

BAB II

TINJAUAN MENGENAI EKOSISTEM PERAIRAN TAWAR, LOGAM BERAT DAN PENCEMARAN

A. Ekosistem

1. Pengertian Ekosistem

“Ekosistem merupakan unit utama dalam kajian ekologi” (Mulyadi, 2010, hlm 1). Dalam pengertian lain Menurut (Transley, (1935) dalam Iis, 2020, hlm. 10) “Ekosistem merupakan hubungan saling mempengaruhi secara timbal balik komponen biotik (tumbuhan, hewan, manusia dan mikroba) dan komponen abiotik (cahaya, udara, air, tanah, dsb) di alam, hubungan antar komponen ini membentuk ekosistem”. Ahli ekologi bernama A. G Tansley (1935 dalam Effendi *et al.*, 2018, hlm. 2) Mengemukakan :

“Ekosistem ialah suatu unit ekologi yang didalamnya terdapat struktur dan fungsi. Struktur yang dimaksudkan dalam ekosistem tersebut yakni berhubungan dengan keanekaragaman spesies atau species diversity. Pada ekosistem yang strukturnya kompleks, maka akan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi. Sedangkan fungsi yang dimaksud dalam ekosistem ialah berhubungan dengan siklus materi dan arus energi melalui komponen-komponen ekosistem”.

Menurut Ressoedarmo *et. al.*, (1998) dalam Muhtadi *et. al.*, (2016, hlm. 5) “Ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terbentuk dari proses interaksi timbal balik antar makhluk hidup dalam satu komunitas dalam lingkungan abiotiknya”. Menurut Odum (1996) dalam Muhtadi *et. al.*, (2016, hlm. 5) “ekosistem atau sistem ekologi merupakan pertukaran bahan-bahan antara bagian-bagian yang hidup dan yang tak hidup di dalam sistem”.

Berdasarkan pengertian ekosistem diatas dapat disimpulkan bahwa ekosistem merupakan suatu unit ekologi yang didalamnya terdapat dua komponen yang saling berhubungan secara timbal balik.

2. Komponen Pembentuk Ekosistem

Sitanggang *et.al* (2015 hlm.4) Membagi komponen pembentuk ekosistem kedalam 2 bagian antara lain : “Komponen biotik yang merupakan komponen makhluk hidup seperti produsen, konsumen dan decomposer, sedangkan komponen abiotik merupakan komponen tidak hidup seperti cahaya, udara, air, tanah, suhu dan mineral”.

a. Komponen Biotik

Komponen biotik terdiri atas produsen, konsumen, dan decomposer (pengurai).

1) Produsen

“Produsen merupakan makhluk hidup yang dapat melakukan proses fotosintesa atau bisa membuat makanannya sendiri dengan mengubah bahan-bahan anorganik menjadi bahan organik. contohnya beranekaragam tumbuhan”. (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 32)

2) Konsumen

“Konsumen ialah makhluk hidup yang tidak dapat melakukan proses fotosintesa, atau tidak dapat membuat makanannya sendiri, atau tidak bisa mengubah bahan-bahan anorganik menjadi senyawa organik. Contohnya beranekaragam hewan”. (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 32)

3) Dekomposer

“Decomposer ialah mikroorganisme pengurai. Ada pula bahan-bahan yang diuraikan oleh dekomposer yaitu bahan-bahan organik baik yang berasal dari tumbuhan ataupun hewan. Contohnya bakteri dan jamur”. (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 32).

b. Komponen Abiotik

Komponen abiotik terdiri atas cahaya, udara, air, tanah, suhu dan mineral.

1) Cahaya matahari

”Cahaya matahari adalah salah satu faktor penentu keberlangsungan kehidupan di bumi”. (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 27)

2) Udara

”Udara ialah kombinasi dari berbagai gas nitrogen, oksigen, karbon dioksida, dan lain-lain yang ada di permukaan bumi”. (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 26)

3) Air

"Air ialah komponen yang sangat berarti untuk makhluk hidup, sebab sebagian besar tubuh makhluk hidup tersusun oleh air". (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 20)

4) Tanah

Tanah merupakan bagian bumi yang terbentuk oleh pelapukan batuan padat.

5) Suhu

“Suhu ialah salah satu faktor pemicu proses fisiologis pada makhluk hidup”. (Etty., *et.al.*, 2016, hlm. 28)

6) Mineral

Mineral ialah nutrisi yang dibutuhkan tubuh guna membantu proses berlangsungnya metabolisme.

Komponen biotik dan abiotik akan menghasilkan suatu interaksi yang mengakibatkan dua komponen tersebut saling ketergantungan satu sama lain, hal ini disebut dengan hubungan timbal balik. Dan jika salah satu komponen tersebut merasa terganggu, maka akan mempengaruhi pada komponen yang lainnya sehingga akan terjadi ketidakseimbangan ekosistem.

3. Tipe Ekosistem

Iis (2020, hlm. 10) Ekosistem dibagi menjadi 2 bagian : ekosistem alami dan ekosistem buatan :

- a. “Ekosistem alami merupakan suatu hubungan timbal balik antara komponen makhluk hidup yang terbentuk tanpa adanya campur tangan manusia.
- b. Ekosistem buatan merupakan suatu hubungan timbal balik antara komponen makhluk hidup yang terbentuk dengan adanya campur tangan manusia guna memenuhi kebutuhannya”.

Dapat disimpulkan kedua jenis ekosistem diatas sama-sama merupakan hubungan timbal balik antara komponen makhluk hidup akan tetapi yang

membedakannya ekosistem alami tanpa adanya campur tangan manusia begitupun sebaliknya.

4. Ekosistem Perairan Tawar

Ekosistem perairan air tawar ialah lingkungan perairan yang ada di daratan. Dalam definisi lain “Perairan darat merupakan perairan yang hanya terdapat pada suatu permukaan daratan dan biasanya lokasi atau permukaan lebih tinggi daripada permukaan laut.” (Utomo, *et.al.* 2014, hlm. 3.) Air ini dapat mengalir dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah yang setara dengan permukaan laut, dan akhirnya ke laut. “Oleh sebab itu, ekosistem ini terdapat pada suatu daratan, maka tentu saja dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik daratan itu sendiri contohnya suhu, cuaca, cahaya matahari dan faktor lingkungan lain yang berpengaruh terhadap ekosistem tersebut”. (Utomo, *et.al.* 2014, hlm. 3.)

B. Ekosistem Sungai

1. Pengertian Ekosistem Sungai

Sungai terdapat pada ekosistem air tawar dan memiliki tipe mengalir (*lotic water*). “Sungai merupakan sumber air permukaan yang memberikan manfaat kepada kehidupan manusia. Kualitas sungai akan mengalami perubahan-perubahan seiring dengan perkembangan lingkungan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas dan kehidupan manusia”. (Dwi., *et.al.* 2018, hlm. 2) Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air menjelaskan bahwa “Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air secara alami yang berasal dari curah hujan menuju danau ataupun laut”. Sebagian pencemaran sungai pastinya disebabkan oleh kehidupan disekitarnya baik pada sungai itu sendiri atau manusia selaku pengguna sungai.

C. Sungai Citarum

Kartika Hajar, *et.al.* (2019), hlm. 2. Mengemukakan “Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang di Jawa Barat dengan panjang ± 300 km. Hulu sungai ini berada di daerah Kabupaten Bandung dan berakhir di daerah Kabupaten

Karawang”. Sungai Citarum merupakan sungai yang banyak dimanfaatkan untuk kehidupan masyarakat di sepanjang daerah aliran sungainya. Pemanfaatan Sungai Citarum ini diantaranya yaitu dalam bidang pertanian, peternakan, PLTA, industri, maupun kebutuhan rumah tangga. Menurut Neti Juniarti, (2020), hlm. 2. Mengemukakan :

“Sungai Citarum terbentang sepanjang 297 km dengan hulu di Situ Cisanti yang terletak di kaki Gunung Wayang, Kabupaten Bandung dan bermuara di Pantai Utara Pulau Jawa, Muara Gembong, Kabupaten Bekasi. Aliran DAS Citarum melintasi 11 kabupaten/kota antara lain Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, Kota Bandung, Kota Cimahi, sebagian Kabupaten Sumedang, sebagian Kabupaten Cianjur, sebagian Kabupaten Bogor, dan sebagian Kabupaten Garut”.



Gambar 2.1 Sungai Citarum

Sumber : ekonomi.bisnis.com

“Tingginya aktivitas domestik dan industri di pinggir sungai menjadi penyebab utama tercemarnya sungai ini. Pencemaran dan kerusakan Sungai Citarum meliputi pencemaran industri, limbah pertanian, limbah peternakan, limbah perikanan, dan limbah domestik baik limbah cair domestic maupun sampah domestic”. (Neti, 2020, hlm. 2)

D. Ekosistem Waduk

1. Pengertian Ekosistem Waduk

Waduk terdapat pada ekosistem air tawar dan memiliki tipe menggenang (*lentic water*). “Waduk merupakan perairan yang sengaja dibuat oleh manusia

dengan tujuan tertentu misalnya sebagai pembangkit listrik, irigasi, perikanan, wisata, olahraga dan pengontrol banjir”. (Fibrianis, 2014, hlm. 9) Pada dasarnya waduk dibentuk oleh bendungan. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2010 tentang Bendungan, disebutkan bahwa “Bendungan merupakan bangunan berupa urugan tanah, urugan batu, beton serta pasangan batu yang dibangun dengan fungsi sebagai penampung dan penahan air, serta menahan dan menampung limbah tambang (tailing) bahkan untuk menampung lumpur sehingga terbentuk waduk”.

E. Waduk Cirata

1. Profil Waduk Cirata

Waduk Cirata merupakan salah satu dari tiga waduk cascade (waduk seri) yang dibangun dengan membendung aliran Sungai Citarum. Menurut (Fibrianis P, 2014, hlm. 9) “Waduk cirata merupakan waduk multifungsi dengan fungsi utama sebagai PLTA dan fungsi-fungsi lainnya untuk perikanan, lalu lintas, pertanian, pariwisata, dan kegiatan ekonomi lainnya”. (Fibrianis P, 2014, hlm. 9). Menyatakan bahwa :

“Luas Waduk Cirata adalah 6.200 ha yang dalam pembangunannya harus menggenangi sebanyak 32 desa dan 7 kecamatan di wilayah Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Purwakarta. Waduk Cirata memiliki karakteristik yang khas karena karakteristik ekosistemnya dipengaruhi oleh ekosistem waduk dibagian hulunya, yaitu Waduk Saguling sebagai konsekuensi tipe waduk berseri”.



Gambar 2.2 Waduk Cirata

Sumber : mediaindonesia.com

Salah satu fungsi Waduk Cirata yaitu sebagai tempat budidaya ikan konsumsi dalam sistem Keramba Jaring Apung (KJA). Pembudidaya ikan KJA ada di seluruh

Waduk Cirata. “Kegiatan ekonomi di Waduk Cirata berkembang semakin kompleks karena melibatkan beberapa pemanfaat dengan kepentingan yang berbeda. Perkembangan kegiatan ekonomi di Waduk Cirata menimbulkan baik dampak positif maupun negatif.” (Fibrianis, 2014, hlm. 2). Dampak-dampak yang terjadi melibatkan penduduk yang ada disekitarnya. “Dampak positif tersebut antara lain meningkatnya pendapatan warga yang kemudian beralih profesi menjadi pembudidaya ikan KJA atau penjual ikan. Dampak negatif tersebut antara lain meningkatnya pencemaran air yang disebabkan adanya aktivitas budidaya perikanan KJA itu sendiri”. (Fibrianis, 2014, hlm. 2) Dikarenakan aktivitas perikanan KJA menghasilkan limbah berupa sampah rumah tangga dari para pemilik yang tinggal di lokasi KJA, feses ikan, dan sisa pakan ikan dari budidaya perikananannya.

2. Kondisi Sosial Ekonomi Waduk Cirata

Salah satu fungsi waduk cirata yaitu sebagai budidaya perikanan dalam sistem Keramba Jaring Apung (KJA). Budidaya perikanan ini sangat membantu sosial ekonomi masyarakat di sekitar Waduk Cirata.



Gambar 2.3 Keramba Jaring Apung Waduk Cirata

Sumber : pikiran-rakyat.com

Berdasarkan SK Gubernur Jawa Barat Nomor 41 Tahun 2002. “Luas areal waduk yang aman diusahakan untuk kegiatan budidaya perikanan KJA di Waduk

Cirata adalah seluas 1% dari seluruh perairan Waduk atau seluas 48 ha. Akan tetapi, saat ini luasan perairan di Waduk Cirata yang digunakan untuk kegiatan perikanan KJA sudah mencapai 4%”. (BPWC, 2013, dalam Fibrianis, 2014, hlm. 4). Maka dari itu Waduk Cirata adalah salah satu sentra perikanan di Jawa Barat.

F. Parameter Fisika dan Kimia Air

Di perairan terdapat banyak faktor yang mendukung terjadinya perubahan kualitas air, salah satunya adalah parameter fisika dan kimia. Berikut ini adalah parameter fisika dan kimia yang diukur, yaitu:

1. Parameter Fisika

a. Suhu

Menurut Kordi., *et.al.*, (2009) dalam (Muhammad., *et. al.*, 2017, hlm. 4) “Suhu sangat mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik dilautan maupun diperairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut”. Suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kehidupan biota air. Menurut Handjojo dan Djoko Setianto (2005) dalam (Muhammad., *et. al.*, 2017, hlm. 4) Menjelaskan tentang suhu air normal sebagai berikut :

“Suhu air normal adalah suhu air yang memungkinkan makhluk hidup dapat melakukan metabolisme dan berkembang biak. Suhu merupakan faktor fisik yang sangat penting di air. suhu menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan juga menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air”.

Suhu sangat mempengaruhi keberadaan ikan. Apabila suhu terlalu tinggi maka akan menyebabkan kondisi stress pada tubuh ikan, meningkatnya suhu juga dapat meningkatkan laju metabolisme hewan air. Menurut Romimohtarto dan Juwana (2009) dalam (Meilisa 2017, hlm. 3) menyatakan bahwa “Suhu yang berkisar antara 27-30°C baik untuk kehidupan organisme perairan”.

b. Kecerahan Air

Pada prinsipnya kecerahan air adalah suatu keadaan yang menyatakan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Di perairan alami, kecerahan sangat penting karena berkaitan erat dengan aktivitas fotosintesis dan produksi primer di perairan “Faktor yang mempengaruhi kecerahan adalah kejernihan yang sangat ditentukan partikel-partikel terlarut dalam

lumpur. Semakin banyak partikel atau bahan organik terlarut maka kekeruhan akan meningkat”. (Meillisa, 2018, hlm. 3) .

Nilai kecerahan yang rendah menunjukkan bahwa tingkat kekeruhannya tinggi. “Nilai kecerahan tergantung dengan keadaan cuaca, waktu pengukuran, warna air, kekeruhan dan padatan tersuspensi yang ada didalam perairan” (Muhammad *et.al*, 2017, hlm. 4). Menurut Asmawai (1983) dan Cit Suparjo (2009) dalam (Meilisa, 2017, hlm. 4) Menyatakan “Nilai kecerahan yang baik untuk kehidupan ikan adalah lebih besar dari 0,45 m. Kecerahan air di bawah 100 cm tergolong tingkat kecerahan rendah”.

2. Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Pada prinsipnya bahwa kondisi perairan yang bersifat asam maupun basa akan berbahaya terhadap kelangsungan hidup organisme, dikarenakan akan menimbulkan gangguan metabolisme dan respirasi. (Meillisa, 2018. hlm. 4) menyatakan bahwa :

“Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi dan pada umumnya sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Kondisi asam basa/pH merupakan salah satu hal penting dalam menentukan kualitas perairan. pH umumnya mengalami peningkatan akibat dari perairan yang sudah tercemar oleh aktivitas manusia, banyaknya limbah, ataupun bahan organik dan anorganik yang mencemari perairan tersebut. Nilai pH atau derajat keasaman berkisar antara 5,3-7,3”.

Menurut Wetzel (2001), dalam (Muhammad., *et.al.*, 2017, hlm. 6). Menyatakan “Nilai pH yang baik untuk pertumbuhan ikan di perairan air tawar umumnya berkisar 5,5–7”.

b. Oksigen Terlarut atau DO (*Disolved Oxygen*)

Pada prinsipnya bahwa konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada perairan ditentukan tergantung dengan berbagai faktor. (Agusnar, 2007 dalam Meillisa, 2018, hlm. 5) menyatakan bahwa :

“Konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan mengakibatkan ikan-ikan dan binatang air lainnya yang membutuhkan oksigen akan mati. Kehidupan organisme didalam air dapat bertahan jika terdapat oksigen terlarut minimal 5 mg/L, selebihnya bergantung pada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran bahan pencemar dan fluktuasi suhu”.

(Fujaya, 2003 dalam Meillisa, 2018, hlm. 5) mengemukakan bahwa pentingnya oksigen terlarut sebagai berikut :

“Oksigen terlarut sangat penting bagi pernapasan ikan, serta merupakan salah satu komponen utama untuk keperluan metabolisme organisme perairan. Jika tidak terdapat senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut 2 mg/L sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan secara normal. Namun demikian untuk mendukung kehidupan ikan yang baik diperlukan kadar oksigen terlarut minimal 4 mg/L”.

G. Logam berat

1. Pengertian logam berat

Didalam kehidupan sehari-hari banyak aktivitas manusia yang menghasilkan logam berat. (Adhani & Husaini, 2017 hlm. 17) mengatakan :

“Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar perairan. Keberadaan logam-logam ini sangat berbahaya, meskipun dalam jumlah yang kecil. Berbagai aktivitas manusia seperti penambangan logam, pelapisan dan pencampuran logam, industri minyak dan pigmen, pembuatan pestisida dan industri penyamakan kulit sangat berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat”.

(Sastrawijaya, 1991 dalam Damaianto, 2014 hlm 2) mengatakan “Logam berat dinyatakan polutan atau pencemar yang sangat berbahaya karena sifatnya yang tidak dapat terurai”.

2. Macam-macam logam berat

(BPOM RI, 2010) Mengemukakan adapun macam-macam logam berat diantaranya yaitu :

- a. “Logam berat esensial
Logam berat ini dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Sebagai contoh antara lain Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se.
- b. Logam berat non esensial
Logam berat ini merupakan logam yang beracun (*toxic metal*) yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, sebagai contoh antara lain Hg, Cd, Pb, Sn, Cr dan As. Logam berat ini dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi kesehatan manusia, sehingga sering disebut sebagai logam beracun”.

3. Toksisitas logam berat

Logam berat merupakan bahan pencemar yang tidak dapat didegradasi atau dihancurkan, sehingga akan terakumulasi didalam tubuh organisme. “Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi toksisitas setiap jenis logam berat, antara lain:

bentuk senyawa, daya kelarutan logam berat didalam cairan, ukuran partikel dan beberapa sifat kimia dan fisika lainnya”. (Darmono, 2001 dalam Adhani & Husaini, 2017, hlm.20).

(Sutamiharja 2006, dalam Adhani & Husaini, 2017, hlm. 20) Menjelaskan bahwa “Mekanisme toksisitas logam berat didalam tubuh organisme di kelompokkan menjadi 3 (tiga) kategori yakni logam berat mampu memblokir dan menghalangi proses metabolisme, menggantikan ion logam esensial dan juga dapat memodifikasi bentuk dari gugus aktif yang dimiliki biomolekul.”

4. Logam Berat Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) merupakan zat yang mampu menyebar pada lingkungan melalui fenomena alam. “Manusia banyak menggunakan Tembaga. Misalnya itu diterapkan dalam industri dan pertanian. Produksi tembaga telah mengangkat selama dekade terakhir. Karena ini, jumlah tembaga dalam lingkungan telah meningkat dan mengakibatkan pencemaran yang tinggi.” (Khairuddin., *et. al.*, 2021, hlm. 2).

(Darmono,1995 dalam Adhani & Husaini, 2017, hlm. 129). Menjelaskan bahwa :

“Tembaga terdapat di lingkungan kita secara alami, namun logam ini juga dapat merupakan hasil dari aktivitas manusia (non alamiah). Peristiwa-peristiwa alam seperti erosi dari batuan mineral yang terjadi merupakan salah satu faktor adanya tembaga secara alamiah dilingkungan. Debu dan atau partikulat-partikulat tembaga yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan juga merupakan sumber alamiah tembaga dilingkungan”.



Gambar 2.4 Tembaga (Cu)

Sumber : id.wikipedia.org

H. Pencemaran

1. Pencemaran Logam Berat

Pada prinsipnya bahwa yang mencemari udara, air dan tanah yaitu berasal dari proses alami atau kegiatan industry yang menghasilkan logam berat. “Proses alami sebuah pencemaran dapat berasal dari erupsi gunung berapi dan erosi tanah. Pencemaran juga dapat terjadi karena kegiatan manusia seperti tambang, industri bahan kimia buatan, industri migas, serta kegiatan domestic”. (Junita, 2013, hlm. 11)

2. Pencemaran Logam Berat di Perairan

Logam berat adalah zat polutan lingkungan yang umumnya ditemukan di perairan. “Kandungan logam berat dalam organisme mengindikasikan adanya sumber logam berat yang berasal dari alam atau dari aktivitas manusia. Kegiatan industri yang intensif dan aktivitas manusia dalam kegiatan pertambangan, industri penggilingan dan industri manufaktur telah mengakibatkan pelepasan limbah logam berat ke lingkungan”. (Dahlia, 2006 dalam Adhani & Husaini, 2017, hlm. 60).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Berdasarkan Peruntukannya Mutu Air di klasifikasikan kedalam 4 kelas, yaitu :

Tabel 2.1 Klasifikasi Air Berdasarkan Peruntukannya

No	Kelas	Peruntukannya
1	I	“Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air bakti air minum, dan atau peruntukan yang lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut”.
2	II	“Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan

		atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut”.
3	III	“Kelas tiga, air yang diperuntukkan dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut”.
4	IV	“Kelas empat, air yang diperuntukkan dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut”

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001

“Logam berat menjadi zat polutan lingkungan yang paling banyak ditemukan di perairan. Kandungan logam berat yang terkandung didalam organisme menunjukkan adanya pelepasan logam berat yang berasal dari alam dan kegiatan manusia” (Dahlia, 2006, dalam Adhani, 2017, hlm. 60). Aktifitas industri secara intensif menyebabkan masuknya limbah logam berat kedalam lingkungan. Berbagai jenis biota perairan akan mengalami kematian jika konsentrasi logam berat yang terdapat di perairan tinggi. Menurut (Hutagalung pada tahun 1997 dalam Adhani & Husaini, 2017, hlm. 60). “Adanya peningkatan kadar yang melebihi ambang batas logam berat didalam air dapat bersifat toksik bagi organisme. Disamping bersifat toksik, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi, biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi.”

3. Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air

“Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alamiah, yaitu kurang dari 1 mg/L. Bila terjadi erosi alamiah, konsentrasi logam tersebut dapat meningkat jika terjadi erosi alamiah. Selain itu, jenis air juga berpengaruh terhadap kandungan logam didalamnya”. (Patang, 2018, hlm 66) Ada berbagai jenis logam yang umumnya lebih dominan daripada yang lain, dan didalam air biasanya tergantung pada sumber air. “Kadar ini dapat meningkat jika terjadi peningkatan limbah yang mengandung logam berat masuk ke dalam perairan. Limbah ini dapat

berasal dari aktivitas manusia yang berasal dari darat seperti limbah perkotaan, pertambangan, pertanian dan perindustrian”. (Patang, 2018, hlm 66) Akumulasi logam berat yang terjadi didalam tubuh organisme tergantung pada konsentrasi logam berat dalam air atau lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktifitas fisiologis.

Tabel 2.2 Baku Mutu Logam Berat Tembaga (Cu) dalam Air

Logam berat	Satuan	Baku mutu
Tembaga (Cu)	Mg/L	0,02

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001

4. Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu) pada Sedimen

Logam berat yang dilimpahkan kedalam perairan akan berpindah dari badan air melalui proses-proses antara lain : pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme di perairan. (Patang, 2018, hlm 67) mengemukakan :

“Sedimen meliputi tanah dan pasir, bersifat tersuspensi, yang masuk ke badan air akibat erosi atau banjir dan pada dasarnya tidaklah bersifat toksik. Meningkatnya kadar logam berat dalam lingkungan perairan hingga melebihi batas maksimum akan menyebabkan rusaknya lingkungan serta dapat membahayakan kehidupan organisme didalamnya. Mengendapnya logam berat bersama-sama dengan padatan tersuspensi akan mempengaruhi kualitas sedimen di dasar perairan dan juga perairan di sekitarnya”.

Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan menghasilkan endapan didalam perairan yang menyatu dengan sedimen. Maka dari itu, kadar logam berat yang terdapat pada sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air. “Limbah logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami proses pengendapan dan absorpsi. Pengendapan akan meningkatkan konsentrasi logam dalam sedimen, sedangkan absorpsi oleh organisme perairan akan menyebabkan terakumulasinya logam-logam tersebut dalam tubuh organisme.” (Patang 2018, hlm. 4)

Kesimpulannya logam berat yang masuk kedalam tubuh organisme sangat berbahaya karena mampu mengganggu proses metabolisme. Jika kandungan logam berat diatas ambang batas mampu membuat organisme tersebut keracunan bahkan bisa menimbulkan kematian.

Tabel 2.3 Baku Mutu Logam Berat Tembaga (Cu) dalam Sedimen

Logam berat	Satuan	Standar Sepa	Standar Us-sepa
Tembaga (Cu)	Mg/kg	15 Mg/Kg	49,98 Mg/Kg

Sumber : *Standar Swedish Environmental Protection Agency (SEPA, 2000).*

5. Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu) pada Ikan

“Kebanyakan logam berat secara biologis terkumpul dalam tubuh organisme, menetap untuk waktu yang lama dan berfungsi sebagai racun kumulatif”. (Darmono, 1995, dalam Patang, 2018, hlm. 67) Dengan adanya logam berat didalam perairan akan menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan biota.

“Logam berat yang terikat dalam tubuh organisme yaitu pada ikan akan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut. Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernafasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit. Didalam tubuh hewan, logam diabsorpsi darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal).” (Patang, 2018, hlm 67)

Tabel 2.4 Baku Mutu Logam Berat Tembaga (Cu) dalam Ikan

Logam berat	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Tembaga (Cu)	Mg/kg	5 Mg/Kg

Sumber : SK Dirjen POM Nomor 03725/B/SK/VII/1989 Tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan pada Ikan

I. Kriteria Mutu Air

“Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Mengatakan bahwa mutu air merupakan kondisi kualitas air yang diukur dan di uji berdasarkan parameter serta dengan menggunakan metode tertentu”. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 telah ditetapkan bahwa kriteria mutu air kelas II yang berkaitan dengan faktor fisika dan kimia anorganik perairan disajikan pada Tabel 2.5 berikut ini :

Tabel 2.5 Kriteria Mutu Air Kelas II

Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II
Suhu	°C	Deviasi 3
Ph	-	6-9
DO	Mg/L	4
Tembaga (Cu)	Mg/L	0,02

Sumber : Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001

Selain diklasifikasikan berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001, klasifikasi air ditentukan juga menggunakan sistem nilai yang dikeluarkan oleh US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dan tercantum dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003.

“Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Metode STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metode STORET ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air.” Cara untuk menentukan status mutu air yaitu dengan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- (1) Kelas A : Baik sekali, skor = 0 > Memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B : Baik, skor = -1 s/d -10 > Cemar ringan
- (3) Kelas C : Sedang, skor = -11 s/d -30 > Cemar sedang
- (4) Kelas D : Buruk, skor \geq -31 > Cemar berat

Penggunaan sistem STORET untuk menentukan status kualitas air dimaksudkan sebagai acuan untuk pemantauan kualitas air tanah dan untuk mengetahui kualitas system perairan. Penentuan status mutu air ini berdasarkan pada analisis parameter fisika, kimia, dan biologi.

Langkah-langkah untuk menentukan keadaan kualitas air menggunakan metode STORET adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data kualitas air dan keluaran air secara berkala membentuk data dari waktu ke waktu (*time series data*).
2. Berdasarkan kadar air, data yang diukur dari setiap parameter air dibandingkan dengan nilai baku mutu.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) akan diberikan nilai 0.
4. Apabila hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor :

Tabel 2.6 Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah Contoh	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

*Jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air

Sumber : Canter (1977 dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003)

5. Hitung angka negative dari semua parameter dan tentukan status kualitas berdasarkan jumlah poin yang diperoleh dengan menggunakan sistem nilai

J. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Pendekatan & Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Nandang Priyanto, Dwiyitno, dan Farida Ariyani. Pada 2008.	“Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) pada ikan, air, dan sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat”	Waduk Cirata	“Lokasi titik pencuplikan ditetapkan secara <i>purposive sampling</i> dimana diambil 6 titik stasiun yang akan diuji kandungan logamnya. Jenis logam berat yang dianalisis meliputi: Hg, Pb, Cd, dan Cu dengan menggunakan alat <i>Atomic Absorbance Spectrophotometry (AAS)</i> ”.	“Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada berbagai jenis ikan yang ditangkap dari waduk lebih tinggi dibandingkan dalam air, tetapi lebih rendah dibandingkan pada sedimen. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada ikan masih dibawah ambang batas yang diijinkan. Sementara itu kandungan Hg, Cd, dan Cu dalam air di beberapa stasiun	Subjek dan objek penelitian, tempat penelitiannya.	Alat untuk menganalisis kandungan logam berat

					sudah ada yang melebihi ambang batas. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada sedimen umumnya juga masih dibawah ambang batas yang ditetapkan, kecuali kandungan Hg yang diambil pada bulan mei di beberapa stasiun melebihi ambang batas yang diijinkan.”		
2.	Khairrudin, M.yamin dan Kusmiyati pada 2021.	Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Bandeng (<i>Chanos Chanos Forsk</i>) Yang Berasal dari Kampong Melayu Kota Bima	Kampung Melayu Kota Bima	“Lokasi titik pencuplikan dilakukan secara <i>purposive sampling</i> dimana diambil 1 titik stasiun tepatnya pada areal tambak. Jenis logam berat yang dianalisis yaitu : Tembaga (Cu) dengan menggunakan alat <i>Atomic</i>	“Hasil penelitian menemukan 27.3 % tembaga (Cu) dalam jaringan Bandeng, yang menunjukkan bahwa lingkungan tempat ikan dipelihara sudah terkontaminasi oleh tembaga (Cu). Apabila manusia mengkonsumsi ikan bandeng yang mengandung tembaga (Cu), maka tembaga	Objek penelitiannya	Subjek penelitian, Tempat penelitian, Alat untuk menganalisis kandungan logam berat

				<i>Absorbance Spectrophotometry (AAS)</i> ".	tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh, sehingga dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan."		
3.	Iis Jubaedah, Dinno Sudinno dan Pigoselpi Anas Pada 2013.	Analisis Kondisi Kualitas Air dan Produktivitas Budidaya Keramba Jaring Apung di Waduk Cirata Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat	Waduk Cirata	"Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Data dianalisis dengan metode analisis deskriptif, kualitatif dan kuantitatif".	"Hasil analisis menunjukkan status kualitas perairan waduk cirata memiliki nilai indeks pencemaran 14,4311 maka perairan Waduk Cirata tercemar berat, beban pencemaran dari parameter H ₂ S, NH ₃ , PO ₄ , NO ₃ , NO ₂ , Hg, Pb, Cu lebih besar dibanding dengan kapasitas asimilasinya sehingga perairan waduk cirata tercemar oleh parameter tersebut, parameter kapasitas asimilasi perairan waduk cirata yang nilainya lebih besar dari nilai beban	Subjek dan objek penelitian, tempat penelitian	Analisis yang digunakan

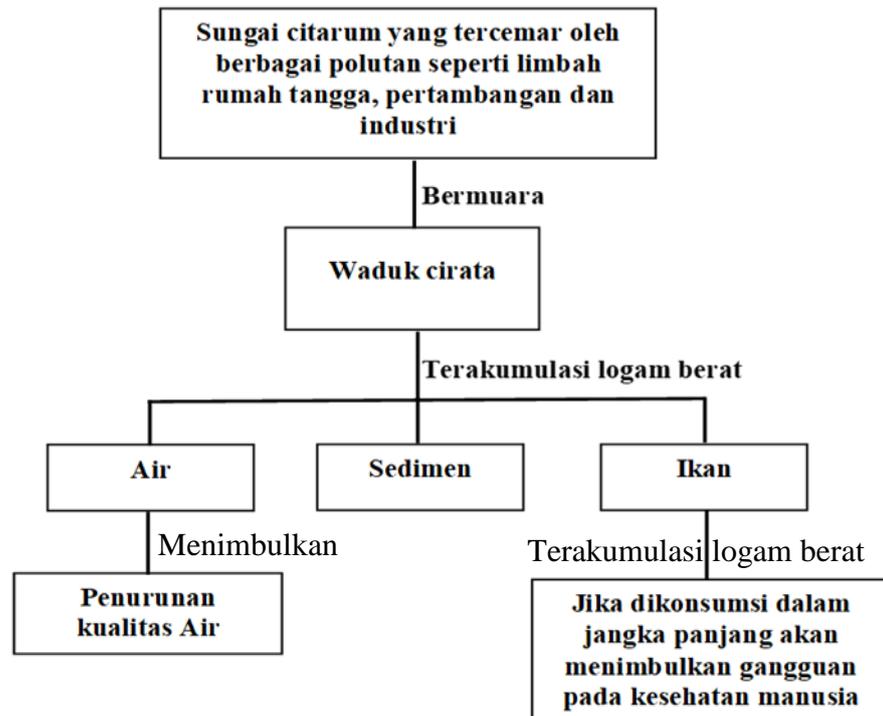
					<p>pencemarannya adalah parameter TSS, BOD dan COD, sedangkan produksi ikan mengalami penurunan yakni pada tahun 2004 sebanyak 13629 ton dan pada tahun 2011 sebanyak 5441 ton.”</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Nandang Priyanto, Dwiwitno, dan Farida Ariyani. Pada tahun 2008. Dengan hasil penelitian “Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada berbagai jenis ikan yang ditangkap dari waduk lebih tinggi dibandingkan dalam air, tetapi lebih rendah dibandingkan pada sedimen. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada ikan masih di bawah ambang batas yang diijinkan. Sementara itu kandungan Hg, Cd, dan Cu dalam air di beberapa stasiun sudah ada yang melebihi ambang batas. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cu pada sedimen umumnya juga masih di bawah ambang batas yang ditetapkan, kecuali kandungan hg yang diambil pada bulan mei di beberapa stasiun melebihi ambang batas yang diijinkan”. Hal ini berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu untuk mengetahui nilai konsentrasi logam berat tembaga (Cu) di perairan Waduk Cirata dan melihat metode dan desain yang digunakan pada penelitian diatas sama-sama menggunakan *purvose sampling* dan objek penelitiannya sama yaitu air, sedimen dan ikan. sedangkan untuk pencuplikan pada daerah *inlet*, Keramba Jaring Apung (KJA) dan *outlet*.

K. Kerangka Pemikiran

Menurut (Dharmawan & Salim, 2017 dalam Bramantyo & Isma, 2019, hlm. 2). “Waduk Cirata merupakan waduk yang berada di kawasan tengah DAS Citarum yang termasuk sungai tercemar di dunia dikarenakan sungai citarum ini melintasi pemukiman penduduk, pertambangan dan kawasan industry yang menghasilkan limbah domestik yang langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan”.

Akibat pengolahan limbah industri, pertambangan dan domestik yang mengandung unsur logam berat tembaga (Cu) pencemaran lingkungan seperti air, udara dan tanah semakin meningkat. Logam berat umumnya beracun bagi organisme, meskipun beberapa diantaranya membutuhkan dalam jumlah kecil. Logam berat mencemari organisme melalui berbagai media seperti udara, makanan, dan air yang tercemar logam berat. Dikarenakan Waduk Cirata merupakan tempat dibudidayakannya ikan dalam system keramba jaring apung (KJA). Oleh karena itu, apabila perairan tersebut tercemar logam berat maka ikan yang hidup di perairan tersebut secara otomatis juga ikut tercemar. Jika situasi ini berlangsung lama, dapat mencapai tingkat berbahaya bagi kesehatan manusia.



Gambar 2.5 Diagram Kerangka Pemikiran

Sumber : Dokumen pribadi