

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kawasan Pantai dan Pesisir

Pesisir merupakan salah satu wilayah terluas yang dimiliki oleh Indonesia, sehingga masyarakat Indonesia memanfaatkan sebagai kegiatan ekonomi untuk memenuhi suatu kebutuhan hidup. Menurut Dahuri (2002) *dalam* Rachmawaty (2011) menyatakan bahwa wilayah pesisir merupakan tempat aktivitas ekonomi yang mencakup perikanan laut dan pesisir, transportasi dan pelabuhan, pertambangan, kawasan industri, agribisnis dan agroindustri, rekreasi dan pariwisata serta kawasan pemukiman dan tempat pembuangan limbah.

Selain memiliki tingkat ekonomis, wilayah pesisir memiliki nilai ekologis yang cukup tinggi. Berdasarkan pernyataan Astuti (2009) menyatakan wilayah pesisir merupakan pusat interaksi antara darat dengan laut. Wilayah ini berperan sebagai penyangga, pelindung dan penyaring di antara daratan dan lautan, serta merupakan pemusatan terbesar penduduk. Wilayah pesisir merupakan ekosistem alamiah yang produktif, unik, dan mempunyai nilai ekologis dan ekonomis yang tinggi. Selain menghasilkan bahan dasar untuk pemenuhan kebutuhan pangan, keperluan rumah tangga dan industri yang dalam konteks ekonomi bernilai tinggi, wilayah pesisir juga memiliki fungsi-fungsi ekologis penting, antara lain sebagai penyedia nutrisi, sebagai tempat pemijahan, tempat budidaya, serta tempat mencari makanan bagi beragam biota laut. Menurut Bengen (2002) *dalam* Astuti (2009) menyatakan bahwa ekosistem pesisir dan laut berperan pula sebagai

pelindung pantai atau penahan abrasi bagi wilayah daratan yang berada di belakang ekosistem ini.

Pesisir adalah lingkungan yang terletak di sepanjang garis pantai. Wilayah pesisir pantai merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut, seperti pasang surut dan proses alami yang terjadi di darat seperti aliran air tawar maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat. Ekosistem pantai letaknya berbatasan dengan ekosistem darat, laut dan daerah pasang surut. Ekosistem pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme yang hidup di pantai memiliki adaptasi struktural sehingga dapat melekat erat di substrat keras (Leksono, 2007). Sebagai wilayah peralihan, ekosistem pesisir memiliki struktur komunitas dan tipologi yang berbeda dengan ekosistem lainnya. Ekosistem pesisir dan laut beserta sumberdaya yang dikandungnya sangat dibutuhkan oleh masyarakat pesisir di dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Beragam ekosistem yang terdapat di wilayah pesisir secara fungsional saling terkait dan berinteraksi satu sama lain sehingga membentuk suatu sistem ekologi yang unik (Tuwo, 2011).

2.2 Pencemaran

Pencemaran lingkungan adalah salah satu penyebab dari kerusakan dan merubah tatanan lingkungan, sumber bahan pencemaran semakin hari semakin meningkat. Menurut Mukono (2005) menyatakan bahwa bahan pencemar (polutan) adalah suatu bahan yang ada di lingkungan dan merupakan hasil aktivitas manusia, yang mempunyai efek merugikan bagi organisme hidup. Ahli

ekotoksikologi sangat tertarik pada nasib dan efek dari bahan kimia pencemar (polutan). Suatu pencemar adalah representasi dari rekayasa manusia yang mempengaruhi ekosistem alami, termasuk hilang dan rusaknya habitat organisme. Yang mempengaruhi ekosistem tersebut di antaranya adalah kebisingan, eksploitasi berlebih, perubahan iklim, dan penyebaran penyakit.

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksis) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994).

Pengaruh buruk pencemar secara umum menurut Connell (1995) dapat dikaitkan dengan tiga faktor lingkungan, yaitu:

1. Produksi pabrik yang berlebih
2. Deoksigenasi
3. Pengaruh fisiologis yang toksis atau yang hampir sama buruknya terhadap makhluk hidup.

Kerusakan alam itupun disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk yang memerlukan suplai bahan dan jasa yang semakin meningkat. Hal ini didukung oleh inovasi di bidang kedokteran dan kesehatan, sehingga peningkatan jumlah penduduk semakin tinggi. Dengan demikian akan meningkat jumlah

maupun keanekaragaman buangan, baik buangan industri maupun buangan domestik (Soemirat, 2005).

2.2.1 Pencemaran Perairan

Air merupakan sumber utama dari kebutuhan manusia, tetapi air dapat juga menjadi sumber penyakit yang dapat membahayakan kesehatan, hal ini disebabkan air telah tercemar oleh polusi. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, tetapi bukan berarti semua air tercemar atau terpolusi.

Wardhana (1995) menyatakan bahwa diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batas-batas polusi air. Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

1. Adanya perubahan suhu air
2. Adanya perubahan pH atau konsentrasi ion hydrogen
3. Adanya perubahan bau, rasa dan warna air
4. Timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut
5. Adanya mikroorganisme
6. Meningkatnya radio aktif lingkungan.

Perairan sering tercemar oleh berbagai komponen anorganik di antaranya berbagai jenis logam berat berbahaya yang banyak dihasilkan dari proses industri. Logam-logam tersebut dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun. Logam

berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam jumlah tertentu atau melebihi ambang batasnya dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologi. Salah satu yang dapat mencemari perairan adalah logam berat kromium (Cr). Bahan kromium banyak digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan misalnya dalam bidang litografi, tekstil, fotografi, zat warna, dan lain sebagainya (Palar, 2008).

Menurut Wardhana (1995) fungsi laut bagi bangsa Indonesia antara lain:

1. Sebagai media komunikasi dan transportasi
2. Sebagai sumber mineral dan hasil-hasil tambangnya
3. Sebagai sumberdaya hayati laut yang dapat menghasilkan sumber protein konsumtif di samping protein yang berasal dari ternak potong dan protein nabati
4. Sebagai media pertahanan dan keamanan nasional
5. Sebagai media olahraga dan sarana pariwisata yang mampu menghasilkan devisa negara.
6. Sebagai sumber ilmu pengetahuan.

Lautan juga menerima bahan-bahan yang terbawa oleh air dari daerah pertanian dan limbah rumah tangga, atmosfer, sampah dan bahan buangan dari kapal, tumpahan minyak dari kapal tanker dan penegeboran minyak lepas pantai, dan masih banyak lagi bahan yang terbuang di lautan. Lautan dapat melarutkan dan menyebarkan bahan-bahan tersebut sehingga konsentrasinya menjadi menurun, terutama di daerah lautan dalam. Kehidupan laut juga terbukti lebih

sedikit terpengaruh daripada laut dangkal. Daerah pantai, terutama daerah muara sungai sering mengalami pencemaran berat, yang disebabkan karena proses pencemaran yang sangat lambat (Darmono, 2001).

Pencemaran laut dapat didefinisikan sebagai dampak negatif (pengaruh yang membahayakan) terhadap kehidupan biota, sumber daya, dan kenyamanan ekosistem laut serta kesehatan manusia yang nilai guna lainnya dari ekosistem laut yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah (termasuk energi) ke dalam laut yang berasal dari kegiatan manusia (Dahuri, 2004).

2.3 Logam Berat

Definisi logam berat yaitu gaya berat spesifik logam (lebih besar dari 4 atau 5), tempatnya pada Tabel Periodik, sebagai contoh, unsur-unsur dengan jumlah atom 22-23 dan 40-45, serta Lantanida dan Aktinida, dan tanggapan spesifik biokimiawi di dalam hewan dan tumbuhan (Murphy, 1981).

Istilah logam berat untuk menggantikan pengelompokan ion-ion logam dalam 3 kelompok biologi dan kimia. Pengelompokan tersebut adalah sebagai berikut (Palar, 1994):

- a. Logam-logam yang dengan mudah mengalami reaksi kimia bila bertemu dengan unsur oksigen atau disebut juga dengan *oxygen-seeking metal*.
- b. Logam-logam yang dengan mudah mengalami reaksi kimia bila bertemu dengan unsur nitrogen dan atau unsur belerang (sulfur) atau dan disebut juga *nitrogen sulfur seeking metal*.

- c. Logam antara atau logam transisi yang memiliki sifat khusus (spesifik) sebagai logam pengganti (ion pengganti) untuk logam-logam atau ion-ion logam dari kelas A dan logam Kelas B.

Unsur logam ditemukan secara luas di seluruh permukaan bumi. Mulai dari tanah dan batuan, badan air, bahkan pada lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi. Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal (Palar, 1994).

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3 , terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7. Miettinen (1977) menjelaskan bahwa logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu:

1. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat, logam-logam tersebut antara lain: Hg, Pb, Cd, Cr, As.
2. Moderat, yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang pulih maupun tidak dalam waktu yang relatif lama, logam-logam tersebut antara lain: Ba, Be, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Co, dan Rb
3. Kurang beracun, logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan, logam-logam tersebut antara lain: Al, Bi, Co, Fe, Ca, Mg, Ni, K, Ag, Ti, dan Zn

4. Tidak beracun, yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut antara lain: Na, Al, Sr, dan Ca.

Ada 4 jenis logam yang berbahaya bagi manusia yaitu: arsen (As), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg). Logam-logam tersebut diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun (Kristanto, 2002).

Logam berat biasanya bernomor atom 22-29 dan periode 3 sampai 7 dalam susunan berkala unsur-unsur kimia. Beberapa unsur logam berat tersebut antara lain Hg, Pb, Cd, Cr, Zn dan Cu. Pada umumnya semua logam berat tersebar di seluruh permukaan bumi baik di tanah, air dan udara. Logam berat ini dapat berbentuk organik, anorganik terlarut atau terikat dalam suatu partikel (Harahap, 1991).

Senyawa logam berat banyak digunakan untuk kegiatan industri sebagai bahan baku, katalisator, biosida maupun sebagai *additive*. Limbah yang mengandung logam berat ini akan terbawa oleh sungai dan karenanya limbah industri merupakan sumber pencemar logam berat yang potensial bagi pencemaran laut (Hutagalung, 1984).

2.3.1 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya *plumbum* dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (Ba) 207,2 (Palar, 1994).

Menurut Palar (1994) logam timbal atau Pb mempunyai sifat-sifat yang khusus, yaitu:

1. Merupakan logam yang lunak sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
2. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan coating.
3. Mempunyai titik lebur rendah hanya $327,5^{\circ}\text{C}$.
4. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa kecuali emas dan merkuri.
5. Merupakan penghantar listrik yang baik.

Sebagai sumber Pb antara lain baterai, bahan aditif pada bahan bakar, dan pigmen cat. Jumlah terbesar berasal dari bahan bakar kendaraan bermotor (premium) yang menggunakan Pb sebagai bahan anti-knok dan untuk meningkatkan oktan, yang kemudian mencemari udara, tanah, dan air. Dari hasil studi ditemukan bahwa ada hubungan antara bahan bakar yang mengandung Pb dan Pb dalam darah umbilikal. Air bersih mengandung $1-10\ \mu\text{g/liter}$, tanah mengandung $2-200\ \text{ppm}$, laut dalam mengandung $0,02-0,04\ \mu\text{g/liter}$. Metilasi dari Pb anorganik menjadi tetra metil Pb oleh mikroorganisme dapat terjadi pada sedimen (Mukono, 2005).

Logam timbal Pb adalah jenis logam lunak berwarna coklat kehitaman dan mudah dimurnikan. Logam Pb lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya dan secara alamiah terdapat pada batu-batuan serta lapisan kerak bumi. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfida logam (PbS) yang sering

disebut *galena* (Darmono, 1995). Timbal banyak digunakan dalam industri misalnya sebagai zat tambahan bahan bakar, pigmen timbal dalam cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar Pb di lingkungan (Lu, 1995).

Sedangkan di laut sendiri sumber utama Pb berasal dari alam yaitu debu yang tertiuap angin dan debu vulkanik. Sumber lainnya adalah berasal dari aktivitas manusia yaitu *lead alkyls* pada Bahan Bakar Minyak (Laws 1993). Menurut Saeni (1989), timbal masuk ke perairan melalui pengendapan jatuhnya debu yang mengandung Timbal Tetraetil, erosi, dan limbah industri.

2.3.2 Logam Berat Kadmium (Cd)

Logam kadmium mempunyai berat atom 112.41; titik cair 321 °C dan massa jenis 8.65 gr/ml (Hutagalung, 1991). Keberadaan kadmium di alam berhubungan erat dengan hadirnya logam Pb dan Zn. Dalam industri pertambangan Pb dan Zn, proses pemurniannya akan selalu memperoleh hasil samping kadmium yang terbuang dalam lingkungan (Palar, 2004). Kadmium digunakan sebagai pigmen dalam pembuatan keramik, penyepuhan listrik, pembuatan aloi dan baterai alkali (Lu, 1995).

Kadmium digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Logam kadmium biasanya selalu dalam bentuk campuran dengan logam lain terutama dalam pertambangan timah hitam dan seng (Darmono 1995). Sumber Cd dalam laut terutama berasal dari alam yaitu letusan gunung berapi, debu yang terbawa angin, kebakaran hutan, menyebabkan Cd yang terkandung didalam pohon terlepas, namun tidak dijelaskan mengenai jenis pohon secara spesifik, lahan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung

kadmium dan aliran sungai yang berasal dari lahan tersebut. Sumber lainnya merupakan hasil buangan manusia berasal dari pertambangan, ekstraksi dan pengolahan Zn (Laws 1993).

Logam kadmium atau Cd juga akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Logam ini masuk ke dalam tubuh bersama makanan yang dikonsumsi, tetapi makanan tersebut terkontaminasi oleh logam Cd dan atau persenyawaannya. Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biogminifikasi di badan perairan. Di samping itu, tingkatan biota dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah Cd yang terakumulasi. Di mana pada biota yang lebih tinggi stratanya akan ditemukan akumulasi Cd yang lebih banyak, sedangkan pada biota top level merupakan tempat akumulasi paling besar. Bila jumlah Cd yang masuk tersebut telah melebihi ambang batas maka biota dari suatu level atau strata tersebut akan mengalami kematian dan bahkan kemusnahan. Keadaan inilah yang menjadi penyebab kehancuran suatu tatanan sistem lingkungan (ekosistem) karena salah satu mata rantainya telah hilang (Palar, 1994)

2.3.3 Logam Berat Merkuri (Hg)

Logam berat merkuri atau air raksa mempunyai nama kimia *hydragyrum* yang berarti perak cair. Logam merkuri dilambangkan dengan Hg. Pada tabel periodika unsur-unsur kimia menempati urutan (NA) 80 dan mempunyai bobot atom (BA 200,59). Merkuri telah dikenal manusia sejak zaman peradaban. Logam ini dihasilkan dari bijih sinabar. HgS yang mengandung unsur merkuri antara

0,1% - 4%. Merkuri yang telah dilepaskan kemudian dikondensasi sehingga diperoleh logam cair murni. Logam cair inilah yang digunakan manusia untuk bermacam-macam keperluan (Palar, 1994).

Merkuri dan turunannya sangat beracun, sehingga kehadirannya di lingkungan perairan dapat mengakibatkan kerugian pada manusia karena sifatnya yang mudah larut dan terikat dalam jaringan tubuh organisme air. Selain itu merkuri mempunyai kemudahannya diserap dan terkumpul dalam jaringan tubuh organisme air, baik melalui proses bioakumulasi maupun biomagnifikasi yaitu melalui *food chain* (Budiono, 2003).

Logam Hg sangat cepat bereaksi dengan gas umumnya Cl_2 , S dan N_2O , tetapi Hg tidak bereaksi dengan air, uap ataupun asam-asam yang bukan oksidator kuat. Penambangan logam Hg pertama kali dalam bentuk sinabar (HgS) pada permulaan tahun 1100 SM di Cina dan sejak itu logam Hg banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai kepentingan. Air raksa dapat dimanfaatkan dalam bentuk logam murni, organik dan anorganik. Karena potensial oksidasinya sangat rendah yakni $-0,799$ maka logam Hg sulit bereaksi dengan oksigen pada suhu kamar sehingga tahan terhadap korosi dan mudah di campur dengan logam lain dalam bentuk cairan (Connell dan Miller, 1995).

Raksa di laut akan mengendap karena senyawa sulfurnya sukar larut. Merkuri dengan mudah berikatan dengan unsur kimia khlor. Ikatan dengan ion khlor akan membentuk HgCl yang mudah masuk ke dalam plankton dan dapat berpindah ke biota lau, seperti kerang, ikan dan sebagainya. Di dasar laut yang tidak ada oksigen, Hg terdapat sebagai Hg, HgS dan Hg_2S . Sistem mikrobial di

laut dapat memasukkan semua bentuk anorganik Hg menjadi metil merkuri (CH_3Hg) dalam sedimen. Hal ini dilepaskan dengan mudah dari partikel yang mengendap di air dan kemudian terakumulasi oleh organisme hidup (Clark, 1986).

2.4 Logam Berat di Perairan

Air merupakan zat yang penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup. Apabila suatu perairan telah tercemar oleh logam-logam berbahaya maka akan mengakibatkan hal-hal yang buruk bagi kehidupan. Pencemaran oleh logam berat beracun di lingkungan perairan disebabkan terutama oleh meningkatnya skala kegiatan sektor perindustrian yang tidak disertai proses penanggulangan air limbah yang dihasilkan (Darmono, 2001).

Menurut Hutagalung (1984) faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat toksisitas logam berat antara lain suhu, salinitas, pH, dan kesadahan. Penurunan pH dan salinitas perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Peningkatan suhu menyebabkan toksisitas logam berat meningkat. Sedangkan kesadahan yang tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat, karena logam berat dalam air dengan kesadahan tinggi membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam air.

Badan perairan ion-ion logam juga bereaksi membentuk kompleks organik dan kompleks anorganik. Ligand-ligand pengompleks dominan yang terdapat pada badan perairan terdiri dari Cl^- , SO_4^{2-} , F^- , S^{2-} dan PO_4^{3-} . Urutan kemudahan proses pembentukan kompleks ini hampir sama dengan urutan kemudahan terjadinya hidrolisis, yaitu dari kompleks yang mudah larut kepada kompleks

yang sulit larut. Ligand-ligand di perairan memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi ion-ion logam, sehingga terjadi kompetisi antara ligand-ligand organik yang ada dalam proses pembentukan kompleksnya dengan logam, sementara itu logam-logam seperti Pb, Zn, Cd, dan Hg mempunyai kemampuan untuk membentuk kompleks sendiri dan mudah membentuk kompleks dengan ion-ion Cl^- dan SO_4^{2-} pada konsentrasi yang sama dengan yang terdapat pada air laut (Palar, 1994).

Logam berat masuk kedalam perairan melalui air hujan, aliran air permukaan, erosi korofikasi batuan mineral, dan berbagai kegiatan manusia seperti aktivitas industri, pertambangan, pengolahan atau penggunaan logam dan bahan yang mengandung logam. Kelarutan logam berat dalam air bisa berubah menjadi lebih tinggi atau lebih rendah, tergantung kondisi lingkungan perairan. Pada perairan yang kekurangan oksigen akibat tingginya konsentrasi bahan organik, kelarutan beberapa jenis logam, seperti Zn, Cd, Pb dan Hg, semakin rendah dan lebih mudah mengendap. Logam berat yang masuk ke sistem perairan baik di sungai maupun lautan akan dipindahkan dari badan airnya melalui tiga proses yaitu pengendapan, adsorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976 dalam Zubayr, 2009).

Dalam perairan, logam berat dapat ditemukan dalam bentuk terlarut dan tidak terlarut. Logam berat terlarut adalah logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik, sedangkan logam berat yang tidak terlarut merupakan partikel-partikel yang berbentuk koloid dan senyawa

kelompok metal yang teradsorbsi pada partikel-partikel yang tersuspensi (Razak, 1980).

Sumber-sumber logam alamiah yang masuk ke dalam badan perairan bisa berupa pengikisan dari batu mineral yang banyak di sekitar perairan. Di samping itu, partikel-partikel logam yang ada di udara dikarenakan oleh hujan, juga dapat menjadi sumber logam di badan perairan. Umumnya logam-logam yang terdapat dalam perairan dalam bentuk persenyawaan, seperti senyawa hidroksida, senyawa oksida, senyawa karbonat dan senyawa sulfida. Kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut. Umumnya pada pH yang semakin tinggi maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida-hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap dan membentuk lumpur (Palar, 1994).

2.5 Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan organisme akuatik yang hidup di dasar perairan dengan pergerakan relatif lambat dan menetap (*sessile*) serta daur hidupnya relatif lama sehingga menyebabkan mempunyai kemampuan merespon kondisi kualitas air secara terus menerus (Mason, 1993).

Bentos adalah organisme yang hidup di permukaan atau dalam substrat dasar perairan yang meliputi organisme nabati yang disebut fitobentos dan

organisme hewani yang disebut zoobentos. Pada umumnya zoobentos adalah makro invertebrata yang meliputi insekta, mollusca, oligochaeta, crustacea dan nematoda (Cummins, 1975).

Menurut Jeffries & Mills (1996), makrozoobentos dapat dibedakan dalam empat golongan berdasarkan kebiasaan makannya yaitu :

1. Perumput (*grazer*) dan pengikis (*scraper*) yaitu herbivora pemakan alga yang tumbuh melekat pada substrat.
2. Pemarut (*shredder*), yaitu detritivora pemakan partikel ukuran besar.
3. Kolektor (*collector*) yaitu detritivora pemakan partikel halus baik yang berupa suspensi dan berupa endapan.
4. Predator yaitu berupa hewan karnivora.

Berdasarkan kepekaannya terhadap bahan pencemar. Gauffin (1958) dalam Wilhm (1975) membagi makrozoobentos menjadi tiga golongan yaitu: intoleran, fakultatif, dan toleran. Organisme intoleran adalah organisme yang tumbuh dan berkembang dalam kisaran toleransi lingkungan yang sempit terhadap pencemaran, dan tidak tahan terhadap tekanan lingkungan sehingga hanya hidup pada perairan yang belum tercemar dan miskin bahan organik. Organisme fakultatif adalah organisme yang dapat hidup dalam kisaran toleransi lingkungan yang agak luas, meskipun dapat hidup dalam perairan yang kaya bahan organik dan perairan yang tercemar ringan sampai dengan pencemaran sedang, namun tidak dapat mentolerir tekanan lingkungan. Organisme toleran adalah organisme yang tumbuh dan berkembang dalam kisaran toleransi lingkungan yang luas sehingga mampu berkembang mencapai kepadatan tertinggi dalam perairan yang

tercemar sedang maupun tercemar berat. Oleh karena itu untuk mengetahui kehadiran atau ke tidak hadirannya organisme pada lingkungan perairan digunakan indikator yang menunjukkan tingkat atau derajat kualitas suatu habitat.

Distribusi hewan makrozoobenthos sangat ditentukan oleh sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Sifat fisika yang berpengaruh langsung terhadap hewan makrozoobenthos adalah kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan, substrat dasar dan suhu perairan. Sedangkan sifat kimia yang berpengaruh langsung adalah derajat keasaman dan kandungan oksigen terlarut (Odum, 1971). Ditambahkan oleh Krebs (1978) bahwa faktor biologi perairan yang mempengaruhi komunitas hewan bentos adalah kompetisi (persaingan ruang hidup dan makanan), predator (pemangsa) dan tingkat produktivitas primer. Masing-masing faktor biologi tersebut dapat berdiri sendiri akan tetapi ada kalanya faktor tersebut saling berinteraksi dan bersama-sama mempengaruhi komunitas pada suatu perairan.

Makrozoobenthos yang mendiami zona intertidal cukup banyak jumlahnya, mereka hidup dan menyesuaikan diri dengan cara perubahan fisik maupun tingkah laku. Beberapa contoh terlihat pada phylum Molusca. Organisme tersebut mampu melakukan adaptasi dengan cara menggali lubang atau membenamkan diri pada pasir sehingga ombak dan perubahan suhu akibat terjadinya surut tidak menjadi persoalan bagi mereka (Nybakken).

2.6 Filum Moluska

Jasin (1992) menyatakan bahwa moluska berdasarkan simetri, kaki, cangkang, mantel, insang dan sistem sarafnya terbagi atas lima kelas yaitu:

1. Klas Amphineura, contoh: Chiton, tubuhnya bilateral simetris, cangkok terdiri atas 8 kepingan kapur yang mempunyai banyak serabut-serbut insang yang berlapis-lapis.
2. Klas Gastropoda, contoh Siput, Bekicot, dan lain-lain.
3. Klas Scapopoda, cangkok seperti kerucut atau tanduk. Ujung cangkok berlubang dan bermantel.
4. Klas Chepalopoda, contoh: Cumi-umi, Gurita, autilus dan sebagainya. Tubuhnya bilateral, kakinya berubah menjadi lengan yang beralat penghisap. Sistem saraf berkembang dipusatkan di kepala.
5. Klas Pelecypoda, contoh: Kerang, Tiram, Kepah, Remis dan sebagainya. Tubuhnya bilateral simetris, cangkok terdiri atas dua bagian yang dihubungkan oleh engsel dan mantel juga terbagi atas dua bagian.

Ditinjau dari kesukaan makannya, moluska dapat dibedakan sebagai fauna karnivora, herbivora, pemakan detritus/busukan organik, serta pemakan atau penyaring dalam kolam air seperti plankton dan butiran seston sebagai komponen makanan utamanya (Cappenberg, *dkk*, 2006).

Salah satu hewan tidak bertulang belakang (invertebrata) yang populasinya terbesar adalah Filum Moluska. Hewan ini hidup menyebar di berbagai habitat dari dataran tinggi sampai pada kedalaman tertentu di dasar laut. Hasil penelitian menyebutkan tidak kurang dari 110.000 jenis Moluska hidup dan tersebar di berbagai ekosistem di dunia (Briggs, 1974 *dalam* Mudjiono, 2009).

Moluska merupakan filum penting dalam rantai makanan. Filum Moluska khususnya Klas Gastropoda dan Pelecypoda merupakan kelompok yang paling

berhasil menempati berbagai macam habitat dan ekosistem seperti lamun, karang, mangrove dan substrat pasir/lumpur yang bersifat terbuka. Moluska memiliki kemampuan beradaptasi yang cukup tinggi, pada berbagai habitat, dapat mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian serta berperan sebagai bioindikator lingkungan (Cappenberg, *dkk*, 2006).

Salah satu anggota Moluska yaitu Bivalvia dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan karena Bivalvia menghabiskan seluruh hidupnya di kawasan tersebut sehingga apabila terjadi pencemaran lingkungan maka tubuh Bivalvia akan terpapar oleh bahan pencemar dan terjadi penimbunan / akumulasi. Sehingga jika ada bahan tercemar yang masuk di tubuh spesies tersebut, maka tubuh dari spesies yang tidak toleran tidak dapat bertahan hidup, dengan demikian keberadaanya dapat digunakan sebagai bioindikator. Bivalvia yang banyak terdapat di area ekosistem pesisir biasanya didominasi oleh kelas Bivalvia penggali di permukaan pantai (Nybakken, 1992).

2.7 Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Secara umum morfologi kerang *A. antiquata* tidak jauh berbeda dengan kerang lainnya yang termasuk ke dalam famili Arcidae yang memiliki ciri sebagai berikut : cangkang memanjang atau membulat, cangkang sama tebal, skulptur memiliki rusuk radial, biasanya ditutupi oleh rambut tebal dan periostrakum menebal. Daerah ligamen terletak diantara kedua cangkang (Kastoro, 1977).

Kerang bulu mempunyai 2 keping cangkang yang tebal. Cangkang sebelah kiri saling menutup dengan cangkang sebelah kanan. Setiap cangkang mempunyai

20-21 lingkaran kehidupan dan setiap lingkaran kehidupan dimulai pada bagian ventral sampai bagian dorsal serta mempunyai duri-duri kecil dan pendek (Olsson 1961 dalam Hidayati 1994).

Menurut Suwigyo (2002), kerang bulu dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	Animalia
Filum	Molusca
Kelas	Bivalvia
Ordo	Taxodonta
Famili	Arcidae
Genus	<i>Anadara</i>
Spesies	<i>Anadara antiquata</i>



Gambar.2.1 Kerang bulu (*Anadara antiquata*)

Cangkang kerang darah *A. antiquata* terdiri dari tiga lapisan, yaitu periostrakum (lapisan luar), perismatik (lapisan tengah) dan nakreus (lapisan dalam). Permukaan cangkang kerang tidak licin, dimana tampak adanya garis pertumbuhan dan garis radial atau gabungan keduanya (Purchon, 1977).

Kerang pada umumnya merupakan salah satu sumber protein hewani yang cukup berarti. Daging kerang bulu memiliki kelebihan bila dibandingkan hasil laut lain, yaitu memiliki daging yang lunak, mudah dicerna, memiliki rasa dan aroma yang khas dan mengandung hampir semua jenis asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh. Keistimewaan daging kerang bulu antara lain adalah mengandung asam lemak tidak jenuh yang termasuk ke dalam golongan omega-3 yang dapat menekan kandungan kolesterol dalam darah. Kerang bulu juga mengandung fosfor dan kalsium yang berguna untuk pertumbuhan dan pembentukan tulang bagi anak (Okuzumi dan Fujii 2000).

Kerang bulu (*Anadara antiquata*) merupakan jenis kerang yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan sumber makanan yang bergizi. Berdasarkan hasil penelitian Hidayat (2011) mengenai analisis proksimat kerang bulu yaitu kandungan protein daging kerang bulu sebesar 12,89% sedangkan jeroan mengandung protein sebesar 10,13%, kandungan lemak daging kerang bulu sebesar 2,29% sedangkan jeroan sebesar 4,60%, dan kandungan karbohidrat daging kerang bulu sebesar 3,56% sedangkan jeroan sebesar 1,78%. Dari hasil penelitian tersebut kerang bulu merupakan salah satu sumber gizi dalam pemenuhan kebutuhan hidup.

2.8 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis kerang yang berpotensi dan bernilai ekonomis untuk dikembangkan sebagai sumber protein dan mineral untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Kerang

darah banyak ditemukan pada substrat yang berlumpur di muara sungai dengan topografi pantai yang landai sampai kedalaman 20 m. Kerang darah bersifat infauna yaitu hidup dengan cara membenamkan diri di bawah permukaan lumpur di perairan dangkal (PKSPL 2004 *dalam* Nurjannah, 2005).

Menurut Boom (1985) *dalam* Marzuki, dkk. 2006, taksonomi Kerang Darah adalah sebagai berikut:

Kingdom	Animalia
Filum	Mollusca
Kelas	Bivalvia
Ordo	Arcoida
Famili	Arcidae
Genus	<i>Anadara</i>
Spesies	<i>Anadara granosa</i>



Gambar.2.2 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Ciri-ciri kerang darah adalah sebagai berikut: mempunyai 2 keping cangkang yang tebal, elips dan kedua sisi sama, kurang lebih 20 rib, cangkang

berwarna putih ditutupi periostrakum yang berwarna kuning kecoklatan sampai coklat kehitaman. Ukuran kerang dewasa 6-9 cm (Nurjannah, 2005).

Kerang darah (*Anadara granosa*) sama halnya dengan kerang bulu (*Anadara granosa*) memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan salah satu sumber gizi untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian Nurjannah (2005) adalah nilai proksimat daging kerang darah mentah terdiri dari protein 19,48%, lemak 2,50%, abu 2,24%, dan air 74,34%. Menurut OFCF (1987) dalam Nurjanah (2005) menyatakan bahwa komposisi kimia kerang sangat bervariasi tergantung pada spesies, jenis kelamin, umur, dan habitat. Pada umumnya kerang kaya akan asam suksinat, asam sitrat, asam glikolat yang erat kaitannya dengan cita rasa dan memberikan energi sebagai kalori.

Kerang mempunyai bentuk dan ukuran cangkang yang bervariasi. Variasi bentuk cangkang ini sangat penting dalam menentukan jenis-jenis bivalva. Kerang mempunyai bagian luar cangkang yang bertekstur kasar, sedangkan bagian dalamnya bertekstur licin (Kira, 1976).

2.9 Bioakumulasi Biota Laut

Karakteristik ideal sebagai indikator biologis ekosistem perairan adalah sebagai berikut:

1. Biota tersebut harus cukup mengakumulasi logam berat tanpa menyebabkan kematian
2. Habitat biota berasal dari daerah yang teliti
3. Kelimpahan setiap waktu pada lokasi yang akan diteliti

4. Mempunyai masa hidup lebih dari setahun (cukup lama) untuk melihat pengaruh variasi perubahan musim
5. Mempunyai ukuran tubuh yang memungkinkan untuk dianalisa terutama pada jaringan (Sastrawijaya, 1991).

Spesies monitor kimiawi biasanya digunakan untuk makhluk yang membioakumulasi zat beracun yang berada dalam jumlah runtuhan dalam beracun dalam lingkungan secara efektif daripada analisis langsung suatu sampel lingkungan, seperti air (Conell, 1995).

Bioakumulasi diartikan sebagai terdapatnya pencemar dalam organisme dalam konsentrasi jauh lebih besar daripada konsentrasi di dalam lingkungannya. Biokonsentrasi/bioakumulasi dalam organisme merupakan sifat yang sangat penting dalam evaluasi bahaya/tidaknya suatu zat dan uji toksisitas. Bioakumulasi itu dimulai dengan kapasitas racun memasuki biota. Hal ini menjadi sangat besar kemungkinannya, apabila xenobiotik itu persisten dalam lingkungan. Mekanisme masuknya xenobiotik ke dalam organisme dapat lewat pernafasan, atau permukaan tubuh (Soemirat, 2005).

Logam-logam berat mengakibatkan kematian terhadap beberapa jenis biota perairan. Keadaan ini akan terjadi bila konsentrasi kelarutan dan logam berat pada badan perairan tersebut cukup tinggi. Tingkat kelarutan tersebut dapat dikatakan tinggi bila jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi dari jumlah kelarutan normalnya atau telah melebihi nilai ambang batas. Di samping itu dengan cara yang rumit dan sangat panjang, dalam jumlah yang sedikit logam berat juga dapat membunuh organisme hidup. Proses itu diawali dengan peristiwa

penumpukkan (*akumulasi*) dari logam berat dalam tubuh biota. Lama-kelamaan penumpukkan yang terjadi pada organ target dari logam berat akan melebihi daya toleransi dari biotanya. Keadaan itulah yang kemudian menjadi penyebab dari kematian biota terkait (Palar, 1994).

Bioakumulasi dari banyak makhluk hidup di lingkungan perairan dianggap sebagai perpindahan dari sedimen ke air kemudian organisme. Kandungan bahan kimia dalam organisme adalah sebuah hasil pengambilan dari repirasi, sedangkan kandungan dalam sedimen atau partikel terlarut disebabkan oleh adsorpsi dan proses sedimentasi (Afiati, 2005 *dalam* Rudiyantri).

2.10 Deskripsi Tempat Penelitian

Letak geografi kabupaten Pasuruan antara 112, 30⁰ hingga 113, 30⁰ Bujur Timur dan antara 70, 30⁰ hingga 80,30⁰ Lintang Selatan. Kabupaten Pasuruan berada pada posisi sangat strategis yaitu jalur regional dan jalur utama perekonomian Surabaya-Malang dan Surabaya-Banyuwangi. Secara administrasi kabupaten Pasuruan adalah salah satu dari 38 pemerintah kabupaten atau kota yang ada di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Pasuruan dikelilingi oleh beberapa Kabupaten/Kota yaitu sebelah utara antara kabupaten Sidoarjo dan Selat Madura, sebelah selatan adalah kabupaten Malang dan sebelah timur kabupaten Probolinggo dan sebelah barat dengan kabupaten Mojokerto. Kabupaten Pasuruan dibagi menjadi 24 wilayah kecamatan salah satu diantaranya adalah kecamatan Lekok (BPS, 2010).

Lekok memiliki 4 desa pesisir diantaranya yaitu Desa Tambaklekok, Jatirejo, Wates, dan Semedusari. Kawasan pesisir di kecamatan Lekok mempunyai banyak fungsi yang bermanfaat bagi kehidupan. Salah satu fungsinya yaitu sebagai kawasan hutan bakau/*mangrove* yang berfungsi sebagai perlindungan setempat dan perlindungan sempadan pesisir, serta perlindungan ekosistem pesisir. Selain itu ada yang mempunyai potensi perikanan darat (tambak) dan sebagian perikanan laut (tangkap), yang ditunjang dengan adanya hutan bakau/*mangrove* sebagai penunjang ekosistem. Ada juga kawasan yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai perikanan tambak, perikanan tangkap dan memiliki fasilitas TPI (Tempat Pelelangan Ikan) di Kecamatan Lekok (RT/RW kabupaten Pasuruan 2009-2029). Selain itu di Lekok juga terdapat PLTGU Grati PT. Indonesia Power (BPS, 2012).

2.11 Korelasi

Korelasi merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel atau lebih, yang sifatnya kuantitatif. Teknik korelasi merupakan teknik analisis yang melihat kecenderungan pola dalam satu variabel berdasarkan kecenderungan pola dalam variabel yang lain. Jika kecenderungan dalam satu variabel selalu diikuti oleh kecenderungan dalam variabel lain, kita dapat mengatakan bahwa kedua variabel ini memiliki hubungan atau korelasi (Fania, 2010).

Korelasi bertujuan untuk mengukur seberapa kuat atau derajat kedekatan suatu relasi yang terjadi antar variabel . analisa korelasi ingin mengetahui kekuatan hubungan tersebut dalam koefisien korelasinya.

Data yang didapatkan berupa sampel Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*), air, dan sedimen. Analisis data ini dilakukan untuk mengetahui korelasi antara konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dengan konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut dan konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang bulu (*Anadara antiquata*) dengan konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada sedimen. Begitupula mengetahui korelasi antara konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang darah (*Anadara granosa*) dengan konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada air laut dan konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang darah (*Anadara granosa*) dengan konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Hg pada sedimen.

2.12 Pemeliharaan Lingkungan Hidup dalam Al-Qur'an

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di sekeliling makhluk hidup (organisme) yang mempunyai pengaruh timbal-balik terhadap makhluk hidup. Lingkungan hidup manusia dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu benda hidup (biota), dan benda tidak hidup (abiotik). Kedua kelompok ini saling berinteraksi sehingga membentuk yang dikenal dengan istilah ekosistem, yakni “tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi”(Shihab, 2000).

Manusia merupakan bagian tak terpisahkan dari alam. Sebagai bagian dari alam, keberadaan manusia di alam adalah saling membutuhkan, saling terkait dengan makhluk yang lain, dan masing-masing makhluk mempunyai peran yang berbeda-beda. Manusia disamping mempunyai peran sebagai bagian atau komponen alam, manusia mempunyai peran dan posisi khusus diantara komponen alam dan makhluk ciptaan Tuhan yang lain yakni sebagai khalifah, wakil Tuhan dan pemimpin di bumi (Mawardi, 2011).

Alam dengan segala sumberdayanya diciptakan Tuhan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Dalam memanfaatkan sumberdaya alam guna menunjang kehidupannya ini harus dilakukan secara wajar (tidak boleh berlebihan atau boros). Demikian pula tidak diperkenankan pemanfaatan sumberdaya alam yang hanya untuk memenuhi kebutuhan bagi generasi saat ini sementara hak-hak pemanfaatan bagi generasi mendatang terabaikan. Manusia dilarang pula melakukan penyalahgunaan pemanfaatan dan atau perubahan alam dan sumberdaya alam untuk kepentingan tertentu sehingga hak pemanfaatannya bagi semua kehidupan menjadi berkurang atau hilang (Mawardi, 2011).

Pencemaran lingkungan disebabkan oleh berbagai macam aktivitas manusia yang merusak berbagai macam tatanan lingkungan tidak sesuai dengan keadaan aslinya, terutama di dalam pencemaran air. Aktivitas manusia yang menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan seperti: pembangunan pabrik industri yang membuang limbah secara langsung ke dalam badan perairan, daerah pemukiman yang membuang sampah secara langsung ke perairan. Hal ini akan berdampak negatif bagi kehidupan organisme air. Allah telah menjelaskan untuk

tidak melakukan kerusakan di muka bumi ini, di dalam surat al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

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

الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“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.” (QS.al-A'raf: 56)

Allah SWT. melarang perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya sesudah diperbaiki. Karena sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya kemudian terjadilah pengrusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua hamba Allah. Maka Allah Swt. melarang hal tersebut, dan memerintahkan kepada mereka untuk menyembah-Nya dan berdo'a kepada-Nya serta berendah diri dan memohon belas kasihan-Nya (Kasir, 2000).

Muyassar (2011) menyatakan bahwa “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.

Pencemaran di badan perairan disebabkan oleh banyak hal, aktivitas yang pada prinsipnya merupakan usaha manusia untuk dapat hidup layak telah merangsang manusia untuk melakukan tindakan yang menyalahgunakan tatanan lingkungan hidupnya. Salah satu penyebab tercemarnya suatu lingkungan adalah limbah.

Menurut Maraghi (1993) menyatakan bahwa “Dan janganlah kalian merusak di muka bumi setelah Allah membuat kemaslahatan dengan menciptakan hal-hal yang bermanfaat dan menunjuki manusia cara mengeksploitasi bumi dan memanfaatkannya, dengan menundukkan bumi itu kepada mereka”.

Perhatikanlah bangsa-bangsa lain yang telah maju dan berperadaban, niscaya kamu lihat mereka telah dapat membangun sesuatu berupa hasil-hasil pertambangan, tumbuh-tumbuhan atau binatang. Pengetahuan mereka tentang sarana-sarana kemakmuran berubah menjadi alat perusak (Maraghi,1993)

Menurut Al Qurthubi (2008) menyatakan bahwa Firman Allah SWT, *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”* yaitu Allah melarang melakukan segala kerusakan, baik sedikit maupun banyak, setelah melakukan perbaikan baik sedikit maupun banyak. Hal itu hanya di saat terjadi bahaya (ancaman) terhadap seorang mukmin. Namun jika kemudharatan itu menimpa kaum musyrik, maka hal itu diperbolehkan. Buktinya, Rasulullah sendiri pernah menutup sumur dan memotong pepohonan yang dimiliki oleh orang-orang kafir.

Menurut Ath-Thabari (2008) menyatakan bahwa “Janganlah kamu mempersekutukan Allah di bumi dan janganlah melakukan kemaksiatan di bumi, setelah Allah memperbaiki bumi untuk orang-orang yang taat kepada-Nya dengan

mengutus para rasul kepada mereka yang bertugas menyeru kebenaran dan menjelaskan bukti-bukti kebenaran”.

Penjelasan di atas dapat diketahui bahwa pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh manusia akan berdampak pada manusia itu sendiri, dan akan merugikan organisme lainnya.

