

BIOSORPSI TANAMAN PURING (*Codiaeum variegatum*) TERHADAP EMISI TIMBAL (Pb) PADA KENDARAAN BERMOTOR

Nur Amalia P, Syamsidar HS, Kurnia Ramadani
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: amheal_kimia@yahoo.com

Abstract: *Enhancement the motorized vehicle number will be potential for air pollution in the big cities. One of the pollutant which is resulted from burning process fuel is timbale (Pb) metal. Alternative effort that is used to decrease the higher timbale (Pb) metal pollutant material is with manner biosorption use puring plant (codiaeumvariegatum). The aim of this research is to know the puring plantability in absorbs Pb metal. The treatment methodis used to sprinkling plant and without sprinkling and than directly exposure to plant with period 3,6 and 9 days. The result of research that puring leaves ability can absorb Pb concentration metal between (1 until 1,5) ppm or 0,304 mg/Kg at nine days of period exposure, it order can be considered as biosorption agent Pb metal pollution.*

Keywords: *air pollution, biosorption, puring plant, timbale*

1. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini mengalami permasalahan lingkungan yang kian bertambah. Hal ini disebabkan oleh perkembangan teknologi dan pusat-pusat industri yang semakin besar. Dengan seiring perkembangan tersebut, diikuti dengan melonjaknya produksi kendaraan bermotor yang mengakibatkan pencemaran udara. Udara merupakan hal yang penting dalam kehidupan, namun karena meningkatnya polusi udara kualitas dari udara telah mengalami perubahan susunan komposisi dari keadaan normalnya. Hal inilah yang akan menimbulkan masalah lingkungan yang cukup serius, dimana salah satu pencemaran terjadi akibat dari kemacetan lalu lintas yang berujung pada pencemaran udara perkotaan yang selama ini terlihat di kota besar dengan titik-titik lokasi tertentu.

Pencemaran udara diakibatkan oleh adanya kegiatan transportasi, dimana kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di perkotaan yang menghasilkan gas karbon oksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon, belerang oksida (SO₂) dan *tetraethyl lead* (C₂H₅)₄Pb yang merupakan bahan logam timbal (Pb) yang ditambahkan ke dalam bensin

dengan kualitas rendah guna untuk meningkatkan nilai oktan agar mencegah terjadinya letupan pada mesin.

Salah satu logam berat yang mencemari polusi udara yaitu Pb. Pb merupakan bahan toksik yang mudah terakumulasi dalam organ manusia dan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan berupa gangguan sistem syaraf, otak dan kulit.

Penanggulangan pencemaran polusi udara dilakukan dengan cara biosorpsi. Biosorpsi yaitu salah satu cara yang menggunakan tanaman yang memiliki kemampuan untuk mengangkut berbagai polutan (tanaman hiperakumulator). Disamping pohon-pohon yang mampu menyerap polusi udara, salah satu tanaman hias puring (*Codiaeum variegatum*) mampu menyerap polusi udara yang dihasilkan dari kendaraan bermotor. Puring (*Codiaeum variegatum*) atau kroton adalah tanaman hias pekarangan populer berbentuk perdu dengan bentuk dan warna daun yang sangat bervariasi. *Codiaeum variegatum* ini memiliki metabolit sekunder dengan kandungan kimia alkaloid, terpen, dan flavonoid.

Penelitian yang dilakukan oleh Yusriani Sapta Dewi (2012) efektivitas daun puring dalam menyerap Pb pada udara ambien dengan pemaparan tanaman selama 12 jam dan 24 jam di lokasi transportasi padat mampu menyerap Pb sebanyak 0,55 mg/Kg. Tinggi rendahnya kadar Pb yang terserap tergantung pada jenis daun yang memiliki permukaan kasar dan daun yang lebar. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan suatu penelitian kendaraan bermotor dengan cara pengasapan langsung yang dapat mengeluarkan emisi Pb lebih banyak dengan cara mengakumulasi zat pencemar tersebut menggunakan tanaman hias sebagai penjerap polusi, salah satunya tanaman puring.

Tujuan

Tujuan yang dapat dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan puring (*Codiaeum variegatum*) dapat berfungsi sebagai hiperakumulator.
2. Untuk mengetahui waktu optimasi penyerapan logam timbal (Pb) oleh puring (*Codiaeum variegatum*).

2. METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merek *Varian*, oven *Memmert*, alat-alat gelas, neraca analitik *Kern*, hot plate, batu didih dan wadah pot bunga.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium foil, daun puring (*Codiaeum variegatum*), asam nitrat (HNO_3) p.a, asam perklorat (HClO_4) P.a, akuabides (H_2O), larutan standar timbal (PbNO_3) dan kertas saring Whatman no. 42.

Prosedur Penelitian

Penyiapan tanaman puring (Codiaeum variegatum)

Tanaman puring (*Codiaeum variegatum*) berumur ± 1 bulan dibeli dari penjual bunga yang berada di Jl. Danau Tanjung Bunga. Tanaman tersebut, kemudian ditanam kembali pada wadah pot bunga dan di isolasi dengan cara menempatkan pada tempat yang tidak terkena polusi udara.

Pembuatan rumah tanaman

Rumah tanaman dibuat dari dinding plastik bening dan kayu (bambu) berbentuk seperti rumah. Memasukkan asap knalpot dari kendaraan bermotor pada bagian bawah kayu dengan menggunakan selang sebagai penghubung dari knalpot motor.

Proses akumulasi tanaman puring (Codiaeum variegatum)

Sebelum dilakukan pengasapan secara langsung tanaman puring (*Codiaeum variegatum*) terlebih dahulu dilakukan isolasi pada tanaman dan penentuan konsentrasi awal Pb pada daun sebagai pengontrol dengan metode spektrofotometer serapan atom (SSA). Kemudian melakukan pengasapan langsung menggunakan sepeda motor terhadap tanaman puring (*Codiaeum variegatum*). Metode dilakukan dengan 2 cara yaitu penyiraman dan tidak penyiraman selama proses pengasapan berlangsung.

Pembuatan larutan kurva kalibrasi logam timbal (Pb)

- a. Pembuatan Larutan Baku logam timbal (Pb) 100 ppm

Memipet larutan induk logam Pb 1000 ppm ke dalam labu ukur, kemudian mengencerkan larutan sampai tanda batas lalu menghomogenkan.

b. Pembuatan Larutan Baku logam timbal (Pb) 10 ppm

Memipet larutan baku logam Pb 100 ppm ke dalam labu ukur, kemudian mengencerkan larutan sampai tanda batas lalu menghomogenkan.

c. Pembuatan larutan deret kerja logam timbal (Pb)

Pembuatan larutan Pb pada konsentrasi awal (0 hari sebelum pemaparan) dengan konsentrasi (0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 dan 1) ppm. Sedangkan untuk larutan standar timbal setelah pengasapan dengan konsentrasi (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 dan 4,0) ppm dari larutan standar timbal dan masing-masing memasukkan ke dalam labu ukur. Selanjutnya, menambahkan akuabides (H_2O) sampai tanda batas dan menghomogenkan. Larutan standar siap di ukur kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu *hallow cathode lamp* Pb dengan panjang gelombang maksimum 217 nm.

Persiapan Contoh Uji

a. Metode pengambilan sampel

Daun puring (*Codiaeum variegatum*) dipetik pada pot (untuk penyiraman) dan pot (tidak penyiraman), kemudian sampel ditempatkan didalam kantong plastik dan diteliti dilaboratorium universitas islam negeri alauddin makassar.

b. Preparasi sampel

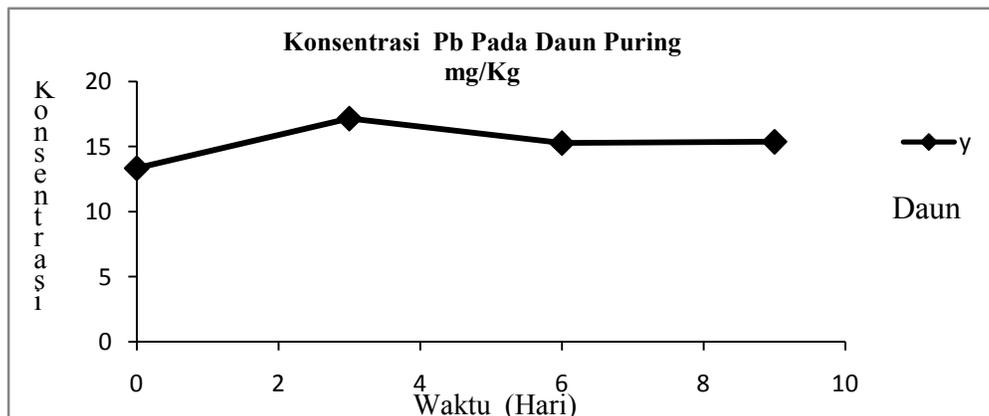
Sampel yang telah dipetik kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diteliti di Laboratorium Anorganik dan Laboratorium Riset. Sampel tersebut dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu $105^{\circ}C$ dan ditimbang sampel (duplo), kemudian didestruksi basah menggunakan *hot plate* dengan menambahkan akuabides, asam nitrat (HNO_3) *p.a* dan batu didih sampai menghasilkan gas NO_2 yang berwarna kecoklatan. Apabila masih menghasilkan asap berwarna kecoklatan maka sampel tersebut didinginkan dan ditambahkan asam perklorat ($HClO_4$) *p.a* yang kemudian dipanaskan kembali sampai menghasilkan uap berwarna putih hingga volume berkurang. Setelah itu, mendinginkan dan di saring dengan kertas saring Whatman no. 42 dan di masukkan ke dalam labu takar 100 ml yang kemudian diencerkan dengan akuabides sampai tanda batas. Sampel siap di ukur kadar logam timbal (Pb) menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) menggunakan *hallow cathode lamp* Pb pada panjang gelombang maksimum 217 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Pb (II) yang terserap oleh daun puring pada saat penyiraman dilakukan dengan cara pengasapan langsung menggunakan asap kendaraan bermotor, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Pb

Variasi Waktu (Hari)	Absorbansi (ppm)		Konsentrasi (mg/L)		Konsentrasi Rata-Rata (mg/L)	Konsentrasi Pb (mg/Kg)
	1	2	1	2		
0	0,0123	0,0124	0,6647	0,6705	0,6676	13,352
3	0,0146	0,0103	0,9777	0,7388	0,8583	17,166
6	0,0113	0,0102	0,7944	0,7333	0,7639	15,278
9	0,0109	0,0108	0,7722	0,7666	0,7694	15,388



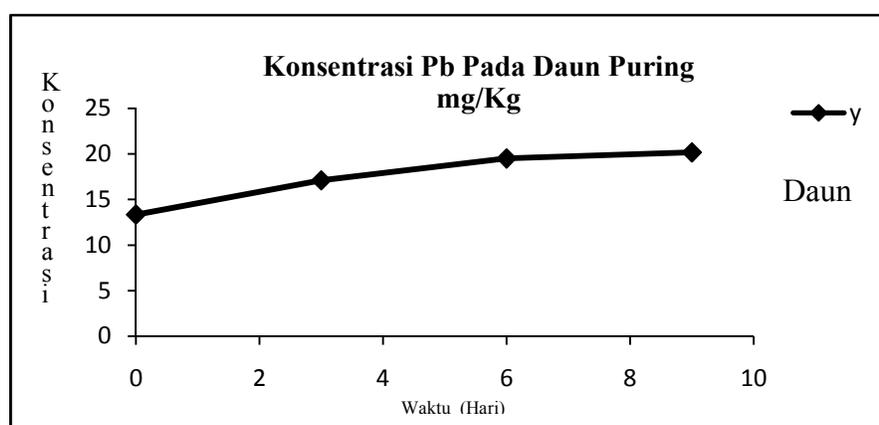
Gambar 1. Penyerapan ion Pb (II) pada morfologi daun puring (penyiraman)

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Pb pada daun puring (*Codiaeum variegatum*) pada saat penyiraman, dapat diketahui bahwa penyerapan Pb tertinggi terjadi pada hari ke- 3 sebesar 17,166 mg/Kg dan mengalami penurunan pada hari ke- 6 sebesar 15,278 mg/Kg.

Kandungan Pb (II) yang terserap oleh daun puring tanpa penyiraman dilakukan dengan cara pengasapan langsung menggunakan asap kendaraan bermotor, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Pb (II)

Variasi Waktu (Hari)	Absorbansi (ppm)		Konsentrasi (mg/L)		Konsentrasi Rata-Rata (mg/L)	Konsentrasi Pb (mg/Kg)
	1	2	1	2		
0	0,0123	0,0124	0,6647	0,6705	0,6676	13,352
3	0,0115	0,0133	0,8056	0,9056	0,8556	17,112
6	0,0138	0,0153	0,9333	1,0167	0,9750	19,500
9	0,0149	0,0154	0,9944	1,0222	1,0083	20,1666



Gambar 2. Penyerapan ion Pb (II) pada morfologi daun puring (tanpa penyiraman)

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Pb pada daun puring (*Codiaeum variegatum*) pada saat tanpa penyiraman, dapat diketahui bahwa penyerapan Pb tertinggi atau mencapai titik maksimum terjadi pada hari ke-9 sebesar 20,1666 mg/Kg.

Mekanisme Penyerapan Logam Timbal (Pb) oleh Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*) pada Saat Penyiraman

Data yang diperoleh pada saat penentuan konsentrasi 0 hari sebesar 13,352 mg/Kg. Hal ini diduga tanah yang digunakan oleh tanaman puring mengandung unsur logam Pb (II) sehingga tumbuhan menyerap logam berat membentuk enzim reduktase di membran akar dan terjadi translokasi di dalam tubuh tanaman. Logam masuk ke sel akar dan diangkut oleh jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem untuk efisiensi pengangkut logam yang diikuti oleh molekul khelat. Selain dari faktor tanah, adanya konsentrasi Pb (II) pada daun dikarenakan tanaman puring yang digunakan sudah berumur ± 1

bulan yang kemudian diisolasi selama 2 bulan sehingga kemungkinan tanaman tersebut sudah terkontaminasi oleh logam Pb.

Pada Tabel dan Gambar 1 dengan hasil analisis bahwa Pb (II) yang terabsorpsi tertinggi terjadi pada hari ke-3 dengan konsentrasi sebesar 17,166 mg/Kg ini disebabkan ukuran dari pembukaan stomata jauh lebih besar dan jumlah stomata pada daun jauh lebih banyak. Sehingga penyerapan Pb pada daun dipengaruhi oleh konsentrasi pencemar yang dikeluarkan oleh asap kendaraan bermotor berupa emisi Pb. Ukuran dari stomata sebesar $10\mu \times 27\mu$ sedangkan ukuran dari partikulat Pb (kurang dari 2μ) sehingga dengan mudahnya Pb dapat masuk ke jaringan daun melalui proses fotosintesis, sedangkan lamanya waktu kontak juga mempengaruhi penyerapan Pb terhadap daun.

Pada hari ke-6 Pb yang terabsorpsi mengalami penurunan atau telah mengalami desorpsi, hal ini diduga daun tersebut mengalami kerusakan fisik dan pembukaan stomata yang tidak sempurna sehingga terjadi penurunan kemampuan tanaman dalam menyerap logam Pb. Bahan pencemar dapat menyebabkan terjadinya kerusakan fisiologi didalam tanaman khususnya pada daun yaitu rusaknya sel atau disintegrasi, pigmentasi jaringan dan plasmolisis. Selain dari kerusakan fisik masuknya partikel Pb ke dalam jaringan daun sangat dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah dari stomata. Karena efek tersebut, maka H_2O akan dikeluarkan dalam bentuk uap air melalui transpirasi dan menghambat proses pertukaran CO_2 dan O_2 di dalam stomata. Transpirasi adalah proses hilangnya H_2O dari tubuh tumbuhan yang sebagian besar terjadi melalui stomata. Transpirasi dapat merugikan tumbuhan bila lajunya terlalu cepat yang menyebabkan jaringan kehilangan air terlalu banyak. Sedangkan kerusakan fisik (pembusukan stomata) pada daun disebabkan penyerapan Pb yang menyebabkan terganggunya fungsi enzim. Selain dari penyerapan Pb, keadaan jaringan daun juga mempengaruhi penyerapan yaitu daun tua serta lamanya selang waktu pembukaan stomata.

Pada hari ke-9 terjadi kenaikan penyerapan Pb dengan konsentrasi sebesar 15,388 mg/Kg, hal disebabkan daun tersebut belum mengalami kerusakan atau daun yang masih dalam keadaan daun muda, sehingga klorofil atau stomata belum mencapai penyerapan optimal. Dalam hal ini kandungan klorofil pada daun sangat dipengaruhi oleh usia daun, dimana daun tua akan mengandung klorofil sebesar 72% dibanding daun muda sebesar 32%. Oleh karena itu dalam penelitian ini, sampel daun yang diambil hanyalah yang berwarna hijau tua yang ditandai dengan perubahan warna daun menjadi kecoklatan.

Kerusakan yang terjadi pada klorofil maupun kloroplas pada dasarnya diawali oleh proses perusakan mikroskopis daun. Salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan anatomi tumbuhan akibat pencemaran udara karena pengaruh gas SO₂ dan Pb membentuk ion sulfat dari yang mempengaruhi medium sel mesofil dan jaringan menjadi lebih rendah (ion-ion H⁺ meningkat) sehingga menghambat proses fotosintesis.

Mekanisme Penyerapan Logam Pb oleh Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*) Tanpa Penyiraman

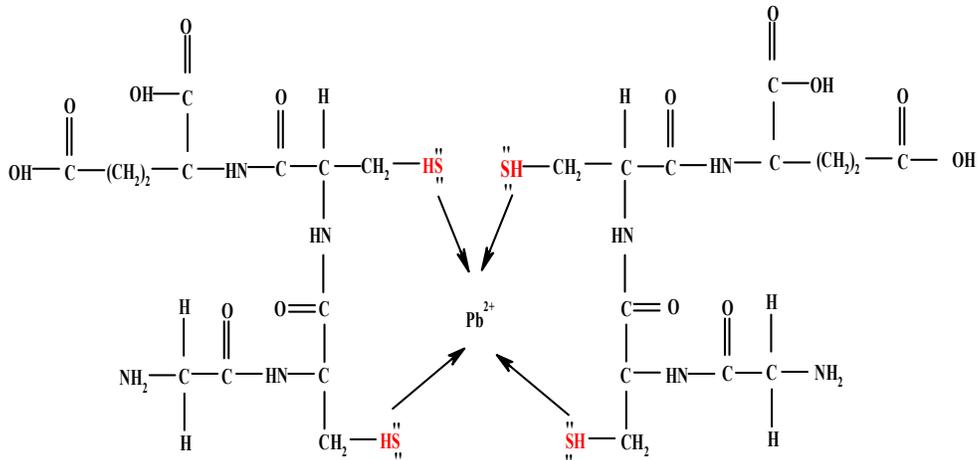
Berdasarkan hasil penelitian pada tanaman puring yang tanpa penyiraman diperoleh hasil analisa bahwa Pb (II) yang terabsorpsi tertinggi terjadi pada hari ke-9 dengan konsentrasi sebesar 20,1666 mg/Kg. Hal ini disebabkan oleh selama proses pemaparan stomata dari daun terbuka dengan sempurna dan gugus -SH pada fitokelatin daun dapat mengikat logam Pb dengan baik. Semakin lama waktu pemaparan, maka kadar Pb yang diserap daun puring juga semakin tinggi. Proses penyerapan Pb dapat berlangsung dengan baik disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan, yaitu cahaya, suhu dan kelembaban.

Pada hari ke-2 tanaman yang tanpa penyiraman mengalami pengguguran daun sebanyak 2 lembar, hal ini dikarenakan terjadinya perubahan anatomi dengan dicirikan daun mengering, berwarna merah kecoklatan. Kerusakan tersebut disebabkan oleh penyerapan gas SO₂ (klorosis di dalam urat daun), NO_x (warna coklat pada urat daun atau tepi daun) yang cukup membunuh jaringan dalam waktu yang relatif cepat. Kerusakan kronik ditunjukkan oleh menguningnya daun yang berlanjut dengan kecoklatan.

Kondisi yang terjadi pada saat pengguguran daun adalah ketersediaan air tanah yang berada pada level rendah. Penguapan air yang terjadi tidak seimbang dengan kemampuan penyerapan air oleh akar. Pengguguran daun dilakukan tanaman sebagai adaptasi untuk mencegah kehilangan air yang berlebih dan membantu daur ulang zat-zat makanan. Ketersediaan air penting dalam proses fotosintesis, dengan berkurangnya air maka fotosintesis akan terhambat, sehingga yang terjadi adalah air terus menguap dan klorofil berkurang. Akibatnya warna daun berubah menjadi kuning, kecoklatan dan akhirnya gugur.

Selain dari proses stomata pada daun, fitokelatin yang terdapat pada daun juga berpengaruh pada proses biosorpsi. Dalam hal ini fitokelatin merupakan enzim yang digunakan untuk mengikat ion logam. Fitokelatin sebuah peptida kecil yang kaya akan asam amino sistein yang mengandung belerang. Adanya ion logam Pb yang diikat oleh fitokelatin pada daun akan

membentuk ion kompleks kelat logam, sehingga ion logam tidak bisa lepas dengan mudah. Proses pengkelatan dari Pb^{2+} dengan fitokelatin sebagai berikut.



Gambar 3. Senyawa kompleks fitokelatin dan $Pb(II)$

Dengan meningkatnya volume kendaraan bermotor akan meningkatkan kemacetan arus lalu lintas yang berujung dengan tingginya tingkat polusi udara yang dihasilkan dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor berupa emisi timbal Pb . Hal inilah yang menyebabkan tanaman puring khususnya daun puring lebih banyak menyerap, dibandingkan dengan penelitian ini yang berjudul biosorpsi puring terhadap emisi Pb pada kendaraan bermotor dengan menggunakan 2 metode yaitu penyiraman dan tanpa penyiraman diruang kedap udara dengan waktu pemaparan (3,6 dan 9) hari yang hanya mampu mengakumulasi $Pb(II)$ sebesar 20,1666 mg/Kg tanpa penyiraman dan 15,388 mg/Kg saat penyiraman.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kandungan $Pb(II)$ dalam daun yang di isolasi selama 2 bulan dengan variasi waktu (3, 6 dan 9) hari pemaparan langsung mencapai 1,5 ppm dalam 5 gr sampel kering. Sesuai hasil pembahasan di atas tanaman puring dapat dipakai sebagai akumulator yang baik untuk ion $Pb(II)$ sebagai pencemar. Sehingga zat pencemar di udara terbuka dapat berkurang dan lingkungan akan lebih sehat.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengamatan dan pembahasan, kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Tanaman puring termasuk tanaman akumulator karena mampu mengakumulasi Pb pada saat penyiraman sebesar 15,388 mg/Kg dan tanpa penyiraman sebesar 20,1666 mg/Kg
2. Waktu optimasi hasil penyerapan Pb oleh tanaman puring dengan penyiraman pada hari ke- 9 sebesar 15,388 mg/Kg dan tanpa penyiraman hari ke-9 sebesar 20,1666 mg/Kg.

Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya hendaknya variasi kontak perlu ditambah untuk mengetahui batas maksimum penyerapan dan menganalisis ion Mg (II) pada daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Boni, *et. al.*, Studi Penyerapan Timbal (Pb) Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) Pada Air Permukaan Sungai Cisadane Kota Tangerang”, **Online**, *Laporan Lomba Karya Ilmiah*, http://www.academia.edu/1608705/Studi_Penyerapan_Timbal_Pb_Menggunakankayu_Apu_Pistia_Stratiotes_L_Pada_Air_Permukaan_Sungai_Cisadane_Kota_Tangerang (Diakses 29 Maret 2014).
- Dewi, Yusriani S., dan Indri H., 2012, Kajian Efektivitas Daun Puring (*Codiaeum variegatum*) dan Lidah Mertua (*Sansevieria trispasciata*) dalam Menyerap Timbal di Udara Ambien, *Universitas Satya Negara Indonesia*, 5 (2).
- Gusnita, D., 2012, Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *LAPAN : Bidang Komposisi Atmosfer*. 13 (2).
- Haryanto, Fransiskus Fendi, 2010, *Analisis Kromosom Dan Stomata Tanaman Salak Bali (Salacca Zalacca Var. Amboinensis (Becc.) Moge)*, *Salak Padang Sidempuan (S. Sumatrana (Becc.)) Dan Salak Jawa (S. Zalacca Var. Zalacca (Becc) Moge)*, Surakarta: Universitas Sebelah Maret (UNS).
- Hidayati, S. Roifatul, 2012, Analisis Karakteristik Stomata, Kadar Klorofil dan Kandungan Logam Berat Pada Daun Pohon Pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo, *Skripsi Biologi*.

- Inayah, Siti Nihayatul, Thamzil Las dan Etyun Yunita., 2010, *Kandungan Pb Pada daun Angsana (Pterocarpus indicus) dan Rumput Gajah Mini (Axonopus. Sp) di Jalan Protokol Kota Tangerang*. Jakarta: Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah, 2(1).
- Junaidi, 2009, Analisis Kadar Debu Jatuh (Dust Fall) di Kota Banda Aceh, *Tesis*, Medan: Pascasarjana Universitas Smatera Utara.
- La Nafie, Nursiah, Paulina Taba dan Djasmawati Mahmud, 2012, Biosorpsi Ion Logam Cr(VI) dengan Menggunakan Biomassa Lamun *Enhalus acoroides* Yang Terdapat Di Pulau Barrang Lompo, *Skripsi*, Makassar: Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
- Lestari, Giyatmin Wahyu, *et. al.*, 2008, *Pertumbuhan, Kandungan Klorofil dan Laju Respirasi Tanaman Garut (Maranta arundinacea L.) Setelah Pemberian Asam Giberelat (GA₃)*”, Surakarta: *Universitas Sebelah Maret (UNS)*, 5(1).
- Nasaruddin, *et. al.*, *Aktivitas Beberapa Proses Fisiologis Tanaman Kakao Muda Di Lapang Pada Berbagai Naungan Buatan*, Makassar: Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian & Kehutanan, Universitas Hasanuddin, 2 (1)
- Romadhoni, Muhammad dan Ida Wilujeng Abidah Ubudiyah, 2011, *Pengaruh Polusi Udara Terhadap Stomata Daun Angsana (Pterocarpus indicus)*, Surabaya: Institut Teknologi Biologi
- Sari, Septiana Kurnia, 2012, Pengukuran Efektivitas Tanaman Bayam (*amaranthussp*) Dalam Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Lahan TPA Supit Urang, *Biota*, 2(2).
- Sembiring, Ebynthalina dan Endah Sulistyawati, 2006, *Akumulasi Pb dan Pengaruhnya pada Kondisi Daun Swietenia macrophylla King*, Bandung: Kampus Institut Teknologi Bandung.
- Sukmerri, 2008, Dampak Pencemaran Logam Timah Hitam (Pb) terhadap Kesehatan, *Padang: Politeknik Kesehatan* 2(2).
- Suharno, *et. al.*, 2007, Efisiensi Penggunaan Nitrogen Pada Tipe Vegetasi Yang Berbeda Di Stasiun Penelitian Cikaniki, Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat, *Biologi*, 8 (4).
- Song, Nio dan Yunia Banyo, 2011, *Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman*, Manado: Biologi FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado 95115, 11 (2)