

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORI PENCEMARAN LINGKUNGAN, LOGAM BERAT KADMIUM (CD), AIR IRIGASI, TANAH DAN SAYURAN KANGKUNG**

#### **A. Industri**

Berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia No.3 tahun 2013 mengenai perindustrian menjelaskan bahwa industri adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengolah bahan baku atau sumber daya menjadi barang yang bernilai dan mempunyai manfaat yang lebih tinggi.

Tidak dapat kita pungkiri bahwa dengan keberadaan industri berdampak negatif bagi lingkungan masyarakat sekitar industri. Adanya industri di suatu wilayah dapat menjadi salah satu faktor meningkatnya perekonomian di masyarakat sekitar, tapi dalam proses industri akan menghasilkan limbah. Limbah seharusnya tidak akan menjadi masalah bila dikelola dengan baik dan benar akan tetapi jika suatu perusahaan tidak mengelola limbah dengan baik dan pelaku industri mempunyai kepedulian yang kurang terhadap limbah hasil industri, dan limbah tidak dikelola sehingga akan mengakibatkan masalah di masa yang akan (Widiyanto et al., 2015, hlm. 247), Selain memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat industri juga memberikan dampak positif yaitu membuka lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar kegiatan industri.(Samsul et al., 2018, hlm. 57).

#### **B. Pencemaran Lingkungan**

##### **1. Pengertian Pencemaran lingkungan**

Pencemaran lingkungan merupakan masuknya bahan pencemar ke dalam lingkungan yang menyebabkan perubahan wujud lingkungan dari bentuk asalnya sehingga terjadi penurunan kualitas dari lingkungan tersebut yang berdampak pada kesehatan dan ketenangan makhluk hidup dalam lingkungan (Manik, 2018, hlm. 37). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Bab I Pasal 1 Ayat 14 menyatakan Bawah pencefsistematimaran lingkungan adalah masuk atau dimasukannya zat energi, makhluk hidup, atau komponen lain ke dalam lingkungan

kegiatan manusia yang melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

## **2. Jenis Jenis Pencemaran**

Dapat kita sadari atau tidak, aktivitas yang biasa dilakukan manusia dapat mengakibatkan pencemaran. Jika terus dilakukan dan dibiarkan begitu saja akan mengakibatkan terancamnya kelangsungan dan kelangsungan hidup makhluk hidup (Nafisah, 2017, hlm. 13). Berdasarkan medianya pencemaran lingkungan dibagi menjadi tiga sebagai berikut :

### **a. Pencemaran Udara**

Menurut Mukono dalam Decy Arwini (2020, hlm. 21) pencemaran udara adalah adanya penambahan zat kimia pada udara dengan jumlah tertentu yang akan terdeteksi oleh sensor serta memberikan dampak yang tidak baik bagi manusia, tumbuhan, maupun hewan. Pencemaran udara terutama di kota besar Indonesia ada pada tingkat yang mengkhawatirkan. Sumber utama pencemaran udara berasal dari berbagai aktivitas manusia seperti kegiatan industri, transportasi, perumahan, dan perkantoran. Berbagai aktivitas tersebut adalah kontributor terbesar dari pencemaran udara yang terdapat di udara bebas (K. Prabowo & Muslim, 2018, hlm. 2). Pencemaran udara tidak hanya disebabkan oleh kegiatan manusia tapi juga berasal dari sumber alami seperti abu vulkanik gunung berapi, gas vulkanik, debu yang ditiup angin, dan bau tidak sedap yang diakibatkan oleh pembusukan sampah organik (Abidin et al., 2019, hlm. 2).

### **b. Pencemaran Air**

Menurut Pasal 1 angka 11 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 menerangkan bahwa yang disebut sebagai pencemaran air adalah dimasukkannya atau masuknya zat, makhluk hidup, energi ataupun komponen lain ke dalam air yang disebabkan oleh kegiatan yang dilakukan manusia, hingga akhirnya menyebabkan turunnya kualitas air sampai ke tingkat tertentu yang dapat menyebabkan air tidak berfungsi sesuai peruntukannya. Sumber pencemaran air juga dapat disebabkan karena aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk kimia hingga mencemari sungai, danau dan Bila air yang memiliki kandungan nitrat tinggi dikonsumsi berbagai penyakit bagi tubuh (Wong, 2019)

### c. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan pencemaran yang diakibatkan oleh bahan kimia yang masuk dan dapat mengubah lingkungan tanah yang . Pencemaran tanah ini dapat terjadi biasanya dikarenakan adanya kebocoran bahan kimia industri yang langsung mengenai dan terserap tanah (Muslimah, 2017, hlm. 12).

## C. Logam Berat

### 1. Pengertian Logam Berat

Logam berat adalah komponen yang berada pada kulit bumi yang tidak dapat dihancurkan dan merupakan zat yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan terjadinya bioakumulasi (T. T. Irianti et al., 2017, hlm, 11). Logam berat bersifat *biodegradable* yang berarti jika limbah-limbah yang mengandung logam berat masuk ke lingkungan sekitar sedikit demi sedikit terjadi akumulasi pada air dan tanah, sehingga jika ketersediaannya tinggi maka akan diserap oleh tanaman dan akan memberikan dampak negative kepada kehidupan manusia (Hidayat, 2015, hlm, 51) . Logam berat memiliki sifat yang sama dengan logam lainnya. Hal yang dapat membedakan masalah pengaruh yang dihasilkan saat logam berat berikatan dan atau masuk ke dalam organisme hidup (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 14). Masuknya logam berat ke dalam tubuh akan menyebabkan banyak dampak berbahaya bagi kesehatan (T. T. Irianti et al., 2017, hlm, 69).

### 2. Sifat – Sifat Logam Berat

Sifat logam berat yang dapat membahayakan lingkungan dibagi 3 menurut Menurut Sutamihardja (2006) dalam Adhani & Husaini (2017, hlm. 16) yaitu:

- a. Logam berat akan sulit didegradasi dan akan terakumulasi pada lingkungan
- b. Logam berat memiliki sifat yang mudah terserap sedimen sehingga mengakibatkan konsentrasi logam berat pada sedimen tinggi
- c. Logam berat dapat mengakibatkan bioakumulasi dan biomagnifikasi

### 3. Macam Macam Logam Berat

Terdapat berbagai macam jenis logam berat yang ada berada di lingkungan sekitar, beberapa logam berat masih dibutuhkan keberadaannya dan ada juga logam berat yang memiliki dampak racun bagi makhluk hidup (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 29). Menurut Yudo (2018, hlm. 1) mengatakan bahwa “Berdasarkan pada sudut pandang toksikologi, logam berat dibagi menjadi 2 jenis yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial”.

- a. Logam berat esensial adalah logam berat yang dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, tapi jika melebihi nilai ambang batas maka dapat menimbulkan dampak beracun dan juga berbahaya. Contohnya logam berat Zn, Cu, Fe, Co, Mn, Ni, Se dan sebagainya (Yudo, 2018, hlm. 1)
- b. Logam berat non-esensial adalah logam berat yang keberadaannya belum diketahui manfaatnya untuk tubuh manusia dan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik). Contohnya Hg, Pb, Cd, As, Cr, dan sebagainya (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 14)

Dari penjelasan diatas dapat di artikan bahwa masuknya logam berat secara berlebihan dal melewati ambang batas dapat mengakibatkan keracunan,Salah satunya pada logam berat non esensial Kadmium (Cd) yang dimana senyawa yang ada didalamnya sangat beracun dan sangat berbahaya sekali jika diserap oleh tubuh manusia (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 33)

#### D. Logam Berat Kadmium (Cd)

##### 1. Pengertian Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium adalah produk yang dihasilkan dari produksi seng, produk sampingan dari produksi seng. Batuan,tanah,mineralm dan batu bara jujga mengandung kadmium (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 33). Kadmium memiliki nomor atom 48, bobot atom 112,41 g, bobot jenis 8,642 g/cm<sup>3</sup> pada 20 °C, titik leleh 320,9 °C, titik didih 767 °C, tekanan uap 0,013 Pa pada 180 °C. Kadmium merupakan logam alami di dalam kerak bumi (T. T. Irianti et al., 2017, hlm, 12).

Kadmium tidak berasa maupun beraroma spesifik. Berdasarkan peringkat Agency for Toxic Substances and Disease Registry atau biasa disingkat ATSDR

Logam Cd termasuk logam nonesensial yang memiliki bahaya bagi tubuh. Logam Cd merupakan logam berat tertoksik nomor 7). *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat paling berbahaya untuk kesehatan. Menurut badan dunia WHO, kandungan logam berat maksimal bagi manusia per minggu adalah sekitar 7 mg per kg berat badan atau 400-500 gram per orang untuk satu minggu (Widaningrum et al., 2007, hlm, 18)



**Gambar 2. 1 Logam Berat Kadmium (Cd)**

**(Sumber : nafiun.com)**

## **2. Sumber Logam Kadmium**

Logam berat Kadmium (Cd) adalah logam yang alami berada di dalam kerak bumi (T. T. Irianti et al., 2017, hlm, 12). Kegiatan manusia juga merupakan sumber utama penyedia logam kadmium (Cd) pada lingkungan. Salah satu kegiatannya merupakan industri seng dimana kadmium merupakan produksi sampingan dari seng (Adhani, 2017, hlm, 33)

## **E. Pencemaran Logam Kadmium (Cd)**

Kadmium bagi tubuh adalah logam yang asing. Tubuh tidak memerlukannya dalam proses metabolisme (Irianti et al., 2017, hlm. 36) , dengan masuknya logam berat kadmium ke lingkungan dapat mengakibatkan banyak pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat seperti :

### 1. Pencemaran Logam Kadmium (Cd) pada air

Pencemaran logam berat dapat ditemukan dimana saja contohnya pada air. Duruibe et al., (2007) dalam Patty (2018, hlm. 3) menjelaskan bahwa “adanya kandungan logam berat Cd pada air sungai dapat diakibatkan secara alami yang berasal dari batuan atau kerak bumi dan antropogenik”

Logam berat yang telah mencemari air lalu dikonsumsi oleh makhluk hidup sangat berbahaya karena dapat menyebabkan gangguan metabolisme. Jika logam berat yang masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batas makan dapat menyebabkan keracunan. Berdasarkan regulasi terbaru, Lampiran VI PP No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang melampirkan Baku Mutu Air Nasional Kelas 1, 2, 3 dan 4 yang didalamnya terdapat logam berat Kadmium (Cd) sebagai berikut:

**Tabel 2. 1 Baku Mutu Logam Berat kadmium (Cd) air sungai dan sejenisnya**

| Parameter    | Satuan | Ambang Batas |         |         |         |
|--------------|--------|--------------|---------|---------|---------|
|              |        | Kelas 1      | Kelas 2 | Kelas 3 | Kelas 4 |
| Kadmium (Cd) | mg/L   | 0,01         | 0,01    | 0,01    | 0,01    |

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021, hlm. 2

**Tabel 2. 2 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Air Danau Dan Sejenisnya**

| Parameter    | Satuan | Ambang Batas |         |         |         |
|--------------|--------|--------------|---------|---------|---------|
|              |        | Kelas 1      | Kelas 2 | Kelas 3 | Kelas 4 |
| Kadmium (Cd) | mg/L   | 0,01         | 0,01    | 0,01    | 0,01    |

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021, hlm. 5

Air irigasi termasuk ke dalam kategori air sungai yang berada pada kelas 4, karena kelas 4 termasuk air yang digunakan untuk mengairi pertanian. Berikut baku mutu kandungan logam berat Kadmium (Cd) dalam air irigasi yang digunakan sebagai berikut:

**Tabel 2. 3 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dalam**

| <b>Parameter</b> | <b>Satuan</b> | <b>Kadar maksimum yang diperbolehkan</b> |
|------------------|---------------|--|
| Kadmium ( Cd)    | mg/L          | Kelas 4                                  |
|                  |               | 0,01                                     |

**Air Irigasi**

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021, hlm. 5

**2. Pencemaran Logam Kadmium (Cd) Pada Tanah**

Pencemaran logam berat Kadmium (Cd) bukan hanya terjadi pada air, namun bisa terjadi pada tanah juga. Kandungan Logam berat akan masuk ke dalam tanah dengan adanya bahan kimia yang langsung jatuh ke tanah, tumpukan debu, air hujan atau dikarenakan adanya pengendapan, pengikisan dan adanya limbah buangan industri ataupun rumah tangga (Sustawan et al., 2016, hlm. 46). Tanah merupakan komponen dasar dalam pertanian dan digunakan sebagai media untuk pertanian (Prabowo & Subantoro, 2017, hlm . 59). Tanah yang tercemar oleh logam Kadmium (Cd) akan diserap oleh tanaman yang menggunakan tanah sebagai media tanamnya, Pertumbuhan tanaman akan terhambat dan tidak normal, seperti ukurannya lebih kecil dari tanaman biasanya (Indrasti et al., 2006, hlm. 46), Tanaman tersebut yang akan dikonsumsi akan sangat berbahaya bagi yang mengkonsumsinya jika kandungan logam berat Kadmium (Cd) tersebut melebihi baku mutu. Berikut ini baku mutu logam berat Kadmium (Cd) pada tanah sebagai berikut:

**Tabel 2. 4 Baku Mutu Kandungan Logam Kadmium (Cd) dalam Tanah**

| <b>Parameter</b> | <b>Satuan</b> | <b>Kadar maksimum yang diperbolehkan</b> |
|------------------|---------------|--|
| Kadmium (Cd)     | Ppm           | 0,5                                      |

Sumber: Ministry of State for Population and Enviromental of Indonesia, and Dalhousie, University Canada (1992) dalam Sustawan ( 2016, hlm. 46)

### 3. Pencemaran Logam Kadmium (Cd) Pada Sayuran

Logam berat Kadmium (Cd) tidak hanya mencemari air dan juga tanah tetapi mencemari lahan pertanian khususnya pada tanaman yang ditanami di lahan pertanian yang tercemar oleh logam berat Kadmium (Cd) tersebut sangat berdampak buruk karena logam Kadmium (Cd) tersebut sangat berbahaya dan dapat mengakibatkan keracunan. Terserapnya logam berat oleh akar pada tanaman yang antinya akan di edarkan pada batang dan daun (Sugiyanto et al., 2016, hlm. 453). Sehingga dapat disimpulkan bahwa logam berat Kadmium (Cd) yang masuk ke dalam jaringan sayuran tersebut akan menjadi penyebab terganggunya kesehatan manusia yang memakan sayuran tersebut. Badan Pengawas Obat Dan Makanan (BPOM) Nomor 5 Tahun 2018 telah menetapkan baku mutu pada sayuran yang dikonsumsi yakni sebagai berikut:

**Tabel 2. 5 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Kadmium ( Cd ) dalam Sayuran**

| Parameter    | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|--------------|--------|-----------------------------------|
| Kadmium (Cd) | mg/kg  | 0,05                              |

Sumber: Lampiran Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan (BPOM) Nomor 5 Tahun 2018, hlm. 9

## F. Mekanisme Penyerapan dan Translokasi Logam Berat

### 1. Mekanisme Penyerapan dan Translokasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tanaman

Tanaman yang hidup di lingkungan dengan konsentrasi logam berat yang tinggi akan mempunyai kandungan konsentrasi logam berat yang tinggi. Penyerapan logam berat oleh tanaman berbeda tingkatannya berdasarkan jenis tanamannya. Konsentrasi tertentu zat pencemar dapat berbahaya dan mengakibatkan respon yang berbeda pula untuk semua spesies (Juwita & Indah, 2013, hlm. 79). Mekanisme dari Penyerapan dan akumulasi logam berat pada tumbuhan dibagi menjadi 3 proses:



**a. Penyerapan oleh akar**

Saat proses penyerapan logam berat terjadi pada tanaman, unsur logam terlarut yang hanya dapat diserap oleh akar. Yang kemudian unsur logam berat yang terlarut akan diserap oleh akar bersama dengan air (Widyasari, 2021, hlm. 20).

**b. Translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan**

Pada Proses ini, ketika polutan selesai menembus endodermis akar pada tanaman kemudian akan diteruskan ke atas tanamnya melalui jaringan xilem dan floem menuju ke bagian tanaman lainnya (Wahyuni, 2019, hlm. 37).

**c. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan**

Menurut Fitter and Hay (1981) dalam Hartanti et al (2014, hlm. 36) menyatakan penempatan logam di sel dan jaringan itu berguna untuk mencegah terjadinya keracunan terhadap sel, oleh karena itu dilakukan detoksifikasi dengan cara logam berat ditimbun di dalam organ tertentu seperti pada akar.

**2. Mekanisme Penyerapan dan Translokasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tubuh**

Menurut Jarup (2003) dalam (Irianti et al., 2017, hlm. 29) menyatakan bahwa logam berat Kadmium adalah salah satu produk sampingan dari produksi seng dan bisa terpapar ke manusia atau hewan di tempat kerja maupun lingkungan. Setelah kadmium terserap oleh tubuh manusia, logam ini akan berada di dalam tubuh selamanya. Manusia bisa terpapar logam ini utamanya melalui inhalasi dan mulut sehingga dapat menyebabkan keracunan akut maupun kronis.

## G. Sayuran Kangkung

### 1. Pengertian Sayur Kangkung

Kangkung (*Ipomea reptans*) adalah tanaman hortikultura yang memiliki sangat banyak peminat di Indonesia dikarenakan rasanya yang enak jika dimasak.. Kangkung adalah sayuran yang peminatnya naik dari taun ke taun seiring dengan meningkatnya juga kesadaran masyarakat Indonesia untuk hidup sehat (Hutahaean et al., 2018, hlm, 2). India adalah tempat dimana kangkung berasal yang lalu tersebar ke berbagai negara yang ada di Asia dan Afrika (Adnan et al., 2008, hlm. 1). Berikut ini merupakan klasifikasi sayuran kangkung Darat menurut Anggara (2009) yaitu :

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| Kingdom   | : Plantae                      |
| Divisi    | : Tracheophyta                 |
| Kelas     | : Magnoliopsida                |
| Sub kelas | : Asteridae                    |
| Bangsa    | : Solanales                    |
| Suku      | : Convolvulaceae               |
| Marga     | : <i>Ipomea</i>                |
| Jenis     | : <i>Ipomea aquatica</i> Poir. |



**Gambar 2.5 Sayuran kangkung  
(Sumber: bisnismuda.id)**

Menurut Nurumas & fitria (2011, hlm. 25) terdapat dua jenis kangkung yaitu sebagai berikut:

“Kangkung darat dan kangkung air merupakan 2 macam kangkung yang digemari untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Kangkung air adalah kangkung yang sangat mudah untuk perawatannya. sedangkan kangkung darat bisa hidup dan tumbuh pada daerah yang memiliki suhu panas atau lembab dan p lebih teliti dalam merawatnya. Karena pertumbuhan pada tanaman sangat bergantung pada cara merawat dan unsur hara yang diberikan untuk peningkatan produksi”

## **2. Manfaat Sayuran Kangkung**

Kangkung memiliki banyak kandungan gizi. Dalam 100 gram kangkung terdapat 49,00 gram natrium dan 458,00 gram kalium. Natrium dan kalium adalah persenyawaan garam bionda dimana senyawa-senyawa ini berfungsi untuk obat tidur yang sifatnya menekan susunan pada saraf (Anggara, 2009, hlm, 10). Kangkung juga mengandung zat kimia seperti sitosterol, karoten, dan hentirakontan. Itulah yang mengakibatkan kangkung berhasiat sebagai diuretik, hemostatik dan anti inflamasi.

## **3. Pertanian Sayuran Kangkung**

Pertanian merupakan suatu usaha untuk memangatkan sumber daya alam yang dilakukan agar tersedianya bahan baku industri, bahan pangan, atau sumber energi, dan juga untuk mengelola lingkungan (Purba et al., 2020, hlm. 1)

Pertanian sayur kangkung berada di kampung Citereup Desa Margaasih Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung, Berada tepat disamping jalan raya yang disebarnya terdapat pertanian sawah yang luas. Disamping pertanian terdapat air irigasi yang mengelilingi setiap sisi sawah, air itulah yang digunakan untuk menyiram sayuran yang ditanam. Pertanian tersebut berdiri pada tahun 2013 dan memiliki luas area  $\pm 33,75 \text{ m}^2$ .



**Gambar 2. 2 Pertanian Sayuran Kangkung**

**(Sumber: Dokumen Pribadi)**

## H. Tanah

Tanah merupakan salah satu gejala alam permukaan darata yang membentuk pedosfer yang disusun atas massa galit yang berupa lapukan dan pecahan batuan yang tercampur dengan bahan – bahan organik. Terjadi saling tindak dan tumpang tindih dalam pedosfer (interaction) antar litosfer, atmosfer, hidrosfer dan biosfer (Manik, 2006, hlm, 1).

Kesuburan tanah diukur dari jumlah konsentrasi hara makro seperti P, K, N yang tinggi, ketersediaan bahan organik yang tinggi, konsentrasi Fe, Mn, dan Al yang rendah dan komposisi mikroba tanah yang menguntungkan (Garuda, 2020, hlm, 61). Logam berat yang terdapat pada tanah dapat masuk melalui penggunaan bahan kimia yang prosesnya berada dalam tanah, erosi tanah, akumulasi debu, ataupun pembuangan limbah yang berlebihan.

## I. Air Irigasi

Semua makhluk hidup yang ada di bumi bergantung pada air terutama manusia, air berguna bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga tapi juga dibutuhkan untuk kegiatan produksi dan industri serta kebutuhan lainnya. (Amalia & Sugiri, 2014, hlm, 295) . lalu air irigasi merupakan bangunan yang berbentuk saluran yang fungsinya untuk tempat menyalurkan air dari bendung menuju ke petak untuk mencukupi kebutuhan air bagi tanaman di petak sawah (Sari, 2017, hlm, 48).



**Gambar 2. 3 Saluran Air Irigasi**

**(Sumber: Dokumen pribadi)**

Menurut PP No. 82 Tahun 2001 pasal 8 ayat 1 ,hlm 5 air telah dibedakan menjadi 4 kelas,yaitu :

**a. Kelas 1**

Kelas satu, air yang digunakan untuk air minum atau digunakan untuk air yang peruntukannya dapat digunakan untuk memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

**b. Kelas 2**

Kelas dua, air yang digunakan sebagai sarana dan prasarana hiburan air,peternakan,budidaya ikan, mengairi tanaman dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

**c. Kelas 3**

Kelas tiga, air yang digunakan untuk pertanian,peternakan, budidaya ikan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

**d. Kelas 4**

Kelas empat, air yang digunakan untuk pertanian atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

**J. Faktor Klimatik**

Faktor klimatik terbagi menjadi dua yaitu fisika dan kimia, faktor fisika terdiri atas suhu udara dan faktor kimia berupa pH tanah dan intensitas cahaya.

**1. Suhu Udara**

Suhu merupakan saruan untuk menentukan derajat dingin atau panas pada suatu tempat atau benda, alat ukurnya yaitu *thermometer*. Pada kehidupan kita sehari hari kita mengukur suhu menggunakan indera peraba tapi dengan adanya teknologi yang memudahkan pengukuran menggunakan *thermometer* maka kita bisa dengan mudah mengukurnya dengan valid. (Hidayati, 2011 dalam Indarwati Sri *et al.*, 2019, hlm. 92). Menurut Lagiyono, 2012 dalam Indarwati Sri *et al.*, (2019, hlm. 92) mengatakan “Udara adalah campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi”. Suhu udara adalah salah satu unsur yang sangat penting dari keadaan cuaca di bumi (Anwar, 2017, hlm. 7). Menurut Anwar (2017, hlm. 7) menjelaskan tentang suhu udara sebagai berikut:

Menurut Palada & chang,2003 dalam Rosman et al., ( 2019, hlm. 169) “suhu udara yang cocok untuk pertumbuhan kangkung adalah 25 hingga 30°C, tapi jika berada pada suhu di bawah 10°C tanaman kangkung akan rusak.

## **2. Intensitas Cahaya**

Intensitas cahaya merupakan berapa banyak energi penyinaran yang diserap atau diterima oleh suatu benda.oleh karena itu pengertian intensitas cahaya yang dimaksud adalah lama dari penyinaran matahari bersinar dalam jangka waktu satu hari (Friadi & Junadhi. 2019, hlm. 31). Intensitas cahaya adalah berapa banyaknya suatu energi yang diterima oleh tanaman dalam persatuan luas dan persatuan waktu (kal/cm<sup>2</sup>/hari) (Hardiane *et al.*, 2017, hlm. 3). Mengukur intensitas cahaya menggunakan alat yang dinamakan Lux Meter.

Intensitas yang baik diterima oleh tanaman kangkung berada rentang 4305,56 - 8611,13 yang dapat disimpulkan bahwa kangkung tidak membutuhkan cahaya yang terlalu panas (Rosman et al., 2019, hlm. 170)

## **3. pH Tanah**

Johnson (1980) dalam Karamina *et al.*, (2017, hlm. 433) mengatakan “pH (reaksi tanah atau keasaman tanah) merupakan logaritma negative kepekatan ion H<sup>+</sup> dalam gram per liter”. pH tanah bisa disebut dengan kadar asam pada tanah dapat memengaruhi tingkat kesuburan pada tanah (Mukhayat *et al.*, 2021, hlm. 179). pH tanah bisa diukur dengan cara menggunakan alat yang dinamakan Soil Tester.

Kangkung dapat hidup dan tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi hingga ketinggian 1000 m dpl. Sayuran Kangkung dapat tumbuh dengan maksimal pada dataran atau tanah yang memiliki pH 5,5 - 6,5 dan suhu 200 - 300C, (Sutan et al., 2018, hlm. 73)

## **K. Lokasi Penelitian**

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung (2020, hlm 1) Luas Kecamatan Margaasih sebesar 18,35 km<sup>2</sup>. Kecamatan Margaasih berada di daerah lereng dan dataran, membentang dari perbatasan hutan hingga jalan tol, dengan ketinggian yang bervariasi antara 600-770 m (BPS Kabupaten Bandung, 2020). Kecamatan margaasih memiliki enam kelurahan, salah satunya adalah kelurahan Margaasih. Berdasarkan artikel yang diterbitkan oleh Website Resmi Desa Margaasih (2018, hlm 1), Kelurahan Margaasih memiliki luas 290,435 Ha, pada sebelah utara, timur, selatan, dan barat Desa Margaasih berbatasan dengan Kota Cimahi, Cigondewah Hilir, Desa Nanjung dan Desa lagadar secara berurutan. Desa Margaasih memiliki iklim tropis, rata-rata curah hujan sekitar 2.350 mm pertahun, suhu udara 20-26 dan kelembaban udara sebesar 70% pada musim hujan dan kemarau. Jarak dari Desa Margaasih ke kantor kecamatan sejauh 2,5 km sedangkan jarak ke Pusat Pemerintahan Kabupaten Bandung sejauh 12 km.

## **L. Alat Analisis Logam Berat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS)**

Menurut Dewi, 2009 dalam Zumrotus Sa'adah *et.al*, 2014, hlm. 189 mengungkapkan bahwa “*Atomic Absorption Spectrophotometry* AAS merupakan suatu alat untuk analisis logam berat seperti Zn, Cu, Pb, Fe dan lain-lain yang teknik analisisnya menggunakan absorpsi radiasi elektromagnetik oleh atom-atom yang tidak tereksitasi.” Selain itu Zumrotus Sa'adah *et.al*, 2014, hlm. 189 mengatakan bahwa “Analisis Zn menggunakan AAS dilakukan pada panjang gelombang 213,9 nm.”

### M. Hasil Penelitian Terdahulu

| No | Peneliti (Tahun)                                | Judul   | Tempat Penelitian   | Metode  | Hasil Penelitian   | Persamaan  | Perbedaan   |
|----|---|---|---|---|--|--|---|
| 1. | M. Yusuf, Kiki Nurtjahja, Rosliana Lubis (2016) | Analisis Kandungan Logam Pb, Cu, Cd Dan Zn Pada Sayuran Sawi, Kangkung Dan Bayam Di Areal Pertanian Dan Industri Desa Paya Rumput Titipapan Medan | Desa Paya Rumput Titi Papan Medan dan dianalisis di Laboratori umaKimia Air Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatra Utara Medan | Metode penelitian yang digunakan berdasarkan metode deskriptif analisis kuantitatif, sedangkan analisis sampel menggunakan metode instrument <i>Atomic Absorbsion Spectrophotometer</i> (AAS) | Dari penelitian ini didapatkan hasil kandungan logam Cu pada sayuran sawi ( <i>Brassica rapa</i> ), kangkung darat ( <i>Ipomea reptans</i> ), dan bayam ( <i>Amaranthus tricolor</i> ) yang terdapat dari ketiga sayuran tersebut masih dalam batas maksimum yang diperbolehkan, yang tidak aman dan melewati batas maksimum yaitu pada logam Pb terdapat pada sayuran kangkung darat ( <i>Ipomea reptans</i> ) 5 mg/kg, | 1. Pada penelitian terdahulu objek yang di teliti yaitu salah satunya sayuran kangkung, logam yang diuji yaitu Cd<br>2. Metode uji sampel yang digunakan pada peneilitian terdahulu adalah AAS | 1. Pada penelitian terdahulu logam yang diuji Cu, Pb dan Zn.<br>2. Penelitian dilakukan Desa Paya rumput Titi Papan Medan |



|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | <p>bayam (<i>Amaranthus tricolor</i>) 6 mg/kg. Logam Cd terdapat pada sayuran kangkung darat (<i>Ipomea reptans</i>) 3 mg/kg, bayam (<i>Amaranthus tricolor</i>) 3 mg/kg. Logam Zinc terdapat pada sayuran kangkung darat (<i>Ipomea reptans</i>) 82 mg/kg, bayam (<i>Amaranthus tricolor</i>) 53 mg/kg. Kadar Pb, Cd, Zn pada setiap sampel melebihi batas maksimum yang diperbolehkan menurut surat Keputusan Dit Jend POM No 03725/B/SKVII/89 dan SNI 7387:2009</p> |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|    |   |  |   |  |  |   |  |
|----|---|--|---|--|--|---|--|
| 2. | Muhammad Ridwan Harahap pada tahun (2016) | Analisis Logam Arsenik (As) dan Kadmium (Cd) pada Sayur Bayam Hijau (Amaranthus Tricolor) terhadap Bayam Merah (Blitum Rubrum) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom | Penelitian ini dilakukan di Stikes prima yang berada di Bertempat di bekasi utara | Metode penelitian yang digunakan metode destruksi basah dengan instrument serapan atom (AAS) | Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa sayur kangkung mempunyai kandungan timbal yang sangat tinggi sedangkan oada sayuran hijau,kangkungmdan bayam merah memiliki kandungan logam krom yang | 1. Pada penelitian terdahulu objek yang di teliti yaitu salah satunya logam yang diuji yaitu Cd.<br>2. Metode <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS). | 1. Pada penelitian terdahulu logam yang diuji Cr, As dan Cu.<br>2. Penelitian dilakukan di STIKes Prima Indonesia Kecamatan Babelan, Bekasi Utara<br>3. Sayuran yang diteliti adalah sayuran bayam |
|----|---|--|---|--|--|---|--|

|    |   |  |  |   |  |  |   |
|----|---|--|--|---|--|--|---|
| 3. | A.A. Yusuf, T.A. Arowolo T.A. Arowolo pada tahun 2002 | Kadar kadmium, tembaga, dan nikel dalam sayuran di daerah industri dan pemukiman Kota Lagos, Nigeria | Betempar di daerah industri dan pemukiman di kota lagos nigeria. | Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sayuran jening biasa dikonsumsi oleh masyarakat sekitar dalam keadaan fresh (segar) dari pasar t, Laos. Penentuan kadar logam berat Kadmium (Cd) tembaga dan nikel pada sayuran diukur menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS) | Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pekerjaan ini, ditemukan bahwa kegiatan industry seperti cat, baterai, penggilingan tekstil dan bahan kimia industri meningkatkan kadar kadmium, tembaga dan asupan nikel dari sayuran yang diteliti. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan nilainya jauh di bawah asupan harian yang direkomendasikan dari logam-logam ini (kromium, 50-200 mg/hari dan tembaga 2000–3000 mg/hari; Orten dan Neu haus, 1984). | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu logam yang diuji yaitu Kadmium (Cd).</li> <li>2. Sampel yang digunakan yaitu sayuran .</li> <li>3. Metode <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS).</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu objek yang diteliti yaitu pengambilan sampelnya dari pasar</li> <li>2. Penelitian dilakukan di Laos, Nigeria</li> </ol> |
|----|---|--|--|---|--|--|---|

Penelitian terdahulu berfungsi memberikan gambaran dalam penelitian ini. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini penelitian:

1. Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi dilakukan oleh M. Yusuf, Kiki Nurtjahja, dan Rosliana Lubis pada tahun 2016 dengan judul “Analisis Kandungan Logam Pb, Cu, Cd dan Zn pada Sayuran Sawi, Kangkung dan Bayam Di Areal Pertanian dan Industri Desa Paya Rumpit Titipapan Medan”. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa kandungan logam Cu pada sayuran kangkung darat sawi dan bayam yang terkandung tiga tanaman tersebut berada di bawah ambang batas yang ditentukan oleh keputusan Dit Jend POM No 30752/B/SK/VII/89. Yang tidak diperbolehkan melewati baku mutu yang menurut surat keputusan Dit Jend POM No 30752/B/SK/VII/89 dan SNI 7387 : 2009, konsentrasi logam Pb pada sayuran kangkung darat 5 mg/kg, lalu sayurbayam 6 mg/kg. konsentrasi Logam Cd terdapat pada sayuran kangkung darat 3 mg/kg, dan pada bayam sebesar 3 mg/kg. lalu konsentrasi Logam Zinc terdapat pada sayur kangkung darat adalah 82 mg/kg, dan pada bayam sebesar bayam 53 mg/kg.
2. Penelitian terdahulu selanjutnya yang dapat dijadikan sebagai referensi ditulis oleh Muhammad Ridwan Harahap pada tahun 2016 yang berjudul Analisis Logam Arsenik (As) dan Kadmium (Cd) pada Sayur Bayam Hijau (*Amaranthus Tricolor*) terhadap Bayam Merah (*Blitum Rubrum*) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa)” penelitian ini mendapatkan hasil konsentrasi arsenik pada bayam hijau adalah 0,35mg.kg, lalu pada bayam merah sebesar 0,40 mg/kg. Sedangkan konsentrasi Kadmium yang ada di dalam pada bayam hijau (sebesar 0,12 mg/kg, dan konsentrasi arsenik bayam merah adalah 0,19 mg/kg. sesuai dengan keputusan keamanan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387: 2009: dapat disimpulkan bahwa kedua tanaman tersebut memiliki kandungan logam berat dibawah baku mutu yang ada. Dari jurnal tersebut dikaitkan dengan penelitian saya, dilihat dari variabel ada beberapa yang sama dengan penelitian saya terdapat pada logamnya sama yaitu seng (Cd) dengan menggunakan metode yang sama

yaitu metode AAS. Adapun perbedaannya adalah metode penelitian pada penelitian terdahulu deskriptif analisis kuantitatif dan tidak menganalisis tanah dan air irigasi terhadap konsentrasi logam seng (Cd).

3. Selanjutnya penelitian yang serupa dilakukan oleh A.A. Yusuf, T.A. Arowolo T.A. Arowolo pada tahun 2002 dengan judul “ Kadar kadmium, tembaga, dan nikel dalam sayuran di daerah industri dan pemukiman Kota Lagos, Nigeria “. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pekerjaan ini, ditemukan bahwa kegiatan industri seperti cat, baterai, penggilingan tekstil dan bahan kimia industri meningkatkan kadar kadmium, tembaga dan asupan nikel dari sayuran yang diteliti. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asupan harian kadmium dan tembaga melalui sayuran yang dapat dimakan dari kawasan industri mungkin bukan merupakan bahaya kesehatan bagi konsumen karena nilainya jauh di bawah asupan harian yang direkomendasikan dari logam-logam ini (kromium, 50-200 mg/hari dan tembaga 2000–3000 mg/hari; Orten dan Neu haus, 1984). Semua logam ini memiliki potensi racun, tetapi dampak negatifnya baru terlihat setelah beberapa decade paparan. Pemantauan logam berat dalam jaringan tanaman adalah penting untuk mencegah penumpukan logam yang berlebihan dalam rantai makanan manusia. Tindakan yang tepat harus diterapkan oleh perusahaan untuk selalu memperlakukan limbah cair mereka sebelum membuangnya ke lingkungan terdekat, karena ini akan mengontrol level kandungan logam berat di dalam tanah. Meskipun demikian, penanaman sayuran di kawasan industri harus dihindari untuk menghindari bahaya kesehatan bagi konsumen.

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan berdasarkan uraian di atas berkaitan dengan analisis dan identifikasi logam berat pada suatu tanaman atau pertanian. Pada ketiga penelitian tersebut mempunyai hubungan yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Relevansi tersebut diantaranya logam yang diujikan yaitu Kadmium (Cd) dan instrument yang dipakai yaitu *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Selain itu variabel-variabel pada penelitian terdahulu ini memiliki relevansi yang kuat untuk penelitian

yang akan dilakukan penulis yakni melakukan identifikasi terhadap kandungan logam berat yang ada pada tanaman.

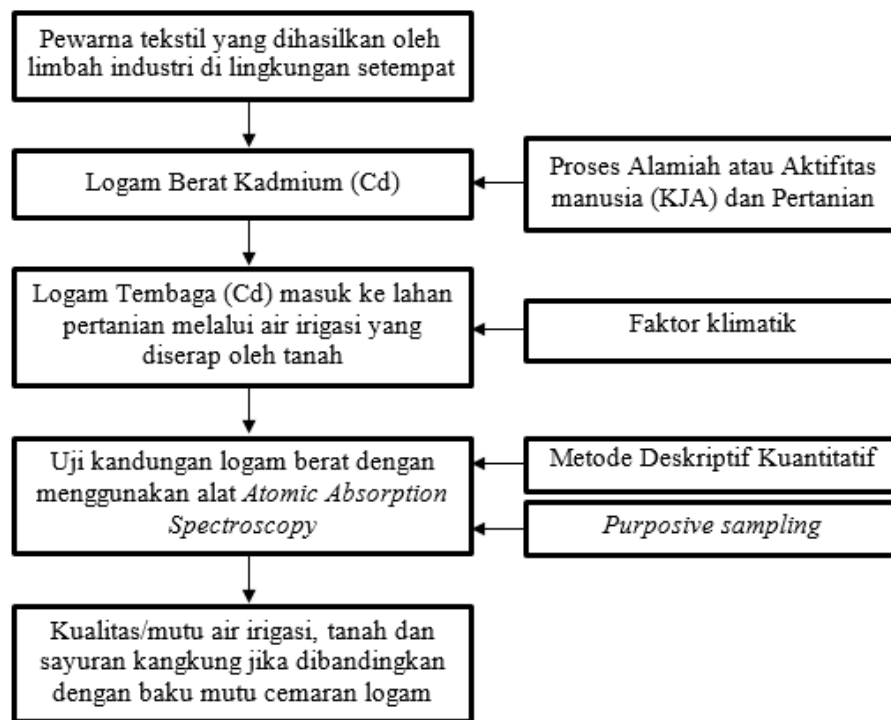
#### **N. Kerangka Pemikiran**

Adanya kawasan Industri yang merupakan industri tekstil yang terletak diantara pemukiman warga, saluran pembuangannya tersebut melintasi area sungai Citarum lalu melintasi air irigasi di area pertanian Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung, kawasan industri inilah yang menjadi penyebab mengapa air irigasi di area pertanian menjadi tercemar oleh hasil aktivitas dari industri berbagai logam berat khususnya Kadmium (Cd). Limbah yang mengandung Logam berat Kadmium (Cd) dapat dihasilkan dari kegiatan industri.

Logam berat tersebut yang mencemari air irigasi yang akan digunakan untuk mengairi lahan pertanian sayuran khususnya sayuran bayam. Sebelumnya air tersebut diserap oleh tanah yang digunakan sebagai media tanam sayuran bayam tersebut. Sayuran bayam yang ditanam di lahan pertanian tersebut sangat berpotensi memiliki resiko terpaparnya logam berat, yang dapat mengakibatkan sebagian sayuran mengandung logam berat yang akan membahayakan kesehatan manusia (Situmorang & Simatupang, 2021, hlm. 20).

Sayuran yang ditanam di lahan tersebut dapat menjadi salah satu media yang dapat menyebarkan logam berat pada makhluk hidup, akar dan mulut daun adalah tempat masuknya logam (Katipana, 2015, hlm. 154).

Pada saat logam berat yang dapat diserap dalam tanah semakin tinggi, maka akan semakin tercemar juga tanaman yang ditanam di tanah tersebut. Seperti yang dijelaskan oleh Mahendra *et al.*, (2018, hlm. 43) menyatakan bahwa “Logam berat yang terdapat pada tanaman merupakan zat pencemar yang menjadi penyebab rusaknya tanaman tersebut hingga dapat terakumulasi pada akar, batang, daun dan buah.”



**Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir Penelitian**

(Sumber : Dokumen Pribadi)

#### **O. Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Pembelajaran Biologi**

Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan dunia pendidikan di jenjang SMA yaitu pada mata pelajaran biologi pada materi pencemaran lingkungan. Penelitian ini menyajikan secara faktual mengenai indikasi pencemaran lingkungan pertanian atau sawah akibat keberadaan limbah industri yang mengandung logam berat yang dapat berpengaruh pada hasil pertanian dan kesehatan masyarakat.

Materi pembelajaran mengenai pencemaran lingkungan terdapat pada di kelas 10 semester genap dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.11 dan 4.11