



## **PENGARUH LAMA WAKTU TINGGAL TANAMAN ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*) DAN KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES*) PADA AIR LIMBAH DI LOKASI TITIK PANTAU PT. KIMA PERSERO MENGGUNAKAN *PROTOTYPE BIOFILTER***

**Andi Arninda<sup>a,\*</sup>, Flaviana Yohanala Prista Tyassena<sup>a</sup>, Aldina Adriana<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

Jalan Sunu No. 220, Kota Makassar, 90211

\*E-mail: arninda@atim.ac.id

*Masuk Tanggal : 20 September, revisi tanggal: 11 Oktober, diterima untuk diterbitkan tanggal : 20 Desember 2023*

### **Abstrak**

Air limbah industri menjadi salah satu perhatian utama di Indonesia karena munculnya zat yang berbahaya seperti tingginya kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biological Oxygen Demand (BOD). Salah satu cara pengolahan limbah cair untuk mengurangi tingkat pencemaran secara sederhana ialah dengan sistem biofilter. Proses biofilter mempunyai beberapa kemampuan antara lain dapat menurunkan kadar COD dan BOD pada air limbah. Media biofilter yang digunakan ialah tanaman eceng gondok dan kayu apu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu tinggal, serta persentase pengaruh tanaman eceng gondok dan kayu apu untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan pH pada air limbah di lokasi titik pantau PT. KIMA Persero menggunakan prototype biofilter. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental melalui tahap pembuatan prototype biofilter dan penanaman eceng gondok dan kayu apu pada air limbah kemudian dilakukan analisa uji kadar COD, BOD dan pH. Pengujian kadar COD dan pH dilakukan dalam waktu tinggal 1, 3, 5, 7 dan 9 sedangkan pengujian kadar BOD dilakukan selama 15 hari. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, dengan parameter COD, BOD dan pH, diperoleh hasil bahwa semakin lama waktu tinggal tanaman eceng gondok dan kayu apu maka kadar COD dan BOD menurun. Persentase pengaruh tanaman eceng gondok terhadap penurunan COD sebesar 68,50% dan kayu apu 61,99% terjadi pada waktu tinggal 9 hari, sedangkan persentase penurunan kadar BOD pada tanaman eceng gondok sebesar 63,44% dan kayu apu 45,41% terjadi pada waktu tinggal 5 hari. Perubahan pH air limbah pada tanaman eceng gondok dari 4 menjadi 7 sedangkan pada kayu apu dari 4 menjadi 5 di hari ke 9.

**Kata Kunci:** Biofilter, Eceng gondok, Kayu apu, Limbah cair industri

### **Abstract**

*Industrial wastewater is a major concern in Indonesia because of the emergence of dangerous substances such as high levels of Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD). One way to process liquid waste to reduce pollution levels in a simple way is with a biofilter system. The biofilter process has several capabilities, including being able to reduce COD and BOD levels in wastewater. The biofilter media used are water hyacinth plants and apu wood. This research aims to determine the effect of the length of residence time, as well as the percentage effect of water hyacinth and apu wood plants to reduce COD, BOD and pH levels in wastewater at the PT. KIMA Persero monitoring point location using a biofilter prototype. This research was carried out using an experimental method through the stages of making a biofilter prototype and planting water hyacinth and apu wood in waste water, then analyzing COD, BOD and pH levels. Testing for COD and pH levels was carried out for 1, 3, 5, 7 and 9 residence times, while testing for BOD levels was carried out for 5 days. Based on the results of experiments carried out, with the parameters COD, BOD and pH, the result was that the longer the water hyacinth and apu wood plants remained, the COD and BOD levels decreased. The percentage effect of water hyacinth plants on reducing COD was 68.50% and 61.99% for apu wood occurred at a residence time of 9 days, while the percentage reduction in BOD levels for water hyacinth plants was 63.44% and 45.41% for apu wood occurred at 5 days left. And changes in the pH of waste water in water hyacinth plants from 4 to 7 while in apu wood from 4 to 5 on the 9th day.*

## 1. PENDAHULUAN

Air limbah industri adalah air hasil pengolahan suatu proses industri yang memiliki kualitas yang kurang baik karena kontaminan yang terkandung di dalamnya [1]. Limbah industri pada umumnya dihasilkan akibat dari sebuah proses produksi yang menghasilkan bahan baku/produk yang dapat dimanfaatkan langsung oleh konsumen [2]. Limbah industri berasal dari kegiatan industri, baik karena proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung [3]. Limbah cair dari suatu industri merupakan masalah dan menjadi perhatian yang serius dari masyarakat maupun pemerintah Indonesia khususnya terhadap perkembangan industri yang terus meningkat setiap tahunnya, yang pastinya menghasilkan limbah cair yang mengandung kadar COD dan BOD yang tinggi. Jika tidak diolah dengan baik akan menimbulkan pencemaran pada air [4].

COD atau Chemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. BOD atau Biochemical Oxygen Demand adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (readily decomposable organic matter). BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai [5].

Pencemaran air merupakan salah satu masalah ekologi yang mengancam kesehatan semua organisme hidup. Salah satu cara pengolahan limbah cair untuk mengurangi tingkat pencemaran secara sederhana ialah dengan sistem biofilter [6]. Biofilter merupakan reaktor biologis yang memanfaatkan mikroorganisme yang ada pada tanaman untuk mengurai bahan-bahan organik yang ada pada air limbah [7]. Proses biofilter mempunyai beberapa kemampuan antara lain yakni menurunkan kadar BOD, COD, menghilangkan kekeruhan dan menjernihkan air, serta dapat menghilangkan bermacam-macam senyawa organik [8].

Pengolahan Limbah Cair dapat diolah dengan menggunakan biofilter dimana tanaman air sebagai media biofilternya. Metode biofilter ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam mengolah air limbah karena efisien dalam

menurunkan senyawa organik dengan biaya yang relatif murah [9]. Tanaman yang dapat dijadikan sebagai Biofilter ialah tanaman gulma air seperti eceng gondok dan kayu apu [10], [11]. Keberadaan eceng gondok dan kayu apu yang begitu banyak di lingkungan dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Pemanfaatan eceng gondok sebagai biofilter karena mampu menyerap zat organik, anorganik serta logam berat lain yang merupakan bahan pencemar [12].

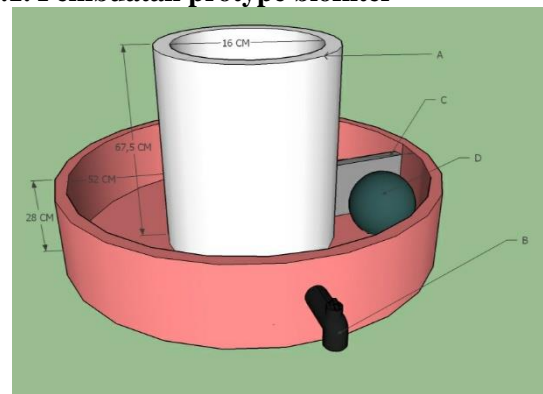
Pada mulanya tumbuhan kayu apu hanya dikenal sebagai tumbuhan pengganggu di danau. Kayu apu sendiri sudah dikenal sebagai tumbuhan fitoremediator atau tumbuhan yang dapat mengolah dan mengurangi zat kontaminan baik logam berat, zat organik dan anorganik [13]. Selain itu, karena kayu apu mempunyai daya mengikat butiran-butiran lumpur yang halus maka dapat digunakan untuk menjernihkan air dan menurunkan kadar COD dan BOD bagi industri maupun keperluan sehari-hari [11].

Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian tentang pengaruh lama waktu tinggal tanaman eceng gondok dan kayu apu pada air limbah di lokasi titik pantau PT. KIMA Persero terhadap kadar COD, BOD dan pH dengan menggunakan prototype biofilter.

## 2. PROSEDUR PERCOBAAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium WWTP PT. Kimia Persero, dengan membuat prototype biofilter dan pengujian di laboratorium untuk menurunkan kadar COD dan BOD dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan kayu apu.

### 2.1. Pembuatan prototype biofilter



Gambar 1 Prototype biofilter

Keterangan :

A : pipa

B : keran air

C : tegel

D : pompa

Baskom sebanyak 2 buah disiapkan sebagai bahan utama pembuatan biofilter. Kedua baskom dilubangi untuk dipasangkan kran air. Di tengah masing-masing baskom dipasangkan pipa 8", dan dipasang tegel sebagai tempat melekatnya pompa. Dilakukan pengecekan terhadap kerja pompa dan sirkulasi air pada prototype yang dibuat.

## 2.2. Analisis BOD

Untuk mengetahui nilai BOD pada sampel air limbah yang telah dikontakkan dengan eceng gondok dan kayu apu, dilakukan dengan memasukkan sampel air ke dalam dua botol kaca, masing-masing 25 mL. Salah satu dari botol tersebut diinkubasi selama lima hari, kemudian diukur oksigen terlarutnya. Botol yang tersisa diukur oksigen terlarutnya pada hari ke nol (DO 0) dengan menambahkan 0,5 mL MnSO<sub>4</sub> 0,5 mL reagen alkali iodida azida, dan 0,5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Setelah itu ditambahkan 3 tetes amilum dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,025 N. Titrasi dihentikan jika warna coklat tepat hilang [14].

Analisa kadar BOD menurut persamaan [13]. Perhitungan nilai DO (*dissolved oksigen*)

$$A = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{V \text{ contoh uji}} \quad (1)$$

Keterangan :

V : volume natrium tiosulfat yang dibutuhkan sampel (mL)

N : normalitas natrium tiosulfat

F : faktor (volume botol dibagi volume botol dikurang volume pereaksi)

Perhitungan kadar BOD

Perhitungan kadar BOD menurut [14] :

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right) V_C}{P} \quad (2)$$

Keterangan :

A<sub>1</sub> : kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A<sub>2</sub> : kadar oksigen terlarut contoh uji sesudah inkubasi (5 hari) (mg/L)

B<sub>1</sub> : kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B<sub>2</sub> : kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

P : perbandingan volume contoh uji per volume total.

## 2.3. Analisis COD

Contoh uji sebanyak 10 mL dipipet kemudian dimasukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 0,2 gram serbuk HgSO<sub>4</sub> dan beberapa batuh didih, kemudian ditambahkan 2 ml larutan kalium dikromat K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,25 N dan 2 ml

perak sulfat. Contoh uji dipanaskan di atas Hot Plate selama 2 jam. Setelah 2 jam contoh uji didinginkan dan dicuci dengan air suling sebanyak 30 ml, lalu ditambahkan indikator ferroin 2-3 tetes, dititrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecoklatan kemudian dicatat kebutuhan FAS.

Ulangi langkah seperti pada contoh uji terhadap air suling sebagai blanko.

Analisa uji kebutuhan oksigen biokimia (COD) dengan refluks terbuka secara Titrimetri menurut [15] :

Normalitas larutan FAS

$$N \text{ FAS} = \frac{V_1 \times N_1}{V_2} \quad (3)$$

Keterangan :

V<sub>1</sub> : volume larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang digunakan (ml).

V<sub>2</sub> : volume larutan FAS yang digunakan (ml).

N<sub>1</sub> : Normalitas larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

Kadar COD

$$COD = \frac{(A-B) \times N \text{ FAS} \times 8000}{\text{Ml contoh uji}} \quad (4)$$

Keterangan :

A : volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (ml).

B : volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk sampel (ml).

## 2.4. Penentuan pH

pH diukur dengan menggunakan kertas pH universal pada sampel.

## 2.5. Persentase penurunan BOD dan COD

Dari hasil perhitungan kadar COD dan BOD dapat diketahui persen pengaruh penurunan COD dan BOD menggunakan biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu dengan menggunakan rumus [9]

$$\frac{\text{Kadar sebelum} - \text{kadar sesudah}}{\text{kadar sebelum}} \times 100 \quad (5)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh data kadar COD, BOD, pH dan persen penurunan kadar COD dan BOD sebagai berikut :

Tabel 1. Analisa kadar COD pada biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu

Waktu Tinggal (hari)	Penurunan kadar COD menggunakan biofilter tanaman (mg/L)			
	Enceng Gondok	pH	Kayu apu	pH
0	342,1768	4	342,1768	4
1	213,71	5	186,62	5
3	169,764	6	137,855	5
5	127,624	6	117,788	5
7	117,992	7	129,43	6
9	107,758	7	130,032	5

Sumber : data primer, 2022

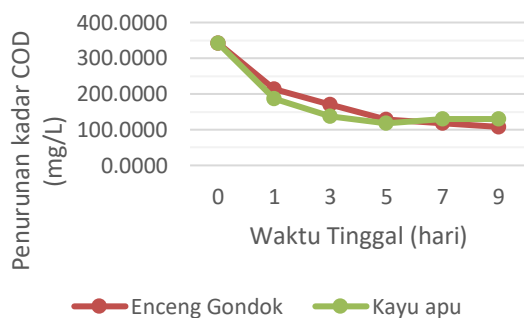
Tabel 2. Analisa kadar BOD pada biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu

Percobaan	Penurunan kadar BOD (mg/L)	
	Enceng gondok	Kayu apu
Blanko	242,51	
1	121,3	219,34
2	101,01	178,82
3	88,66	132,37

Tabel 3. Persen penurunan kadar COD dan BOD pada biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu

Waktu Tinggal (hari)	Penurunan kadar COD (%)		Penurunan kadar BOD (%)	
	Enceng gondok	Kayu apu	Enceng gondok	Kayu apu
1	38	45,46	50	10
3	50,38	59,71	58,34	26,46
5	62,70	65,57	63,44	45,41
7	65,51	62,17		
9	68,50	61,99		

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan prototype biofilter dengan tanaman eceng gondok dan kayu apu untuk mengetahui pengaruh lama waktu tinggal terhadap kadar COD, BOD dan pH pada air limbah di lokasi titik pantau PT. KIMA. Dengan perhitungan masing-masing kadarnya setiap hari selama 9 hari untuk kadar COD dan 5 hari untuk kadar BOD.



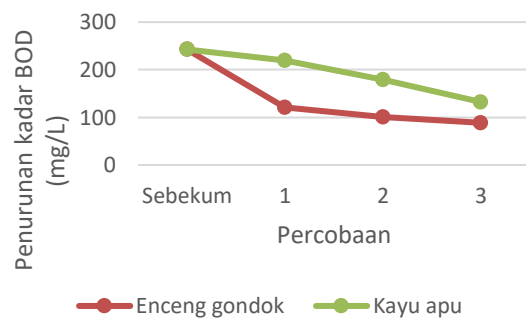
Gambar 2 Grafik penurunan kadar COD

Dapat dilihat penurunan kadar COD pada Tabel 1 dan Gambar 2 menunjukkan kadar COD air limbah pada hari ke-0 yaitu 342,1758 mg/L. Dimana kondisi ini melebihi standar baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Negara Republik Indonesia No 5 tahun 2014, bahwa kadar COD golongan baku mutu limbah cair yaitu 350 mg/l. Setelah di *treatment* menggunakan biofilter eceng gondok pada waktu tinggal 1 hari kadar COD pada air limbah telah mengalami penurunan sangat signifikan.

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa semakin lama waktu tinggal maka kadar COD akan semakin turun. Dimana kadar COD paling rendah didapatkan pada waktu tinggal 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa sudah terjadi perbaikan kualitas air limbah dengan menggunakan biofilter

tanaman eceng gondok. Terjadinya penurunan kadar COD pada air limbah karena adanya erasi dari pompa yang ada di dalam prototype biofilter yang memberikan kandungan oksigen ke dalam air limbah, mengakibatkan meningkatnya laju penguraian yang diakibatkan oleh bertumbuhnya populasi organisme dengan baik [17]. Sehingga lama aerasi akan memberikan penambahan oksigen di dalam air limbah yang bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa kimia yang ada di dalam air limbah. Dan juga Menurut penelitian dari [17], penurunan kadar COD disebabkan oleh kandungan yang di miliki oleh tanaman eceng gondok itu sendiri. Eceng gondok memiliki akar serabut yang lebat dan di dalam akarnya mengandung bakteri rhizosfera yang memiliki kemampuan untuk melakukan penguraian terhadap benda-benda organik ataupun benda anorganik yang terdapat pada limbah [18].

Untuk biofilter dengan tanaman kayu apu penurunan kadar COD dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1 menurun di waktu tinggal 1, 3 dan 5. Di hari ke 7 dan 9 air limbah mengalami kenaikan kadar COD, dikarenakan tanaman kayu apu kembali terurai di dalam air limbah sehingga mengakibatkan kadar COD air limbah kembali naik.

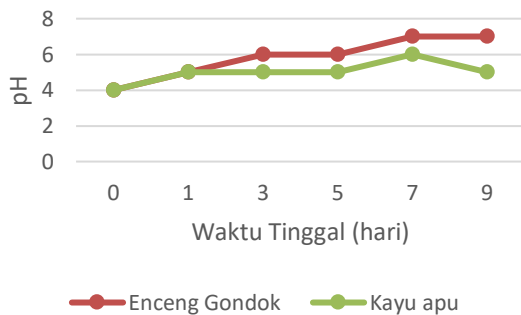


Gambar 3 Grafik penurunan BOD

Tahapan penurunan kadar BOD dilakukan sebanyak 3 kali percobaan sesuai dengan SNI 6989.72:2009. Dapat dilihat dari Tabel 1 dan Gambar 3, menunjukkan hasil perhitungan kadar BOD menggunakan biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu. Sampel air limbah sebelum yang digunakan memiliki sebesar 242,51 mg/l. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar BOD melebihi standar baku mutu air limbah industri menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 5 tahun 2014, bahwa kadar BOD golongan baku mutu limbah cair yaitu 100 mg/l.

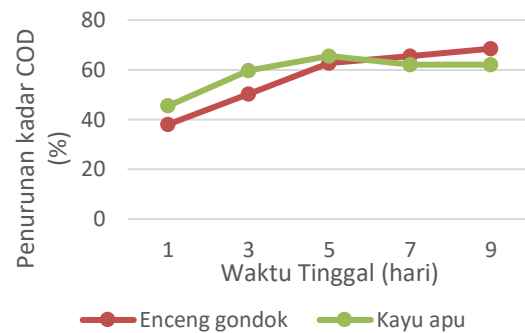
Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan kadar BOD menggunakan biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu. setelah dilakukannya perlakuan atau *treatment* pada percobaan 1,2 dan 3 kadar BOD pada limbah mengalami penurunan.

Terkhusus pada biofilter dengan tanaman eceng gondok penurunan sangat signifikan, dan pada percobaan ke-3 kadar BOD air limbah sebesar 88,66 mg/l menunjukkan bahwa air limbah telah memenuhi standar baku mutu. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu aerasi akan menurunkan nilai BOD dan memberikan tambahan oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk mengurai bahan-bahan organik yang ada di dalam air limbah [17]. Disamping itu pada akar tumbuhan kayu apu mampu menyaring atau mengikat bahan organik dan anorganik yang terdapat pada limbah cair sehingga memudahkan mikroba melakukan aktivitas degradasi [19]. Akan tetapi untuk biofilter tanaman kayu apu kadar BOD nya turun namun penurunannya tidak signifikan penurutan kadar BOD dengan tanaman eceng gondok dan tidak memenuhi standar baku mutu air limbah. Hal ini dikarenakan tanaman kayu apu mati dan terurai kembali di dalam air, sehingga kadar BOD kembali meningkat.



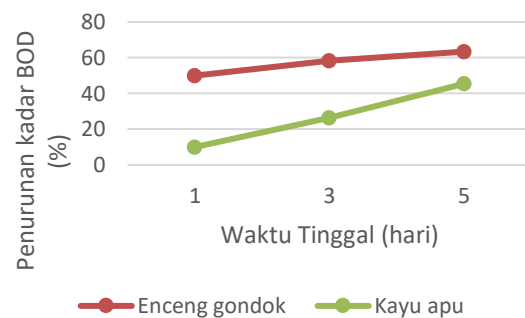
Gambar 4 Pengaruh Lama waktu Tinggal Terhadap pH

Pada Tabel 1 dan Gambar 4 menunjukkan hasil penurunan pH pada air limbah menggunakan biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Pada hari ke-0 atau sebelum adanya perlakuan pH nya 4 atau cenderung asam. Setelah adanya perlakuan pada hari 1,3,5,7, dan 9 untuk biofilter dengan tanaman eceng gondok pH nya semakin tinggi atau menuju netral. Hal ini dikarenakan oksigen yang terlarut di dalam air limbah akan di transfer ke akar tanaman eceng gondok. Menurut Penelitian [19], meningkatnya pH disebabkan oleh proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman. Proses fotosintesis akan menghasilkan CO<sub>2</sub> dan melepas ion OH<sup>-</sup> ke dalam air. Sedangkan pada biofilter dengan tanaman kayu apu mengalami kenaikan hanya sampai di hari ke 5 dan pada hari ke 7 dan 9 pH nya kembali ke asam. Hal ini dikarenakan pembusukan bagian tanaman yang rontok dan kembali terurai di dalam air [10].



Gambar 5. Persen pengaruh penurunan kadar COD Biofilter pada tanaman eceng gondok dan kayu apu

Gambar 5 menunjukkan persen pengaruh penurunan kadar COD biofilter tanaman eceng gondok dan kayu apu. % pengaruh biofilter eceng gondok nilainya sampai pada 68,50 %. Sedangkan kayu apu nilai % pengaruh penurunannya sampai pada 65,57% saja kemudian turun menjadi 61,99%. Artinya eceng gondok lebih berpengaruh untuk dijadikan biofilter tanaman untuk menurunkan kadar COD dibandingkan dengan tanaman kayu apu.



Gambar 6. Persen Pengaruh penurunan Kadar BOD Biofilter dengan Tanaman Eceng Gondok dan Kayu Apu

Gambar 6 menunjukkan persen pengaruh penurunan kadar BOD Biofilter Eceng gondok dan kayu apu. % pengaruh penurunan menggunakan biofilter eceng gondok nilainya sampai pada 63,44 %. Sedangkan kayu apu nilai % pengaruh penurunan hanya sampai pada 45,41 % saja. Artinya eceng gondok lebih berpengaruh untuk dijadikan biofilter tanaman untuk menurunkan kadar BOD dibandingkan dengan tanaman kayu apu.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh lama waktu tinggal tanaman eceng gondok dan kayu apu pada air limbah di lokasi titik pantau PT. KIMA PERSERO terhadap kadar COD, BOD dan pH menggunakan prototype biofilter yaitu semakin lama waktu tinggal tanaman pada air limbah maka kadar COD dan BOD semakin menurun. Penurunan



kadar COD dan BOD untuk biofilter tanaman eceng gondok yaitu 107,758 mg/L dan 88,66 mg/L ini telah sesuai dengan standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Negara Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014. Penurunan kadar BOD dengan biofilter kayu apu yaitu 132,37 mg/L dimana ini tidak sesuai dengan standar baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014.

2. Pengaruh tanaman eceng gondok dan kayu apu dijadikan sebagai biofilter terhadap kadar COD, BOD dan pH yaitu tanaman eceng gondok lebih berpengaruh untuk menurunkan kadar COD dengan nilai % pengaruh penurunan 68,50 % sedangkan kayu apu 61,99 %. Tanaman Eceng Gondok lebih berpengaruh untuk menurunkan kadar BOD dengan nilai % pengaruh penurunan 63,44 % sedangkan kayu apu 45,41 %. pH untuk eceng gondok 7 sedangkan kayu 5

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada program studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar dan PT. KIMIA Persero untuk dukungan kepada penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Arif, I. Abdullah, E. M. Rangkuti, and Z. Zainal, "Manajemen Pengolahan Air Limbah Industri di Kawasan Industri Medan," *Juripol*, vol. 4, no. 2, pp. 468–477, Aug. 2021, doi: 10.33395/juripol.v4i2.238.
- [2] Suharto, *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta: Andi, 2011.
- [3] L. M. Arief, *Pengolahan Limbah Industri*. Yogyakarta: CV. Andi OffSet, 2007.
- [4] A. Halim, I. Kurniawan, I. M. Sari, and W. D. Sapitri, "PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DENGAN LUMPUR AKTIF AEROBIK: STUDI KASUS INDUSTRI MINUMAN," *JURNAL BHUWANA*, pp. 184–190, Feb. 2023, doi: 10.25105/bhuwana.v2i2.16384.
- [5] W. Atima, "BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH," *Biosel: Biology Science and Education*, vol. 4, no. 1, p. 83, Jun. 2015, doi: 10.33477/bs.v4i1.532.
- [6] S. W. B., *Pencemaran Air dan Pengolahan Air Limbah*. Udayana: University Press, 2015.
- [7] W. G. Anggreni, I. W. B. Suyasa, and W. Dwijani, "Pengaruh Perlakuan Biofiltrasi Ekosistem Buatan Terhadap Penurunan COD, Nitrat dan PH Air Limbah," *Jurnal Kimia FMIPA*, vol. 8, no. 1, pp. 97–103, 2014.
- [8] F. A. Idris, "Efektifitas Media Biofilter Cangkang Kerang Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS pada Air Limbah Domestik (Grey Water) di Pulau Kodingareng Kota Makassar," Universitas Hasanuddin, Makassar, 2021.
- [9] S. D. A. and I. Suarsa, "Pengolahan Deterjen dengan Biofilter Tanaman Kangkungan dalam Sistem Batch Teraerasi," *Jurnal Kimia*, vol. 9, no. 1, pp. 98–104, 2015.
- [10] A. Hafiza, *Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Pada Limbah Cair Rumah Tangga*. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [11] K. A. Roni, "PEMBUATAN BIOFILTER DARI TUMBUHAN FITOREMEDIASI APU APU SEBAGAI MEDIA PENURUNAN KADAR COD DAN BOD LIMBAH CAIR DI PERTAMINA RU III PLAJU," *Jurnal Redoks*, vol. 5, no. 2, p. 78, Dec. 2020, doi: 10.31851/redoks.v5i2.4770.
- [12] M. L. ), *Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Tanaman Tanaman Air*. Tanggerang: Agromedia Pustaka, 2021.
- [13] R. Wandhana, "Pengolahan Air Limbah Laundry Secara Alami (Fitoremediasi) Dengan Tanaman Kayu APu (Pistia Stratiotes)," Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 2013.
- [14] *SNI 06-6989.14-2004*. Indonesia, 2009, pp. 1–6.
- [15] *SNI 06-6989.15-2009*. Indonesia, 2009, pp. 1–20.
- [16] M. Arsawan, I. W. B. Suyasa, and W. Suarna, "PEMANFAATAN METODE AERASI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH BERMINYAK," *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2007.
- [17] M. Busyairi, N. Adriyanti, A. Kahar, D. Nurcahya, and S. Sariyadi, "Efektivitas Pengolahan Air Limbah Domestik Grey Water Dengan Proses Biofilter Anaerob

- dan Biofilter Aerob (Studi Kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang),” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 5, no. 4, Oct. 2020, doi: 10.32672/jse.v5i4.2316.
- [18] V. A. E., M. S. S., and Latifah, “PEMANFAATAN ARANG ECENG GONDOK DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, COD, BOD PADA AIR SUMUR,” *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 2, no. 2, pp. 84–89, 2013.
- [19] R. Rahadian, E. Sutrisno, and S. Sumiyati, “Efisiensi Penurunan Kadar COD dan TSS dengan Fitoremediasi menggunakan Tanaman Kayu Apu,” *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 3, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>