

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Mangrove Yang Diteliti Di Pantai Tamban Pasuruan.

Deskripsi dari masing-masing tumbuhan mangrove yang diteliti di pantai

Tamban adalah sebagai berikut :

Spesimen I

Bagian	A	B
Daun		
Akar		
Bunga		

Gambar 4.1 Spesimen 1 spesies *Avicennia marina*, A. Hasil penelitian
B. literatur (Noor dkk, 2006)

Diskripsi Spesimen:

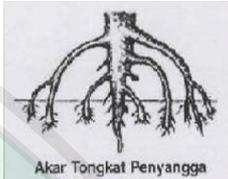
Daun pada spesimen I berbentuk elips dengan ujung meruncing, pada bagian atas berwarna hijau dan bagian bawah berwarna abu-abu, panjang daun ± 11 cm dan lebar $\pm 4,5$ cm, letak daun berlawanan. Mempunyai akar nafas yang berbentuk pensil. Sedangkan bunga berwarna kuning agak orange memiliki

mahkota 4 dan kelopak 5. Menurut Noor, dkk (2006) spesimen di atas dapat dimasukkan dalam spesies *A.marina*. Pada bagian atas permukaan daun ditutupi bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Bagian bawah daun putih abu-abu muda. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips, bulat memanjang, bulat telur terbalik, Ujung: meruncing hingga membulat. Ukuran: 9 x 4,5 cm. Memiliki sistem perakaran horizontal yang rumit dan berbentuk pensil (atau berbentuk asparagus), akar nafas tegak dengan sejumlah lentisel. Bunga Seperti trisula dengan bunga bergerombol muncul di ujung tandan, nektar banyak, Letak : di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Formasi: bulir (2-12 bunga pertandan). Daun Mahkota : 4, kuning pucat-jingga tua, Kelopak Bunga : 5.

Klasifikasi spesimen 1 menurut Noor, dkk (2006) sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Sub Kelas : Asteridae
 Ordo : Scrophulariales
 Famili : Acanthaceae
 Genus : *Avicennia*
 Spesies : *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.

Spesimen II

Bagian	A	B
Daun		
Akar		
Buah dan Hipokotil		

Gambar 4.2 Spesimen II spesies *Rhizophora apiculata*, A. Hasil penelitian
B. literatur (Noor dkk, 2006)

Diskripsi Spesimen :

Daun berwarna hijau tua dan memiliki bentuk agak elips dengan panjang ± 15 cm dan lebar $\pm 4,5$ cm. Letak berlawanan. Memiliki akar tunjang yang tumbuh dari bagian bawah batang kesegala arah. Buah berwarna, bentuk seperti buah pir dan hipokotil silindris berwarna hijau kecoklatan panjang $\pm 20-25$ cm. Menurut Noor, dkk (2006) spesimen di atas dapat dimasukkan dalam spesies *R.apiculata*. Daun berkulit, warna hijau tua dengan hijau muda pada bagian tengah dan kemerahan di bagian bawah. Gagang daun panjangnya 17-35 mm dan warnanya kemerahan. Unit & Letak : sederhana & berlawanan. Bentuk: elips menyempit. Ujung : meruncing. Ukuran: 7-19 x 3,5-8 cm. Memiliki

perakaran yang khas (tunjang), dan kadang-kadang memiliki akar udara yang keluar dari cabang. Buah kasar berbentuk bulat memanjang hingga seperti buah pir, warna coklat, panjang 2-3,5 cm, berisi satu biji fertil. Hipokotil silindris, berbintil, berwarna hijau jingga. Leher kotilodon berwarna merah jika sudah matang. Ukuran: Hipokotil panjang 18-38 cm dan diameter 1-2 cm.

Klasifikasi spesimen II menurut Noor, dkk (2006) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Myrtales
Famili	: Rhizophoraceae
Genus	: Rhizophora
Spesies	: <i>Rhizophora apiculata</i> Bl.

Spesimen III

Diskripsi Spesimen:

Memiliki daun berwarna hijau dengan bentuk telur terbalik dengan ujung membulat dengan panjang ± 12 cm dan lebar $\pm 5,5$ cm, letak berlawanan. Sedangkan akar berbentuk cakar ayam dan memiliki akar nafas yang tumpul. Buah pada spesimen ini berbentuk seperti bola dengan warna hijau dan bagian atasnya terbungkus kelopak bunga. Menurut Noor, dkk (2006) spesimen di atas dapat dimasukkan dalam spesies

S.alba. karena memiliki ciri-ciri Daun berkulit, memiliki kelenjar yang tidak berkembang pada bagian pangkal gagang daun. Gagang daun panjangnya 6-15 mm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membuldar. Ukuran: 5-12,5 x 3-9 cm. Akar berbentuk kabel di bawah tanah dan muncul kepermukaan sebagai akar nafas yang berbentuk kerucut tumpul dan tingginya mencapai 25cm. Buah seperti bola, ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Buah mengandung banyak biji (150-200 biji) dan tidak akan membuka pada saat telah matang. Ukuran : buah: diameter 3,5-4,5 cm.

Bagian	A	B
Daun		
Akar		
Buah		

Gambar 4.3 Spesimen III spesies *Sonneratia alba* A. Hasil penelitian
B. literatur (Noor dkk, 2006)

Klasifikasi spesimen III menurut Noor, dkk (2006) sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Rosidae
Ordo : Myrtales
Famili : Sonneratiaceae
Genus : Sonneratia
Spesies : *Sonneratia alba* Smith.

4.2 Kadar Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Tumbuhan Mangrove (*A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba*).

Hasil penelitian pendahuluan tentang kandungan logam-logam berat di Pantai Tamban Pasuruan pada Bulan November (2012) menunjukkan bahwa di pantai tersebut mengandung logam berat Hg , Pb dan Cd yang berada di atas ambang batas (lampiran 1). Dari ketiga logam berat yang diamati diketahui bahwa logam berat cadmium memiliki kadar lebih tinggi dibandingkan dengan Pb dan Hg, kadar cadmium dalam perairan mencapai 0,251 ppm, dan pada sedimen 1,727 ppm, sedangkan menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 menyatakan bahwa untuk ambang batas cadmium dalam perairan sebesar 0,01 ppm.

Logam cadmium akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup. Mukhtasor (2007) menambahkan bahwa dalam biota perairan, jumlah logam berat Cadmium yang terakumulasi akan

terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dan dalam rantai makanan biota yang tertinggi (tumbuhan) akan mengalami akumulasi yang lebih banyak. Hal ini dikarenakan, cadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya seperti timbal.

Berdasarkan hasil analisa data tentang kandungan logam berat cadmium (Cd) pada tumbuhan mangrove *A. marina*, *R. apiculata* dan *S.alba* dengan menggunakan *Analysis Of Variance* menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan nilai signifikansi $\leq 0,05$ (lampiran 2), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dari ketiga tumbuhan mangrove dalam mengakumulasi logam berat Cd. Untuk mengetahui perbedaan dari ketiga tumbuhan mangrove dalam mengakumulasi logam berat Cd dilakukan *Uji Jarak Duncan* (lampiran 3) yang disajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kadar logam berat Cadmium (Cd) yang terdapat dalam tumbuhan mangrove di pantai Tambaan Pasuruan.

Spesies	kadar (ppm)
<i>Avicennia marina</i>	0,194 a
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,222 b
<i>Sonneratia alba.</i>	0,240 c

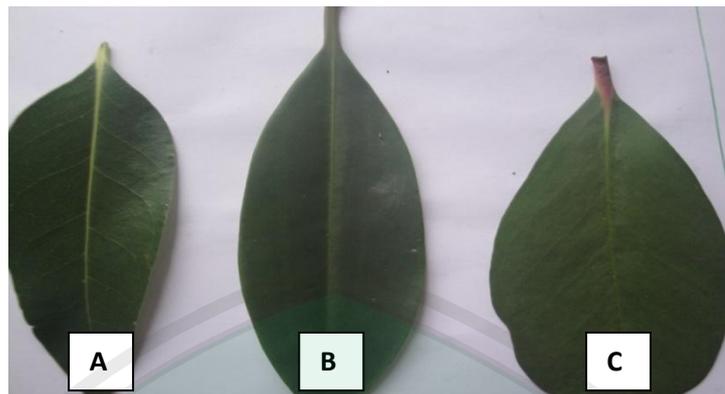
Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak duncan 5%.

Tabel 4.1 menunjukkan perbedaan kadar logam berat cadmium (Cd) dalam ketiga spesies tumbuhan mangrove yang terdapat di pantai Tambaan Pasuruan. Akumulasi tertinggi terdapat pada *S.alba* dengan rata-rata sebesar 0,240 ppm, kemudian *R. apiculata* dengan rata-rata akumulasi logam Cd sebesar 0,222 ppm,

sedangkan akumulasi terendah terdapat pada *A. marina* dengan rata-rata 0,194 ppm.

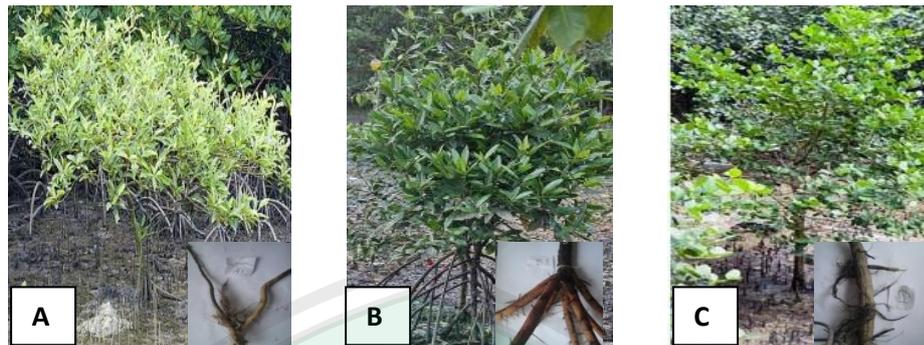
Pada penelitian ini tumbuhan mangrove yang diamati yaitu pada fase pancang, dimana pada fase ini tumbuhan mangrove memiliki ciri-ciri antara lain mempunyai tinggi $\pm 1,5$ meter dan berdiameter kurang dari 10 cm (lampiran 4c). Serta organ yang diamati merupakan organ dewasa yang belum mengalami penuaan, yaitu organ daun yang telah membuka sempurna dan organ akar yang aktif dalam penyerapan. Hal tersebut dikarenakan pada daun yang membuka sempurna proses fisiologisnya lebih aktif dari pada daun tua, demikian juga dengan akar. Menurut Salisbury dan Ross (1995) sejalan dengan pertumbuhan daun, kemampuan untuk melakukan kegiatan fisiologis juga meningkat sampai daun berkembang penuh, dan kemudian menurun secara perlahan.

Pada spesies *S.alba* menunjukkan bahwa tingkat akumulasi logam berat cadmium (Cd) lebih tinggi dibandingkan dengan spesies *A.marina* dan *R.apiculata*. Hal ini disebabkan adanya perbedaan morfologi dari ketiga tumbuhan mangrove tersebut. Daun spesies *S.alba* memiliki daun daging yang agak tebal berbentuk bulat telur terbalik dengan panjang ± 12 cm dan lebar $\pm 5,5$ cm. Sedangkan daun pada *R. apiculata* cukup tebal dan agak keras berbentuk elips menyempit dengan panjang ± 15 cm dengan lebar $\pm 4,5$ cm. Daun pada spesies *A.marina* tipis dengan bentuk bulat memanjang dan ujung meruncing. Panjang ± 11 cm dan lebar $\pm 4,5$ cm. Lebih jelasnya disajikan pada gambar dibawah ini



Gambar 4.4. Daun Tumbuhan Mangrove (A. *A.marina*, B. *R.apiculata*, C. *S.alba*)

Spesies *S.alba* memiliki perakaran berbentuk kabel dibawah tanah dan muncul kepermukaan sebagai akar nafas yang berbentuk kerucut tumpul dan memiliki diameter akar $\pm 1,5$ cm, pola penyebaran pada akar kabel yang berada dibawah tanah menyebar luas, sehingga memungkinkan akar *S.alba* memperoleh unsur hara dalam tanah lebih banyak. Berbeda dengan morfologi *R. Apiculata*, spesies ini memiliki perakaran tunjang, yaitu akar yang tumbuh dari bagian bawah batang ke segala arah dan seakan-akan menunjang batang ini jangan sampai rebah dengan diameter akar $\pm 1,2$ cm. Pola penyebaran akar tunjang lebih sempit dari pada akar nafas, tetapi jenis akar ini mampu menghujam jauh ke dalam tanah sehingga untuk memperoleh unsur hara tanah tidak berbeda jauh dengan akar cakar ayam. Untuk spesies *A.marina* memiliki akar yang sama dengan *S. Alba*, namun akar nafas yang dimilikinya lebih panjang dan perakaran kabel yang berada di dalam tanah lebih kecil dengan diameter 0,9 cm. Sehingga dalam penyerapan dan translokasi unsur hara lebih sedikit. Lebih jelasnya disajikan pada gambar dibawah ini



Gambar 4.5 Akar Tumbuhan Mangrove (A. *A.marina*, B. *R.apiculata*, C. *S.alba*).

Berbedaan sistem perakaran menyebabkan perbedaan kemampuan dalam mengakumulasi materi toksik yang ada di lingkungan. Menurut Lakitan (1995) sistem perakaran tanaman lebih dikendalikan oleh sifat genetik dari tanaman yang bersangkutan, tetapi telah dibuktikan bahwa sistem perakaran tanaman tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah atau media tumbuh tanaman. Faktor yang mempengaruhi pola penyebaran akar antara lain adalah penghalang mekanis, suhu tanah, aerasi, ketersediaan air dan ketersediaan unsur hara.

Kandungan logam berat cadmium pada *S. Alba* cenderung lebih banyak dibandingkan *R. apiculata* dan *A. marina*. Hal ini dikarenakan sistem perakaran cakar ayam yang ada pada spesies *S. alba* memiliki bentuk yang silinder, dan panjang serta memiliki bulu akar yang banyak dan menyebar, sedangkan pada *A. marina* memiliki akar cakar ayam bentuk silinder dan memiliki bulu akar banyak namun tidak menyebar. Untuk *R. apiculata* akar berbentuk silinder kecil dan jarang memiliki bulu akar. Sehingga dengan adaptasi perakaran yang demikian menguntungkan *S. alba* dalam mengambil air maupun unsur hara dalam tanah.

Bentuk akar yang berupa silinder dan filamen memberikan keuntungan bagi akar dalam menyerap air dan unsur hara termasuk materi toksik. Bentuk

silinder lebih kokoh dan perluas penampang melintangnya dibandingkan dengan bentuk lain. Untuk memperluas permukaan kontakannya, akar juga membentuk bulu akar. Bulu akar merupakan penonjolan dari sel epidermis akar. Bulu akar ini biasanya terbentuk pada daerah dekat ujung akar tidak pada semua bagian akar (Lakitan, 1995).

Menurut Loveless (1991), fungsi akar salah satunya yaitu untuk menyerap air dan zat-zat makanan disekitarnya. Sebagian besar unsur yang dibutuhkan tanaman diserap oleh akar, kecuali karbon dan oksigen yang diserap dari udara oleh daun.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa *A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba* pada fase pancang dapat mengakumulasi logam berat Cd baik pada bagian akar maupun daun. Menurut Salisbury dan Ross (1995), tumbuhan mampu menyerap ion-ion dalam lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Ion-ion yang diserap oleh tumbuhan berupa ion-ion esensial dan garam-garam mineral yang diperlukan untuk menunjang pertumbuhan. Selain itu, tumbuhan juga dapat menyerap ion-ion lain di lingkungan yang biasa bersifat racun bagi tumbuhan, seperti logam berat Cu, Cd dan Hg.

Beberapa jenis tanaman dapat tumbuh pada tanah yang mengandung tingkat ion toksin yang dapat mematikan untuk spesies lain (Fitter, 1991). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa tumbuhan *A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba* termasuk dalam tumbuhan yang dapat tumbuh pada lingkungan toksik yang tumbuhan lain tidak dapat hidup di lingkungan tersebut. Hal ini dapat dilihat dari kemampuan ketiga tumbuhan tersebut dalam mengakumulasi logam berat Cd.

Hutagulung (1991) menambahkan bahwa 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.

Menurut Fitter (1991), terdapat 4 mekanisme utama yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan dalam menghadapi lingkungan toksik, antara lain:

- a. Penghindaran (*escape*) fenologis-apabila stress yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya, sehingga tumbuh dalam musim yang sangat cocok saja.
- b. Eksklusi- tanaman dapat mengenal ion yang toksik dan mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas.
- c. Penanggulangan (ameliorasi)- tanaman barangkali mengabsorpsi ion tersebut, tetapi bertindak sedemikian rupa untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan kelat (*chelation*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekresi.
- d. Toleransi-tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim.

Berdasarkan hasil penelitian diduga bahwa ketiga tumbuhan mangrove yang diteliti melakukan suatu mekanisme penanggulangan materi toksik ameliorasi. Menurut Fitter (1991), mekanisme ameliorasi adalah suatu mekanisme penanggulangan materi toksik yang dilakukan tanaman dengan cara mengabsorpsi ion toksik tetapi melakukan tindakan tertentu untuk meminimumkan pengaruhnya.

Jenisnya meliputi pembentukan kelat (*chelation*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekresi. Penanggulangan materi toksik tersebut dapat ditunjukkan dari kemampuan *A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba* yang dapat tumbuh dan berkembang di lingkungan yang mengandung materi toksik.

Suatu mekanisme ameliorasi yang mungkin dilakukan oleh ketiga tumbuhan mangrove adalah dengan cara lokalisasi, yaitu mengakumulasi materi toksik dibagian tertentu dari tanaman, dan biasanya dibagian akar (Fitter, 1991). Hal ini terbukti dari terakumulasinya logam berat Cd pada bagian akar dan daun dari tumbuhan *A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba*.

Collin (1999) dalam Nopriani (2011) menambahkan bahwa 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).

Mekanisme lain yang dilakukan tumbuhan mangrove yaitu melalui dilusi. Menurut Arisandi (2002), pengenceran ion melalui pertumbuhan atau peningkatan sukulensi (penebalan daun) merupakan bentuk adaptasi terhadap salinitas dari tumbuhan mangrove. Kemampuan adaptasi terhadap salinitas tersebut digunakan oleh tumbuhan mangrove untuk mengencerkan ion toksik yang masuk ke dalam tubuhnya.

Tindakan ameliorasi lainnya yang dilakukan oleh tumbuhan dalam menanggulangi materi toksik adalah ekresi, yaitu mengakumulasi ion toksik pada bagian daun yang kemudian diikuti dengan absisi daun (lepasnya daun) jika daun telah tua (Fitter, 1991). Tumbuhan *A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba* mungkin

juga melakukan suatu tindakan ekresi untuk menanggulangi materi toksik logam berat Cd. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Darmiyati,dkk(1995) dalam Rohmawati (2007), menyebutkan bahwa tumbuhan *Rhizophora mucronata* melakukan suatu mekanisme penanggulangan materi toksik logam berat Mn, Zn dan Cu dengan ekresi melalui daun dan akar, yang merupakan mekanisme yang umum terjadi pada tumbuhan mangrove dalam mengatasi ion toksik.

4.3 Kadar Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Organ Akar dan daun Tumbuhan Mangrove (*A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba*).

Berdasarkan hasil analisa data tentang kandungan logam berat cadmium (Cd) pada organ akar dan daun tumbuhan mangrove *A. marina*, *R. apiculata* dan *S. alba* dengan menggunakan *Analysis Of Variance* menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan nilai signifikansi $\leq 0,05$ (lampiran 5). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada organ akar dan daun dari ketiga tumbuhan mangrove dalam mengakumulasi logam berat Cd. Untuk mengetahui perbedaan dan potensi dari organ akar dan daun ketiga tumbuhan mangrove dilakukan *Uji Jarak Duncan* (lampiran 6) yang disajikan pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kadar logam berat cadmium (Cd) yang terdapat dalam organ akar dan daun tumbuhan mangrove di pantai Tambaan Pasuruan.

Organ tumbuhan	Kadar (ppm)		
	<i>A.marina</i>	<i>R. apiculata</i>	<i>S.alba</i>
Akar	0,341 b	0,393 c	0,425 d
Daun	0,046 a	0,050 a	0,054 a

Keterangan : angka yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak duncan 5%

Tabel 4.2 menunjukkan perbedaan kadar logam berat cadmium (Cd) pada setiap organ tumbuhan mangrove yang terdapat di pantai Tambaan Pasuruan.

Organ akar memiliki potensi yang cukup besar dalam mengakumulasi logam berat di bandingkan dengan daun, karena sebagian besar unsur yang dibutuhkan oleh tumbuhan diserap dari tanah melalui akar. Akumulasi tertinggi terdapat pada akar *S.alba* dengan rata-rata sebesar 0,425 ppm, kemudian akar *R. apiculata* dengan rata-rata akumulasi logam Cd sebesar 0,393 ppm, pada akar *A. marina* sebesar 0,341 ppm, untuk akumulasi logam berat Cd pada organ daun tidak berbeda nyata antar spesies satu dengan yang lain, daun *A. marina* mampu mengakumulasi Cd sebesar 0,046 ppm, dan daun *R. apiculata* mampu mengakumulasi Cd sebesar 0,050 ppm dan daun *S.alba* mampu mengakumulasi Cd hingga 0,054 ppm, keterangan lebih jelas disajikan dalam diagram 4.2



Gambar 4.6 Diagram rata-rata kadar logam berat Cadmium (Cd) pada organ akar dan daun tumbuhan mangrove di pantai Tambaan Pasuruan.

Kadar logam berat Cadmium (Cd) pada ketiga daun tumbuhan mangrove tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, pada daun *S. alba* yaitu 0,054 ppm, dan pada daun *R. apiculata* sebesar 0,050 ppm, sedangkan untuk *A. marina* sebesar 0.046 ppm. Sedangkan pada organ akar menunjukkan perbedaan yang signifikan, dimana akar *S. alba* mampu mengakumulasi logam berat Cd lebih tinggi dibandingkan dengan *R. apiculata* dan *A. marina*.

Gambar diagram diatas dapat diketahui perbedaan organ akar dan daun dalam mengakumulasi logam berat Cd pada masing-masing tumbuhan mangrove. Rata-rata akumulasi logam berat tertinggi terdapat pada akar. Sedangkan daun hanya mengakumulasi logam berat sedikit atau jauh di bawah kemampuan organ akar dalam mengakumulasi Cd.

Organ akar, batang dan daun merupakan alat hara yang berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan dan penimbunan zat-zat makanan. Menurut Tjitrosoepomo (2003), akar bagi tumbuhan mempunyai tugas untuk memperkuat berdirinya tumbuhan, terkadang sebagai tempat untuk penimbunan makanan, menyerap air dan zat-zat makanan ke tempat-tempat pada tubuh tumbuhan yang memerlukan. Fungsi penyerapan inilah yang menyebabkan akar dapat mengakumulasi logam berat Cadmium (Cd) secara banyak. Sedangkan fungsi daun menurut Savitri (2008) yaitu sebagai alat untuk pengambilan zat-zat makanan, pengolahan zat-zat makanan, penguapan air dan pernafasan. Dalam penelitian Heriyanto (2001) mengungkapkan bahwa pada umumnya akumulasi Cadmium (Cd) berada pada bagian akar dan daun.

Akar merupakan organ yang paling banyak menyerap logam berat cadmium (Cd), hal ini dikarenakan organ akar berhubungan langsung dengan tanah atau tempat tersedianya unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan, selain itu akar juga merupakan tempat lokalisasi materi toksin sebelum di alirkan ke organ lain.

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dibagi menjadi 3 proses yang bersinambungan, yaitu : Pertama, penyerapan oleh akar. Agar

tumbuhan dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (*rizosfer*) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhan. Senyawa-senyawa yang larut dalam air biasanya diambil oleh akar bersama air, sedangkan senyawa-senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar. Kedua, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain. Setelah logam menembus endodermis akar, logam atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tumbuhan melalui jaringan pengangkut (xylem dan floem) ke bagian tumbuhan lainnya. Ketiga, lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tumbuhan. Sebagai upaya untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (Nopriani, 2011).

Masuknya logam berat cadmium ke dalam organ tumbuhan mangrove terjadi 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 6 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.

Cadmium merupakan logam berat yang aktif, sangat mudah diserap akar dan dipindahkan menuju bagian atas tumbuhan. Logam berat lain yang lebih pasif seperti plumbum, bersamaan dengan cadmium biasanya akan terdistribusi pada organ tumbuhan dengan urutan akumulasi terbesar pada akar, kemudian tajuk, daun, buah, dan terkecil pada benih. Pendistribusian logam berat ke organ tumbuhan merupakan salah satu bentuk pertahanan tumbuhan (Fardiaz, 1995).

Berdasarkan hasil penelitian, organ lain yang mampu menyerap logam berat Cd adalah daun. Pada proses menyerapan logam berat dari akar ke daun terjadi beberapa mekanisme yang dilakukan oleh tumbuhan, diantaranya penanggulangan materi toksik ameliorasi yang berupa lokalisasi, dilusi dan ekresi, serta suatu mekanisme penanggulangan materi toksik toleransi sehingga dalam pergerakannya logam berat yang diserap mengalami penurunan, hal ini dapat

dilihat dari kadar logam berat yang tinggi dalam akar akan terus berkurang ketika bergerak menuju daun, sehingga kandungan logam berat di daun juga menurun.

Setelah materi toksik sampai di daun terjadi mekanisme di dalam daun, tujuannya untuk mengurangi efek toksik yang terjadi. Menurut Loveless (1991) menjelaskan bahwa tumbuhan memiliki upaya penanggulangan materi toksik dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi) yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya. Pengenceran dengan penyimpanan logam berat dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi).

4.4 Kadar Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Air Laut, Sedimen Tumbuhan Mangrove (*A. Marina*, *R. Apiculata* dan *S. Alba*).

Berdasarkan hasil analisa data tentang kandungan logam berat cadmium (Cd) pada air laut, sedimen dan tumbuhan mangrove dengan menggunakan *Analysis Of Variance* menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan nilai signifikansi $\leq 0,05$ (lampiran 7). Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan memiliki kadar logam berat cadmium (Cd) yang berbeda. Untuk mengetahui perbedaan dari ketiga lingkungan tersebut dilakukan *Uji Jarak Duncan* (lampiran 8) yang disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Rata-rata kandungan logam berat pada air laut, sedimen dan tumbuhan mangrove.

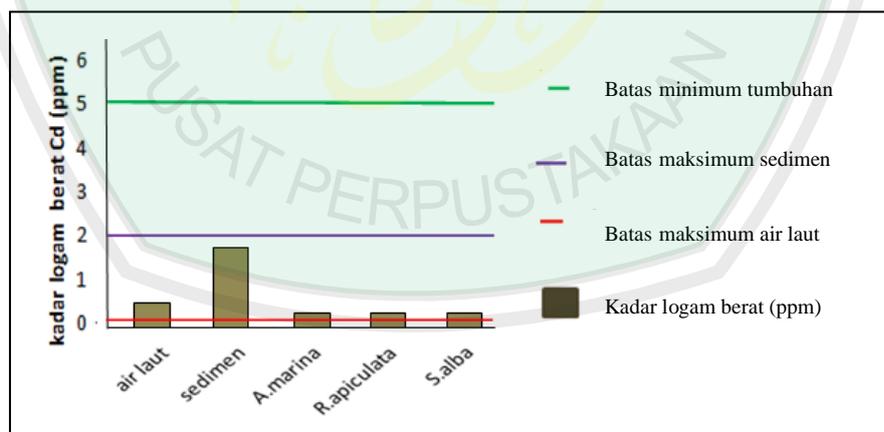
Lingkungan	Kadar (ppm)	Standart Baku mutu (ppm)
air laut	0,358 b	0,01 *
sedimen	1,514 c	1-2 **
<i>A.marina</i>	0,194 a	5-30 **
<i>R.apiculata</i>	0,222 a	5-30 **
<i>S.alba</i>	0,240 a	5-30 **

*) : Kep.MENLH No. 51 Tahun 2004

**): RNO (Reseau National d'Observation) dalam Anggraini (2007)

Keterangan : angka yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak duncan 5%

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa kandungan logam berat Cd pada air laut, sedimen dan tumbuhan berbeda nyata. Kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada sedimen yaitu sebesar 1,514 ppm, kemudian pada air laut sebesar 0,358 ppm dan pada tumbuhan *A.marina* sebesar 0,194 ppm, *R.apiculata* sebesar 0,222 ppm dan *S.alba* 0,240 ppm, hasil disajikan dalam grafik dibawah ini.



Gambar 4.7 Grafik rata-rata kandungan logam berat pada air laut, sedimen dan tumbuhan mangrove.

Berdasarkan grafik di atas diketahui bahwa terdapat perbedaan kandungan logam berat Cd pada air laut, sedimen dan tumbuhan mangrove. Selain itu, dari tabel 4.3 menunjukkan bahwa hanya air laut yang memiliki kandungan logam berat cadmium yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yaitu 0.01 ppm untuk air. Sedangkan untuk kadar logam berat cadmium pada sedimen hampir melebihi ambang menurut RNO (*Reseau National d'Observation*) yaitu 1-2 ppm. Dan untuk kadar logam berat pada tumbuhan tidak melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

Pada hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan pada bulan November 2012 menunjukkan bahwa kadar logam berat Cd pada air laut sebesar 0,251. Hal ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian bulan Februari 2013 sebesar 0,358 ppm. Perbedaan kadar logam berat Cd pada air laut tersebut dipengaruhi oleh cuaca dimana pada bulan November belum musim hujan, sehingga limbah logam berat yang masuk diperairan laut hanya berasal dari limbah yang dibuang langsung ke laut, sedangkan pada bulan Februari sudah mulai musim hujan, sehingga sumber logam berat yang mencemari laut lebih banyak lagi tidak hanya dari limbah industri maupun domestik yang dibuang ke laut melainkan juga dari logam-logam yang berada di udara dan jatuh ke permukaan air bersama air hujan.

Menurut Soemira (2005) Sumber alamiah logam berat masuk ke dalam perairan bisa dari pengikisan batuan mineral. Di samping itu juga berasal dari partikel logam yang ada di udara, karena adanya hujan dapat menjadi sumber logam dalam perairan.

Hasil penelitian pendahuluan pada sedimen bulan November 2012 lebih tinggi dari pada bulan Februari 2013 yaitu sebesar 1,727 ppm, hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan cuaca, dimana pada bulan November cuaca panas atau tidak musim hujan sehingga kadar logam berat dalam perairan akan mengendap ke permukaan laut dan ketiga musim hujan kadar logam berat yang berada di sedimen akan mengalami pengenceran karena adanya air hujan.

Baik pada hasil uji pendahuluan maupun penelitian, keduanya menunjukkan bahwa kadar logam berat cadmium pada sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan kadar logam berat pada air laut. Hal ini terjadi karena adanya perpindahan materi toksin dari air ke sedimen. Menurut Connel dan Miller (2006) menyatakan bahwa perpindahan logam berat dari perairan ke sedimen terjadi jika logam berat berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen dan dalam keadaan yang sesuai, beberapa logam yang berikatan dengan sedimen dan partikel yang mengendap, kembali ke dalam air yang diikuti remobilisasi dan difusi ke atas.

Mulyanto (1992) dalam Fitriyah (2007) menambahkan bahwa tingginya logam berat pada sedimen disebabkan karena aktifitas bakteri dan jamur, tetapi cenderung dilarutkan kembali dalam bentuk ion. Setelah mengalami pengendapan, bahan organik dan logam akan mengalami diagenesis, yaitu serangkaian proses yang terjadi dalam suatu larutan yang meliputi pembentukan sedimen pada temperatur rendah dan pada proses ini melibatkan peningkatan bobot molekul dan hilangnya gugus fungsi.

Kandungan logam berat yang tinggi pada sedimen menyebabkan akumulasi logam berat lebih besar pada organ akar tumbuhan, karena organ akar berhubungan langsung dalam proses penyerapan unsur hara termasuk logam berat yang ada di lingkungannya.

Adanya kontak langsung dengan materi toksik yang ada diperairan menambah tingginya kadar logam berat pada sedimen, selain itu juga kadar logam berat pada sedimen dipengaruhi oleh kondisi pencemaran lingkungan akibat logam berat di pantai Tambaan atau penambahan sedimen dari limbah padat domestik dan industri yang terbawa oleh air sungai ke laut. Pencemaran yang terjadi kemungkinan besar disebabkan oleh adanya sampah-sampah organik dan anorganik yang berasal dari limbah rumah tangga, selain itu juga diduga pencemaran logam berat Cd di perairan pantai Tambaan berasal dari pabrik-pabrik yang membuang limbahnya ke sungai-sungai yang bermuara di pantai Tambaan Pasuruan, terutama sungai Gembong. Industri yang kemungkinan sebagai sumber penghasil limbah logam berat yaitu Industri pengolahan besi dan industri pengalengan, pengeringan dan olahan ikan.

Kadar logam berat Cd yang berada di perairan pantai Tambaan juga telah melebihi ambang batas yang ditetapkan pemerintah. Keberadaan logam-logam dalam badan perairan dapat berasal dari sumber-sumber alamiah dan aktivitas yang dilakukan oleh 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.

Menurut Clark (1995) dalam Rohmawati (2007), cadmium (Cd) masuk ke perairan melalui:

1. Uap, debu dan limbah pertambangan timah dan seng
2. Air bilasan dari elektroplating (penyepuhan/pelapisan logam)
3. Besi, tembaga dan industri logam non ferrous yang menghasilkan uap dan abu serta air limbah dan endapan yang mengandung cadmium
4. Seng yang digunakan untuk melapisi logam mengandung kira-kira 0,2% Cd sebagai bahan ikutan, semua Cd ini akan masuk perairan melalui proses korosi dalam kurun waktu 2-4 tahun
5. Pupuk fosfat dan endapan sampah

Palar (1994) menambahkan bahwa logam-logam di dalam badan perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dengan sedimen (endapan). Keadaan ini terutama sekali terjadi pada bagian dasar dari perairan. Dimana pada dasar perairan ion logam dan kompleks-kompleknya yang terlarut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel yang lebih besar apabila terjadi kontak dengan permukaan partikulat yang melayang-layang dalam badan perairan. Partikel-partikel tersebut terbentuk dengan bermacam-macam bentuk ikatan permukaan.

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.

Soemira (2003), menyatakan walaupun terjadi peningkatan sumber logam berat, namun konsentrasinya dalam air dapat berubah setiap saat. Hal ini, terkait dengan adanya berbagai proses yang dialami oleh senyawa tersebut dalam kolom air. Parameter yang mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan adalah suhu, salinitas, arus, pH, dan padatan yang tersuspensi total.

Adanya pencemaran logam berat dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua organisme perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya, keadaan tersebut akan menghancurkan ekosistem perairan (Soemira, 2003).

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 (Palar, 2004).

4.4 Pemanfaatan Tumbuhan Mangrove Dalam Pandangan Islam.

Al-Qur'an banyak menjelaskan tentang keanekaragaman tumbuhan-tumbuhan. Hal ini merupakan bukti nyata betapa pentingnya mempelajari dan mendalami fenomena penciptaan tumbuhan. Penelitian ini telah mendapatkan hasil bahwa di pantai Tambaan Pasuruan terdapat tiga spesies tumbuhan mangrove pada fase pancang, yaitu *A.marina*, *R.apiculata* dan *S. alba* yang dapat mengakumulasi logam berat cadmium (Cd) pada organ akar dan daun. Akumulasi tertinggi terdapat pada *S. alba*, kemudian *R.apiculata* dan *A.marina*.

Hutan mangrove merupakan ciptaan Allah SWT sebagai bagian organik dari alam lingkungan. Hutan mangrove mempunyai banyak manfaat untuk keberlangsungan hidup manusia, satu diantaranya yaitu dapat menyerap logam berat yang ada di lingkungannya, Sehingga Islam memberikan aturan-aturan untuk menjaga dan melestarikan hutan.

Allah menciptakan segala suatu yang ada dimuka bumi ini untuk bisa diambil manfaatnya ,sehingga dapat menunjang keberlangsungan hidup untuk memenuhi kebutuhan manusia. Allah SWT berfirman dalam Q.S an-nahl ayat 14 :

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى
الْفُلْكَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ ۗ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

“14. dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur.”

Tafsir Nurun Qur'an (2005) menjelaskan bahwa laut mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Air laut adalah sumber uap, awan dan hujan. Kedalaman laut memberikan manusia makanan yang lezat berupa ikan-ikan, dan permukaan airnya menyediakan sarana transportasi yang murah. Semua manfaat ini menjadi mungkin berkat kebijaksanaan dan kekuasaan Allah SWT, dan manusia tidak punya peran apapun dalam menjadikan semua itu

Keuntungan lain dari penciptaan lautan yaitu adanya ekosistem mangrove yang dapat tumbuh di pinggir laut maupun di muara sungai. Tumbuhan mangrove biasanya tumbuh baik di daerah perairan payau atau pertemuan antara laut dan sungai. Hal ini tidak terjadi karena kebetulan semata atau berlangsung secara tak sengaja, tetapi Allah SWT mempunyai rahasia tersendiri atas fenomena tersebut, seperti yang telah di sebutkan dalam Al-Qur'an surat 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 (berdampangan); yang ini tawar lagi segar dan yang lain asin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi.”

Pada tafsir Fi Zhilalil-Qur'an (2004) dijelaskan bahwa 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 SWT. 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.

Dalam surat Al-Furqaan ayat 53 di atas sudah sangat jelas, bahwa Allah SWT telah menciptakan batas antara laut dan sungai. Dimana sungai memiliki posisi yang lebih tinggi dari pada laut, sehingga air sungailah yang jatuh ke perairan laut. seperti yang telah kita ketahui bahwa semua aktivitas yang dilakukan manusia banyak menghasilkan limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Tak jarang limbah-limbah tersebut bersifat toksik. Dan hampir semua limbah yang dihasilkan tersebut di buang ke aliran sungai.

Limbah-limbah yang terbawa oleh arus sungai nantinya akan terus mengalir dan berakhir di perairan laut dan pada titik pertemuan antara sungai (muara sungai) dan laut terkadang tinggi akan kadar pencemarannya khususnya logam berat. Disisi lain tumbuhan mangrove banyak tumbuh di muara sungai, maka dengan adanya tumbuhan ini dapat mengurangi kadar logam berat yang ada di lingkungan karena tumbuhan ini mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat di dalam jaringan tubuhnya. Sehingga materi-materi toksik yang terbawa oleh arus sungai dapat berkurang sebelum masuk ke perairan laut.

Semua ciptaan Allah SWT yang terdapat di muka bumi ini memberikan pelajaran serta pengetahuan yang harus diteliti. Disamping itu juga harus dilestarikan demi kelangsungan hidup. Oleh karena itu dalam memanfaatkan sumber daya alam harus dibatasi agar tidak hanya mengeksploitasikan alam tanpa ada usaha untuk melestarikan. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-A'raaf ayat 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ

الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“56. dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.”

Dalam Tafsir Nurun Quran (2004) dijelaskan bahwa sebuah masyarakat yang berkembang kearah kemajuan akan diselewengkan ke dalam sesuatu yang berbahaya (...sesudah Allah memperbaikinya...).

Usaha pelestarian alam sebagaimana yang telah Allah SWT perintahkan, tidak terlepas dari posisi manusia sebagai khilafah dimuka bumi ini. Sebagaimana Allah berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 30.

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰئِكَةِ اِنِّىْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةً ۗ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِىْهَا مَنْ يُّفْسِدُ فِىْهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَحَنُنُۭۤا نُّسَبِحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّىْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ﴿۳۰﴾

“30. ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada Para Malaikat: "Sesungguhnya aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, Padahal Kami Senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."

Sebagai khilafah di muka bumi, sudah sepantaskan kita harus menjaga apa yang telah Allah SWT ciptakan demi keberlangsungan hidup tanpa harus merusak lingkungan. Salah satunya yaitu menjaga ekosistem tumbuhan mangrove terkait dengan manfaatnya yang cukup penting terutama dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat di perairan, sehingga kadar logam berat di perairan dapat berkurang.

Dengan berkurangnya kadar logam berat di perairan maka potensi untuk terjadi pencemaran laut juga berkurang, sehingga semua ekosistem yang berada di perairan laut tidak rusak dan dapat terpelihara dengan baik. Seperti contohnya pada biota laut. Jika perairan laut tercemar oleh logam berat yang berbahaya misalnya Cd maka dalam tubuh biota laut (ikan, kerang dll) juga akan tinggi kadar logam beratnya, karena beberapa biota laut dapat mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya. Tidak hanya berhenti sampai disini saja, ikan dan kerang yang sudah mengakumulasi logam berat kemungkinan akan di tangkap oleh nelayan sekitar dan di jual, Kemudian di konsumsi oleh masyarakat. Sehingga secara tidak sadar masyarakat sendiri telah meracuni tubuhnya dengan logam berat yang berada pada ikan, kerang maupun biota laut lainnya.

Cadmium (Cd) adalah logam yang sangat toksik dan dapat terakumulasi cukup besar pada organisme hidup karena mudah diadsorpsi dan mengganggu sistem pernapasan serta pencernaan. Jika teradsorpsi ke dalam sistem pencernaan dan paru-paru, cadmium akan membentuk kompleks dengan protein sehingga mudah diangkut dan menyebar ke hati dan ginjal. Hal ini akan menimbulkan tetragenik, mutagenik, dan karsinogenik.