

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Laut

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan sumberdaya pesisir yang sangat kaya dan terletak di kawasan khatulistiwa dengan iklim tropis. Lingkungan laut tropis Indonesia yang sangat luas dan kaya dengan sumberdaya hayati dan mineral merupakan kondisi alamiah yang memiliki keunggulan komparatif sebagai tali kehidupan dan masa depan bagi kesejahteraan bangsa Indonesia. Tetapi ekosistem pantai yang beriklim tropis tersebut peka terhadap pencemaran, sedangkan sebagian terbesar penduduk Indonesia berdiam di kawasan pesisir dan hidupnya bergantung kepada produktivitas berbagai ekosistem pantai (Sugandhy, 1996).

Menurut Romimohtarto (1991) mendefinisikan pencemaran laut adalah suatu keadaan dimana suatu zat atau energi dan unsur lain diintroduksi ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam itu sendiri dalam kadar yang menyebabkan terjadinya perubahan sehingga lingkungan laut tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan, dan keselamatan hayati.

Pencemaran laut dapat dibedakan atas pencemaran pantai dan pencemaran lepas pantai. Pencemaran pantai banyak disebabkan oleh kegiatan manusia di darat, sedangkan pencemaran lepas pantai sering disebabkan oleh tumpahan minyak dari alat transportasi laut. Pencemaran pantai menurut Eiswerth *dalam*

Sukarsono (2003) dapat digolongkan menjadi : (1) pencemaran karena limbah industri (*industrial pollution*); (2) pencemaran karena sampah (*sewage pollution*); (3) pencemaran karena sedimentasi (*sedimentation pollution*) dan (4) pencemaran karena kegiatan pertanian (*agricultural pollution*). pencemaran karena limbah industri umumnya yang paling banyak mengandung logam berat. Hal ini disebabkan karena di dalam perairan logam berat sukar mengalami degradasi. Masukan limbah industri yang terus menerus dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi logam berat dalam badan air sehingga akan menimbulkan pencemaran perairan dan selanjutnya akan terakumulasi dalam tubuh biota air yang hidup di dalamnya.

Menurut Brodie dalam Dahuri dkk, (1996), sumber pencemaran perairan pesisir dan lautan dapat dikelompokkan menjadi 7 kelas yang dapat dilihat pada tabel berikut ;

Tabel 2.1. Sumber pencemar di wilayah pesisir dan lautan

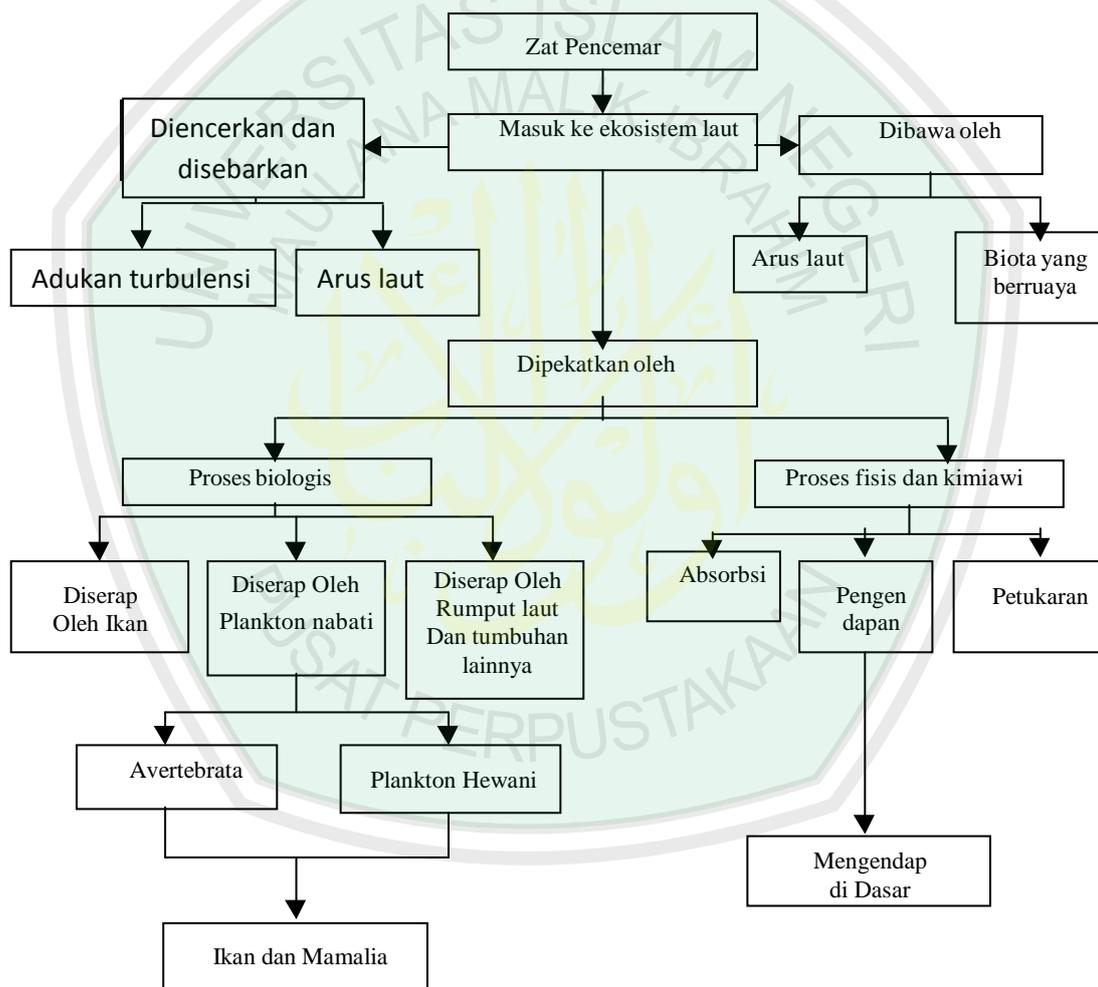
Pencemar (pollutants)	Sumber						
	Pertanian	Limbah cair	Limbah cair perkotaan	Pertambahan	Budidaya perikanan	Industri	Pelayaran
Sedimen	●●●	●●	●●●	●●●	●		●
Nutrien	●●●	●●●	●●		●●	●	
Logam beracun	●	●	●	●●●		●●●	●
Zat kimia beracun	●	●●	●	●	●	●●	●
Pestisida	●●●	●	●		●		
Organisme exotic					●		●●
Organisme patogen		●●●	●				●
Sampah	●	●	●●●			●	●●

Sumber : Brodie dalam Dahuri dkk, 1996

Keterangan :

- : sumber terbesar
- : sumber moderat
- : sumber terkecil

Roesoedarmo dkk, (1990) menggambarkan proses perjalanan bahan pencemar di dalam lingkungan laut sebagai berikut:



Gambar 2.1. Bagan/skema tentang proses yang dialami zat pencemar dalam ekosistem laut.

2.2 Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria - kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaan terletak pada dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup (Palar, 1994)

Connel, D (1995), menyebutkan bahwa secara biologis logam dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

- a) Logam ringan (contoh Na, K, Ca) yang secara normal dapat ditransportasikan sebagai kation yang mobil dalam larutan,
- b) Logam transisi (contoh Fe, Cu, Co, Mn) penting bagi organisme dalam jumlah sedikit tetapi dalam jumlah besar dapat menjadi racun dan
- c) Metaloid (contoh Hg, Cd, Pb, Se, As) umumnya tak dibutuhkan dalam aktivitas metabolisme dan bersifat racun bagi sel walaupun dalam jumlah yang kecil.

Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan, yang terutama adalah Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni). Logam-logam tersebut dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. Dua macam logam berat yang sering mengkontaminasi air, adalah Merkuri dan Timbal (Kristanto, 2002).

2.2.1 Logam Berat Kadmium (Cd)

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), Chlorine (Cadmium Chloride) atau belerang (Cadmium Sulfide). Kebanyakan Cadmium (Cd) merupakan produk samping dari pengecoran seng, timah. Cadmium yang banyak digunakan berbagai industri, terutama plating logam, pigmen, baterai dan plastik (Achmad, 2004).

Logam berat sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Logam ini telah digunakan semenjak tahun 1950 dan total produksi dunia adalah sekitar 15.000-18.000 pertahun. Prinsip dasar atau prinsip utama dalam penggunaan cadmium adalah sebagai bahan stabilisasi sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating. Namun sebagian dari substansi logam cadmium ini juga digunakan untuk solder dan alloy-alloynya digunakan pula pada baterai (Palar, 1994).

Cadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Cadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Cadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya seperti timbal. Logam berat ini bergabung bersama timbal dan merkuri sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia (Connel, D. 1995).

2.2.2 Logam berat Cd dalam perairan

Keberadaan logam - logam dalam badan perairan dapat berasal dari sumber alamiah dan dari aktifitas manusia. Sumber alamiah masuk ke dalam perairan bisa dari pengikisan batuan mineral. Di samping itu partikel logam yang ada di udara, karena adanya hujan dapat menjadi sumber logam dalam perairan. Adapun logam yang berasal dari aktifitas manusia dapat berupa buangan industri ataupun buangan dari rumah tangga (Fardiaz, 1995).

Ditambahkan Hutagalung (1991), logam berat secara alamiah terdapat dalam air laut namun dalam jumlah yang sangat rendah. kandungan ini dapat meningkat apabila limbah perkotaan, pertanian, pertambangan dan perindustrian yang banyak mengandung logam berat masuk ke lingkungan. Dari jenis-jenis limbah ini, umumnya yang banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Hal ini disebabkan karena senyawa-senyawa atau unsur logam berat banyak dimanfaatkan dalam industri, baik sebagai bahan baku, katalisator maupun sebagai bahan tambahan.

Kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh derajat keasaman air, jenis dan konsentrasi logam dan khelat serta keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks. Logam - logam di perairan akan bereaksi dengan ligand - ligand. Ligand ini biasanya mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi logam. Sehingga biasanya terjadi kompetisi diantara ligand - ligand tersebut untuk membentuk senyawa kompleks. Sementara untuk logam - logam seperti Pb (II), Zn (II), Cd (II) dan Hg (II), mempunyai kemampuan untuk membentuk

kompleks sendiri. Logam-logam tersebut akan mudah membentuk kompleks dengan ion – ion klorida dan atau sulfat, pada konsentrasi yang sama dengan yang ada di air laut, Cadmium dalam air laut berbentuk senyawa klorida (CdCl_2), sedangkan dalam air tawar berbentuk karbonat (CdCO_3). Pada air payau yang biasanya terdapat di muara sungai kedua senyawa tersebut jumlahnya seimbang (Fardiaz, 1995).

2.2.3 Dampak Cadmium (Cd) Terhadap Morfologi dan Fisiologi Tumbuhan Mangrove.

Cadmium merupakan elemen yang berbahaya bagi tumbuhan dan hewan karena bersifat racun meskipun dalam konsentrasi rendah. Berdasarkan penelitian Yang, dkk (1986) dalam Kholidiyah (2010), umumnya cadmium berefek negatif dalam metabolisme yang melibatkan kerja enzim. Berdasarkan hasil beberapa penelitian lain cadmium dapat menghambat pertumbuhan benih, perkembangan akar dan organ tumbuhan, dan menyebabkan mutasi kloroplas pada konsentrasi yang sangat tinggi, selain itu cadmium juga menyebabkan berkurangnya indeks mitosis sel akar tumbuhan.

2.3 Mangrove

2.3.1 Pengertian Mangrove

Kata mangrove merupakan kombinasi antara mangue (bahasa portugis) yang berarti belukar atau hutan kecil, mangrove berarti tumbuhan tropik yang mana komunitasnya tumbuh didaerah interdinal. Umumnya mangrove digunakan

untuk menyebut jenis pohon-pohon atau semak-semak yang tumbuh di antara batas air tertinggi saat air pasang dan batas air terendah sampai di atas rata-rata permukaan laut (Mac Nae, 1968 dalam Arief, 2003).

Hutan mangrove merupakan tipe hutan tropika dan subtropika yang khas, tumbuh disepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove banyak dijumpai di wilayah pesisir yang terlindung dari gempuran ombak dan daerah landai. Mangrove tumbuh optimal di wilayah pesisir yang memiliki muara sungai besar dan delta aliran airnya banyak mengandung lumpur. Sedangkan wilayah pesisir yang tidak bermuara sungai, pertumbuhan vegetasi mangrove tidak optimal. Mangrove tidak atau sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan berombak besar dan arus pasang surut kuat, karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhannya (Dahuri, 2003 dalam Susilawati, 2007).

2.3.2 Adaptasi Tumbuhan Mangrove Pada Kondisi Tercemar Logam Berat.

Adaptasi mangrove pada lingkungan yang banyak air dan tercemar dengan air asin yaitu dengan mempunyai kutikula yang tebal untuk menyimpan air. Dan beberapa diantaranya mampu menyerap air laut dan membuang garamnya melalui kelenjar pembuang garam. Mangrove juga hidup di tanah yang miskin zat asam, sedangkan zat asam dari tanah diperlukan untuk respirasi akar. Sebagai penyesuaian hidup anaerobik, akar yang terkhususkan yang di sebut akar nafas (*pneumatophore*) tumbuh dipermukaan tanah. Dalam lingkungan yang serba berat ini, sangat sulit untuk tumbuhan mangrove berkembang biak seperti

tumbuhan biasa. Suatu penyesuaian yang perkembangbiakan yang disebut viviparitas telah dikembangkan. Dalam hal ini biji tumbuhan tumbuh menjadi tumbuhan muda selagi masih terlekat pada tumbuhan induknya. Sekali lepas dari induknya ia menancap pada dasar lumpur dengan hipokotil yang seperti paku besar atau tumit tajam (Romimohtarto, 1999).

Tuwo (2011) menambahkan bahwa ekosistem mangrove yang umumnya didominasi oleh tumbuhan dari genera *Rhizophora*, *Avicennia*, *Sonneratia* dan *Bruguiera* memiliki adaptasi yang khas untuk dapat hidup dan berkembang pada substrat berlumpur yang asam, anoksik dan selalu tergenang. Untuk beradaptasi dengan kadar oksigen yang rendah tumbuhan mangrove membentuk sistem perakaran yang khas bertipe cakar ayam, penyangga, papan dan lutut. Tipe perakaran penyangga berbeda dengan tipe perakaran cakar ayam. Dimana akar-akar penyangga tumbuh dari batang pohon menembus substrat. Pada akar penyangga ini tidak ditemukan *pneumatophore* tetapi mempunyai lubang-lubang kecil yang disebut lenti sel yang berfungsi untuk melewatkan udara dan mendapatkan oksigen.

Tanaman tertentu yang bekerja sama dengan mikroorganisme dalam media dapat mengubah zat kontaminan (pencemar) menjadi kurang atau tidak berbahaya. Proses dalam sistem ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan atau pencemar yang berada di sekitarnya, yaitu:

1. *Phytoaccumulation (phytoextraction)*

Proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga terakumulasi

di sekitar akar tumbuhan.

2. *Rhizofiltration* (rhizo: akar)

Proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Proses ini telah dibuktikan dengan percobaan menanam bunga matahari pada kolam mengandung zat radio aktif di Chernobyl Ukraina.

3. *Phytostabilization*

Penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.

4. *Rhizodegradation* disebut juga *enhanced rhizosphere biodegradation*

Penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan, misalnya ragi, fungi dan bakteri.

5. *Phytodegradation* (*phytotransformation*)

Proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi

6. *Phytovolatilization*

Proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya

lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang.

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungan ke dalam tubuh melalui membran sel. Dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah: (Fitter, 1991).

1. Faktor konsentrasi, kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion dalam mediumnya.
2. Perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap tumbuhan.

2.3.3 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Tumbuhan Mangrove.

Limbah logam berat setelah masuk ke dalam lingkungan laut akan terbagi menjadi dua proses, yaitu proses pemindahan yang dilakukan oleh arus laut dan proses karena migrasi oleh organisme. Sedangkan proses yang lainnya adalah proses pengenceran dan distribusi oleh pencampuran turbulensi dan arus laut (Hutabarat dan Evans, 1986).

Masuknya logam berat ke dalam organ tumbuhan, karena adanya difusi air ke dalam sel akar. Air kemudian diangkut menuju bagian tajuk akar dengan melewati jaringan xilem karena adanya tarikan transpirasi. Menurut Fitter dan Hay (1991), terdapat dua cara penyerapan ion ke dalam akar tanaman :

1. Aliran massa, ion dalam air bergerak menuju akar gradient potensial yang disebabkan oleh transpirasi.

2. Difusi, gradient konsentrasi dihasilkan oleh pengambilan ion pada permukaan akar.

Smith (1981) dalam Kholidiyah (2010) , menyebutkan bahwa sejumlah besar logam berat dapat terasosiasi dalam tumbuhan tinggi. Logam berat yang belum diketahui fungsinya dalam metabolisme tumbuhan antara lain adalah Pb, Cd, dan lain sebagainya. Semua logam berat tersebut dapat berpotensi mencemari tumbuhan. Mekanisme pencemaran logam secara biokimia pada tumbuhan yang terbagi ke dalam enam proses yaitu: (1) logam mengganggu fungsi enzim, (2) logam sebagai anti metabolit, (3) logam membentuk lapisan endapan yang stabil (kelat) dengan metabolit esensial, (4) logam sebagai katalis dekomposisi pada metabolit esensial, (5) logam mengubah permeabilitas membran sel, (6) logam menggantikan struktur dan elektrokimia unsur yang paling penting dalam sel. Gejala akibat pencemaran logam berat, yakni klorosis, nekrosis pada ujung dan sisi daun serta busuk daun yang lebih awal.

Faktor yang dapat mempengaruhi kadar logam berat dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan logam berat, kadar logam berat dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya logam berat ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Logam berat setelah masuk ke dalam tumbuhan akan diikat oleh membran sel, mitokondria dan kloroplas, sehingga menyebabkan kerusakan fisik. Kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat, atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagulung, 1991).

Adapun mekanisme yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi toksin adalah :

a. Penanggulangan (*ameliorasi*), untuk meminimumkan pengaruh toksin terdapat empat pendekatan :

1. Lokalisasi (intraseluler dan ekstraseluler), biasanya pada organ akar
2. Eksresi, secara aktif melalui kelenjar pada tajuk atau secara pasif dengan akumulasi pada daun-daun tua yang di ikuti dengan absisi daun (lepasnya daun).
3. Dilusi (melemahkan), terutama penting dalam kaitan dengan salinitas.
4. Inaktivasi secara kimia, sehingga ion dalam bentuk kombinasi dengan toksisitas yang berkurang.

b. Toleransi, tumbuhan mengembangkan sistem metabolik yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik (Fitter, 1991)

Menurut hasil penelitian lembaga kajian ekologi dan konservasi lahan basah (2012) Pohon *Avicennia marina* memiliki upaya penanggulangan materi toksin diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan 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 toksin 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 (Heriyanto, 2012).

Akar mangrove jenis *Avicennia marina* dapat digunakan sebagai indikator biologis pada lingkungan yang tercemar logam berat terutama tembaga, timbal dan seng melalui biomonitoring berkala. Spesies *Avicennia marina* menunjukkan toleransi yang lebih besar dan dapat mengakumulasi banyak jenis logam berat dari pada spesies mangrove yang lain. Lebih lanjut dikatakan bahwa peningkatan akumulasi logam ini dikarenakan adanya translokasi penyerapan udara melalui lenti sel ke akar, selain itu penurunan pH sedimen ditemukan dapat meningkatkan akumulasi logam pada akar *Avicennia marina*. Peningkatan konsentrasi logam berat pada sedimen menghasilkan tingkat akumulasi logam berat yang lebih besar juga pada akar dan daun *Avicennia marina* (Macfarlane dkk. 2002 dalam Mukhtasor, 2007).

2.3.4 Pergerakan Logam Berat Pada Tumbuhan Mangrove.

Secara alami tumbuhan sudah mempunyai mekanisme untuk mengatasi keracunan logam, antara lain melalui akumulasi logam dalam organel sel, meningkatkan eksudasi bahan pengkelat logam, pengikatan logam pada dinding sel, pemotongan jalur transport logam dari akar ke tunas, mengubah struktur dan permeabilitas membran, mengubah proses metabolisme seluler, memproduksi senyawa pemisah logam intraseluler, mengaktifkan pompa ion logam ke dalam vakuola, dan lain-lain. Lebih lanjut Ross (1994) dalam Nopriani (2011) menambahkan bahwa tumbuhan melakukan mekanisme toleransi penting yang

bersifat induktif terhadap logam berat dengan mensintesis polipeptida pengikat logam, yaitu fitokelatin.

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut (Priyanto & Joko, 2000 *dalam* Nopriani, 2011).

a. Penyerapan oleh akar

Telah diketahui, bahwa agar tumbuhan dapat menyerap logam maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhannya: Perubahan pH, Ekskresi zat khelat. Mekanisme penyerapan besi lewat pembentukan suatu zat khelat disebut fitosiderofor. Molekul fitosiderofor yang terbentuk akan mengikat (mengkhelat) besi dan membawanya ke dalam sel akar melalui peristiwa transport aktif. Selain aktif terhadap besi, fitosiderofor dapat mengikat logam lain seperti seng, tembaga dan mangan. Sekarang diketahui, bahwa berbagai molekul lain berfungsi serupa, misalnya suatu senyawa peptida khusus, fitokelatin, yang mengikat selenium pada *Brassica juncea* (Speiser et al., 1992) dan logam lain seperti timbal, kadmium dan tembaga (Gwozdz et al., 1997 *dalam* Nopriani, 2011).

b. Translokasi di dalam tubuh tumbuhan

Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh

molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya histidin yang terikat pada Ni dan fitokhelatins-glutation yang terikat pada Cd.

c. Lokalisasi logam pada jaringan

Untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (untuk Cd), trikhoma (untuk Cd) dan lateks (untuk Ni).

2.4 Pencemaran Logam Berat Cd Di Pantai Tambaan Pasuruan.

Pencemaran yang terjadi di perairan pantai Tambaan Pasuruan disebabkan oleh aliran sungai-sungai yang mengandung bahan pencemar logam berat dan bermuara di pantai Tambaan Pasuruan. Salah satu sungai yang bermuara di perairan pantai Tambaan Pasuruan adalah sungai Gembong. Sedangkan Industri yang kemungkinan sebagai sumber penghasil limbah logam berat yaitu pengolahan besi, pabrik furniture, pabrik keramik dan pabrik pengolahan garam serta area pembuangan air dari pertanian disekitarnya.

Menurut Palar (1994), Cadmium dalam air berasal dari pembuangan industri dan limbah pertambangan. Logam ini sering digunakan sebagai pigmen pada keramik, dalam penyepuhan listrik, pada pembuatan alloy, dan baterai alkali. Connel dan Meller (1995), menambahkan bahwa jumlah logam runtuhan yang cukup besar disumbangkan kedalam cairan rumah tangga oleh sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air (Cu, Pb, Cd) dan produk-produk

konsumen (misalnya formula detergen). Pembuangan sampah lumpur juga dapat memperbanyak kandungan logam berat di badan perairan.

2.5 Fenomena Laut Dalam Al-Qur'an.

Hutan mangrove merupakan ciptaan Allah SWT sebagai bagian organik dari alam lingkungan. Hutan ini mempunyai banyak manfaat untuk keberlangsungan hidup manusia, sehingga islam memberi aturan-aturan untuk menjaga dan melestarikan hutan. Disamping itu segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT mengandung makna yang harus dipikirkan dan diteliti. Hal ini tercantum dalam Al-Qur'an yang berhubungan dengan ilmu pengetahuan selalu di akhiri dengan kalimat “*afala ta'qilun*” atau “*afala tubsyirun*”. Sebagaimana yang diciptakan Allah SWT tentang batas antara laut dan sungai yang lebih dikenal dengan daerah payau. Didaerah itulah terbentuk suatu komunitas mangrove yang sangat bermanfaat bagi manusia. Allah berfirman dalam Q.S Al-furqaan ayat 53

﴿ وَهُوَ الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا ﴾

“53. dan Dialah yang membiarkan dua laut yang mengalir (berdampingan); yang ini tawar lagi segar dan yang lain asin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi.”

Dalam tafsir Al-Qur'an Al-Aisar (2008) menjelaskan bahwa “*Dan Dialah yang membiarkan dua laut mengalir berdampingan....*” yang terasa asin dan tawar. Yaitu Allah membiarkan keduanya saling berdampingan, “*yang ini tawar*

lagi segar..” maksudnya dapat diminum. *“dan yang lain asin lagi pahit...”* yakni tidak dapat diminum. *“ Dan Dia jadikan di antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi.”* Yaitu suatu pembatas yang menghalangi bercampurnya air tawar dengan air asin padahal kedua air tersebut berada pada satu tempat yang sama tetapi antara satu dengan yang lain tidak saling mempengaruhi.

Penafsiran menurut Al-Maraghi (1989) yaitu Allah SWT menjadikan dua laut bercampur dalam penglihatan manusia, tetapi sesungguhnya terpisah dengan kekuasaan-Nya, sehingga yang asin tidak bercampur dengan yang tawar dan masing-masing tidak mengubah, tidak pula merusak yang lain.

Ibnu Abbas berkata, “ kedua laut itu bertemu setiap tahun dan antara keduanya terdapat pembatas dan penghalang yang menghalangi agar air asin ini tidak menjadi tawar, atau yang tawar menjadi asin (Al-Qurthubi, 2009).

Pada tafsir fi zhilalil-Qur’an (2004) penjelasan tentang Q.S Al- Furqaan lebih detail lagi yakni dialah (Allah SWT) yang membiarkan dua macam lautan itu, yang tawar dan enak rasanya dengan yang asin dan pahit rasanya, untuk mengalir dan bertemu. Tapi, keduanya kemudian tak bercampur dan tak bersenyawa. Karena diantara keduanya terdapat pembatas dan penghalang sesuai tabiatnya seperti yang difitrahkan oleh Allah. Kemudian air sungai biasanya lebih tinggi dari permukaan laut, sehingga sungai yang berair tawarlah yang jatuh kelautan yang berair asin, dan tidak terjadi sebaliknya kecuali jarang saja.

Dari penetapan yang cermat ini, maka lautan yang lebih besar dan lebih banyak airnya tidak mengalahkan sungai yang darinya manusia, hewan dan tumbuhan mendapatkan kehidupan. Penetapan ini bukanlah suatu yang kebetulan

dan berlangsung secara tak sengaja. Namun, ia berlangsung sesuai dengan kehendak sang pencipta semesta ini untuk suatu tujuan dan aturan-aturan berjalan dengan cermat dan tepat.

Dalam aturan-aturan semesta itu telah ditetapkan bahwa air lautan yang asin tak menutupi sungai dan daratan hingga pada saat air pasang dan air surut yang terjadi akibat gravitasi bulan terhadap air yang berada dipermukaan bumi, sehingga air meninggi dengan ketinggian yang cukup besar.

Sungai sering kali dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah oleh masyarakat, limbah-limbah yang terbawa oleh arus sungai nantinya akan terbang ke laut. dimana pada titik pertemuan antara sungai (muara sungai) dan laut terkadang tinggi akan kadar pencemarannya khususnya logam berat. Disisi lain tumbuhan mangrove banyak tumbuh di pinggiran muara sungai, sehingga dengan adanya tumbuhan ini, maka limbah-limbah yang berbahaya (logam berat) mampu diserap oleh tumbuhan mangrove sebelum masuk ke lingkungan perairan laut.