

PERBEDAAN PENAMBAHAN BERBAGAI BERAT ARANG SEKAM PADI TERHADAP PENURUNAN KADAR KROM TOTAL (Cr) PADA LIMBAH CAIR DI INDUSTRI ELECTROPLATTING

Arie Muhammad Zanuvar, Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes RI Bandung, 2014

ariemuhzanuar@gmail.com

ABSTRACT

Electroplating is one of the industrial activities that can produce heavy metal waste. The waste generated from the electroplating industry includes B3 waste as it contains many dissolved metals such as chromium. Metal waste control efforts are growing, leading to the search for new methods that are cheap and easy to implement. The adsorption process is more widely used in the industry because it has the advantage of being more economical and able to eliminate organic or inorganic materials. This research was conducted to find out the difference of adding various weight of rice husk husk to decreasing total chromium content in liquid waste in electroplating industry. This research is an experimental research with sampling method in grab samples (SNI 6989.59: 2008) and Cr total examination using AAS (Atomic Absorption Spectroscopy). The results of initial measurement of total chromium content in electroplating wastewater prior to the addition of rice husk husk that is equal to 18.56 mg / l, while the result of total chromium decrease after treatment at weight 1.5 gram to 10.23 mg / l , At a weight of 2 grams to 9.45 mg / l and at a weight of 2.5 grams to 8.36 mg / l. Based on the results of statistical data analysis using one way anova obtained $F_{count} > F_{table}$ (25,71 > 3,68) with significance level 95%, so there is difference of adding weight of rice husk husk in decreasing total chromium content in electroplating industry. Suggestion for the electroplating industry when using rice husk chaff in reducing total chromium, further research is needed to convert rice husk husk from laboratory scale to field scale.

Keywords : Total Chromium, Experiment, AAS

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air limbah yang dihasilkan dari industri *elektroplating* berbahaya dan termasuk limbah (B3) karena mengandung banyak logam-logam terlarut seperti kromium, nikel, kadmium, tembaga, dan sebagainya. Kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal didalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi (Putra dan Putra, 2000 dalam : Meriatna , 2008).

Limbah cair yang dihasilkan tadi tentu memerlukan *treatment* khusus sebelum dibuang ke lingkungan. Hingga saat ini sudah ada metode-metode untuk mengolah limbah *elektroplating*. Berbagai usaha-usaha pengendalian limbah logam belakangan ini semakin berkembang, yang mengarah pada upaya-upaya pencarian metode-metode baru yang murah, efektif, dan efisien

(Kundari dan Slamet, 2008 dalam: Nurhasni, dkk).

Beberapa metode pengolahan limbah logam yang dapat digunakan yaitu seperti pengolahan secara fisik bisa dengan menggunakan membran dan adsorpsi, lalu pengolahan secara kimia bisa dengan proses koagulasi dan flokulasi, kemudian pengolahan secara biologi bisa menggunakan bioremediasi. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam industri karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih ekonomis (Setyaningtyas, 2005 dalam: Nurhasni, dkk).

Jurnal penelitian (Nurhasni dkk, 2008) tentang penyerapan ion logam Cr dalam limbah cair dengan menggunakan sekam padi disebutkan juga bahwa penyerapan ion logam Cr dengan menggunakan sekam padi yang telah diarangkan pada suhu 250⁰C selama 2,5 jam dapat menyerap ion logam Cr dengan persentase penyerapan sebesar 70,78% dengan menggunakan massa sekam padi seberat 1,5 gram

dalam 10 ml sampel. Pada penelitian ini yang membedakan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni, dkk adalah berat arang sekam padi yang digunakan, berat arang sekam padi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1,5 gram, 2 gram, dan 2,5 gram. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni, dkk yaitu dari 0,5 gram, 1 gram, 1,5 gram.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah keseluruhan limbah cair yang berada di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri *elektroplating*. Sampel dalam penelitian ini adalah sejumlah limbah cair *elektroplating* sebanyak 190 ml yaitu 180 ml untuk sampel percobaan dan 10 ml untuk kontrol. Banyaknya pengulangan (r) dalam penelitian ini adalah 6 kali pengulangan. Besarnya sampel diambil berdasarkan banyaknya perlakuan untuk setiap kali pengulangan, setiap percobaan 3 variasi berat arang sekam padi. Maka didapatkan 3 perlakuan x 6

pengulangan x 10 ml sampel = 180 ml sampel percobaan. Limbah cair *elektroplating* yang digunakan untuk setiap perlakuan adalah 10 ml dan 10 ml lagi merupakan limbah cair *elektroplating* untuk pemeriksaan sebelum dilakukan perlakuan. Sehingga jumlah limbah cair *elektroplating* seluruhnya yang dibutuhkan adalah 190 ml.

Metode pengambilan sampel dilakukan dengan metode grab sampel yaitu air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu (SNI 6989.59:2008). Titik pengambilan sampel kadar krom total (Cr) dilakukan pada bak bilasan Cr yang terdapat pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di PT. PINDAD Kota Bandung.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa:

1. Data Primer : diperoleh dari hasil pemeriksaan parameter kadar krom total (Cr), sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.
2. Data Sekunder : diperoleh peneliti melalui penelitian-penelitian

sebelumnya dan dari industri *elektroplating* berupa bagan alir Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) serta kandungan kadar krom total (Cr) pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang telah diperiksa.

Alat pengumpul data dalam penelitian ini, peneliti menggunakan alat-alat yang meliputi :

1. Cidukan (gayung bertangkai panjang)
2. Jerigen
3. *Furnace*
4. Alat pengukur satuan massa (timbangan analitik)
5. Alu dan cawan porselen
6. Magnetic Stirrers
7. AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*)
8. Botol Vial
9. Labu Ukur 25 ml
10. Alat tulis, kamera dan kalkulator

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung, di

Laboratorium Terpadu Poltekkes Kemenkes Bandung dan di Laboratorium Preparasi Contoh *tekmira* (Teknologi Mineral dan Batu Bara), serta sampel yang diambil adalah limbah cair *elektroplating* yang mengandung kadar krom total (Cr) yang terdapat di bak penampung limbah cair industri *elektroplating*. Waktu penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Mei sampai dengan bulan Juli 2014. Perhitungan persentase penurunan kadar krom total (Cr) dalam limbah cair industri *elektroplating* dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Persentase Penurunan Cr} = \frac{(\text{kadar Cr kontrol} - \text{kadar Cr setelah perlakuan})}{\text{kadar Cr kontrol}} \times 100\%$$

Pembuatan arang sekam padi melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Sekam padi di arangkan dengan menggunakan *furnace*, suhu pemanasan diatur pada suhu 250 °C

dan lama pemanasan diatur selama 2,5 jam.

2. Setelah proses pengarangan sekam padi selesai, kemudian arang sekam padi dihaluskan dan di samakan ukuran diameternya yaitu 70 mesh (200 μm). Pada penelitian ini, arang sekam padi di bawa ke Laboratorium Preparasi Contoh *tekmira* untuk di haluskan dan disamakan ukuran diameternya dengan menggunakan ayakan ukuran 70 mesh (200 μm).
3. Jika arang sekam padi telah melalui tahapan di atas, maka arang sekam padi sudah bisa digunakan pada penelitian ini.

Langkah-langkah Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Entry / Processing
Yaitu kegiatan untuk memproses data sehingga data siap dianalisis. Untuk mengentri data selain manual maka dapat menggunakan program komputer. Setelah data

hasil pengukuran kadar krom total sebelum dan setelah perlakuan didapatkan data tersebut akan dimasukan ke dalam aplikasi program *software* statistik agar data tersebut selanjutnya dapat dianalisa.

2. Cleanning

Mengecek kembali data yang sudah diproses, dengan memperhatikan ada atau tidaknya data yang tidak terproses atau terlompoti, melihat apakah variasi data yang sudah dimasukan sudah benar atau belum, konsistensi data yaitu melihat konsisten tidaknya data hasil penelitian.

Analisa Data

1. Analisis bivariat

1) Uji Distribusi Normal

Distribusi normal atau sering disebut juga distribusi Gauss merupakan distribusi data kuantitatif kontinu atau variabel X yang tersebar secara merata dan simetris, membentuk sebuah kurva seperti lonceng (Chandra Budiman, 1995). Dari penelitian tersebut maka tujuan dari uji distribusi normal

yaitu untuk melihat suatu data apakah berdistribusi normal atau tidak. Jika data berdistribusi normal maka dapat dilakukan uji statistik selanjutnya yaitu dengan menggunakan uji anova *one way*. Uji distribusi normal dapat dilakukan dengan menghitung Nilai Skewness/Nilai Standar Error, jika hasilnya kurang dari 2 sehingga dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

2) Uji Anova *one way*

Anova merupakan bagian dari metode analisis statistik yang tergolong analisis komparatif (perbandingan) lebih dari dua rata-rata. Tujuan dari uji Anova Satu Jalur ialah untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata. Sedangkan, gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi. Maksudnya, dari signifikansi hasil penelitian (Anova satu jalur). Jika terbukti berbeda, berarti kedua sampel tersebut dapat digeneralisasikan artinya (data sampel dapat mewakili populasi) (Fajar Ibnu dkk, 2009).

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengukuran Kadar Krom Total (Cr) pada Limbah Cair *Elektroplating* Sebelum dan Setelah Penambahan Arang Sekam Padi.

Tabel 3.1
Kadar Krom Total Sebelum dan Setelah Penambahan Arang Sekam Padi dalam limbah cair *elektroplating*

Pengulangan	Kadar Krom Total Limbah Cair <i>Elektroplating</i>			
	Kontrol	Setelah penambahan Arang Sekam Padi		
		1,5 gr	2 gr	2,5 gr
1		10,44	9,84	8,86
2		9,87	8,72	7,65
3		10,47	9,82	8,84
4	18,56	10,42	9,86	8,73
5		9,83	8,94	7,87
6		10,36	9,53	8,24
	Rata-rata	10,23	9,45	8,36

Berdasarkan tabel 3.1 dapat diketahui konsentrasi Krom Total (Cr) dalam limbah cair *elektroplating* sebelum diberi perlakuan penambahan berat arang sekam padi sebesar 18,56 mg/l, sedangkan setelah dilakukan penambahan arang sekam padi dengan berat 1,5 gram maka kadar krom total (Cr) rata-rata 10,23 mg/l, kadar krom total (Cr) pada berat arang sekam padi 2 gram rata-rata 9,45 mg/l dan kadar krom

total(Cr) pada berat arang sekam padi 2,5 gram rata-rata 8,36 mg/l.

2. Persentase Penurunan Kadar Krom Total (Cr) Setelah Penambahan Arang Sekam Padi.

Tabel 2
Persentase Penurunan Kadar Krom Total Setelah Penambahan Arang Sekam Padi

Pengulangan	Kontrol	Kadar Krom Total Limbah Cair <i>Elektroplating</i> Setelah penambahan Arang Sekam Padi		
		Penurunan 1,5 gr (%)	Penurunan 2 gr (%)	Penurunan 2,5 gr (%)
1	18,56	43,75	46,98	52,26
2	18,56	46,82	53,07	58,78
3	18,56	43,58	47,09	52,37
4	18,56	43,85	46,87	52,96
5	18,56	47,03	51,83	57,59
6	18,56	44,18	48,65	55,60
Rata-rata		44,86	49,08	54,92

Tabel 3.2 di atas dapat dilihat persentase rata-rata penurunan kadar krom total (Cr) dalam limbah cair *elektroplating* setelah penambahan berat arang sekam padi pada berat 1,5 gram persentase penurukan kadar krom total (Cr) rata-rata 44,86 %, pada berat 2 gram persentase penurunan kadar krom total (Cr) rata-rata 49,08 %, pada berat

2,5 gram persentase penurunan kadar krom total rata-rata 54,92 %.

Selisih hasil penurunan kadar krom total antara penambahan arang sekam padi 1,5 gram dengan penambahan arang sekam padi 2 gram yaitu 0,78 ppm atau dengan selisih persentase sebesar 7,62 %, kemudian selisih hasil penurunan kadar krom total antara penambahan arang sekam padi 2 gram dengan penambahan arang sekam padi 2,5 gram yaitu 11,53 ppm atau dengan selisih persentase sebesar 11,53%. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa pada setiap penambahan arang sekam padi sebanyak 0,5 gram terjadi penurunan kadar krom total sebesar 0,93 ppm/0,5 gram sekam padi atau dengan persentase penurunan sebesar 9,57% / 0,5 gram sekam padi.

Persentase penurunan kadar krom total (Cr) pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni, dkk (2008) tentang Penyerapan Ion Logam Cd Dan Cr dalam Limbah Cair Menggunakan Sekam Padi menunjukkan hasil yang

berbeda dengan penelitian ini. Pada penelitian ini persentase penurunan kadar krom total (Cr) pada berat arang sekam padi 1,5 gram persentase penurunannya rata-rata 44,86%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni, dkk (2008) tentang Penyerapan Ion Logam Cd Dan Cr dalam Limbah Cair Menggunakan Sekam Padi persentase penurunan kadar krom total (Cr) pada berat arang sekam padi 1,5 gram yaitu 70,78%. Hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan karakteristik limbah cair yang digunakan sebagai sampel untuk penelitian. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni dkk, sampel limbah cair yang digunakan bukan berasal dari industri *elektroplating*, sedangkan sampel limbah cair yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah cair industri *elektroplating* yaitu dari PT. PINDAD.

Penurunan kadar krom total dalam limbah cair *elektroplating* terjadi melalui proses adsorpsi oleh arang sekam padi yang dipengaruhi oleh

proses aktivasi dan ukuran partikel arang sekam padi yang digunakan. Arang sekam padi yang digunakan adalah arang biasa atau arang yang belum diaktivasi secara fisik ataupun secara kimia. Perbedaan mendasar antara arang biasa dengan arang aktif adalah bentuk pori-porinya. Pori-pori arang aktif lebih besar dan bercabang serta berbentuk zig-zag. Olehsebab itu, penurunan kadar krom total pada limbah cair elektroplating menggunakan arang biasa dengan arang yang telah diaktivasi akan berbeda karena adanya perbedaan ukuran pori antara arang biasa dengan arang aktif. Meskipun arang sekam padi dengan arang aktif sama-sama dapat digunakan untuk menurunkan kandungan logam dalam limbah cair, akan tetapi keduanya memiliki kelemahan yaitu pada saat proses regenerasi. Pada proses regenerasi struktur kimia permukaan dan distribusi ukuran pori mengalami perubahan akibat oksidasi sehingga efektivitas adsorpsi juga berubah. Dengan penjelasan tersebut maka proses

regenerasi kurang cocok apabila dilakukan pada arang sekam padi (Ismadji dan Bhatia, 2001 dalam : Wibowo Nani, dkk 2004).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi kadar krom total dalam limbah cair *elektroplating* sebelum diberi perlakuan penambahan berat arang sekam padi sebesar 18,56 mg/l, sedangkan sesudah mendapatkan perlakuan penambahan berat arang sekam padi dengan berat 1,5 gram terjadi penurunan kadar krom total (Cr) menjadi 10,23 mg/l, sesudah mendapatkan perlakuan penambahan berat arang sekam padi dengan berat 2 gram menjadi 9,45 mg/l, dan sesudah mendapatkan perlakuan penambahan berat arang sekam padi dengan berat 2,5 gram menjadi 8,36 mg/l.

Persentase penurunan kadar krom total (Cr) pada limbah cair *elektroplating* pada penambahan arang sekam padi dengan berat 1,5 gram terjadi penurunan kadar krom total (Cr) rata-rata 44,86%, pada penambahan

arang sekam padi dengan berat 2 gram terjadi penurunan kadar krom total (Cr) rata-rata 49,08%, dan pada penambahan arang sekam padi dengan berat 2,5 gram terjadi penurunan kadar krom total (Cr) rata-rata 54,92%.

Ada perbedaan penambahan berbagai berat arang sekam padi dalam menurunkan kadar krom total di industri *elektroplating*. Hal tersebut berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan *one way anova* diperoleh nilai $P < \alpha$ ($0,00 < 0,05$) atau $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($25,71 > 3,68$) untuk konsentrasi kadar krom total secara statistik dengan tingkat kemaknaan 95%.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat penulis berikan adalah :

Apabila PT. PINDAD Kota Bandung ingin menerapkan pengolahan limbah cair *elektroplating* dalam menurunkan kadar krom total dengan menggunakan arang sekam padi maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengonversikan berat arang sekam padi dari skala laboratorium menjadi skala

lapangan, dalam penelitian berat arang sekam padi yang digunakan 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram untuk 10 ml, maka PT. PINDAD harus mengonversikan berat arang yang dipakai dan disesuaikan dengan jumlah limbah cair *elektroplating* yang dihasilkan.

Misalkan: Dalam skala laboratorium 1,5 gram dalam 10 ml.

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$1000 \text{ gram} = 1 \text{ kg}$$

Maka dalam skala lapangan 1,5 kg digunakan dalam 1 m³.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh aktivasi pada arang sekam padi baik secara fisik maupun kimia dan pengolahan lanjutan setelah dilakukan proses adsorpsi dengan arang sekam padi yaitu dengan proses solidifikasi/stabilisasi sebelum limbah dari arang sekam padi tersebut dibuang ke tempat penimbunan akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Ariono, David. 1996. *Bioremediasi Logam Berat di Lingkungan Perairan dengan Bantuan*

Mikroba. Diakses 17 Februari 2014.

Badan Litbang Pertanian. 2011. *Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan* Edisi 6. Diakses 3 Juli 2014.

Chandra, Budiman. 1995. *Pengantar Statistik Kesehatan*. Cetakan Pertama. Jakarta : EGC.

Danarto dan Sumun. 2008. *Pengaruh Aktivasi Karbon pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI)*. Ekuilibrium Vol No. 1. Halaman 13-16. Diakses 29 Januari 2014.

Enggarwati, Pristiwi. 2011. *Pemanfaatan Limbah (Sekam Padi dan Sabut Kelapa) sebagai Isian Batako (Bata Beton) Ramah Lingkungan Dalam skripsi*. Diakses 29 Januari 2014.

Fajar, Ibnu dkk. 2009. *Statistika Untuk Praktisi Kesehatan*. Cetakan Pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Ghifari, Abi Sofyan. 2011. *Biosorpsi Logam Berat di Lingkungan Akuatik menggunakan Limbah sekam Padi (Oryza Sativa L.)*. Sains Teknologi Kesehatan Universitas Indonesia Depok. Diakses 29 Januari 2014.

Hayati, Nahrul. 2011. *Uji Efektivitas Wastetreat Untuk Bioremediasi Logam Berat Dalam Sludge Pabrik Kertas Deinking*. Dalam *Skripsi*. Diakses pada tanggal 17 Februari 2014.

Hendra, Ryan. 2008. *Pembuatan Karbon Aktif dari Batu Bara*. FT UI Jakarta. Diakses 27 Januari 2014

Hidayati, Nur Isnaini. 2007. *Biosorpsi Kromium (Cr) Limbah Cair Elektroplating Menggunakan Biofilm Bakteri Pseudomonas aeruginosa Dengan Media Pendukung Tempurung Kelapa*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : Kep-02/Menklh/1/1988 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.
- Kundari, Noor Anis dkk. 2009. *Kinetika Reduksi Krom (VI) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta. Diakses 31 Januari 2014.
- Marwati, Siti dkk. 2007. *Pemanfaatan Ion Logam Berat Tembaga (II), Kromium (III), Timbal (II), dan Seng (II) dalam Limbah Cair Industri Elektroplating untuk Pelapisan Logam Besi*. Jurnal Penelitian Saintek Vol.14 No.1. Halaman : 17 – 40. Diakses 1 Februari 2014.
- Mastuti, Endang dan Paryanto. 2007. *Pemanfaatan Limbah Elektroplating Sebagai Pengganti Semen dan Pasir Dalam Mortar*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS Ekuilibrium Vol 6 No 1.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-51/Menlh/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Meriatna. 2008. *Penggunaan Membran Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. Dalam tesis. Diakses pada tanggal 1 Februari 2014.
- Notoatmojo, Soekidjo. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Nurhasni, dkk. 2008. *Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi*. Program Studi Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. diakses 27 Januari 2014.
- Prasodjo Prolessara. 2010. *Studi Kapasitas Adsorpsi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Diakses 30 Januari 2014.
- Priyo, Sutanto Hastono dan Luknis Sabri. 2010. *Statistik Kesehatan*. Cetakan Kelima. Jakarta : PT RAJAGRAFINDO PERSADA.
- Purwaningsih, Dyah. 2009. *Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi*. Jurnal Penelitian Saintek Vol.14 No.1. Halaman : 59 – 76. Diakses 5 Februari 2014.
- Riduwan dan Akdon. 2010. *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika*. Cetakan Keempat. Bandung : Alfabeta.
- Saleh Azhar A. 2014. *ELEKTROPLATING Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Cetakan Pertama. Bandung : Yrama Widya
- Salimin Zainus, dkk. 2013. *Pengolahan Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. Diakses 29 Januari 2014.
- Sari Yosi Aprian. 2007. *Teknik Pengolahan Limbah Elektroplating dengan Pemanfaatan Kembali Limbah Elektroplating*. Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY. Diakses 6 Januari 2014.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.59:2008) Tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.
- Suhendar, Cecep. 2001. *Penggunaan Tanah Dalam Penurunan Konsentrasi Ion Ni²⁺ dan Cr⁶⁺ Dari Limbah Elektroplating Dengan Metode Jar Test*. Tesis Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suka, Irwan Ginting, dkk. 2008. *Karakteristik Sekam Padi dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi*. Jurusan Kimia FMIPA

- Universitas Lampung. Diakses 3 Februrari 2014.
- Sulardjo. 2013. *Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri*. Magistra No.84. Diakses 30 Januari 2014.
- Sumada, Ketut. 2006. *Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Elektroplating Yang Efisien*. Jurnal Teknik Kimia Vol 1 No 1 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Industri UPN Surabaya.
- Suprihatin, Eriek A. 2009. *Biosorpsi Logam Cu(III) dan Cr(VI) pada Limbah Elektroplating dengan menggunakan Biomassa Phanerochaete Chrysosporium*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN Veteran Jawa Timur. Jurnal Teknik Kimia Vol.4 No.1. Diakses 29 Januari 2014.
- Utomo, Pranjoto dan Endang Widjajanti Laksono. 1997. *Kajian Tetang Proses Solidifikasi/Stabilisasi Logam Berat dalam Limbah Dengan Semen Portland*. Diakses 17 Februari 2014.
- Wibowo Nani, dkk. 2004. *Modifikasi Gugus Aktif Suatu Karbon Aktif dan Karakteristiknya*. Jurnal Teknik Kimia Vol 3 No 1 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teeknik UKWMS. Diakses 26 Juni 2014.
- Widowati Wahyu, dkk. 2008. *EFEK TOKSIK LOGAM Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta : Andi.
- Yulianti Fitria dan Herri Susanto. 2011. *Kajian Pemanfaatan Arang Sekam Padi Aktif Sebagai Pengolah Air Limbah Gasifikasi*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 10 No. 1. Diakses 31 Januari 2014.