kandungan logam berat lainnya di perairan mangrove selain merkuri
- 7.2.3. Perlu dilakukan penelitian kandungan merkuri (Hg) pada akar, batang, daun dan buah mangrove
- 7.2.4. Perlu dilakukan penelitian kandungan merkuri di dalam lumpur/ endapan di daerah penanaman mangrove.
- 7.2.5. Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh pola aliran air tanah, luasan pohon mangrove terhadap penurunan kadar Hg di mangrove
- 7.2.6. Menambah jumlah tumbuhan nipah di sepanjang sungai Kalilondo dan Sungai Avur yang dapat berfungsi sebagai filter logam berat

DAFTAR PUSTAKA

- Ali M., Rina, 2011. Kemampuan Tanaman Mangrove untuk Menyerap Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, (Vol. 2 No. 2) : 28-36. 2011 <http://eprints.upnjatim.ac.id/id/eprint/1259>
- "Eceng Gondok, Gulma Sahabat Manusia?". U. Sirojul Falah. Harian Pikiran Rakyat. 28 September 2003.
- "Eceng Gondok, tumbuhan pengganggu yang bermanfaat". e-smartschool.com.
- , 2000. Mercury In Environment, U.S. Geological Survey. URL: <http://www.minerals.usgs.gov/mercury> . [Online Tanggal 8 November 2007].
- Heriyanto N.M., Subiandono E., 2011. Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb, dan Cu) oleh Jenis-Jenis Mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, (Vol. 8 No. 2) : 177-188. <http://www.puskonser.or.id>
- Palar Heryando, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta, Penerbit Rineka Cipta. Cetakan Kedua
- Philip Ball, *Water and life: Seeking the solution*, *Nature* **436**, 1084-1085 (25 August 2005) | doi:10.1038/4361084a
- "Role of Water in Some Biological Processes" (pdf). *Department of Medicine, University of Auckland School of Medicine; PHILIPPA M. WIGGINS*. Diakses 2010-11-09.
- Soemirat Juli, 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Sudarmaji, J.Mukono, Corie I.P., 2006. *Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Srabaya, Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Airlangga.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Defew, L. H., M.M. James, and M.G. Hector. 2004. *An Assessment of Metal Contamination in Mangrove Sediments and Leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama*. *Marine Pollution Bulletin*. 50: 547-552.
- Hutagalung, H. P. 1991. *Pencemaran Laut oleh Logam Berat Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. P30-LIPI. Jakarta.
- MacFarlane, G.R. 2003. *Accumulation And Distribution of Heavy Metal In The Grey Mangrove Avicennia marina*. *Marine Pollution Bulletin* Vol 39 : 179-186.
- MacFarlane, G.R., M.D. Burchett. 2000. *Cellular Distribution of Copper, Lead and Zinc in the Grey Mangrove, Avicennia marina (Forsk.) Nierh*. *Aquatic Botany* 68: 45-59.

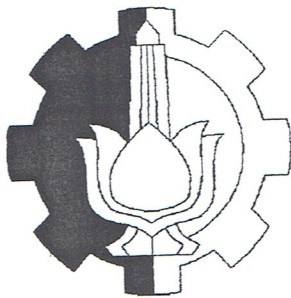
Mulyadi, E., Laksmono. R., Aprianti. D., 2009. *Fungsi Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1:33-40.

Rini, D. S. 1999. *Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) dalam Pohon Api-api (Avicennia marina) di Perairan Estuari Pantai Timur Surabaya*. Skripsi Mahasisiwi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga, Surabaya.

Rohmawati, 2007. *Daya Akumulasi Tumbuhan Avicennia marina Terhadap Logam Berat (Cu, Cd, Hg) di Pantai Kenjeran Surabaya*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Biologi. Universitas Islam Negeri Malang. 53 hal.

Sandra Agustina, 2014. *Mangrove Sebagai Pengendali Logam Berat*. Jurnal dimuat di <http://www.kajianperikanan.com/2014/02/mangrove-sebagai-pengendali-pencemar.html>

Badan Perencanaan Kota Surabaya, 2012. *Laporan Rencana Kajian Masterplan Kawasan Pamurbaya Sebagai Ekowisata Mangrove Surabaya*.



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Bapak Hadi Suryono
Dikirim Tanggal : 17 September 2014
Sampel Dari : Air di Perairan Ekowisata Mangrove Wonorejo

Kode Sampel	Hasil Analisa Raksa (ppb Hg)
Avur 1, Jam 11.30	0,876
Avur 2, Jam 11.51	0,782
Kali Londo Jam 12.08	0,768
Welcome area timur Jam 12.27	0,786
Welcome area tenggara Jam 12.42	0,884
Daerah konservasi barat daya Jam 13.03	0,878
Daerah konservasi tengah Jam 13.12	0,901
Jagir Jam 13.35	0,986
Daerah konservasi pemanfaatan dibelakang Perum Semanggi Jam 13.57	0,874
Metoda Analisis	AAS

Surabaya, 23 September 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami

Prof. Dr. Ir. Nisike Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Correlations

		kadar penurunan	tingkat kerapatan
kadar penurunan	Pearson Correlation	1	.285
	Sig. (2-tailed)		.236
	N	19	19
tingkat kerapatan	Pearson Correlation	.285	1
	Sig. (2-tailed)	.236	
	N	19	19

Correlations

		kadar penurunan	jarak
kadar penurunan	Pearson Correlation	1	.414
	Sig. (2-tailed)		.078
	N	19	19
jarak	Pearson Correlation	.414	1
	Sig. (2-tailed)	.078	
	N	19	19

GAMBAR LETAK TITIK-TITIK SAMPLING

