

BIOSORPSI LOGAM Cu(II) DAN Cr (VI) PADA LIMBAH ELEKTROPLATING DENGAN MENGGUNAKAN BIOMASA PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM

Suprihatin, Erriek A

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur

Abstrak

Limbah logam berat banyak terdapat didalam beberapa limbah industri kimia, misalnya pada industri electroplating, metalurgi, smelting dan lain-lain. Pada limbah industri electroplating tersebut mengandung logam berat tembaga dan kromium yang dapat menyebabkan pencemaran apabila dibuang melebihi ambang batas yang diperbolehkan.

Metode penelitian ini dimulai dengan mengembangbiakkan jamur *Phanerochaete Chrysosporium* dalam media cair dengan komposisi pepton 20 gr/ltd an 40 gr/ltd glukosa yang diinkubasi pada suhu 35°C selama 6 hari. Langkah selanjutnya adalah mengambil 200 ml limbah yang konsentrasi Cu^{2+} 5,7 mg/ltd an konsentrasi Cr^{6+} 137 mg/ltd dan pH 3,15. Limbah dinaikkan pH nya menjadi 5 dengan menitrasi NaOH 0,1N sebanyak 93,9 ml kemudian ditambahkan dengan adsorban sebanyak 10,20,30,40 dan 50 ml dan menginkubasi selama 90,120,150,180 dan 210 menit. Kemudian larutan disaring dan filtrate dianalisa dengan spectrophotometer.

Hasil penelitian diperoleh kondisi terbaik pada volume adsorban 50 ml dan waktu adsorpsi 210 menit konsentrasi Cu^{2+} : 0,414 mg/ltd dan konsentrasi Cr^{6+} adalah 0,381 mg/ltd.

Kata kunci : biosorpsi, *Phanerochaete*, *Chrysosporium*.

Abstract

Heavy metal waste many there is in a few waste industry chemistry, for example at industry electroplating, metallurgy, smelting and others. At waste industry electroplating contains copper heavy metal and chromium which can cause contamination if thrown exceed boundary threshold enabled.

This research method started with grows mushroom *Phanerochaete Chrysosporium* in liquid medium with composition of peptone 20 gr/ltd an 40 gr/ltd glucose incubation at temperature 35°C during 6 day. Step of hereinafter is take 200 ml waste which concentration of Cu^{2+} 5,7 mg/ltd an concentration of Cr^{6+} 137 mg/ltd and hydrogen ion exponent 3,15. Waste is boosted up its(the hydrogen ion exponent becomes 5 with nitration NaOH 0,1N 93,9 ml then is added with adsorbent 10,20,30,40 and 50 ml and incubation during 90,120,150,180 and 210 minutes. Then solution filtered and filtrate is analysed with spectrophotometer.

Result of research is obtained [by] best condition at adsorbent volume 50 ml and adsorption time 210 minutes concentration of Cu^{2+} : 0,414 mg/ltd and concentration of Cr^{6+} be 0,381 mg/ltd.

Keyword : biosorps, *Phanerochaete Chrysosporium*

PENDAHULUAN

Limbah logam berat banyak terdapat didalam beberapa limbah industri kimia, misalnya pada industri electroplating, metalurgi, smelting dan lain-lain. Logam-logam berat yang dihasilkan antara lain nikel, merkuri, tembaga, krom, timbale, seng, cadmium dll. Logam berat dalam limbah biasanya berada dalam berbagai kondisi seperti : tidak larut, terlarut, anorganik, tereduksi, teroksidasi, logam bebas, terpresipitasi, terserap. Penelitian ini menitik beratkan pada logam tembaga dan kromium yang banyak dihasilkan oleh industri electroplating. Limbah-limbah tersebut dapat menyebabkan pencemaran apabila dibuang dan melebihi ambang

batas yang diperbolehkan seperti yang berdampak pada daerah pantai Kenjeran Surabaya.

Upaya untuk meminimalkan buangan pada tahapan-tahapan proses telah dilakukan, akan tetapi Cu (II) dan Cr (VI) yang ada dalam air buangan masih melebihi ambang batas yang diijinkan untuk dibuang ke badan air. Ambang batas logam Cu (II) dan Cr (VI) dalam air yang diijinkan masing-masing sebesar 0,2 dan 0,05 ppm (Peraturan Pemerintah No.82/2001 mengenai "Pengolahan Limbah Berbahaya dan Beracun"; Peraturan Gubernur No.85/2002).

Baku mutu limbah cair industri pelapisan logam di Indonesia, sesuai dengan keputusan Gubernur Jawa Timur No.45 Tahun 2002 dapat diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Baku mutu limbah cair untuk industri electroplating.

| Volume Limbah Cair Maximum Per Satuan Produk 20 Liter / m ² Produk Yang Dilapisi | |
|---|---------------|
| Parameter | Kadar Maximum |
| TSS | 20 |
| CN | 0,2 |
| Cr ⁺⁶ | 0,1 |
| Cr _{total} | 0,5 |
| Cu | 0,6 |
| Zn | 1 |
| Ni | 1 |
| Cd | 0,05 |
| Pb | 0,1 |
| pH | 6-9 |

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai penyerap ion logam berat. (Prasetyo,1992)

Penelitian ini bertujuan menurunkan kadar logam berat Cr (VI) dan Cu (II) dengan proses biosorpsi menggunakan biomassa *Phanerochaete chrysosporium*.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mendapatkan adsorbent alternatif yang elektif, murah dan ramah lingkungan dan mampu mereduksi logam berat Cu (II) dan Cr (VI).

TEORI UMUM

Logam Berat dalam air buangan dapat dipisahkan dengan berbagai cara yaitu cara fisika, kimia dan biologi. Pengolahan secara fisika adalah metode pengolahan yang digunakan untuk menaikkan kualitas fisik air dengan cara pelapisan, penyaringan, pengendapan, pengapungan partikel tersuspensi.

Sedangkan pengolahan secara kimia adalah suatu proses pengurangan atau penghilangan kontaminan atau bahan lainnya dengan menggunakan bahan kimia sehingga terbentuk senyawa ikatan atau pelepasan ion, dan pengolahan secara biologi dilakukan dengan cara memanfaatkan akumulasi logam berat oleh mikroorganisme.

Beberapa jenis industri yang potensial menghasilkan logam antara lain : Agrochemical menghasilkan logam berat Hg, Pb, Sn, Zn ; Industri cat : Al, Cl, Co,Cr, Cu, Pb, Zn ;

Industri Elektronika : Pb, Zn ; Industri farmasi : Cr, Hg, Zn ; Industri keramik/gelas : Pb ; Industri Karet : Zn ; Industri Kayu/kulit : Cr, Pb, Zn ; Industri kendaraan : Ni, Pb, Zn ; Industri Percetakan : Cd, Pb ; Industri Kertas : Cd, Pb, Zn ; Industri Tekstil : Cd, Pb, Zn ; Industri minyak : Zn ; Industri logam : Ni, Pb, Zn ; Industri Electroplating : Cr, Cu, Ag, Ni, Zn dan industry yang lain (Totok Ardianto, 1998).

Beberapa proses dan teknologi yang telah ada dapat diaplikasikan dalam pengolahan air limbah yang mengandung logam berat dalam air limbah industry, seperti berikut ini :

1. Pengendapan, koagulasi dan flokulasi.
2. Proses pertukaran ion / resin penukar ion (Ion Exchange)
3. Proses Elektrokimia (oksidasi-reduksi)
4. Biosorbition (penyerapan dengan mikroorganisme/biologi)

Telah diketahui sejak lama bahwa bakteri, jamur mempunyai kemampuan dalam menyerap logam-logam berat seperti halnya jamur *Phanerochaete Chrysosporium* dapat menyerap ion logam berat seperti Cu²⁺, Co²⁺ dan Cr⁶⁺. Kemampuan jamur dalam mengikat ion logam disebabkan karena adanya senyawa potensial yang terkandung dalam dinding sel.(Sing, Cho and Yu, Jian, 1997).

Menurut Soeprijanto, biomassa dihasilkan dari laboratorium dengan menumbuhkan *Saccharomyces Cerevisiae* pada media cair yang terdiri atas yeast ekstrak, pepton dan dektrosa. Proses biosorpsi dilakukan dengan memperlakukan biomassa dengan non-treatment dan treatment. Pada proses treatment biomassa ditambahkan dengan larutan NaOH. Dalam proses batch biomassa sebanyak 4 gr/liter dicampur dengan larutan logam berat Cr (VI) sebesar 100 mg/liter dengan pH media 2 dan 6 dalam waktu 125 menit. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kapasitas biosorpsi maksimum dicapai sebesar 19,47 mg/gram pada pH dengan treatment, dan dengan non-treatment dapat dicapai sebesar 18,64 mg/gram pada pH yang sama. Kinetika biosorpsi pada ion logam Cr (VI) mengikuti persamaan reaksi orde I dengan nilai koefisien korelasi sekitar 0,98.

Phanerochaete Chrysosporium

Jamur merupakan mikroorganisme bersel banyak, hidup secara aerobik, nonfotosintetik kemoheterotrof dan termasuk eukariotik. Mikroba ini menggunakan senyawa organik sebagai substrat dan bereproduksi secara aseksual dengan spora. Kebutuhan metabolisme mereka sama seperti bakteri, namun membutuhkan lebih sedikit nitrogen dan dapat tumbuh dan berkembang biak pada pH rendah. Ukuran jamur lebih besar dari bakteri tapi karakteristik pengendapannya buruk. Oleh karena itu

mikroba ini tidak disukai dalam proses activated sludge.

Jamur pelapuk putih memproduksi enzim oksida ekstraseluler yang dapat mendegradasi polimer aromatic kompleks di alam yaitu lignin. Enzim tersebut mengandung peroksidase, lignin peroksidase (LiP) dan Mangan peroksidase (MnP)

Enzim pengoksidasi ini menyebabkan oksidasi 1 elektron pada senyawa aromatic dalam lignin. Kation radikal yang dihasilkan mudah dipengaruhi untuk oksidasi selanjutnya dengan adanya O_2 . Sistem ligninolitik ini sifatnya nonselektif sehingga senyawa aromatic yang lain juga dapat dioksidasi dan dibiodegradasi oleh jamur pelapuk putih. Contohnya Pentachlorophenol (PCP), dioxins, polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) dan zat warna azo (Azo dye).

Jamur pelapuk putih (White rot fungi) secara taksonomi dapat diklarifikasikan pada :

| | |
|-----------|-------------------|
| Phylum | : Fungi |
| Class | : Basidiomycota |
| Sub-class | : Hymenomycetes |
| Ordo | : Aphyllaphorales |
| Family | : Corticiaceae |
| Genus | : Phanerochaete |
| Species | : Chrysosporium |

Jamur pelapuk putih mempunyai kemampuan untuk mendegradasi warna dengan cara mengubah ikatan aromatic pewarna menjadi ikatan alifatik.

Phanerochaete chrysosporium pada suhu $39 - 40^{\circ}C$ mampu dengan cepat mendegradasi chlorophenol. Proses ini dilakukan pada kondisi steril dan semi steril pada suatu media cair. Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah suhu, waktu dan pH. Temperatur optimum yang mendukung pertumbuhan jamur ini adalah $39^{\circ}C$, dengan pH antara 4 – 5.

Karena mikroorganismenya termasuk aerobic, maka aktivitas biologisnya juga dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut dalam media (Sing, Cho and Yu, Jian, 1997).

LANDASAN TEORI

Adsorpsi adalah proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap. Pada dasarnya logam berat dalam air buangan dapat dipisahkan dengan berbagai cara yaitu cara fisika, kimia, biologi.

Biosorpsi merupakan proses yang terlibat dalam penyerapan logam, yang berlangsung cepat dan terjadi sama baiknya antara mikroorganismenya hidup dan mati. (Suhendra, 2004).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses biosorpsi antara lain (Soeprijanto, 2004)

1. pH

Pertumbuhan jamur *Phanerochaete chrysosporium* menggunakan pH 4- 5, bila dibawah 4 maka jamur *Phanerochaete chrysosporium* tidak dapat menyerap logam sedangkan diatas pH 5 kemampuan jamur menyerap logam berkurang.

2. Waktu

Biosorpsi oleh jamur dapat dicapai secara sempurna dalam waktu 150 menit, hal ini dipengaruhi oleh pH awal.

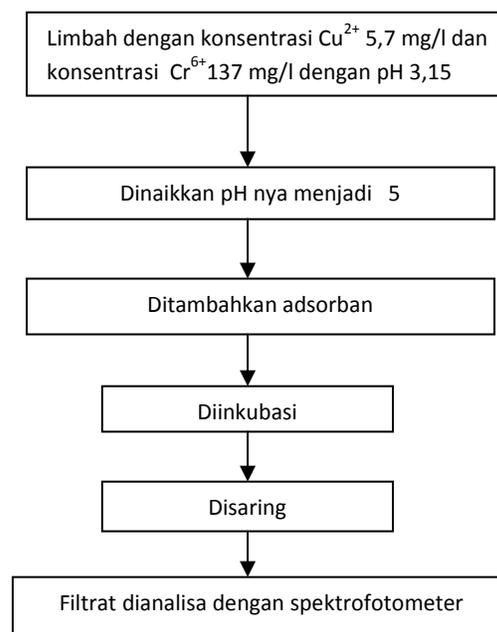
3. Suhu

Temperatur optimum yang mendukung pertumbuhan jamur adalah $39^{\circ}C$, jika suhu lebih dari $39^{\circ}C$ maka kemampuan jamur dalam menyerap logam berat akan berkurang (mati).

METODOLOGI PENELITIAN

Biosorpsi logam Cu (II) dan Cr (IV) pada limbah electroplating dengan menggunakan biomasa Phanerochaete Chrysosporium dilakukan dengan Limbah Elektroplating dengan konsentrasi ion Cu^{2+} 5,7 mg/liter dan konsentrasi ion Cr^{6+} 137mg/liter dengan pH 3,15 kemudian dinaikkan pH nya menjadi 5 dengan penambahan NaOH 0,1 N sebanyak 93,9 ml. kemudian ditambahkan dengan adsorban dan diinkubasikan selama waktu adsorpsi sesuai variabel. Larutan disaring filtrate dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer.

Diagram Alir penelitian :



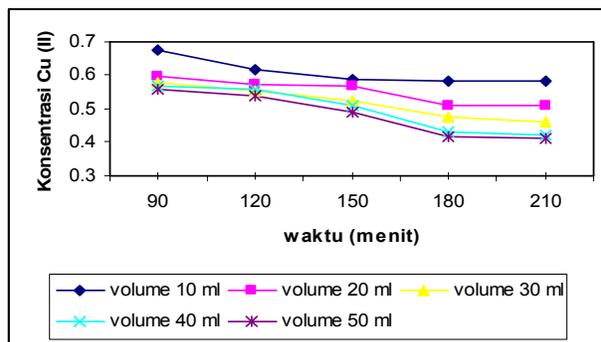
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan tentang penurunan kadar Cu^{2+} dan Cr^{6+} dengan menggunakan jamur *Phanerochaete chrysosporium* dengan variasi volume adsorban dan waktu adsorpsi adalah sebagai berikut:

Pengaruh Waktu Adsorpsi Terhadap Konsentrasi Cu (II)

Tabel 2. Hubungan antara waktu adsorpsi dengan konsentrasi Cu^{2+} yang didapat terhadap volume adsorban.

| Waktu (menit) | Konsentrasi Cu^{2+} | | | | |
|---------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Volume Adsorban | | | | |
| | 10 ml | 20 ml | 30 ml | 40 ml | 50 ml |
| 90 | 0,678 | 0,619 | 0,586 | 0,582 | 0,581 |
| 120 | 0,596 | 0,572 | 0,567 | 0,512 | 0,509 |
| 150 | 0,577 | 0,555 | 0,523 | 0,475 | 0,46 |
| 180 | 0,569 | 0,557 | 0,51 | 0,43 | 0,421 |
| 210 | 0,558 | 0,54 | 0,491 | 0,419 | 0,414 |



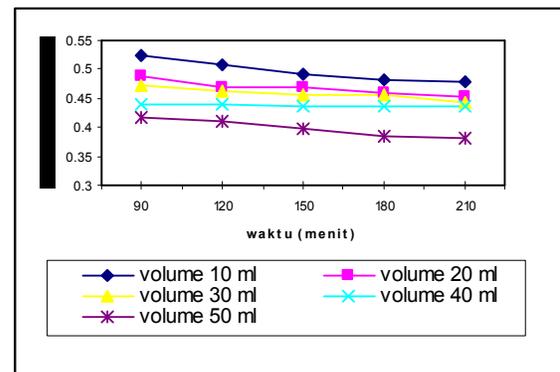
Gambar 1. Hubungan antara waktu adsorpsi dengan konsentrasi Cu^{2+}

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan semakin lama waktu adsorpsi dan semakin besar volume adsorban maka konsentrasi akhir Cu^{2+} yang diperoleh semakin kecil. konsentrasi Cu^{2+} yang didapat terhadap volume adsorban terlihat menurun dimana kondisi terbaik penyerapan logam Cu^{2+} adalah pada saat waktu 210 menit dan volume 50 ml dimana konsentrasi Cu^{2+} yang diperoleh adalah 0,414 mg/l. Hal ini disebabkan karena waktu kontak larutan semakin lama sehingga daya serap jamur terhadap logam Cu^{2+} semakin besar.

Pengaruh Waktu Adsorpsi Terhadap Konsentrasi Cr (VI)

Tabel 3. Hubungan antara waktu adsorpsi dengan konsentrasi Cr^{6+} yang didapat terhadap volume adsorban

| Waktu (menit) | Konsentrasi Cr^{6+} | | | | |
|---------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Volume Adsorban | | | | |
| | 10 ml | 20 ml | 30 ml | 40 ml | 50 ml |
| 90 | 0,523 | 0,507 | 0,492 | 0,483 | 0,48 |
| 120 | 0,487 | 0,47 | 0,468 | 0,459 | 0,451 |
| 150 | 0,473 | 0,462 | 0,456 | 0,455 | 0,442 |
| 180 | 0,441 | 0,439 | 0,437 | 0,436 | 0,435 |
| 210 | 0,418 | 0,409 | 0,397 | 0,385 | 0,381 |



Gambar 2. Hubungan antara waktu adsorpsi dengan konsentrasi Cr^{6+}

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan semakin lama waktu adsorpsi dan semakin besar volume adsorban maka konsentrasi akhir Cr^{6+} yang diperoleh semakin kecil. konsentrasi Cr^{6+} yang didapat terhadap volume adsorban terlihat menurun dimana kondisi terbaik penyerapan logam Cr^{6+} adalah pada saat waktu 210 menit dan volume 50 ml dimana konsentrasi Cr^{6+} yang diperoleh adalah 0,381 mg/l. Hal ini disebabkan karena waktu kontak larutan semakin lama sehingga daya serap jamur terhadap logam Cr^{6+} semakin besar.

KESIMPULAN

Hasil Penelitian pada waktu adsorpsi 210 menit dan volume adsorban 50 ml konsentrasi Cu^{2+} = 0,414 mg/l dan pada volume adsorban 50ml dan waktu 210 ml konsentrasi Cr^{6+} = 0,381 mg/l Jumlah ion berat Cu (II) dan Cr (VI) yang terserap akan semakin banyak dengan penggunaan biomassa yang semakin banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Prasetio, Imam, 1992, **Pengambilan Ion Logam Berat Dari larutan Secara Biosorpsi**, Media Teknik no.2 dan 3 tahun XIV, Hal 98 – 99.
- Sing, Cho and Yu, Jian, 1997, **Copper Adsorption and Removal From Water by Living mycelium of White Rot Fungi Phanerochaete Chrysosporium**, Water Research Volume 32, no.9, page 157 – 167.
- Suhendrayatna, 2001, **Heavy metal bioremoval by microorganism** :Literature Study, Institute for Science and Technology Studies-Chapter Japan, page 1 – 3.
- Soeprijanto, Achmad Elsony dan Eko Sulistyowati, 2004, **Kinetika Biosorpsi Ion Logam Berat Cr (VI) Menggunakan Biomassa Saccharomyces Cerevisiae** hal 1 -9.
- Totok Adiarto, Msi, 1998, **Teknik Penanganan logam Berat Secara Kimia**, Universitas Airlangga ,Surabaya, Jawa Timur, hal 223 – 229.
- Volesky, B, 1990, **Biosorption of Heavy Metals**, CRC Press Boston, page 1-7.