

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORI PENCEMARAN LINGKUNGAN, LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), AIR IRIGASI, TANAH DAN SAYURAN BAYAM**

#### **A. Industri**

Menurut Hasibuan, 1993; Sudarman, 1990 dalam Putra (2017, hlm. 560) menyatakan tentang pengertian dari industri ialah kumpulan-kumpulan perusahaan yang menghasilkan berbagai produk sesuai dengan fungsinya dengan jumlah yang besar. Adapun arti yang lebih luas dan arti secara garis besar menurut Putra (2017, hlm. 560) sebagai berikut:

Dalam arti yang lebih luas, industri dapat didefinisikan sebagai kumpulan perusahaan yang memproduksi barang dan jasa dengan elastisitas silang (*cross elasticities of demand*) yang positif dan tinggi. Secara garis besar, industri juga dapat didefinisikan sebagai sekelompok perusahaan yang memproduksi barang atau jasa yang sama atau bersifat substitusi.

Keberadaan dari industri dapat memberikan dampak yang positif karena dapat memberikan lapangan kerja bagi masyarakat. Industri dapat menghasilkan berbagai barang dan produk yang dibutuhkan oleh masyarakat, tetapi industri juga dapat menghasilkan sampah atau limbah yang dapat mencemari lingkungan. Limbah yang dibuang langsung ke lingkungan akan menimbulkan berbagai kerusakan lingkungan dan pencemaran yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat. Seperti yang dikatakan Sihombing (2020, hlm. 99) dalam penelitiannya bahwa polusi udara, polusi air dan polusi tanah dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang dihasilkan oleh industri dengan dampak yang berbahaya dan juga sulitnya dalam penanganan kerusakan lingkungan tersebut. Kerusakan tersebut yang akan menimbulkan pencemaran lingkungan yang dapat membahayakan kehidupan masyarakat sekitar.

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

Pencemaran lingkungan adalah kondisi dimana terjadinya perubahan pada lingkungan dari kondisi yang awal baik-baik saja menjadi kondisi yang lebih buruk

atau tidak baik-baik saja (Palar H, 2004 dalam Dewata & Danhas, 2018, hlm. 2). Pencemaran lingkungan terjadi karena adanya bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan yang disebut dengan *pollutant*. *Pollutant* tersebut bercampur dengan komponen lingkungan lainnya yang disebut dengan *pollution* (pencemaran lingkungan). Pencemaran lingkungan tersebut bisa terjadi di udara (*air pollution*), tanah (*soil pollution*) dan air (*water pollution*), bahkan bisa saja dideteksi di semua komponen lingkungan tersebut (Dewata & Danhas, 2018, hlm. 5-6).

Tiap pencemaran mempunyai tahap pencemaran yang berbeda-beda tergantung pada konsentrasi polutan dan lamanya polutan tersebut bersentuhan dengan lingkungan. Sutrasno (2014, hlm. 1) menjelaskan empat tahapan pencemaran menurut WHO yaitu:

1. Pencemaran tingkat pertama, yaitu pencemaran yang tidak menimbulkan kerugian pada manusia, baik dilihat dari kadar zat pencemarannya maupun waktu kontakannya dengan lingkungan.
2. Pencemaran tingkat kedua, yaitu pencemaran yang mulai menimbulkan iritasi ringan pada panca indera dan alat vegetative lainnya serta menimbulkan gangguan pada komponen ekosistem lainnya.
3. Pencemaran tingkat ketiga, yaitu pencemaran yang sudah mengakibatkan reaksi pada faal tubuh dan menyebabkan sakit kronis.
4. Pencemaran tingkat keempat, yaitu pencemaran yang telah menimbulkan sakit atau kematian dalam lingkungan karena kadar zat pencemaran terlalu tinggi.

Pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu, pencemaran udara, pencemaran tanah dan pencemaran air sebagai berikut:

### **1. Pencemaran Udara**

Menurut Irnaningtyas (2016, hlm. 435) mengatakan bahwa susunan yang berada pada atmosfer bumi terdiri dari 78% gas nitrogen, 21% gas oksigen, 0,93% gas argon, 0,032% gas karbon dioksida, dan sejumlah gas-gas lain. Komposisi tersebut harus sesuai bagi atmosfer bumi, jika tidak maka akan mengalami berbagai masalah lingkungan, pencemaran udara menjadi salah satu permasalahan di lingkungan. Pencemaran udara disebabkan karena adanya berbagai komponen tertentu yang masuk ke dalam udara dan bukan merupakan bagian dari komposisi atmosfer bumi, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas pada udara (Putri,

2018 dalam Hidayatullah & Mulasari. 2020, hlm. 120). Hal tersebut dapat terjadi akibat adanya perkembangan teknologi dan juga aktivitas manusia, seperti semakin banyaknya industri-industri yang didirikan, pembangkit listrik dan polusi kendaraan yang setiap harinya terus- menerus menghasilkan polutan (Abidin & Hasibuan. 2019, hlm. 2).

Pencemaran udara juga berbeda pada satu tempat dengan tempat yang lainnya, karena ada beberapa kondisi yang sangat berbeda mulai dari kelembaban, suhu, pencahayaan, temperatur, angin dan hujan yang dapat membawa pengaruh besar dalam pencemaran (Mulyadi, 2010, hlm. 198).

## **2. Pencemaran Tanah**

Tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang penting untuk menunjang kehidupan makhluk hidup di bumi yang berfungsi untuk menyuplai nutrisi didalamnya, namun fungsi tanah dapat terganggu dengan adanya bahan pencemar yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanah (Meihani *et al.*, 2019, hlm. 398). Menurut Mulyadi (2010, hlm. 180-181) mengatakan bahwa dalam kondisi normal tanah harus bermanfaat bagi kehidupan organisme, contohnya seperti untuk pertanian, peternakan, kehutanan dan juga pemukiman.

Pencemaran tanah dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Pencemaran tanah yang terjadi secara langsung yaitu pada penggunaan insektisida, fungsida dan pupuk kimiawi yang sangat berlebih dapat mencemari tanah secara langsung, dan pencemaran tanah secara tidak langsung terjadi melalui perantara air yang sudah tercemar yang akhirnya akan diserap oleh tanah (Irnaningtyas, 2016, hlm. 440). Ketika hujan suatu zat berbahaya yang telah mencemari permukaan tanah, akan menguap atau tersapu oleh air hujan yang nanti zat tersebut akan masuk ke dalam tanah (Supriatna *et al.*, 2021, hlm. 461)

## **3. Pencemaran Air**

Pencemaran air merupakan suatu peristiwa dimana menurunnya kualitas air dengan ditandai dengan masuknya suatu makhluk hidup atau zat lain ke dalam air dan tidak dapat berfungsi sesuai yang di peruntukannya (Irnaningtyas, 2016, hlm. 438). Terdapat beberapa perubahan yang menandakan bahwa air telah mengalami pencemaran yaitu perubahan suhu, pH atau derajat keasaman, warna, bau dan rasa pada air dan juga terdapat endapan atau bahan terlarut (Mulyadi (2010, hlm. 169).

Sumber dari pencemaran air dapat berasal dari aktivitas masyarakat sehari-hari atau dari pemukiman penduduk (Putra (2017) dalam Erliza *et al.*, 2019, hlm. 30). Limbah yang dihasilkan oleh sektor industri juga dapat menjadi faktor utama pada pencemaran air yang terjadi (Quay (2018) dalam Anwariani, 2019, hlm. 2). Aktivitas masyarakat seperti pertanian dan peternakan akan terganggu dengan adanya pencemaran pada sumber air, dan menurunnya bahan baku air minum yang digunakan oleh masyarakat (Gufran & Mawardi, 2019, hlm. 418).

### **C. Logam Berat**

#### **1. Pengertian Logam Berat**

Logam berat merupakan material yang ada di alam dan sering kita temukan di kehidupan sehari-hari. Logam berat juga merupakan unsur logam yang memiliki berat lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$  di dalam air laut, yang terdapat dalam bentuk terlarut dan tersuspensi (Yudo. 2018, hlm. 2). Logam berat juga termasuk salah satu jenis zat polutan lingkungan (Kamarati *et al.*, 2018, hlm. 50). Logam berat yang berada di lingkungan kita dapat ditemukan di air maupun di tanah karena seperti yang dijelaskan oleh Irianti & Nuranto (2017, hlm. 1) bahwa logam berat adalah zat alami yang ditemukan di dalam tanah, yang tidak dapat didegradasi (*non degradable*) maupun dihancurkan atau dihilangkan. Jika melampaui nilai baku mutu yang telah ditetapkan apabila dikonsumsi logam berat dapat dikatakan sebagai bahan pencemar, yang dapat menyebabkan keracunan dan juga berbahaya bagi kesehatan (Permata *et al.*, 2018, hlm. 7-8).

#### **2. Sifat-Sifat Logam Berat**

Sifat logam yang dapat membahayakan lingkungan dan juga manusia dapat dilihat dibawah ini menurut Sutamihardja (2006) dalam Adhani & Husaini (2017, hlm. 16) yaitu sebagai berikut:

- a. Logam berat sulit didegradasi, cenderung akan terakumulasi pada lingkungan.
- b. Logam berat dapat bioakumulasi dan biomagnifikasi.
- c. Logam berat mudah terakumulasi pada sedimen, sehingga konsentrasi selalu tinggi daripada konsentrasi logam dalam air.

### **3. Macam-Macam Logam Berat**

Ada berbagai macam jenis dari logam berat di lingkungan sekitar, ada yang keberadaannya masih dibutuhkan dan ada juga yang memberikan efek racun bagi makhluk hidup. 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 merupakan logam berat yang penting bagi kehidupan karena sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, namun jika jumlahnya melebihi nilai baku mutu maka dapat menimbulkan keracunan dan juga berbahaya bagi kesehatan. Contohnya logam berat Co, Zn, Fe, Ni, Cu, Se, Mn, dan sebagainya (Yudo, 2018, hlm. 1).
- b. Logam berat non-esensial merupakan logam berat yang belum ditemukan manfaatnya bagi makhluk hidup dan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik). Contohnya Hg, Pb, Cd, As, Cr, dan sebagainya (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 14).

Uraian diatas dapat disimpulkan bahwa logam berat yang masuk ke dalam tubuh organisme hidup secara berlebihan atau melebihi nilai baku mutu maka akan mengalami keracunan karena sangat berbahaya. Salah satunya pada logam berat Timbal (Pb) yang termasuk logam berat non-esensial dimana logam berat tersebut beracun dan juga sangat berbahaya bagi makhluk hidup (Diliarosta, S. 2018, hlm. 29).

#### **D. Logam Timbal (Pb)**

##### **1. Pengertian Logam Berat Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang tersebar di alam dalam jumlah yang sangat sedikit (Adhani & Husaini, 2017, hlm. 38). Timbal (Pb) yang termasuk logam berat non-esensial dimana logam berat tersebut beracun dan juga sangat berbahaya bagi makhluk hidup (Diliarosta, S. 2018, hlm. 29). Logam berat Timbal (Pb) ini sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena termasuk zat yang beracun yang tidak bisa dihancurkan dan juga diubah bentuknya (Widowati, *et al.*, 2008 dalam Pane, 2020, hlm. 2). Timbal secara alami ditemukan di tanah, serta bersifat tidak berbau dan tidak berasa (Irianti & Nuranto, 2017, hlm. 3). Menurut Murthy (2014) dalam Widyawati & Kuntjoro (2021, hlm. 78) dalam

penelitiannya mengatakan bahwa logam berat Timbal (Pb) yang masuk kedalam jenis logam yang mudah dimurnikan dengan memiliki karakteristik berwarna abu-abu kebiruan yang mengkilat. Sumber logam berat Timbal (Pb) sebenarnya terbentuk secara alami di alam, namun timbal juga dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia (Mohiuddin *et al.*, 2011 dalam Kamarati *et al.*, 2018, hlm. 50).



**Gambar 2. 1 Logam Berat Timbal (Pb)**  
(Sumber: edu.glogster.com)

## **2. Sumber Logam Berat Timbal (Pb)**

Logam berat Timbal (Pb) merupakan logam berat alami. Sumber logam berat Timbal (Pb) dapat ditemukan secara alami. Sumber logam berat Timbal (Pb) juga dapat ditemukan secara alami dalam bebatuan sekitar 13 mg/Kg, dalam tanah dapat ditemukan sekitar 5-25 mg/Kg, logam timbal juga terdapat dalam air telaga maupun air sungai sekitar 1-10 ug/L (Rosita & Widiarti, 2018, hlm. 2). Selain itu aktivitas manusia merupakan sumber logam berat Timbal (Pb) yang dapat ditemukan dari bidang industri yang menghasilkan logam berat Timbal (Pb) dan juga dapat ditemukan dari asap kendaraan bermotor yang memiliki kandungan logam berat Timbal (Pb) (Kamarati *et al.*, 2018, hlm. 50). Limbah-limbah yang mengandung logam berat Timbal (Pb) juga dapat berasal dari limbah penggunaan batu bara dan minyak, produksi semen dan dari hasil produksi industri (Darmono (2001) dalam Diliarosta, S, 2018, hlm. 29).

## **3. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb)**

Timbal dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, diantaranya yaitu pada air, tanah dan juga pada udara. Namun pencemaran logam berat Timbal

(Pb) bisa terjadi pada bahan pangan juga yang akan dikonsumsi oleh manusia. Logam Timbal (Pb) yang masuk ke dalam tubuh akan sangat berpengaruh pada kesehatan, karena logam Timbal ini termasuk logam yang tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia, jika keberadaannya dalam jumlah berlebihan maka akan menimbulkan efek negatif yang akhirnya akan mengalami gangguan kesehatan (Palar, 1994 dalam Fitriyah & Purnama, 2019, hlm. 107).

#### a. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Air

Pencemaran logam berat bisa terjadi dimana saja termasuk bisa terjadi pada air. Kandungan logam berat Timbal (Pb) pada air atau perairan merupakan terjadinya pencemaran dari limbah yang dibuang ke badan perairan yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Lestari & Trihadiningrum (2019) dalam Pratiwi (2020, hlm. 60) menjelaskan tentang tingkat konsentrasi logam dalam dibagi menjadi 3 yaitu polusi berat pada air yang terdapat kandungan logam berat yang tinggi, polusi sedang pada air yang memiliki kandungan logam berat pada batas marginal dan non-polusi pada air yang memiliki kandungan logam berat yang rendah.

Logam berat yang mencemari air yang akan dikonsumsi dapat berbahaya bagi makhluk hidup karena dapat mengganggu metabolisme. Jika kandungan logam berat tersebut masuk ke dalam tubuh atau dikonsumsi melampaui ambang batas maka akan 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 Timbal (Pb) sebagai berikut:

**Tabel 2. 1 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Air Sungai Dan Sejenisnya**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan			
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
Timbal (Pb)	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,05

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021, hlm. 3

Pada air irigasi termasuk ke dalam kelompok air sungai pada kelas 4, karena kelas 4 termasuk air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi

pertanaman atau pertanian. Berikut baku mutu kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air irigasi yang digunakan sebagai berikut:

**Tabel 2. 2 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air Irigasi**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Timbal (Pb)	mg/L	Kelas 4
		0,05

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021, hlm. 3

#### **b. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanah**

Pencemaran logam berat Timbal (Pb) tidak hanya terjadi pada air, namun bisa terjadi pada tanah juga. Kandungan logam berat pada air akan terserap oleh tanah, akibatnya tanah pun menjadi tercemar. Tanah merupakan komponen dasar dalam pertanian dan digunakan sebagai media untuk pertanian (Prabowo & Subantoro, 2018, hlm. 59). Tanah yang telah tercemar oleh logam berat Timbal (Pb) akan terserap oleh tanaman yang ditanami dengan menggunakan media tanah tersebut, tanaman tersebut yang akan dikonsumsi akan sangat berbahaya bagi yang mengkonsumsinya jika kandungan logam berat Timbal (Pb) tersebut melebihi nilai baku mutu yang ditentukan. Berikut ini baku mutu logam berat Timbal (Pb) pada tanah sebagai berikut:

**Tabel 2. 3 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Tanah**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Timbal (Pb)	ppm	100

Sumber: *Ministry of State for Population and Environment of Indonesia, and Dalhousie University, Canada* (1992) dalam Erfandi (2014, hlm. 167)

#### **c. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Sayuran**

Logam berat Timbal (Pb) tidak hanya mencemari air dan juga tanah tetapi mencemari lahan pertanian khususnya pada tanaman yang ditanami di lahan pertanian yang tercemar oleh logam berat Timbal (Pb) tersebut sangat berdampak buruk karena logam Timbal (Pb) tersebut sangat berbahaya dan dapat mengakibatkan keracunan. Logam berat Timbal (Pb) tersebut terserap oleh tanaman

pada tanah yang telah terkontaminasi logam berat Timbal (Pb) tersebut melalui akar dan mulut daun (stomata) yang selanjutnya akan diproses melalui siklus rantai makanan (Alloway, 1990 dalam Agustina, 2014, hlm. 54), sehingga dapat disimpulkan bahwa logam berat Timbal (Pb) yang masuk ke dalam jaringan sayuran tersebut akan mengganggu kesehatan manusia bagi yang mengkonsumsi sayuran tersebut. Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan No.7387 Tahun 2009 telah menetapkan baku mutu pada sayuran yang dikonsumsi yakni sebagai berikut:

**Tabel 2. 4 Baku Mutu Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Sayuran**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Timbal (Pb)	mg/Kg	0,5

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan No.7387 Tahun 2009

## **E. Mekanisme Penyerapan dan Translokasi Logam Berat**

### **1. Mekanisme Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanaman**

Mekanisme penyerapan logam berat Timbal (Pb) pada tanaman yaitu saat logam berat yang mencemari media tanam akan menyebabkan tanaman menyerap logam berat tersebut. Logam berat yang terserap kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tumbuhan hingga bagian daun yang kemudian terakumulasi di berbagai organ tumbuhan tersebut (Rachmawati *et al.*, (2018) dalam Syafriliansah & Purnomo, 2022, hlm. 342). Adapun menurut Yan-De *et al.*, (2007) dalam Kurniawan & Mustikasari (2019, hlm. 411) menjelaskan bahwa proses penyerapan logam berat pada tanaman akan melewati proses absorpsi pada permukaan akar, dengan itu logam berat tersebut akan melintasi membran seluler masuk pada sel akar, fraksinasi logam yang berabsorpsi, pergerakan intraseluler yang melintasi membrane seluler dan logam mengalami translokasi dari akar ke jaringan.

Logam yang berada di dalam tanah dan air pertama-tama akan diserap oleh akar terlebih dahulu yang selanjutnya akan masuk ke bagian-bagian tanaman lainnya seperti batang dan juga daun.

## **2. Mekanisme Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tubuh**

Mekanisme penyerapan logam berat Timbal (Pb) pada tubuh yaitu melalui makanan yang dikonsumsi, karena logam berat tersebut dapat mencemari air dan bahan pangan yang nantinya akan dikonsumsi. Logam yang diserap melalui pangan yang dikonsumsi akan disebarluaskan keseluruh tubuh, tingkat distribusi ke masing-masing organ terkait dengan aliran darah, kemudian logam dapat terakumulasi ditubuh organisme (Effendi *et al.*, (2012) dalam Pratiwi,2020, hlm. 60). Logam yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan yang dikonsumsi akan terus terserap oleh tubuh yang akan menyebabkan keracunan seperti sakit kepala, sakit perut, anemia dan beberapa gejala lain terkait sistem saraf, pada paparan jangka panjang logam berat timbal dapat meningkatkan kerusakan ginjal (Jaishankar *et al.*, 2014 dalam Irianti, Tatang & Nuranto, Sindu. 2017, hlm. 39-41). Jika kadar logam berat tersebut telah melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan. Selain itu pencemaran logam berat Timbal (Pb) tidak hanya mencemari makanan yang manusia konsumsi saja, namun logam berat Timbal (Pb) dapat terserap oleh tubuh manusia melalui udara, karena sumber logam berat Timbal (Pb) terdapat juga dalam hasil dari pembakaran bahan bakar bermotor atau asap kendaraan bermotor seperti yang dikemukakan oleh Sudarmaji *et al.*, (2006) dalam Permata *et al.*, (2018, hlm. 8) yaitu bahwa sumber logam berat Timbal (Pb) yaitu berasal dari industri-industri kimia serta asap kendaraan bermotor. Penyerapan logam berat Timbal (Pb) dalam tubuh dapat terjadi di 2 saluran yaitu saluran pernafasan dan saluran pencernaan, Rosita & Widiarti (2018, hlm. 5) menyatakan bahwa absorpsi logam berat Timbal (Pb) melalui udara pada saluran pernafasan  $\pm 40\%$  dan pada saluran pencernaan  $\pm 5-10\%$ , kemudian logam berat Timbal (Pb) didistribusikan ke dalam darah  $\pm 95\%$  terikat pada sel darah merah dan sisanya terikat pada plasma.

### **F. Air Irigasi**

Air merupakan sumber alam yang dapat diperbaharui karena tergolong sumber alam yang ketersediaannya melimpah dan jika berkurang volumenya maka dengan cepat dapat tersedia melalui proses pembaharuan secara alami maupun buatan manusia (Sallata, 2015, hlm. 78-79). Sedangkan irigasi merupakan suatu usaha dimana untuk mendatangkan air dari sumbernya untuk keperluan pertanian

dengan cara mengalirkan dan membagikan air secara teratur (Ansori *et al.*, 2018, hlm. 1).

Air irigasi yang digunakan untuk mengalirkan keperluan pertanian tersebut mulanya dari sungai, sungai tersebut telah mengalami pencemaran oleh limbah industri disekitarnya. Pencemaran tersebut dibuktikannya dengan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan baik dari fisik, kimiawi maupun biologis sehingga mengganggu kesehatan manusia. Menurut Sahabuddin *et al.*, (2014, hlm. 20) menjelaskan berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan, penyebab pencemaran air dapat dipisahkan menjadi sumber limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Air irigasi yang digunakan pada penelitian ini air irigasi yang berada di dekat lahan pertanian di Jl. Peuris Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung.



**Gambar 2. 2 A. Saluran Air Irigasi pada Google Earth, B. Saluran Air Irigasi Jl. Peuris Kecamatan Margaasih (Sumber: Google Earth & Dokumen pribadi)**

Kualitas air secara umum dapat ditunjukkan oleh kondisi air dimana sesuai dengan kegiatan atau keperluan yang berbeda-beda juga, contohnya seperti kualitas air untuk pertanian berbeda dengan kualitas air untuk air minum (Sudaryono, 2004 dalam Eucharisty *et al.*, 2019, hlm. 1). Kualitas air atau klasifikasi mutu air telah ditetapkan pada Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 pasal 8 ayat 1, hlm 5 yang ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, sebagai berikut:

**a. Kelas 1**

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

**b. Kelas 2**

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;

**c. Kelas 3**

Kelas tiga, air yang peruntukannya 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;

**d. Kelas 4**

Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

**G. Tanah**

Tanah merupakan salah satu komponen dasar dalam pertanian dan juga media untuk menanam berbagai macam tumbuhan salah satunya sayuran. Tanah ini juga merupakan sumber daya yang penting bagi kehidupan di muka bumi (Utomo *et al.*, 2016, hlm. 1). Tanah menyimpan dan menyediakan air yang bersumber dari air hujan dan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh makhluk hidup seperti organisme tanah dan juga tumbuhan (Purba *et al.*, 2021, hlm. 16). Tanah yang subur adalah tanah yang mempunyai profil yang dalam memiliki struktur tanah yang gembur, pH 6,0-6,5; kandungan unsur hara yang tersedia bagi tanaman cukup; dan tidak terdapat faktor pembatas untuk pertumbuhan tanaman (Sutedjo, 2002 dalam Prabowo & Subantoro, 2018, hlm. 59).

Tanah yang merupakan faktor utama dalam bidang hortikultura harus diperhatikan keadaan tanah dan pengelolaannya dengan sebaik mungkin karena itu menjadi salah satu elemen penentu yang paling sesuai pada pertumbuhan dan juga hasil tanaman tersebut agar dapat memberikan hasil sesuai yang diinginkan (Husdi, 2018, hlm 237). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa tanah berfungsi sebagai media tumbuh bagi tanaman dan berfungsi sebagai gudang dan pemasok nutrisi bagi tanaman (Prabowo & Subantoro, 2018, hlm. 59). Sumber daya lahan pada tanah dapat menyediakan makanan, pakaian, tempat tinggal, pangan, dan bioenergy yang dapat mendukung kehidupan manusia melalui penggunaan lahan seperti pertanian dan produk biomassa (Utomo *et al.*, 2016, hlm. 1).

## H. Sayuran Bayam

### 1. Pengertian Sayuran Bayam

Bayam adalah tanaman yang termasuk ke dalam anggota Famili *Amaranthaceae*, dengan nama latin *Amaranthus* sp yang merupakan jenis tanaman perdu dan juga semak (Irma, 2015, hlm. 179). Berikut ini merupakan klasifikasi dari bayam menurut Haerani (2018, hlm. 36) yaitu:

#### Klasifikasi Tanaman Bayam

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliophyta
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: Amaranthaceae
Subfamili	: Amaranthoideae
Genus	: <i>Amaranthus</i>
Spesies	: <i>Amaranthus</i> sp



**Gambar 2. 3 Sayuran Bayam**  
(Sumber: [cnnindonesia.com](http://cnnindonesia.com))

Berasal dari Amerika Tropik, tanaman sayuran yang dikenal dengan bayam ini kini tumbuh di seluruh dunia, terutama di Indonesia (Sihaloho *et al.*, 2021, hlm. 1596). Menurut Khanam & Oba (2013) dalam Manurung *et al.*, (2020, hlm. 25) mengatakan bahwa tanaman bayam yang termasuk tanaman pangan yang populer di kalangan masyarakat yang tahan terhadap cekaman. Karena nilai gizinya yang tinggi, rasanya yang enak, lembut, dan daunnya yang segar, tanaman bayam bahkan dapat diproduksi di daerah tropis dan ditanam untuk makanan dalam berbagai jenis (Bandini & Nurudin (2001) dalam Sihaloho *et al.*, 2021, hlm. 1597).

Menurut Sidemen *et al.*, (2017, hlm. 32) ada berbagai jenis bayam, lebih khusus lagi *Amaranthus tricolor* mengandung tiga jenis bayam yang berbeda: bayam hijau biasa, bayam merah (*Blitum rubrum*), dan bayam putih (*Blitum album*), yang berwarna hijau keputihan.

## **2. Manfaat Sayuran Bayam**

Bayam yang banyak dibudidayakan di Indonesia yaitu bayam hijau (*Amaranthus tricolor*), bayam hijau ini sering dikonsumsi oleh masyarakat. Sayuran ini memiliki berbagai kegunaan dan menawarkan sejumlah manfaat, seperti meningkatkan fungsi ginjal, mengobati disentri dengan akarnya, mempercepat pertumbuhan sel, dan mempercepat pemulihan pasien yang sakit. (Irma, 2015, hlm. 179). Bayam juga memiliki kandungan yang cukup tinggi didalamnya, pada penelitian Sidemen *et al.*, (2017, hlm. 32) menjelaskan kandungan bayam tersebut sebagai berikut:

20 persen kandungan bayam merupakan zat yang dibutuhkan dalam Angka Kebutuhan Gizi (AKG). Didalam 100 gram bayam mengandung tenaga sebesar 21 kkal, 92,9 gram air, 0,2 gram protein, 1,4 gram abu, 0,7 gram serabut, 29 fosfor, 90 mg kalsium, 3,8 mg zat besi, 131 mg natrium, 385 mg kalium, 76,7 mg vitamin C, asam folat serta asam oksalat.

Kandungan-kandungan yang terdapat dalam sayuran bayam tersebut sangat penting dan bermanfaat bagi tubuh manusia. Masyarakat rutin mengkonsumsi bayam karena merupakan salah satu jenis sayuran hijau yang mudah didapatkan baik di pasar tradisional maupun pasar modern atau supermarket dengan harga yang relatif terjangkau. Masyarakat umum mengkonsumsi bayam biasanya pada bagian batang dan juga daunnya, bisa dibuat berbagai jenis olahan (Irma, 2015, hlm. 179-180).

### **I. Faktor Klimatik**

#### **1. Suhu Udara**

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda atau tempat, alat untuk mengukur suhu yaitu thermometer. Suhu biasanya diukur melalui sentuhan, tetapi berkat teknologi dapat dengan cepat dan mudah mengukurnya menggunakan termometer untuk memastikan keakuratannya. (Hidayati, 2011 dalam Indarwati Sri *et al.*, 2019, hlm. 92). Suhu selalu berkaitan

dengan udara, karena campuran gas yang membentuk lapisan yang mengelilingi bumi (Lagiyono, 2012 dalam Indarwati Sri *et al.*, (2019, hlm. 92). Menurut Anwar (2017, hlm. 7) pada penelitiannya menjelaskan bahwa suhu udara adalah suatu keadaan cuaca di bumi, dimana suhu tersebut bisa diukur pada suatu wilayah yang terdapat suhu udara minimum dan suhu udara maksimum dengan dibedakannya tinggi rendahnya suatu suhu dengan satuan derajat ( $^{\circ}$ ).

Suhu sangat berpengaruh pada kondisi lingkungan sekitar baik untuk manusia, hewan dan juga tumbuhan. Pada manusia dan hewan suhu udara sangat berpengaruh, jika suhu rendah maka manusia dan hewan akan merasa kedinginan, dan jika suhu tinggi maka akan merasa kepanasan. Maka dari itu, manusia dan hewan ada yang kuat untuk bertahan hidup dan juga tidak. Pada tumbuhan juga ada yang dapat tumbuh di suhu rendah dan tinggi, sebab setiap tumbuhan memiliki suhu optimal masing-masing. Menurut Merlina (2016) dalam Nabilah & Pratiwi (2019, hlm. 56) mengatakan bahwa “Jika suhu udara terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengakibatkan terganggunya laju pertumbuhan pada tanaman bayam, maka dari itu suhu optimal tanaman bayam hijau berkisar sebagai berikut:”

**Tabel 2. 5 Baku Mutu Suhu dalam Sayuran Bayam**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	$20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$

Sumber: Merlina (2016) dalam Nabilah & Pratiwi, (2019, hlm. 56)

Hadisoeganda (1996) dalam Nabilah & Pratiwi (2019, hlm. 56) menambahkan bahwa “Tanaman bayam hijau memiliki kemampuan untuk beradaptasi lebih tinggi, karena bayam hijau dapat beradaptasi pada suhu  $34,6^{\circ}\text{C}$ ”. Suhu akan mempengaruhi proses transpirasi pada tanaman, maka proses transpirasi pada tanaman ini melalui stomata yakni mulut daun yang berfungsi sebagai keluar masuknya  $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{O}_2$ , pada buka tutup stomata ini dipengaruhi oleh unsur kalium (K) (Nabilah & Pratiwi, 2019, hlm. 57).

## 2. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah banyaknya energi penyinaran yang diterima oleh suatu benda. Dengan demikian pengertian intensitas cahaya yang dimaksud tersebut lama penyinaran matahari bersinar dalam jangka waktu satu hari (Friadi & Junadhi. 2019,

hlm. 31). Intensitas cahaya juga merupakan banyaknya suatu energi yang diterima oleh suatu 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.

Menurut Fadhlillah *et al.*, (2019, hlm. 169) mengatakan bahwa intensitas cahaya berkaitan dengan keadaan dimana terdapat cukup cahaya untuk memenuhi kebutuhan fotosintesis pada tumbuhan. Terdapat nilai optimal pada intensitas cahaya bagi tanaman, khususnya pada tanaman bayam yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2. 6 Baku Mutu Intensitas Cahaya dalam Sayuran Bayam**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Intensitas Cahaya	-	4305,56 - 8611,13

Sumber: Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Bandung dalam Fadhlillah *et al.*, (2019, hlm. 170)

Menurut Nazaruddin (2003) dalam Fadhlillah *et al.*, (2019, hlm. 170) berpendapat bahwa “Intensitas cahaya yang optimal akan mempengaruhi aktivitas stomata dalam menyerap CO<sub>2</sub>, semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima oleh permukaan tanaman, maka jumlah absorpsi CO<sub>2</sub> relatif akan semakin tinggi pada kondisi curah hujan yang cukup”.

### 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*.

Tanah sebagai media tumbuhnya tanaman memiliki nilai baku mutu dari setiap tanaman yang ditanam di tanah tersebut pada pH tanah, mulai dari sayuran, buah-buahan dan lain-lain. Tanaman bayam akan tumbuh optimal ditanah yang memiliki pH tanah tertentu, karena seperti yang dijelaskan oleh Gunawan *et al.*, (2019, hlm. 66) bahwa tanaman akan tumbuh baik jika ditanam di tanah dengan pH tanah yang sesuai, karena pH tanah berperan penting dalam menentukan mudah tidaknya

unsur-unsur hara diserap oleh tanaman, maka tanaman akan tumbuh dengan optimal jika ditanam di tanah yang memiliki pH tanah yang sesuai. Menurut Rukmana (2010) dalam Kurniawati & Tunada (2019, hlm. 162) mengatakan bahwa kisaran pH tanah yang baik sebagai syarat tumbuh tanaman bayam yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2. 7 Baku Mutu pH Tanah dalam Sayuran Bayam**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
pH Tanah	-	6-7

Sumber: Rukmana (2010) dalam Kurniawati & Tunada (2019, hlm. 162)

pH tanah sangat berperan penting bagi pertumbuhan tanaman, begitu juga memiliki tingkat pH tanah yang optimal seperti yang dikemukakan diatas. Menurut Banggo *et al.*, (2021, hlm. 131) dalam penelitiannya menyatakan bahwa tanaman tidak dapat menggunakan nutrisi yang mereka butuhkan jika pH tanah terlalu rendah.

#### **J. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian yang akan dilakukan tersebut yaitu pada lahan pertanian, khususnya pertanian sayuran bayam. Pertanian sayuran Bayam yang terletak di Jl. Peuris Kampung Citeureup, Desa Margaasih, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung. Kecamatan Margaasih ini berada dekat dengan Kota Cimahi disebelah utara, berbatasan dengan Desa Cigondewah Hilir di sebelah timur dan berbatasan dengan Desa Nanjung di sebelah Barat dan Selatan. Pertanian sayuran tersebut tepat disamping jalan raya yang disebraungnya itu terdapat pertanian sawah yang luas, dekat juga dengan industri-industri seperti industri tekstil pembuatan baju, industri cat dan industri pembuatan karpet dan pemukiman masyarakat. Disamping pertanian terdapat air irigasi yang mengelilingi setiap sisinya, air tersebut yang digunakan untuk sebagai sumber menyiram tanaman atau sayuran yang ditanam di wilayah tersebut. Pertanian tersebut berdiri pada tahun 2013 dan memiliki luar area  $\pm 41,6 \text{ m}^2$ .



**Gambar 2. 4 Pertanian Sayuran Bayam Jl.Peuris Kecamatan Margaasih  
(Sumber: Dokumen Pribadi)**

### **K. Instrumen Analisis Logam Berat Timbal (Pb) dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)**

Menurut Safitri *et al.*, (2018, hlm. 102) mengatakan bahwa suatu metode yang dilakukan dengan proses penyerapan energi radiasi yang dilakukan oleh atom-atom yang berada di tingkat energi dasar merupakan pengertian dari *Atomic Absorption Spectrophotometry* atau AAS. Parengkuan (2013) dalam Kusuma *et al.*, (2019, hlm. 7) juga mengatakan bahwa *Atomic Absorption Spectrophotometry* atau AAS berdasarkan energi yang diserap atom dan cahaya yang diserap sinar ultraviolet. Ada Hukum yang mendasari dari *Atomic Absorption Spectrophotometry* atau AAS menurut Salam *et al.*, (2019, hlm. 2) menjelaskan sebagai berikut:

Hukum yang mendasari spektrofotometer (AAS) ini ialah Hukum Lambert dan Hukum Beer yang di padukan menjadi Hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert menyatakan "Ketika sinar monokromatik melewati media transparan, intensitas cahaya yang ditransmisikan berkurang dengan meningkatnya ketebalan. medium yang dilalui cahaya itu" dan Hukum Beer menyatakan bahwa "Intensitas cahaya yang ditransmisikan berkurang secara eksponensial dengan meningkatnya konsentrasi elemen yang menyerap cahaya".

Dari penjelasan tersebut bahwa metode dari *Atomic Absorption Spectrophotometry* atau AAS ini mengukur berdasarkan intensitas cahaya. Menurut Nasir (2019, hlm. 1) mengatakan bahwa tergantung pada susunan unsur-unsurnya, panjang gelombang cahaya yang berbeda diserap oleh atom. Prinsip kerja pada *Atomic Absorption Spectrophotometry* atau AAS hanya mengacu pada penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom-atom yang dilepaskan api. (Salam *et al.*, 2019, hlm. 3).

## L. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 8 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 Laboratorium Kimia 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 hasil penelitian ini diketahui bahwa kadar logam berat Timbal (Pb) yang terdapat pada sayuran kangkung 5 mg/kg dan 6 mg/kg untuk bayam melebihi nilai baku mutu sedangkan kadar logam Cu masih di bawah nilai yang telah ditetapkan. . hasil 5 mg/kg dan 6 mg/kg untuk bayam. Sayuran kangkung dibudidayakan dengan 3 mg/kg logam berat kadmium (Cd) dan bayam dengan 3 mg/kg. Konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Seng (Zn) pada masing-masing sampel lebih tinggi di atas baku mutu yang ditetapkan oleh Ditjen POM	1. Pada penelitian terdahulu objek yang di teliti yaitu salah satunya sayuran bayam, logam yang diuji yaitu Pb 2. Metode uji sampel yang digunakan pada peneelitian terdahulu adalah AAS	1. Pada penelitian terdahulu logam yang diuji Cu, Cd dan Zn. 2. Penelitian dilakukan di Desa Paya rumput Titi Papan Medan

					No. 03725/B/SKVII/89 dan SNI 7387:2009.		
2.	Ing Mayfa Br Situmora ng dan Dimas Frananta Simatupa ng (2021)	Analisis Logam Berat Pada Sayuran Yang Ditanami Di Pinggir Jalan Bekasi Utara	Bertempat di STIKes Prima Indonesia Kecamatan Babelan, Bekasi Utara	Metode penelitian yang digunakan metode destruksi basah dengan instrument sprektroskopi serapan atom (AAS)	Dari penelitian ini didapatkan hasil sayuran kangkung memiliki jumlah kandungan logam timbal yang sangat tinggi dan pada logam krom terdapat pada sayuran bayam merah, sayuran hijau dan kangkung dengan jumlah yang tinggi.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu objek yang di teliti yaitu salah satunya logam yang diuji yaitu Pb.</li> <li>2. Sampel yang diuji bayam</li> <li>3. Metode uji sampel yang digunakan pada peneilitian terdahulu adalah AAS</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu logam yang diuji Cr, As dan Cu.</li> <li>2. Penelitian dilakukan di STIKes Prima Indonesia Kecamatan Babelan, Bekasi Utara</li> </ol>
3.	Nuryanti (2018)	Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Bayam ( <i>Amaranthus spp</i> ) Secara Destruksi	Bertempat di Pasar Tradisional Sunter, Jakarta Utara.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode desktruksi basah dan diukur	Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa daun bayam hijau memiliki konsentrasi Pb sebesar 9,75 ppm dan daun bayam merah memiliki konsentrasi Pb sebesar 4,15 ppm. Perbandingan hasil dengan data	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu logam yang diuji yaitu Timbal (Pb).</li> <li>2. Sampel yang digunakan yaitu Bayam.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu objek yang di teliti yaitu pengambilan sampelnya</li> </ol>

		Basah Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS)		menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS)	Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 0,5 ppm menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari ambang batas SNI.	3. Metode <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS).	dari pasar tradisional sunter, Jakarta Utara
--	--	---	--	--	--	--	---

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

1. Penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai referensi ditulis oleh M. Yusuf, Kiki Nurtjahja, 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 Rumput Titipapan Medan” yang bertempat di Desa Paya Rumput Titi Papan Medan dan dianalisis di Laboratorium Kimia Air Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatra Utara Medan. Metode penelitian yang digunakan berdasarkan metode deskriptif analisis kuantitatif, penelitian berdasarkan untuk membedakan suatu gambaran tentang kandungan logam Pb, Cu, Cd, Zn yang terdapat pada sayuran yang ditanam di lokasi Desa Paya Rumput Titi Papan Medan khususnya di kawasan industri medan, sedangkan analisis sampel menggunakan metode instrument *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Dari penelitian ini diketahui bahwa kadar logam berat Timbal (Pb) yang terdapat pada sayuran kangkung 5 mg/kg dan 6 mg/kg untuk bayam melebihi nilai baku mutu sedangkan kadar logam Cu masih di bawah nilai yang telah ditetapkan. . hasil 5 mg/kg dan 6 mg/kg untuk bayam. Sayuran kangkung dibudidayakan dengan 3 mg/kg logam berat kadmium (Cd) dan bayam dengan 3 mg/kg. Konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Seng (Zn) pada masing-masing sampel lebih tinggi di atas baku mutu yang ditetapkan oleh Ditjen POM No. 03725/B/SKVII/89 dan SNI 7387:2009.
2. Penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai referensi ditulis oleh Ing Mayfa Br Situmorang, Dimas Frananta Simatupang pada tahun 2021 dengan judul “Analisis Logam Berat Pada Sayuran Yang Ditanami Di Pinggir Jalan Bekasi Utara” yang bertempat di STIKes Prima Indonesia Kecamatan Babelan, Bekasi Utara. Metode penelitian yang digunakan metode destruksi basah dengan instrument spektroskopi serapan atom (AAS). Dari penelitian ini didapatkan hasil sayuran kangkung memiliki jumlah kandungan logam timbal yang sangat tinggi dan pada logam krom terdapat pada sayuran bayam merah, sayuran hijau dan kangkung dengan jumlah yang tinggi.

3. Penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai referensi ditulis oleh Nuryanti pada tahun 2018 dengan judul “Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Bayam (*Amaranthus spp*) Secara Destruksi Basah Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS)” yang dilakukan di Pasar Tradisional Sunter, Jakarta Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode destruksi basah dan diukur menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa daun bayam hijau memiliki konsentrasi Pb sebesar 9,75 ppm dan daun bayam merah memiliki konsentrasi Pb sebesar 4,15 ppm. Perbandingan hasil dengan data Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 0,5 ppm menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari ambang batas SNI.

Melihat dari penelitian yang sebelumnya yang telah dilakukan berdasarkan uraian di atas berkaitan dengan analisis dan identifikasi logam berat pada suatu tanaman atau pertanian. Secara umum ketiga penelitian tersebut memiliki korelasi yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Relevansi tersebut diantaranya logam yang diujikan yaitu Timbal (Pb) dan instrument yang dipakai yaitu *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Selain itu variabel-variabel penelitian memiliki relevansi yang cukup erat yakni sama-sama mengidentifikasi kandungan logam berat yang ada pada tanaman.

#### **M. Kerangka Pemikiran**

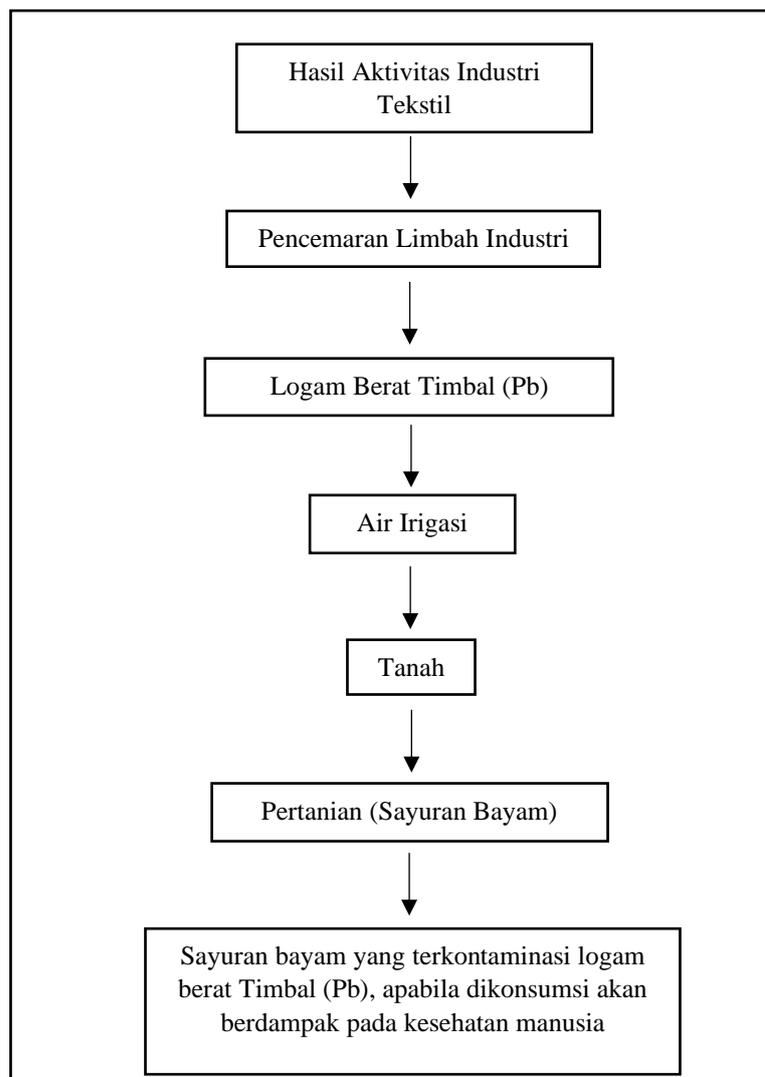
Adanya kawasan Industri yang merupakan industri tekstil yang terletak diantara pemukiman warga, aktivitas yang dilakukan di industri tekstil tersebut yaitu memproduksi berbagai macam dan jenis pakaian untuk diperjual belikan. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas industri tekstil tersebut akan masuk ke saluran pembuangan dari industri tekstil tersebut melintasi area Sungai Cibaligo yang dimana Sungai Cibaligo tersebut adalah bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu, lalu melintasi sumber air irigasi di wilayah lahan pertanian Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung, kawasan industri inilah yang menjadi penyebab mengapa air irigasi di area pertanian menjadi tercemar oleh hasil aktivitas dari industri tekstil dengan berbagai logam berat khususnya Timbal (Pb). Logam berat Timbal (Pb) adalah salah satu hasil buangan limbah yang berasal dari 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 dilahan 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 dilahan tersebut dapat menjadi mediator penyebar logam berat pada makhluk hidup, masuknya logam tersebut pada tumbuhan melalui akar dan mulut daun (stomata) (Katipana, 2015, hlm. 154). Menurut Widaningrum *et al.*, (2007) dalam Mahendra *et al.*, (2018, hlm. 43) menyatakan bahwa pada proses masuknya logam berat ke dalam tanaman dipengaruhi oleh sebagai berikut:

Proses transformasi logam berat dari dalam tanah ke tanaman dipengaruhi oleh bioavailabilitas dari logam berat tersebut. Bioavailabilitas adalah ketersediaan logam yang dapat diserap untuk hayati dan dapat memberikan respon toksik. Semakin tinggi tingkat bioavailabilitas logam berat dalam tanah, semakin tercemar tanaman yang tumbuh pada tanah tersebut.

Pada saat logam berat yang berada dalam tanah terserap 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 dapat merusak tanaman tersebut sehingga dapat terakumulasi ke seluruh bagian tanaman tersebut”.



**Gambar 2. 5 Kerangka Pemikiran  
(Sumber: Dokumen pribadi)**

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

Keterkaitan penelitian ini adalah dengan dunia pendidikan atau pembelajaran di sekolah. Penelitian dengan judul “Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Irigasi, Tanah Dan Sayuran Bayam Di Kawasan Industri Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung” yang tentunya berkaitan dengan pembelajaran Biologi khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Penelitian ini membahas persoalan pencemaran lingkungan di pertanian pada air irigasi, tanah dan juga sayuran bayam. Seperti yang diketahui bahwa pencemaran lingkungan merupakan salah satu kajian materi biologi SMA. Adapun data yang disajikan pada penelitian ini yaitu mengenai faktor klimatik. Faktor klimatik yang dimaksud yaitu

diantaranya suhu, intensitas cahaya dan derajat keasaman (pH) tanah serta pada kondisi kandungan logam berat timbal (Pb) yang berada pada air irigasi, tanah dan sayuran bayam di kawasan industri tersebut. Hasil penelitian ini memiliki keterkaitan dengan pembelajaran biologi di SMA, dan dapat menjadi contoh bagi peserta didik di sekolah yang mempelajarinya mengenai permasalahan pencemaran lingkungan yang berupa pencemaran logam berat disekitar yang dapat membahayakan masyarakat.

Materi pembelajaran biologi mengenai perubahan lingkungan berdasarkan kurikulum 2013 pada pembelajaran biologi SMA kelas X yakni terdapat pada KD 3.11 yaitu “Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan dan pada KD 4.11 yaitu “Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar”. Dengan demikian, data dari hasil penelitian dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan sebagai bahan ajar yang dapat menunjang tercapainya pada pembelajaran biologi di SMA kelas X.