

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Lingkungan Hidup

2.1.1 Definisi Pencemaran

Pencemaran adalah masuknya suatu polutan yang mengakibatkan berubahnya suatu kondisi dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Seperti yang diungkapkan oleh Palar, H (2012) menyatakan bahwa Perubahan ini terjadi akibat masuknya benda asing yang memberikan pengaruh (dampak) buruk terhadap organisme yang sudah ada dan hidup baik dalam tatanan lingkungan tersebut. Selain itu juga Miler (2004) dalam Mukhtasor (2007) menyatakan bahwa pencemaran adalah sebarang penambahan pada udara, air, dan tanah, atau makanan yang membahayakan kesehatan, ketahanan atau kegiatan manusia atau organisme hidup lainnya.

Environmental science, Drexel University (1999) dalam Suyono (2014) mendefinisikan bahwa “ *Polution is the action of enviromental contamination with man waste. This includes mainly land, water, and air. Pollution can come in various forms including the lesser known noise, light, and thermal pollution*”. Pencemaran adalah kegiatan kontaminasi lingkungan dengan bahan buangan buatan manusia. Terutama dalam hal ini meliputi tanah, air, dan udara. Pencemaran dapat terjadi dalam beberapa bentuk, termasuk polusi suara/kebisingan, cahaya dan termal/suhu.

Sedangkan lingkungan menurut Palar, H (2012) dapat diartikan sebagai media atau suatu areal, tempat atau wilayah yang di dalamnya terdapat bermacam-macam bentuk aktivitas yang berasal dari ornamen-ornamen penyusunnya. Maka dari itu pencemaran lingkungan dapat didefinisikan sebagai perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan, sebagian karena tindakan manusia, disebabkan perubahan pola penggunaan energi dan materi, tingkatan radiasi, bahan-bahan fisika dan kimia, dan jumlah organisme. Perbuatan ini dapat mempengaruhi langsung manusia, atau tidak langsung melalui air, hasil pertanian, peternakan, benda-benda, perilaku dalam apresiasi dan rekreasi di alam bebas (Sastrawijaya. T, 2009). Suatu lingkungan hidup dapat dikatakan tercemar apabila

terjadi perubahan-perubahan dalam tatanan lingkungan itu sehingga tidak sama lagi dengan bentuk asalnya , sebagai akibat dari masuk dan atau dimasukkannya suatu zat atau benda asing ke dalam tatanan lingkungan itu.

2.1.2 Bahan-Bahan Pencemar Lingkungan

Ketika terjadinya pencemaran maka bahan pencemaran akan masuk ke lingkungan, baik berupa zat, makhluk hidup atau energi. Bahan/zat pencemar disebut polutan. Menurut Holister dan Porteous dalam Suyono (2014) menyatakan bahwa “ *A pollutant is a substance or effect which adversely alters the environment by changing the growth rate of species, interferes with health, comfort, amenities, or properly values of people*”. Polutan adalah suatu bahan/ zat atau efek buruk yang mengubah lingkungan dengan mengubah laju pertumbuhan spesies, mempengaruhi rantai makanan, bersifat toksik/racun, mempengaruhi kesehatan, kenyamanan, atau nilai-nilai manusia yang baik.

Menurut Suyono (2014) ada 3 jenis polutan, yaitu :

1. *Stock pollutant*. Polutan ini terjadi jika lingkungan memiliki daya serap sedikit atau tidak samasekali, misalnya bahan kimia sintesis persisten, plastik non biodegradable, dan logam berat. stock polutan terakumulasi di lingkungan dari waktu ke waktu.
2. *Fund pollutant*. Polutan ini terjadi jika lingkungannya memiliki kekuatan daya serap . fund pollutant tidak menyebabkan kerusakan lingkungan kecuali tingkat emisi melebihi daya serap penerima (misalnya karbondioksida yang diserap oleh tumbuhan dan samudra). Found pollutant tidak hancur, melainkan dikonversi menjadi zat yang kurang berbahaya, atau diencerkan/tersebar menjadi konsentrasi yang tidak berbahaya.
3. *Notable pollutant*. Polutan ini sangat terkenal atau tertandai karena potensinya mengganggu lingkungan hidup, misalnya logam berat, polutan organik persisten, polisiklik aromatik hidrokarbon, volatil senyawa organik, dan xenobiotik lingkungan. Polutan menyebabkan kontaminasi pada area dimana polutan tersebut dihasilkan, sebagian lain terbawa oleh transportasi angin atau aliran air yang terdistribusi sampai area yang jauh (Mukhtasor, 2007).

2.1.3 Macam-Macam Pencemaran Lingkungan

2.1.3.1 Pencemaran Udara

Peraturan Pemerintah RI Nomor 41 Tahun 1999 Pasal 1 ayat 1 menyatakan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Pasal 1 ayat 4, udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada didalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan memengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya.

Lapisan udara di bumi disebut atmosfer dan terdiri dari 4 bagian besar yaitu *troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer*. Ditambah dengan lapisan yang letaknya di bawah permukaan bumi, yaitu *hidrosfer* dan *litosfer*.

Sumber- sumber pencemaran udara menurut Dix (1981) dalam Suyono (2014) adalah sebagai berikut :

- a. Pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan energi panas dan tenaga, biasanya berasal dari industri, komersial, dan rumah tangga.
- b. Bahan buangan kendaraan bermotor, yaitu bensin, solar, dan minyak tanah, termasuk kereta api, dan pesawat udara.
- c. Gas buangan, debu, dan energi panas dari beberapa kawasan industri, termasuk pabrik kimia, peleburan besi dan baja, industri semen, dan keramik, aktivitas galian/pertambangan, dan stasiun pembangkit listrik.
- d. Akibat dari kegiatan manusia meliputi: kegiatan rumah tangga (domestik) berupa pembakaran BBM, arang, dan kayu untuk memasak, pembakaran sampah, pembakaran hutan untuk membuat ladang atau perkebunan serta dari hasil kegiatan merokok.

Menurut Wardhana.W.A (2004) menyatakan bahwa penyebab pencemaran udara ada 2 macam yaitu :

1. Karena faktor internal (secara alamiah), seperti : debu yang beterbangan akibat tiupan angin, abu (debu) yang dikeluarkan oleh letusan gunung berapi termasuk gas-gas vulkanik, serta proses pembusukan sampah organik.

2.1.3.2 Pencemaran Tanah

H.M. Dix dalam suyono (2014) mendefinisikan “ *land pollution is any physical or chemical alteration to land which causes its use to change and renders it incapable of beneficial use without treatment*”. Pencemaran tanah adalah perubahan fisik atau kimiawi tanah yang menyebabkan penggunaannya berubah dan menjadikannya tidak mampu menghasilkan suatu mamfaat tanpa ada upaya penanganan.

Sumber-sumber pencemaran tanah adalah sebagai berikut :

- a. Pencemaran tanah oleh pembuangan sampah
- b. Pencemaran tanah akibat lahan terlantar (*Derelict Land*)
- c. Pencemaran tanah akibat aktivitas pertanian

2.1.3.3 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah kegiatan kontaminasi lingkungan dengan limbah buatan manusia kedalam air. Sumber limbah ini dapat berupa limbah bahan baku/mentah, bahan kimia, sampah atau pupuk (Suyono, 2014)

PP nomor 82 Tahun 2001 Pasal 1 Ayat 11 mendefinisikan pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Air merupakan kebutuhan bagi setiap makhluk hidup. Air tersebut diperoleh dari suatu tempat yang disebut badan air atau perairan, misalnya : Basin, Bendungan atau dam, Danau, Kanal atau terusan, Akuifer, Laut atau bahari, Samudra atau lautan, Selat, Sungai, Teluk.

Air menjadi tercemar diakibatkan karena sebagai berikut :

1. Pencemar fisik karena efek tingginya temperatur laut
2. Pencemar kimiawi

Pencemar kimiawi adalah sejumlah besar bahan kimia yang ada secara alami pada badan air dan di dalam tanah, atau akibat bahan kimia larut dalam air yang dihasilkan oleh aktivitas manusia yang mencemari dan menyebabkan berbagai penyakit.

3. Pencemar bakteriologis/mikrobiologis

2.2. Bahan- Bahan Pencemar Laut

Khoirun. A (2013) mendefinisikan pencemaran laut sebagai peristiwa masuknya partikel kimia, limbah industri, pertanian dan perumahan, kebisingan, atau penyebaran organisme invasif (asing) ke dalam laut, yang berpotensi memberi efek berbahaya bagi makhluk hidup yang berda di dalam maupun di sekitar laut tersebut.

Dilihat dari segi substansi limbah sebagai suatu kesatuan (as a whole), menurut Mukhtasor (2007) sumber-sumber limbah yang mencemari laut dapat digolongkan menjadi :

1. Limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga masuk keperairan laut secara langsung dari outfall dipinggir pantai , dari sungai, yang bermuara di laut dan dari aliran hujan. Sekitar 2000 juta gallon limbah rumah tangga perhari (MGD = juta gallon perhari) dibuang secara langsung ke laut diseluruh Amerika, dari sekitar 170 kota dan 80 buangan isndutri (Bishop, 1993 dalam Mukhtasor, 2007). Di Indonesia , pencemaran akibat limbah rumah tangga telah banyak terjadi, terutama di kota-kota besar dekat dengan pantai.

2. Limbah lumpur

Limbah lumpur tersusun oleh padatan yang terpisah dari limbah rumah tangga , sehingga menimbulkan akibat yang hampir sama dengan limbah rumah tangga, namun seringkali mengandung logam berat dengan konsentrasi lebih tinggi. Limbah lumpur ini merupakan salah satu limbah yang mendominasi buangan kelaut.

3. Limbah industri

Limbah industri berasal dari bermacam-macam pabrik termasuk industri makanan dan minuman, penyulingan minyak, perhiasan logam, pabrik baja/logam, pabrik kertas serta pabrik kimia organik maupun an organik lainnya. Beberapa diantaranya mengandung unsur yang sangat beracun, biasanya berupa asam, basa, logamberat, dan bahan oranik yang beracun.

4. Limbah padat

Limbah padat yang dibuang kelaut berupa sampah merupakan salah satu bahan utama yang terkandung dalam buangan limbah. Kebiasaan membuang sampah disebareng tempat, umumnya di sungai, menyebabkan seluruh pembuangan sampah yang terjadi akan terbawa aliran dan berakhir di laut.

5. Limbah kapal

Jumlah limbah dari kapal sebenarnya relatif sedikit, namun mempunyai porsi yang jelas terhadap pencemaran laut. Hal ini dikarenakan kegiatan operasional kapal menghasilkan limbah yang langsung dibuang ke laut.

6. Limbah pertanian

Limbah pertanian dapat menimbulkan eutrofikasi yang disebabkan karena akumulasi bahan-bahan organik seperti sisa tumbuhan yang membusuk. Selain itu akibat tidak langsung dari kegiatan pertanian berupa perladangan berpindah dan penebangan hutan secara sembarangan adalah menimbulkan pencemaran berupa sedimentasi dan pendangkalan sungai yang disebabkan oleh erosi. Proses kekeruhan dan sedimentasi ini bisa mencapai perairan estuari dan perairan pantai. Secara ekologis proses kekeruhan karena sedimentasi dapat menyebabkan terganggunya penetrasi cahaya matahari kedalam perairan, sehingga kegiatan fotosintesa plankton maupun organisme laut menjadi terhenti.

7. Pestisida

Pestisida adalah jenis bahan-bahan kimia yang digunakan untuk memberantas hama, yang bervariasi jenisnya dan mempunyai sifat fisik dan kimia berbeda-beda. Pestisida yang mengendap di permukaan tanah akan terbawa aliran air dan masuk kedalam sistem perairan. Pestisida ini juga akan masuk kedalam laut melalui atmosfer dari penyemprotan atau melalui air hujan dari kawasan yang disemprot. Didalam sistem perairan, pestisida akan mengalami interaksi dengan sedimen dan partikel-partikel yang tersuspensi dalam air. Pestisida dalam keadaan terlarut dapat diambil organisme air dan akan mengalami transformasi kimiawi, biokonsentrasi serta ekskresi dan selanjutnya melalui aliran rantai makanan. Selain itu, senyawa racun ini dapat terkonsentrasi di lapisan permukaan laut dan juga dalam organisme yang terakumulasi dalam lemak.

8. Limbah pengerukan

Pengerukan, terutama untuk kegiatan navigasi dan pelabuhan, merupakan aktivitas manusia yang terbesar dalam melimpahkan bahan-bahan buangan ke laut. Bahan kerukan diambil dari daerah pelabuhan yang biasanya sudah sangat tercemar oleh sampah-sampah pemukiman, bahan organik, dan sisa buangan industri termasuk logam berat dan minyak. Dengan demikian perairan disekitarnya pun akan menerima banyak bahan-bahan pencemar, yang secara langsung atau tidak langsung dapat mempengaruhi kehidupan diperairan tersebut.

9. Limbah eksplorasi dan produksi minyak

Kegiatan operasi industri minyak lepas pantai mengakibatkan beban pencemaran yang serius pada lokasi tertentu, mulai dari pencemaran panas, kekeruhan akibat padatan terlarut, sampai dengan pencemaran kimiawi dari bahan organik dan logam-logam berbahaya.

10. Tumpahan minyak

Tumpahan minyak, disengaja maupun tidak, merupakan sumber pencemaran yang sangat membahayakan. Tumpahan minyak ke laut dapat berasal dari kapal tanker yang mengalami tabrakan atau kandas, atau dari proses yang disengaja seperti pencucian tangki bilas, transfer minyak antar kapal, maupun kelalaian awak kapal. Umumnya cemaran minyak dari kapal tanker berasal dari pembuangan air tangki bilas. Sebagai gambaran untuk tanker berbobot 50.000 ton, buangan air dari tangki bilasnya mencapai 1.200 barel (Mukhtasor, 2007).

11. Limbah radioaktif

Sejak tahun 1970 tidak ada lagi pembuangan limbah radio aktif ke laut (Bishop, 1983 dalam Mukhtasor, 2007). Namun limbah yang dibuang sebelumnya masih tetap mengancam lingkungan, baik di samudra atlantik maupun samudra pasifik dan beberapa lokasi pembuangan lainnya. Sisa bahan radioaktif umumnya banyak disimpan dalam tempat penyimpanan di daratan. Beberapa diantaranya ditenggelamkan ke dasar laut yang dalam. Dari kebocoran tempat penyimpanan inilah akan menyebabkan pencemaran radio aktif dilaut. Sumber lain yang dapat mencemari laut dengan bahan radioaktif adalah adanya kegiatan percobaan

peedakan bom atom dan hidrogen di laut (Sugondo,1976 dalam Mukhtasor, 2007).

12. Limbah panas

Kehidupan di laut umumnya sangat peka terhadap perubahan suhu air. Suhu tinggi di laut dapat menyebabkan peneluran didni, migrasi ikan yang tidak alami, penurunan oksigen yang terlarut atau kematian binatang laut.

13. Sedimen dari daratan

Sedimen membawa bahan dari daratan yang hanyut oleh air sungai, dan sebagian besar mengendap dikawasan pesisir dan pantai. Limbah jenis ini berbahaya bagi kehidupan laut, karena kekeruhan yang ditimbulkan dapat menutupi insang atau elemen penyaring pada binatang yang makan dengan penyaring air (organisme filter feeder, seperti jenis kerang-kerangan). Selain itu, kekeruhan yang ditimbulkan dapat mempengaruhi penetrasi cahaya matahari pada permukaan laut.

14. Limbah perikanan.

Potensi sumber daya ikan yang berlimpah menjadikan banyak tumbuh industri pengolahan ikan, mulai dari skla kecil sampai industri dengan skala yang besar. Industri hasil pengolahan ini dengan berbagai jenis olahannya dan teknologi yang digunakannya akan menghasilkan limbah baik padat maupun cair yang berpotensi merusak keseimbangan ekologi, terutama ekologi air sungai maupun laut.

15. Tailing

Tailing merupakan limbah berbentuk lumpur hasil pengerusan/penghancur batuan tambang untuk memisahkan emas atau logam berharga lainnya dari batuan.pada tailing masih terdapat berbagai jenis logam, termasuk logam berbahaya (seperti merkuri, arsenik, mangan, dan lainnya) yang secara alamiah terkandung pada batuan tersebut. Tailing yang dibuang ke laut sangat berbahaya bagi ekosistem laut. Sifat tailing yang juga mengandung kadar keasaman tinggi juga menjadi ancaman serius bagi ekosistem laut.

16. Cat antifouling (pencegah binatang penempel)

Penggunaan cat anti organime penempel (antifouling) ternyata telah banyak menimbulkan pencemaran logam berat yang serius di laut serta sedimen

didekat dok dan tempat sandar kapal. Ceta ini dirancang untuk secara terus menerus mengeluarkan racun untuk membunuh organisme penempel didasar kapal. Senyawa yang dikandungnya adalah tembaga (Cu), timbal (Pb), timah (Pb), zink (Zn), atau air raksa (Hg). Logam-logam tersebut menimbulkan residu di air dan membentuk sedimen di dasar laut.

2.3 Logam Berat Sebagai Polutan

Logam berat adalah kelompok unsur logam dengan berat atom tinggi dan densitas tinggi (Suharto, Ign 2011). Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan atau masuk kedalam tubuh organisme hidup.

Logam berat pada umumnya seperti cuprum (tembaga), perak, seng, kadmium, air raksa, timah, chromium, besi dan nikel. Logam berat memiliki karakteristik, karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut:

1. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4).
2. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida.
3. Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup.

Logam berat menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup yang bersifat racun bagi makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), timah hitam (Pb), dan khrom (Cr). Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, tetapi sebagian dari logam-logam berat tersebut dibutuhkan oleh makhluk hidup.

Logam berat ini dapat masuk ke perairan baik air tawar maupun air laut. Logam berat ini kebanyakan berasal dari limbah industri yang dibuang ke perairan tersebut. Keberadaan logam di perairan dapat membahayakan suatu organisme laut maupun manusia, hal ini disebabkan apabila logam berat ini diabsorpsi oleh organisme laut yang kemudian organisme laut tersebut dikonsumsi oleh manusia maka akan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia.

2.3.1. Macam-Macam Logam Berat

Logam berat sangat banyak diketahui, tetapi logam berat yang paling beracun terhadap makhluk hidup di antaranya : As, Cd, Hg, dan Pb.

1. Arsen (As)

Arsen sudah lama dikenal sebagai bahan obat dan sangat beracun sehingga banyak digunakan sebagai racun pembunuh. Kasus dari toksisitas logam arsen ini jarang terjadi. Kasus yang pernah terjadi kebanyakan karena kecelakaan disuatu pabrik. Industri yang mengeluarkan limbah arsen adalah pabrik gelas, produksi bahn warna (pigmen), dan pabrik yang memproduksi bahan kimia arsen.

2. Cadmium (Cd)

Logam Cadmium dengan lambang kimia Cd merupakan logam berwarna putih keperakan yang lunak (Akhadi, M, 2014). Logam Cd atau cadmium mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Hanya ada satu jenis mineral cadmium di alam, yaitu *greenockite* (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral *spalerite* (ZnS). Mineral greenockite ini sangat jarang ditemukan di alam, namun ditemukan pada produksi peleburan dan refining biji-biji Zn (seng).

Logam Cd atau Cadmium sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Logam ini telah banyak digunakan semenjak tahun 1950 dan total produksi dunia adalah sekitar 15.000-18.000 per tahun. Perinsip dasar atau utama dalam penggunaan cadmium adalah sebagai bahan stabilisasi sebagai bahan pewarna dalam industri plastik pada elektroplating. Namun sebagian dari substansi logam ini juga digunakan untuk solder dan alloy-alloynya yang digunakan pada baterai. Selain itu juga cadmium banyak digunakan dalam industri-industri ringan, seperti pada proses pengolahan roti, pengolahan ikan, pengolahan minuman, banyak melibatkan senyawa-senyawa yang dibentuk dengan logam cd (Palar, H, 2012).

Logam Cd mempunyai sifat fisika dan kimia tersendiri. Berdasarkan pada sifat fisiknya, Cd merupakan logam yang lunak, *ductile*, berwarna putih seperti perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya apabila berada dalam udara yang basah atau lembab serta akan cepat mengalami kerusakan apabila dikenai uap

amonia (NH₃) dan sulfur hidroksida (SO₂). Sedangkan pada sifat kimianya logam Cd mempunyai bilangan valensi 2+ dan sangat sedikit memiliki valensi 1+. Apabila dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion OH⁻, ion-ion Cd²⁺ akan mengalami proses pengendapan.

3. Timbal (Pb)

Timbal atau keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiah dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Timbal dapat terdapat di mana saja baik di air, tanah, tanaman, hewan dan udara. Timbal dan senyawanya mempengaruhi pusat saraf. Ciri-ciri keracunan timbal adalah pusing, kehilangan selera, sakit kepala, anemi, sukar tidur, lemah dan keguguran. Bahaya paling besar adalah terhadap sel darah merah sebab timbal dapat mengubah ukuran dan bentuk sel darah merah.

Logam timbal atau Pb mempunyai sifat-sifat khusus seperti berikut :

- a. Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
- b. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan pelapis.
- c. Mempunyai titik lebur rendah, hanya 327,5°C.
- d. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
- e. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Timbal dan persenyawaannya banyak digunakan dalam berbagai bidang. Salah satunya industri baterai, timbal digunakan sebagai grid yang merupakan alloy (suatu persenyawaan) dengan logam bismut (Pb-Bi) dengan perbandingan 93:7.

4. Merkuri (Hg)

Logam merkuri atau air raksa, mempunyai nama kimia *hydrargyrum* yang berarti perak cair. Logam ini dilambangkan dengan Hg. Dalam keseharian pemakaian bahan merkuri telah berkembang sangat luas. Merkuri digunakan dalam bermacam-macam perindustrian untuk peralatan-peralatan elektrik, digunakan sebagai alat ukur, dalam dunia pertanian dan keperluan-keperluan lainnya.

demikian luasnya pemakaian merkuri, mengakibatkan semakin mudah organisme mengalami keracunan merkuri.

2.3.2. Masuknya Timbal(Pb) ke Lingkungan

Logam timbal (Pb) masuk kedalam lingkungan akibat aktivitas manusia sebab semua bidang industri yang melibatkan Pb dalam operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Pb. Logam Pb ini bisa terdapat di udara, di air dan makanan. Logam Pb di udara mengalami peningkatan yang sangat drastis sejak dimulainya revolusi industri di Benua Eropa. Asap yang dari cerobong pabrik sampai pada knlapot kendaraan telah melepaskan Pb ke udara. Sedangkan Logam Pb masuk ke dalam perairan dapat secara alamiah dan aktivitas manusia. Secara alamiah Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korofikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salahsatu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan.

Pb masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak aktivitas kehidupan manusia ada bermacam bentuk di antaranya adalah air buangan(limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur-jalur perairan seperti anak-anak sungai untuk kemudian akan dibawa terus menuju lautan. Umumnya jalur buangan dari bahan sisa perindustrian yang menggunakan Pb akan merusak tata lingkungan perairan yang dimasukinya(menjadi sungai/laut yang tercemar).

Senyawa Pb yang ada dalam badan perairan dapat ditemukan dalam bentuk *ion-ion divalen* atau *ion-ion tetravalen* (Pb^{2+} , Pb^{4+}). Badan perairan yang kemasukan senyawa atau ion-ion Pb ini apabila melebihi konsentasi yang semestinya dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut.konsentrasi Pb yang mencapai 188 mg/l, dapat membunuh ikan-ikan. Berdasarkan penelitian Murphy P.M (1979) dalam Palar, H (2012) menyatakan bahwa biota-biota perairan seperti *Crustacea* akan mengalami kematian setelah 245 jam, bila pada badan perairan dimana biota itu berada terlarut Pb pada konsentrasi 2,75-49 mg/l. Sedangkan untuk biota perairan lainnya, yang

dikelompokkan dalam golongan *insecta* akan mengalami kematian dalam rentang waktu yang lebih panjang, yaitu antar 168-336 jam, bial badan perairan tempat hidupnya terlarut 3,5-64 mg/l Pb

2.3.3. Dampak Timbal (Pb) Terhadap Makhluk Hidup

Timbal (Pb) yang masuk kelingkungan akan membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua makhluk hidup, termasuk manusia. Logam ini akan mengalami proses bio transformasi dan bio akumulasi dalam organisme hidup. Logam ini masuk kedalam tubuh bersama makananan yang dikonsumsi bersama makanan yang terkontaminasi oleh logam Pb. Jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan, apabila jumlahnya sudah melebihi ambang batas akan menyebabkan kematian bagi biota ataupun manusia yang mengkonsumsinya.

Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara, dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Pb apabila berada di dalam tubuh akan merusak proses sintesa hemoglobin, merusak sistem saraf, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem endokrin, jantung.

Kerusakan akibat kontaminasi dari logam Pb pada sintesa hemoglobin adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kadar ALA dalam darah dan urine.
2. Meningkatkan kadar protoporphirin dalam sel darah merah.
Memperpendek umur sel darah merah.
3. Menurunkan jumlah sel darah merah. Menurunkan kadar *retikulosit* (sel-sel darah merah yang masih muda).
4. Meningkatkan kandungan logam Fe dalam plasma darah.

Pada sistem saraf logam Pb ini dapat menyebabkan kerusakan pada otak. Hal ini disebabkan sistem saraf merupakan sistem paling sensitif terhadap daya racun yang dibawa oleh logam Pb. Pengamatan yang dilakukan pada pekerja tambang dan pengeolhan logam Pb menunjukkan bahwa pengaruh dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak. Penyakit-penyakit yang

berhubungan dengan otak sebagai akibat dari keracunan Pb adalah epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar, dan *derilium*, yaitu sejenis penyakit gula.

Efek Pb pada sistem urinaria akan merusak pada saluran ginjal. Hal ini disebabkan apabila senyawa-senyawa Pb yang terlarut dalam darah akan dibawa oleh darah ke seluruh sistem tubuh. Pada peredarannya, darah akan terus masuk ke glomerulus yang merupakan bagian dari ginjal. Dalam glomerulus tersebut terjadi proses pemisahan akhir dari semua bahan yang dibawa darah. Ikut sertanya senyawa Pb yang terlarut dalam darah ke sistem urinaria (ginjal) dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada ginjal. Kerusakan ini terjadi disebabkan terbentuknya *intranuclear inclusion bodies* yang disertai dengan membentuk *amonociduria*, yaitu terjadinya kelebihan asam amino dalam urine.

Efek Pb terhadap sistem reproduksi akan merusak sistem reproduksi hal ini bisa dilihat dari percobaan yang pernah dilakukan pada tikus putih jantan dan betina yang diberi perlakuan dengan 1% Pb asetat ke dalam makanannya, menunjukkan hasil berkurangnya kemampuan sistem reproduksi dari hewan tersebut. Embrio yang dihasilkan dari perkawinan yang terjadi antara tikus jantan yang diberi perlakuan Pb asetat dengan betina normal (yang tidak diberi perlakuan), mengalami hambatan dalam pertumbuhannya. Sedangkan janin yang terdapat pada betina yang diberi perlakuan dengan Pb asetat mengalami penurunan dalam ukuran, hambatan pada pertumbuhan dalam rahim induk dan setelah dilahirkan.

Efek Pb terhadap sistem endokrin berdasarkan pengukuran terhadap steroid dalam urine pada kondisi paparan Pb yang berbeda terjadi pengurangan pengeluaran steroid dan terus mengalami peningkatan dalam posisi minus. Kecepatan pengeluaran aldosteron juga mengalami penurunan selama pengurangan konsumsi garam pada orang yang keracunan Pb dari penyalangan alkohol. Endokrin lain yang diuji pada manusia adalah endokrin tiroid.

Efek Pb terhadap jantung mengakibatkan perubahan dalam otot jantung sebagai akibat dari keracunan Pb. Hal ini masih ditemukan pada anak-anak. Perubahan tersebut dapat dilihat dari ketidaknormalan EKG. Tetapi setelah diberikan bahan khela, EKG akan kembali normal.

2.3.4.. Absorpsi logam oleh organisme air

Absorpsi ion-ion dari air laut oleh organisme air seperti ikan udang dan kerang melalui insang. Simskis (1984) dalam Darmono (1995) menyatakan bahwa logam-logam ringan, seperti Na, K, Ca, dan Mg merupakan logam kelompok kelas A yang keterlibatan ion logamnya dalam makhluk hidup menyangkut proses fisiologis. Logam berat yang dimasukkan ke dalam kelas B, merupakan logam-logam yang terlibat dalam proses enzimatik dan dapat menimbulkan polusi. Misalnya Cu, Zn, Cd, Hg, dan Pb.

Aktivitas logam kelas A masuk ke dalam tubuh hewan dengan cara difusi membran sel (membran fenomena), sedangkan kelas B terikat dengan protein (ligand binding). Lapisan sel (membran) pada biota air berlapis dua dan berbentuk lipida (lipid bilayer) yang permukaannya mengandung beberapa lapisan yang mengikat ion-ion yang akan diserap. Ion logam masuk ke dalam sel dengan cara penetrasi ke dalam lapisan lipida tetapi dalam penetrasi tersebut ada barrier yang menghambat yaitu berupa energi.

Membran plasma dapat mengatur masuknya logam-logam trace ke dalam sel, kemudian mengontrol metabolisme logam trace itu sehingga menyebabkan membran menjadi ligan protein dalam sel. Logam dalam kelas A merupakan logam yang terlibat dalam proses elektrokimiawi dan fungsi osmosis dari sel, sedang logam B terlibat dalam proses-proses fungsi enzim secara normal. Logam kelas B ini lebih reaktif terhadap ikatan ligan dengan sulfur dan nitrogen daripada logam kelas A, sehingga hal ini sangat penting dalam sistem fungsi metaloenzim yang mengganggu (bersifat racun) terhadap metabolisme sel itu sendiri. Apabila sitoplasma sel mengikat logam yang salah (nonessential) atau sitoplasma mengikat logam lain yang bukan semestinya maka dapat menyebabkan rusaknya kemampuan katalik (detoksikasi) dari sel tersebut.

Absorpsi logam. Selain masuk melalui insang dapat juga masuk melalui kulit (kutikula) dan lapisan mukosa. Logam menempel pada permukaan sel, cairan tubuhnya dan jaringan internal. Hubungan antara jumlah absorpsi logam dengan kandungan logam dalam air yang secara proporsional, dimana kenaikan kandungan logam dalam jaringan sesuai dengan kenaikan kandungan dalam air. Pada logam-logam esensial kandungannya dalam jaringan mengalami regulasi (diatur pada batas-batas konsentrasi tertentu kandungan logam konstan) tetapi

pada logam nonesensial kandungan logam tersebut dalam jaringan naik terus sesuai dengan konsentrasi logam dalam air lingkungannya (nonregulasi).

Beberapa faktor yang mempengaruhi laju absorpsi logam dalam air, yaitu kadar garam (air laut), alkalinitas (air tawar), hadirnya senyawa kimia lainnya, temperatur, PH, besar atau kecilnya organisme, dan kondisi kelaparan dari organisme. Walaupun begitu, toleransi spesies organisme terhadap logam berat tidak tergantung pada laju absorpsi logam ke dalam tubuh. Disamping itu, kondisi stres fisiologis sangat berpengaruh terhadap absorpsi logam dari air, kondisi ini menyebabkan terjadinya kenaikan absorpsi logam.

2.4.Hutan Mangrove

2.4.1 Definisi Hutan Mangrove

Hutan mangrove adalah kelompok jenis tumbuhan yang tumbuh disepanjang garis pantai tropis sampai sub-tropis yang memiliki fungsi istimewa disuatu lingkungan yang mengandung garam dan bentuk lahan berupa pantai dengan reaksi tanah anaerob. Secara ringkas hutan mangrove dapat didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pasang dan bebas dari genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam (Santono *et al.*, 2005).

Menurut Snedaker (1978), dalam Yudha (2012), hutan mangrove adalah kelompok jenis tumbuhan yang tumbuh disepanjang garis pantai tropis sampai sub-tropis yang memiliki fungsi istimewa disuatu lingkungan yang mengandung garam dan bentuk lahan berupa pantai dengan reaksi tanah anaerob. Adapun menurut Noor dkk, (2006), hutan mangrove adalah tumbuhan yang halofit yang hidup disepanjang areal pantai yang dipengaruhi oleh pasang tertinggi sampai daerah mendekati ketinggian rata-rata air laut yang tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis.

Hutan mangrove merupakan komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah tropik dan didominasi oleh tumbuhan yang mempunyai akar napas atau *pneumatofora* dan

mempunyai kemampuan untuk tumbuh di daerah perairan asin. Jenis tumbuhan yang sering dijumpai dalam ekosistem mangrove adalah genus

Avicennia, Sonneratia, Rhizophora, Bruguiera, Ceriops, Xylocarpus, Lumnitzera, Laguncularia, Aegiceras, Aegiatilis, Snaeda dan *Conocarpus* (Indriyanto, 2006).

Mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropika yang didominasi oleh beberapa spesies pohon bakau yang mampu tumbuh dan berkembang pada kawasan pasang surut pantai berlumpur. Komunitas ini pada umumnya tumbuh pada kawasan intertidal dan supratidal yang mendapat aliran air yang mencukupi, dan terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Karena itu hutan mangrove dijumpai di pantai-pantai teluk yang dangkal, estuaria, delta dan kawasan-kawasan pantai yang terlindung (Rusdianti dan Sunito 2012)

2.4.2 Jenis – jenis Hutan Mangrove

Asia merupakan daerah yang paling tinggi keanekaragaman dan jenis mangrovenya. Di Thailand terdapat sebanyak 27 jenis mangrove, di Ceylon ada 32 jenis, dan terdapat sebanyak 41 jenis di Filipina. Di Benua Amerika hanya memiliki sekitar 12 spesies mangrove, sedangkan di Indonesia disebutkan memiliki sebanyak tidak kurang dari 89 jenis pohon mangrove, atau paling tidak menurut FAO terdapat 37 jenis. Dari berbagai jenis mangrove tersebut, yang hidup di daerah pasang surut, tahan air garam dan berbuah vivipar terdapat sekitar 12 famili (Irwanto, 2006)

Hutan mangrove meliputi pohon-pohonan dan semak yang terdiri dari 12 tumbuhan berbunga (*Avicennia, Sonneratia, Rhizophora, Bruguiera, Ceriops, Xylocarpus, Lumnitzera, Laguncularia, Aegiceras, Aegiatilis, Snaeda* dan *Conocarpus*) yang termaksud ke dalam 8 Famili. Vegetasi hutan mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, dengan jumlah jenis tercatat sebanyak 202 jenis yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis liana, 44 jenis epifit dan 1 jenis sikas. Namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis tumbuhan yang spesifik hutan mangrove.

Jenis mangrove yang banyak ditemukan di Indonesia antara lain adalah jenis api-api (*Avicennia* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tanjang (*Bruguiera* sp.), dan bogem atau pedada (*Sonneratia* sp.), merupakan tumbuhan mangrove utama yang banyak dijumpai. Jenis-jenis mangrove tersebut adalah kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya (Irwanto, 2006).

Hutan mangrove meliputi pohon-pohonan dan semak yang terdiri dari 12 tumbuhan berbunga (*Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda* dan *Conocarpus*) yang termaksud ke dalam 8 Famili. Vegetasi hutan mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, dengan jumlah jenis tercatat sebanyak 202 jenis yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis liana, 44 jenis epifit dan 1 jenis sikas. Namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis tumbuhan yang spesifik hutan mangrove. Paling tidak didalam hutan mangrove terdapat salah satu jenis tumbuhan dominan yang termasuk ke dalam empat famili: *Rhizophoraceae* (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*), *Sonneratiaceae* (*Sonneratia*), *Avicenniaceae* (*Avicennia*), dan *Meliaceae* (*Xylocarpus*) (Bengen, 2001)

Jenis mangrove yang banyak ditemukan di Indonesia antara lain adalah jenis api-api (*Avicennia* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tanjang (*Bruguiera* sp.), dan bogem atau pedada (*Sonneratia* sp.), merupakan tumbuhan mangrove utama yang banyak dijumpai. Jenis-jenis mangrove tersebut adalah kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya (Irwanto, 2006)

Paling tidak didalam hutan mangrove terdapat salah satu jenis tumbuhan dominan yang termasuk ke dalam empat famili: *Rhizophoraceae* (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*), *Sonneratiaceae* (*Sonneratia*), *Avicenniaceae* (*Avicennia*), dan *Meliaceae* (*Xylocarpus*) (Bengen, 2001).

Hutan mangrove meliputi pohon-pohonan dan semak yang terdiri dari 12 tumbuhan berbunga (*Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda* dan *Conocarpus*) yang termaksud ke dalam 8 Famili. Vegetasi hutan mangrove di

Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, dengan jumlah jenis tercatat sebanyak 202 jenis yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis liana, 44 jenis epifit dan 1 jenis sikas. Namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis tumbuhan yang spesifik hutan mangrove. Paling tidak didalam hutan mangrove terdapat salah satu jenis tumbuhan dominan yang termasuk ke dalam empat famili: *Rhizophoraceae* (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*), *Sonneratiaceae* (*Sonneratia*), *Avicenniaceae* (*Avicennia*), dan *Meliaceae* (*Xylocarpus*) (Bengen, 2001).

2.4.3 Manfaat Hutan Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan sumberdaya alam pesisir yang mempunyai peranan penting ditinjau dari sudut sosial, ekonomi dan ekologis. Fungsi utama mangrove adalah sebagai penyeimbang ekosistem dan penyedia berbagai kebutuhan hidup bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Sumberdaya hutan mangrove, selain dikenal memiliki potensi ekonomi sebagai penyedia sumberdaya kayu juga sebagai tempat peminjah (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan juga sebagai daerah mencari makan (*feeding ground*) bagi ikan dan biota laut lainnya, serta berfungsi untuk menahan gelombang laut dan intrusi air laut daerah darat (Ahmad ., 2011).

Manfaat hutan mangrove dapat dirasakan dampaknya dari sisi ekologis, sosial, ekonomi dan sosial budaya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Anwar *et al.*, (2006) tentang manfaat hutan mangrove adalah sebagai berikut:

1 Manfaat ekologi

Peranan hutan mangrove dari segi ekologi antara lain:

- a) Dapat mencegah terjadinya gejala-gejala alam yang membahayakan seperti abrasi, gelombang badai dan terjadinya tsunami. Mangrove juga berperan dalam penekanan laju intrusi air laut kearah daratan
- b) Hutan mangrove berfungsi sebagai penghasil serasah yang menjadi sumber energi bagi organisme yang hidup didalamnya. Semakin menurunnya luas areal hutan mangrove maka akan memperbanyak jumlah nyamuk *Anoples* sp. Jadi populasi hutan mangrove berpengaruh terhadap perkembangan nyamuk *Anoples* sp.

- c) Hutan mangrove menjadi habitat jenis satwa liar dan menjadi habitat fauna akuatik.
- d) Hutan mangrove sebagai penyerap logam berat khususnya Pb dan Hg pada perairan

2. Manfaat Sosial Ekonomi

- a) Pemanfaatan tanaman yang tumbuh didalam hutan mangrove bisa dimanfaatkan sebagai arang yang berkualitas tinggi seperti jenis *Rhizophora apiculata* dan lain sebagainya.
- b) Penempatan tambak ikan yang diletakkan didekat hutan mangrove akan didapatkan hasil yang berbeda dengan tambak yang tidak ada hutan mangrovenya.

2.4.4 Zonasi Vegetasi Hutan Mangrove

Zonasi adalah mintakat atau suatu daerah yang dicirikan oleh suatu organisme atau biota yang hidupnya melimpah dan mendominasi serta seragam pada daerah tertentu. Zonasi pada tumbuhan mangrove dapat dilihat sebagai suatu proses suksesi dan merupakan hasil reaksi ekosistem terhadap kekuatan yang datang dari luar. Kondisi ini terjadi disebabkan oleh adanya peran dan kemampuan jenis tumbuhan mangrove dalam beradaptasi dengan lingkungan yang berada di kawasan pesisir (Budiman dan Suhardjono, 1993 *dalam* Pramudji, 2001).

1. Hutan mangrove juga dapat dibagi menjadi zonasi-zonasi berdasarkan jenis vegetasi yang dominan, mulai dari arah laut ke darat sebagai berikut: Zona *Avicennia*, terletak paling luar dari hutan yang berhadapan langsung dengan laut. Zona ini umumnya memiliki substrat lumpur lembek dan kadar salinitas tinggi. Zona ini merupakan zona pioner karena jenis tumbuhan yang ada memiliki perakaran yang kuat untuk menahan pukulan gelombang, serta mampu membantu dalam proses penimbunan sedimen.

2. Zona Rhizophora, terletak di belakang zona Avicennia. Substratnya masih berupa lumpur lunak, namun kadar salinitasnya agak rendah. Mangrove pada zona ini masih tergenang pada saat air pasang.
3. Zona Bruguiera, terletak di belakang zona Rhizophora dan memiliki substrat tanah berlumpur keras. Zona ini hanya terendam pada saat air pasang tertinggi atau 2 kali dalam sebulan.
4. Zona Nypa, merupakan zona yang paling belakang dan berbatasan dengan daratan.

Meskipun kelihatannya terdapat zonasi dalam vegetasi mangrove, namun kenyataannya dilapangan tidaklah sederhana itu. Banyak formasi serta zonasi vegetasi yang tupang tindih dan bercampur serta sering kali struktur dan korelasi yang nampak disuatu daerah tidak selalu dapat diaplikasikan di daerah yang lain

2.5 Kondisi Perairan Di Surabaya

Sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk yang diikuti dengan peningkatan aktivitas pembangunan, salah satunya adalah dari segi industri maju ini . Kondisi ini berpotensi menyebabkan besarnya volume limbah yang dihasilkan oleh aktivitas tersebut. Bahan pencemar yang berasal baik dari aktivitas industri, rumah tangga (domestik), pertanian dan sebagainya yang terbawa bersama aliran permukaan (*run off*), langsung ataupun tidak langsung akan menyebabkan terjadinya gangguan dan perubahan kualitas fisik, kimia dan biologi pada perairan tersebut yang pada akhirnya menimbulkan pencemaran.

Pencemaran pada badan air selalu berarti turunnya kualitas air sampai ke tingkat tertentu akan menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya serta juga berdampak negatif pada lingkungan sekitar .khususnya pada kadar logam air yang akan mengalami peningkatan .

Secara Subjektif, kondisi perairan kota Surabaya termasuk perairan yang sudah tercemar, hal ini dapat terlihat pada tingkat kekeruhan airnya yang sangat keruh.bahkan berbau. Hal tersebut terjadi karena perairan digunakan sebagai tempat pembuangan limbah industri yang mengandung logam-logam berat yang mencemari laut tersebut. Selain itu juga laut tersebut dijadikan sebagai

tempat pembuangan limbah domestik diantaranya air cucian langsung dialirkan ke sungai , sampah, baik sampah plastic maupun sampah organik yang ikut hanyut dalam sungai .

Dengan banyaknya limbah yang terkandung di perairan tersebut menyebabkan fungsi perairan tersebut semakin berkurang yakni air tersebut tidak bias dimanfaatkan untuk mandi ataupun mencuci baju. Hal ini dapat dilihat dari hasil wawancara peneliti dengan warga-warga setempat, mereka berpendapat “ Sebelum banyaknya pabrik-pabrik yang dibangun didaerah Surabaya kota khususnya di rungkut , kami untuk mengambil air untuk kebutuhan rumah tangga masih bisa bahkan baik . Tetapi, saat ini Sungai sungai sudah keruh bahkan berbau ”. Dari hasil wawancara ini sudah dapat disimpulkan bahdanwa perairan tersebut sudah tercemar oleh bahan-bahan pencemar salah satunya bahan kimia yaitu logam berat. Hal ini dapat dilihat dari berubahnya warna air sungai dan bahkan mengeluarkan bau yang idak sedap .

2.6 Standar Mutu Dan Parameter Pengujian Mutu Perairan

2.6.1 Standar Mutu Air Laut

Persyaratan Standar mutu air laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 tentang kandungan Pb pada perairan yakni berkisar 0,008 mg/l

2.6.2.Parameter Pengujian Mutu Air Laut

Untuk menentukan mutu air dilakukan pengujian, beberapa cara pengujian mutu air antara lain pengujian kimia yaitu uji timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala sebagai berikut :

1. Uji Timbal (Pb) Pada Air dan Limbah secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala berdasarkan SNI 6989.8:2009

Analit logam kadmium dalam nyala udara –asetilen diubah menjadi bentuk atomnya , menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

2.7 Brosur Sebagai Media Pembelajaran Bagi Masyarakat

2.7.1 Pengertian Brosur

Brosur sudah banyak digunakan sebagai media informasi untuk menyampaikan suatu produk yang dihasilkan oleh berbagai instansi baik perusahaan maupun lainnya. Brosur sudah banyak didefinisikan oleh berbagai kalangan, salah satunya seperti yang didefinisikan Wikipedia (2013) mendefinisikan bahwa Brosur adalah terbitan tidak berkala yang dapat terdiri dari satu hingga sejumlah kecil halaman, tidak terkait dengan terbitan lain, dan selesai dalam sekali terbit.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan bahwa bahan informasi tertulis mengenai suatu masalah yang disusun secara sistematis yang terdiri atas beberapa halaman dan berisi keterangan singkat, tetapi lengkap (tentang perusahaan atau organisasi).

Brosur atau pamflet umumnya dicetak pada kedua sisi, dan dilipat dengan pola lipatan tertentu hingga membentuk sejumlah panel yang terpisah. Pamflet yang hanya terdiri dari satu lembar halaman sering disebut selebaran. Selain itu, brosur yang memuat informasi tentang produk disebut juga sebagai katalog produk atau sering hanya disebut katalog. Brosur atau pamflet memuat informasi atau penjelasan tentang suatu produk, layanan, fasilitas umum, profil perusahaan, sekolah, atau dimaksudkan sebagai sarana beriklan. Informasi dalam brosur ditulis dalam bahasa yang ringkas, dan dimaksudkan mudah dipahami dalam waktu singkat. Brosur juga didesain agar menarik perhatian, dan dicetak di atas kertas yang baik dalam usaha membangun citra yang baik terhadap layanan atau produk tersebut.

2.7.2 Komponen dan Desain Brosur

Membuat Brosur yang Baik Dalam sebuah brosur terdiri dari beberapa komponen yaitu: Ukuran, gambar/produk, redaksi/judul, deskripsi produk, desain, contact person/alamat, dan lain-lain. Di atas adalah beberapa komponen yang wajib diperhatikan dan dipikirkan dengan teliti dan pengkajian yang baik. Ukuran Brosur Ukuran bisa menjadi hal yang penting karena ada beberapa ukuran yang ideal untuk sebuah brosur. Brosur dengan ukuran A5 (14,5 x 21cm) kemudian dilayout menjadi leaflet maka kemungkinan brosur tersebut dapat dimasukkan ke

dalam saku. Kemudian kekurangan brosur dengan ukuran A5 adalah ruang desain yang kecil, sehingga produk/gambar menjadi agak kecil sehingga sinopsis produk pun menjadi sedikit. Tetapi, ukuran brosur A5 banyak yang menggunakan khususnya untuk produk gadget.

Untuk ukuran brosur tentang pencemaran yang digunakan sebagai bahan pembelajaran bagi masyarakat ukuran A4 (21 x 29,7cm). Ukuran ini, sangat efektif karena ruang desainnya sangat besar, sehingga komponen mengenai pencemaran bisa dijelaskan dengan detil dan lengkap tanpa mengganggu layout gambar/produk.

Judul Brosur diwarnai dengan warna merah, agar lebih kontras dan mencolok, sehingga selain menjadi perhatian utama juga bisa dilihat dan dibaca dari jarak pandang yang jauh. Untuk jenis font yang digunakan dalam brosur ini yaitu *time news romen* 12 spasi 1,5. Sementara gambar yang digunakan dalam poster ini adalah ekosistem lingkungan laut yang baik untuk halaman depan dan ekosistem yang tercemar untuk halaman belakang. Mengenai bentuk dan desain posternya beserta komponennya dapat dilihat pada lampiran

2.7.3 Kelebihan dan Kekurangan Brosur Sebagai Media Ajar

Brosur memiliki kelebihan dan kekurangan seperti yang diungkapkan oleh Sofiah, D (2015) adalah sebagai berikut :

a. Kelebihan Brosur

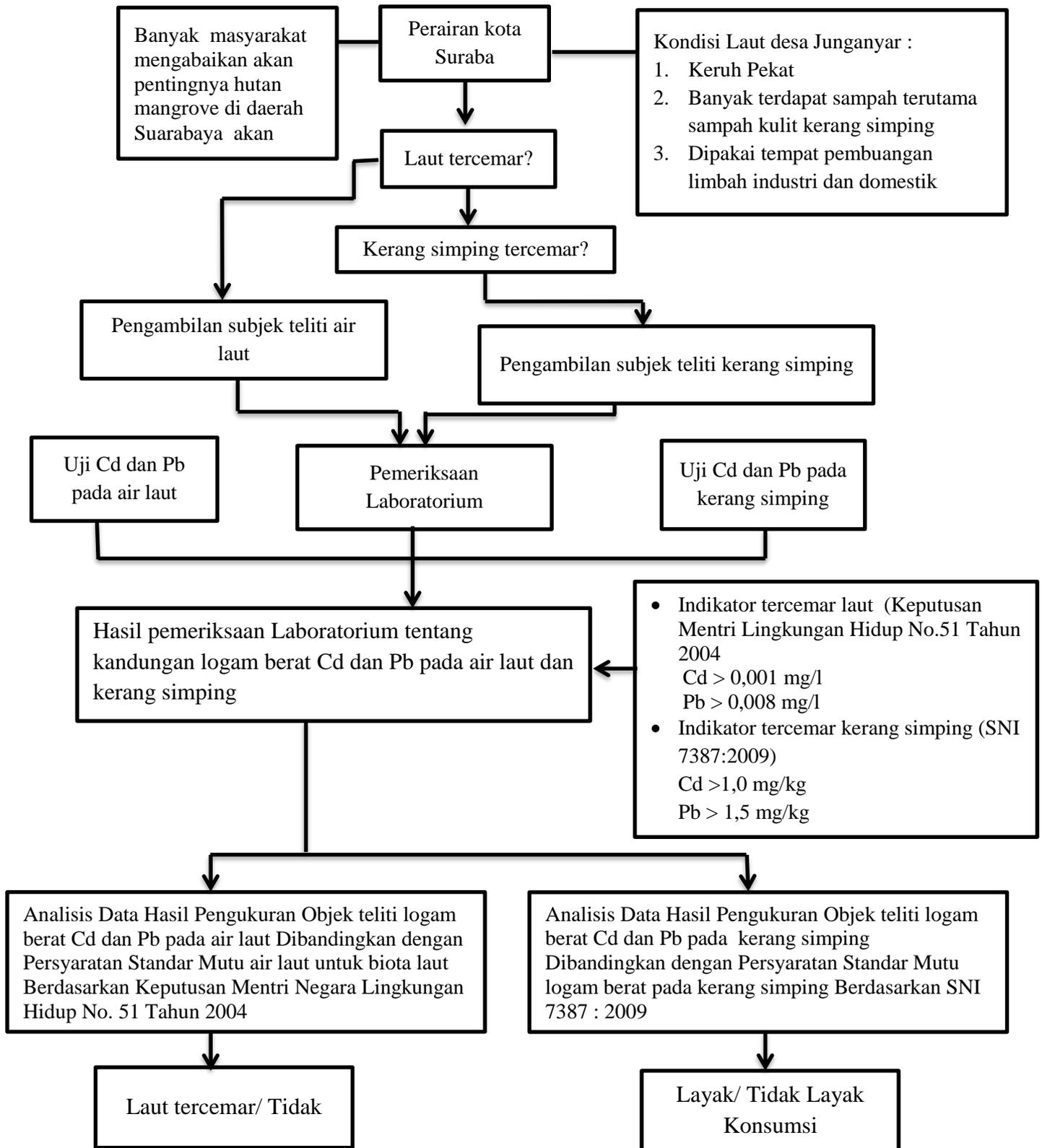
1. Merupakan media yang mudah diperoleh dan sederhana
2. Dapat memaparkan kata-kata, gambar dan diagram
3. Mudah dibawa karena bentuknya kecil dan ringan. Informasi di dalamnya dapat dengan cepat diakses dan mudah dibaca secara sekilas oleh penggunanya.
4. Relatif murah untuk diproduksi atau dibeli dan dapat digunakan berulang-ulang.

b. Kekurangan Brosur

1. Sulit memberikan bimbingan kepada pembacanya yang mengalami kesulitan memahami bagian tertentu dari bahan ajar tersebut.

2. Sulit memberikan umpan balik untuk pertanyaan yang diajukan yang memiliki banyak kemungkinan jawaban atau pertanyaan yang membutuhkan jawaban yang kompleks dan mendalam.
3. Tidak dapat mengakomodasi peserta didik dengan kemampuan baca terbatas karena bahan ajar cetak ditulis pada tingkat baca tertentu.
4. Cenderung digunakan sebagai hafalan. Ada sebagian guru yang menuntut peserta didiknya untuk menghafal data, fakta, dan angka. Tuntutan ini akan membatasi penggunaan bahan ajar cetak hanya sebatas alat bantu menghafal.
5. Kadangkala memuat terlalu banyak terminologi dan istilah sehingga dapat menyebabkan beban kognitif yang besar kepada peserta didik.
6. Presentasi satu arah karena bahan ajar cetak tidak interaktif sehingga cenderung digunakan dengan pasif, tanpa pemahaman yang memadai.

Kerangka Berpikir



Gambar 2.1. Bagan Alir Kerangka Berpikir