

## **BAB IV**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu**

Parameter yang digunakan untuk menunjukkan karakter air buangan industri tahu dalam penelitian ini adalah parameter kimia organik yaitu BOD dan COD. Konsentrasi BOD air limbah dalam penelitian ini sebesar 320 mg/L sedangkan konsentrasi COD air limbah sebesar 752,2 mg/L. Konsentrasi BOD dan COD menunjukkan hasil yang tinggi di atas standar baku mutu air limbah bagi industri dan atau kegiatan usaha lainnya dan merupakan baku mutu air limbah yang hasil akhirnya akan di buang ke badan air menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 (Tabel 4.1). Kadar BOD dan COD yang tinggi di atas baku mutu ini dimungkinkan adanya indikasi pencemaran organik yang signifikan dalam badan air atau limbah cair. BOD mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di dalam air, sementara COD mengukur total bahan organik yang dapat dioksidasi, baik secara biologis maupun kimia. Kadar BOD dan COD yang melebihi baku mutu menunjukkan bahwa air atau limbah industri tahu mengandung beban organik yang tinggi sehingga dapat berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan ekosistem. Selain itu, tingginya konsentrasi COD menunjukkan bahwa jumlah bahan organik yang ada di dalam limbah sangat tinggi dan dapat menyebabkan kondisi anaerobik serta menghasilkan  $\text{NH}_3$  (amoniak),  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$  (*Hydrogen Sulfida*) (Pagoray, *et. Al*, 2021).

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil konsentrasi air limbah industri tahu sebelum proses pengolahan dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Sebelum Pengolahan**

No.	Parameter	Konsentrasi Air Limbah* (mg/L)	Baku Mutu Air Limbah**
1.	BOD	320	150 mg/L
2.	COD	752,2	300 mg/L

Keterangan:

\* : Hasil Analisis Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang, 2024.

\*\* : Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013

Berdasarkan Table 4.1 Karakteristik sebelum pengolahan limbah cair tahu Alta Jaya, menggunakan *biofilter* system anaerob menggunakan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan / atau Kegiatan Usaha Lainnya dan merupakan baku mutu air limbah yang hasil akhirnya akan di buang ke badan air.

#### 4.1 Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

##### 4.1.1 Proses *Seeding* (Proses Perkembangbiakan Mikroorganisme)

Titik stabil pH antara 6-8 dan suhu sebesar 27°-29°. Proses *seeding* dilakukan selama 1 minggu sampai terbentuk biofilm yang berwarna hitam kecoklat-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media (Atiqoh, *et. al*, 2022). Adapun parameter yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengukuran pH. Parameter pH dilakukan selama 7 hari pemberian nutrisi. Selama kurun waktu 7 hari menunjukkan adanya kenaikan pH , pH mengalami sedikit peningkatan di hari ke-1 hingga ke-3 (Gambar 4.1). Berdasarkan hasil analisis selama proses *seeding*, nilai pH dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 sebagai berikut.

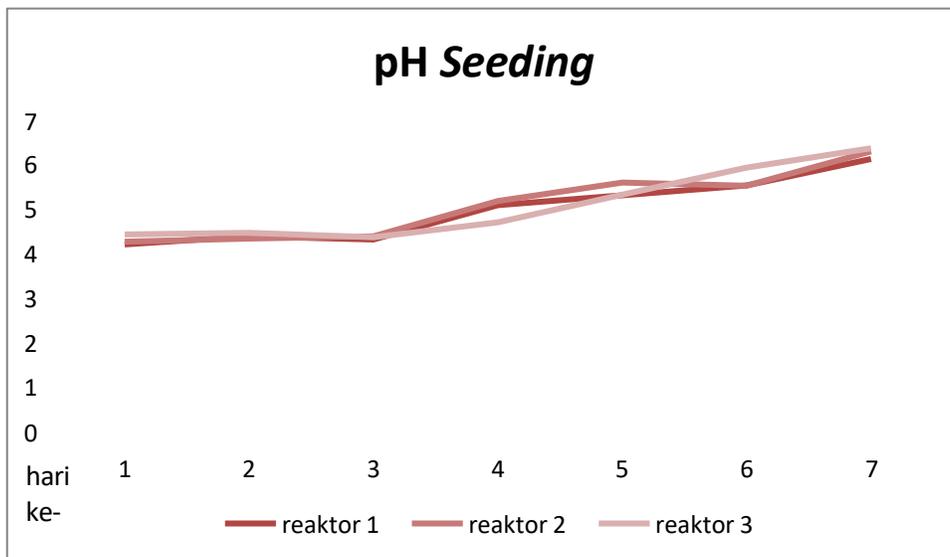
**Tabel 4.2 Nilai pH dan Suhu Pada Proses *Seeding***

Hari ke-	pH pada reaktor		
	1	2	3
1	4,22	4,28	4,44
2	4,40	4,35	4,48

Hari ke-	pH pada reaktor		
	1	2	3
3	4,33	4,40	4,38
4	5,10	5,19	4,71
5	5,32	5,60	5,33
6	5,54	5,53	5,94
7	6,13	6,30	6,37

Sumber: Hasil analisa, 2024

Proses *seeding* dalam pengolahan limbah cair digunakan untuk menumbuhkan mikroorganismenya sebelum digunakan untuk mengolah air limbah. (Samarta, *et.al*, 2020), nilai pH berada pada rentang pH optimum yaitu kisaran pH 6,87 – 7,52. Pada hasil penelitian menunjukkan jika pH pada ketiga reaktor menunjukkan rentang pH 4 hingga 6. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas mikroorganismenya meskipun tidak maksimal.



**Gambar 4.1 Grafik nilai pH pada proses seeding**

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pH mengalami kenaikan dari hari ke-1 pada reaktor 1 yaitu 4,22 hingga hari ke 7 yaitu 6,13. Pada reaktor 2 mengalami kenaikan pada hari ke-1 yaitu 4,28 hingga hari ke 7 yaitu 6,30.

Pada reactor 3 mengalami kenaikan pada hari ke-1 yaitu 4,44 hingga hari ke 7 yaitu 6,37.

#### **4.1.2 Aklimatisasi**

Pada proses aklimatisasi dilakukan selama 5 hari, pengadaptasian dilakukan dengan cara mengganti air limbah perlahan dengan air limbah yang baru. Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengganti secara bertahap air limbah hasil *seeding* dengan air limbah cair tahu. Proses penggantian air limbah dilakukan dengan persentase 25%, 50%, 75%, dan 100% air limbah pada tahap seeding dengan air limbah baru. Proses aklimatisasi dikatakan selesai ketika terjadi kondisi *steady state* dengan fluktuasi efisiensi penyisihan COD tidak lebih dari 10% (Atiqoh, *et.al*, 2022). Data hasil analisis COD pada proses aklimatisasi dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

**Tabel 4.3 Hasil Analisis COD pada Proses Aklimatisasi**

Hari ke-	COD (mg/L) Pada reaktor		
	1	2	3
1	632,3	668,3	654,2
2	610,2	581,4	578,9
3	495,3	448,3	494,3
4	488,3	440,2	485,6
5	432,5	421,5	436,9

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Rumus efisiensi penurunan konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penurunan COD} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Konsentrasi COD awal (mg/L)

b = Konsentrasi akhir COD (mg/L)

Contoh perhitungan:

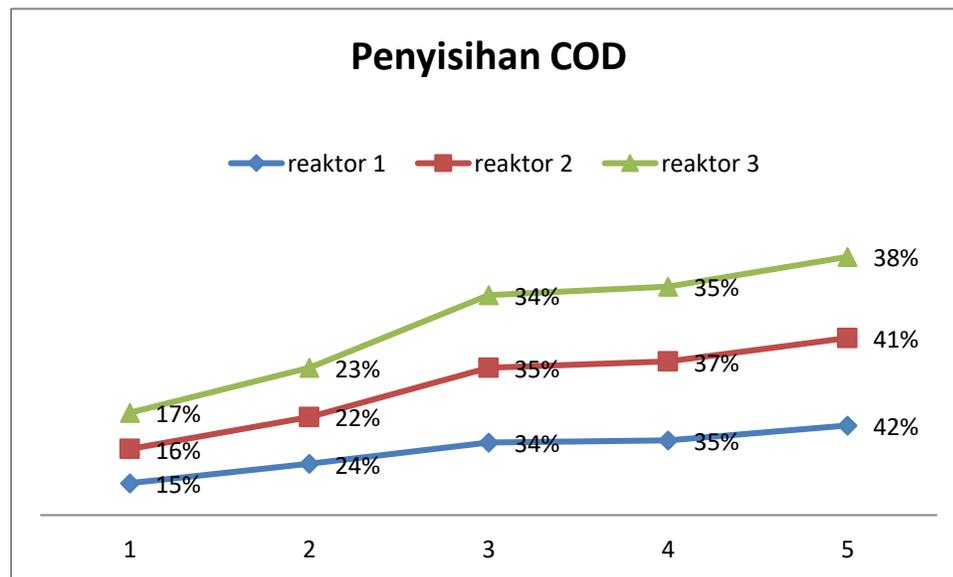
$$\begin{aligned} \text{Penurunan COD} &= \frac{752,2 - 632,3}{752,2} \times 100\% \\ &= 15\% \end{aligned}$$

Berikut hasil efisiensi penurunan konsentrasi COD dan nilai fluktuasi COD pada proses aklimatisasi dapat dilihat pada Tabel 7 serta grafik pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 sebagai berikut.

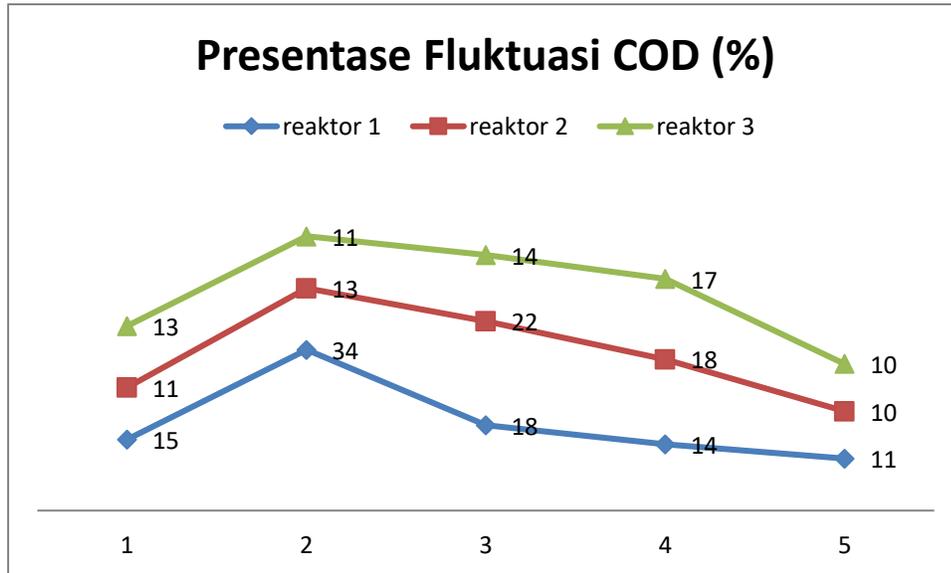
**Tabel 4.4 Penurunan COD Pada Proses Aklimatisasi**

Hari ke-	Nilai COD (mg/L)			Penurunan COD (%)			Persentase Fluktuasi COD (%)		
	Pada reaktor								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	632,3	668,3	654,2	15	16	17	15	11	13
2	610,2	581,4	578,9	24	22	23	34	13	11
3	495,3	448,3	494,3	34	35	34	18	22	14
4	488,3	440,2	485,6	35	37	35	14	18	17
5	432,5	421,5	436,9	42	41	38	11	10	10

Sumber: Hasil Penelitian, 2024.



**Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Penyisihan COD pada Proses Aklimatisasi**



**Gambar 4.3 Grafik Nilai Presentase Fluktuasi COD pada Proses Aklimatisasi**

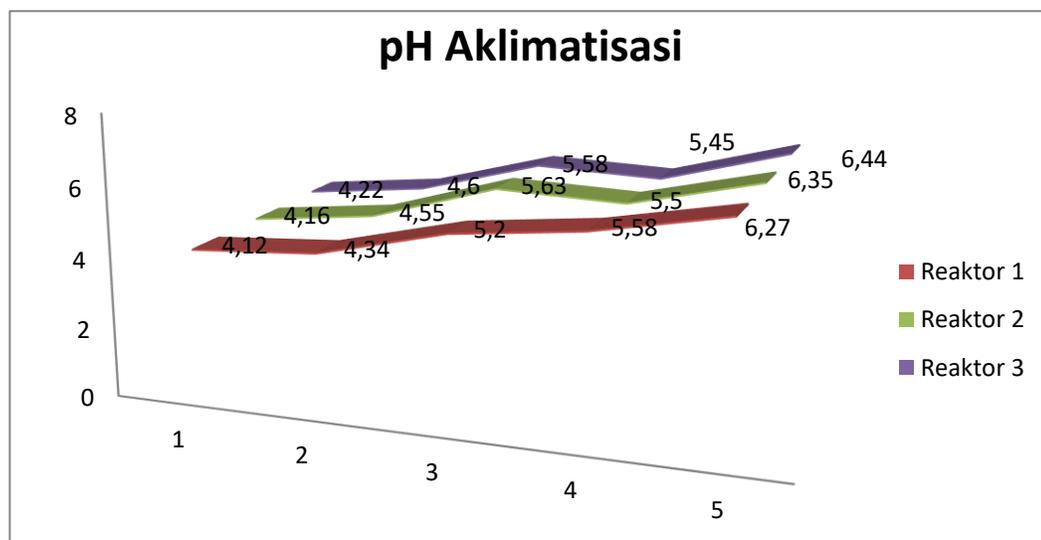
Berdasarkan Gambar 4.3 diketahui bahwa nilai presentase fluktuasi COD hingga hari ke-4 adalah 14% pada reactor 1, 18% pada reactor 2, dan 17% pada reactor 3, sedangkan hari ke-5 didapatkan 11% pada reactor 1, 10% pada reactor 2, dan 10% pada reactor 3. Pada reactor 1 di hari kelima penyisihan bakteri belum dapat dikatakan *steady state* (kondisi stabil) dengan fluktuasi nilai COD melebihi 10%. Bakteri yang belum *steady state* hingga hari ke-5 sudah memiliki presentase penyisihan sebesar 42%.

Pada masa aklimatisasi parameter yang diukur selain COD adalah pH. Dalam proses aklimatisasi nilai pH merupakan salah satu parameter penting pada pengolahan anaerob untuk memastikan bahwa mikroorganismenya telah beradaptasi dengan air limbah. Rentang pH aklimatisasi antara 4,8-6,9. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.4 sebagai berikut.

**Tabel 4.5 Kenaikan pH pada Saat Aklimatisasi**

Hari ke-	pH pada reaktor		
	1	2	3
1	4,12	4,16	4,22
2	4,34	4,55	4,60
3	5,20	5,63	5,58
4	5,58	5,50	5,45
5	6,27	6,35	6,44

Sumber: Hasil penelitian, 2024.



**Gambar 4.4 Grafik nilai pH pada Aklimatisasi**

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pH mengalami kenaikan dari hari ke-1 pada reactor 1 yaitu 4,12 hingga hari ke 5 yaitu 6,27. Pada reactor 2 mengalami kenaikan pada hari ke-1 yaitu 4,16 hingga hari ke 5 yaitu 6,35. Pada reactor 3 mengalami kenaikan pada hari ke-1 yaitu 4,22 hingga hari ke 5 yaitu 6,44.

## 4.2 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisa data yang dapat disajikan dalam bentuk tabel sehingga mudah dibaca dan dipahami. Selama proses pengolahan dilakukan pengukuran konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*).

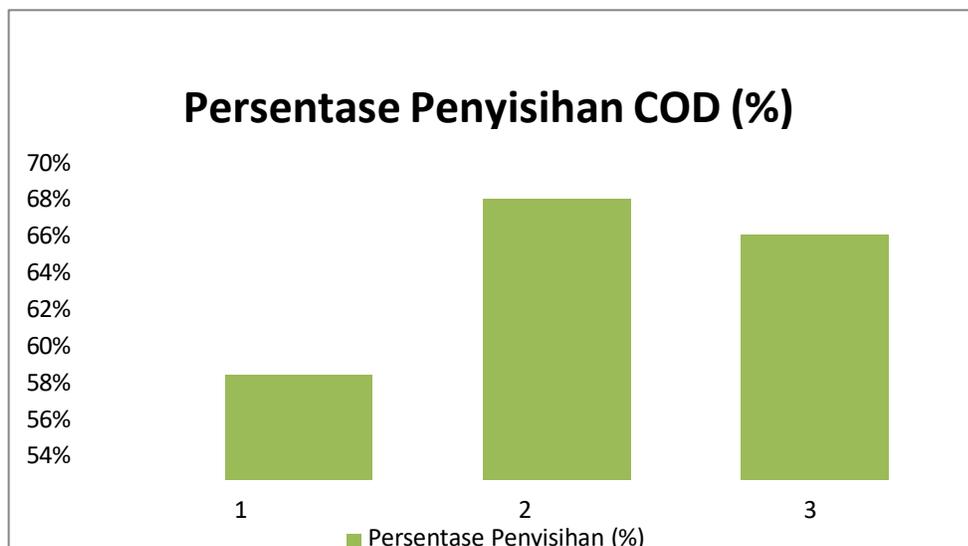
### 4.2.1 Analisa Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) Setelah Pengolahan

Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

**Tabel 4.6 Hasil Pengukuran COD Setelah Pengolahan**

Reaktor	Konsentrasi COD Awal (mg/L)	Konsentrasi COD Akhir (mg/L)	Persentase Penyisihan (%)	Baku Mutu
Reactor 1	752,2	315	58%	300
Reactor 2	752,2	239,4	68%	300
Reactor 3	752,2	252	66%	300

Sumber: Hasil Penelitian, 2024.



**Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan COD**

Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa besaran penyisihan parameter COD paling rendah terjadi pada reactor 1 yaitu sebesar 58% dengan konsentrasi 315 mg/L. Sedangkan penurunan paling tinggi terjadi pada reactor 2 sebesar 68% dengan konsentrasi 239,4 mg/L.

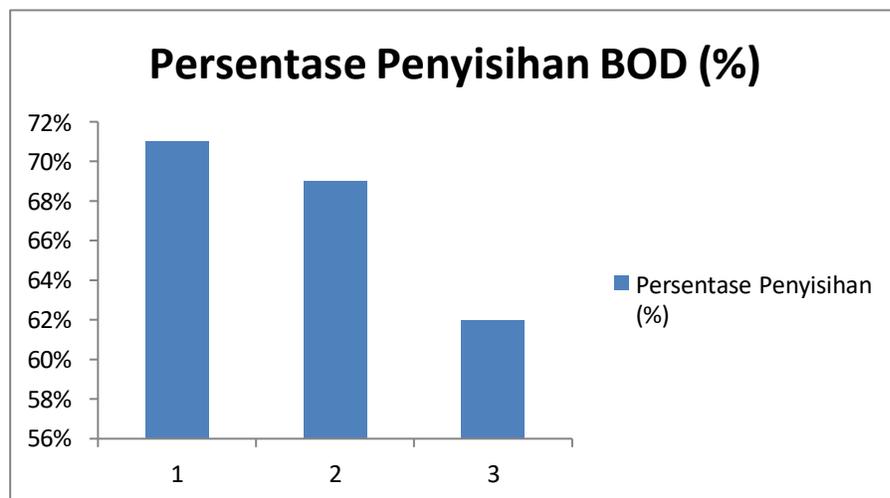
#### 4.2.2 Analisa *Biological Oxygen Demand* (BOD) Setelah Pengolahan

Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut.

**Tabel 4.7 Hasil Pengukuran BOD Setelah Pengolahan**

Reaktor	Konsentrasi BOD Awal (mg/L)	Konsentrasi BOD Akhir (mg/L)	Persentase Penyisihan (%)	Baku Mutu
Reactor 1	320	92	71%	150
Reactor 2	320	96,8	69%	150
Reactor 3	320	120	62%	150

Sumber: Hasil Penelitian, 2024.



**Gambar 4.6. Grafik Persentase Penyisihan BOD**

Berdasarkan Tabel 4.7 dan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa besaran penyisihan parameter BOD paling rendah terjadi pada reactor 3 yaitu sebesar 62% dengan konsentrasi 120 mg/L. sedangkan penurunan paling tinggi terjadi pada reactor 1 yaitu sebesar 71% dengan konsentrasi 92 mg/L.

### 4.3 Analisis ANOVA *One Way*

Penelitian ini menggunakan metode analisis ANOVA *One Way* dengan tujuan untuk mengetahui hubungan pengaruh antara ketebalan media terhadap efisiensi penyisihan parameter BOD dan COD. Adapun dasar pengambilan keputusan dalam uji ANOVA *One Way* sebagai berikut:

- Jika nilai signifikan  $< 0,05$  maka **H<sub>0</sub> ditolak, H<sub>1</sub> diterima** yang berarti terdapat pengaruh signifikan.
- Jika nilai signifikan  $> 0,05$  maka **H<sub>0</sub> diterima, H<sub>1</sub> ditolak** yang berarti tidak terdapat pengaruh signifikan.

#### 4.3.1 Hasil Analisis ANOVA *One-Way Chemical Oxygen Demand (COD)*

Hasil analisis ANOVA *One Way* COD dalam penurunan presentase parameter COD terhadap variasi ketebalan media serabut kelapa, kerikil, dan pasir silica dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Hasil Analisis ANOVA *One Way* Persentase Penurunan COD

<b>ANOVA</b>					
COD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1640.520	2	820.260	.007	.993
Within Groups	352153.860	3	117384.620		
Total	353794.380	5			

Sumber: Hasil Uji ANOVA *One Way*, 2024

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa:

- Diperoleh nilai signifikan sebesar  $0,993 > 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima,  $H_1$  ditolak yang berarti tidak terdapat pengaruh ketebalan terhadap persentase penurunan COD secara signifikan.

#### 4.3.2 Analisis ANOVA *One-Way Biological Oxygen Demand (BOD)*

Hasil analisis ANOVA *One Way* COD dalam penurunan presentase parameter BOD terhadap variasi ketebalan media serabut kelapa, kerikil, dan pasir silica dapat dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4.9 Hasil Analisis ANOVA *One Way* Persentase Penurunan BOD

ANOVA					
BOD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	224.213	2	112.107	.005	.995
Within Groups	70901.120	3	23633.707		
Total	71125.333	5			

Sumber: Hasil Uji ANOVA *One Way*, 2024

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa:

- Diperoleh nilai signifikan sebesar  $0,995 > 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima,  $H_1$  ditolak yang berarti tidak terdapat pengaruh ketebalan terhadap persentase penurunan BOD secara signifikan.

## 4.4 Pembahasan

### 4.4.1 Penyisihan Kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand (COD)* adalah parameter yang digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam sampel air limbah. Dalam penelitian ini, penurunan kadar COD menjadi indikator

utama efisiensi sistem biofilter anaerob dalam mengolah air limbah. Sebelum pengolahan, kadar COD air limbah industri tahu tercatat sebesar 752,2 mg/L, melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 yaitu (300 mg/L).

Hasil pengolahan menunjukkan penurunan COD yang signifikan pada ketiga reaktor yang digunakan, namun dengan efektivitas yang berbeda. Reaktor 2, menunjukkan penurunan COD tertinggi sebesar 68%, sementara Reaktor 1 menunjukkan penurunan sebesar 58% (Tabel 4.6 dan Gambar 4.5). Penurunan ini menunjukkan kemampuan biofilter anaerob dalam mengurangi beban bahan organik yang terkandung dalam air limbah.

Dalam fungsinya, media biofilter berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah dengan menyediakan permukaan yang memadai untuk pertumbuhan biofilm mikroorganisme yang bertanggung jawab atas proses dekomposisi bahan organik. Media seperti kerikil, serabut kelapa, dan pasir silika memiliki karakteristik berbeda yang mempengaruhi kinerja sistem biofilter. Menurut (Aravindhana *et. al*, 2019), kerikil sebagai media biofilter memiliki struktur fisik yang memungkinkan penyaluran oksigen ke mikroorganisme secara efektif, yang berkontribusi pada peningkatan pengurangan COD.

Pada penelitian ini, media yang digunakan berperan dalam menentukan efisiensi penyisihan COD. Penggunaan kerikil di reaktor 2 menunjukkan penurunan COD yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan serabut kelapa di reaktor 1. Penelitian oleh (Pradhan *et. al*, 2021) menunjukkan bahwa ketebalan media berpengaruh terhadap distribusi aliran dan aktivitas mikroorganisme. Meskipun variasi ketebalan media tidak menunjukkan pengaruh signifikan dalam pengurangan COD secara keseluruhan dalam studi ini, karakteristik media seperti porositas dan kapasitas penyerapan tetap memainkan peran penting.

Serabut kelapa, kerikil, dan pasir silika masing-masing menunjukkan efektivitas yang berbeda dalam penyisihan COD. Kerikil, dengan struktur yang memfasilitasi penyaluran oksigen, menunjukkan performa yang lebih baik dalam

menurunkan COD, sedangkan serabut kelapa memiliki kemampuan penyerapan yang lebih baik untuk bahan organik, yang mempengaruhi hasil pengolahan. Hal ini konsisten dengan temuan (Gupta *et. al*, 2022), yang menunjukkan bahwa media dengan struktur lebih stabil dan kapasitas penyerapan tinggi dapat meningkatkan efisiensi pengolahan.

Tanpa prasedimentasi, media biofilter mungkin tidak berfungsi secara optimal karena beban organik yang lebih tinggi dapat mengganggu proses pengolahan. Penelitian oleh (Smith *et. al*, 2020) menunjukkan bahwa prasedimentasi dapat mengurangi beban organik dan partikel besar yang dapat mengurangi efektivitas media biofilter. Oleh karena itu, penghilangan partikel besar dan pengurangan beban organik sebelum pengolahan dapat meningkatkan kinerja sistem biofilter dalam mengurangi COD.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa media biofilter memiliki peran dalam efisiensi penyisihan COD. Kerikil menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan serabut kelapa dalam menurunkan kadar COD, yang dapat dikaitkan dengan struktur fisiknya yang mendukung aliran oksigen dan aktivitas mikroorganisme. Pengaruh ketebalan media terhadap penyisihan COD tidak signifikan dalam penelitian ini, tetapi karakteristik media memiliki dampak penting dalam efisiensi proses biofilter.

#### **4.4.2 Penyisihan Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD)**

*Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah parameter yang mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik dalam sampel air limbah selama periode waktu tertentu. BOD merupakan indikator penting dari kualitas air limbah dan efektivitas proses pengolahan dalam sistem biofilter anaerob. Pada awal pengolahan, kadar BOD air limbah industri tahu tercatat sebesar 320 mg/L, melampaui standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 (150 mg/L).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua reaktor yang digunakan memiliki kemampuan berbeda dalam mengurangi kadar BOD. Reaktor 1 menunjukkan penurunan kadar BOD sebesar 71%, sementara reaktor 3 menunjukkan penurunan sebesar 62% (Tabel 4.7 dan Gambar 4.6). Penurunan ini menunjukkan perbedaan efektivitas dalam pengolahan BOD oleh sistem biofilter anaerob.

Dalam fungsinya, media biofilter berfungsi sebagai permukaan tempat pertumbuhan mikroorganisme yang terlibat dalam proses penguraian bahan organik yang menghasilkan BOD. Serabut kelapa, kerikil, dan pasir silika memiliki karakteristik yang berbeda dalam mendukung aktivitas mikroorganisme. Menurut (Gupta *et. al*, 2021), serabut kelapa memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi dan permukaan yang luas, yang memungkinkan penempelan biofilm yang lebih baik dan meningkatkan efisiensi penguraian BOD.

Penggunaan media biofilter mempengaruhi kinerja penyisihan BOD dalam sistem biofilter anaerob. Pada penelitian ini, reaktor 1 yang menggunakan serabut kelapa menunjukkan penurunan BOD yang lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor 2. Penelitian oleh (Nair *et. al*, 2018) menunjukkan bahwa media dengan struktur yang memungkinkan akumulasi biofilm yang lebih besar, seperti serabut kelapa, dapat lebih efektif dalam mengurangi BOD. Ketebalan media dan porositas berperan dalam memfasilitasi pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas dekomposisi bahan organik.

Serabut kelapa, kerikil, dan pasir memiliki efektivitas yang berbeda dalam mengurangi BOD. Serabut kelapa menunjukkan kemampuan terbaik dalam penyisihan BOD dibandingkan dengan kerikil dan pasir. Hal ini dapat dijelaskan oleh kapasitas serabut kelapa untuk menahan biofilm dan menyediakan permukaan yang lebih besar untuk proses penguraian bahan organik. Menurut (Liu *et. al*, 2020) menunjukkan bahwa media dengan permukaan yang lebih luas dan kemampuan penyerapan yang tinggi lebih efektif dalam pengolahan BOD.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa media biofilter memiliki pengaruh signifikan terhadap penyisihan BOD dalam sistem biofilter anaerob. Serabut kelapa, dengan kemampuan penyerapan dan permukaan yang lebih

luas, menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dalam mengurangi BOD dibandingkan dengan kerikil. Pengaruh ketebalan media terhadap penyisihan BOD tidak signifikan dalam penelitian ini, tetapi karakteristik media memiliki dampak penting dalam efisiensi proses biofilter.

#### **4.4.3 Efektivitas Reaktor Biofilter Anaerob Terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD**

Reaktor biofilter anaerob merupakan teknologi yang banyak digunakan untuk pengolahan air limbah, terutama dalam menurunkan konsentrasi bahan organik seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Pada penelitian ini, efektivitas dua jenis reaktor biofilter anaerob dalam menurunkan kadar BOD dan COD dari air limbah industri tahu dianalisis menggunakan media serabut kelapa, kerikil dan pasir silika.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa reaktor 1 memiliki penurunan kadar BOD yang lebih efektif dibandingkan dengan Reaktor 2. Reaktor 1 berhasil mengurangi kadar BOD sebesar 71%, sementara Reaktor 3 mengurangi kadar BOD sebesar 62% (Tabel 4.7 dan Gambar 4.6). Keefektifan serabut kelapa dalam mengurangi BOD dapat dijelaskan oleh kemampuannya dalam menyediakan permukaan yang luas untuk pertumbuhan biofilm, yang meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Menurut (Gupta *et. al*, 2021) menunjukkan bahwa media dengan kapasitas penyerapan tinggi, seperti serabut kelapa, meningkatkan efisiensi pengurangan BOD.

Untuk penyisihan COD, Reaktor 2 menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan Reaktor 1. Reaktor 2 berhasil mengurangi kadar COD sebesar 68%, sedangkan Reaktor 1 mengurangi kadar COD sebesar 58% (Tabel 4.6 dan Gambar 4.5). Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh ketebalan media dan struktur pori pada kerikil yang memungkinkan distribusi aliran limbah yang lebih merata dan kontak yang lebih lama dengan mikroorganisme. Menurut (Liu, *et. al*, 2020) menyebutkan bahwa media dengan struktur yang mendukung aliran merata dan kontak lama antara

limbah dan media biofilter dapat meningkatkan efisiensi pengurangan COD.

Perbedaan efektivitas dalam penyisihan BOD dan COD dapat dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan kimia dari media biofilter. Serabut kelapa, dengan permukaan yang lebih luas dan kemampuan penyerapan tinggi, lebih efektif dalam mengurangi BOD karena mendukung pertumbuhan biofilm yang optimal. Di sisi lain, kerikil, dengan struktur pori yang lebih besar dan distribusi aliran yang lebih baik, menunjukkan performa yang lebih baik dalam mengurangi COD. Menurut (Nair *et. al*, 2018) menunjukkan bahwa karakteristik media berperan penting dalam menentukan efektivitas sistem biofilter dalam pengurangan berbagai parameter kualitas air.

Ketebalan media juga berperan dalam menentukan efektivitas biofilter. Media yang lebih tebal dapat menyediakan waktu kontak yang lebih lama antara air limbah dan mikroorganisme, meningkatkan proses penguraian. Namun, ketebalan media juga harus diimbangi dengan kemampuan pembersihan dan distribusi aliran yang baik. Prasedimentasi, dengan menghilangkan partikel besar dan beban awal organik, dapat meningkatkan efisiensi sistem biofilter.

Reaktor biofilter anaerob yang menggunakan media serabut kelapa, pasir silika dan kerikil menunjukkan efektivitas yang berbeda dalam mengurangi kadar BOD dan COD. Serabut kelapa lebih efektif dalam mengurangi BOD, sedangkan kerikil menunjukkan yang lebih baik dalam mengurangi COD. Perbedaan ini disebabkan oleh karakteristik media yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan distribusi aliran limbah.