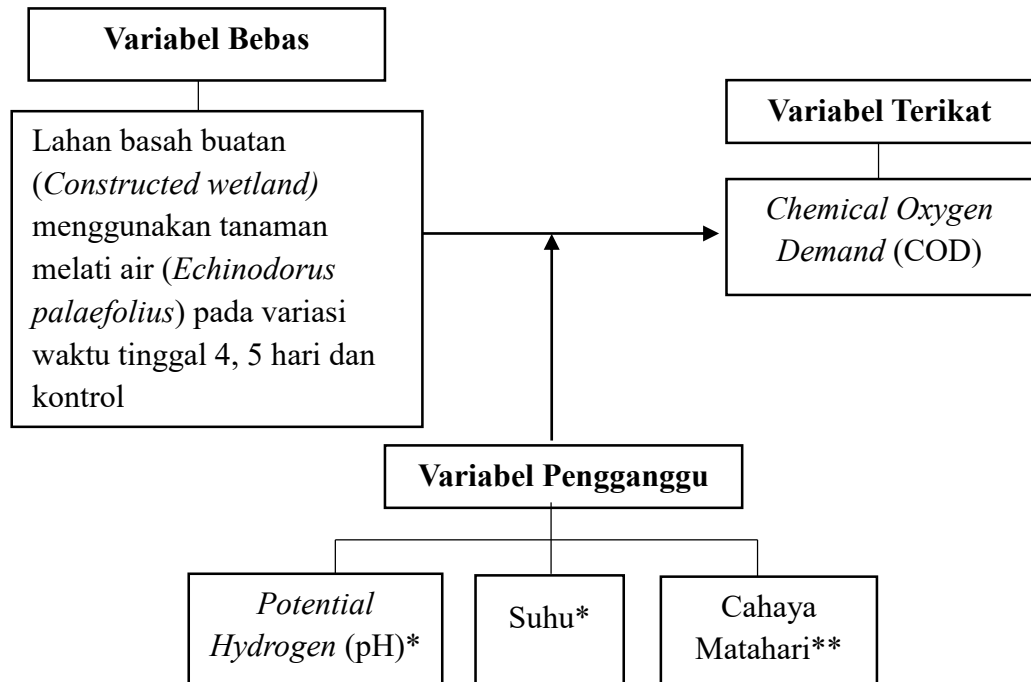


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Keterangan:

* : Diukur Tapi Tidak Dianalisis Inferensial

** : Tidak Diukur

B. Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Terdapat perbedaan kadar COD pada air lindi sebelum dan setelah perlakuan dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada waktu tinggal 4 hari di TPA Pasir Bajing.

2. Terdapat perbedaan kadar COD pada air lindi sebelum dan setelah perlakuan dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada waktu tinggal 5[[hari di TPA Pasir Baging.
3. Terdapat pengaruh metode *constructed wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) di TPA Pasir Baging dengan berbagai variasi waktu tinggal dalam menurunkan kadar COD pada air lindi.
4. Terdapat lama waktu tinggal yang paling efektif pada metode *constructed wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam menurunkan kadar COD pada air lindi di TPA Pasir Baging.

C. Variabel penelitian

Variabel penelitian merupakan karakteristik atau sifat yang dimiliki oleh individu, objek, atau aktivitas yang memiliki variasi tertentu. Variabel ini ditentukan oleh peneliti untuk dianalisis kemudian ditarik kesimpulannya. Berdasarkan hubungan antar variabel, terdapat jenis penelitian yang akan dilakukan (Janna, 2020) :

1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas merupakan jenis variabel yang berfungsi sebagai penyebab terjadinya perubahan pada variabel lainnya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah *constructed wetland* menggunakan tanaman

melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan waktu tinggal 4 hari, 5 hari, dan kontrol.

2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel terikat merupakan faktor yang diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu hasil kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan *constructed wetland* dengan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada air lindi.

3. Variabel Pengganggu (Confounding)

Variabel pengganggu merupakan jenis variabel yang mengganggu hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Variabel pengganggu merupakan faktor yang tidak dikendalikan dalam penelitian dan berpotensi memengaruhi hubungan antara variabel yang sedang diteliti, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Pada penelitian ini variabel yang diukur namun tidak dianalisis adalah suhu dan pH, sedangkan cahaya matahari tidak diukur.

D. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Bebas					
<i>Constructed wetland</i> dengan tanaman melati air	Proses dekontaminasi zat organik pada air lindi dengan	Spektrofotometer UV-Vis yang	Menyimpan tanaman melati air	Kategori : 1. 4 Hari 2. 5 Hari 3. Kontrol	Nominal

<i>(Echinodorus palaefolius)</i> pada variasi waktu tinggal.	menggunakan tanaman melati air (<i>Echinodorus palaefolius</i>) pada perbedaan waktu tinggal dengan konsentrasi tanaman sebanyak 10 buah	berada di UPTD labolatorium lingkungan Jawa Barat.	berdasarkan lama waktu tinggal.		
Variabel Terikat					
COD	Penurunan kadar Oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik dalam air lindi melalui reaksi kimia	Spektrofotometer UV-Vis yang berada di UPTD labolatorium lingkungan Jawa Barat.	Menganalisis sampel limbah kemudian disimpan dalam jerigen dan dilakukan pengujian di labolatorium	mg/L	Rasio
Variabel Pengganggu					
pH	pH memiliki peran dalam fitoremediasi karena memengaruhi kelarutan unsur hara yang mendukung pertumbuhan tanaman	pH meter	Mencelupkan elektroda ke dalam sampel	-	Rasio
Suhu	Suhu memiliki dampak signifikan terhadap	Termometer	Masukkan ujung termom	°C	Rasio

aktivitas mikroorganism e dan tanaman, sehingga memengaruhi efektivitas pengolahan air lindi	eter ke dalam sampel air lindi
--	---

E. Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen menggunakan desain penelitian quasi eksperimen tipe *non equivalent control group design*. Cook dalam Abraham dan Supriyati, (2022) menjelaskan bahwa quasi eksperimen merupakan jenis penelitian eksperimental yang melibatkan pemberian perlakuan, pengukuran dampak, dan penggunaan unit eksperimen. Ciri khasnya adalah tidak menggunakan *random assignment* untuk membentuk kelompok perbandingan, tujuannya untuk menyimpulkan apakah perubahan yang terjadi disebabkan oleh perlakuan yang diberikan. Quasi eksperimen merupakan pengembangan dari *true experiment*. Quasi eksperimen memiliki kelompok kontrol, namun tidak berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang dapat mempengaruhi pelaksanaan eksperimen. Tipe yang digunakan dalam quasi eksperimen yaitu *non equivalent control group design*. Desain ini mirip dengan *pre-test post-test control group design*, dimana untuk kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol tidak dipilih secara acak (Sugiyono, 2024).

Kelompok eksperimen pada penelitian ini adalah air lindi yang dilakukan pengolahan dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman melati air pada waktu tinggal 4 dan 5 hari, sedangkan kelompok kontrol adalah air lindi yang dilakukan pengolahan dengan metode *constructed wetland* tanpa menggunakan tanaman. Data *pre test* diperoleh dari pemeriksaan air lindi sebelum pengolahan, sedangkan data *post test* pemeriksaan setelah dilakukan pengolahan yang diukur selama 4 dan 5 hari. Rancangan penelitian digambarkan sebagai berikut;

Tabel 3. 2 Rancangan Penelitian

K1	O1	X	O2
K2	O3		O4

Keterangan :

- K1 : Kelompok intervensi (menggunakan tanaman dengan variasi waktu tinggal 4 dan 5 hari)
- K2 : Kelompok kontrol (tanpa tanaman)
- O1 : Observasi *pre test* kelompok intervensi
- O3 : Observasi *pre test* kelompok kontrol
- O2 : Observasi *post test* kelompok intervensi
- O4 : Observasi *post test* kelompok kontrol
- X : Perlakuan atau intervensi

F. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah air lindi yang berada di kolam *outlet* TPA Pasir Bajing, dengan luas 150 m² dan volume 1500 m³.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah air lindi yang diambil dari TPA Pasir Bajing yang berada di bak *outlet* sebanyak 189 liter. Pengambilan

sampel air lindi dilakukan berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59:2008. Pengambilan sampel air limbah dilakukan secara *grab sampling* atau sesaat, yaitu pengambilan sampel hanya pada waktu-waktu tertentu dan sampel tersebut mampu mewakili limbah atau badan air. Sampel diambil dari saluran air limbah, tepat sebelum air masuk ke badan air (sungai, danau, dan lain-lain) dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Sampel lindi diambil langsung dari tempat pengolahan lindi yaitu bak *outlet* di TPA Pasir Bajing.
- b. Sampel diambil pada pagi hari menggunakan gayung bertangkai dan dimasukkan kedalam jerigen yang dapat ditutup sebanyak 5 liter per sampel. Langkah ini bertujuan agar tidak ada gelembung udara yang masuk ke dalam jerigen, sehingga tidak terjadi proses aerasi didalamnya.
- c. Pengambilan sampel air lindi ditentukan oleh banyaknya jumlah sampel penelitian. Sampel terdiri dari 3 perlakuan yaitu :
 - 1) *Constructed wetland* tidak menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) (kontrol). Kelompok kontrol tidak dimasukkan dalam perhitungan karena tidak diberikan perlakuan.
 - 2) *Constructed wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada waktu tinggal 4 hari dengan air lindi.

3) *Constructed wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada waktu tinggal 5 hari dengan air lindi.

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

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

Keterangan :

t = Banyaknya kelompok perlakuan

n = Jumlah sampel

15 = Konstanta (bilangan tetap)

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

$$2(n-1) \geq 15$$

$$2n - 2 \geq 15$$

$$n \geq 9$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapati jumlah replikasi sebanyak 9 sampel. Maka total sampel yang diperlukan yaitu 27 sampel dengan 18 sampel perlakuan dan 9 sampel kontrol.

Tabel 3.3 Rancangan Replikasi Perlakuan

	<i>Pre test</i>	<i>Post test</i>		
	Kontrol	4 hari	5 hari	
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
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Total sampel	9	27		

Untuk jumlah sampel air lindi setiap perlakuan sebanyak 5 liter. Waktu perlakuan selama 4 dan 5 hari berdasarkan hasil uji pendahuluan. Penelitian ini menggunakan tanaman melati air sebanyak 10 buah untuk masing-masing bak *constructed wetland*, tanaman yang digunakan yaitu tanaman melati air berusia dua bulan dengan kriteria daun tidak menguning dan masih segar.

G. Instrumen Penelitian

1. Alat Penelitian

- Bak plastik dengan ukuran 15 liter (18 buah) sebagai bak reaktor eksperimen.
- Kerikil dengan ketebalan 5 cm.
- Pasir dengan ketebalan 5 cm.
- Keran (18 buah).
- Jerigen 20 liter (9 buah) sebagai wadah penampung limbah dari kolam *outlet*.

- f. Botol sampel (36 botol) sebagai wadah untuk membawa sampel ke Labolatorium Lingkungan Jawa Barat.
- g. Alat tulis kantor (ATK).
- h. Gayung.
- i. Spektrofotometrik untuk mengukur COD.
- j. pH meter untuk mengukur pH.
- k. Termometer untuk mengukur suhu.

2. Bahan Penelitian

- a. Sampel air lindi sebanyak 144 liter.
- b. Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) sebanyak 180 buah.

H. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

- a. Melakukan studi literatur dan kepustakaan untuk mencari referensi sebagai dasar penelitian.
- b. Melakukan survey awal untuk memastikan variabel dapat dijadikan komponen penelitian.
- c. Mengambil sampel air lindi untuk dilakukan uji pendahuluan.

2. Tahap Uji Pendahuluan

- a. Menyiapkan tanaman dan wadah untuk dilakukan percobaan pada sampel air lindi.
- b. Masukan air lindi ke dalam bak *constructed wetland* dengan takaran 5 liter.

- c. Masukkan tanaman melati air sebanyak 10 buah ke dalam masing-masing wadah.
- d. Diamkan selama 6 hari untuk mengetahui pengaruh *constructed wetland* dengan tanaman melati air terhadap kadar COD dan TSS.
- e. Melakukan monitoring setiap hari untuk melihat apakah tanaman dalam kondisi baik, seperti kondisi tanaman yang daunnya tidak menguning dan dalam kondisi segar.
- f. Setelah 6 hari masukan sampel ke dalam botol untuk dilakukan pengujian di Labolatorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Tasikmalaya.

3. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- a. Pengambilan Sampel Air Lindi
 - 1) Pengambilan sampel air lindi dilakukan pada kolam *outlet* sebanyak 225 liter.
 - 2) Air lindi dimasukan ke dalam jerigen hingga penuh kemudian ditutup rapat.
 - 3) Proses membawa jerigen menuju lokasi penelitian menggunakan mobil *pick up* dan ditutupi plastik hitam.
- b. Penelitian Air Lindi
 - 1) Menyiapkan wadah dan bahan yang akan digunakan.
 - 2) Mengambil sampel air lindi dari jerigen.

- 3) Masukkan sampel ke dalam botol plastik berukuran 1 liter untuk dilakukan pengujian *pre test* kadar air lindi ke UPTD Labolatorium Lingkungan Jawa Barat.
- 4) Menyiapkan 18 bak *constructed wetland* dengan kapasitas tiap bak air lindi sebanyak 5 liter.
- 5) Memberi label pada masing-masing bak sebagai informasi.
- 6) Masukkan tanaman melati air ke dalam bak yang telah diisi kerikil dan pasir.
- 7) Masukkan air lindi ke dalam setiap bak hingga mencapai 5 liter.
- 8) Simpan wadah ke tempat aman dan diamkan selama 4 dan 5 hari. Wadah disimpan di dalam ruangan yang tertutup namun tetap memungkinkan cahaya matahari masuk.
- 9) Setelah 4 dan 5 hari ambil sampel dari setiap wadah ke dalam botol plastik.
- 10) Simpan sampel untuk dilakukan pengujian di UPTD Labolatorium Lingkungan Jawa Barat.
- 11) Melakukan analisis hasil pelaksanaan penelitian.

4. Tahap Pengukuran Parameter

Uji COD digunakan untuk memperkirakan kebutuhan oksigen kimia pada air limbah. Pengukuran COD dilakukan dengan metode titrasi yang menerapkan refluks tertutup secara spektrofotometri sesuai dengan prosedur SNI 6989.2:2019

- a. Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD berukuran 16mm × 100mm dipipet 2,5mL, kemudian di tambahkan ke dalam tabung kultur larutan *digestion solution* sebanyak 1,5mL. larutan pereaksi asam sulfat masuk ke dalam tabung sebanyak 3,5mL dengan perlahan-lahan.
- b. Tutup tabung dan kocok perlahan hingga homogen.
- c. Tempatkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan proses refluks selama 2 jam.
- d. Dinginkan sampel dan larutan kerja yang telah direfluks hingga mencapai suhu ruang.
- e. Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar bersih dan jernih.
- f. Gunakan larutan blanko untuk menghasilkan nilai absorban nol.
- g. Ukur serapan sampel pada panjang gelombang 600nm.
- h. Hitung nilai COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi.

Rumus perhitungan :

$$\text{COD (mg O}_2\text{/l)} = C \times f$$

Keterangan :

C = Nilai COD (mg/L)

f = Faktor pengenceran

I. Pengolahan dan Analisis Data

Tahap pengolahan data dan penyusunan laporan mencakup pelaporan seluruh hasil penelitian tentang *constructed wetland* air lindi yang memanfaatkan tanaman melati air. Data mengenai parameter COD kemudian dianalisis menggunakan metode deskriptif dan inferensial. Analisis data yang diterapkan adalah sebagai berikut :

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan kadar COD pada air lindi dengan berbagai waktu tinggal menggunakan tanaman melati air. Analisis dilakukan dengan memanfaatkan data yang mencakup rata-rata (*mean*), standar deviasi, nilai maksimum, nilai minimum, dan efisiensi. Dalam analisis ini, persentase dan baku mutu berdasarkan PermenLHK No 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi digunakan untuk mempermudah pemahaman dalam pembahasan. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar COD menggunakan rumus dalam penelitian Fattayat (2022).

$$E = \frac{x - y}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

E = Efektivitas (%)

X = Nilai parameter sebelum perlakuan (mg/l)

Y = Nilai parameter setelah perlakuan (mg/l)

2. Analisis Inferensial

Terdapat dua kemungkinan dalam uji hipotesis, yaitu melalui pendekatan parametrik atau non-parametrik. Oleh karena itu, penting untuk melakukan uji normalitas data untuk menentukan apakah distribusi dari variabel independen dan dependen bersifat normal atau tidak. Uji normalitas adalah uji pendahuluan yang bertujuan untuk menentukan apakah data pada penelitian berdistribusi normal atau tidak. Pengambilan keputusan uji normalitas sebagai berikut :

- a. Jika nilai $p \leq 0,05$, maka data tidak berdistribusi normal.
- b. Jika nilai $p > 0,05$, maka data berdistribusi normal.

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *shapiro wilk* karena memiliki jumlah sampel < 50 (Naufal & Rifai, 2024). Apabila data berdistribusi normal, menggunakan statistik parametrik yaitu uji *paired t-test* untuk mengetahui perbedaan nilai parameter COD sebelum dan setelah perlakuan pada waktu tinggal 4 serta 5 hari. Kemudian menggunakan uji *One Way Anova* untuk mengetahui adanya pengaruh *constructed wetland* terhadap variasi waktu tinggal menggunakan melati air untuk menurunkan kadar COD. Apabila data berdistribusi tidak normal, menggunakan statistik non-parametrik yaitu *uji wilcoxon signed rank test* untuk mengetahui perbedaan kadar COD sebelum dan setelah perlakuan pada variasi waktu tinggal dan 5 hari, kemudian menggunakan uji *kruskal wallis* untuk mengetahui adanya pengaruh *constructed wetland* terhadap variasi waktu tinggal menggunakan

melati air dalam menurunkan kadar COD. Selanjutnya dilakukan uji *post-hoc* untuk mengetahui perbedaan yang signifikan pada variasi waktu tinggal dengan metode *constructed wetland* dalam menurunkan kadar COD pada air lindi.

Dalam penelitian hasil uji normalitas dengan pengujian *Shapiro-Wilk* menunjukkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. 4
Hasil Uji Normalitas Data dengan Pengujian *Shapiro-Wilk*

Kadar	Variasi Waktu	Statistik	df	<i>p-value</i>
COD	4 Hari	0,961	9	0,812
	5 Hari	0,931	9	0,488
	Kontrol	0,940	9	0,587

Berdasarkan tabel 3. 4 hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* pada setiap perlakuan memiliki nilai $> 0,05$, artinya data berdistribusi normal. Kemudian uji statistik yang digunakan yaitu uji *paired t-test* dan *one way anova*, dilanjut dengan uji homogenitas untuk mengetahui uji *post hoc* yang digunakan. Adapun uji homogenitas menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. 5
Hasil Analisis Uji Homogenitas *Levene Statistic*

COD	<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	<i>p-value</i>
	5,554	2	24	0,010

Berdasarkan tabel 3.5 hasil uji homogenitas menunjukan nilai sebesar 0,010, dimana nilai $p < 0,05$ artinya data tidak homogen. Oleh karena itu, uji *post hoc* yang digunakan adalah uji *post hoc games-howell* untuk mengetahui perbandingan rata-rata antar kelompok yang telah diuji.