

## **BAB II**

### **TINJAUAN MENGENAI EKOSISTEM PERAIRAN AIR TAWAR, LOGAM BERAT DAN PENCEMARAN**

#### **A. Ekosistem**

##### **1. Pengertian Ekosistem**

“Ekosistem merupakan suatu proses reaksi timbal balik antar makhluk hidup dengan lingkungannya yang membentuk suatu sistem ekologi” (Odum, 1996, dalam Rangkuti, 2017 hlm 6). Menurut Transley (1935) dalam Mulyadi (2010, hlm. 1) mengatakan bahwa “Ekosistem adalah hubungan antara komponen tak hidup (cahaya, udara, air, tanah) dengan komponen hidup (tumbuhan, hewan, manusia, dan mikroba) yang saling mempengaruhi dan membentuk suatu sistem”. Baik dalam fungsi maupun struktur nya komponen tersebut merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Bilamana dari komponen itu ada yang bermasalah, maka komponen lainnya akan terpengaruhi.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa ekosistem merupakan suatu hubungan timbal balik antar organisme termasuk lingkungannya yang memunculkan interaksi di lingkungan itu. Dimana nantinya kedua komponen ini akan saling mempengaruhi. Organisme akan dipengaruhi oleh keadaan lingkungannya. Hal sebaliknya terjadi, aktivitas yang dilakukan oleh organisme akan mempengaruhi atau bahkan mengubah lingkungannya.

##### **2. Komponen Pembentuk Ekosistem**

Cartono & Nahdiah (2008, hlm 73) mengatakan bahwa “Ekosistem mempunyai dua komponen utama, yaitu komponen biotik dan abiotik. Dimana komponen biotik ini merupakan komponen penyusun makhluk hidup, sedangkan komponen abiotik merupakan komponen penyusun ekosistem tak hidup (benda – benda mati)”. Kedua komponen ini berperan penting dalam ekosistem, jika tidak ada satu diantaranya maka ekosistem ini tidak akan berfungsi.

Sementara itu Odum (1996) dalam Rangkuti (2017 hlm 6) mengatakan bahwa “Ada dua unsur ekosistem yang saling berinteraksi satu sama lain. unsur tersebut

adalah: unsur biotik dan abiotik. unsur biotik itu merupakan unsur yang terdiri dari makhluk hidup, dan unsur abiotik yaitu unsur yang terdiri dari makhluk tak hidup”.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa ekosistem tersusun atas dua komponen yang saling melakukan interaksi, yaitu : komponen abiotik serta komponen biotik. Dimana komponen abiotik mencakup elemen yang tak hidup, contohnya : air, cahaya, udara dan suhu. Sementara komponen biotik mencakup makhluk hidup, contohnya: Manusia, tumbuhan, hewan dan mikroba.

### **3. Jenis Ekosistem**

Nyabkken (1992) dalam Rangkuti (2017. hlm 8) mengatakan bahwa ekosistem di klasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu:

#### **a. Ekosistem darat**

Ekosistem darat ialah suatu ekosistem yang lingkungannya berupa daratan. Ditinjau dari jenisnya, ekosistem darat dapat dibedakan menjadi enam bioma, yaitu:

- 1) Bioma gurun, pada bioma ini banyak dijumpai tumbuhan menahun berdaun, seperti duri, contohnya yaitu seperti: tumbuhan kaktus, atau tumbuhan tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Sedangkan hewan yang banyak dijumpai di bioma gurun yaitu seperti: kalajengking, ular, kadal dan unta.
- 2) Bioma padang rumput, pada bioma ini banyak dijumpai tumbuhan seperti: rumput-rumputan dan tumbuhan terna. Sedangkan hewan yang banyak dijumpai di bioma padang rumput yaitu seperti: harimau, burung, badak, babi hutan dan burung hantu.
- 3) Bioma hutan basah, pada bioma ini sering dijumpai tumbuhan khas seperti: kaktus, rotan, dan anggrek sebagai epifit. Sedangkan hewan yang banyak dijumpai di bioma hutan basah yaitu seperti: burung, monyet, babi hutan dan harimau.
- 4) Bioma hutan gugur, bioma ini sering kali terdapat di daerah yang mempunyai beberapa musim seperti musim panas, musim dingin, musim semi serta musim

gugur. Pada bioma ini jenis pohon tidak terlalu banyak hanya 10-20 pohon dan posisinya tidak terlalu rapat. Sedangkan hewan yang banyak dijumpai di bioma padang hutan gugur yaitu seperti: bajing, rusa, rubah dan burung.

- 5) Bioma taiga, bioma ini tersusun atas tumbuhan satu spesies seperti: pinus, konifer dan sejenisnya. Pada bioma ini terdapat semak-semak dan tumbuhan basah, tetapi jumlahnya sedikit tidak banyak. Sedangkan hewan yang banyak dijumpai di bioma taiga yaitu seperti: beruang hitam, moose, ajag serta burung – burung yang suka bermigrasi ke selatan pada saat musim gugur datang.
- 6) Bioma tundra, pada bioma ini tumbuhan yang selalu ada serta sering dijumpai yaitu: rumput, liken, sphagnum, tumbuhan biji semusim dan tumbuhan kayu yang pendek. Umumnya tumbuhan yang terdapat pada bioma tundra ini merupakan tumbuhan yang mampu beradaptasi dengan cuaca dingin.

#### **b. Ekosistem perairan**

Ditinjau berdasarkan jenisnya, ekosistem perairan ini dibedakan menjadi dua yaitu:

- 1) Ekosistem air tawar, merupakan suatu ekosistem yang memiliki ciri seperti: pancaran cahaya kurang, variasi suhu yang tidak mencolok, dan sering dipengaruhi oleh cuaca maupun iklim. Tumbuhan yang selalu dijumpai pada ekosistem ini adalah tumbuhan biji dan tumbuhan jenis ganggang. Sedangkan hewan yang selalu ada pada ekosistem ini yaitu terdiri dari semua jenis filum yang pada hewan, dan organisme-organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi. Pada organisme air tawar terdapat dua macam Adaptasi yaitu: Adaptasi tumbuhan dan adaptasi hewan. Ekosistem air tawar dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ekosistem air tawar tenang dan ekosistem air tawar mengalir.
- 2) Ekosistem air laut, berdasarkan jenisnya ekosistem ini dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain:
  - a) Ekosistem laut, yaitu ekosistem yang habitatnya berada di laut di kedalaman lebih dari 2000 meter dari permukaan laut.

- b) Ekosistem estuari (muara), yaitu ekosistem yang berada di suatu titik bertemunya air sungai dengan air laut, sehingga ekosistem ini memiliki salinitas rendah dari pada lautan.
- c) Terumbu karang, yaitu ekosistem yang dangkal yang masih dapat ditembus sinar matahari serta didominasi oleh jenis karang dari kelompok dari Cnidaria. Hewan yang hidup di terumbu karang ini hidupnya bergantung kepada sisa-sisa dari organisme lain serta adanya organisme mikroskopis.
- d) Ekosistem pantai, merupakan jenis ekosistem yang memiliki tiga unsur, yaitu: air di lautan, tanah di daratan serta udara. Letak ekosistem ini berbatasan langsung dengan ekosistem darat, laut dan daerah pasang surut. Sehingga ekosistem pantai ini terletak di pinggir laut. Pada ekosistem pantai ada beberapa jenis ekosistem diantaranya yaitu:
  - (1) Ekosistem pantai berpasir, merupakan ekosistem pantai berbentuk datar serta didominasi oleh pasir yang banyak.
  - (2) Ekosistem pantai berbatu, merupakan ekosistem yang berada di daerah pantai yang memiliki bebatuan keras yang tahan terhadap benturan ombak laut.

## **B. Ekosistem Perairan Tawar**

### **1. Pengertian Ekosistem Perairan Tawar**

Irwan (2003) dalam Nurwisma (2017, hlm. 1) mengatakan bahwa “Ekosistem air tawar merupakan salah satu ekosistem yang digenangi air tawar dengan pH airnya sekitar 6, kaya akan mineral dengan kondisi permukaan air nya tidak tetap selalu berubah, bisa naik turun, bahkan suatu waktu bisa mengering”. Di permukaan bumi perairan tawar mendiami wilayah yang relatif lebih kecil dibandingkan laut dan daratan. “Perairan air tawar dalam kehidupan manusia sangat berperan penting karena perairan air tawar menjadi sumber air yang paling mudah serta murah bagi kepentingan domestik maupun industri” (Odum, 1994, dalam Simatupang, L.L.O., 2016, hlm. 4).

### **2. Macam-macam Ekosistem Air Tawar**

Muhtadi dan Cordova (2016, hlm. 7) mengatakan bahwa :

Dalam ekosistem perairan tawar terdapat menjadi 2 macam perairan, yaitu perairan mengalir atau disebut dengan lotik dan perairan menggenang atau disebut dengan lentik. Perairan mengalir atau yang disebut dengan lotik memiliki ciri khas yaitu arus air yang mengalir secara terus menerus mengalir dengan kecepatan yang bermacam-macam sehingga perpindahan air terus-menerus terjadi, contohnya seperti: sungai, kanal dan lain-lain. Sementara itu perairan menggenang atau disebut dengan lentik memiliki ciri khas yaitu arus air yang mengalir sangat lambat bahkan tidak mengalir sama sekali, massa air nya terakumulasi dalam waktu yang lama, contohnya seperti: danau, waduk dan lainnya.

#### a. Waduk

Waduk ialah perairan tergenang dan pembuatannya dilakukan lewat pembendungan sungai. Waduk mempunyai ceruk, saluran masuk (inlet) dan saluran keluar (outlet). Sebelum dijadikan waduk, umumnya bentuk waduk memanjang mengikuti bentuk dasar dari sungai. Dalam badan waduk terdapat tiga area yaitu area riverin, area transisi dan area lakustrin. Area riverin memiliki ciri aliran airnya yang lebih deras dan lebih pendeknya *residence time*. Area transisi memiliki ciri berkurangnya kecepatan aliran air dan adanya peningkatan *residence time*. Area lakustrin berada dekat dengan dam dan *residence time* biasanya lebih panjang. Setiap zona memiliki karakteristik yang berbeda dan proses biologi, kimia maupun fisika yang berbeda pula (Wetzel, 2001, dalam Permana, A. dkk., 2012, hlm. 4).

Ghufran, M.H. dkk., (2005) dalam Nofiyana, N., (2017, hlm. 9) mengatakan bahwa :

Waduk merupakan hasil rekayasa manusia yang dibuat dengan cara membendung aliran sungai sehingga air sungai dapat tertahan sementara dalam kurun waktu sepanjang tahun. Waduk dapat dibangun baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Waduk dibangun untuk beberapa kebutuhan diantaranya untuk irigasi, penyedia energi listrik, penyedia air minum, pengendali banjir, rekreasi, perikanan, dan budidaya.

Waduk merupakan suatu wadah penampungan air yang selalu menerima macam-macam padatan, nutrisi, bahkan bahan kimia beracun yang pada akhirnya mengalami pengendapan di dasar perairan. Dimana berbagai bahan yang

tertampung selama bertahun-tahun itu, nantinya akan menyebabkan proses pendangkalan. “Waduk yang merupakan bendungan dari sungai menjadi perangkap sedimen yang besar dari seluruh masukan sungai”.(Cole, 1988, dalam Permana, A. dkk., 2012, hlm. 4).

Menurut Puslitbang SDA, Waduk merupakan satu dari sekian banyak sumber air yang sering digunakan oleh manusia dalam menunjang kehidupannya. Dimana air waduk ini sering dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti sebagai sumber air buat minum, pengairan sungai-sungai kecil, perikanan dan pembangkit listrik. “Dalam pembanguna waduk besar di Indonesia dengan kurun waktu hingga tahun 1995 Kurang lebih ada 100 waduk yang sebagian besar berada diwilayah Pulau Jawa, salah satu di antaranya adalah Waduk Saguling” (Puslitbang SDA, 2004, dalam Permana, A. dkk., 2012, hlm. 4).

Dengan demikian, Waduk merupakan suatu tempat penampungan air yang besar hasil rekayasa atau dibangun oleh manusia, dimana pembuatannya dilakukan lewat pembendungan sungai sehingga air sungai tertahan sementara. Waduk dibangun untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti sebagai sumber air buat minum, tempat Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), objek wisata, perikana, dll.

#### **b. Waduk Saguling**

Wangsaatmaja (2004) dalam Mutiara, A. A. dkk., (2013, hlm. 2) mengatakan bahwa :

Waduk Saguling adalah salah satu waduk yang ada di Provinsi Jawa Barat tepatnya berada di daerah Kabupaten Bandung Barat, waduk ini terbentuk dengan membendung aliran Sungai Citarum. Awalnya Waduk Saguling ini hanya digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) untuk pasokan listrik daerah Jawa dan Bali, namun pada saat ini fungsinya semakin berkembang yaitu untuk pariwisata, budidaya perikanan, bahkan juga dimanfaatkan untuk tempat pembuangan limbah. Akibat adanya fungsi tersebut menyebabkan percepatan penurunan kualitas perairan Waduk Saguling.

Air sungai yang masuk ke Waduk Saguling dan menjadi sumber yang dimanfaatkan oleh PLTA Saguling seiring berjalannya waktu kualitas airnya

mengalami penurunan. Bahkan gas amonium yang terkandung dalam air sungai tercemar telah mengakibatkan adanya kerusakan komponen dari alat-alat PLTA Saguling yang mengalami korosifitas dan mempengaruhi usia dari alat-alat PLTA. “Pencemaran air sungai yang dihasilkan dari industri ataupun permukiman yang ada di Bandung Raya itu terindikasi dengan bau gas yang menyengat di kawasan PLTA Saguling” (Pikiran Rakyat, 2011, dalam Mutiara, A. A. dkk., 2013, hlm. 7).

### **3. Faktor Fisika Kimia Perairan Tawar**

“Air merupakan unsur kimia yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup makhluk hidup. Sebagian besar kegiatan manusia dan makhluk hidup lainnya membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri, menyiapkan makanan dan minuman hingga proses hidrolisis air untuk fotosintesis, semuanya membutuhkan kehadiran air” (Koosbandiah, H. & Surtikanti. 2014, hlm. 2).

Untuk menentukan kualitas perairan ada beberapa parameter yang dapat digunakan, yaitu:

#### **a. Parameter Fisik Air**

##### **1) Suhu**

Nybakken (1992) dalam Simatupang, L.L.O. (2016, hlm. 6) mengatakan bahwa “Suhu merupakan suatu ukuran yang menunjukkan derajat panas benda”. Selain itu, biasanya suhu menggambarkan suatu ukuran energi gerakan molekul. Pada suatu ekosistem perairan, dalam pengendalian kondisi ekosistem perairan serta dalam mempengaruhi berbagai macam proses yang terjadi di perairan baik itu proses biologi, kimia maupun fisika suhu sangat berperan penting. Selain itu, dalam suatu perairan suhu berperan juga untuk mengatur penyebaran organisme serta proses kehidupan organisme tersebut.

Suhu dalam suatu perairan memiliki pengaruh bagi viskositas, berat jenis perairan dan kelarutan gas maupun unsur yang terlarut di dalam suatu perairan. Sebagai mana dikatakan oleh Effendi (2003, hlm. 57) bahwa “Peningkatan suhu perairan dapat berakibat pada peningkatan viskositas, evaporasi, reaksi kimia dan volatilisasi”. Timbulnya arus vertikal yang secara tidak langsung mempengaruhi

keberadaan organisme merupakan sebab dari adanya perubahan suhu pada air. Dengan itu bisa dikatakan bahwa persebaran organisme perairan dapat di pengaruh oleh suhu.

Menurut Odum (1993) dalam Fazriati A. (2019, hlm. 24) “Variasi suhu dalam air walaupun tidak sebesar variasi pada suhu udara dapat dikatakan sebagai faktor pembatas utama dalam perairan. Hal ini di karenakan bahwa organisme dalam suatu perairan memiliki kisaran toleransi yang *stenothermal* atau sempit”.

## **2) Kecerahan Air (Turbiditas/Kekeruhan)**

Kecerahan air merupakan tingkat transparansi kejernihan suatu perairan (Hamuna B., dkk., 2018, hlm. 37). Tebal tipisnya lapisan produktif ditentukan oleh kecerahan air, berkurangnya kecerahan air dapat mengakibatkan kurangnya kemampuan fotosintesis tumbuhan air serta mempengaruhi kegiatan fisiologi biota air. “Kecerahan dapat ditentukan secara visual dengan menggunakan secchi disk yang dikembangkan oleh Profesor Secchi pada abad ke-19. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter” (Effendi, 2003, hlm. 59-60).

### **b. Parameter Kimia Air**

#### **1) Derajat Keasaman (pH)**

Menurut Odum (1993) dalam Fazriati A. (2019, hlm. 24) mengatakan bahwa “Pada suatu ekosistem perairan, pH air merupakan suatu fungsi kadar CO<sub>2</sub> yang terlarut dalam air, dimana keberadaan pH bisa dikurangi oleh adanya proses fotosintesis dan dinaikkan oleh adanya proses respirasi. Semakin sedikit karbondioksida maka pH air akan semakin tinggi, dan sebaliknya”.

Sementara itu menurut Barus (2004) dalam Fazriati A. (2019, hlm. 24) “Apabila pH dalam suatu perairan sangat rendah akan mengakibatkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat racun semakin tinggi dan akan mengancam organisme tersebut dalam kelangsungan hidupnya di perairan. Sebaliknya jika pH dalam suatu perairan tinggi akan mengakibatkan keseimbangan antara amoniak dan amonium dalam air akan terganggu”.



## 2) DO (Dissolved Oxygen)

“Oksigen terlarut atau DO merupakan jumlah gas oksigen yang diikat oleh molekul air” (Odum, 1993, dalam Fazriati A., 2019, hlm. 25). Temperatur dan garam-garam terlarut dalam air sangat mempengaruhi kemampuan air dalam mengikat oksigen. Hal ini dikarenakan apabila temperatur rendah dan diturunkan oleh salinitas tinggi dapat menaikkan solubilitas oksigen.

Adanya ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan secara tidak langsung dapat dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Hasil Proses fotosintesis menghasilkan oksigen yang terlarut dalam perairan. Dimana dalam proses fotosintesis itu, intensitas cahaya sangat berperan penting. Menurut Odum (1993) dalam Fazriati A. (2019, hlm. 26) mengatakan bahwa “Penyerapan atau pengikatan secara langsung oksigen dari udara melalui kontak antara permukaan air dengan udara merupakan proses yang menghasilkan oksigen terlarut. Dengan itu dapat dikatakan bahwa hasil dari proses fotosintesis tumbuhan dan pengikatan oksigen secara langsung dari atmosfer itu menjadi sumber utama oksigen terlarut dalam perairan. Sedangkan kegiatan respirasi suatu organisme perairan atau melalui pelepasan secara langsung dari permukaan perairan ke udara menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam perairan”.

## C. Logam Berat

### 1. Pengertian Logam Berat

“Logam adalah zat dengan konduktivitas tinggi listrik, kelenturan, dan kilau, yang secara sukarela trans pemilu mereka untuk membentuk kation” (Darmono, 1995 dalam Supriadi, 2016, hlm. 13). Logam-logam awal mulanya berasal dari hasil pertambangan yang dilakukan di bawah tanah atau kerak bumi, yang kemudian dibawa ke pabrik untuk dicairkan serta dimurnikan dan dicetak sesuai dengan kemauan sendiri seperti dibuat perhiasan emas maupun perak, peralatan tani dan lainnya.

Logam berat sebenarnya telah banyak disebutkan untuk menafsirkan bentuk dari logam tertentu. “Logam berat masih termasuk golongan logam yang mana

kriteri-kriterianya sama dengan logam lainnya. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan atau masuk kedalam tubuh organisme hidup” (Putranto 2011, dalam Sajidah, 2019, hlm. 12). Sebagai contoh seperti: logam berat besi (Fe) yang masuk kedalam tubuh dengan jumlah sedikit biasanya tidak akan berpengaruh buruk bagi tubuh. Hal ini dikarenakan besi (Fe) sangat diperlukan dalam darah untuk meningkatkan oksigen. Lain halnya dengan apa yang dikatakan oleh Palar (2012) dalam Adhani R. dan Husaini (2017, hlm. 13) bahwa “Masuknya unsur logam berat beracun seperti tembaga (Cu) kedalam tubuh organisme dalam jumlah yang banyak akan menimbulkan pengaruh bentuk terhadap fungsi fisiologi tubuh organisme dan jika yang masuk kedalam tubuh organisme hidup adalah unsur Logam Berat seperti merkuri (Hg) maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan mengalami keracunan”.

Berbeda dengan logam berat, logam biasa yang masuk kedalam tubuh biasanya hanya menimbulkan gejala-gejala khusus pada organisme hidup. Dikatakan (Palar, 2012, hlm. 25) bahwa “Semua logam berat dapat menjadi bahan beracun dan akan meracuni tubuh makhluk hidup”. Dilihat dari bentuknya sendiri logam berat dibedakan menjadi dua macam yaitu : logam berat esensial dan logam berat non-esensial. Logam berat esensial seperti logam berat selenium (Se), Besi (Fe), Zink (Zn) dan tembaga (Cu), sangat diperlukan oleh manusia untuk menjaga metabolismenya. Sebaliknya logam berat yang non-esensial atau elemen mikro yang tidak memiliki peran sama sekali bila masuk kedalam tubuh manusia tetapi sangat berbahaya serta dapat menimbulkan keracunan bagi manusia. Contohnya seperti: logam berat merkuri (Hg), logam berat arsenik (As), logam berat kadmium (Cd) dan logam berat timbal (Pb). Dengan demikian dalam kadar tertentu, bagi makhluk hidup logam berat merupakan unsur penting yaitu sebagai *trace element*.

Dalam bahan penyusun lapisan tanah bumi terdapat bahan-bahan alami logam berat, dimana logam berat tidak bisa diurai bahkan tidak bisa dimusnahkan. Masuknya logam berat kedalam tubuh makhluk hidup melalui beberapa cara, diantaranya: melalui air minum, makanan bahkan udara. Adanya logam berat yang

terakumulasi didalam tubuh makhluk hidup sangatlah berbahaya. Dimana pada banyak kasus laju akumulasi logam berat di dalam tubuh sangat cepat dari kemampuan tubuh untuk membuangnya. Oleh sebab itu apabila seiring berjalannya waktu keberadaan logam berat yang masuk kedalam tubuh semakin tinggi maka dapat menyebabkan dampak yang semakin berbahaya.

## **2. Karakteristik Logam Berat**

Istilah logam berat sendiri merupakan gambaran-gambaran dari bentuk logam tertentu. Menurut Sutamiharja (2006) dalam Adhani R dan Husaini (2017, hlm. 16) karakteristik dari logam berat antara lain sebagai berikut :

- a. Logam Berat mempunyai nomor atom dari no 22 sampai 34 serta 40 sampai 50 dan merupakan unsur aktinida dan lantanida.
- b. Berat jenis logam berat sangat besar bahkan lebih dari 4.
- c. Logam Berat umumnya tidak mudah untuk didegradasi dan cenderung terakumulasi pada lingkungan.
- d. Dalam tubuh organisme logam berat dapat terakumulasi serta konsentrasinya akan tinggi dan dapat mengakibatkan bioakumulasi dan biomagnifikasi.
- e. Pada sedimen logam berat mengendap dan mudah terakumulasi, dimana hal ini menyebabkan konsentrasi logam pada sedimen akan lebih tinggi dari di air.
- f. Memiliki respon reaksi kimia yang khas (Spesifik) pada organisme hidup.

## **3. Pencemaran Logam Berat**

Menurut Undang-undang No.32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat (14) menyebutkan bahwa, “pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia dengan melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan” (Santosa, 2013, dalam Supriadi, 2016, hlm. 21). Polutan merupakan bahan penyebab pencemaran. Pencemaran polutan di lingkungan yang melebihi ambang batas akan mengakibatkan penurunan kualitas serta daya dukung lingkungan dan mengganggu hidup organisme. ”Terjadinya cemaran logam berat pada lingkungan ada erat

hubungannya dengan penggunaan logam berat oleh manusia” (Darmono, 1995, dalam Supriadi, 2016, hlm. 21).

Darmono (2001) dalam Fauziah N., (2017, hlm. 16) mengatakan bahwa : “Pencemaran logam berat digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu : pencemaran udara, pencemaran daratan/tanah dan pencemaran air/lautan. Pencemaran udara biasanya terjadi pada proses-proses industri yang menggunakan suhu tinggi atau relatif mudah menuap. Pencemaran daratan dan air (air sungai, waduk, atau laut) biasanya terjadi karena pembuangan limbah dari industri penggunaan logam yang bersangkutan secara tidak terkontrol atau penggunaan bahan mengandung logam itu sendiri (pestisida, insektisida)”.

#### **D. Merkuri (Hg)**

##### **1. Pengertian Merkuri (Hg)**

Merkuri atau di sebut dengan istilah air raksa merupakan logam yang berwujud cair, berwarna perak, tidak berbau, mengkilap, sifat konduktor listrik baik, titik beku pada kisaran suhu  $-38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan titik didih pada kisaran suhu  $35,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . “Merkuri merupakan logam berat yang sangat beracun dan mudah bercampur dengan enzim yang ada di dalam tubuh manusia sehingga dapat mengakibatkan hilangnya kemampuan enzim sebagai katalisator untuk fungsi tubuh yang penting” (Mirdat dkk., 2013 dalam Sajidah, 2019, hlm. 13).

##### **2. Sumber Merkuri (Hg)**

“Secara alami sumber Merkuri (Hg) berasal dari gas gunung berapi dan evaporasi air laut. Logam ini di bumi banyak tertimbun di daerah pertambangan dengan konsentrasi hanya sekitar  $0,08\text{ mg/kg}$ . Selain itu Merkuri (Hg) juga dapat berasal dari aktivitas industri yang menggunakan Merkuri (Hg) sebagai bahan baku maupun tambahan, contohnya seperti farmasi, kertas dan pengawet pulp, industri pertanian, dan klorin serta industri soda kaustik” (Putranto, 2011 dalam Sajidah, 2019, hlm. 14).

### **3. Karakteristik Merkuri (Hg)**

Berdasarkan Darmono (1995), Effendi (2003), Fardiaz (2005) dalam Rangkuti, A. M. (2009, hlm. 8) mengatakan bahwa merkuri mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Pada suhu kamar 25 °C merkuri berbentuk cair serta memiliki titik beku yang rendah yaitu -36 °C.
- b. Massa jenis merkuri tinggi dibanding logam lainnya.
- c. Ketahanan listriknya rendah sehingga menjadi konduktor yang baik.
- d. Dapat dicampurkan dengan logam yang lain (amalgam/alloy).
- e. Merkuri bersifat racun bagi semua makhluk hidup.

### **4. Dampak Merkuri (Hg)**

Merkuri mempunyai keunikan yaitu mampu bersatu dengan unsur lain yang membentuk organik maupun anorganik. “Paparan peningkatan kadar logam merkuri organik dan anorganik dapat merusak otak, ginjal dan janin yang sedang berkembang” (Alina dkk., 2012, dalam Adhani R. dan Husaini, 2017, hlm.32). Selain itu, “Apabila terjadi peningkatan paparan merkuri yang lebih tinggi dalam jangka waktu yang lebih singkat akan menyebabkan kerusakan organ paru-paru, peningkatan denyut jantung, muntah, diare, mual dan ruam kulit. Dengan gejala rasa malu, tremor, masalah memori, mudah marah, dan perubahan dalam penglihatan atau pendengaran” (Martin dan Griswold, 2009, dalam Adhani R. dan Husaini, 2017, hlm.32).

### **E. Logam Berat dalam Air**

Fergusson (1990, dalam Bangun dkk., 2016, hlm. 8) menyatakan bahwa “Masuknya logam berat kedalam perairan dapat terjadi secara alami maupun berasal dari kegiatan antropogenik. Secara alami seperti emisi vulkanik dan runoff dari daratan yang berasal dari atmosfer. Sedangkan berdasarkan dari kegiatan antropogenik, logam berat ini dihasilkan dari industry-industri, pertambangan, pertanian, dan pelayaran yang menggunakan logam berat”. Logam selalu ditemukan pada air tawar maupun laut walaupun jumlahnya sedikit. Beberapa jenis logam baik logam ringan maupun berat dalam kondisi normal dalam air jumlahnya

sedikit. “Logam berat dalam air jarang berbentuk atom melainkan terikat dengan senyawa lain sehingga berbentuk molekul” (Darmono, 1995, dalam Bangun dkk., 2016, hlm. 8).

Perpindahan logam berat hasil dari pembuangan akan berpindah dari badan air melalui beberapa proses, yaitu: proses adsorpsi, proses absorpsi, proses pengendapan. “Adanya sifat logam berat yang mampu mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen, mengakibatkan kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air” (Harahap, 1991, dalam Rangkuti A.M., 2009, hlm. 14).

Kandungan logam berat di perairan memiliki nilai ambang batas tertentu. Tabel dibawah mengindikasikan baku mutu kandungan logam berat di perairan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.

**Tabel 2.1 Baku Mutu Logam Berat dalam Air**

Logam Berat	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Merkuri (Hg)	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001

Keterangan :

1) Kelas I

Merupakan air baku untuk minum atau peruntukan yang lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2) Kelas II

Merupakan air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3) Kelas III

Merupakan air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air, untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 4) Kelas IV

Merupakan air yang digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### **F. Logam Berat Dalam Sedimen**

Sedimen merupakan padatan yang mencakup partikel-partikel padatan yang ukurannya besar serta bisa langsung mengalami pengendapan secara otomatis bila di air di diamkan atau tidak diganggu selama beberapa saat. Menurut Komalig dkk (2010, dalam Sajidah, 2019, hlm. 16) “sedimen memiliki peran penting salah satunya yaitu mengontrol kosentrasi logam berat yang terakumulasi pada suatu badan perairan”. Dalam suatu sistem perairan tempat utama penghasil metil merkuri ialah sedimen. Seiring dengan waktu proses degradasi alami tidak dapat menghilangkan logam berat pada badan air sehingga logam berat terakumulasi dalam sedimen. “Pencemaran logam berat pada sedimen merupakan isu yang berkembang dan menjadi perhatian dunia” (Singh dkk., 2005, dalam Sajidah, 2019, hlm. 17).

Selain itu menurut Singh dkk., (2005) dalam Sajidah (2019, hlm. 17) “Dalam sistem perairan khususnya dalam sedimen air, logam berat menjadi bagian dari sistem sedimen air”. Dimana distribusinya secara seimbang dan dinamis dikontrol oleh reaksi kimia serta fisika, di atur oleh pH dan menjadi agen tambahan oksidasi dari komponen mineral. Secara spasial logam berat yang terakumulasi pada sedimen akan terekam serta akan menjadi catatan sementara adanya suatu pencemaran di badan perairan. Oleh sebab itu, pengawasan terhadap sedimen secara berkala akan memperoleh informasi penting pada berbagai peristiwa polusi.

Baku mutu logam berat dalam sedimen di Indonesia belum di tetapkan. Sehingga untuk menentukan baku mutunya menggunakan baku mutu yang dikeluarkan oleh IADC/CEDA (1997).

**Tabel 2.2 Baku Mutu Logam Berat dalam Sedimen**

Logam Berat	Satuan	Level target	Level limit	Level tes	Level intervensi	Level bahaya
Merkuri (Hg)	mg/Kg	0,3	0,5	1,6	10	15

Sumber: IADC/CEDA (1997)

Keterangan :

1) Level target

Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

2) Level limit

Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai maksimum yang dapat ditolerir bagi kesehatan manusia maupun ekosistem.

3) Level tes

Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran antara level limit dan level tes, maka dikategorikan sebagai tercemar ringan.

4) Level intervensi

Jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai antara level tes dan level intervensi, maka dikategorikan sebagai tercemar sedang.

5) Level bahaya

Jika konsentrasi kontaminan berada pada nilai yang lebih besar dari baku mutu level bahaya, maka harus segera dilakukan pembersihan sedimen.

### G. Logam Berat pada Ikan

Darmono (2001) dalam Suyanto dkk., (2010, hlm.34) mengatakan bahwa “Salah satu organisme air yang dapat bergerak dengan cepat dan pada umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air adalah ikan”. Dalam habitat yang terbatas seperti teluk, waduk dan sungai, Ikan yang hidup akan terakumulasi oleh pencemaran hal ini dikarenakan ikan sulit melarikan diri



dari pengaruh pencemaran. Logam berat yang masuk kedalam tubuh ikan dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui penetrasi kulit, saluran pencemaran, dan melalui saluran pernafasan. Logam yang tertinggi yang mengakumulasi tubuh biasanya dalam hati serta ginjal.

Sistem bioakumulasi akan menyebabkan logam berat menjadi bahaya. Bioakumulasi sendiri merupakan suatu peningkatan konsentrasi kimia yang ada dalam tubuh organisme berdasarkan piramida makanan. Hal ini berkenaan dengan satu sifat bahan kimia yaitu seberapa jauh bahan kimia itu diserap atau terbioakumulasi. Setelah masuk ke dalam air, logam dapat teradsorpsi pada permukaan padat (sedimen), tetapi larut atau tersuspensi dalam air atau diambil oleh fauna. Ikan dapat mengadsorpsi logam berat khususnya logam merkuri melalui makanannya maupun langsung dari air yang melewati insang yang kemudian terakumulasi ke seluruh jaringan ikan.

Kandungan logam berat pada ikan memiliki nilai ambang batas tertentu. Tabel dibawah ini mengindikasikan batas maksimum logam berat dalam ikan menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018.

**Tabel 3 Batas Maksimum Logam Berat dalam Ikan**

Logam Berat	Satuan	Batas Maksimum
Merkuri (Hg)	mg/Kg	0,50

Sumber : Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018

## H. HASIL PENELITIAN TERDAHULU

Hasil penelitian terdahulu tersaji pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu**

No	Nama Peneliti	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Azis Husen (Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara)	“Analisis Kualitas Air yang Tercemar Merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara”	Perairan Teluk Kao Halmahera Utara	Metode yang digunakan yaitu metode survei, observasi, wawancara serta pengambilan sampel air dilakukan dengan cara <i>Purposive Sampling</i> sedangkan untuk analisis air dan sedimen menggunakan alat	Berdasarkan hasil penelitian dinyatakan bahwa mutu air sungai yang ada di perairan Teluk Kao Halmahera Utara sudah tidak bisa dikonsumsi sesuai Peraturan Pemerintah tentang pengolahan air minum secara konvensional (kelas 1), 0,001 ppm, (Kelas 2 dan 3), 0,002 ppm dan (kelas 4) 0,005 ppm dengan demikian air sungai Teluk Kao sudah tidak aman untuk dikonsumsi bagi masyarakat Teluk Kao.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ objek penelitian merupakan perairan yang mengalami pencemaran logam berat</li> <li>➤ Subjek penelitian yaitu Air, Sedimen, dan Ikan di perairan</li> <li>➤ Metode pengambilan sampel yaitu menggunakan metode <i>Purposive Sampling</i>.</li> </ul>	Penelitian sebelumnya dilakukan di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara

				AAS atau disebut dengan spektrofotometer penyerap atom.		➤ Analisis sampel menggunakan AAS	
2	Aditya Rahman <sup>1,2</sup> , Kresna Dinta Masmitra <sup>2</sup> , Anni Nurliani <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> Jurusan Pendidikan Biologi FKIP UNTIRTA <sup>2</sup> Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat)	“Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Ikan Nila ANALISIS ( <i>Oreochromis niloticus L.</i> ) Budidaya Keramba di Sekitar Waduk Riamkanan Kecamatan Aranio”	Waduk Riamkanan Kecamatan Aranio	Penentuan lokasi pengambilan sampel sedimen, air dan ikan ditentukan dengan metode purposive sampling	Hasil penelitian memperlihatkan bahwa rata-rata kandungan merkuri pada sampel sedimen, air dan ikan di setiap stasiun masih di bawah ambang batas yang ditetapkan.	➤ Subjek penelitian yaitu Air, Sedimen, dan Ikan di perairan. ➤ Ikan yang diteliti Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus L.</i> ). ➤ Metode pengambilan sampel yaitu menggunakan metode <i>Purposive Sampling</i> .	Penelitian Sebelumnya dilakukan di Waduk Riamkanan Kecamatan Aranio

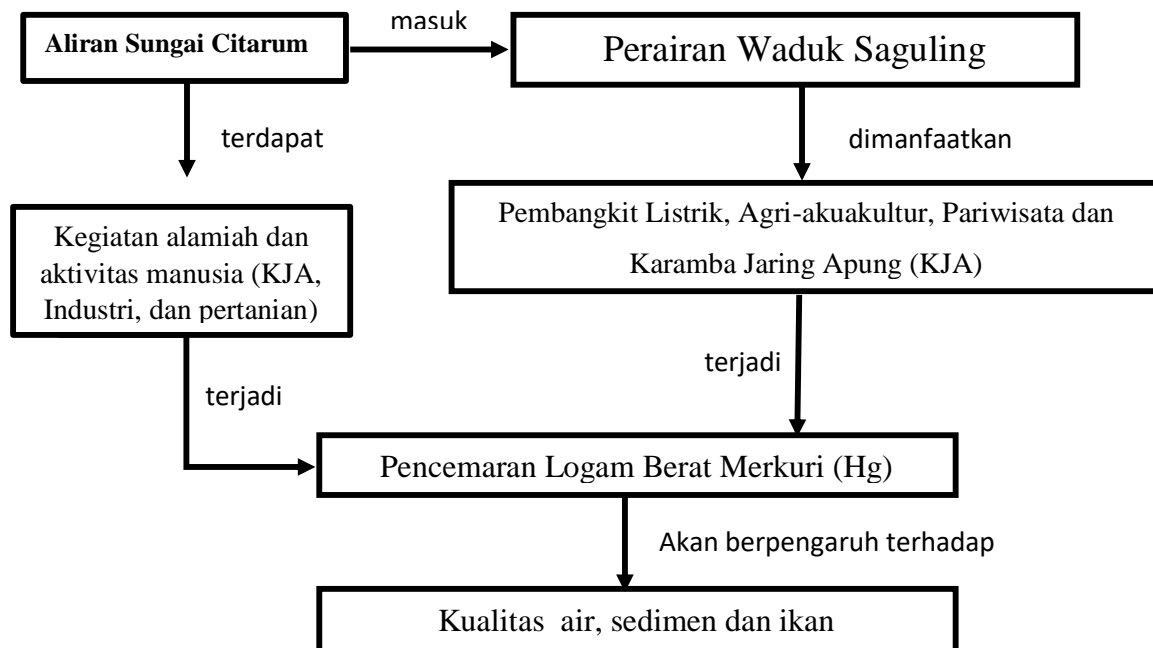
Berdasarkan tabel hasil dari penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan dengan judul “Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) pada Air, Sedimen, dan Ikan di perairan Waduk Saguling Jawa Barat”, yaitu Penelitian yang ditulis oleh Azis Husen pada tahun 2017 dengan judul “Analisis Kualitas Air yang Tercemar Merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara”. Persamaan dengan penelitian terdahulu yaitu objek penelitian merupakan perairan yang mengalami pencemaran logam berat, Subjek penelitian yaitu Air, Sedimen serta Ikan yang ada di perairan, pengambilan sampel menggunakan metode *Purposive Sampling*, serta analisis sampel menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), dengan perbedaan yaitu Lokasi Penelitian sebelumnya dilakukan di perairan Teluk Kao Halmahera Utara. Dan hasil penelitian di dapatkan bahwa air sungai yang ada di perairan Teluk Kao Halmahera Utara tidak bisa dikonsumsi sesuai Peraturan Pemerintah tentang pengolahan air minum secara konvensional kelas 1 yaitu 0,001 ppm, Kelas 2 dan 3 yaitu 0,002 ppm dan kelas 4 yaitu 0,005 ppm. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa air sungai Teluk Kao sudah tidak aman untuk dikonsumsi bagi masyarakat Teluk Kao.

Penelitian yang relevan selanjutnya yaitu, penelitian yang dilakukan oleh Aditya, dkk, pada Tahun 2016 dengan judul “Analisis Kandungan Merkuri (Hg) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Budidaya Keramba di Sekitar Waduk Riam Kanan Kecamatan Aranio”. Persamaan dengan penelitian terdahulu yaitu Subjek penelitian yaitu Air, Sedimen, dan Ikan di perairan dimana Ikan yang diteliti adalah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus L.*), serta metode yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu menggunakan metode *Purposive Sampling*, dengan perbedaan yaitu Lokasi Penelitian sebelumnya dilakukan di Sekitar Waduk Riam Kanan Kecamatan Aranio. Dimana Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan merkuri pada sampel sedimen, air dan ikan di setiap stasiun masih di bawah ambang batas yang ditetapkan.

## **I. KERANGKA PEMIKIRAN**

Adanya pembuangan limbah baik itu limbah industri maupun domestik ke sungai citarum dan sisa pakan dari budidaya ikan di keramba yang ada disekitar sungai citarum dan disekitar Waduk Saguling merupakan salah satu isu penyebab turunnya kualitas air pada Waduk Saguling dan menjadi suatu masalah yang sangat

serius. Limbah yang mencemari perairan sering terdapat kandungan berbahaya serta beracun dan dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan perairan. Akibat dari aktivitas-aktivitas tersebut kemungkinan pencemaran logam berat pun akan terjadi, dimana ketika perairan telah tercemar oleh logam berat maka kualitas air, sedimen maupun ikan akan ikut tercemar. Sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Murtini, J.T., (2007 hlm. 153) bahwa perairan yang tercemar oleh polutan termasuk logam berat tertentu sangat berpotensi menghasilkan produk perairan yang tercemar pula. Berdasarkan pertimbangan tersebut, diperlukan suatu kajian yang dapat memberi informasi terkini mengenai kandungan logam berat merkuri (Hg) yang ada pada air, sedimen dan ikan. Hal ini dapat dilihat pada skema gambar berikut :



**Gambar 2.1 Skema Kerangka Pemikiran**

## J. PERTANYAAN PENELITIAN

Untuk memperkuat rumusan masalah yang dibuat, maka peneliti menambahkan pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Berapa besar konsentrasi logam berat Merkuri (Hg) yang di temukan pada air di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?

2. Berapa besar konsentrasi logam berat Merkuri (Hg) yang di temukan pada sedimen di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?
3. Berapa besar konsentrasi logam berat Merkuri (Hg) yang di temukan pada ikan di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?
4. Berapa suhu pada air di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?
5. Bagaimana tingkat keasaman (pH) pada air di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?
6. Bagaimana tingkat kekeruhan air di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?
7. Berapa konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada air di perairan Waduk Saguling Jawa Barat?
8. Bagaimana nilai ambang batas kondisi perairan Waduk Saguling Jawa Barat berdasarkan kandungan logam berat Merkuri (Hg)?

#### **K. Analisis Kompetensi Dasar (KD) pada Pembelajaran Biologi**

##### **1. Keterkaitan penelitian Analis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) pada Air, Sedimen, dan Ikan di Perairan Waduk Saguling Jawa Barat terhadap Kegiatan Pembelajaran Biologi**

Keterkaitan hasil penelitian yang didapatkan dengan kegiatan pembelajaran Biologi sesuai dengan KD 3.9 yang nantinya siswa diharapkan mampu mengenali macam-macam yang dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan yang nantinya akan mengganggu kestabilan lingkungan serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan biota perairan, serta berdampak terhadap kesehatan makhluk hidup. Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil penelitian Analis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) pada Air, Sedimen dan Ikan di Perairan Waduk Saguling Jawa Barat diharapkan dapat membantu atau mendukung materi mengenai Pencemaran Lingkungan yang terjadi di perairan dan pengaruhnya terhadap makhluk hidup dan diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada bab tersebut.

##### **2. Analisis Kompetensi Dasar (KD)**

Logam Berat merupakan salah satu zat yang menyebabkan pencemaran di daratan maupun diperairan. Pencemaran yang terjadi di lingkungan akan menyebabkan terganggunya kestabilan pada lingkungan dan akan berdampak pula terhadap biota maupun makhluk hidup. Materi mengenai pencemaran tersebut

terdapat pada kelas X semester 2 dan masuk kedalam materi pokok Pencemaran Lingkungan dan termasuk kedalam K.D 3.9 yaitu “Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan”.