

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian dimana variabel yang hendak diteliti (variabel terikat) kehadirannya sengaja ditimbulkan dengan memanipulasi menggunakan perlakuan sesuai dengan kebutuhan serta adanya kontrol sebagai pembanding (Nazir, 2014). Adapun yang menjadi objek pada penelitian ini adalah variasi biomassa tanaman pada sirkulasi sistem vertikal.

B. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair kromium penyamakan kulit CV Hade Production di Kec. Sukaregang, Kab. Garut (Gambar 3.1) dan bibit tanaman yang didapatkan dari pabrik minyak akar wangi di Kec. Samarang, Kab. Garut. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah dan tanaman.



Gambar 3.1. (Lokasi pengambilan sampel limbah di CV Hade Production di Kec. Sukaregang Kab. Garut.
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2016)

C. Desain Penelitian

Pada penelitian ini digunakan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari kontrol (sirkulasi sistem vertikal tanpa tanaman) dan 3 perlakuan berupa jumlah biomassa tanaman yang berbeda pada setiap sirkulasi

Resa Regianti, 2016

EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI KROMIUM (Cr) PADA LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT DENGAN TANAMAN *Vetiveria zizanioides*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

sistem vertikal yaitu 200gr, 400gr dan 800gr. Tanaman *Vetiveria zizanioides* yang digunakan berumur 12 minggu dan dilakukan sirkulasi selama 10 hari. Pada penelitian ini pemberian perlakuan dilakukan sebanyak enam kali pengulangan sesuai dengan rumus menurut Gomez & Gomez (1995) yaitu :

$$t(r-1) \geq 15$$

$$3(r-1) \geq 15$$

$$3r-3 \geq 15$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 6$$

Keterangan : t = perlakuan ; r = replikasi (Gomez & Gomez, 1995).

Parameter yang diamati dalam penelitian ini ada dua macam yaitu parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama yang diukur adalah kandungan kromium pada limbah cair industri penyamakan kulit. Parameter pendukung dilakukan pengujian dan analisis pada air limbah dan tanaman. Pengujian yang dilakukan pada air limbah diantaranya kandungan oksigen (*Dissolved Oxygen*) (mg/L), pH, suhu (°C), salinitas (g/100g), dan kekeruhan (NTU). Parameter pendukung juga dilakukan pada tanaman sebelum dan sesudah perlakuan, diantaranya pengujian kandungan kromium dan kandungan klorofil, penimbangan berat kering dan berat basah, serta pengamatan anatomi tanaman.

D. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan terhitung sejak bulan Februari hingga Mei 2016. Untuk *design experiment* dilakukan di rumah kaca Kebun Botani Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Untuk Pengujian kandungan klorofil, pengamatan anatomi tanaman, dan penimbangan berat basah serta berat kering tanaman dilakukan di laboratorium riset Gedung B Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia, sedangkan untuk uji analisis kandungan kromium pada sampel air menggunakan metode AAS/SNI 066989.17-2009 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (PUSLITBANG

tekMIRA). Untuk pengujian kandungan kromium pada tanaman dilakukan di laboratorium Kimia Universitas Padjajaran.

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap. Secara garis besar tahapan-tahapan tersebut terbagi kedalam dua kelompok yaitu : tahap pra-penelitian, dan penelitian.

1. Tahap Pra-penelitian

Pada tahap pra-penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa kegiatan yaitu penyiapan alat dan bahan yang akan digunakan, penanaman bibit tanaman *Vetiveria zizanioides*, pretreatment limbah, optimasi konsentrasi limbah untuk fitoremediasi, dan pembuatan sirkulasi sistem vertikal.

a. Penanaman Bibit Tanaman *Vetiveria zizanioides*

Bibit tanaman berasal dari pabrik penyulingan minyak akar wangi di kecamatan Samarang kabupaten Garut. Sebelum ditanam, bibit yang berupa bongol dipotong-potong menjadi beberapa bagian kecil kemudian ditanam pada polibeg yang berisi tanah gembur sebanyak 2 kg. Polibeg yang telah ditanami bibit *Vetiveria zizanioides* kemudian disimpan pada tempat yang memiliki intensitas cahaya yang cukup. Penyiraman tanaman dilakukan setiap dua hari sekali. Tujuan dari penggunaan tanaman *Vetiveria zizanioides* yang ditumbuhkan dari bibit secara langsung adalah untuk memastikan umur tanaman yang akan digunakan di dalam penelitian.

b. Pretreatment Limbah

Sebelum dilakukan penelitian, limbah terlebih dahulu dilakukan pretreatment dengan menggunakan bahan kimia yang bertujuan untuk mengurangi jumlah konsentrasi kromium yang terkandung di dalam limbah tersebut. Kromium biasanya melarut dalam asam klorida atau asam sulfat yang membentuk larutan $(Cr(H_2O)_6)^{2+}$ dengan warna larutan biru langit (Asmadi & Oktiawan, 2009). Langkah pertama yang dilakukan adalah limbah disaring dahulu dari kotoran seperti bulu dan lain-lain, kemudian digoyang-goyang selama 20 menit hal ini bertujuan supaya limbah menjadi homogen sebelum diberikan perlakuan. Langkah selanjutnya adalah limbah

ditambahkan dengan Natrium Hidroksida (NaOH) sebanyak 15 gr/L sampai pH menjadi 8. Setelah ditambahkan NaOH limbah didiamkan selama 24 jam untuk menghasilkan endapan kromium (III) (Suherman, 2008). Hasil yang didapatkan setelah didiamkan selama 24 jam adalah terbentuk dua lapisan berupa larutan bening (supernatan) dan endapan kromium (pelet). Larutan bening yang terbentuk masih mengandung konsentrasi kromium yang cukup tinggi, sehingga diperlukan tahap optimasi konsentrasi limbah untuk proses fitoremediasi yang masih dapat ditoleransi oleh tanaman.

c. Optimasi Konsentrasi Limbah untuk Fitoremediasi

Optimasi konsentrasi limbah dilakukan dengan cara memberikan variasi konsentrasi limbah yakni 25 %, 50 %, 75% dan 100 % limbah pada masing-masing tanaman dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Optimasi limbah ini dilakukan selama dua minggu. Hal ini bertujuan untuk mencari pada konsentrasi limbah mana tanaman mampu hidup secara optimal. Berdasarkan hasil optimasi konsentrasi limbah tersebut, pada konsentrasi limbah 25% tanaman uji tidak menunjukkan adanya kematian, sehingga konsentrasi yang digunakan pada proses penelitian ini adalah konsentrasi 25%.

d. Pembuatan Sirkulasi Sistem Vertikal

Sirkulasi sistem vertikal dibuat menyerupai dengan hidroponik, pertamanya kayu dipotong dan dihaluskan sepanjang 1,5 m menggunakan gergaji kemudian disatukan menggunakan baut. Kayu ini berfungsi sebagai rak tempat menyimpan sistem sirkulasi. Untuk sistem sirkulasi terbuat dari paralon yang dipotong sepanjang 1 m. Setelah dipotong paralon ditempatkan pada rak kayu sebanyak tiga unit. Paralon ditempatkan menggunakan webing pada rak kayu yang telah dibuat. Satu sistem sirkulasi vertikal terdiri dari tiga paralon dengan panjang masing-masing 1 m. Paralon-paralon tersebut diisi dengan sabut kelapa sebagai medium tempat *Vetiveria zizanioides* tumbuh. Satu sistem sirkulasi vertikal menggunakan 1,8 kg sabut kelapa. Setiap paralon dihubungkan dengan menggunakan paralon yang lebih kecil pada paralon berikutnya. Pompa yang digunakan pada sirkulasi sistem vertikal ini

adalah merk vosso 3500 yang memiliki daya 28 W. Berikut ini adalah gambar sirkulasi sistem vertikal yang telah dibuat :



Gambar 3.2 Sirkulasi Sistem Vertikal
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2016)

2. Tahap Penelitian

Pada tahap penelitian dibagi menjadi empat tahap penelitian, yaitu aklimasi tanaman pada sirkulasi sistem vertikal, pemberian perlakuan, pengujian kromium pada limbah cair, dan pengujian parameter pendukung untuk kualitas air dan potensi dari tanaman. Berikut ini akan dijelaskan setiap tahapan yang dilakukan:

a. Aklimasi Tanaman

Aklimasi tanaman dilakukan dengan cara memindahkan tanaman dari polibeg ke dalam sirkulasi sistem vertikal. Air yang digunakan selama aklimasi ini adalah air sumur yang telah diberikan pupuk hidroponik. Pemberian pupuk hidroponik ini bertujuan untuk memberikan nutrisi pada tanaman *Vetiveria zizanioides* selama ditempatkan pada sirkulasi sistem vertikal, jumlah pupuk yang diberikan adalah 10 ml untuk 1 liter air. Air sumur disirkulasi selama 2 minggu. Setelah disirkulasi tanaman ditimbang kemudian ditempatkan kembali pada sirkulasi sistem vertikal untuk dilakukan penelitian.

b. Pemberian Perlakuan

Pemberian perlakuan dilakukan dengan menempatkan *Vetiveria zizanioides* yang telah diaklimasi dan ditimbang pada sirkulasi sistem

vertikal. Air yang digunakan pada sirkulasi sistem vertikal adalah limbah cair penyamakan kulit yang telah dilakukan pretreatment dan pengenceran terlebih dahulu. Pemberian perlakuan dengan sirkulasi sistem vertikal ini dilakukan selama 10 hari.

c. Pengujian Kromium pada Limbah Cair

Tahap ini dilakukan untuk melihat efektivitas penyisihan kromium (Cr) pada limbah cair yang telah disirkulasi pada sirkulasi sistem vertikal. Pengujian Cr total air dilakukan menggunakan AAS dengan metode SNI No. 06-6989.17.2004. Hal yang pertama kali dilakukan yaitu membuat larutan contoh pengujian dan larutan baku kromium. Pembuatan larutan contoh pengujian dengan cara contoh uji sebanyak 100 ml yang sudah dikocok sampai homogen dimasukkan ke dalam gelas piala, lalu ditambahkan 5 ml asam nitrat. Campuran larutan dipanaskan dipemanas listrik sampai larutan contoh uji hampir kering. Air suling ditambahkan sebanyak 50 ml pada larutan contoh uji, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml melalui kertas saring dan ditambahkan air suling hingga 100 ml. Pembuatan larutan baku Cr dibuat untuk dijadikan pembanding. Larutan baku Cr dibuat dengan cara mengencerkan larutan baku induk dengan kadar 1000 mg/l menjadi larutan baku Cr konsentrasi 100 mg/l. pengenceran dilakukan dengan cara 10 ml larutan induk Cr dipipet ke dalam labu ukur 100 ml lalu air suling ditambahkan hingga tanda tera. Larutan baku Cr kadar 100 mg/l diencerkan kembali menjadi larutan baku Cr 10 mg/l. larutan baku Cr konsentrasi 100 mg/l dipipet sebanyak 50 ml ke dalam labu ukur 500 ml lalu air suling ditambahkan hingga tanda tera. Larutan baku Cr konsentrasi 10 mg/l diencerkan kembali menjadi 0 mg/l ; 0,2 mg/l ; 0,5 mg/l ; 1 mg/l ; 2 mg/l ; 3 mg/l ; 4 mg/l dan 5 mg/l. Kandungan Cr total dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Cr (mg/l)} = C \times fp$$

Keterangan:

C : konsentrasi yang didapatkan hasil pengukuran (mg/l)

fp : faktor pengenceran

d. Pengujian Parameter Pendukung untuk Kualitas Air dan Potensi Tanaman

1) Kualitas Air

Untuk melihat kualitas air dilakukan beberapa pengujian parameter pendukung pada limbah cair penyamakan kulit. Parameter tersebut diantaranya adalah kandungan oksigen (*Dissolved Oxygen*) (mg/L), Derajat keasamaan (pH), suhu (°C), salinitas (g/100g), dan kekeruhan (NTU). Untuk pengujian kandungan oksigen (DO) dan suhu dilakukan dengan menggunakan alat DO meter digital. Parameter selanjutnya adalah derajat keasamaan (pH) yang diukur dengan menggunakan alat pH meter. Kemudian untuk pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan alat handrefractometer. Parameter terakhir yang diukur adalah kekeruhan yang dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat turbidimeter.

2) Kandungan Kromium pada Tanaman

Pengujian Cr total tanaman dilakukan dengan menggunakan AAS. Langkah pertama yang dilakukan adalah tanaman dipanaskan di dalam oven dengan suhu 80°C hingga tanaman mencapai berat kering dan konstan. Kemudian setiap tanaman yang telah kering diabukan dalam furnace dengan suhu 600°C selama 8 jam. Setelah proses pengabuan tanaman didestruksi menggunakan HNO₃ pekat (65%) dan aquades 5 ml. langkah selanjutnya yaitu penguapan diatas heater hingga volume sampel menjadi 1 ml kemudian sampel ditambahkan aquades hingga tanda batas 25 ml. sampel selanjutnya diukur menggunakan AAS. Hasil yang didapat AAS dianalisis menggunakan rumus

$$Cy' = Cy X \frac{v}{w}$$

Keterangan:

- Cy' = Kandungan kromium pada jaringan (µg/g)/ppm
- Cy = Konsentrasi kromium terukur pada AAS (µg/ml)
- V = Volume pengenceran (ml)
- W = Berat kering tanaman

3) Kandungan Klorofil

Untuk pengujian kandungan klorofil dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer. Prinsip dari alat spektrofotometer ini adalah adanya hubungan antara penyerapan cahaya dengan konsentrasi larutan. Pada spektrofotometer digunakan cahaya monokromatik untuk menentukan konsentrasi zat pada suatu larutan. Daun tanaman sebelum dan sesudah perlakuan diambil masing-masing 1 gr kemudian dirajang kecil-kecil dan di ekstrak dengan menggunakan alkohol 95%. Ekstrak yang telah didapat disaring dengan menggunakan kertas saring. Ekstrak klorofil dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 5 ml. Kemudian Absorbansi diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 649nm dan 665nm. Penentuan kadar klorofil ditentukan dengan rumus berikut :

$$\text{Klorofil total (mg/L)} = 20,2 \cdot \text{OD}_{649} + 6,02 \cdot \text{OD}_{665}$$

Keterangan :

OD = Optica density

F. Analisis Data

Pada masing-masing tahapan dilakukan analisis data untuk mendapatkan hasil sebagai penarikan kesimpulan untuk landasan tahap selanjutnya. Analisis data permasing-masing variabel akan dihitung efektivitas penurunan dari setiap variabel yang diamati.

1. Efektivitas

Data hasil pengukuran variabel akan dianalisis tingkat kenaikan atau penurunan yang didapatkan dengan menggunakan rumus efektivitas. Efektivitas penurunan konsentrasi kromium merupakan tingkat keberhasilan tanaman *Vetiveria zizanioides* (akar wangi) dalam menurunkan konsentrasi Kromium pada limbah cair penyamakan kulit. Adapun rumus efektivitas adalah sebagai berikut :

$$Ef = \frac{AC - AB}{AC} \times 100\%$$

Keterangan :

Ef = Efektivitas (%)

AC = Konsentrasi kromium Awal pada limbah (mg/L)

AB = Konsentrasi kromium Akhir pada limbah (mg/L)

Secara umum efektivitas penurunan konsentrasi Kromium pada limbah cair penyamakan kulit yang dilakukan pada sirkulasi sistem vertikal terdiri dari tiga tahap yaitu:

- Proses kimiawi dengan menambahkan NaOH pada limbah cair untuk menurunkan konsentrasi Kromium dengan cara pengendapan,
- Proses fisika dengan menggunakan media tanam berupa sabut kelapa yang dapat mengadsorpsi Kromium pada limbah cair, dan
- Proses biologi dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* sebagai agen fitoremediasi.

2. Standar Baku Mutu

Standar baku mutu yang digunakan untuk menjadi pembanding dari berbagai hasil pengujian adalah Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kawasan Industri Penyamakan Kulit.

Tabel 3.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Parameter	Proses Penyamakan Menggunakan Krom	
	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
BOD	150	10,5
COD	300	21,0
TSS	150	10,5
Krom Total (Cr)	2,0	0,14
Minyak & Lemak	5,0	0,35
Amonia Total (N)	10,0	0,70
Sulfida (sebagai H ₂ S)	1,0	0,07
pH	6,0 - 9,0	
Debit limbah maksimum	70 m ³ ton bahan baku	

Sumber : Kep 51/Menlh/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.

3. Analisis Statistik

Untuk menganalisis data digunakan program SPSS 16 for Windows. Tahap pengujiannya pertama dilakukan uji homogenitas dengan *Test of Homogeneity of*

Resa Regianti, 2016

EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI KROMIUM (Cr) PADA LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT DENGAN TANAMAN *Vetiveria zizanioides*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Variances (Levene Statistic) setelah itu dilakukan uji normalitas menggunakan *Test of Normality (Kolmogorov-Smirnov)*. Karena hasil data yang dilakukan tidak terdistribusi normal dan tidak homogen maka pengolahan data dilanjutkan dengan uji *Kruskall Wallis* dan uji *Mann-Whitney*.

G. Alur Penelitian

