

BIOSORBEN LIMBAH BIR DAN TiO_2 -KARBONAKTIF, TiO_2 -PCC UNTUK PENURUNAN KROM LIMBAH CAIR INDUSTRI ELEKTROPLATING

(BIOSORBEN BEER INDUSTRIES AND ACTIVATED CARBON- TiO_2 / TiO_2 -PCC
FOR CHROME REDUCTION IN WASTEWATER ELECTROPLATING INDUSTRIES)

Siti Naimah¹, Silvie Ardhanie Aviandharie², Rahyani Ermawati³

Balai Besar Kimia dan Kemasan
Jl. Balai Kimia I Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur
ermakoto@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian penurunan kadar krom dari industri elektroplating telah dilakukan menggunakan biosorben hasil samping proses fermentasi limbah bir yang dikombinasikan proses filtrasi dan foto katalisis komposit TiO_2 -karbon aktif atau TiO_2 -Precipitated Calcium Carbonat (PCC) dalam reaktor *batch* yang dilengkapi sejumlah lampu *ultraviolet* dengan pengaduk magnetik. Effluent setiap proses pengolahan dimonitor penurunan total krom, krom VI dan zat organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan proses biosorpsi terjadi penurunan krom total dan krom VI masing-masing sebesar 51% dan 63% namun terjadi kenaikan konsentrasi zat organik. Pengolahan dilanjutkan dengan metode filtrasi sehingga terjadi penurunan krom total, krom VI dan zat organik masing-masing sebesar 58%, 51% dan 91%. Selanjutnya dengan menggunakan foto katalisis TiO_2 -Karbonaktif, krom VI dapat tereduksi seluruhnya dan zat organik tereduksi sebesar 66%. Sedangkan dengan TiO_2 -PCC, krom VI tereduksi sebesar 99,8% dan zat organik tereduksi sebesar 30,4%. Hasil akhir ternyata efluen berada di bawah baku mutu limbah cair untuk industri pelapisan logam krom (Cr) Keputusan Gubernur K DKI Jakarta No.582 tahun 1995 sehingga aman untuk langsung dibuang ke badan air.

Kata kunci: Fotoreduksi, Limbah Krom, TiO_2 , Karbon Aktif, Precipitated Calcium Carbonat (PCC)

ABSTRACT

Study decreased levels of chromium from electroplating industry has been carried out using biosorben waste byproduct of beer fermentation process that combined the filtration process and TiO_2 which is respectively composted with active carbon and precipitated calcium carbonate (PCC). The photocatalytic process were done in a batch reactor equipped with several of ultra violet lights and magnetic stirrer. Each of the effluent treatment process was monitored for reductions of total chromium, chromium VI and organic substances. The result showed that total chromium and chrome VI was decline by biosorben respectively for about 51% and 63% but the concentration of organic matter was increased. The treatment was continued by the filtration method. The result showed the declining of total chromium, chromium VI and organic substances are 58%, 51% and 91%, respectively. Furthermore using photocatalytic TiO_2 -activated carbon, chromium VI can be reduced 100% and the organic matter can be reduced 66%. While there were decreased of chromium VI 99,8% and the organic matter 30,4% by using TiO_2 -PCC. The quality of effluent was meet with standards for industrial chromium (Cr) metal plating Jakarta Governor Decree No. 582 of 1995 so the effluent can be flown safely to water body.

Key words: Fotoreduction, Waste Chrome, TiO_2 , Activated Carbon, Precipitated Calcium Carbonate (PCC)

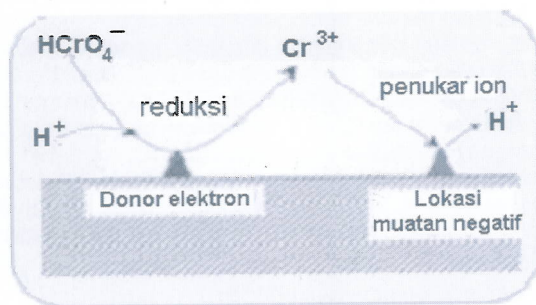
BAB I. PENDAHULUAN

Elektroplating adalah proses pelapisan penyepuhan logam dengan logam lainnya dengan bantuan arus listrik. [Ahmad, 2001]. Industri elektro plating merupakan industri yang jumlahnya cukup banyak dan vital bagi perekonomian Indonesia dan sebagian besar (84%) merupakan industri kecil-menengah (IKM) dan berada di pulau Jawa [Sugiarto, 2003]. Bahan untuk proses pelapisan adalah tembaga, nikel, krom, seng, kuningan, perak, cadmium, perunggu, timah putih, timbale dan emas. Industri electroplating mengandung logam

krom (Cr) dengan konsentrasi tinggi berbahaya bagi kesehatan manusia dan organism karena bersifat karsinogenik. Pengolahan air limbah Cr yang ada saat ini dilakukan dengan proses kimiawi yaitu proses koagulasi dan proses pengendapan menggunakan *currie floc*/polimer, NaOH dan H_2SO_4 yang bertindak sebagai pengatur pH. Cara ini kurang efektif karena tidak bisa mengendapkan semua logam Pb, Cd, Hg, Cr secara sempurna [Harris, 1990]. Sedangkan cara lain dengan pertukaran ion, tetapi proses ini membutuhkan biaya mahal [Patterson,

1985]. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknologi alternatif tepat guna sehingga dapat diterapkan di IKM.

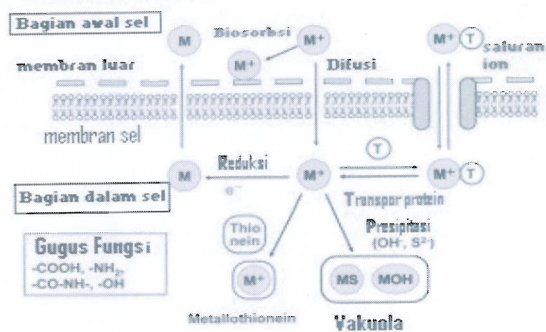
Limbah Cr terdapat dalam dua bentuk oksida yaitu oksida Cr(III) dan Cr(VI). Tingkat toksisitas Cr(III) lebih rendah bila dibandingkan dengan Cr(VI), yaitu 1/1000 kalinya dan mudah diendapkan atau diabsorpsi oleh senyawa-senyawa organik dan anorganik pada pH netral atau alkali [Kimbrough, 1999; Slamet, 2002; Khalil, 1998], sehingga limbah yang mengandung Cr(VI) harus direduksi atau terlebih dahulu menjadi Cr(III).



Gambar 1. Proses penangkapan pasif (*passive uptake*) Cr pada permukaan membran sel (Sumber: Cossich, et.al., 2002)

Saccharomyces cerevisiae biasanya digunakan sebagai ragi pada produksi bir, selanjutnya limbah yang dihasilkan mengandung *Saccharomyces cerevisiae* (Zimmermann and Wolf, 2002). Selama ini limbah hanya dibuang begitu saja, padahal limbah ini dapat digunakan sebagai alternatif menyisahkan logam-logam berat dari larutan. Metode biosorpsi dilakukan berdasarkan kemampuan mikroorganisme membentuk ikatan antara ion logam berat dengan mikroorganisme tersebut. Proses biosorpsi dapat dilakukan menggunakan bakteri, khamir (*yeast*), dan algae sebagai biosorben logam berat (Parvathi, et.al, 2007). Proses penyerapan yang terjadi secara adsorpsi (biosorpsi) adalah proses penyerapan logam dengan cara pertukaran ion dimana ion-ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat dan merupakan sifat/karakteristik tipe tertentu dari mikrobial mati dan tidak aktif dalam mengikat logam (Saitoh, 2001).

Mekanisme Biosorpsi



Gambar 2. Mekanisme Biosorpsi pada Sel Mikroorganisme

(Sumber: <http://www.miyazaccumed.ac.jp/MMCCHEM/ResourceRecycle.html>, 20 Agustus 2007)

Penggunaan biosorben dapat menurunkan limbah krom sekitar 60% (Naimah et al., unpublished data 2009), tetapi dengan penambahan biosorben akan terjadi kenaikan kandungan zat organik sehingga limbah hasil olahan belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan sehingga perlu dikombinasikan dengan metode lain. Metode yang mempunyai prospek dikembangkan adalah metode foto katalisis menggunakan TiO_2 . Diantara beberapa jenis katalis, TiO_2 merupakan katalis yang paling banyak digunakan karena tidak beracun, stabil dan paling aktif diantara semi konduktor lain. Sifat foto katalis UV/ TiO_2 merupakan hasil proses penyinaran sinar berenergi tinggi UV ke permukaan katalis TiO_2 . Kekurangan proses foto katalitik kurang efektif dalam mengolah limbah yang konsentrasinya tinggi karena rendahnya daya adsorpsi foto katalis. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan adsorben (karbon aktif dan PCC) sebagai penyangga foto katalis TiO_2 ternyata dapat meningkatkan laju foto dekomposisi pyridin, propylamide dan propion-aldehyde [Sampath, 1994] NO_x dan CO_2 [Matsuoka, 2003] serta meningkatkan kinerja yang sinergi antara foto katalisis dan proses adsorpsi dalam mereduksi polutan organik [Djuningsih, 2005] dibandingkan dengan menggunakan TiO_2 saja. Dalam penelitian Slamet (2003) dan Yoon (2009) menyebutkan bahwa reduksi heksavalen Cr dapat dilakukan dengan baik pada kondisi asam. Penelitian ini bertujuan untuk

memanfaatkan hasil samping industri bir sebagai biosorben yang dikombinasi dengan TiO_2 -karbon aktif atau TiO_2 -PCC dalam penurunan logam berat krom dari limbah industri elektroplating.

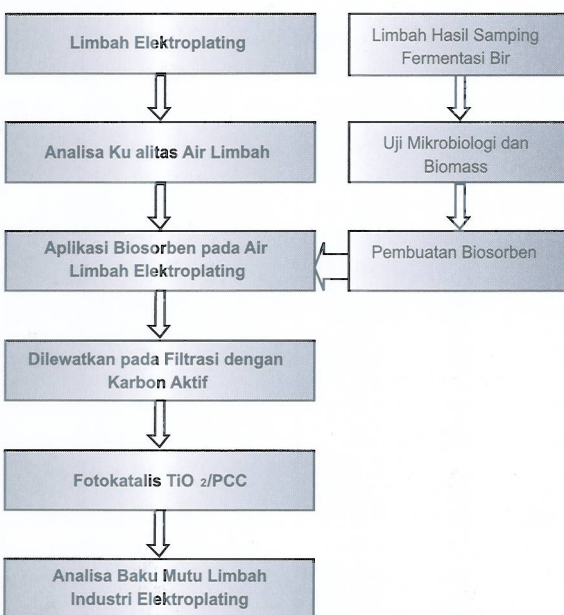
BAB II. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah industri elektroplating di Tangerang, limbah hasil samping fermentasi limbah bir (sebagai bahan biosorben), TiO_2 komersial Merck yaitu Degussa P-25 (79,23% anatase, 20,77% rutil dan luas permukaan: 53,6 m^2/g) (Lopez-Munoz et al.2007). PCC Padang (3 μm hingga 52 μm), HCl, HF dan NH_4Cl , karbon aktif. Alat-alat yang digunakan yaitu peralatan gelas, lumpang porselin, oven, furnace (*Thermolyne-Type-21100*), timbangan elektrik, magnetic stirrer, kertas saring, cawan petri keramik, alat sonikasi, XRD (*X-Ray Diffraction*), Spectrophotometer, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

Metode

Diagram alir proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Pengambilan Sampel Biosorben dan Limbah Elektroplating

Biosorben diambil dari limbah industri bir di daerah Bekasi. Sampel limbah cair proses produksi industri elektroplating di Bekasi, dengan konsentrasi krom total 265 mg/L dan krom (VI) sekitar 335 mg/L. Semua sampel diambil menggunakan jirigen plastik dan disimpan dalam lemari pendingin sebelum dilakukan penelitian di Laboratorium BBKK.

Pembuatan Pelet Dari Hasil Samping Fermentasi Bir

Sebanyak 100 mL limbah bir ditempatkan dalam 4 (empat) tabung sentrifus masing-masing 25 mL, kemudian ditempatkan dalam alat sentrifus (Type H-103N) dengan kecepatan 2500 rpm selama 10 menit. Setelah disentrifugasi, cairan yang terpisah dibuang, suspensinya diencerkan dengan akuades menjadi 100 mL lalu disaring. Padatan yang tertinggal dikertas yang sudah kering dapat digunakan sebagai biosorben kering. Cara lain pembuatan pelet adalah hasil samping industri fermentasi bir pertama-tama didiamkan kurang lebih 30 menit, airnya dibuang dilanjutkan dengan pengeringan dengan sinar matahari atau oven semalam pada suhu 80°C. Masukkan dalam ekstruder dan dibentuk kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari.

Preparasi Adsorben Fotokatalitik Terintegrasi(AFT)

Pertama untuk mengetahui kemampuan TiO_2 , karbon aktif dan PCC dalam menurunkan logam Cr (VI) dari limbah elektroplating diteliti terlebih dahulu. Komposit TiO_2 -PCC dan TiO_2 -karbon aktif divariasikan dengan komposisi TiO_2 80% berat dan 60% berat disintesis dengan melarutkan sejumlah TiO_2 Degussa P-25 dalam 100 mL air demin untuk menghasilkan sol TiO_2 yang dipreparasi dengan metode sol-gel menggunakan alat sonikasi.

Pelapisan fotokatalis TiO_2 ke permukaan karbon aktif dan PCC dengan mencampurkan masing-masing karbon aktif dan PCC ke dalam sol fotokatalis TiO_2 .

Setelah disonikasi, larutan TEOS (*Tetra Etill Orto Silikat*) ditambahkan beberapa tetes sebagai sumber SiO_2 berfungsi sebagai perekat antara TiO_2 dengan karbon aktif atau PCC. Setelah TEOS ditambahkan, sol kembali diaduk secara ultrasonikasi selama 30 menit. Setelah sonikasi, sejumlah karbon aktif atau PCC ditambahkan ke dalam sol TiO_2 . Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 90°C di atas *hot plate stirrer* hingga kering. Karbon aktif dan PCC yang telah terlapis fotokatalis kemudian dikalsinasi pada suhu 400°C selama 2 jam.

Karakterisasi Komposit

Komposit TiO_2 -karbon aktif dan TiO_2 -PCC yang telah disintesis dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffractometer (XRD)* Philip PW 1710 dengan radiasi $\text{CuK}\alpha$ yang beroperasi pada tegangan 30 kV dengan arus 40 mA untuk mengetahui struktur kristal yang ada pada komposit dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* Merk JOOL-JED-2200 yang beroperasi pada 20 kV untuk mengetahui morfologi komposit dan distribusi TiO_2 -karbon aktif dan TiO_2 -PCC pada permukaan.

Aplikasi Biosorben Yang Diaktifkan Pada Air Limbah Elektroplating

Reaktor aerobik dengan kapasitas 40 dimasukkan limbah krom dan biosorben yang sudah dijadikan pelet dengan perbandingan 2000:1, (5 gr pelet) kemudian diaerasi selama sekitar 5 hari. Setelah 5 hari larutan diendapkan, supernatan dialirkan ke filtrasi dan hasil edapan dibuang. Supernatan kemudian dianalisa penurunan krom (VI), krom total dan zat organik.

Filtrasi Dengan Karbon Aktif

Tabung kaca akrilik berdiameter 5 cm. Media filtrasi diletakkan fiber glass 2 cm, pasir granule kasar, 10 cm karbon aktif (10 gr/L), pasir halus dan 5 cm pasir granule sebagai penahan. Kemudian supernatan hasil endapan proses biosorben dilewatkan dalam media filtrasi tersebut dan hasil filtrasi dianalisa penurunan krom (VI), krom total dan zat organik.

Uji Kinerja Adsorben Fotokatalitik Terintegrasi (AFT)

Uji kinerja material AFT dilakukan dalam fotoreaktor *batch* dilengkapi 6 lampu UV jenis *black lamp @10 watt* dan pengaduk mekanik. Pertama untuk mengetahui kemampuan TiO_2 , Karbon aktif dan PCC dalam menurunkan logam Cr VI dari limbah elektroplating diteliti terlebih dahulu. Sol katalis komposit TiO_2 -PCC dan TiO_2 -karbon aktif divariasikan dengan komposisi TiO_2 80% berat dan 60% berat.

Efluen dari proses filtrasi diolah dengan menggunakan nanokomposit tersebut. Limbah industri elektroplating dan material AFT yang telah dibuat dimasukkan ke dalam fotoreaktor. Kemudian sampel larutan diambil sesuai dengan waktu interval 0,60,120,180 dan 240 menit untuk analisa limbah sesuai dengan baku mutu Kepala DKI.

BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Limbah Awal

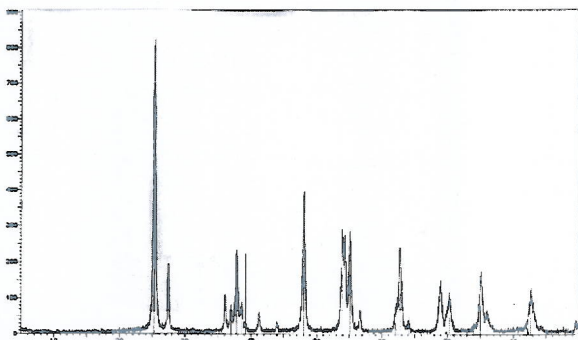
Limbah elektroplating dianalisa kandungan logam berat (Tabel 1). Dari tabel tersebut terlihat kandungan krom total dan krom VI sangat tinggi yaitu 335 mg/L dan 265 mg/L. Sehingga perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Pada penelitian akan dicoba melakukan penurunan logam krom dengan menggunakan metode biosorben dan fotokatalitik, diharapkan hasil olahan limbah tersebut sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan.

Tabel 1. Analisa awal limbah elektroplating, hasil dari rata-rata dengan $n = 3$ kali ulangan

NO	PARAMETER	KADAR	SATUAN
			-
2	Krom Total (Cr Total)	335	mg/L
4	Nikel (Ni)	<	mg/L
6	Besi (Fe)	170	mg/L
8	Kadmium (Cd)	<	mg/L

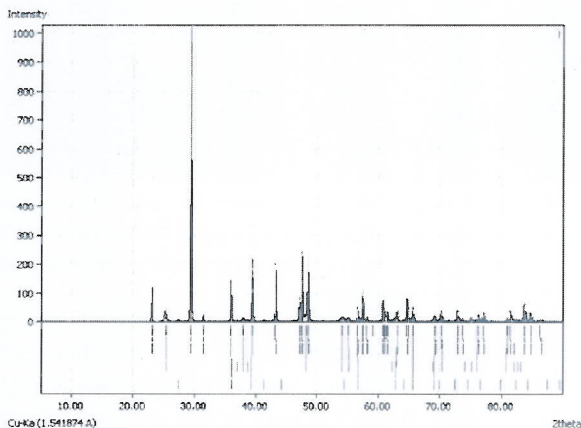
Karakterisasi Komposit TiO₂-PCC dan TiO₂-Karbon Aktif dengan Alat XRD dan SEM

Karakterisasi XRD dan SEM dilakukan terhadap nanokomposit TiO₂-karbon aktif dan TiO₂-PCC. Gambar 4 dan 5 menunjukkan adanya puncak yang sama dengan pola yang sama, yaitu, puncak yang muncul pada sudut difraksi 2θ=25,3° dan 27,4° masing-masing menunjuk pada kristal TiO₂ anastase dan rutile. Sedangkan puncak yang muncul pada 2θ=48° menunjuk pada kandungan kristal karbon aktif amorph sebagai adsorben.



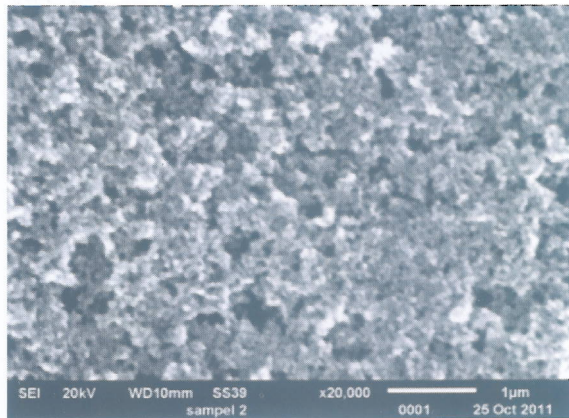
Gambar 4. Difraktogram komposit TiO₂- karbon aktif hasil kalsinasi

Pada Gambar 5, puncak yang muncul pada 2θ=28° menunjuk pada kandungan kristal calcite sebagai adsorben.



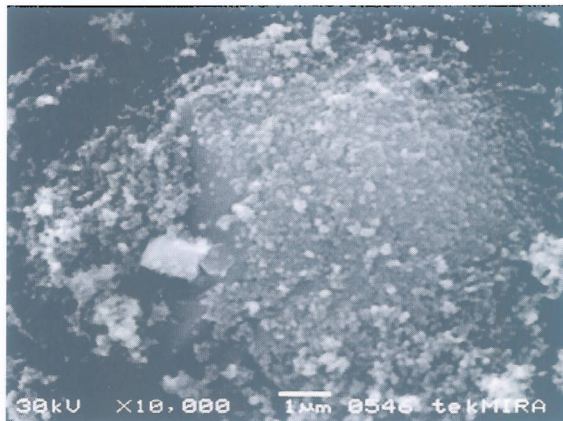
Gambar 5. Difraktogram komposit TiO₂- PCC hasil kalsinasi

Pemotretan struktur morfologi permukaan dengan alat SEM untuk mengetahui gambaran permukaan fisik distribusi TiO₂.



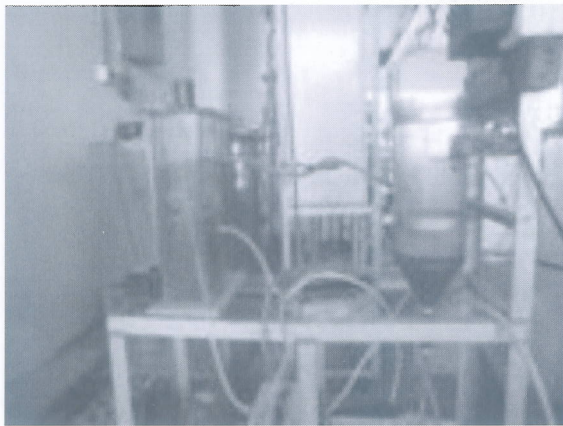
Gambar 6. Foto distribusi morfologi permukaan nanokomposit TiO₂ – karbon aktif dengan SEM

Gambar 6 menunjukkan karbon aktif menutupi TiO₂ dengan merata dan ukurannya seragam berbeda dengan gambar 7 hasil pemotretan menunjukkan bahwa TiO₂ terlihat menutupi PCC, hal ini disebabkan bahwa ukuran PCC lebih besar dari pada TiO₂.



Gambar 7. Foto distribusi morfologi permukaan nanokomposit TiO₂ -PCC dengan SEM

Penurunan Krom Dengan Biosorben Yang Diaktifkan Pada Air Limbah Elektroplating



Gambar 8. Penurunan krom VI dan total krom dengan metode biosorbsi hasil samping fermentasi limbah bir dalam limbah elektroplating

Penurunan Krom Dan Zat Organik Dengan Filtrasi Dengan Karbon Aktif

Selanjutnya limbah yang telah diolah menggunakan biosorben efluennya dilewatkan metode filtrasi menggunakan pasir granule dan karbon aktif. Setelah efluen limbah dari pengolahan dengan metode biosorbsi dilewatkan pada pasir granule dan karbon aktif terjadi penurunan total krom, krom VI dan zat organik berturut-turut adalah 58%, 51% dan 91%. Dari Tabel 3 terlihat adanya penambahan kandungan zat organik dari proses biosorbsi mudah diturunkan hanya dengan melewati kombinasi pasir granule dan karbon aktif. Proses filtrasi dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 2. Penurunan krom VI dan krom total setelah diolah dengan pelet hasil samping limbahbir, hasil dari rata-rata, dengan n = 3 kali ulangan

NO	PARAMETER	KONSENTRASI
1	Krom Total (Cr TOTAL)	164 mg/L
2	Krom (Cr VI)	98 mg/L
3	Zat organik	1305 mg/L

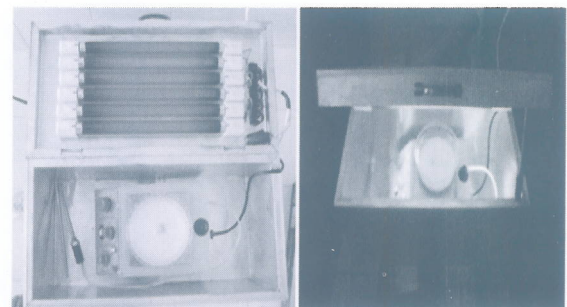
Dari tabel 2 terlihat kadar Krom total dan Krom VI turun 51% dan 63% namun penambahan pelet meningkatkan kadat zatorganik yang sebelumnya tidak ditemukan dalam limbah elektroplating. Oleh karena itu diperlukan pengolahan untuk menurunkan zat organik. Proses biosorbsi untuk limbah elektroplating dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 3. Penurunan Krom VI dan Krom Total setelah diolah dengan metode filtrasi, hasil dari rata-rata dengan n = 3 kali ulangan.

NO	PARAMETER	KONSENTRASI
1	Krom Total (Cr TOTAL)	69 mg/L
2	Krom (Cr VI)	48 mg/L
3	Zat organik	112 mg/L



Gambar 9. Penurunan krom VI, total krom dan zat organik dengan metode filtrasi effluent dari pengolahan dengan biosorbsi



Gambar 10. Penurunan krom VI, total krom dan zat organik dengan metode adsorben fotokatalisis efluen dari pengolahan filtrasi

Penurunan total krom, krom VI dan zat organik dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada penggunaan TiO₂-karbon aktif terjadi penurunan krom VI dan zat organik sebesar 100% dan 66%. Sedangkan menggunakan TiO₂-PCC terjadi penurunan krom VI dan zat organik sebesar 99.8 % dan 30.4%.

Tabel 4. Penurunan Krom VI dan Krom Total setelah diolah dengan fotokatalisis dan adsorben,

KOMPOSIT TiO ₂ : PCC =8:2		
Waktu Fotokatalisis	Parameter	
	Cr VI* mg/L	Zat Organik* mg/L
0	48	112
60	9.6	230.36
120	6.22	126.84
180	2.18	124
240	0.1	77.95
KOMPOSIT TiO ₂ : KA=8:2		
Waktu Fotokatalisis	Parameter	
	Cr VI* mg/L	Zat Organik* mg/L
0	48	112
60	4	92.3
120	0.9	73.19
180	0.16	54.95
240	tt	37.87

Keterangan:

*Hasil dari rata-rata, dengan n=3kali ulangan

Hasil pengolahan dibandingkan dengan baku mutu limbah cair industri pelapisan logam krom (Cr) Keputusan Gubernur Kepala DKI Jakarta Nomor 582 tahun 1995 tanggal: 12 juni 1995 (Tabel 5). Hasilnya menunjukkan bahwa efluen dari pengolahan proses fotokatalitik TiO₂:karbon aktif atau TiO₂:PCC telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan sehingga limbah tersebut aman langsung dibuang ke badan air.

Tabel 5. Perbandingan baku mutu dengan hasil pengujian limbah cair untuk industri pelapisan logam krom (Cr) setelah dilakukan pengolahan

Parameter	Kadar Komposit*		Kadar Baku Mutu**	Satuan
	TiO ₂ :PCC	TiO ₂ :KA		
pH	6-7	6-7	6-7	
TSS	18	14	60	mg/L
Kadmium	<	<	0.05	mg/L
Krom Total	0.77	0.51	1	mg/L
Cr VI	0.16	0.16	0.3	mg/L
Zat Organik	77.95	37.87	50	mg/L
COD	25	35	75	mg/L

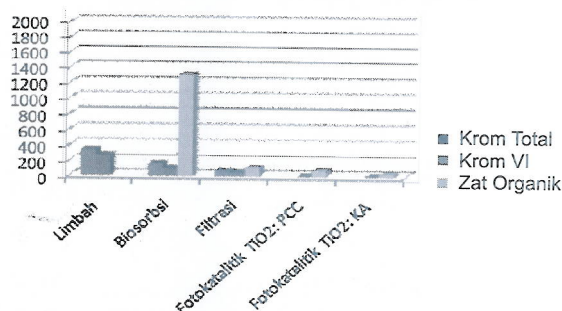
Keterangan:

* Hasil dari rata-rata, dengan n = 3 kali ulangan

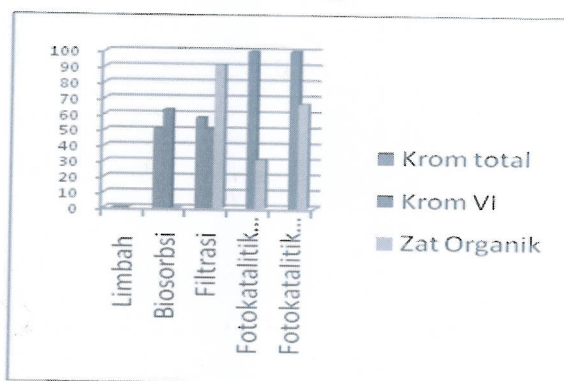
** Baku Mutu Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Krom Keputusan Kepala DKI Jakarta No.582 Tahun 1995 tanggal 12 Juni 1995

Adapun ringkasan penurunan seluruh proses pengolahan limbah elektroplating dapat dilihat pada Gambar 11. Sedangkan

efisiensi setiap proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Trend penurunan krom VI, krom total dan zat organik pada masing-masing proses, hasil dari rata-rata, dengan n = 3 kali ulangan



Gambar 12. Trend efisiensi penurunan krom VI, krom total dan zat organik pada masing-masing proses, hasil dari rata-rata, dengan n = 3 kali ulangan

Prospek Keekonomian Pengolahan Limbah Elektroplating Dengan Metode Biosorben Dari Limbah Bir Dengan Karbon Aktif-TiO₂ Atau PCC-TiO₂

Uraian	Vol	Biaya Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Modal Tetap (Peralatan)			735,000,000
Reaktor utama	3 unit	50,000,000	150,000,000
Pompa sirkulasi	4 unit	20,000,000	80,000,000
Sistem perpipaan	1 unit	60,000,000	60,000,000
Chasis body & rangka	1 unit	75,000,000	75,000,000
Sistem pemanas UV	1 unit	50,000,000	50,000,000
Reaktor fotokatalis	2 unit	100,000,000	200,000,000
Panel box control	1 unit	50,000,000	50,000,000
Alat sonikasi	1 unit	70,000,000	70,000,000

Modal Kerja			112,889
Utilitas (1 m ³ limbah=3 jam; listrik 1 kWh=Rp 600)			
	3 jam	600	1,800
Depresiasi peralatan (10%*735.000.000/365hari*(24-3))			
	1 pkt	9,589	9,589
Bahan bisa untuk 4 kali pakai = 4 m³			218,500
TiO ₂ serbuk	300 g	400	120,000
Karbon aktif granule	2 kg	18,000	36,000
Teos, HF, HCl	1 pkt	62,500	62,500
Jadi bahan-bahan untuk mengolah 1 m ³ limbah	1/4pkt	218,500	54,625
Pelet			6,500
1 drum (20 L) limbah bir bisa diproses menghasilkan 5 kg (5000 g) pelet kering			
40 L (40 dm ³) limbah elektroplating dapat diproses dengan 5 gram pelet kering			
1m ³ (1000 dm ³ =1000L) limbah membutuhkan pelet kering			
	(1000L/40L)*5 gram = 125 gram		
Jadi kebutuhan drum			
	(125g/5000g)*1drum = 0.025 drum		
Asumsi sewa 1 pick up (10 drum=200 L 50 kg pelet)			
	200,000		
Jadi ongkos transportasi 125 gram pelet	125 g/50,000g	200,000	500
Utilitas			6,000
-Pemanas 1000 Watt;	8 jam	600	4,800
-Penggiling 1000 Watt;	2 jam	600	1,200
Filter			500
10 L (0.01 m ³) limbah butuh 200 g KA (granule)			
1 Filter KA (Rp 18,000/kg) bisa dipakai			

Sebagai pembanding PT. S (industri elektroplating) menghasilkan limbah cair sebesar 200 m³/hari dan menghasilkan limbah padat 20 ton/minggu. Untuk mengolah limbah cair sesuai baku mutu memerlukan biaya sebesar 1 m³ sebesar Rp 4.500,-, sedangkan untuk membuang 1 ton limbah padat di PPLI dengan harga Rp 5.400.000,-.

BAB IV. KESIMPULAN

1. Tanpa menggunakan banyak bahan kimia, limbah industri elektroplating yang mengandung konsentrasi krom total dan krom VI sangat tinggi dapat diolah dengan menggunakan biosorpsi dilanjutkan dengan filtrasi dan fotokatalis sehingga dapat memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan untuk wilayah DKI.
2. Penggunaan biosorben limbah bir terhadap limbah industri elektroplating dapat menurunkan kandungan krom total sebesar 51% dan krom VI sebesar 63%. Selanjutnya difiltrasi dengan pasir granula dan karbon aktif sehingga dapat menurunkan kadar krom total sebesar 58% dan krom VI sebesar 51%. Bila proses pengolahan limbah dilanjutkan dengan metode fotokatalitik menggunakan TiO₂-PCC atau TiO₂-Karbon Aktif, maka kadar krom VI dapat diturunkan sekitar 99.8% sehingga semua parameter baku mutu limbah cair industri pelapisan logam DKI Jakarta terpenuhi.
3. Fotokatalitik menggunakan TiO₂-Karbon aktif lebih baik daripada menggunakan TiO₂-PCC untuk pengolahan limbah cair industri elektroplating.

Saran Perlunya sosialisasi hasil penelitian ini untuk industri IKM elektroplating yang pada umumnya belum mempunyai instalasi pengolahan air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H., 2001. Elektrokimia dan Kinetika Kimia, Citra Adiya Bakti, Bandung.
- Djuningsih, F., 2005, Pengolahan limbah fenol menggunakan fotokatalis TiO₂ dengan penyangga zeolit alam Lampung, Skripsi Jurusan FTUI.
- Harris, O .P and Ramelow, J. G. (1990) Binding of Metal Ion by Particulate Biomass Derivates from *Chrella vulgaris* and *Scenedesms quadricacude*. *Environ. Sci and Tech*, 24: 220 – 227.

- Khalil, L.B. W.E. Mourad, M.W. Rophael, 1998, Photocatalytic reduction of environmental pollutant Cr(VI) over some semiconductors under UV/visible light illumination, *Applied Catalysis B: Environment*, 17(3).
- Kimbrough, D. E., Y. Cohen, A. M., Winer, 1999, Critical assessment of chromium in the environment, critical reviews, *Environment Science and Technology*.
- Lupez-Munoz, F., Almo, C.; Cuenca, E., et al, 2005, Historical of the discovery and clinical introduction of chlorpromazine. *Annals of Clinical Psychiatry*, 17, 113-135.
- Marek, Kosmulski, 2001, *Chemical Properties of Material Surfaces*, Marcel Dekker.
- Martins, B.L.; C.C.V. Cruz; A. S. Luna; and C.A. Henriques, 2006 Sorption and desorption of Pb ions by dead Sargassum sp biomass. *Biochemical Engineering Journal*, 27 (3); 310-314.
- Matsuoka, M and M. Anpo, 2003, Local structures, excited states and photo catalytic reactivates of highly dispersed catalyst constructed within zeolite, *J. Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev.*, 3.
- Pareek, V. K., Adesina, A. A. 2003, Handbook of Photochemistry and Photobiology, American Scientific Publisher, H. S. Nalwa, Editor, Stevenson Ranch, CA.
- Patterson, J. W., 1985, Wastewater Treatment Technology, 2nd, Boston, Butterworth.
- Sampath, S., H. Uchida and H. Yoneyama, 1994, Photocatalytic degradation of gaseous pyridine over zeolite supported titanium dioxide, *J. Of Catal*, 149.
- Schiavello, M., 1988, *Basic Concepts in Photocatalysis, and Environment: Trends and Applications*, M. Schiavello, Editor, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Slamet, N. Suryantini, R. Syakur, 2002, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia IV, Depok, Indonesia.
- Slamet, S., Riyadi, D., Wahyu, 2003, Pengolahan limbah logam berat chromium (VI) dengan fotokatalis TiO₂, *Makara Teknologi*, 7(1).
- Sugiarto, A. Setiawan, Y., Saleh, A. A., 2003, Chromium Waste Water Treatment of Electroplating Industries in Indonesia, HWTM, *Newsletter*, 5.
- Yoneyama, H., and T. Torimoto, 2008, Titanium dioxide/adsorbent hybrid photo catalysts for photodestruction of organic substances of dilute concentration, *Catal Today*, 58.
- Yoon, J., E., Shim, S., Bae, H. Joo, 2009, Application of immobilized nanotubular TiO₂ electrode for photo catalytic hydrogen evolution: reduction of hexavalent chromium Cr (VI) in water, *Journal of Hazardous Materials*, 161.
- Zimmermann, M., and Wolf, K. 2002. Biosorption of Metals. *The mycota, Industrial application*. Vol.10: 355-364.
- Parvathi, K., Nagendran, R., and Narehkumar, R. 2007. Lead biosorption onto waste beer yeast by-product, a means to decontaminate effluent generated from battery manufacturing industry. *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol.10, No.1.
- Saitoh, T. 2001. Spectrophotometric Determination of some Functional Group on Chlorella for The Evaluation of Their Contribution to Metal Uptake. *Analytical Sciences*.17: 193-795.