

ANALISIS KEMAMPUAN TANAMAN SEMAK DI MEDIAN JALAN DALAM MENYERAP LOGAM BERAT Pb

CAPABILITY ANALYSIS OF SHRUB PLANT TO ABSORB Pb IN MEDIAN ROADSIDE

Luki Anisa Nurul Fathia¹⁾, Medha Baskara dan Sitawati

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia
¹⁾E-mail: lukianisanurulfathia@yahoo.com

ABSTRAK

Volume kendaraan bermotor di jalan raya meningkat setiap tahun. Meningkatnya jumlah kendaraan berpengaruh pada polusi udara yang dihasilkan. Polusi udara mengandung berbagai macam polutan yang berpengaruh buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia seperti Pb. Salah satu upaya dalam mengurangi pengaruh buruk Pb adalah dengan memanfaatkan tanaman jalan. Tanaman yang tahan terhadap Pb adalah tanaman yang memiliki akumulasi Pb yang banyak pada daun namun tidak menunjukkan perubahan pada morfologi daun seperti stomata dan klorofil. Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Juni 2014 di Jl. Ahmad Yani – Jl. Basuki Rahmat Kota Malang dan Perumahan Araya Kota Malang. Bahan yang digunakan adalah sample daun tanaman semak dan kuteks bening. Alat yang digunakan adalah Atomic Absorption Spectrofotometer, Mikroskop, Klorofil meter SPAD, kaca preparat. Pengolahan data menggunakan metode skroing. Tanaman yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap Pb adalah *Plumbago auriculata*, *Pachystachys lutea*, *Irisine herbtsii* dan *Rhododendron obtusum*. Tanaman yang memiliki kemampuan sedang adalah *Pseuderanthemum reticulatum*, *Excoecaria cochinchinensis*, *Codiaeum variegatum*, *Cordyline fruticosa* dan *Tabernae corymbosa varigata* dan tanaman yang memiliki kemampuan rendah dalam menyerap Pb adalah *Bougenvilla spectabilis*, *Dracaena marginata tricolor*, *Dracaena reflexa*, *Osmoxylum lineare*, *Syzygium oleina* dan *Tabernae corymbosa*. Daun yang terpapar Pb memiliki jumlah

stomata yang lebih banyak daripada tanaman kontrol serta jumlah klorofil yang lebih rendah.

Kata kunci: Logam Berat, Pb, Tanaman Semak, Tanaman Jalan

ABSTRACT

Vehicle volume increasing every year. This increasing give a bad impact to the air quality. Air pollution contain many particle that give a bad impact to human and environment like Pb. One way to decrease a bad impact of Pb is using a road side plant. High capability plant in lead absorption is a plant that have a high contamination of Pb but didn't change much morphology like chlorophyll and stomata. The research had been conducted on April-June 2014 at Ahmad Yani St. – Basuki Rahmat St. and Araya Malang City. The materials used are leaf sample from the bottom leaf each species and transparent nail polish. Tools used are Atomic Absorption Spectrofotometer, Microscope, Chlorophyll meter SPAD. Data analysis using a scoring method that compare with literature. Plant that have a high capability in Pb absorption are *Plumbago auriculata*, *Pachystachys lutea*, *Irisine herbtsii* and *Rhododendron obtusum*, plant that have medium capability in Pb absorption are *Pseuderanthemum reticulatum*, *Excoecaria cochinchinensis*, *Codiaeum variegatum*, *Cordyline fruticosa* and *Tabernae corymbosa varigata* and plant that have low capability in Pb absorption are *Bougenvilla spectabilis*, *Dracaena marginata tricolor*, *Dracaena reflexa*, *Osmoxylum lineare*, *Syzygium oleina* and *Tabernae corymbosa*. Leaf that

contaminated with Pb have a higher number of stomata than leaf that didn't contaminated and lesser number of chlorophyll than leaf that didn't contaminated.

Keywords: Heavy metal, Pb, Shrubs, Roadside plant

PENDAHULUAN

Volume kendaraan bermotor di jalan raya meningkat setiap tahun. Meningkatnya jumlah kendaraan berpengaruh pada polusi udara yang dihasilkan. Polusi udara mengandung berbagai macam polutan yang berpengaruh buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia seperti CO, HC, NO_x, Partikulat, Sulfur dioksida dan Timbal hitam (Pb).

Pb (timbal) merupakan salah satu senyawa logam berat yang digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin, fungsinya meningkatkan nilai oktan pada bahan bakar, meningkatkan daya pelumasan dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Pb bersama bensin dibakar dalam mesin, sisanya keluar 70% bersama emisi gas buang hasil pembakaran. Jika terhirup oleh manusia, Pb dapat menimbulkan efek serius pada kesehatan manusia seperti gangguan pernapasan, gangguan pada tulang, hati, paru-paru, ginjal, limpa, jantung, otak, gigi dan rambut. Salah satu upaya dalam mengurangi pengaruh buruk Pb adalah dengan memanfaatkan tanaman jalan. Tanaman pada jalan raya terdapat pada tepi jalan dan median jalan. Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh Nasrullah, *et al.*(2001), tanaman pohon memiliki serapan polutan yang paling tinggi dibandingkan dengan semak dan ground cover. Tanaman semak dengan ukuran yang lebih kecil dan berpotensi sebagai penyerap polutan karena memiliki tinggi yang sama dengan knalpot kendaraan bermotor.

Tanaman dapat disebut sebagai pereduksi logam berat Pb pada udara apabila mampu menyerap Pb namun tidak menunjukkan gejala kerusakan yang signifikan. Gejala kerusakan secara

morfolgis seperti jumlah stomata dan index klorofil.

Mekanisme masuknya partikel Pb ke dalam jaringan daun yaitu melalui stomata daun yang berukuran besar dan ukuran partikel Pb lebih kecil, sehingga Pb dengan mudah masuk kedalam jaringan daun melalui proses penjerapan pasif. Partikel Pb 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).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tanaman semak yang tahan terhadap logam berat Pb dan untuk mendapatkan jenis tanaman semak yang paling potensial dalam menyerap logam berat Pb di udara.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Juni 2014, bertempat di Jl. Ahmad Yani – Jl, Basuki Rahmat Kota Malang dan Perumahan Araya Kota Malang, Jawa Timur. Alat yang digunakan antara lain adalah *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS), *Chlorophyll meter* SPAD, Mikroskop. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sample daun tanaman semak masing-masing 15 daun (bagian bawah daun) dan cat kuku bening.

Penelitian ini terdiri dari 6 macam pengamatan yaitu inventarisasi tanaman yang terdapat di median jalan, identifikasi morfologi dari jenis tanaman, pengambilan sampel, analisis kandungan logam berat Pb, perhitungan index klorofil dan kerapatan stomata serta pengolahan data yang berupa evaluasi dan menghasilkan rekomendasi. Pengolahan data menggunakan metode skoring berdasarkan literatur. Skoring morfologi daun: (3) >10cm² kategori besar skor, (2) 5-9 cm² kategori sedang, (1) 3-4 cm² kategori kecil. Skoring permukaan daun: (3) berbulu, (2) kasar, (1) licin. Skoring jumlah daun (1) <10 daun, (2) 10-15 daun dan (3) >15 daun. Skoring kandungan Pb tanaman (1) 0-1.99 mg/kg kategori rendah, (2) 2.00-3.99 mg/kg kategori sedang dan (3) > 4mg/kg kategori

tinggi. Skoring kerapatan stomata (1) <300 per mm², (2) 300-500 per mm² dan (3) >500 per mm². Penambahan nilai pada posisi stomata karena tanaman yang memiliki stomata pada kedua sisi daun dapat menyerap Pb lebih banyak: posisi atas skor 1, posisi atas dan bawah skor 2. Skoring penurunan index klorofil: 1-20% kategori rendah skor 3, 21-40% kategori sedang skor 2 dan >41% kategori tinggi skor 1.

Hasil skoring tersebut akan dijumlahkan dan tanaman yang memiliki skoring paling tinggi adalah tanaman yang memiliki kemampuan yang paling tinggi dalam menyerap Pb. Berdasarkan hasil pengamatan, tanaman dengan Σ skor 10-12 memiliki kemampuan yang rendah dalam menyerap Pb, tanaman dengan Σ skor 13-14 memiliki kemampuan sedang dalam menyerap Pb dan tanaman dengan Σ skor 15-17 memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap Pb.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inventarisasi Jenis Tanaman

Terdapat beberapa jenis tanaman semak di median Jl. Ahmad Yani-Jl. Basuki Rahmat kota Malang, diantaranya adalah *Bougenvilla spectabilis* (Bougenvile), *Codiaeum variegatum* (Andong merah), *Cordyline fruticosa* (Puring), *Dracaena marginata tricolor* (*Dracaena tricolor*), *Dracaena reflexa* (Song of India), *Excoecaria chinchinensis* (Sambang darah), *Irisine herbstii* (Bligo bandung), *Osmoxylum lineare* (Ararea), *Pascystacys lutea* (Lolipop kuning), *Plumbago auriculata* (Plumbago), *Pseuderanthemum reticulatum* (Melati jepang), *Rhododendron obtusum* (Azalea), *Syzygium oleina* (Pucuk merah), *Tabernaecorymbosa* (rombosa mini) dan *Tabernaecorymbosa varigata* (rombosa varigata).

Analisis Morfologi Tanaman

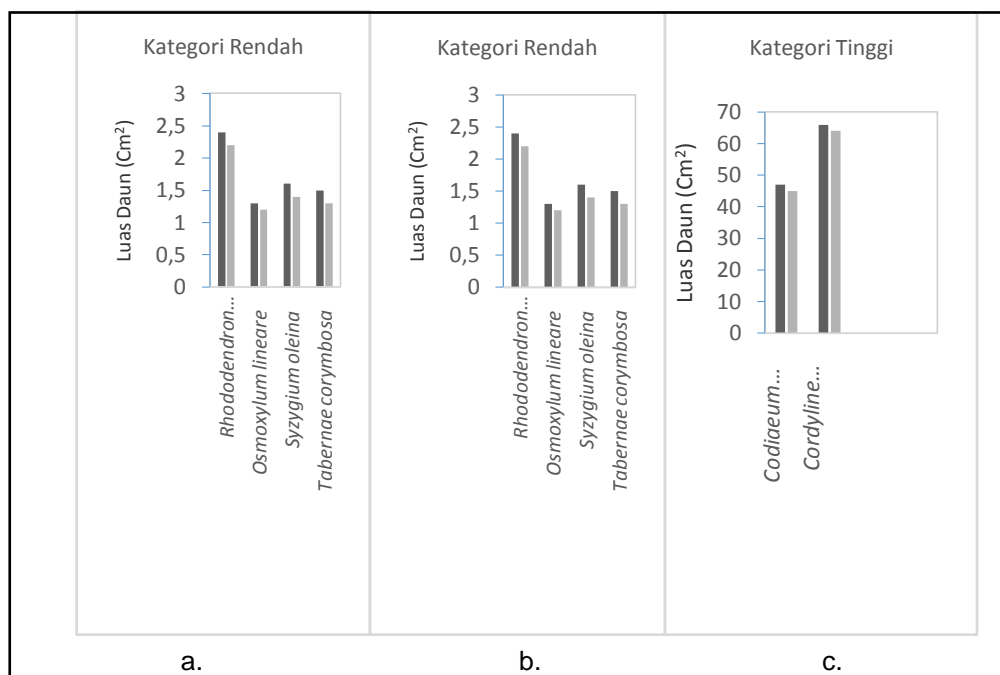
Tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap logam berat Pb adalah tanaman yang memiliki daun yang mempunyai bulu (*pubescent*) atau daun yang permukaannya kesat (berkerut). Kemampuan daun tanaman menyerap polutan dipengaruhi oleh karakteristik

morfologi daun, seperti ukuran dan bentuk daun, adanya rambut pada permukaan daun dan juga tekstur daun (Koeppel dan Miller, 1970). Tanaman yang berada pada median Jl. Ahmad Yani – Jl. Basuki Rahmat 33,3% memiliki ukuran daun kecil, 53,4% memiliki ukuran daun sedang dan 13,3% memiliki ukuran daun besar (Gambar 1). Tanaman yang berada pada median Jl. Ahmad Yani – Jl. Basuki Rahmat 40% memiliki permukaan daun licin, 46,7% tanaman yang memiliki permukaan daun kasar dan 13,3% tanaman yang memiliki permukaan daun berbulu. 20% tanaman memiliki jumlah daun sedikit, 6,6% tanaman memiliki jumlah daun sedang dan 73,3% tanaman memiliki jumlah daun banyak.

Hasil Analisis Logam Berat Pb

Kandungan logam berat tanaman yang berada di jalan raya berbeda dengan kandungan logam berat tanaman yang berada di perumahan. Sekitar 15-30% Pb kendaraan bermotor dilepaskan ke udara dan terakumulasi pada tumbuhan, terutama tumbuhan tepi jalan. Tumbuhan tepi jalan biasanya lebih banyak mendapat paparan Pb daripada tumbuhan di lokasi lain (Samat, dkk. 2002)

Perbedaan kandungan Pb pada tiap daun tanaman karena setiap daun tanaman memiliki karakteristik yang berbeda seperti luas daun dan bulu daun. Daun yang memiliki trikoma atau bulu daun akan lebih mudah dalam menyerap partikel-partikel seperti logam berat Pb, sedangkan tanaman yang memiliki permukaan daun yang licin akan sulit menyerap partikel-partikel logam berat Pb. Tanaman yang memiliki kandungan Pb pada kategori rendah memiliki luas daun yang relatif kecil serta permukaan daun yang licin dan tidak memiliki bulu daun. Tanaman yang berada pada kategori tinggi umumnya memiliki luas daun yang kecil juga namun permukaan daun tanaman tersebut tidak rata dan terdapat bulu daun sehingga logam berat terserap pada tanaman. Kandungan logam berat yang paling banyak adalah pada tanaman *Plumbago auriculata* (35.57 mg/kg).



Gambar 1 Kategori Luas Daun (a) Rendah, (b) Sedang, (c) Tinggi

Analisis Kerapatan Stomata

Dari analisis yang telah dilakukan, diketahui beberapa tanaman memiliki stomata pada bagian atas dan bawah dan beberapa tanaman memiliki stomata pada bagian bawah daun saja. Menurut Agustini, *et al.* (1999) jenis-jenis yang mempunyai stomata pada kedua sisi daun diduga relatif lebih potensial dalam menyerap gas-gas disekitarnya termasuk bahan pencemar gas. Beberapa stomata pada tanaman yang berada di jalan raya memiliki jumlah yang lebih banyak daripada stomata pada tanaman yang berada di perumahan (Tabel 1). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Satolom, *et al.* (2014), kadar stomata pada daun meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas kendaraan. Stomata pada daun tanaman meningkat dikarenakan luas daun cenderung mengecil. Tanaman tersebut memiliki stomata yang lebih banyak namun ukuran stomata juga lebih kecil. Tanaman yang memiliki stomata lebih banyak akan menyerap logam berat Pb dan polutan lain dengan lebih banyak. Sehingga, semakin tinggi Pb yang diserap maka klorofil akan menurun yang

berdampak pada mengecilnya luas daun yang mengakibatkan kerapatan stomata akan meningkat.

Analisis Index Klorofil

Index klorofil tanaman yang berada di perumahan lebih tinggi daripada index klorofil tanaman yang berada di jalan raya (Tabel 2). Index Klorofil tanaman pada lokasi jalan raya berkisar antara 19.2 (index) hingga 54.4 (index), sedangkan Index Klorofil pada tanaman pada lokasi perumahan berkisar antara 30.2 (index) hingga 61.5 (index). Menurut Solichatun dan Anggarwulan (2007), semakin dekat tanaman dengan sumber kadar gas buang kendaraan bermotor, klorofil akan mengalami degradasi yang semakin besar, sehingga kadarnya menjadi semakin rendah. Efek negatif dari polutan adalah pada laju asimilasi karbondioksida. Daun menjadi bagian yang paling terpengaruh, hal ini terjadi karena sebagian besar bahan-bahan pencemar udara mempengaruhi tanaman melalui daun yaitu masuk melalui stomata dengan proses difusi molekuler terutama bahan pencemar yang berupa gas.

Tabel 1 Skoring Kerapatan Stomata

Nama Ilmiah Tanaman	Kerapatan Stomata (per mm ²)				Kategori Kerapa- tan Stomata Bawah	Skoring Kerapa- tan Stoma- ta	Skoring Posisi Stomata
	Perumahan (Kontrol)		Jalan Raya				
	Stomata Atas	Stoma- ta Bawah	Stomata Atas	Stoma ta Bawah			
<i>Bougenvilla spectabilis</i>	0	254	0	508	Tinggi	3	1
<i>Codiaeum variegatum</i>	0	367	0	395	Sedang	2	1
<i>Cordyline fruticosa</i>	0	310	0	395	Sedang	2	1
<i>Dracaena marginata tricolor</i>	84	112	169	282	Rendah	1	2
<i>Dracaena reflexa</i>	0	197	0	225	Rendah	1	1
<i>Excoecaria cochinchinensis</i>	0	169	0	254	Rendah	1	1
<i>Irisine herbtsii</i>	28	141	56	225	Rendah	1	2
<i>Osmoxylum lineare</i>	28	225	28	423	Sedang	2	2
<i>Pachystachys lutea</i>	56	225	65	1101	Tinggi	3	2
<i>Plumbago auriculata</i>	56	145	28	568	Tinggi	2	2
<i>Pseuderanthemum reticulatum</i>	0	310	0	423	Sedang	2	1
<i>Syzygium oleina</i>	0	141	0	520	Tinggi	3	1
<i>Rhododendron obtusum</i>	0	225	0	790	Tinggi	3	1
<i>Tabernae corymbosa</i>	40	197	56	310	Sedang	2	2
<i>Tabernae corymbosa varigata</i>	0	112	0	197	Rendah	1	1

Keterangan : (1) Rendah < 300 per mm², (2) Sedang 300-500 per mm² dan (3) Tinggi > 500 per mm².
(1) Posisi stomata bawah daun, (2) Posisi stomata atas dan bawah daun.

Tabel 2 Skoring Index Klorofil

Nama Ilmiah Tanaman	Index Klorofil (index)		Penurunan (%)	Kategori Penurunan	Skoring
	Perumahan (Kontrol)	Jalan Raya			
<i>Bougenvilla spectabilis</i>	41.4	36.5	11.8	Rendah	3
<i>Codiaeum variegatum</i>	51.3	33.9	33.91	Sedang	2
<i>Cordyline fruticosa</i>	51.9	48.9	5.78	Rendah	3
<i>Dracaena marginata tricolor</i>	50.5	48.6	3.76	Rendah	3
<i>Dracaena reflexa</i>	61.5	54.4	11.54	Rendah	3
<i>Excoecaria cochinchinensis</i>	36.6	34.2	6.55	Rendah	3
<i>Irisine herbtsii</i>	48.5	47.3	2.47	Rendah	3
<i>Osmoxylum lineare</i>	37.1	19.2	48.2	Tinggi	1
<i>Pachystachys lutea</i>	49.6	47.8	3.62	Rendah	3
<i>Plumbago auriculata</i>	35.3	34.2	3.11	Rendah	3
<i>Pseuderanthemum reticulatum</i>	52.6	33.6	36.12	Sedang	2
<i>Rhododendron obtusum</i>	49.3	46.8	5.07	Rendah	3
<i>Syzygium oleina</i>	49.2	46	6.50	Rendah	3
<i>Tabernae corymbosa var.</i>	30.2	26.2	13.24	Rendah	3
<i>Tabernae corymbosa</i>	52.3	50	4.39	Rendah	3

Keterangan : Kategori penurunan index klorofil rendah 1-20%, sedang 20-40% dan tinggi > 40%.

Kemampuan Tanaman dalam Menyerap Pb

Menurut Karliansyah (1999), tanaman sangat efektif sebagai akumulator pencemaran udara. Tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap Pb adalah tanaman yang memiliki kandungan Pb pada daun namun tidak memiliki banyak efek Pb pada daun seperti menurunnya Index Klorofil. Menurut Koepe dan Miller (1970), kemampuan tanaman dalam menyerap Pb sangat dipengaruhi keadaan permukaan daun tanaman. Tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap Pb memiliki permukaan daun yang berbulu atau kasar dan memiliki stomata pada kedua bagian daun (atas dan bawah) dan kerapatan stomata tinggi atau sedang. Tumbuhan akumulator mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi unsur tertentu dalam konsentrasi yang tinggi tanpa menimbulkan efek toksik pada tumbuhan (Hendrasarie, 2007). Antara jaringan yang ada di dalam tubuh tanaman, daun merupakan bagian

yang paling kaya akan unsur-unsur kimia, dengan demikian kemungkinan akumulasi partikel Pb di dalam jaringan daun lebih besar (Rahayu, 1995).

Tabel 3 merupakan tabel gabungan dari skoring morfologi tanaman, kandungan logam berat Pb, index klorofil dan kerapatan stomata. Tanaman yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap Pb (paling potensial) adalah *Plumbago auriculata*, *Pachystachys lutea*, *Irisine herbtsii* dan *Rhododendron obtusum*. Tanaman yang memiliki kemampuan sedang adalah *Pseuderanthemum reticulatum*, *Excoecaria cochinchinensis*, *Codiaeum variegatum* dan *Tabernae corymbosa variegata* dan 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*.

Tabel 3 Kemampuan Tanaman dalam Menyerap Pb

Nama Ilmiah Tanaman	Jumlah Pb	Jumlah Stomata	Posisi Stomata	Persen Penurunan Klorofil	Ukuran daun	Tekstur daun	Jumlah Daun	Σ Skor
<i>Bougenvilia spectabilis</i>	0	3	1	3	2	1	2	12
<i>Codiaeum variegatum</i>	1	2	1	2	3	2	1	13
<i>Cordyline fruticosa</i>	0	2	1	3	3	2	1	12
<i>Dracaena marginata tricolor</i>	0	1	2	3	2	1	3	12
<i>Dracaena reflexa</i>	0	1	1	3	2	1	3	11
<i>Excoecaria cochinchinensis</i>	1	1	1	3	2	2	2	12
<i>Irisine herbtsii</i>	2	1	2	3	2	3	3	16
<i>Osmoxylum lineare</i>	0	2	2	1	1	1	3	10
<i>Pachystachys lutea</i>	2	3	2	3	2	2	1	15
<i>Plumbago auriculata</i>	2	2	2	3	2	3	3	17
<i>Pseuderanthemum reticulatum</i>	2	2	1	2	2	2	3	14
<i>Rhododendron obtusum</i>	2	3	1	3	1	3	3	16
<i>Syzygium oleina</i>	0	3	1	3	1	1	3	12
<i>Tabernae corymbosa</i> var.	2	1	1	3	2	2	3	14
<i>Tabernae corymbosa</i>	0	2	2	3	1	1	3	12

Keterangan : Σ Skor 10-12 memiliki kemampuan dalam menyerap Pb rendah, 13-14 memiliki kemampuan sedang, 15-17 memiliki kemampuan tinggi.

KESIMPULAN

Tanaman yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap Pb (paling potensial) adalah, *Plumbago auriculata* *Pachystachys lutea*, *Irisine herbstii* dan *Rhododendron obtusum*. Tanaman yang memiliki kemampuan sedang adalah *Pseuderanthemum reticulatum*, *Excoecaria cochinchinensis*, *Codiaeum variegatum* dan *Tabernaemontana corymbosa* dan tanaman yang memiliki kemampuan rendah dalam menyerap Pb adalah *Bougenvilla spectabilis*, *Cordyline fruticosa* *Dracaena marginata tricolor*, *Dracaena reflexa*, *Osmoxylum lineare*, *Syzygium oleina* dan *Tabernaemontana corymbosa*. Daun yang memiliki bulu daun (trikoma) dan permukaan daun yang tidak rata dapat menyerap Pb lebih banyak daripada tanaman yang memiliki permukaan daun yang licin. Daun dengan kandungan Pb tinggi memiliki jumlah stomata yang lebih banyak serta index klorofil yang lebih sedikit daripada tanaman dengan kandungan Pb rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, M., Siti, N dan Yohana, C. 1999.** Identifikasi Ciri Arsitektur dan Kerapatan Stomata 25 Jenis Pohon Suku Leguminosae untuk Elemen Lanskap Tepi Jalan. *Buletin Tanaman dan Lanskap Indonesia* Vol.2/1/99.
- Anggarwulan, E. dan Solichatun. 2007.** Kajian Klorofil dan Karotenoid *Plantagomajor L.* dan *Phaseolus vulgaris L.* sebagai Bioindikator Kualitas Udara. *Biodiversitas* 8 (4):279-282.
- Dahlan, E.N., Y. Ontaryo, dan Umasda. 1989.** Kandungan Timbal Pada Beberapa Jenis Pohon Pinggir Jalan di Jalan Sudirman Bogor. *Media Konservasi* Vol. II (4) 45-40.
- Nasrullah,N., Soertini,G., Herry,S., Marietje,W., dan Andi,W., 2001.** Seleksi Tanaman Lanskap yang Berpotensi Tinggi Menyerap Polutan Gas NO₂ dengan Menggunakan Gas NO₂ bertanda N. *Buletin Tanaman Lanskap Indonesia* Vol. 4/1/2001.
- Hendrasarie, N. 2007.** Kajian Efektifitas Tanaman dalam Menjerap Kandungan Pb di Udara. *Jurnal Rekayasa Perencanaan Teknik Lingkungan UPN Veteran Jatim* Vol.3 No.2.
- Karliansyah, N.S.W. 1999.** Klorofil Daun Angsana dan Mahoni Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan* 19(4): 290-305.
- Koepppe, D. E and R. J. Miller. 1970.** Lead Effect on Corn Mitochondrial Respiration. *Science*. Vol. 167.
- Rahayu, L. 1995.** Analisis Jumlah Klorofil dan Kandungan Logam Berat Pb dalam Jaringan Daun Akibat Pencemaran Lalu Lintas. *Jurnal Pusat Penelitian Lingkungan Hidup UGM* 2 (5): 53-66.
- Samat, N.R.A., Mardiaty, S dan Aldes, L. 2002.** Analisis Pencemaran Udara Oleh Timbal (Pb) dengan Bioindikator Pohon Angsana di Kota Palembang. *Jurnal Penelitian Sains* No. 12:40-49.
- Satolom. A.W, Novri. Y.K dan Abubakar S.K. 2014.** Analisis Kadar Klorofil, Indeks Stomata dan Luas Daun Tumbuhan Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) pada Beberapa Jalan di Gorontalo. Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.