



## AKTIVASI SERBUK ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) UNTUK MENURUNKAN KADAR ION TIMBAL ( $Pb^{2+}$ ) DALAM AIR SUMUR GALI DI TPA JATIBARANG SEMARANG

I Gede Putra Wibawa\*), Sri Mantini Rahayu Sedyawati dan Woro Sumarni

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima September 2014  
Disetujui Oktober 2014  
Dipublikasikan November 2014

Kata kunci:  
logam berat  
serbuk eceng gondok  
air sumur gali TPA Jatibarang  
Semarang

### Abstrak

Berdasarkan observasi awal disekitar TPA Jatibarang Semarang ditemukan bahwa air sumur gali disana mengandung Pb yang melebihi ambang batas baku mutu air. Hal ini disebabkan pencemaran air dalam tanah dari limbah TPA, sehingga diperlukan suatu metode untuk menurunkan kadar ion timbal ( $Pb^{2+}$ ) dalam air sumur gali tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar ion  $Pb^{2+}$ , dengan menggunakan serbuk eceng gondok teraktivasi NaOH 2%. Penelitian ini diawali dengan pembuatan serbuk eceng gondok, sebelum eceng gondok digunakan untuk menurunkan kadar ion timbal, dilakukan aktivasi dengan variasi lama pengadukan dan waktu perendaman dalam larutan NaOH 2%. Pengukuran kadar ion timbal dilakukan dengan spektrofotometer serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar ion timbal dalam air sumur gali yang paling optimal diperoleh pada saat massa serbuk eceng gondok 800 mg dengan lama pengadukan 60 menit dan waktu perendaman 24 jam yaitu menjadi 0,08 ppm, namun demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut agar penurunan kadar ion timbal dapat memenuhi standar baku mutu air.

### Abstract

Based on preliminary observations around the landfill Jatibarang Semarang found that there dug well water containing Pb which exceeded the water quality standard limits. This is due to contamination of ground water from landfill waste, so we need a method to reduce levels of ( $Pb^{2+}$ ) in the dug well water. The purpose of this study is to reduce levels of ( $Pb^{2+}$ ), with the powder using water hyacinth 2% NaOH activated. This study begins with pulverizing hyacinth, hyacinth before use to reduce levels of ( $Pb^{2+}$ ), activation is done by mixing the old and the time variation of immersion in 2% NaOH solution. Pb concentration measurements carried out by atomic absorption spectrophotometer. The results showed that the decrease in lead concentrations in water wells dug most optimal obtained when the powder mass hyacinth 800 mg with long stirring time of 60 minutes and 24 hours of immersion that is to 0.08 ppm, however, further research is still needed in order to decrease the levels of ( $Pb^{2+}$ ) can meet water quality standards.

## Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk serta pergeseran gaya hidup di kalangan masyarakat modern akan terus meningkatkan laju konsumsi masyarakat. Hal ini akan mengakibatkan semakin bertambahnya volume sampah yang dihasilkan. Pengelolaan sampah yang umumnya dilakukan saat ini adalah menggunakan sistem *open dumping* (penimbunan secara terbuka) serta tidak memenuhi standar yang memadai. Keterbatasan lahan tempat pembuangan akhir (TPA) sampah di kota besar dan metropolitan juga berpotensi menimbulkan persoalan baru.

Di samping itu, sampah berpotensi menurunkan kualitas sumber daya alam, menyebabkan banjir dan konflik sosial, serta menimbulkan berbagai macam penyakit. Produksi sampah di kota Semarang tidak sebanding dengan sarana dan prasarana mengelola kebersehannya. Adapun daya tampungnya sekitar 4,15 juta m<sup>3</sup> dengan kedalaman sampah bisa mencapai 40 m (Sobirin; 2008). Upaya pengelolaan sampah dilakukan melalui kegiatan pengumpulan dan pengangkutan sampah ke lokasi TPA sampah. Tempat pembuangan akhir sampah di kota Semarang berada di Jatibarang. Sampah yang berada di TPA ini perlu mendapat penanganan agar tidak terjadi penyimpangan dalam pembuangannya, sehingga dapat mengganggu kebersihan dan keindahan, serta dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yaitu timbulnya bau akibat sampah yang terdekomposisi. Bau tersebut kemudian akan mengundang lalat yang dapat menyebabkan berbagai penyakit menular.

Selain itu, tanah dan air permukaan maupun air bawah tanah dapat terkontaminasi oleh cairan lindi (*leachate*) yang di dalam lindi tersebut dimungkinkan mengandung logam berat seperti timbal (Pb). Air lindi membawa material tersuspensi dan terlarut yang merupakan hasil dari degradasi sampah. Juga perlu dikaji, bahwa cairan lindi ini kemungkinan besar bisa dimanfaatkan untuk starter pembuatan kompos, juga untuk pupuk cair atau pakan ikan.

Pencemaran tersebut bisa berdampak negatif bagi lingkungan dan membahayakan kesehatan penduduk. Hal ini telah terjadi pada TPA Jatibarang di kota Semarang yang lindinya mencemari sungai Kreo dengan logam berat Cu<sup>2+</sup> dan kesadahan total yang signifikan dan terdapat beberapa unsur logam lain yang berbahaya seperti, Fe, Ni, Zn, Cd, dan Pb (Maramis; 2006).

Logam Pb yang diizinkan masuk ke dalam tubuh manusia adalah sebanyak 0,05 ppm (Anonim; 2010). Analisis yang sudah penulis lakukan diketahui bahwa sumur gali di TPA Jatibarang Semarang terdapat logam Pb sebanyak 2 ppm yang sudah melebihi nilai ambang batas, maka perlu dilakukan adanya penanganan untuk mengurangi kadar ion Pb<sup>2+</sup> didalam air sumur gali tersebut.

Eceng gondok dapat digunakan untuk menentukan perbandingan bahan koagulan kitosan alum dan waktu pengendapan flok oleh akar dan tumbuhan air yang efektif meningkatkan kualitas air baku air bersih dari pengolahan air limbah industri (Suherman; 2008). Widyanto dan Susilo (1977) yang melaporkan dalam waktu 24 jam eceng gondok mampu menyerap logam kadmium, merkuri, dan nikel, masing-masing sebesar 1,35; 1,77 dan 1,16 mg/g bila logam itu tak bercampur.

Pada penelitian ini dilakukan suatu eksperimen menggunakan eceng gondok sebagai alternatif untuk menghilangkan kandungan ion Pb<sup>2+</sup>, khususnya pada sumur gali. Proses yang dipilih adalah proses koagulasi, dan koagulan yang digunakan adalah serbuk eceng gondok dengan metode pencampuran dalam tangki berpengaduk. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persen penyisihan (% *removal*) maksimal penurunan kadar logam ion Pb<sup>2+</sup>.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Flocculator jar test*, Spektrofotometer AAS ALPA 2005-3111.C, *stirrer*, seker, ayakan 50 *mesh*. Bahan yang digunakan serbuk eceng gondok, sampel air sumur gali, Pb 1000 ppm, HNO<sub>3</sub> dan NaOH dengan *grade pro analyst* buatan *Merck*.

Pengambilan sampel air sumur gali dengan jarak 10, 50 dan 100 meter dari bak penampungan air lindi, kemudian ambil sampel air lindi yang ada dibak penampungan sebagai patokan apakah air lindi ini adalah faktor yang mempengaruhi tercemarnya sumur gali yang ada di sekitar daerah Jatibarang Semarang. Diukur kadar Pb dalam air sumur gali dengan menggunakan AAS.

Preparasi serbuk eceng gondok dilakukan dengan cara sangat sederhana dan sangat mudah. Dicuci dan dikeringkan bagian akar eceng gondok menggunakan *oven* selama ± 6 jam pada suhu 105°C kemudian di giling hingga halus dan diayak 50 *mesh*.

Aktivasi serbuk eceng gondok dengan menimbang 10 g dan diambil masing-masing 2

g dimasukkan kedalam 5 *beaker glass* 250 mL kemudian direndam dalam 100 mL larutan NaOH 2 % masing-masing selama 4, 8, 12, 16, 24 jam setelah itu disaring, endapan dicuci dengan akuades hingga pH 7 kemudian disaring kembali dan dikeringkan bahan yang telah dicuci didalam *oven* pada suhu 105°C dan didinginkan hasilnya disimpan dalam desikator (Andreas & Chairuddin; 2012).

Pengolahan dan pengukuran kadar ion  $Pb^{2+}$  sampel air sumur gali (variasi massa serbuk eceng gondok dengan lama pengadukan dan waktu perendaman): dilakukan dengan cara mengambil 5 sampel air sumur gali masing-masing sebanyak 250 mL masukkan dalam *beaker glass*. Kemudian ditambahkan serbuk eceng gondok dengan massa 50, 200, 400, 800, dan 1000 mg. Dengan lama pengadukan 5, 15, 30, 45 dan 60 menit dan waktu perendaman 4, 8, 12, 16, dan 24 jam kemudian sampel didiamkan sampai terbentuk dua lapisan yaitu fitrat dan endapan. Setelah itu pisahkan dengan corong pemisah. Mengukur kadar ion timbal sampel air sumur gali yang telah dimasukkan dalam *Flocculator Jar Test* dengan AAS.

### Hasil Dan Pembahasan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air sumur gali warga yang ada di TPA Jatibarang dengan jarak antara sumur warga satu dengan warga lain 10, 50, dan 100 meter dari sumur warga lainnya. Dari ketiga sampel air sumur gali ini dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui seberapa jauh cairan lindi yang mencemari air sumur gali rumah penduduk.

Air sumur yang mempunyai tingkat pencemaran tertinggi akan diberi perlakuan dengan menggunakan serbuk eceng gondok. Pengukuran kadar ion timbal dilakukan sebelum maupun sesudah dilakukan perlakuan dengan serbuk eceng gondok, sehingga dapat diketahui besaran penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali tersebut.

**Tabel 1.** Hasil analisis kadar ion timbal pada air sumur gali sebelum penambahan serbuk eceng gondok

No.	Sampel Air sumur gali dengan jarak	Kadar Pb (ppm)
1.	10 meter	2,00
2.	50 meter	0
3.	100 meter	0

Pada Tabel 1. ditunjukkan air sumur gali pada jarak 10 meter mempunyai kadar ion timbal yang lebih tinggi yaitu 2,00 ppm. Padahal kadar maksimum Pb dalam air bersih dan air minum berdasarkan Permenkes RI No 416/

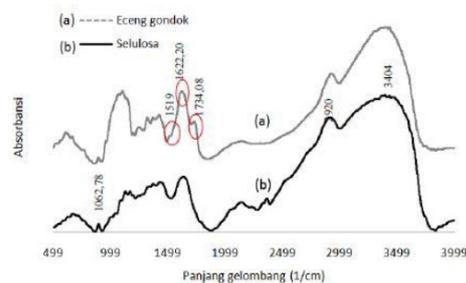
Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air adalah sebesar 0,05 ppm. Dimana rata-rata kandungan Pb pada air sumur gali yang berjarak <10 m dari TPA sebesar 2,00 ppm dan kandungan Pb pada air sumur gali yang berjarak > 50 m dari TPA tidak terdeteksi.

Hasil penelitian aktivasi serbuk eceng gondok sebagai koagulan untuk menurunkan kadar ion timbal di TPA Jatibarang Semarang, menunjukkan bahwa dalam penambahan serbuk eceng gondok untuk variasi waktu perendaman dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Serbuk eceng gondok dengan variasi waktu perendaman aktivasi

No.	NaOH 2%	Massa koagulan serbuk eceng gondok (g)	Waktu perendaman aktivasi (jam)
1	2	10	4
			8
			12
			16
			24

Untuk meninjau dari sisi senyawa kimia maka dilakukan analisis gugus fungsi yang terdapat didalam serat eceng gondok awal dan produk selulosa yang telah diperoleh dengan menggunakan FT-IR.



**Gambar 1.** Spektrum FT-IR eceng gondok dan selulosa dari eceng gondok

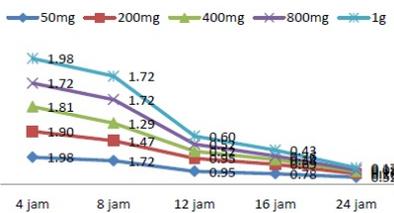
Berdasarkan Gambar 1. terlihat bahwa pada hasil spektrum FT-IR eceng gondok terdapat puncak pada panjang gelombang 1734,08  $cm^{-1}$  yang menunjukkan keberadaan asetil dan ester pada rantai gugus karboksil dari asam p-koumeril serta mengindikasikan keberadaan lignin dan hemi selulosa (Thiripura dan Rames; 2012). Pada hasil spektrum FT-IR selulosa, puncak tersebut telah hilang akibat proses pemurnian yang telah dilakukan. Disisi lain, pada hasil spektrum FT-IR selulosa terdapat puncak pada panjang gelombang 3404  $cm^{-1}$  dan 2920  $cm^{-1}$  yang menunjukkan keberadaan gugus -OH dan C-H dimana kedua gugus tersebut merupakan gugus fungsi utama selulosa. Hasil spektrum telah menunjukkan bahwa impuritas yang terdapat dalam eceng gondok telah berkurang dan diperoleh selulosa dengan kemurnian tinggi.

Hasil penelitian aktivasi serbuk eceng gondok sebagai koagulan untuk menurunkan kadar Pb di TPA Jatibarang Semarang, menunjukkan bahwa dalam penambahan serbuk eceng gondok untuk variasi lama perendaman dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Penurunan kadar ion Pb<sup>2+</sup> air sumur gali dengan variasi waktu perendaman

No.	Jarak (meter)	Volume (ml)	Massa koagulan serbuk eceng gondok (mg)	Waktu perendaman aktivasi (jam)	Kadar (ppm)
1	10	250	50mg	4	1.98
				8	1.72
				12	0.94
				16	0.77
			200mg	24	0.60
				4	1.89
				8	1.46
				12	0.94
			400mg	16	0.68
				24	0.34
				4	1.81
				8	1.29
			800mg	12	0.51
				16	0.25
				24	0.08
				4	1.81
			1000mg	8	1.72
				12	0.60
				16	0.43
				24	0.17

Jika digambarkan secara grafik, untuk variasi lama pengadukan penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali setelah penambahan serbuk eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Penurunan kadar ion timbal pada variasi waktu perendaman aktivasi

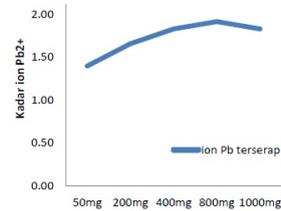
Pada Gambar 2. terlihat adanya penurunan kadar ion Pb<sup>2+</sup>, dengan waktu aktivasi optimal pada waktu 24 jam, yaitu sebesar 0,08 ppm pada penambahan 800 mg serbuk eceng gondok. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu aktivasi, pori-pori dan luas permukaannya dari campuran serbuk eceng gondok akan semakin besar.

**Tabel 4.** Penurunan kadar ion (Pb<sup>2+</sup>) terhadap massa koagulan dengan waktu perendaman aktivasi 24 jam

No.	Jarak (meter)	Volume (ml)	Massa koagulan serbuk eceng gondok (mg)	Waktu perendaman aktivasi (jam)	terserap
1	10	250	50	24 jam	1,40
			200	24 jam	1,66
			400	24 jam	1,83
			800	24 jam	1,92
			1000	24 jam	1,83

Penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali untuk masing-masing variasi waktu perendaman aktivasi campuran serbuk eceng gondok dengan larutan NaOH 2% pada waktu

4, 8, 12, 16, dan 24 jam yaitu sebesar 1,72; 1,72; 0,51; 0,25 dan 0,08 ppm. Jika digambarkan secara grafik untuk variasi waktu perendaman penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali setelah penambahan serbuk eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 3.



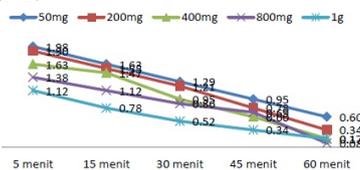
**Gambar 3.** Penurunan kadar ion timbal terhadap massa koagulan dengan waktu perendaman aktivasi 24 jam

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa penurunan kadar ion timbal terbaik terjadi pada penambahan 800 mg serbuk eceng gondok dengan waktu perendaman aktivasi 24 jam, penyerapan ion timbal sebesar 1,92 menjadi 0,08 ppm. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu perendaman aktivasi, pori-pori dan luas permukaannya dari campuran serbuk eceng gondok akan semakin besar.

**Tabel 5.** Penurunan kadar ion timbal air sumur gali dengan variasi lama pengadukan

No.	Jarak (meter)	Volume (ml)	Massa koagulan serbuk eceng gondok (mg)	Lama pengadukan (menit)	Kadar (ppm)
1	10	250	50	5	1.98
				15	1.63
				30	1.29
				45	0.94
			200	60	0.60
				5	1.89
				15	1.55
				30	1.20
			400	45	0.77
				60	0.34
				5	1.63
				15	1.46
			800	30	0.94
				45	0.60
				60	0.17
				5	1.37
			1000	15	1.12
				30	0.86
				45	0.68
				60	0.08

Jika digambarkan secara grafik, untuk variasi lama pengadukan penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali setelah penambahan serbuk eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Penurunan kadar ion timbal pada variasi lama pengadukan

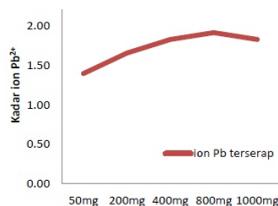
Dari Gambar 4. dapat dilihat bahwa penurunan kadar ion timbal terbaik terjadi pada penambahan 800 mg serbuk eceng gondok dengan lama pengadukan 60 menit sebesar 0,08 ppm. Hal ini disebabkan kadar ion timbal akan semakin turun dengan pengaruh lamanya

pengadukan serbuk eceng gondok dengan sampel.

**Tabel 6.** Penurunan kadar ion timbal air sumur gali dengan variasi massa koagulan pengadukan 60 menit

No.	Jarak (meter)	Volume (mL)	Massa koagulan serbuk eceng gondok (mg)	Lama pengadukan (menit)	tersempit
1	10	250	50mg	60 menit	1,40
			200mg	60 menit	1,66
			400mg	60 menit	1,83
			800mg	60 menit	1,92
			1000mg	60 menit	1,83

Jika digambarkan secara grafik, untuk variasi lama pengadukan penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali setelah penambahan serbuk eceng gondok teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Penyerapan kadar ion timbal terhadap massa koagulan dengan lama pengadukan 60 menit

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa penurunan kadar ion timbal terbaik terjadi pada penambahan 800 mg serbuk eceng gondok dengan lama pengadukan 60 menit, penyerapan ion timbal sebesar 1,92 menjadi 0,08 ppm. Hal ini disebabkan kadar ion timbal akan semakin turun dengan pengaruh lamanya pengadukan serbuk eceng gondok dengan sampel. Karena semakin lama waktu pengadukan, waktu kontak antara serbuk eceng gondok dan sampel air sumur semakin lama, sehingga banyak pori-pori serbuk eceng gondok yang menyerap zat-zat organik secara maksimal. Hal ini membuktikan bahwa kadar ion timbal pada air sumur gali dapat diturunkan dengan menggunakan serbuk eceng gondok yang teraktivasi NaOH 2%. Sehingga dampak dari pencemaran dari kegiatan sehari-hari terhadap lingkungan dapat dikurangi. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu aktivasi, pori-pori dan luas permukaannya dari campuran serbuk eceng gondok akan semakin besar. Penurunan kadar ion timbal pada air sumur gali untuk masing-masing variasi waktu aktivasi atau perendaman campuran serbuk eceng gondok dengan larutan NaOH 2%. Hal ini membuktikan bahwa kadar ion timbal pada air sumur gali setelah diadsorpsi dengan menggunakan serbuk eceng gondok yang teraktivasi NaOH 2% mengalami penurunan yaitu untuk ion timbal adalah 96% dengan konsentrasi 2,00 ppm menjadi 0,08 ppm.

Semakin banyak adsorben yang digunakan

semakin besar banyak pula pori-pori pada permukaan adsorben serbuk eceng gondok yang dapat menyerap kadar ion timbal dalam air, serta jarak yang harus ditempuh oleh permukaan air juga semakin panjang dalam proses adsorpsi. Namun, apabila konsentrasi ion logam yang diadsorpsi oleh adsorben yang digunakan sudah melebihi batas maksimum, akan mengakibatkan kejenuhan pada adsorben *breakthrough* (Zunidra; 2000).

### Simpulan

Penurunan kadar ion timbal dalam air sumur gali di TPA Jatibarang Semarang dari 2,00 ppm menjadi 0,08 ppm (penurunan 96%) menggunakan serbuk eceng gondok 800 mg dengan variasi lama pengadukan yang paling efektif yaitu pada waktu 60 menit. Waktu perendaman aktivasi NaOH 2% yang paling efektif 24 jam.

### Daftar Pustaka

- Andreas, J.G & Chairuddin. 2012. *Studi Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok (Eichorniacrassipers) Teraktivasi Naoh 2% Sebagai Adsorben Terhadap Ion Besi (Fe<sup>3+</sup>) Dan Tembaga (Cu<sup>2+</sup>) dalam Air Sungai Batang Natal*. Medan: Departemen Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara
- Anonim. 2010. *Pencemaran*. <http://id.wikipedia.org/wiki/pencemaran> (8 Desember 2012)
- Dias, L.P. 2009. *Fasilitas Pengolahan Sampah di TPA Jatibarang Semarang*. Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik UNDIP: Semarang
- Maramis. 2006. *Sebaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Faktor Fisiko-Kimiawi di Sungai Kreo, Dekat Buangan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang*. *Akta Kimindo*. 1: 93-98
- Shankera. 2005. *Chromium toxicity in plants*. *Environment International*. 31. Hal. 739-753
- Sobirin. 2008. *TPA Semarang Unik Sampah-Truck-Bulldoser-Sapi*. TPA. Jatibarang: Semarang
- Suherman. 2008. *Pengolahan Air Kali Tengah (Berasal dari Limbah Cair Industri) Secara Kombinasi Kitosan-Alum dan Tumbuhan Air*. Surabaya: Universitas Dharmawangsa
- Thiripura, M dan Ramesh, Atmakuru, 2012, Isolation and Characterization of Cellulose nanofibers from the equatic weed water hyacinth - *Eichhornia crassipes*. *Journal of Carbohydrate and Polymers*. 87 (2012): 1701-1705
- Widyanto dan Susilo. 1977. *Pembersih Polutan Logam Berat*. [http://id.wikipedia.org/wiki/Eceng\\_gondok](http://id.wikipedia.org/wiki/Eceng_gondok) (11 Januari 2013)
- Zunidra, 2000. *Efektifitas Ketebalan Pasir Aktif dalam Menurunkan Kadar Fe pada Air Sumur Gali Kelurahan Kenali Asam Bawah Kota Jambi*. Skripsi. FKM USU. Medan