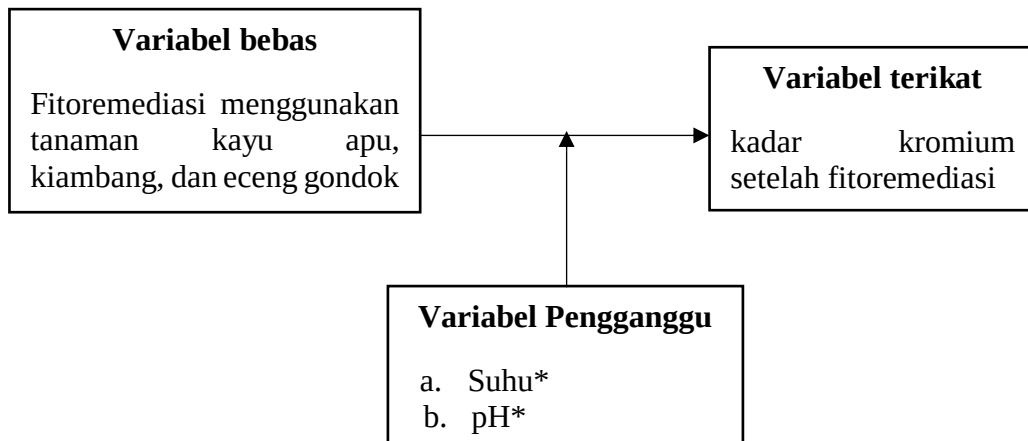


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Keterangan:

* : Diukur tapi tidak dianalisis

Gambar 3.1 Kerangka Konsep

B. Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan kadar kromium (Cr) sebelum dan sesudah penerapan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu, kiambang, dan eceng gondok pada limbah cair penyamakan kulit.

H_1 : Terdapat perbedaan kadar kromium (Cr) sebelum dan sesudah penerapan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu, kiambang, dan eceng gondok pada limbah cair penyamakan kulit.

C. Variabel Penelitian

Variabel adalah suatu yang menjadi objek pengamatan penelitian, sering juga disebut faktor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan

diteliti. Berdasarkan hubungan antarvariabel penelitian, jenis variabel yang akan dilakukan dalam penelitian sebagai berikut (Purwanza et al., 2022).

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi penyebab atau memiliki kemungkinan teoritis berdampak pada variabel lain. Variabel bebas pada penelitian ini adalah tanaman kiambang, kayu apu, dan eceng gondok. Konsentrasi limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 40% dan waktu fitoremediasi dilakukan selama 7 hari berdasarkan survei pendahuluan bahwa pada hari ke-8 tanaman daun kayu apu mulai layu sementara tanaman kiambang dan eceng gondok masih terlihat segar. Meskipun demikian, waktu tinggal fitoremediasi diberhentikan pada hari ke-7 untuk menjaga kesetaraan perlakuan antartumbuhan.

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang disebabkan oleh adanya perubahan variabel lainnya. Variabel terikat menjadi persoalan pokok bagi peneliti yang selanjutnya menjadi objek penelitian. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar kandungan kromium limbah cair penyamakan kulit setelah perlakuan fitoremediasi.

3. Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu adalah variabel yang mengganggu terhadap hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Variabel pengganggu dalam penelitian ini adalah suhu dan pH.

D. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

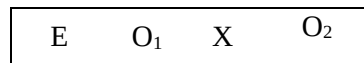
Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel bebas					
Fitoremediasi dengan tumbuhan air	Proses menghilangkan logam berat kromium pada limbah cair penyamakan kulit menggunakan tumbuhan air	Timbangan digital	Menimbang seberat ± 300 gram tumbuhan air yang ditentukan: 0. Kontrol 1. Kayu apu 2. Kiambang 3. Eceng gondok	gram	Nominal
Variabel Terikat					
Kromium	Jumlah logam kromium yang terdapat di dalam limbah cair penyamakan kulit setelah fitoremediasi	<i>Atomic Absorption Spectrophotometer Flame</i>	Sampel limbah diambil kemudian dimasukan ke dalam botol ukuran 1 liter dan dilakukan pengujian di laboratorium	mg/L	Rasio

E. Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen quasi eksperimental dengan rancangan *pre and post test*. Menurut Setiyono dan Gustaman (2017) rancangan penelitian yang dipakai adalah dengan suatu perlakuan dan pengendalian variabel, namun tidak semua variabel mampu dikendalikan dan dimanipulasikan secara relevan. Pengukuran kadar kromium dilakukan pada kelompok kontrol dan kelompok setelah perlakuan dengan 3 variasi jenis tanaman. Namun, kadar kromium diukur di luar kontrol untuk

mengetahui kadar awal kromium yang terkandung pada limbah cair penyamakan kulit.

Rancangan penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.2 Rancangan Penelitian

Keterangan:

E = kelompok eksperimen (variasi jenis tanaman kayu apu, kiambang, dan eceng gondok)

O₁ = *pre-test* (sebelum perlakuan)

O₂ = *post-test* (setelah perlakuan)

X = perlakuan terhadap kelompok eksperimen

F. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair penyamakan kulit yang tertampung di kolam pengendapan salah satu industri penyamakan kulit yang berada di kawasan Sukaregang, Kabupaten Garut.

2. Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair penyamakan kulit yang berada di kolam pengendapan. Pengambilan limbah cair penyamakan kulit dilakukan dengan *grab sampling* berdasarkan SNI 6989.59.2008. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan wadah bertangkai panjang. Sebelum digunakan wadah

dibilas sebanyak 3x menggunakan sampel limbah. Sampel diambil dan dimasukkan ke dalam jerigen.

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan dan 1 kontrol yaitu:

- a. Fitoremediasi tanpa tumbuhan dengan limbah cair penyamakan kulit (kontrol).
- b. Fitoremediasi menggunakan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) seberat ± 300 gr dengan limbah cair penyamakan kulit.
- c. Fitoremediasi menggunakan tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*) seberat ± 300 gr dengan limbah cair penyamakan kulit.
- d. Fitoremediasi menggunakan tumbuhan eceng gondok (*Ecchornia crassipes*) seberat ± 300 gr dengan limbah cair penyamakan kulit.

Untuk mengetahui jumlah replikasi yang akan digunakan dalam sampel penelitian menggunakan rumus Federer dengan perhitungan sebagai berikut (Gaspersz dan Fitrihidajati, 2022):

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

keterangan: t = jumlah perlakuan

n = jumlah pengulangan pada tiap perlakuan

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

$$3n - 3 \geq 15$$

$$3n \geq 18$$

$$n \geq 6$$

Berdasarkan perhitungan di atas, jumlah replikasi sampel sebanyak 6 replikasi atau 6 pengulangan. Maka sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 18 sampel ditambah 6 sampel replikasi kontrol sehingga total sampel sebanyak 24 sampel.

Tabel 3.2 Rancangan Replikasi Perlakuan

	Kontrol	<i>Post-test</i>		
		Kayu apu	Kiambang	Eceng gondok
Replikasi	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
	5	5	5	5
	6	6	6	6
Total sampel	6	18		

Jumlah sampel limbah cair pada tiap perlakuan sebanyak 3 liter (Yanti dan Simanjuntak, 2024), sehingga sampel limbah yang dibutuhkan adalah sebanyak 72 liter limbah cair penyamakan kulit yang telah diencerkan.

G. Instrumen Penelitian

1. Alat Penelitian

- Atomic Absorption Spectrophotometer Flame.*
- Wadah berkapasitas 5 liter (24 buah).
- Gayung plastik.
- Gelas ukur untuk menakar pengenceran limbah.
- Jerigen kapasitas 35 liter sebagai wadah penampung limbah cair.
- Botol sampel ukuran 1 liter (24 buah).
- Timbangan dapur digital untuk mengukur berat tanaman.

- h. Alat tulis kantor (ATK).

2. Bahan Penelitian

- a. Limbah cair penyamakan kulit sebanyak 29 liter.
- b. Air sumur sebanyak 43 liter.
- c. Tanaman kayu apu seberat ± 1.800 gram.
- d. Tanaman kiambang seberat ± 1.800 gram.
- e. Tanaman eceng gondok seberat ± 1.800 gram.

H. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

- a. Melakukan studi literatur kepustakaan untuk mencari referensi sebagai dasar penelitian.
- b. Melakukan survei awal.
- c. Mengambil sampel limbah cair penyamakan kulit sebagai bahan uji pendahuluan.

2. Tahap Uji Pendahuluan

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Melakukan aklimatisasi tanaman selama 7 hari menggunakan air sumur tanpa pergantian air. Aklimatisasi adalah proses adaptasi makhluk hidup pada sebuah media sebagai lingkungan hidup barunya (Rahmadi A, Sari N M, dan Indriyani, 2021).
- c. Melakukan pengenceran limbah dengan konsentrasi limbah 40% dilakukan dengan menuangkan 8 liter limbah cair murni terlebih dahulu

ke dalam wadah lalu tambahkan 12 liter air sumur lalu dihomogenkan dengan diaduk menggunakan tongkat.

- d. Masukkan limbah murni dan limbah hasil pengenceran ke dalam botol sampel untuk dilakukan pengujian kadar kromium sebelum perlakuan ke UPT Laboratorium Lingkungan Jawa Barat Kota Bandung.
- e. Masukkan limbah cair yang telah diencerkan ke dalam wadah dengan takaran 3 liter.
- f. Masukkan tanaman kayu apu, eceng gondok, dan kiambang seberat $\pm$ 300 gram ke dalam masing-masing wadah.
- g. Diamkan selama 7 hari untuk mengetahui pengaruh fitoremediasi.
- h. Setelah 7 hari sampel dimasukkan ke dalam botol ukuran 1 liter untuk dilakukan pengujian di UPT Laboratorium Lingkungan Jawa Barat Kota Bandung.

3. Tahap Pelaksanaan Penelitian

a. Aklimatisasi tanaman

Tanaman diaklimatisasi selama 7 hari menggunakan air sumur. Penetapan aklimatisasi selama 7 hari dengan pertimbangan bahwa waktu tersebut cukup untuk memungkinkan tanaman beradaptasi dengan kondisi lingkungan baru.

b. Pengambilan sampel limbah cair penyamakan kulit

- 1) Mengambil limbah cair penyamakan kulit dari kolam pengendapan sebanyak 30 liter.
- 2) Limbah cair dimasukkan ke dalam jerigen kemudian ditutup rapat.

- 3) Proses pembawaan jerigen menuju lokasi penelitian menggunakan mobil.
- c. Penelitian limbah cair penyamakan kulit
- 1) Menyiapkan wadah dan bahan yang akan digunakan.
 - 2) Melakukan pengujian kadar kromium awal pada limbah cair penyamakan kulit dengan sampel dimasukan ke dalam botol ukuran 1 liter dan dilakukan pengujian kadar kromium ke UPT Laboratorium Lingkungan Jawa Barat Kota Bandung.
 - 3) Sebelum melakukan pengenceran, limbah cair dihomogenkan dengan cara diaduk menggunakan pipa. Dilakukan pengenceran dengan konsentrasi 40% limbah cair penyamakan kulit. Proses ini dilakukan dengan mencampurkan 29 liter limbah cair penyamakan kulit dengan 43 liter air sumur sehingga total volume campuran mencapai 72 liter.
 - 4) Menyiapkan 24 wadah berkapasitas 5 liter.
 - 5) Beri label pada masing-masing wadah sebagai informasi.
 - 6) Masukan limbah yang telah dilakukan pengenceran ke dalam setiap wadah masing-masing 3 liter.
 - 7) Masukan tumbuhan kayu apu seberat ± 300 gram ke masing-masing wadah sebanyak 6 pengulangan.
 - 8) Masukan tumbuhan kiambang seberat ± 300 gram ke masing-masing wadah sebanyak 6 pengulangan.

- 9) Masukkan tumbuhan eceng gondok seberat ± 300 gram ke masing-masing wadah sebanyak 6 pengulangan.
- 10) Diamkan sampel selama 7 hari.
- 11) Setelah 7 hari sampel diambil dan dimasukkan ke dalam botol ukuran 1 liter.
- 12) Sampel diambil dan dilakukan pengujian di UPT Laboratorium Lingkungan Jawa Barat Kota Bandung.
- 13) Melakukan analisis hasil pelaksanaan penelitian.

4. Tahap Pengukuran Kromium

Uji kromium dilakukan untuk mengetahui kadar kromium total yang terkandung di dalam air limbah. Pengukuran kromium total dengan metode AAS Flame yang sesuai dengan prosedur SNI 6989.84:2019.

- a. Homogenkan contoh uji, ambil secara kuantitatif 100 mL contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 250 mL atau *Erlenmeyer* 250 mL.
- b. Tambahkan 5 mL HNO_3 pekat tutup dengan kaca arloji jika menggunakan gelas piala dan jika menggunakan *Erlenmeyer* gunakan corong gelas.
- c. Panaskan perlahan-lahan sampai volume berkisar 10 mL-20 mL, jika destruksi belum sempurna (tidak jernih) maka tambahkan lagi 5 mL HNO_3 pekat.
- d. Tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *Erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini

secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

- e. Bilas kaca arloji atau corong dengan aquadest dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
- f. Pindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 100 mL (saring bila perlu) dan tambahkan aquadest sampai tepat tanda tera kemudian homogenkan.
- g. Untuk pengujian logam kromium, tambahkan 1 mL H_2O_2 30% ke dalam 100 mL contoh uji yang telah didestruksi dan contoh uji siap diukur.
- h. Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada panjang gelombang 357,9 nm. Bila hasil serapan lebih besar dari kisaran kadar optimum, maka lakukan pengenceran.

I. Pengolahan Data dan Analisis Data

Tahap pengolahan data dan penyusunan laporan yaitu melaporkan semua hasil penelitian mengenai fitoremediasi limbah cair penyamakan kulit menggunakan tumbuhan kayu apu, kiambang, dan eceng gondok. Data kadar kromium dianalisis menggunakan metode deskriptif dan inferensial.

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk mengkaji sejauh mana tanaman kayu apu, kiambang, dan eceng gondok mampu menurunkan kadar kromium pada limbah cair penyamakan kulit, disajikan dengan indikator

statistik seperti nilai rata-rata, standar deviasi, batas maksimum dan batas minimum serta tingkat efisiensi penurunan. Untuk mengetahui kapabilitas penyisihan kromium atau nilai efektivitas (*Removal Effectivity*) penurunan kadar kromium menggunakan rumus berikut (Halimah et al., 2024):

$$RE(\%) = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

RE = Efektivitas (%)

Konsentrasi awal = nilai kadar kromium sebelum perlakuan (mg/l)

Konsentrasi akhir = nilai kadar kromium setelah perlakuan (mg/l)

2. Analisis Inferensial.

Dalam uji hipotesis, terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan yaitu metode parametrik dan non-parametrik. Oleh karena itu, penting melakukan uji normalitas untuk menentukan apakah distribusi data normal atau tidak. Dalam penelitian ini, jumlah sampel sebanyak 24 sehingga dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Saphiro Wilk* dengan ketentuan jika $p \leq 0,05$ maka data berdistribusi tidak normal dan jika $p > 0,05$ maka data berdistribusi normal.

Tabel 3.3 Hasil Uji Normalitas Data dengan Uji *Saphiro-Wilk*

	Kelompok tanaman	statistik	df	p-value
kromium	Kontrol	0,897	6	0,356
	Kayu Apu	0,987	6	0,981
	Kiambang	0,942	6	0,675
	Eceng Gondok	0,749	6	0,019*

Keterangan: (*) menunjukkan $p \leq 0,05$, yang artinya data tidak berdistribusi normal

Berdasarkan tabel 3.3 terdapat data yang memiliki nilai $p \leq 0,05$, maka data tidak berdistribusi normal. Untuk mengetahui adanya perbedaan kromium sebelum dan sesudah fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu, kiambang, dan eceng gondok pada limbah cair penyamakan kulit menggunakan uji *kruskal-wallis*. Kemudian dilakukan uji lanjutan menggunakan uji *post hoc dunn* untuk mengetahui pasangan kelompok tanaman mana yang berbeda. Sementara itu, efektivitas penurunan kromium ditentukan menggunakan rumus perhitungan dengan membandingkan kadar awal dan akhir kromium untuk masing-masing kelompok.