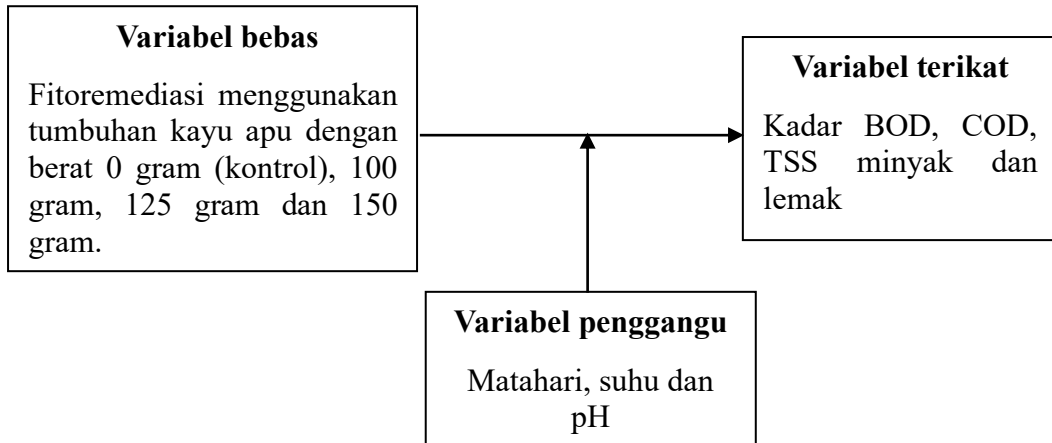


## BAB III METODE PENELITIAN

### A. Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

### B. Hipotesis

Adapun hipotesis penelitian ini adalah :

1. Terdapat pengaruh fitoremediasi dengan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair isotonik.
2. Terdapat pengaruh fitoremediasi dengan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam menurunkan kadar BOD pada limbah cair isotonik.
3. Terdapat pengaruh fitoremediasi dengan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam menurunkan kadar TSS pada limbah cair isotonik.
4. Terdapat pengaruh fitoremediasi dengan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam menurunkan kadar minyak dan lemak pada limbah cair isotonik.

### C. Variabel Penelitian

Rachman *et al.* (2024) menyatakan bahwa variabel adalah konsep, sifat, atau nilai yang dapat berubah atau diukur dalam suatu penelitian. Penelitian yang baik harus dapat mengidentifikasi dan mengelola variabel-variabel yang relevan dengan tujuan penelitian. Berdasarkan hubungan antar variabel, terdapat jenis variabel dalam penelitian yang akan dilakukan (Munandar *et al.*, 2022) :

#### 1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi penyebab atau memiliki kemungkinan teoritis berdampak pada variabel lain. Variabel bebas pada penelitian ini adalah fitoremediasi menggunakan tumbuhan kayu apu dengan berat 0 gram (kontrol), 100 gram, 150 gram dan 200 gram.

#### 2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel terikat merupakan variabel yang secara struktur berpikir keilmuan menjadi variabel yang disebabkan oleh adanya perubahan variabel lainnya. Variabel terikat ini menjadi “*primary interest to the researcher*” atau persoalan pokok bagi peneliti, yang selanjutnya menjadi objek penelitian. Variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil kadar COD, BOD, TSS, minyak dan lemak sebelum dan sesudah perlakuan fitoremediasi dengan kayu apu pada limbah cair isotonik.

#### 3. Variabel Pengganggu (*Confounding*)

Variabel pengganggu atau *confounding variable* adalah variabel yang mengganggu terhadap hubungan antara variabel independent dengan

variabel dependent. Variabel pengganggu ini ada apabila terdapat faktor atau variabel ketiga pengganggu yang berkaitan dengan faktor resiko dan faktor akibat. Variabel pengganggu pada penelitian ini adalah suhu, pH dan cahaya matahari.

#### D. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
<b>Variabel Bebas</b>					
Fitoreme diasi dengan berat tumbuhan kayu apu	Proses dekontaminasi zat organik dan anorganik pada limbah cair isotonik dengan menggunakan tumbuhan kayu apu.	Neraca digital dengan ketelitian 1 gram	Menimbang tumbuhan kayu apu berdasarkan berat yang ditentukan : 1. 0 gram (kontrol) 2. 100 gram 3. 125 gram 4. 150 gram	gr	Ordinal
<b>Varibel Terikat</b>					
BOD	Jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik dalam limbah cair isotonik melalui reaksi biologi	Titrimetri	Mengambil sampel limbah yang kemudian disimpan dalam botol dan dilakukan pengujian di labortatorium.	mg/l	Rasio
COD	Oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik dalam limbah cair isotonik melalui reaksi kimia	Titrimetri	Mengambil sampel limbah yang kemudian disimpan dalam botol dan dilakukan pengujian di laboratorium.	mg/l	Rasio
TSS	Total padatan tersuspensi yang digunakan sebagai	Gravimetri	Mengambil sampel limbah yang kemudian	mg/l	Rasio

	indikator kepekatan limbah cair isotonik		disimpan dalam botol dan dilakukan pengujian di laboratorium.		
Minyak dan lemak	Kandungan yang menyebabkan terhalangnya cahaya matahari akibat terbentuknya lapisan pada permukaan limbah cair isotonik	Gravimetri	Mengambil sampel limbah yang kemudian disimpan dalam botol dan dilakukan pengujian di laboratorium.	mg/l	Rasio

### E. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen menggunakan desain penelitian quasi eksperimen tipe *non-equivalent control group design*. Sugiyono dalam (Irmawati *et al.*, 2022) menjelaskan bahwa quasi eksperimen adalah metode penelitian yang dapat diartikan sebagai metode penelitian digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkendalikan. Sebelum diberi perlakuan, dilakukan *pre test* kepada dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Selanjutnya diberikan perlakuan kepada kelompok eksperimen, setelahnya dilakukan *post test* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Irmawati *et al.*, 2022). Rancangan penelitian digambarkan sebagai berikut;

Tabel 3.2 Rancangan Penelitian

K1	A1	X	A2
K2	A3		A4

Keterangan :

- K1 : Kelompok Intervensi (Variasi pada berat tumbuhan kayu apu 100 gram, 125 gram dan 150 gram)
- K2 : Kelompok Kontrol (berat tumbuhan 0 gram)
- A1 : Observasi *pre test* kelompok intervensi
- A3 : Observasi *pre test* kelompok kontrol
- A2 : Observasi *post test* kelompok intervensi
- A4 : Observasi *post test* kelompok kontrol
- X : Perlakuan atau intervensi

## **F. Populasi dan Sampel**

### **1. Populasi**

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair isotonik yang berada di kolam *effluent* pada PT. X.

### **2. Sampel**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair isotonik yang diperoleh dari kolam *effluent*. Pengambilan sampel limbah cair isotonik dilakukan berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59.2008. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan gayung plastik yang bertangkai panjang. Gayung plastik yang digunakan dibilas sebanyak 3x dengan menggunakan sampel limbah. Sampel limbah industri diambil sesuai dengan kebutuhannya dan dicampurkan dalam jerigen tertutup (Nisa, 2021).

Pengambilan jumlah sampel limbah cair isotonik ditentukan oleh banyaknya jumlah sampel penelitian. Sampel terdiri dari 4 perlakuan yaitu:

- a. Fitoremediasi dengan berat tumbuhan kayu apu 0 gram (kontrol) dengan limbah cair isotonik.
- b. Fitoremediasi dengan berat tumbuhan kayu apu 100 gram dengan limbah cair isotonik.
- c. Fitoremediasi dengan berat tumbuhan kayu apu 125 gram dengan limbah cair isotonik.
- d. Fitoremediasi dengan berat tumbuhan kayu apu 150 gram dengan limbah cair isotonik.

Untuk mengetahui jumlah replikasi yang akan digunakan pada sampel penelitian memakai rumus Federer dengan perhitungan sebagai berikut (Irmawati *et al.*, 2022):

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

Keterangan;

t = Banyaknya kelompok perlakuan

r = Jumlah sampel

15 = Konstanta (bilangan tetap)

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

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15$$

$$r \geq 6$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapati jumlah replikasi sampel sebanyak 6 sampel. Maka perhitungan total sampel sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (\text{Jumlah replikasi} \times \text{jumlah perlakuan}) &= \\ 6 \times 4 &= 24 \text{ sampel} \end{aligned}$$

Tabel 3.3 Rancangan Replikasi Perlakuan

	<i>Pre test</i>	<i>Post test</i>			
	Kontrol	100 gram	125 gram	150 gram	
<b>Replikasi</b>	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5
	6	6	6	6	6
<b>Total sampel</b>	6	24			

Untuk jumlah sampel limbah cair setiap perlakuan sebanyak 5 liter dimana hal ini sejalan dengan penelitian (Purnama *et al.*, 2018). Waktu perlakuan selama 7 hari berdasarkan hasil uji pendahuluan, dikarenakan pada hari ke 8 hingga ke 10 tumbuhan mengalami perubahan warna. Penelitian ini menggunakan tumbuhan kayu apu dengan variasi berat tanaman yang digunakan 100 gram, 125 gram dan 150 gram. Adapun pengambilan berat tumbuhan 100 gram berdasarkan hasil uji pendahuluan mampu menurunkan kadar limbah cair isotonik COD 76,76%, BOD 17,32% dan TSS 31,25%. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang sudah mendekati NAB maka dilakukan penambahan berat tumbuhan sebesar 25

gram dengan tujuan mencapai NAB. Penggunaan berat 125 gram dan 150 gram dipilih dikarenakan melebihi berat 100 gram dan diharapkan tercapainya hasil sesuai NAB. Tumbuhan yang digunakan memiliki spesifikasi dengan kriteria daun yang tidak menguning dan masih segar.

## **G. Instrumen Penelitian**

### **1. Alat Penelitian**

- a. Ember 8 liter (24 buah)
- b. Gayung plastik.
- c. Jerigen 25 kg (5 buah) sebagai wadah penampung limbah dari kolam *effluent*
- d. Botol sampel (24 botol) sebagai wadah untuk membawa sampel ke Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Bogor.
- e. Alat tulis kantor (ATK).
- f. Titimetri untuk mengukur BOD dan COD.
- g. Gravimetri untuk mengukur TSS serta minyak dan lemak.
- h. PH meter untuk mengukur pH.
- i. Termometer untuk mengukur suhu.
- j. Gelas ukur.
- k. Timbangan dapur digital untuk mengukur berat tumbuhan kayu apu.

### **2. Bahan penelitian**

- a. Sampel limbah cair 120 liter.
- b. Tanaman kayu apu seberat 2.250 gram.



## 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 limbah cair untuk dilakukan uji pendahuluan.

### 2. Tahap Uji Pendahuinsluan

- a. Menyiapkan tumbuhan dan wadah untuk dilakukan percobaan pada sampel limbah cair.
- b. Masukkan limbah cair ke dalam wadah dengan takaran 5 liter.
- c. Masukkan tumbuhan kayu apu dan eceng gondok ke dalam masing-masing wadah.
- d. Diamkan selama 10 hari untuk mengetahui pengaruh fitoremediasi tumbuhan kayu apu dan eceng gondok terhadap kadar limbah cair.
- e. Melakukan monitoring setiap hari selama 10 hari untuk melihat kondisi tumbuhan.
- f. Setelah 10 hari masukan sampel ke dalam botol untuk dilakukan pengujian di UPT Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Bogor.

### 3. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- a. Pengambilan sampel limbah cair isotonik
  - 1) Pengambilan sampel limbah cair dilakukan pada bagian *inlet* kolam *effluent* sebanyak 120 liter.

- 2) Limbah cair dimasukkan ke dalam jerigen hingga penuh kemudian ditutup rapat.
  - 3) Proses pembawaan jerigen menuju lokasi penelitian menggunakan mobil *pick up* dan ditutupi terpal.
- b. Penelitian limbah cair isotonik
- 1) Menyiapkan wadah dan bahan yang akan digunakan.
  - 2) Mengambil sampel limbah cair dari jerigen.
  - 3) Masukkan sampel ke dalam botol plastik untuk dilakukan pengujian *pre test* kadar limbah cair ke UPT Laboratorium Kesehatan Kabupaten Bogor.
  - 4) Menyiapkan 24 wadah ember berisi 8 liter dengan kapasitas tiap wadah limbah cair isotonik sebanyak 5 liter.
  - 5) Memberi label pada masing-masing wadah sebagai informasi.
  - 6) Masukkan limbah cair ke dalam setiap wadah hingga mencapai total 5 liter.
  - 7) Aduk sampel hingga merata dan masukan tumbuhan kayu apu ke dalam setiap wadah dengan berat tumbuhan masing-masing 100 gram, 125 gram dan 150 gram sebanyak 6 pengulangan.
  - 8) Simpan wadah ke tempat aman dan diamkan selama 7 hari.
  - 9) Setelah 7 hari ambil sampel dari setiap wadah ke dalam botol plastik.
  - 10) Simpan sampel untuk dilakukan pengujian di UPT Laboratorium Kesehatan Kabupaten Bogor.

11) Melakukan analisis hasil pelaksanaan penelitian.

#### 4. Tahap Pengukuran Parameter

##### a. Pengukuran COD

Uji COD di gunakan untuk memperkirakan kebutuhan oksigen kimia pada air limbah. Pengukuran COD dengan metode titrasi menggunakan refluks tertutup yang sesuai prosedur SNI 6989.73:2019.

- 1) Dipipet 2,5mL contoh uji ke dalam tabung kultur 16mm x 100mm, kemudian di tambahkan ke dalam tabung kultur larutan digestion solution sebanyak 1,5mL. Larutan pereaksi asam sulfat ditambahkan ke dalam tabung kultur sebanyak 3,5mL dengan perlahan-lahan.
- 2) Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen.
- 3) letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan *digestion* selama 2 jam.
- 4) Dinginkan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang.
- 5) Pindahkan secara kuantitatif contoh uji ke dalam erlenmeyer untuk titrasi.
- 6) Tambahkan indikator ferroin 1 sampai 2 tetes dan dititrasi dengan larutan baku FAS.
- 7) Sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan.
- 8) Catat volume larutan FAS yang digunakan ( $V_c$ , ml).

$$\text{Rumus perhitungan COD (mg O}_2\text{/l)} = \frac{(V_b - V_c) \times \text{NFAS} \times 8.000}{V_s}$$

Keterangan:

$V_b$  adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (ml).

$V_c$  adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (ml).

$V_s$  adalah volume contoh uji (ml).

NFAS adalah normalitas larutan FAS (N).

8.000 adalah berat mili ekuivalen oksigen x 1.000.

#### b. Pengukuran BOD

Metode pengukuran BOD yang digunakan adalah metode titrasi (SNI 6989.72.2009) metode titrasi dengan cara Winkler prinsipnya dengan menggunakan titrasi iodometri. Sampel yang akan analisis terlebih dahulu ditambahkan larutan  $\text{MnCl}_2$  dan  $\text{NaOH-KI}$  sehingga terjadi endapan  $\text{MnO}_2$ . Dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  atau  $\text{HCl}$  maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium ( $\text{I}_2$ ) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji).

Adapun prosedur pengukurannya yaitu: sampel air ditambahkan dengan 1 ml  $\text{MnSO}_4$ , kemudian ditambahkan 1 ml larutan  $\text{KOH-KI}$ , dikocok kemudian didiamkan hingga sampel menunjukkan endapan putih/coklat. Selanjutnya ditambahkan 1 ml

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kemudian dikocok dan didiamkan sampai sampel bewarna coklat. Selanjutnya larutan sampel diambil sebanyak 100 ml dan ditetesi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,0125 N hingga sampel bewarna kuning pucat, kemudian ditambahkan 5 tetes amilum, sampel akan berubah menjadi biru sampel titrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,0125 N sampai warna sampel berubah menjadi bening. Dicatat volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terpakai, yang menunjukkan nilai DO<sub>0</sub> (DO awal). Untuk mendapatkan nilai DO<sub>5</sub>, dilakukan prosedur seperti pengukuran DO awal pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C diruangan gelap (Yuwono *et al.*, 2018).

Rumus perhitungan BOD :  $BOD = DO_0 - DO_5$

Keterangan:

DO<sub>0</sub> = Oksigen terlarut 0 hari

DO<sub>5</sub> = Oksigen terlarut 5 hari

c. Pengukuran TSS

TSS (Total suspended solid) di tentukan dengan metode gravimetri yang dicantumkan dalam SNI-06-6989.3 Tahun 2019 yaitu dengan cara diaduk sampai homogen dan diambil sebanyak 100 mL aquadest disaring dengan kertas Whatman nomor 42 kemudian kertas saring tersebut dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang berat awalnya. Disaring air limbah amonia sebanyak 26 100 mL dengan menggunakan kertas saring yang sudah diketahui

beratnya kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam dan selanjutnya didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit lalu ditimbang sampai berat akhir konstan.

Rumus perhitungan TSS dengan cara berikut:

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(W1 - W0) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

W0 : berat media penimbang yang berisi media penyaring awal (mg).

W1 : berat media penimbang yang berisi media penyaring dan residu kering (mg).

V : volume contoh uji, (ml).

1000 : konversi mililiter ke liter.

d. Pengukuran Minyak dan Lemak

Parameter berupa minyak dan lemak diukur menggunakan metode gravimetri yang merujuk pada SNI 06-6989.10-2004. Adapun prosedur pengujiannya yaitu: contoh uji yang sudah disiapkan dipindahkan kecorong pisah. Tentukan volume contoh uji seluruhnya (tanda botol contoh uji pada meniscus air atau timbang berat contoh uji). Bilas botol contoh uji dengan 30 mL pelarut organik dan tambahkan pelarut pencuci ke dalam corong pisah. Kocok dengan kuat selama 2 menit. Biarkan lapisan memisah, keluarkan lapisan air, keluarkan lapisan pelarut melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan

pelarut ke dalam labu bersih yang telah ditimbang. Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembus pandang), dan terdapat emulsi lebih dari 5 mL, lakukan sentrifugasi selama 5 menit pada putaran 2400 rpm.

Pindahkan bahan yang disentrifugasi ke corong pisah dan keringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang keduanya telah 20 dicuci sebelumnya ke dalam labu bersih yang telah ditimbang. Gabungkan lapisan air dan emulsi sisa atau padatan dalam corong pisah. Ekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 30 mL tiap kalinya, sebelumnya cuci dahulu wadah contoh uji dengan tiap bagian pelarut. Gabungkan ekstrak dalam labu destilasi yang telah ditimbang, termasuk cucian terakhir dari saringan dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat dengan tambahan 10 mL sampai dengan 20 mL pelarut. Destilasi pelarut dalam penangas air pada suhu 85°C, saat terlihat kondensasi pelarut berhenti, pindahkan labu dari penangas air. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit pastikan labu kering dan ditimbang sampai diperoleh berat tetap (Yuwono *et al.*, 2018).

Lakukan perhitungan minyak dengan rumus dibawah ini :

Jumlah minyak dan lemak dalam contoh uji:

$$\text{Kadar minyak dan lemak (mg/L)} = (\text{mg/L}) = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{mL contoh uji}}$$

Keterangan :

A = berat labu + ekstrak, mg

B = berat labu kosong, mg

## I. Pengolahan Data dan Analisis Data

Tahap pengolahan data dan penyusunan laporan yaitu melaporkan semua hasil penelitian mengenai fitoremediasi limbah cair isotonik menggunakan tumbuhan kayu apu. Data parameter COD, BOD, TSS, minyak dan lemak kemudian dianalisa dengan metode deskriptif dan inferensial. Analisis data yang di gunakan sebagai berikut:

### 1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan mengenai kemampuan tumbuhan kayu apu dalam menurunkan kadar COD, BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair isotonik melalui suatu data yang dilihat dari rata-rata (*mean*), standar deviasi, maksimum, minimum dan efisiensi. Analisis deskriptif menggunakan persentase untuk mempermudah dalam pembahasan. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar COD, BOD, TSS, minyak dan lemak menggunakan rumus dalam penelitian Novita *et al.*, (2019).

$$E = \frac{\text{Nilai awal} - \text{Nilai akhir}}{\text{Nilai awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Efisiensi (%)

Nilai awal = Nilai parameter sebelum perlakuan (mg/l)

Nilai akhir = Nilai parameter setelah perlakuan (mg/l)

### 2. Analisis Inferensial

Terdapat dua kemungkinan dalam uji hipotesis, yaitu dengan cara parametrik atau non parametrik. Oleh sebab itu, perlu dilakukan uji



normalitas data guna mengetahui distribusi dari variabel bebas dan terikat normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *shapiro wilk* karena jumlah sampel  $<30$  (Chotimah, 2022).

Tabel 3.4  
Hasil Uji Normalitas Data dengan Pegujian *Saphiro-Wilk*

Kadar	Berat (gram)	Statistik	df	<i>p-value</i>
COD	0	0,970	6	0,890
	100	0,670	6	0,003*
	125	0,871	6	0,230
	150	0,781	6	0,039*
BOD	0	0,958	6	0,801
	100	0,956	6	0,790
	125	0,905	6	0,403
	150	0,958	6	0,806
TSS	0	0,875	6	0,245
	100	0,980	6	0,952
	125	0,959	6	0,816
	150	0,954	6	0,771
Minyak dan lemak	0	0,908	6	0,421
	100	0,866	6	0,212
	125	0,908	6	0,421
	150	0,907	6	0,415

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

Tabel 3.4 menunjukkan terdapat data yang memiliki nilai  $p \leq 0,05$ , maka data tidak berdistribusi normal. Karena data tidak berdistribusi normal, maka untuk mengetahui adanya pengaruh fitoremediasi menggunakan tumbuhan kayu apu terhadap kadar COD, BOD, TSS, minyak dan lemak menggunakan uji *kruskal-wallis*. Setelah itu, dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui perbedaan pengaruh tiap berat tumbuhan kayu apu menggunakan uji *dunn-bonferroni*.