

**Penggunaan Biosorben EPS (*Extracellular Polymeric Substance*) Terimobilisasi dalam
Poliester untuk Pengolahan Logam Berat Khromium pada Air Limbah
Penyamakan Kulit**

Ramlan Efendi TJG ^{*)} Zainus Salimin ^{)} Titik Istirokhatun ^{**)}**

Email : tanjungramlan@gmail.com

ABSTRACT

Leather tanning industry produced waste water contained of heavy metal Chromium that can be dangerous for the environment. One of the methods to remove Cr in wastewater was used Extracellular Polymeric Substances (EPS) that extracted from the activated sludge. This research was done with used EPS that immobilized in poliester resin as biosorbent and used artificial waste water with concentration of 15,9 ppm. This research was done in continuous and circulation process with variable of pH 5, 6, 7 and the flows were 3, 5, 7 ml/min for 5 hours. The result showed that the best of removal efficiency happened in pH 7 and, the flow 3 ml/min was 99,80% with the adsorption capacity was 4,284 mg/g EPS-polyester.

Keywords : activated sludge, EPS, polyester, biosorption, chromium

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu industri yang dapat menimbulkan limbah cair yang mengandung logam berat khromium adalah industri penyamakan kulit yang terdiri dari Cr^{3+} sebesar 15,2 mg/L dan CrO_4^{2-} sebesar 0,7 mg/L (Analisis BPPT, 2012). Logam tersebut bersifat toksik, dapat merusak kulit, mengganggu saluran pernapasan, hati, ginjal, dan sistem peredaran darah (Palar, 2008).

Salah satu alternatif untuk mengolah limbah cair yang mengandung

extracellular polymeric substances (EPS) yang diekstraksi dari lumpur aktif (Activated Sludge) pengolahan limbah industri karena bakteri mempunyai kemampuan biosorpsi dengan adsorpsi, pertukaran ion, pembentukan kompleks, dan ikatan hidrogen (Salimin, 2011).

Penelitian - penelitian mengenai penggunaan EPS sebagai biosorben telah banyak dilakukan, antara lain penggunaan EPS terdispersi pada limbah cair yang mengandung uranium dengan sistem batch menghasilkan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 59,79 mg/g (Rahmasari, 2011). Sedangkan untuk EPS terimobilisasi dalam Kalsium Alginat juga telah

^{*)} Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP

^{**)} Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP

^{***)} Pembimbing PTLR BATAN

digunakan untuk mengadsorpsi uranium dengan sistem kontinyu menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 785,33 mg/g (Palupi, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan EPS terimobilisasi dengan sistem kontinyu lebih efisien dalam mengadsorpsi logam.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan EPS yang diimobilisasikan dengan sistem kontinyu. Bahan yang digunakan untuk mengimobilisasi EPS pada penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, yaitu resin poliester. Sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk penggunaan bahan imobilisasi yang terbaik.

METODOLOGI PENELITIAN

Variabel Penelitian

Variabel Bebas penelitian ini adalah pH (5, 6, 7) dan Debit (3, 5, 7 mL/menit). Variabel kontrol berupa temperatur, ukuran butir media, dan massa media adsorben. Dan variabel terikat berupa konsentrasi khromium total setelah mengalami adsorpsi.

Ekstraksi EPS

Adsorben yang digunakan pada percobaan ini adalah EPS yang terimobilisasi pada matriks poliester. EPS tersebut didapat dari sentrifugasi lumpur aktif. Lumpur aktif yang didapat dari

pengolahan limbah PT. Unilever Tbk. dibersihkan dengan cara dicuci dengan air. Setelah dicuci dengan air, kemudian disaring untuk mendapatkan cake (residu). Cake yang didapatkan tersebut dicuci kembali menggunakan air kemudian hasilnya diresuspensi, yaitu dilarutkan dalam air dengan perbandingan volume lumpur dengan aquades 5:1. Hasil resuspensi tersebut dipanaskan dalam oven dengan suhu 80° C selama 10 menit. Setelah didinginkan, *cake* disentrifugasi pada 6000 rpm selama 20 menit dengan suhu 4° C.

Kemudian supernatan hasil ekstraksi dipurifikasi untuk meningkatkan konsentrasi EPS, dimana supernatan hasil ekstraksi ditambah etanol 96% dingin sampai konsentrasi akhirnya 70% dan dibiarkan mengendap selama 8 jam pada suhu 4° C. Endapan yang terbentuk dipisahkan dengan sentrifugasi pada 5000 rpm selama 15 menit dan pellet yang terbentuk merupakan EPS.

Pembuatan Immobilisasi Sel

Endapan hasil sentrifugasi tahap kedua pada ekstraksi EPS dicampur dengan poliester dan hardener dengan cara diaduk. Setelah homogen, campuran EPS, poliester dan hardener dicetak, kemudian didiamkan selama 1 hari hingga mengering. Setelah kering, cetakan tersebut kemudian dihancurkan menggunakan rocklabs hingga

berbentuk butiran. Hasil dari penghancuran menggunakan rocklab, diayak menggunakan sieves shaker hingga diperoleh ukuran 45- 50 mesh. Ukuran ini berdasarkan pada ukuran media yang sering digunakan pada proses kontinyu yaitu 8-50 mesh (Klei, 1982 dalam Hadiwidodo, 2008). Masukkan media tersebut ke dalam kolom, dalam hal ini digunakan buret sebagai kolom

Limbah Simulasi

Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah simulasi yang memiliki karakteristik sama dengan limbah penyamakan kulit, yaitu mengandung logam berat Cr³⁺ dan CrO₄²⁻ (krom total). Senyawa yang digunakan dalam pembuatan limbah simulasi ini yaitu Cr(NO₃)₃·9H₂O dan K₂CrO₄ yang dilarutkan dalam 1 L aquades.

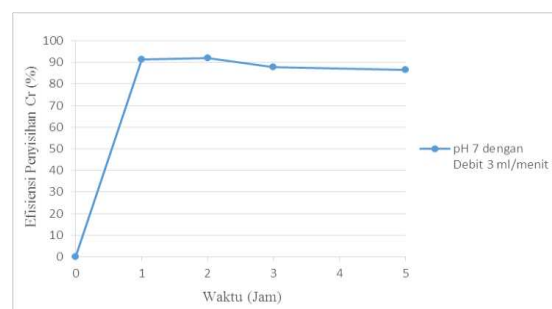
Pelaksanaan Biosorpsi dengan Sistem Kolom

Running	Debit (ml/menit)	pH
1	3	5
2	3	6
3	3	7
4	5	5
5	5	6
6	5	7
7	7	5
8	7	6
9	7	7

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penyerapan Khrom oleh Poliester

Uji penyerapan khrom oleh butiran poliester dilakukan dengan sistem kontinyu menggunakan buret sebagai kolomnya. Percobaan ini dilakukan pada pH 7, debit 5 mL/menit, serta menggunakan butiran poliester dengan massa 2 g dan tinggi pada kolom 5 cm sebagai variabel kontrolnya. Adsorben berupa butiran poliester yang dibuat dari campuran poliester dan hardener yang kemudian dicetak dan dikeringkan, lalu dihancurkan sampai diameternya sebesar 45-50 mesh. Proses pengaliran limbah pada kolom dilakukan secara sirkulasi. Hasil efisiensi penyerapan oleh poliester terhadap logam berat khrom atau konsentrasi khrom terjerap dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



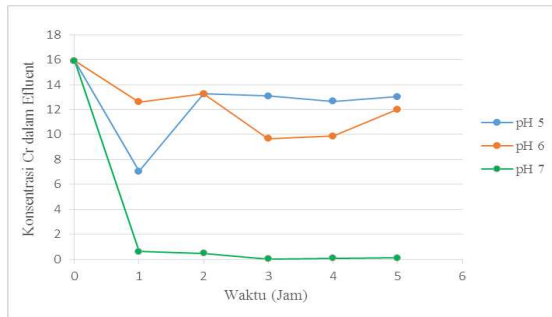
Gambar 1. Efisiensi penyisihan khrom oleh poliester

Pada penelitian ini, penyerapan khromium dalam butiran poliester dapat dikatakan dengan baik. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain : Butiran poliester memiliki berbagai gugus fungsional yang berfungsi sebagai

pertukaran kation dan anion dapat berlangsung baik. Struktur ikatan rangkap C=C pada pH 7 mempunyai fungsi menarik kation Cr^{3+} dan anion CrO_4^{2-} . Struktur C=O merupakan elektron donor yang dapat menarik Cr^{3+} . Struktur C=O kemungkinan bentuknya aldehid atau karboksilat. Pada kondisi pH 7 memberikan fungsi sebagai katalis pembukaan ikatan rangkap.

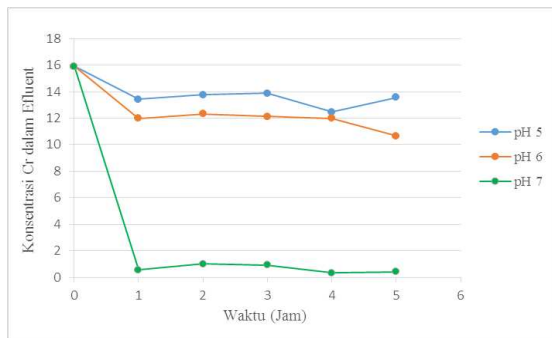
Pengaruh pH terhadap Penyerapan Khrom oleh EPS-Poliester

1. Debit 3 ml/min



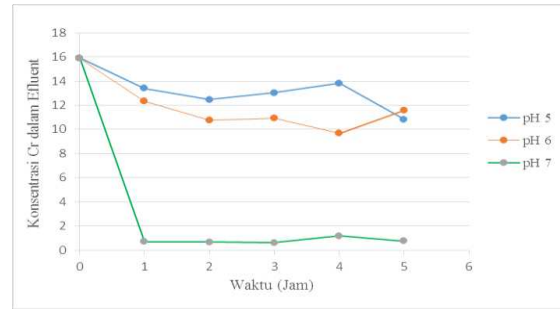
Gambar 2. Hubungan kadar khrom dalam effluent dengan waktu kontak

2. Debit 5 ml/min



Gambar 3. Hubungan kadar khrom dalam effluent dengan waktu kontak

3. Debit 7 ml/min

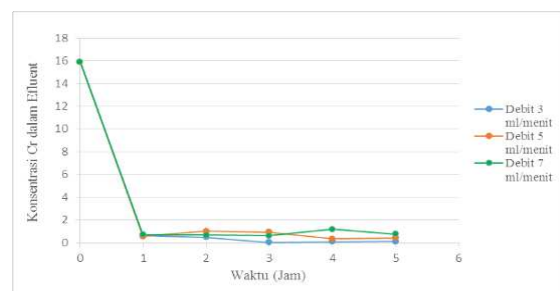


Gambar 4. Hubungan kadar khrom dalam effluent dengan waktu kontak

Berdasarkan gambar 2, 3, dan 4 menunjukkan bahwa pada pH 7 adalah pH optimum dimana konsentrasi khromium sangat kecil dalam effluent limbah cair. Hal ini sesuai dengan ciri - ciri poliester yang bersifat netral. Ketika poliester direaksikan dengan air limbah dalam suasana asam (H^+) maka poliester sangat sukar menyerap khromium. Oleh sebab itu, poliester tidak bisa berikatan hidrogen satu sama lain, walaupun bisa berikatan hidrogen dengan molekul air (Fried 1995).

Pengaruh Debit terhadap Penyerapan Khrom oleh EPS-Poliester

Adapun kadar khromium dalam effluent pada pH 7 dengan debit 3 ml/min, 5 ml/min dan 7 ml/min ditunjukkan pada gambar 5 seperti berikut ini :



Gambar 5. Hubungan Kadar Khromium dalam Effluent dengan Waktu Kontak

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar debit, maka semakin kecil daya adsorpsi biosorben EPS-poliester. Oleh sebab itu, debit optimum dalam penyerapan khrom adalah 3 ml/min. Hal ini dikarenakan waktu kontak yang lebih lama akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut berlangsung dengan baik.

Efisiensi Penyisihan Khrom oleh EPS-Poliester

Tabel 1. Efisiensi penyisihan khrom oleh EPS-poliester

Jam	Kadar Khromium dalam Effluent (ppm)								
	pH 5			pH 6			pH 7		
	Debit (ml/menit)			Debit (ml/menit)			Debit (ml/menit)		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1	55,69	15,58	15,78	20,68	24,58	22,56	96,18	96,48	95,56
2	16,58	13,37	21,62	16,72	22,56	32,50	97,05	93,55	95,68
3	17,66	12,82	18,00	39,15	23,70	31,23	99,80	94,18	96,16
4	20,28	21,62	13,09	37,87	24,58	39,15	99,55	97,85	92,54
5	18,07	14,64	31,89	24,44	32,97	27,19	99,24	97,35	95,16

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Karakteristik biosorben seperti ukuran pori, diameter rata-rata, porositas dan densitas mempengaruhi kemampuan daya serap khromium total.
2. Efisiensi penyisihan khromium total oleh poliester pada pH 7 debit 5 ml/min adalah sebesar 92,07%. Sementara itu, pada EPS-poliester adalah sebesar 99,80% pada pH 7 dengan debit 3 mL/menit.

3. Debit dan pH

- a. Semakin kecil debit yang digunakan maka khromium akan lebih banyak terjerap dalam biosorben tersebut.
- b. pH optimum berada pada kondisi pH 7. Hal ini dikarenakan pada kondisi netral terdapat daya tarik elektrostatik ketika air limbah itu dialirkan melalui biosorben..

Saran

Penelitian terhadap penyerapan khromium oleh poliester dan EPS-poliester perlu dilakukan lebih lanjut dengan memperhatikan variasi karakteristik (ukuran pori, diameter rata-rata, porositas dan densitas) pada biosorben atau adsorben.

DAFTAR PUSTAKA

- Cowd.M.A, 1991. *Kimia Polimer*. Bandung: Erlangga.
- Barlaeni, Ayu Astra. 2005. *Pemodelan Proses Biosorpsi Logam Berat pada reaktor Fixed Bed : Suatu Kajian Analisis Sensitivitas*. Semarang : UNDIP
- Bramantiyo, Amar. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Serat Rami terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Sera Alam*. Depok : UI
- Fried, Joel R. 1995. *Polymer Science and Technology*. Prentice – Hall International, Inc : University OF Cincinnati

- Gadd, G.M., J.C. Fry, R.A. Herbert, C.W. Jones, dan I.A.W. 1992. *Microbial Control of Pollution*. Cambridge : Press Syndicate of The University of Cambridge
- Hadiwidodo, M. 2008. Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben dalam Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Logam Cu. *Teknik*. Vol. 29 No.1 (2008). ISSN 0852-1697. Semarang : UNDIP
- IAEA. 2002. Application of Ion Exchange Processes for The Treatment of Radioactive Waste and Management of Spent Ion Exchange. Technical Report Series No. 408,. Vienna, Austria ; IAEA
- Juniardi, Ade dan Putri, Nakita Eka. 2014. Penggunaan Extracellular Polymeric Substances Terdispersi dalam Pengolahan Logam Berat Limbah Cair Industri Elektroplating. Serpong : Institut Teknologi Indonesia
- Palupi, M.N. 2011. Studi Biosorpsi Uranium Menggunakan Extracellular Polymeric Substances yang Diimobilisasi pada Calcium Alginate. Semarang : UNDIP
- R, Nia Anisti. 2012. Proses Pengolahan Logam Berat Khrom pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Extracellular Polymeric Substances. Semarang : UNDIP
- Rahmasari, A.P. 2011. Studi Biosorpsi Uranium Menggunakan *Extracellular Polymeric Substances* yang Diekstraksi dari Lumpur Aktif. Semarang : UNDIP
- Salimin, Z., Junaidi, dan S. Purnomo. 2011. Penggunaan Biosorben Extracellular Polymeric Substance Terimobilisasi pada Kalsium Alginat untuk Penyisihan Uranium. Tangerang : BATAN
- Salimin, Zainus, dan Nuraeni, Endang. 2013. Fenomena Biosorpsi Khromium pada Extracellular Polymeric Substance Terimobilisasi dalam Matriks Polimer Epoksi. Tangerang : BATAN
- Situs Web Kimia, <http://www.chemistry.org/?sect=belajar>, dilihat September 2014
- Soeprijanto, B. Aryanto, dan R. Fabella. 2009. Biosorpsi Ion Logam Berat Cu(II) dalam Larutan Menggunakan Biomassa *Phanerochaete chrysosporium*. Surabaya : ITS.
- Steven, Malcolm P. 2001. *Kimia Polimer*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Suhendrayatna (2001). *Heavy metal Bioremoval by Microorganisms : A literature*
- Tchobanoglous, G., F.L. Burton, dan H.D. Stensel. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse Fourth Edition*. New York : Mc Graw Hill Book Company.
- Tian, Yu (2008), Behaviour of Bacterial Extracellular Polymeric Substance from Activated Sludge: a review,

International Journal Environment and
Pollution, Vol 32, No. I.

Volesky, B. (2000). Biosorption of Heavy
Metals. CRC Press : Boston.

Vogel. 1990. Buku Teks Analisis
Anorganik Kualitatif Makro dan
Semimikro. Jakarta : PT. Kalman Media
Pusaka.

Wiley, John dan Co, Charles E. Tuttle.
1958. Unit Operations. Tokyo : Modern
Asia Edition.