

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kromium merupakan salah satu elemen esensial yang tersebar luas di alam dan banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Kromium menempati posisi ke empat dari dua puluh sembilan elemen biologi yang penting dan berada pada posisi ke tujuh belas elemen non-gas. Kromium banyak ditemukan di hampir semua makhluk hidup baik pada manusia, hewan, dan tumbuhan, selain itu kromium juga ditemukan di udara, air dan tanah (Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants, 1974). Kromium berada pada golongan VIB pada tabel periodik, memiliki bilangan oksidasi mulai dari divalent ( $\text{Cr}^{2+}$ ) sampai hexavalent ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Kecepatan oksidasi  $\text{Cr}^{2+}$  bersifat relatif tidak stabil dibandingkan dengan  $\text{Cr}^{3+}$ , hanya  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{Cr}^{6+}$  merupakan logam yang memiliki bilangan oksidasi paling stabil yang ditemukan di alam (Zayed *et al.*, 1998). Di alam kromium tidak pernah ditemukan dalam bentuk logam tunggal tapi ditemukan dalam senyawa kromium yang berikatan dengan oksigen dan besi yang dikenal sebagai *kromit* ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) (Chandra dan Kulshreshtha, 2004). Logam kromium memiliki banyak manfaat diantaranya dapat digunakan sebagai bahan pelapis (*Plating*) peralatan rumah tangga dan pelapis mobil. Kromium dapat berikatan dengan logam lain membentuk *alloy* yang memiliki banyak fungsi, misalnya kromium berikatan dengan besi akan menghasilkan baja anti karat, kromium berikatan dengan molibdinum dapat berfungsi sebagai alat pemotong. Logam kromium dapat dibentuk menjadi senyawa khromat dan dikhromat yang sering digunakan oleh bidang litografi, tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, zat warna dan masih banyak manfaat lainnya. (Palar, 2008).

Selain dampak positif dari kromium yang digunakan dalam kehidupan manusia, kromium juga memiliki dampak negatif apabila kromium digunakan secara berlebihan, kromium akan mengakibatkan keracunan akut. Dampak lain yang ditimbulkan seperti kanker paru-paru (Palar, 2008), gagal ginjal, anemia, alergi kulit, asma dan kanker perut (Agensi for Toxic Substances and Disease Registri, 2002 dalam Eliopoulus *et al.* 2012) selain itu bisa berdampak juga

kepada mutagenik dan kersinogenik (Kaszycki *et al.*, 2005). Pada tanaman konsentrasi kromium yang berlebihan mengakibatkan terganggunya proses metabolisme tanaman, terjadinya gejala klorosis dan nekrosis (Panda dan Choudhury, 2005). Kromium pada tanaman juga dapat menyebabkan terganggunya proses fotosintesis, fiksasi CO<sub>2</sub>, transpor elektron, fotofosforilasi dan aktivitas enzim (Shanker *et al.*, 2005).

Penggunaan kromium yang berlebihan dalam kehidupan sehari-hari akan menjadi bahan pencemar bagi lingkungan. Salah satu sumber pencemaran dari logam kromium ialah dari limbah hasil produksi penyamakan kulit. Industri penyamakan kulit banyak menggunakan kromium sebagai bahan penyamak dengan alasan kromium memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks yang stabil dengan materi organik dan kelompok amino sehingga kulit hasil penyamakan dengan kromium lebih berkualitas bagus (Chandra dan Kulshreshtha, 2004).

Menurut perkiraan, di India dalam satu tahun kromium sulfat yang digunakan untuk penyamakan kulit sebanyak 32 ton dan sebanyak 2000-3200 ton limbah kromium yang dikeluarkan ke lingkungan. Limbah penyamakan kulit mengandung kromium sangat tinggi dengan kadar limbah cair yang mengandung krom 1500 – 3000 ppm (Suresh *et al.*, 2001 dalam Aravindhan, *et al.*, 2004), sedangkan limbah penyamakan kulit sebelum dibuang ke sungai diberi perlakuan dengan teknik yang lebih maju menghasilkan limbah dengan konsentrasi krom cair 500 – 1000 ppm (Friberg *et al.*, 1980 dalam Aravindhan, *et al.*, 2004). Di Indonesia, pencemaran logam kromium terjadi di sentra industri penyamakan kulit, diantaranya di Sukaregang Garut. Total limbah yang dihasilkan dari 330 usaha kecil di Sukaregang Garut menghasilkan limbah sebanyak 6000 m<sup>3</sup> perhari (Adiprima, 2011). Baku mutu limbah kromium total yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 03 Th. 2010 mengenai baku mutu air limbah bagi kawasan industri adalah 0,5 ppm. Menurut Barros *et al.* (2002), pengendapan limbah efektif dilakukan pada pH 8 dengan konsentrasi akhir kromium adalah 18 ppm, sedangkan menurut Sunaryo *et al.* (1994) efektif pada pH 9, akan tetapi, proses tersebut masih menyisakan konsentrasi kromium di atas baku mutu.

Limbah yang dihasilkan dari produksi penyamakan kulit sangatlah berbahaya apabila langsung dibuang ke lingkungan dalam keadaan konsentrasi limbah diatas baku mutu air limbah industri yang dapat dibuang ke lingkungan. Pengolahan limbah menggunakan metode fisika dan metode kimia sudah banyak digunakan oleh industri penyamakan kulit, namun biaya pengolahan limbah menggunakan metode fisika dan metode kimia memerlukan biaya yang mahal dan kurang efektif. Salah satu metode pengolahan limbah yang lebih murah ialah menggunakan pengolahan limbah secara biologi. Pengolahan limbah secara biologi sendiri yang digunakan ialah pemanfaatan tumbuhan untuk menyerap bahan pencemar seperti logam berat kromium. Fitoremediasi adalah proses untuk menyerap, mengambil, mengubah dan melepaskan kontaminan dari satu medium ke medium lainnya (Mangkoediharjo dan Samudro, 2010). Masing-masing tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam proses penyerapan limbah tersebut, unuk itu perlu dilakukan seleksi tanaman agar dapat mengetahui tanaman mana yang dapat bertahan dalam limbah penyamakan kulit. Pada penelitian ini tanaman yang akan digunakan ialah *Typha latifolia*, *Equisetum hyemale*, *Cyperus haspan*, *Typhonodorum lindleyanum*, *Zantheschia aethiopica*, *Echinodorus palefolius*, *Nymphaea sp.* *Vetiveria zizaionides*, *Spirodela polirrhiza*, dan *Eichornia crasipes*.

Dari penelitian sebelumnya, *Vetiveria zizanioides* sangat baik untuk meremediasi kromium, bahkan di Thailand sudah banyak dibudidayakan. Tanaman ini dapat menyerap kromium dengan disimpan pada akar (Troung, 2000). Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Janngam *et al.* (2010) menjelaskan bahwa *Vetiveria zizanioides* dapat tumbuh 100% dengan baik pada tanah yang tercemar kromium. *Spirodela polyrrhiza* memiliki kemampuan penyerapan logam berat kromium lebih tinggi dibandingkan gulma air lainnya, begitu juga mampu menyimpan banyak dalam akar (Sugiyanto dan Nurhidayat, 1991). *Eichornia crasipes* pada penelitian yang dilakukan oleh Puspita *et all*, (2011) mampu menurunkan kandungan kromium sebanyak 49,56%. Sementara *Echinodorus palefolius* menurut penelitian yang dilakukan Malik, (2014) mampu menyerap logam kromium sebanyak 9,64 gr dibandingkan *Zantheschia aethiopica*. *Equisetum hyemale* dapat menurunkan kadar kromium hingga 61,2%

pada limbah *leachate* sampah (Anam *et al*, 2013). *Typha latifolia* memiliki kapasitas tinggi untuk mengambil logam berat ke dalam tubuhnya (Mc Naughton, (1974 dalam Sasmaz *et al*, 2008). *Nymphaea sp.* dapat mengurangi kandungan kromium dari limbah cair *elektroplating* sebanyak 2,119 mg dari 10 mg dengan penyimpanan terbanyak di akar kemudian daun dan tangkai (Choo *et al*, 2006). *Cyperus haspan* digunakan dalam penelitian penurunan air limbah lindi menggunakan media *subsurface constructed wetland* sangat efektif dalam menurunkan kandungan logam dengan prosentasi 29-89,4%. Hal itu menguatkan bahwa *Cyperus haspan* memiliki kemampuan penyisihan logam tinggi (Akinbile *et al*, 2012). *Typhonodorum lindleyanum* merupakan salah satu tanaman hias yang berpotensi sebagai agen fitoremediasi di taman buangan air limbah di Bali yang belum banyak diungkap manfaatnya (Irawanto, 2010).

Penggunaan tanaman dalam meremediasi limbah masih memiliki kekurangan terhadap waktu yang diperlukan oleh tanaman untuk menurunkan tingkat toksisitas limbah tersebut. Pada tahun 2013 telah dilakukan penelitian mengenai potensi tanaman *Pontederia lanceolata*, *Echinodorus palefolius* dan *Zantheschia aethopica* sebagai agen fitoremediator logam krom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga tanaman tersebut berpotensi sebagai agen fitoremediasi dan masing-masing tanaman dapat menurunkan 99% kandungan logam krom pada limbah penyamakan kulit dalam periode 60 hari. Sebagai tindak lanjut dari penelitian tersebut kemudian dilakukan penelitian untuk membandingkan pengaruh faktor sirkulasi terhadap efisiensi penyerapan logam. Hasil kajian menunjukkan bahwa dengan sistem air tergenang (*wetland contruction*) efisiensi penyisihan logam krom sebesar 99% untuk periode retensi 60, sedangkan menggunakan sirkulasi sistem penyisihan 73% dapat dicapai dalam periode 27 hari (Surakusumah *et al*, 2013)

Berdasarkan permasalahan diatas, maka diperlukan solusi yang lebih murah dan efektif dalam meremediasi limbah, salah satunya dengan melakukan modifikasi terhadap metode fitoremediasi yang bertujuan menurunkan waktu retensi dan meningkatkan efektivitas. Salah satu rekayasa yang dapat dilakukan adalah dengan mengabungkan beberapa tanaman dalam satu reaktor dan perlakuan sirkulasi air yang bertujuan meningkatkan efisiensi penyerapan dan

menurunkan waktu retensi. Diharapkan dengan proses rekayasa pada pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit tersebut penyisihan logam krom lebih efektif dengan waktu yang lebih singkat dan air hasil pengolahan dapat dibuang kelingkungan dengan konsentrasi air limbah sudah berada di bawah baku mutu air limbah industri.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah pada penelitian yang dilakukan adalah “bagaimanakah efektivitas penyisihan konsentrasi kromium pada limbah cair penyamakan kulit sukaregang Garut menggunakan fitoremediasi dengan sistem sirkulasi?”

## **C. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut dikemukakan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Tanaman manakah yang dapat bertahan hidup pada limbah penyamakan kulit berdasarkan fisiologi tanaman (persentase kematian tanaman akibat klorosis dan nekrosis)?
2. Bagaimana efektivitas remediasi limbah penyamakan kulit menggunakan persatu tanaman yang mampu bertahan hidup dalam limbah penyamakan kulit terhadap penurunan pH, salinitas, turbiditas, BOD dan krom total limbah dengan menggunakan sistem genang?
3. Bagaimana efektivitas dan retensi waktu fitoremediasi limbah penyamakan kulit menggunakan kombinasi tanaman terhadap penurunan kadar BOD, krom total, krom <sup>6+</sup>, salinitas dan turbiditas menggunakan sistem sirkulasi?

## **D. Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi agar tidak meluas dalam pelaksanaannya dan diuraikan sebagai berikut :

1. Sampel tanaman dan tanah yang digunakan berasal dari Cihideung-Lembang Bandung Jawa Barat.

2. Tanaman yang digunakan untuk diseleksi adalah *Typha latifolia*, *Equisetum hyemale*, *Cyperus haspan*, *Typhonodorum lindleyanum*, *Zantheschia aethiopica*, *Echinodorus palefolius*, *Nymphaea sp.*, *Vetiveria zizaionides*, *Spirodela polirrhiza*, dan *Eichornia crasipes*.
3. Efektivitas adalah persentase penurunan atau peningkatan parameter penelitian agar dapat dibuang ke lingkungan setelah memenuhi standar baku mutu air limbah.
4. Retensi adalah waktu yang diperlukan oleh tanaman untuk dapat meremediasi air limbah penyamakan kulit hingga dapat mencapai standar baku mutu air limbah industri yang dapat dibuang ke lingkungan.
5. Akumulasi adalah peristiwa penumpukan logam-logam berat dan senyawa kimia beracun lainnya pada tubuh tanaman.
6. Penyisihan krom adalah penurunan kadar krom pada air limbah penyamakan kulit setelah mengalami proses remediasi dalam fitoreaktor sistem alir.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar kromium limbah penyamakan kulit Sukaregang Garut menggunakan fitoremediasi dengan sistem sirkulasi.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Untuk memberikan alternatif metode pengolahan limbah penyamakan kulit yang lebih efektif dan murah.
2. Untuk memberikan alternatif metode pengolahan limbah penyamakan kulit yang ramah lingkungan serta dapat digunakan oleh industri kecil maupun industri besar.

## G. Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menurut Alvares *et al* (2008) *Typha latifolia* dapat menyerap beberapa logam berat diantaranya Cr dalam konsentrasi logam berat yang tinggi dan lebih banyak disimpan didalam akar
2. *Cyperaceae* berpotensi sebagai *Phytoextraktor* dan penstabilan kembali lahan tercemar (Schachtschneider *et al*, 2010)
3. *Cyperaceae*, *Poaceae* berpotensi sebagai tanaman hiperakumulator (Juhaeti *et al.*, 2004)
4. Kombinasi tanaman menggunakan sistem sirkulasi menurunkan kandungan limbah pencemar dalam waktu yang lebih cepat dibandingkan menggunakan sistem genang (Surakusumah *et al*, 2013).