

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peningkatan populasi penduduk bumi memicu perkembangan industri di berbagai belahan dunia. Pencemaran lingkungan merupakan salah satu dampak kegiatan industri. Industri memberikan dampak pencemaran lingkungan dengan dihasilkannya produk samping berupa limbah. Limbah industri pada akhirnya akan dibuang ke lingkungan. Walaupun telah diolah, limbah yang mungkin masih mengandung bahan berbahaya yang dapat memberikan dampak buruk bagi organisme dan lingkungannya (Marcussen, *et.al*, 2008).

Salah satu bahan berbahaya yang terkandung dalam limbah adalah logam. Di alam, logam terdapat dalam mineral. Logam dapat digunakan sebagai bahan baku industri. Tidak hanya langsung dilebur pada proses produksi, logam juga dapat direaksikan dengan bahan lainnya. Salah satu unsur logam yang berbahaya bagi lingkungan adalah logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu).

Logam timbal dapat larut dalam air dan terakumulasi di dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Pencemaran lingkungan oleh limbah yang mengandung logam timbal dapat menyebabkan tanaman yang tumbuh di sekitar lokasi tersebut mengandung logam timbal (Kohar, *et.al*, 2004). Kesehatan manusia dan hewan dapat terganggu jika mengonsumsi bahan makanan mengandung logam timbal. Pada konsentrasi tertentu, logam timbal dapat menurunkan fungsi syaraf, organ pencernaan, bahkan menyebabkan kematian (Lang, *et al.*, 2008).

Udara di alam hampir tidak pernah ditemukan tanpa polutan, pencemaran udara merupakan campuran dari satu atau lebih bahan pencemar, baik padatan, cairan atau gas yang

masuk ke udara dan kemudian menyebar ke lingkungan sekitarnya. Kecepatan penyebaran ini tergantung pada keadaan geografi dan meteorologi setempat (Wardana, 2004).

Kontaminasi logam berat dari sayuran dapat terjadi dari aktifitas manusia misalnya akibat air irigasi yang terkena kontaminasi logam berat dari industri dari kendaraan selama pengangkutan dan pemasaran, penambahan pupuk dan pestisida berbasis logam, proses pemanenan maupun di lokasi titik pemasaran. (Maleki dan Saleh, 2008).

Sawi hijau merupakan jenis sayuran yang banyak diminati masyarakat. Dikenal pula sebagai caisim, atau sawi bakso, sayuran ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar. Jenis sayuran ini mudah tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman ini akan cepat berbunga bila ditanam pada suhu sejuk. Dalam proses pemanenan, tanaman ini akan dipanen setelah berumur satu bulan. Dalam proses penanaman sawi hijau dibutuhkan beberapa unsur hara dan mineral dari perairan sehingga asupan mineral bagi tanaman tidak kurang. Menurut Widaningrum, *et al.*, (2007) kandungan timbal (Pb) pada caisim atau sawi hijau yang ditanam pada tanah yang tercemar logam berat bisa mencapai 28,78 ppm. Hal ini sejalan dengan kriteria batasan BPOM terkait pencemaran pada makanan, maka bahan tanaman akan tercemar karenanya. Menurut BPOM, ambang batas Pb pada tanaman sayuran dan buah segar yang dikonsumsi sebesar 2 ppm. Semakin banyak kandungan logam berat yang dikonsumsi oleh manusia, menyebabkan penyakit pada tubuh manusia itu sendiri. Oleh karena itu, dalam masalah ini perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai paparan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada jaringan penyusun tanaman sawi agar tidak melewati ambang batas yang ditoleransi oleh tubuh.

Sayuran dapat berasal dari berbagai bagian atau organ tumbuh-tumbuhan. Berdasarkan bagian organ tumbuh-tumbuhan, sayuran dapat dibagi menjadi sayuran akar, sayuran daun,

sayuran bunga, sayuran buah muda dan sayuran buah masak. Sayuran akar seperti wortel, lobak, kentang dan umbi jalar. Sayuran batang seperti asparagus dan rebung. Sayuran daun seperti bayam, kangkung, kubis, sawi dan selada. Sayuran bunga seperti bunga kol, kubis bunga dan brokoli. Sayuran buah muda seperti buncis dan sayuran buah masak seperti tomat (Gardjito *et.al.*2013).

Ternyata berbagai tanaman sayuran seperti kangkung, bayam dan sawi diduga termasuk salah satu tanaman yang mudah menyerap logam berat dalam tubuhnya. (Tindaon, *et, al,* 2013).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dari sampel sawi yang diambil dari berbagai lokasi penanaman beserta atributnya berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut (dpl).
2. Berapa tingkat kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dari sumber sayuran sawi yang diperoleh dari berbagai tingkat pengelolaan lahan pertanian.
3. Berapa Tingkat bahaya kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dari tanaman sawi berbagai variasi tempat dan manajemen dibandingkan dengan kriteria BPOM (2017).

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sayuran sawi hijau yang diperoleh dari berbagai lokasi penanaman sayur sawi di wilayah Sumatera Utara.

2. Untuk mengetahui tingkat bahaya (batas cemaran maksimum) logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sayuran sawi hijau dibandingkan dengan Baku Mutu Lingkungan untuk kadar logam berat menurut BPOM (2017)
3. Untuk memberikan rekomendasi pemanfaatan sayuran sawi hijau yang berasal dari berbagai sumber di berbagai lokasi penanaman sawi di wilayah Sumatera Utara.

#### **1.4 Hipotesis Penelitian**

1. Diduga ada pengaruh ketinggian tempat dari permukaan laut (dpl) terhadap kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sawi hijau yang ditanam pada berbagai lokasi penanaman di wilayah Sumatera Utara.
2. Diduga ada pengaruh tingkat manajemen pertanian (sistem pertanian) pada kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) yang terdapat dalam sayur sawi hijau yang ditanam pada berbagai lokasi penanaman di wilayah Sumatera Utara.
3. Diduga ada pengaruh faktor atribut (spesifik lahan), terutama jarak lokasi tanam dengan jalan raya, terhadap kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sayuran sawi hijau yang ditanam di berbagai ketinggian tempat dan tingkat manajemen pertanian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistematika Tanaman Sawi**

Berdasarkan taksonominya, tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) dapat diklasifikasikan sebagai berikut : Kingdom : Plantae, Divisi : Spermatophyta, Subdivisi : Angiospermae, Kelas : Dicotyledonae, Ordo : Brassicales, Famili : Brassicaceae, Genus : Brassica, Spesies : *Brassica Juncea* L (Haryanto, *dkk.*, 2007). Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) memiliki akar serabut yang tumbuh dan berkembang secara menyebar ke semua arah disekitar permukaan tanah, perakarannya sangat dangkal pada kedalaman sekitar 5 cm. Tanaman sawi tidak memiliki akar tunggang. Perakaran tanaman sawi dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, subur, dan mudah menyerap air serta kedalaman tanah cukup dalam (Fransisca,

2009). Batang (*caulis*) sawi pendek dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2007).

Secara umum tanaman sawi mempunyai daun lonjong, halus, tidak berbulu, dan tidak berkrop. Tangkai daunnya agak pipih, sedikit berliku, tetapi kuat (Sunarjono, 2003). Umumnya sawi mudah berbunga secara alami, baik didataran tinggi maupun dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari, dan satu buah putik yang berongga dua (Rukmana, 2007).

Buah sawi termasuk tipe buah polong, yakni bentuknya memanjang dan berongga. Tiap buah (polong) berisi 2 - 8 butir biji. Biji sawi hijau berbentuk bulat, berukuran kecil, permukaannya licin dan mengkilat, agak keras dan berwarna coklat kehitaman (Fransisca, 2009).

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) tumbuh dengan baik pada curah hujan yang cukup sepanjang tahun dapat mendukung kelangsungan hidup tanaman karena ketersediaan air tanah yang mencukupi. Sawi hijau tergolong tanaman yang tahan terhadap curah hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan sawi hijau adalah 1000-1500 mm/tahun (Cahyono, 2003). Sawi pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah. Tanaman ini selain tahan terhadap suhu panas (tinggi) juga mudah berbunga dan menghasilkan biji secara alami pada kondisi iklim tropis Indonesia (Haryanto, *et al.*, 2007).

Kelembapan udara yang sesuai untuk pertumbuhan sawi hijau yang optimal berkisar antara 80% - 90%. Kelembapan udara yang tinggi lebih dari 90 % berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembapan yang tinggi tidak sesuai dengan yang dikehendaki tanaman, menyebabkan mulut daun (stomata) tertutup sehingga penyerapan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

terganggu, dengan demikian kadar gas CO<sub>2</sub> tidak dapat masuk kedalam daun, sehingga kadar gas CO<sub>2</sub> yang diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak tercukupi, selain itu suhu udara yang tinggi lebih dari 21<sup>0</sup> C dapat menyebabkan sawi hijau tidak dapat tumbuh dengan sempurna (Cahyono, 2003).

Ketinggian tempat yang optimal untuk pertumbuhan tanaman sawi berkisar 100 - 500 meter diatas permukaan laut (Supriati dan Herliana, 2010). Media tanam yang cocok untuk tanaman sawi adalah tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur serta pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6-7.

## **2.2 Penyerapan Logam Berat oleh Tanaman Sayuran**

Tumbuhan hiperakumulator adalah tumbuhan yang mempunyai kemampuan untuk mengkonsentrasikan logam di dalam biomasnya dalam kadar yang luar biasa tinggi. Kebanyakan tumbuhan mengakumulasi logam, misalnya nikel, sebesar 10 mg/kg berat kering (BK) (setara dengan 0,001%). Tetapi tumbuhan hiperakumulator logam mampu mengakumulasi hingga 11% BK. Batas kadar logam yang terdapat di dalam biomassa agar suatu tumbuhan dapat disebut hiperakumulator berbeda-beda bergantung pada jenis logamnya (Baker, 1999). Batas bagi tembaga dan timbal adalah 0,1% (1.000 mg/kg BK).

Tanaman yang menjadi mediator penyebaran logam berat pada makhluk hidup, menyerap logam berat melalui akar dan daun (stomata). Logam berat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar, yang selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan (Alloway, 1990 dalam Darmono, 2005; Nirwana, 2008). Di Indonesia, kadar logam berat yang cukup tinggi pada sayuran sudah semestinya mendapat perhatian serius dari semua pihak, terutama pada sayur-sayuran yang ditanam di pinggir jalan raya. Data terakhir pada sayuran caisim, kandungan logam

berat Pb bisa mencapai 28,78 ppm. Jumlah ini jauh lebih tinggi dibanding kandungan logam berat pada sayuran yang ditanam jauh dari jalan raya ( $\pm 0-2$  ppm), padahal batas aman yang diperbolehkan oleh Ditjen POM (2017) hanya 2 ppm. Bahkan dalam Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI-2, 2004) dalam Anonymous (2005) menyatakan bahwa residu logam berat yang masih memenuhi standar BMR (Batas Maksimum Residu) adalah 1,0 ppm. Dengan dikonsumsi sayuran sebagai salah satu sumber pangan pada manusia dan hewan menyebabkan berpindahnya logam berat yang dikandung oleh sayur-sayuran tersebut seperti timbal (Pb) dan tembaga (Cu) ke dalam tubuh makhluk hidup lainnya. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia akan melakukan interaksi antara lain dengan enzim, protein, DNA, serta metabolit lainnya. Adanya logam berat pada jumlah yang berlebihan dalam tubuh akan berpengaruh buruk terhadap tubuh (Charlena, 2004).

Pencemaran logam berat pada tanaman sayuran telah banyak terdeteksi pada sayuran, terutama yang ditanam dekat dengan jalan raya dan rentan polusi udara, antara lain yang berasal dari asap pabrik serta asap kendaraan bermotor. Penelitian yang dilakukan Ayu (2002) menunjukkan bahwa pada komoditas kangkung dan bayam yang dijual di pasar pasar daerah Bogor mempunyai kadar timbal (Pb) di atas ambang batas cemaran logam sesuai yang ditetapkan Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan, yaitu 2 ppm. Kisaran kadar timbal (Pb) pada sampel kangkung  $< 0,01$  ppm-3,12 ppm sedangkan kisaran timbal (Pb) pada sampel bayam  $< 0,01$  ppm-3,38 ppm. Dalam kasus ini, jalur distribusi dan cara pengangkutan sangat berpengaruh terhadap bertambahnya kadar cemaran timbal (Pb). Naiknya suhu di atas suhu normal atau daerah dengan suhu yang relatif panas resiko penyerapan timbal lebih tinggi karena laju respirasi akan meningkat atau tinggi sehingga stomata akan membuka dan laju penyerapan gas disekitar akan lebih tinggi. Semakin banyak uap air di udara, maka semakin kecil tekanan uap air dalam rongga



daun dengan yang di udara atau dengan kata lain kelembapan rendah maka memicu stomata membuka lebar (Ibrahim dan Hisqiyah, 2013).

Selain timbal (Pb), sayuran juga rentan terhadap kontaminasi logam berat tembaga (Cu). Cemaran tembaga (Cu) terdapat pada sayuran dan buah-buahan yang disemprot dengan pestisida secara berlebihan. Penyemprotan pestisida banyak dilakukan untuk membasmi siput dan cacing pada tanaman sayuran dan buah. Selain itu, garam Cu juga digunakan sebagai bahan dari larutan “bordeaux” yang mengandung 1 - 3%  $\text{CuSO}_4$  untuk membasmi jamur pada tanaman sayur dan buah (Darmono, 1995). Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan (POM) RI telah menetapkan batas maksimum cemaran logam berat tembaga (Cu) pada sayuran segar yaitu sebesar 5 ppm.

Pestisida merupakan salah satu input dalam budidaya tanaman sayuran, yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman. Penyemprotan pestisida akan mengakibatkan terjadinya deposit pestisida dan akhirnya menjadi residu pada tanaman. Sekitar 200 jenis pestisida untuk pertanian yang beredar di Indonesia telah terdaftar dan diizinkan oleh pemerintah, antara lain pestisida golongan organofosfat. Pestisida golongan ini banyak digunakan petani karena mudah larut dalam air dan mudah terhidrolisis menjadi senyawa yang pada kadar tertentu tidak beracun dibandingkan dengan pestisida golongan lain (Winarti dan Miskiyah, 2010).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tanaman sayuran yang dibudidayakan dengan pemakaian pestisida berlebihan, cenderung mengandung residu bahan aktif. Penelitian Yenita, *et al.*, (2012) mendapatkan residu organofosfat pada daun bayam, demikian juga dengan penelitian Yuliasuti (2011), yang mendapatkan residu bahan aktif.

Pencemaran timbal (Pb) pada sayuran pasca panen terjadi selama pengangkutan, penjualan, dan distribusi. Kadar logam berat tembaga (Cu) pada beberapa komoditas sayuran

juga cukup tinggi, diantaranya adalah; kangkung mengandung tembaga pada kisaran 1,98 ppm-6,37 ppm, bayam 1,25 ppm-4,36 ppm, kol 4,16 ppm-8,88 ppm sedangkan daun singkong 4,58 ppm-8,75 ppm. Terkandungnya tembaga secara berlebihan pada sayuran disebabkan pemupukan yang berlebihan, pemakaian insektisida dan air irigasi yang tercemar limbah pabrik (Munarso, *et al.*, 2005). Pencemaran logam berat tembaga terjadi selama proses prapanen yaitu selama penanaman dan pemeliharaan, juga disebabkan pemakaian pupuk mikro yang mengandung tembaga. Logam berat pada sayuran yang diambil dari daerah terkontaminasi lebih tinggi daripada yang diambil dari daerah yang tidak terkontaminasi. Sedangkan timbal (Pb) pada kembang kol (25,98 ppm). Konsentrasi semua logam berat (Pb dan Cu) masih melebihi ambang batas yang diperbolehkan standar India pada semua jenis sayuran. Perbedaan akumulasi logam berat pada sayuran mungkin dapat disebabkan oleh perbedaan dalam sifat morpho-physiologis sayuran-sayuran tersebut (Singh, *et al.*, 2007). Akumulasi logam berat yang berlebihan pada tanah pertanian dapat berakibat tidak hanya terhadap kontaminasi lingkungan tetapi yang lebih buruk adalah menyebabkan meningkatnya kadar logam berat pada hasil-hasil pertanian yang dipanen sehingga hal tersebut pada akhirnya berakibat terhadap penurunan mutu dan keamanan pangan nabati yang dihasilkan. Untuk melindungi konsumen, beberapa negara telah menetapkan batas aman cemaran logam berat pada makanan, seperti dapat dilihat pada Tabel 2. Di Indonesia, Ditjen POM telah mengeluarkan Keputusan No. 03725/B/SK/VII/89 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan untuk Sayuran Segar, batas aman untuk Pb 2 mg/kg dan Cu 50mg/kg.

### **2.3 Logam Berat Di Lingkungan Tanah**

Pembuangan limbah ke tanah apabila melebihi kemampuan tanah dalam mencerna limbah akan mengakibatkan pencemaran tanah. Jenis limbah yang berpotensi merusak

lingkungan hidup adalah limbah yang termasuk dalam Bahan Beracun Berbahaya (B3) yang di dalamnya terdapat logam berat. Subowo, *et al.*, (1999) menyatakan bahwa adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktivitas pertanian dan kualitas hasil pertanian selain dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat tersebut.

Kandungan logam berat di dalam tanah secara alamiah sangat rendah, kecuali tanah tersebut sudah tercemar. Kandungan logam berat dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi di antara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman. Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah dan spesies tanaman yang sensitif terhadap logam berat tertentu (Darmono, 1995). Logam berat masuk ke lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia yang langsung mengenai tanah, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan.

Untuk meningkatkan hasil pertanian, penggunaan pupuk tidak dapat dihindari. Petani di daerah semakin banyak yang menggunakan obat-obatan pertanian untuk meningkatkan hasil produksinya tanpa mempertimbangkan akibat yang ditimbulkan pada tanaman dan lingkungan sekitarnya. Petani di daerah Brebes yang dikenal sebagai salah satu pusat produksi bawang merah di Jawa Tengah, cenderung menggunakan pupuk dan pestisida secara berlebihan (Sumarni dan Rosliani, 1996). Padahal adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktivitas pertanian dan kualitas hasil pertanian selain dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat tersebut (Subowo, *et al.*, 1999). Secara bertahap pemakaian bahan agrokimia (pupuk dan pestisida) dalam

sistem budidaya pertanian harus dikurangi, karena bahan agrokimia mengandung logam berat yang termasuk bahan beracun berbahaya (B3). Penggunaan bahan agrokimia yang tidak terkendali pada lahan pertanian terutama pada sayuran berdampak negatif antara lain meningkatnya resistensi hama atau penyakit tanaman, terbunuhnya musuh alami dan organisme yang berguna, serta terakumulasinya zat-zat kimia berbahaya dalam tanah (Sutamihardja dan Rizal, 1985 dalam Charlene, 2004).

Kontaminasi Oleh Logam berat faktor yang menyebabkan tingginya kontaminasi logam berat di lingkungan adalah perilaku manusia yang menciptakan teknologi tanpa menimbang terlebih dahulu efek yang akan ditimbulkan bagi lingkungan di kemudian hari. Sebagai contoh, di Indonesia, tingginya kandungan timbal (Pb) pada lingkungan disebabkan oleh pemakaian bensin bertimbal yang sangat tinggi pada hampir semua jenis kendaraan bermotor. Untuk mempermudah bensin premium terbakar, titik bakarnya harus diturunkan melalui peningkatan bilangan oktan dengan penambahan timbal dalam bentuk tetraethyl lead (TEL). Namun dalam proses pembakaran, timbal dilepas kembali bersama-sama sisa pembakaran lainnya ke udara dan dihirup oleh manusia saat bernafas.

Timbal (Pb) atau dalam keseharian dikenal dengan timah hitam, dan dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *Plumbum* dengan simbol Pb. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsur kimia. Timbal (Pb) mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2 adalah logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh  $327^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $1620^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu  $550-600^{\circ}\text{C}$  Pb menguap dan membentuk timbal (Pb) oksida. Bentuk oksida yang paling umum adalah timbal (Pb) (II). Walaupun bersifat lunak dan lentur, timbal (Pb) sangat rapuh dan mengkerut saat pendinginan, sulit larut dalam air, air panas dan air asam, timbal (Pb) dapat

larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 2008).

Kadar timbal (Pb) yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus timbal (Pb) yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat di dalam batu pasir (*sand stone*) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Timbal (Pb) terdapat di tanah sekitar 5-25mg/kg dan di air bawah tanah (*ground water*) berkisar antara 1-60µg/dl. Secara alami timbal (Pb) juga ditemukan di air permukaan. Kadar timbal (Pb) pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1-10 µg/dl. Dalam air laut kadar timbal (Pb) lebih rendah dari dalam air tawar. Laut yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung timbal (Pb) sekitar 0,07 µg/dl. Kandungan timbal (Pb) dalam air danau dan sungai di USA berkisar antara 1-10 µg/dl. Secara alami timbal (Pb) juga di temukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001-0,001 µg/m<sup>3</sup>. Tumbuh-tumbuhan termasuk sayur-sayuran dan padi-padian dapat mengandung timbal (Pb), penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar antara 0,1-1,0 µg/kg berat kering (ATSDR, 2005).

Komponen-komponen timbal (Pb) yang mengandung halogen terbentuk selama pembakaran bensin karena ke dalam bensin sering ditambahkan cairan antiletupan yang mengandung *scavenger* kimia. Bahan anti letupan yang aktif terdiri dari *tetraetil-Pb* atau  $Pb(C_2H_5)_4$ , *tetrametil-Pb* atau  $Pb(CH_3)_4$ , atau kombinasi dari kedua. *Scavenger* ditambahkan supaya dapat bereaksi dengan komponen timbal (Pb) yang tertinggal di dalam mesin sebagai akibat pembakaran bahan anti letup tersebut. Bahan aditif yang ditambahkan ke dalam bensin terdiri dari 62% *tetraetil-Pb*, 18% *etilen dibromida*, 18% *etilen dikloride*, dan 2% bahan-bahan lainnya. Jenis dan jumlah komponen-komponen timbal (Pb) yang diproduksi dari asap mobil dapat dilihat pada Tabel 2.3. Dari senyawa timbal (Pb) yang ditambahkan ke bensin, kurang lebih 70% diemisikan melalui knalpot dalam bentuk garam inorganik, 1% diemisikan

masih dalam bentuk *tetraalkyl lead* dan sisanya terperangkap dalam system *exhaust* dan mesin oli (Mukono, 2002).

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Timbal (Pb) dalam Gas Buangan Kendaraan Bermotor

NO	Komponen Pb	Persen dari total partikal Pb di dalam asap	
		Segera Setelah Starter	18 jam setelah Starter
1	PbBrCl	32	12
2	PbBrCl.2PbO	31.4	1.6
3	PbCl <sub>2</sub>	10.7	8.3
4	Pb(OH)Cl	7.7	7.2
5	PbBr <sub>2</sub>	5.5	0.5
6	PbCl <sub>2</sub> .2PbO	5.2	5.6
7	Pb(OH)Br	2.2	0.1
8	PbO <sub>x</sub>	2.2	21.2
9	PbCO <sub>3</sub>	1.2	13.8
10	PbBr <sub>2</sub> .2PbO	1.1	0.1
11	PbCO <sub>3</sub> .@PbO	1	29.6

Sumber :

*Fardiaz (2006)*

Kandungan PbBrCL dan PbBrCl<sub>2</sub>PbO merupakan kandungan senyawa timbal (Pb) yang utama. Kedua senyawa tersebut telah dihasilkan pada saat pembakaran pada mesin kendaraan dimulai, yaitu saat waktu 0 jam. Selanjutnya jumlah dari kedua senyawa tersebut akan berkurang setelah waktu pembakaran berjalan 18 jam dimana jumlah buangan atas kedua senyawa tersebut menjadi berkurang jauh (50% untuk PbBrCL) dan menjadi sangat sedikit untuk PbBrCl<sub>2</sub>PbO. Sedangkan kandungan oksida-oksida timbal (Pb) (PbO<sub>x</sub>) dan PbCO<sub>3</sub>2PbO mengalami peningkatan yang sangat tinggi dan menggantikan posisi kandungan pertama setelah masa pembakaran sampai 18 jam (Palar, 2008).

Konsentrasi tertinggi dari timbal (Pb) di udara ambien ditemukan pada daerah dengan populasi yang padat, makin besar suatu kota makin tinggi konsentrasi timbal (Pb) di udara ambien. Kualitas udara di jalan raya dengan lalu lintas yang sangat padat mengandung timbal (Pb) yang lebih tinggi dibandingkan dengan udara di jalanraya dengan kepadatan lalu lintas yang rendah. Konsentrasi timbal (Pb) di udara bervariasi dari 2-4 µg/m<sup>3</sup> di kota besar dengan lalu lintas yang padat sampai kurang dari 0,2 µg/m<sup>3</sup> di daerah pinggiran kota dan

lebih rendah lagi di daerah pedesaan. Konsentrasi tertinggi terjadi di sepanjang jalan raya bebas hambatan selama jam-jam sibuk di mana konsentrasinya bisa mencapai 14-25 ug/m<sup>3</sup>. WHO Expert Commite, 1969 EHC, 1977 dalam (Palar 2008).

#### **2.4 Dampak Logam Berat Bagi Kesehatan manusia**

Moshman (1997) dalam Charlena (2004) mengungkapkan bahwa akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terus-menerus dapat mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan syaraf dan kematian. Sedangkan keracunan Cu dapat menyebabkan tekanan darah tinggi, kerusakan jaringan-jaringan testicular, kerusakan ginjal dan kerusakan butir-butir sel darah merah. Logam berat yang ada di lingkungan, tanah, air dan udara dengan suatu mekanisme tertentu masuk ke dalam tubuh makhluk hidup.

Tanaman yang menjadi mediator penyebaran logam berat pada makhluk hidup, menyerap logam berat melalui akar dan daun (stomata). Logam berat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar, yang selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan (Alloway, 1990 dalam Darmono, 2005). Di Indonesia, kadar logam berat yang cukup tinggi pada sayuran sudah semestinya mendapat perhatian serius dari semua pihak, terutama pada sayur-sayuran yang ditanam di pinggir jalan raya. Data terakhir pada sayuran caisim, kandungan logam beratPb-nya bisa mencapai 28,78 ppm. Jumlah ini jauh lebih tinggi dibanding kandungan logam berat pada sayuran yang ditanam jauh dari jalan raya ( $\pm 0-2$  ppm), padahal batas aman yang diperbolehkan oleh Ditjen POM hanya 2 ppm. Bahkan dalam Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI-2, 2004) dalam Widianingrum *et al.*, (2007) menyatakan bahwa residu logam berat yang masih memenuhi standar BMR (Batas Maksimum Residu) adalah 1,0 ppm. Dengan dikonsumsi sayuran sebagai salah satu sumber pangan pada manusia dan hewan menyebabkan berpindahnya logam berat yang dikandung oleh sayur-sayuran tersebut seperti timbal (Pb) dan tembaga (Cu) ke

dalam tubuh makhluk hidup lainnya. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia akan melakukan interaksi antara lain dengan enzim, protein, DNA, serta metabolit lainnya. Adanya logam berat pada jumlah yang berlebihan dalam tubuh akan berpengaruh buruk terhadap tubuh (Charlena, 2004).

Pangan yang dikonsumsi manusia sehari-hari merupakan produk pertanian. Pangan seharusnya memenuhi kriteria ASUH (Aman, Sehat, Utuh dan Halal) salah satu parameter yaitu aman termasuk kedalam masalah mutu. Mutu dan keamanan pangan sangat berpengaruh langsung terhadap masalah kesehatan masyarakat dan perkembangan sosial. Makanan yang bermutu baik dan aman diperlukan untuk meningkatkan kesejahteraan individu dan kemakmuran masyarakat.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Analisa Laboratorium**

Lokasi pengambilan sampel diambil di 3 (tiga) lokasi penanaman sawi di wilayah Sumatera Utara, yaitu: 1) kecamatan Tiga Panah Kabupaten Karo, pada dataran tinggi. 2) Kecamatan Siantar Martoba Kota Siantar dan kecamatan Siantar Kabupaten Simalungun, pada dataran sedang dan 3) Kecamatan Medan Deli Kota Medan, pada dataran rendah. Analisa kadar Pb dan Cu dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Medan Jalan Sisingamangaraja No.24, Pasar Merah Kecamatan Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara. Pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan juni 2019 di 3 (tiga) lokasi yang ditetapkan.

#### **3.2 Pengumpulan Sampel**

Pengambilan sampel dilakukan dengan memperhatikan ketinggian tempat dari permukaan laut, dan keragaman sistem pertanian yang ada serta data atribut penunjang pada lokasi penanaman. Ketinggian tempat dikelompokkan dalam 3 (tiga) kelompok, yakni : 1) Dataran tinggi, dengan ketinggian tempat  $>750$  m dari permukaan laut, 2) Dataran Sedang, dengan ketinggian tempat 301-750 m dari permukaan laut, dan 3) Dataran Rendah, dengan ketinggian tempat 0-300 m dari permukaan laut. Sedangkan sistem manajemen pertanian dikelompokkan dalam 2 (dua) kelompok, yakni : 1) Pertanian Intensif, dan 2) Pertanian Semi Intensif. Sedangkan untu faktor atribut/penunjang pada masing masing sistem pertanian tersebut dicatat

data hak hal sebagai berikut : a) titik kordinat (dengan GPS Garmin), b) ketinggian tempat (GPS Garmin), c) keadaan cuaca saat pengambilan sampel, d) data iklim masing masing lokasi (curah hujan.penyinaran matahari, dan suhu); e) jenis pestisida yang digunakan dan frekuensinya, f) jenis pupuk dan dosisnya, g) jarak lokasi penanaman dengan jalan raya, dan h) kelas jalan sekitar lokasi penanaman sawi.

Pemeriksaan kadar timbal (Pb) dan tembaga (Cu) secara kuantitatif dan kualitatif dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Medan Jalan Sisingamangaraja No.24, Pasar merah Kecamatan Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara..

Objek yang akan diteliti yaitu sayur sawi yang di terdapat pada berbagi lokasi penanaman sawi di wilayah Sumtera Utara. Teknik pemilihan sampel sayuran digunakan *purposive sampling*, dilakukan pemilihan kriteria seperti sayuran sawi yang berada di lokasi penelitian yang disebutkan di atas dengan umur yang relative sama.

### **3.3 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah GPS, plastik bening dan kertas label.

Alat yang digunakan dalam analisa kandungan logam berat (Pb dan Cu) pada sawi adalah neraca, oven, blender, ayakan 60 mesh. Alat-alat gelas yang digunakan berupa labu ukur 100 ml, kuvet, botol semprot, pipet tetes dan pipet volume 10 ml, 5 ml, botol sampel, labu takar, gelas ukur, tabung reaksi dan gelas piala. Analisis kadar logamnya menggunakan atomic absorption spektrophotometer (AAS). Bahan-bahan yang digunakan adalah sayur sawi dan bahan kimia analisa logam-logam berat, sampel beberapa jenis tanaman sayuran yang diambil dari berbagai wilayah penanaman sawi di Sumatera Utara yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah larutan standar larutan standar Pb dan Cu 0,5 mg/L, 1 mg/L, 1,5 mg/L, 2 mg/L dan 2,5 mg/L, HNO<sub>3</sub> pekat, sampel tanaman sayuran, air suling dan bahan kimia lainnya.

### **3.4 Persiapan Sampel**

Sampel tanaman sayur yang didapat kemudian di timbang 600 gram yang diambil dari berbagai lokasi penanaman di wilayah Sumatera utara dicuci bersih, kemudian dioven dengan suhu 80 °C selama 48 jam. Setelah kering masing masing sampel dihaluskan hingga menjadi serbuk dengan menggunakan grinder, serbuk sampel kemudian ditimbang sebanyak 4-6 gram untuk kemudian dimasukkan ke dalam furnace oven pada suhu 450 °C selama 12 jam sampai menjadi abu yang berwarna putih. Abu sampel kemudian didesktruksi secara kimia. Abu sampel dimasukkan ke dalam beaker glass pyrex dan kemudian ditambahkan 15 ml HCL pekat dan 5 ml HNO<sub>3</sub> pekat dan mulut beaker ditutup dengan kaca arloji, kemudian beaker glass dipanaskan ke atas api Bunsen selama 30 menit hingga larutan asap menguat dan mengering. Ke dalam beaker glass diteteskan 1 ml HNO<sub>3</sub> pekat, kemudian beaker glass didinginkan. Setelah dingin ditambahkan akuades sedikit dan larutan dipindahkan kedalam labu volumetrik 25 ml menggunakan corong kaca yang dilapisi kertas saring dan ditetesi akuades sampai volume mencapai 25 ml. Larutan sampel kemudian dituangkan kedalam botol plastic dan siap untuk dianalisa kandungan Timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dengan alat spektrofotometer serapan atom (Crosby, 1977).

### **3.5 Metoda Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan mengambil sampel sayuran sawi berdasarkan tiga kategori kelompok ketinggian tempat, dua perlakuan tingkat menejemen pertanian dan atribut lahan yang di ulang tiga kali pada setiap ketinggian tempat , yaitu :

1. Kategori kelompok berdasarkan ketinggian tempat menurut Soribsy (1989), yaitu :

Dataran Tinggi = Ketinggian tempat diatas 750 meter dari permukaan laut

Dataran Sedang= Ketinggian tempat 301-750 meter dari permukaan laut

Dataran Rendah= Ketinggian tempat 0-300 meter dari permukaan laut

2. Perlakuan yang digunakan yakni sistem pertanian dikelompokkan dalam 2 (kelompok) sistem pertanian, yaitu :

Sistem Pertanian Intensif = (Sitem pertanian dengan tingkat masukan teknologi dan input lainnya tinggi)

Sistem Pertanian Semi Intensif = (Sitem pertanian dengan tingkat masukan teknologi dan input lainnya sedang)

3. Kondisi atribut (factor penunjang) juga dicatat untuk mengetahui keragaman lingkungan lokasi penanaman sawi, baik untuk jarak lokasi tanam sawi dengan jalan raya dan sistem budidaya yang diterapkan, terutama untuk pemakaian pupuk, dan bahan pestisida.

### **3.7 Parameter Yang Diamati**

#### **3.7.1 Uji rata-rata timbal (Pb) dan tembaga (Cu)**

Parameter yang diamati ada 2 (dua), yaitu : 1) kandungan Timbal (Pb) dalam sayuran sawi, dan 2) Kandungan Tembaga (Cu) dalam kandungan sayuran sawi.

#### **3.7.2 Analisis Ambang Batas Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu)**

Menurut peraturan kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 23 tahun 2017 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan bahwa ambang batas maksimum untuk sayuran sawi aman di konsumsi adalah untuk timbal (Pb) sebesar 2 mg/kg sayur dan tembaga (Cu) sebesar 5 mg/kg sayur. Hasil analisa kandungan Timbal

(Pb) dan Tembaga (Cu) pada masing masing pelokasi pengambilan sampel dibandingkan dengan kadar PB dan Cu yang dapat ditolelir (batas maksimum) menurut kriteria Badan POM Tahun 2017.