

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Logam Berat Plumbum

1. Pengertian logam berat Plumbum

Logam merupakan kelompok toksikan yang unik. Logam dapat ditemukan dan menetap di alam, tetapi bentuk kimianya dapat berubah akibat pengaruh fisika, kimia, biologis atau akibat aktivitas manusia. Toksisitasnya dapat berubah drastis apabila bentuk kimianya berubah. Umumnya logam bermanfaat bagi manusia karena penggunaannya di bidang industri, pertanian atau kedokteran. Sebagian merupakan unsur penting karena dibutuhkan dalam berbagai fungsi biokimia atau faali. Di lain pihak, logam dapat berbahaya bagi kesehatan bila terdapat dalam makanan, air atau udara (Darmono, 2001, *dalam* Munasti, 2013).

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan Plumbum, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam – logam golongan IV – A pada tabel periodik unsur kimia dan mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2 (Palar, 2012).

Logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C, seperti tampak pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Timbal Pb* (Aryanti D.A., 2013)

<http://amaliadwiaryanti.blogspot.co.id/2013/05/timbal-pb-dan-bahayanya-bagi-tubuh.htm>

pada suhu 550 - 600°C logam berat Plumbum menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II). Walaupun bersifat lunak dan lentur, logam berat Plumbum sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Logam berat Plumbum dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 2012).

Logam berat Plumbum sebagai logam maupun persenyawaannya dipakai dan terkandung pada proses dan produk industri seperti pada pembuatan fungisi damerkuri, baterai, pelapisan kabel, pipa, kaleng, pigmen (putih, kuning, merah) pada cat, bahan pengkilap (gloss) pada keramik dan kertas, kosmetik, dan zat aditif pada bensin (Darmono, 1995; Stumm dan Morgan, 1996; Baird dan Cann, 2012 *dalam* Fitriani, dkk., 2014).

Logam berat Plumbum terdapat di berbagai tempat seperti di udara, di dalam air dan makanan. Dalam udara logam berat Plumbum dihasilkan oleh beberapa faktor, salah satunya gas buangan kendaraan. Emisi Plumbum ke dalam

lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikulat. Emisi Plumbum yang masuk dalam bentuk gas, terutama berasal dari buangan gas bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan. Logam berat Plumbum yang merupakan hasil samping dari pembakaran ini berasal dari senyawa tetrametil – Pb dan tetraetil – Pb yang selalu ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti ketuk pada mesin–mesin kendaraa (Palar, 2012).

Palar (2012) dalam analisis penelitiannya, menyimpulkan kandungan senyawa Plumbum dalam gas buangan kendaraan, sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Plumbum Dalam Gas Buangan Kendaraan Bermotor

Senyawa Pb (%)	0 Jam	18 Jam
PbBrCl	32,0	12,0
PbBrCl.2PbO	31,4	1,6
PbCl₂	10,7	8,3
Pb(OH)Cl	7,7	7,2
PbBr₂	5,5	0,5
PbCl₂.2PbO	5,2	5,6
Pb(OH)Br	2,2	0,1
PbOx	2,2	21,2
PbCO₃	1,2	13,8
PbBr₂.2Pb₂	1,1	0,1
PbCO₃.2PbO₂	1,0	29,6

2. Bahaya Logam Berat Plumbum Bagi Manusia

Logam berat Plumbum bersifat toksinitas yang artinya dapat menimbulkan penyakit karena kandungannya yang beracun. Dalam jumlah yang tinggi Plumbum dapat meracuni manusia. Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam berat Plumbum dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya logam berat Plumbum ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, seperti melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan.

Sebagian besar logam berat Plumbum yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dari senyawa Plumbum yang ada dan volume udara yang mampu dihirup pada saat peristiwa bernafas berlangsung. Makin kecil ukuran partikel debu, maka akan semakin besar pula konsentrasi Plumbum yang diserap oleh tubuh. Logam berat Plumbum yang masuk ke dalam paru-paru melalui peristiwa pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah paru – paru untuk kemudian diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh dan lebih dari 90% logam berat Plumbum yang terserap oleh darah berikatan dengan sel-sel darah merah (Palar, 2012).

Menurut Palar (2012) Keracunan yang disebabkan oleh kendaraan logam berat Plumbum dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh. Organ-organ tubuh yang banyak menjadi sasaran dari peristiwa keracunan logam berat Plumbum adalah sistem saraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, sistem hormon, dan jantung.

B. Tanaman

1. Pengertian Tanaman

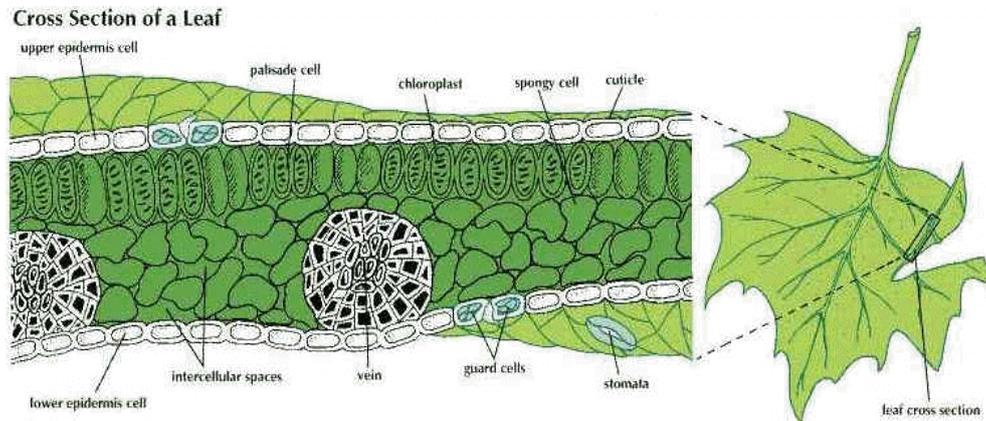
Tanaman adalah tumbuhan yang sengaja ditanam oleh manusia untuk keperluan tertentu. Tanaman memiliki berbagai fungsi seperti salah satunya adalah menjaga keseimbangan lingkungan. Menurut Mukhlison (2013), tanaman di dalam kota berperan penting dalam peningkatan kualitas lingkungan perkotaan. Sementara laju pencemaran di wilayah perkotaan cenderung meningkat dari waktu ke waktu.

Tanaman dapat juga dijadikan indikator pencemaran lingkungan, karena tanaman memiliki daun yang mempunyai stomata yang berperan untuk menyerap CO₂ dalam udara. Sehingga CO₂ dalam udara terserap oleh daun bersama dengan polutan lain yang terdapat dalam udara. Daun dalam tanaman berperan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

2. Daun sebagai Bioremediasi

Bentuk dan ukuran daun sangat bervariasi tergantung pada jenis tanaman. Daun terdapat dua jenis yaitu, daun sempurna yang memiliki pelepah, tangkai dan helaian serta daun tidak sempurna yang hanya memiliki helaian saja atau salah satu, dengan tangkai atau pelepah (Cartono dan Ibrahim., 2008).

Daun terdiri dari beberapa jaringan yang menyusunnya, yaitu epidermis, mesofil, jaringan pengangkut, jaringan penguat, dan kelenjar, seperti tertera pada Gambar 2.2.

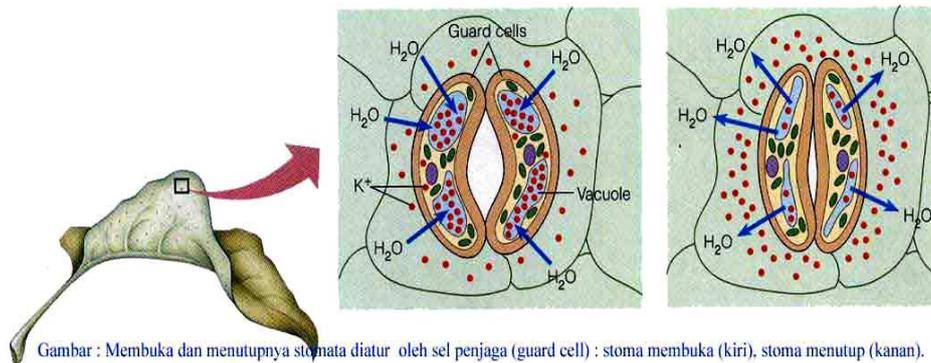


Gambar 2.2 Penampang Anatomi Daun (Stanley, 2013).

<http://chsweb.lr.k12.nj.us/mstanley/outlines/plantae/leaves/leaf.htm>

Daun dapat dijadikan indikator pencemaran karena kemampuan stomata dalam menyerap polutan pada udara. Mekanisme terbuka dan tertutupnya stomata dipengaruhi oleh turgor. Pada dasarnya stomata akan membuka apabila turgor sel penutupnya menjadi rendah dan pada saat turgor sel tertutup tinggi, maka dinding sel penutup yang berhadapan pada celah stomata akan tertarik ke belakang, sehingga celah menjadi terbuka.

Naiknya turgor ini disebabkan adanya air yang mengalir dari sel tetangga masuk ke sel penutup, sehingga sel tetangga mengalami kekurangan air dan selnya sedikit mengkerut dan akan menarik sel penutup ke belakang. Sebaliknya pada waktu turgor sel penutup turun yang disebabkan oleh kembalinya air dari sel penutup ke sel tetangganya, sel tetangga akan mengembang dan mendorong sel penutup ke depan sehingga akhirnya stomata tertutup, seperti pada Gambar 2.3 (Ibrahim dan Hizqiyah, 2008).



Gambar : Membuka dan menutupnya stomata diatur oleh sel penjaga (guard cell) : stoma membuka (kiri), stoma menutup (kanan). (Sumber : Campbell et al. 1999).

Gambar 2.3 Proses Membuka Dan Menutup Stomata (anakagrono, 2014)

<http://www.anakagronomy.com/2014/02/fungsi-dan-anatomi- stomata.html>

Menurut Ibrahim dan Hizqiyah (2013), faktor-faktor yang mempengaruhi pembukaan stomata adalah Intensitas cahaya, kelembapan udara, suhu udara, angin, dan keadaan air tanah.

C. Tanaman Di Jalan Protokol Kota Bandung

1. Tanaman Mahoni

a. Pengertian tanaman mahoni

Mahoni termasuk tumbuhan tropis dari famili *Meliaceae* yang berasal dari Hindia Barat. Tumbuhan ini dapat ditemukan tumbuh liar di hutan jati, pinggir pantai, dan di jalan-jalan sebagai pohon peneduh. Perkembangbiakannya dengan menggunakan biji, cangkokan, atau okulasi. Mahoni bisa mengurangi polusi udara sekitar 47% - 69% sehingga disebut sebagai pohon pelindung sekaligus filter udara. Struktur tanaman mahoni, seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tanaman Mahoni (Dokumen Pribadi, 26 April 2016)

Daun bertugas menyerap polutan-polutan di sekitarnya. Sebaliknya, dedaunan itu akan melepaskan oksigen (O_2) yang membuat udara di sekitarnya menjadi segar. Ketika hujan turun, tanah dan akar-akar pepohonan itu akan mengikat air yang jatuh, sehingga menjadi cadangan air. Kulit batangnya dikenal dapat mengobati demam, sebagai tonikum, dan astringent (Kartikasari, 2014).

Menurut Widagdo (2005, *dalam* Saleha, dkk., 2013) kemampuan daun menangkap partikel sangat dipengaruhi oleh keadaan permukaan daun yaitu kebasahan, kelengketan dan bulu daun. Semakin tinggi kandungan partikel logam berat Plumbum di udara akan semakin tinggi pula kandungan partikel logam berat Plumbum yang terserap oleh daun. Hal tersebut terjadi karena semakin besar kandungan partikel logam berat Plumbum di udara akan semakin besar kemungkinan bertubrukan dengan daun dan masuk ke dalam stomata sampai tersimpan dalam lapisan epidermis dan mesofil akan lebih besar. Semakin besar kemampuan tanaman menyerap logam berat Plumbum dari udara maka semakin banyak logam berat Plumbum dapat dibersihkan dari udara.

Mekanisme masuknya partikel logam berat Plumbum ke dalam jaringan daun melalui proses penjerapan pasif. Partikel logam berat Plumbum yang menempel pada permukaan daun berasal dari tiga proses yaitu, pertama sedimentasi akibat gaya gravitasi, kedua tumbukan akibat turbulensi angin dan ketiga adalah pengendapan yang berhubungan dengan hujan (Dahlan, 1989, dalam Fathia, dkk., 2015).

b. Klasifikasi Tanaman Mahoni

Menurut Uta, 2013 dalam laporan pengamatannya, tanaman mahoni memiliki kedudukan taksonomi, sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Divisio : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Classis : Magnoliopsida (Berkeping dua / dikotil)
Sub Classis : Rosidae
Ordo : Sapindales
Familia : Meliaceae
Genus : *Swietenia* (Tumbuhan berpembuluh) (Menghasilkan biji)
Species : - *Swietenia macrophylla* (Mahoni daun besar)
- *Swietenia mahagoni* (Mahoni daun kecil)

2. Tanaman Kersen

a. Pengertian Tanaman Kersen

Kersen termasuk tumbuhan tropis dari famili *Elaeocarpaceae*. Tumbuhan ini mudah tumbuh dan pertumbuhannya sangat cepat. Kersen memiliki karakteristik seperti, berbentuk pohon, berwarna coklat keputih-putihan, batang berkayu (lignosus), silindris, permukaan batang berbulu halus, percabangan

simpodial. Arah tumbuh batang tegak lurus, arah tumbuh cabang ada yang condong ke atas dan ada yang mendatar.

Daun kersen *Muntingia calabura* L. merupakan daun tunggal, berseling, berbentuk jorong, panjang 6-10 cm, ujung daun runcing, pangkal berlekuk, tepi daun bergerigi, permukaan daun berbulu halus, pertulangan menyirip, hijau, mudah layu. daging daun seperti kertas (papyraceus), seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tanaman Kersen (Dokumen Pribadi, 26 April 2016)

Zakaria, dkk. (2006, *dalam* Afni, 2015) menyatakan bahwa daun kersen dipercaya memiliki efek antipiretik dan antiinflamasi. Diketahui bahwa ekstrak aqueous daun kersen *Muntingia calabura* L memiliki aktivitas antinociceptive, anti-inflamasi dan antipiretik yang diduga disebabkan oleh efek sinergis dari flavonoid, saponin, tannin dan steroid yang berada didalamnya. Menurut Juliantina, dkk. (2009, *dalam* Afni, 2015), kandungan senyawa tannin dalam daun

kersen mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengoagulasi protoplasma dari bakteri.

Daun kersen memiliki stomata, yang berfungsi sebagai pengeluaran uap air dan mekanisme pengeluaran gas oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂). Selain itu stomata berkemampuan untuk menjerap logam berat Plumbum dalam udara dalam waktu bersamaan stomata saat menyerap karbondioksida (CO₂). Mekanisme masuknya partikel logam berat Plumbum ke dalam jaringan daun melalui proses penjerapan pasif, seperti pada tanaman mahoni dan kersen. Partikel logam berat Plumbum yang menempel pada permukaan daun berasal dari tiga proses yaitu, pertama sedimentasi akibat gaya gravitasi, kedua tumbukan akibat turbulensi angin dan ketiga adalah pengendapan yang berhubungan dengan hujan (Dahlan, 1989, *dalam* Fathia, dkk., 2015).

b. Klasifikasi Tanaman Kersen

Disebutkan oleh Tjitrosoepomo (2002, *dalam* Afni, 2015), tanaman Kersen memiliki kedudukan taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledoneae
Subclassis : Dialypetalae
Ordo : Malvales
Familia : Tiliaceae
Genus : *Muntingia*
Species : *Muntingia calabura L.*

D. Analisis Penelitian Dengan Pendidikan

Uji kandungan berat Plumbum pada tanaman dapat memberikan pengetahuan kepada siswa tentang bagaimana peran tanaman dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan memberikan alternatif cara mengetahui tanaman dalam menjaga keseimbangan lingkungan pada kegiatan praktikum. Penelitian ini dapat dijadikan kajian materi dan bahan praktikum, dalam bidang pendidikan terutama untuk jenjang SMA (Sekolah Menengah Atas) kelas X, semester dua dalam materi ekosistem dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar sebagai berikut :

1. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 :Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada

bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 :Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

2. Komoetensi Dasar

3.1 Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan

E. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tempat Penelitian	Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Hendrasarie, (2007).	Kajian Efektifitas Tanaman Dalam Menjerap Kandungan Pb di Udara.	Teknik Lingkungan FTSP, UPN. Jawa Timur	Analisis kandungan Pb pada daun pohon Mahoni Analisis kandungan pb pada daun pohon tanjung.	Dalam daun Tanjung I (Pagi) total prosentase penjerapan selama 1 bulan sebesar 19,44 %, daun Tanjung II (Siang) sebesar 27,25 % dan daun Tanjung III (Sore) sebesar 44,22 %. Sedangkan dalam daun Mahoni I (Pagi) sebesar 27,62 %, daun Mahoni II (Siang) 34,54 % dan daun Mahoni sebesar 45,97 %. Batang Tanjung I (Pagi) total prosentase penjerapan selama 1 bulan sebesar 17,74 %, Tanjung II (Siang) sebesar 42,03 % dan Tanjung III (Sore) sebesar 44,05 %. Sedangkan dalam batang Mahoni I (Pagi) sebesar 15,69 %, batang Mahoni II (Siang) sebesar 29,16 % dan batang Mahoni III (Sore) sebesar 37,12 %.	Menganalisis kandungan logam berat Plumbum pada daun tanaman.	Desain penelitian Jenis tanaman yang diamati.

					Dari total prosentase penyerapan secara keseluruhan didapat hasil prosentase penyerapan yang terbesar ada pada tumbuhan Tanjung III (sore) sebesar 88,25 %		
2	Fathia, dkk., (2015).	Analisis Kemampuan Tanaman Semak Di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb	Di Jl. Ahmad Yani – Jl, Basuki Rahmat kota Malang dan Perumahan Araya kota Malang, Jawa Timur	Analisis kandungan logam berat Plumbum pada tanaman semak.	<p>Tanaman yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap Pb (paling potensial) adalah, <i>Plumbago auriculata</i> <i>Pachystachys lutea</i>, <i>Irisine herbtsii</i> dan <i>Rhododendron obtusum</i>.</p> <p>Tanaman yang memiliki kemampuan sedang adalah <i>Pseuderanthemum reticulatum</i>, <i>Excoecaria cochinchinensis</i>, <i>Codiaeum variegatum</i> dan <i>Tabernae corymbosa varigata</i>.</p>	Menganalisis kandungan logam berat Plumbum pada tanaman.	<p>Desain penelitian.</p> <p>Jenis tanaman yang diamati.</p>

					Tanaman yang memiliki kemampuan rendah dalam menyerap Pb adalah Bougenvilia spectabilis, Cordyline fruticosa Dracaena marginata tricolor, Dracaena reflexa, Osmoxylum lineare, Syzygium oleina dan Tabernae corymbosa		
--	--	--	--	--	---	--	--

