

Pemanfaatan Tanaman Air untuk Menurunkan Parameter Pencemar pada Kali Kadia Kota Kendari Menggunakan Metode Fitoremediasi

Ranno Marlany Rachman^{1*}, Septa Setiawati², Romy Suryaningrat Edwin Tamburaka³

Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

*Corresponding E-mail: rannorachman@uho.ac.id

ABSTRAK

Sungai Kadia merupakan salah satu dari banyak sungai di kota Kendari. Penggunaan lahan sepanjang aliran Sungai Kadia digunakan sebagai pertokoan, pasar buah, pergudangan dan pemukiman penduduk. Bangunan pemukiman maupun pertokoan di bantaran sungai dirancang membelakangi sungai untuk mempermudah mengalirkan air sisa kegiatan mandi cuci kakus (MCK) dan limbah domestik lainnya langsung ke sungai sehingga memberikan kontribusi peningkatan konsentrasi BOD, COD dan pH pada aliran sungai. Sehingga perlu dilakukan suatu pengolahan untuk menurunkan kadar pencemar tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pengurangan kadar BOD, COD dan pH pada sampel air sungai kadia dengan proses fitoremediasi menggunakan variasi 5 dan 10 tanaman Eceng gondok dan kangkung air. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan melakukan pendekatan eksperimen dan dianalisis secara deskriptif dan uji *one way* anova menggunakan bantuan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok memiliki nilai efisiensi penurunan bahan pencemar lebih tinggi dibandingkan tanaman kangkung air. Nilai persentase efisiensi penurunan parameter BOD, COD dan pH tertinggi terjadi pada hari ke-14 dengan variasi 10 tanaman eceng gondok secara berurutan yaitu 3,90 atau 74,50%; 16,80 atau 63,31%; dan 5.9 atau 24,74%.

Kata Kunci: Fitoremediasi, sungai Kadia, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Tanaman Air

ABSTRACT

The Kadia River is one of the many rivers in the city of Kendari. Land use along the Kadia River is used for shops, fruit markets, warehouses and residential areas. and other domestic wastes directly into the river so that it contributes to increasing the concentration of BOD COD and pH in the river flow. so it is necessary to do a treatment to reduce the levels of these pollutants. phytoremediation using 5 and 10 varieties of water hyacinth and water spinach. The method used in this study is a quantitative method using an experimental approach and analyzed descriptively and one way ANOVA test using SPSS assistance. The results showed that water hyacinth has a pollutant reduction efficiency value. highest compared to water spinach plants. The highest percentage efficiency for decreasing BOD, COD and pH parameters occurred on the 14th day with variations of 10 water hyacinth plants sequentially, namely 3.90 or 74.50%, 16.80 or 63.31%, and 5.9 or 24.74%.

Keywords: Phytoremediation, Kadia river, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), waterplants

I. PENDAHULUAN

Sungai merupakan sumber air permukaan yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Sungai umumnya digunakan untuk tempat penampungan air atau waduk, transportasi, irigasi persawahan, peternakan, kegiatan industri, perumahan, sumber air, irigasi, budidaya perairan dan sarana rekreasi. Banyak aktivitas yang dilakukan di aliran sungai sehingga dapat mengakibatkan pencemaran dan memiliki dampak penurunan kualitas air. Tidak sedikit masyarakat yang menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan limbah yang berasal dari rumah tangga, kegiatan perkotaan,

kegiatan industri, maupun pertanian. Akibatnya, air sungai sering terkontaminasi oleh komponen-komponen anorganik, termasuk logam berat berbahaya.

Berbagai pemanfaatan kawasan perairan di sepanjang bantaran wilayah sungai diikuti dengan pembuangan limbah yang pada tingkat daya dukung dan daya tampung tertentu akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Meningkatnya beban pencemar yang masuk ke perairan sungai disebabkan oleh aktivitas masyarakat sekitar sungai membuang limbah domestik, baik limbah cair maupun limbah padatnya langsung ke perairan sungai. Degradasi lingkungan perairan sungai sangat dipengaruhi

oleh subsistem populasi penduduk, subsistem populasi sumber daya air, subsistem industri, subsistem polusi (pencemaran), subsistem kualitas air, subsistem pariwisata dan subsistem pertanian [1].

Sungai Kadia merupakan salah satu dari banyak sungai di kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Sungai ini berasal dari pegunungan Nipa- Nipa dan bermuara di Sungai Wanggu yang selanjutnya menuju Teluk Kendari. Penggunaan lahan sepanjang aliran Sungai Kadia digunakan sebagai pertokoan, pasar buah, pergudangan dan pemukiman penduduk. Populasi penduduk yang padat, pengembangan lahan, dan industrialisasi menghasilkan sejumlah limbah organik dan anorganik sehingga mencemari badan air. Bangunan pemukiman maupun pertokoan di bantaran Sungai Kadia dirancang membelakangi sungai untuk mempermudah mengalirkan air sisa kegiatan mandi cuci kakus (MCK) dan limbah domestik lainnya. Air limbah domestik dari aktivitas manusia memberikan kontribusi peningkatan konsentrasi Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada aliran sungai.

Tingginya BOD dan COD yang masuk ke dalam Sungai Kadia dapat menurunkan kualitas air sungai yang ditandai dengan terjadinya perubahan kondisi secara fisik, kimiawi dan biologis sungai. Apabila beban pencemaran yang masuk secara terus menerus dibiarkan dikhawatirkan akan memperburuk kondisi sungai baik secara fisik, kimiawi, maupun biologis. Permasalahan tersebut tentunya diperlukan solusi agar dapat mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan. Teknik pengolahan limbah cair yang efektif dan efisien yang dapat digunakan salah satunya adalah Fitoremediasi.

Fitoremediasi adalah proses menghilangkan polutan dari tanah atau perairan menggunakan tumbuhan. Teknik fitoremediasi dianggap teknologi yang inovatif, ekonomis dan relatif aman terhadap lingkungan [2]. Proses fitoremediasi terjadi berawal dari akar tumbuhan yang menyerap bahan pencemar yang ada di dalam air, selanjutnya melalui proses transportasi tumbuhan, air yang mengandung bahan pencemar dialirkan ke seluruh tubuh tumbuhan, sehingga air menjadi bersih dari pencemar [3]. Tanaman yang digunakan dapat disesuaikan dengan karakteristik limbah yang akan diolah. Banyak tumbuhan air yang dapat menjadi agen fitoremediasi diantaranya eceng gondok dan kangkung air [4]

Eceng gondok merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan dalam fitoremediasi. Hal tersebut dikarenakan kemampuannya yang mampu menurunkan kadar pencemar dalam limbah. Tanaman eceng gondok mampu menurunkan kadar BOD 52,12% dan COD 63,32% pada limbah cair tahu [5]

Tanaman kangkung merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrisi buruk perairan untuk dimanfaatkan dalam proses hidupnya. Kangkung air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap bahan pencemar yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor. Hal

tersebut yang membuat tumbuhan kangkung dapat digunakan untuk fitoremediasi [6]. Tanaman kangkung air dapat menurunkan kadar COD sebesar 86,2%, kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand) sebesar 86,7%, pada limbah cair tahu. Tumbuhan air yang berada di air limbah dapat menyerap zat organik yang terkandung di dalamnya. Tumbuhan air yang ada semakin banyak, maka bahan organik yang terserap semakin banyak juga, sehingga bahan organik yang harus diurai oleh mikroorganisme semakin sedikit [7].

Berdasarkan uraian diatas mengingat besarnya aktivitas disepanjang Sungai Kadia yang mempengaruhi kualitas air sungai, maka perlu dilakukan suatu penelitian ilmiah dengan Judul “Pemanfaatan Tanaman Air Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Pada Kali Kadia Kota Kendari Menggunakan Metode Fitoremediasi.”

II. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan melakukan pendekatan eksperimen yang berupa uji perbedaan yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan beberapa jenis vegetasi tanaman sebagai uji perbedaan.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

2.2.1 Lokasi Penelitian

Adapun tempat atau lokasi penelitian ini terdiri dari dua yaitu lokasi pengambilan sampel dan lokasi pengujian sampel.

1. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di 3 titik sungai Kadia yang berada di kota kendari yaitu hulu, tengah dan hilir
2. lokasi pengujian sampel

Adapun lokasi pengujian sampel dilakukan di Lakukan di laboratorium pengujian yang berada di laboratorium UPTD Balai Laboratorium Kesehatan.

2.2.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu penelitian ini akan dilakukan pada bulan April 2023. Pengambilan sampel air sungai dilakukan satu kali yaitu pada bulan April 2023, Terdiri dari survey lapangan, pengambilan data dan analisis data dilakukan pada bulan Mei 2023.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua cara yaitu:

2.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang di ambil langsung di lokasi penelitian yaitu sampel air sungai Kadia, peta lokasi, dan data hasil analisis pengujian di laboratorium untuk BOD, COD, pH dan suhu

2.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung tanpa melakukan pengukuran di lokasi penelitian. Pada penelitian ini untuk data sekunder yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, Jurnal yang relevan dengan penelitian penulis.

2.4 Variabel Penelitian

Adapun jenis variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua yaitu sebagai berikut:

2.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas yang dimaksud pada penelitian ini adalah tanaman eceng gondok dan kangkung air. Kedua tanaman ini dapat berubah jumlah tanaman di pengaruhi oleh tempat berkembang biaknya.

2.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat yang dimaksud pada penelitian ini adalah konsentrasi kadar BOD, COD pH dan suhu pada air sungai Kadia kota Kendari.

2.5 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

2.5.1 Alat Penelitian

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. 4 buah reaktor yang berukuran panjang 45 cm x lebar 25 cm x tinggi 15 cm
2. Botol sampel pemberat air
3. Alat pengukur pH
4. Alat tulis
5. Penggaris
6. Tali
7. Timbangan Digital
8. Label

2.5.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel air sungai Kadia
2. Tanaman eceng gondok
3. Tanaman kangkung air
4. Air bersih

2.6 Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan persiapan peralatan yang diperlukan untuk mempermudah pelaksanaan penelitian. Pengambilan contoh air limbah dilakukan secara grab sample (pengambilan sesaat) dimana sampel penelitian tidak berjalan secara kontinyu atau tidak ada yang ditambahkan selama dalam penelitian. Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 21 hari termasuk dengan aklimatisasi. Parameter yang akan diteliti, yaitu:

1. Dilakukan proses aklimatisasi untuk tanaman eceng gondok dan kangkung air selama 7 hari
2. Menyiapkan 4 media reaktor untuk penyimpanan sampel air sungai Kadia

3. Pengambilan sampel air sungai Kadia kemudian memasukan sampel tersebut ke dalam bak reaktor.
4. Memasukkan tanaman eceng gondok dan kangkung air yang sudah diaklimatisasi ke dalam bak reaktor yang telah disiapkan kemudian air sungai yang sudah diberikan tanaman air dibiarkan selama 14 hari
5. Analisis harian adalah suhu ruangan, suhu bak, pH air dan kondisi secara fisik tanaman (warna daun, perubahan akar dan kondisi tanaman).
6. Analisis tiap 7 dan 14 hari yaitu analisis penurunan kadar BOD, COD, pH dan suhu pada sampel air Sungai Kadia.
7. Tahap Pelaporan yang meliputi tahap analisa data dan membuat laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan selama 21 hari.

2.7 Metode dan Prosedur Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik grab sampling. Hal ini dilakukan karena frekuensi pengambilan sampel yang hanya dilakukan satu kali dan untuk lebih mengkondisikan sampel seperti kondisi di badan air itu sendiri. Pengambilan sampel sendiri pada penelitian ini yaitu pengambilan sampel air sungai Kadia. Metode dalam pengambilan limbah cair sebagai sampel penelitian ini berdasarkan SNI 06-6989.57:2008, Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah Permukaan. Berikut ini persyaratan alat pengambilan sampel harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat sampel;
2. Mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya;
3. Contoh mudah dipindahkan ke dalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya;
4. Mudah dan aman di bawa;
5. Kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

Adapun prosedur pengambilan sampel air limbah yang akan dilakukan pada penelitian ini pengambilan sampelnya dilakukan secara manual sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat pengambil contoh/sampel sederhana yang berupa tali dan botol sampel air pemberat dan wadah (Galon) yang digunakan untuk mengambil dan menyimpan sampel air Sungai Kadia.
2. Memastikan Alat yang digunakan sudah dibersihkan.
3. Mengambil air sampel pada Sungai Kadia dengan menggunakan botol sampel berukuran 150 ml. Botol yang sudah diikat dengan tali dan diberi

pemberat dimasukkan ke dalam sungai sampai terisi penuh lalu diangkat secara perlahan.

4. Sampel air sungai diambil pada jam 8:00-12:00 yaitu pada saat warga sekitar sungai mulai beraktivitas. Pengambilan sampel air sungai menggunakan botol air mineral diambil pada 3 titik yakni hulu, tengah dan hilir setiap masing-masing sampel di ambil sebanyak 4 Liter hal ini dimaksudkan untuk mewakili masing-masing area sungai. Lalu kemudian diisi pada wadah galon untuk selanjutnya dijadikan sampel penelitian.
5. Homogenkan sample setiap titik lalu uji pada laboratorium agar mendapatkan data kandungan beban pencemar pada sampel.
6. Sampel yang telah disiapkan secara manual pada wadah galon selanjutnya dilakukan pemindahan ke wadah atau reaktor penelitian menjadi 4 reaktor masing masing berisikan 3 liter.

3.8 Proses Aklimatisasi

Proses aklimatisasi bertujuan untuk proses penyesuaian tanaman uji yaitu tanaman eceng gondok dan kangkung air dengan lingkungan baru atau kondisi yang diluar ekosistemnya. Tanaman dialiri dengan air biasa atau dengan air limbah yang berasal dari tempat awalnya. Tujuan proses aklimatisasi agar tanaman uji eceng gondok dan kangkung air dapat tumbuh hidup dengan baik dan tidak mengalami kematian ketika proses penelitian [2] Tahap aklimatisasi adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan media tanam untuk tanaman uji eceng gondok dan kangkung air, yaitu air dengan pH netral pada bak atau reaktor lalu masukkan tanaman uji ke dalam media tanam.
2. Proses aklimatisasi dilakukan kurang lebih selama 7 hari sampai tanaman benar-benar netral. Sebelum proses aklimatisasi tanaman uji dicuci terlebih dahulu.
3. Pemilihan tanaman uji eceng gondok dan kangkung air yang digunakan dalam penelitian memiliki ciri-ciri sebagai berikut yaitu panjang akar 25-30 cm, daun berwarna hijau segar, jumlah batang minimal 5 dalam satu tanaman, tinggi sekitar 30 cm.
4. Setelah hari ketujuh dilakukan proses aklimatisasi dipilih tanaman uji yang segar dan hijau serta morfologi daun dan akarnya masih lengkap untuk selanjutnya tanaman uji siap untuk diaplikasikan.

3.9 Analisa Data

Analisa data merupakan tahap dimana semua data hasil penelitian yang telah dihasilkan pada saat penelitian dilaksanakan. Analisa data dilakukan dengan membandingkan hasil data sebelum pengolahan dan setelah dilakukan pengolahan kemudian menghitung nilai efektivitasnya. Nilai efektivitas didapatkan dari analisis data dengan melakukan perbandingan hasil data sebelum pengolahan dan setelah pengolahan menggunakan tanaman. Data-data tersebut berupa nilai kadar BOD, COD, pH, dan suhu. Kemudian data-data tersebut dilakukan analisa menggunakan metode deskriptif dan statistik. Metode yang digunakan pada analisa data penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Metode Deskriptif

Metode deskriptif merupakan metode untuk menganalisa data penurunan kadar BOD dan COD, pada sampel air sungai Kadia menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dengan variasi jumlah tanaman masing-masing 5 dan 10 tanaman setiap 7 hari sekali selama 14 hari. Metode ini menggunakan unsur tabel, grafik, serta gambar sebagai penunjang dalam pelaksanaan penyusunan data. Untuk mengetahui hasil efisiensi penurunan kadar BOD dan COD pada sampel air sungai Kadia maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Ef (\%) = ((Co - Ct)) / Co \times 100 \%$$

Keterangan:

Ef : efisiensi variasi Tanaman
Co : Konsentrasi awal sampel
Ct : Konsentrasi akhir sampel

2. Metode Statistik

Metode statistik dilakukan dengan menggunakan uji komparatif. Proses pengujian komparatif dimulai dengan pengujian normalitas dan homogenitas sebagai syarat uji komparatif tersebut. Hasil uji normalitas dan homogenitas berdistribusi normal dilakukan untuk uji analisis data dengan metode One Way Anova

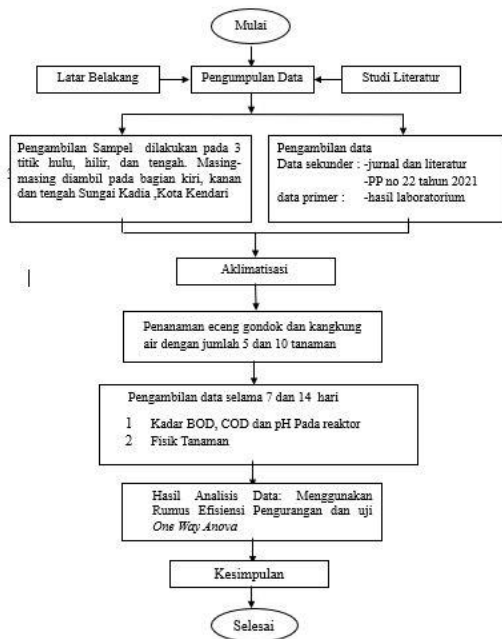
3.10 Hipotesis Penelitian

Hipotesi pada penelitian ini yaitu:

H0 = Tidak ada perbedaan penurunan kadar BOD dan COD pada variasi jumlah tanaman Eceng gondok dan Kangkung air

H1 = Terdapat perbedaan penurunan kadar BOD dan COD pada variasi jumlah tanaman Eceng gondok dan Kangkung air

3.11 Diagram Alir



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Sungai Kadia

Secara administratif DAS Kadia terletak pada wilayah Kecamatan Puuwatu di Wilayah Hulu, Kecamatan Kadia di wilayah Hilir serta sebagian kecil wilayah Kecamatan Mandonga dan Wua-Wua. Sungai Kadia merupakan salah satu dari banyak sungai di kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Sungai ini berasal dari pegunungan Nipa- Nipa. Berdasarkan data DEMNAS dan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1: 50.000, Elevasi maksimum pada wilayah DAS Kadia adalah 119,42 mdpl dan elevasi minimum di wilayah hilir adalah -2,004 mdpl. Luas DAS Kadia adalah 21,2 Km² sedangkan panjang Sungai Kadia adalah 8,6 km dengan lebar rata-rata di wilayah hulu adalah 12 meter, wilayah tengah mengalami penyempitan menjadi kurang lebih 5 meter dan wilayah hilir dengan lebar 17 meter. Berdasarkan ordenya Sungai Kadia termasuk sungai orde 2 yang bermuara di Sungai Wanggu yang selanjutnya menuju Teluk Kendari.

3.1.1 Kondisi Eksisting Sungai Kadia

Sungai Kadia merupakan sungai berasal dari pegunungan Nipa- Nipa. Bagian hulu sungai tersebut terletak di Kecamatan Puuwatu, bagian tengah sungai berada di Kecamatan Kadia dan bagian hilir sungai berada di Kecamatan Kadia serta sebagian kecil wilayah Kecamatan Mandonga dan Wua-Wua. Sungai Kadia memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 21,2 Km². Persentase luas area permukiman terhadap luas DAS pada DAS Kadia adalah 21,23%, luas area terbuka 6,6%, luas area tutupan vegetasi 35,85% dan luas area semak belukar adalah 36,32%. Penggunaan lahan sepanjang aliran Sungai Kadia digunakan sebagai pemukiman penduduk, pertokoan, pasar buah, dan pergudangan dengan buangan limbah yang langsung masuk ke aliran sungai sehingga terjadi perubahan

morfologi sungai akibat penyempitan pada wilayah hulu dengan lebar rata-rata 12 meter, wilayah tengah mengalami penyempitan menjadi kurang lebih 5 meter dan wilayah hilir dengan lebar 17 meter.

3.1.2 Titik Pengambilan Sampel

1. Hulu Sungai Kadia

Hulu Sungai Kadia berlokasi di Jl. H. Latama Bunggulawa, Punggoloka, kec. Puuwatu. Aliran air pada titik pengamatan ini cukup tenang dan tidak terlalu deras. Kondisi air sedikit keruh berwarna kuning dengan kedalaman sekitar 30-50 cm. Keadaan sekitar lokasi titik sampling terdapat beberapa vegetasi dan merupakan daerah pemukiman padat penduduk. Pada lokasi ini ditemukan beberapa point source berupa pipa pembuangan limbah rumah tangga.



Gambar 3.1 Hulu Sungai Kadia
Sumber: Hasil Dokumentasi, 2023

2. Tengah Sungai Kadia

Tengah Sungai Kadia berlokasi di Jl. Wayong, Kadia, Kec. Kadia. Kondisi sekitar lokasi pengamatan dipenuhi oleh vegetasi. Ditemukan beberapa sampah di aliran maupun sekitar sungai. Terdapat terjunan serta beberapa point source. Kondisi air sungai keruh dengan kedalaman sekitar 150-200 cm. Limbah yang masuk ke badan air pada titik ini berasal dari limbah rumah tangga.



Gambar 3.2 Tengah Sungai Kadia
Sumber: Hasil Dokumentasi, 2023

3. Hilir Sungai Kadia

Hilir Sungai Kadia berlokasi di Jl. Kol. H. Abd. Hamid No.2, Bende, Kec. Kadia. Kondisi sekitar lokasi

pengamatan ini merupakan wilayah pemukiman padat penduduk. Kondisi air sungai keruh dengan kedalaman sekitar 200-230 cm Terdapat berbagai macam aktivitas manusia yang terjadi di sekitar lokasi sampling pengamatan berupa aktivitas perdagangan, toko elektronik, salon kecantikan dan aktivitas rumah tangga.



Gambar 3.3 Hilir Sungai Kadia
Sumber: Hasil Dokumentasi, 2023

3.2 Hasil Penelitian


3.2.1 Hasil Aklimatisasi Tanaman

Tahap pertama pada penelitian ini yaitu dilakukan proses aklimatisasi tanaman Eceng gondok dan kangkung air. Proses Aklimatisasi pada tanaman memiliki tujuan untuk membuat tanaman dapat beradaptasi dan stabil pada lingkungan yang baru. Aklimatisasi pada Eceng gondok dan kangkung air dilakukan dengan cara memilah tanaman yang akan digunakan dalam penelitian lalu dibersihkan dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang terdapat pada bagian tanaman baik pada akar maupun pada daun tanaman hingga bersih. Proses aklimatisasi tanaman dilakukan dengan cara dimasukan kedalam bak berisi air bersih. Kemudian dilakukan aklimatisasi selama 7 hari. Berikut merupakan keadaan Tanaman Eceng gondok dan kangkung air pada saat proses aklimatisasi yang dapat dilihat pada Tabel berikut[8]:

Tabel 3. 1 Kondisi Tanaman Eceng gondok dan kangkung air Saat Aklimatisasi

Waktu Aklimatisasi (Hari)	Kondisi Tanaman	Gambar Tanaman
Hari ke-1	Pada hari pertama kondisi tanaman masih dalam kondisi yang baik dengan daun yang masih hijau dan segar	

Hari ke-2	Pada hari kedua proses aklimatisasi eceng gondok dan kangkung air kondisi tanaman masih dalam keadaan yang sama pada hari pertama dimana kondisi tanaman masih segar.	
Hari ke-3	Pada hari ketiga proses eceng gondok dan kangkung air kondisi tanaman baik, daun berwarna hijau segar, mengapung dengan baik diatas permukaan air.	
Hari ke-4	Pada hari keempat proses aklimatisasi eceng gondok dan kangkung air tidak terjadi perubahan kondisi tanaman yang sangat mencolok dari segi morfologi seperti daun, akar.	
Hari ke-5	Pada hari kelima proses aklimatisasi Tanaman eceng gondok dan kangkung air tidak terjadi perubahan pada hari sebelumnya. Kondisi daun pada sebagian tanaman	
Hari ke-6	Pada hari keenam proses aklimatisasi Tanaman eceng gondok dan kangkung air terjadi perubahan kondisi tanaman dimana sebagian tanaman yang tua terjadi kekuningan sementara yang lain masih tetap dalam kondisi yang baik	

<p>Hari ke-7</p>	<p>Pada hari ketujuh proses aklimatisasi Tanaman eceng gondok dan kangkung air mengalami perubahan kondisi morfologi dimana terdapat tanaman yg tua sebagian daunnya menguning dibagian ujung daun dan tanaman lain masih dalam keadaan baik.</p>	
------------------	---	---

Sumber: Hasil Penelitian, 2023

Pada tabel diatas dapat diuraikan bahwa pada proses aklimatisasi pertumbuhan tanaman sejak hari pertama hingga hari ketujuh tidak mengalami perubahan pada morfologi tanaman yang cukup signifikan baik pada akar maupun bagian daun. Pada umumnya Tanaman Eceng gondok terjadi perubahan yang disebabkan oleh suhu, pH air dan kondisi ruang tumbuh tanaman. Pertumbuhan akan lama jika hidup pada tempat yang sempit ruang tumbuhnya (Irawanto & Baroroh, 2017).

3.2.2 Analisa Morfologi Tumbuhan

Analisa morfologi tumbuhan bertujuan untuk mengetahui pengaruh air limbah terhadap perkembangan tumbuhan dengan membandingkan antara tumbuhan yang tumbuh pada sampel air sungai kadia dibandingkan dengan tumbuhan yang tumbuh pada air bersih. Analisa morfologi tumbuhan dilakukan dengan mengamati karakteristik fisik tumbuhan berupa warna daun, perubahan akar dan kondisi tanaman untuk tumbuhan Eceng gondok dan Kangkung air.

1. Analisa Karakteristik Fisik Tumbuhan Eceng gondok

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi pada tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dari awal penelitian sampai pada hari ke-14. Pada hari ke-0 tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terlihat berwarna hijau dan masih segar. Seiring bertambahnya waktu, dimana konsentrasi BOD dan COD dalam air limbah semakin menurun warna tanaman pun berubah. Pada hari ke-3, tanaman eceng gondok sudah mulai menguning.

Perubahan warna daun pada tanaman menunjukkan gejala klorosis yang diduga tanaman mengalami toksisitas BOD dan COD dari air limbah. Klorosis adalah degenerasi klorofil (tidak terbentuk/kurang berkembangnya klorofil) sehingga daun menjadi menguning atau mozaik dengan warna campuran hijau, kuning dan hitam. Selain klorosis, gejala lain yang terjadi pada tanaman yaitu nekrosis. Nekrosis adalah kematian sel atau jaringan pada organ hidup sehingga timbul bercak dan warna kecoklatan pada tepi dan ujung daun [9]

Pada hari ke-6 jumlah tanaman yang menguning semakin bertambah. Hal ini diakibatkan karena tanaman terpapar oleh bahan pencemar yang terkandung sampel air sungai kadia dalam waktu yang semakin lama sehingga penghambatan sintesis klorofil juga semakin tinggi. Pada hari ke-9, tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) semakin menguning dan layu tetapi masih terdapat beberapa daun yang masih berwarna hijau. Hal ini diakibatkan karena tanaman terpapar bahan pencemar yang terkandung sampel air sungai kadia dalam waktu yang semakin lama sehingga penghambatan sintesis klorofil juga semakin tinggi. Pada hari ke-14 kondisi tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) banyak terjadi kerusakan pada tanaman dan membusuk. Sebagian daun terlepas dari pangkalnya dan kering. Sementara pada bagian akar mengalami kerontokan yang sangat parah.

Mekanisme fitoremediasi yang mungkin terjadi pada eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah fitoekstraksi dan rhizofiltrasi. Fitoekstraksi adalah penyerapan senyawa pencemar dari tanah atau air oleh akar tanaman serta translokasi melalui xylem dan diakumulasi di vakuola sel batang dan daun (Chaudary, 1998), berdasarkan hasil pengamatan pada tanaman terlihat perubahan pada bagian batang dan daun baik pada tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dimana daun yang berwarna kuning dan layu. Dan faktor lain yang mempengaruhi perubahan fisik pada tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yaitu kemungkinan dari faktor eksternal yaitu kurang terpapar sinar matahari dan suhu.

Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup, dengan suhu optimum antara 25oC-30oC. Pertumbuhannya akan terganggu bila suhu di bawah 10oC atau di atas 40oC dan akan mati bila suhu perairan 45oC. Selain itu kemungkinan juga pengaruh dari wadah tanaman yang terbatas yang tidak ada aliran air yang membawa BOD dan COD sehingga tanaman mengalami toksisitas [8].

Selanjutnya proses penting dalam fitoremediasi adalah rhizofiltrasi. Rhizofiltrasi adalah penggunaan akar tumbuhan atau bibit, mirip dengan konsep fitoekstraksi, digunakan untuk menyerap bahan pencemar, terutama logam dari air, tanah dan air limbah. Tumbuhan yang digunakan tidak ditanam langsung tetapi di aklimatisasi lebih dulu untuk menyesuaikan kondisi lingkungan yang tercemar. Tanaman ditumbuhkan secara hidroponik dalam air sampai system perakaran berkembang.

2. Analisa Karakteristik Fisik Tumbuhan Kangkung Air

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi pada tanaman Kangkung Air (*Eichornia aquatica*) dari awal penelitian sampai pada hari ke-14 menunjukkan proses pertumbuhan yang baik. Hal ini dapat dilihat dengan data yang diperoleh bahwa tanaman kangkung air dapat tumbuh dengan baik selama masa pengamatan. Tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun, dan diameter batang

terus terjadi peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu. Pertumbuhan tanaman kangkung tersebut juga karena media tanam yang ditanami kangkung darat merupakan media yang cocok untuk syarat tumbuhnya.

3.2.3 Hasil Analisis Sampel Awal

Berdasarkan hasil analisis sampel awal pada terkandung sampel air sungai kadia yang dilakukan dengan pengujian di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan diperoleh data dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3.2 hasil analisis sampel awal

No	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu		Spesifikasi Metode
				III	IV	
1	Suhu	°C	27	Dev 3	Dev 3	(SNI 06-6989-23-2005)
2	Derajat Keasaman (pH)	-	7.84	6-9	6-9	(SNI 06-6989-11-2004)
3	Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/l	15,3	6	12	Titrimetri
4	Cheichal Oxygen Demand (COD)	mg/l	45.8	40	80	BOD Meter

Sumber: Hasil Penelitian, 2023

3.2.4 Hasil Uji Nilai pH

pH adalah tingkat derajat keasaman yang pada umumnya digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman maupun basa yang ada pada suatu larutan. Analisa pH dilakukan setiap hari selama 14 hari. pH air limbah cenderung meningkat dan kemudian menurun. Hasil analisa pH menunjukkan bahwa pH pada air limbah berfluktuasi pada kisaran 5,9–7,84. Semakin lama waktu pemaparan, pH masing-masing reaktor menuju ke arah netral. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah dapat mempengaruhi nilai pH air yang diolah menjadi lebih rendah.

Perubahan nilai pH dapat disebabkan karena adanya aktifitas penyerapan nutrisi oleh tumbuhan. Ketika akar tumbuhan menyerap ion positif, tumbuhan juga akan mengeluarkan ekskret berupa ion positif (H+) ke lingkungan. Begitu juga ketika yang diserap berupa ion negatif, tumbuhan akan mengeluarkan ekskret berupa ion negatif (OH-). Penyerapan nutrisi oleh tumbuhan berlangsung secara terus menerus, sehingga ketika ion positif yang diserap lebih banyak maka nilai pH akan meningkat, begitu juga sebaliknya. Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H+ dan ion OH pada limbah. Semakin tinggi ion H+ menandakan bahwa limbah tersebut bersifat asam. Semakin tinggi ion OH- menandakan bahwa limbah tersebut bersifat basa.

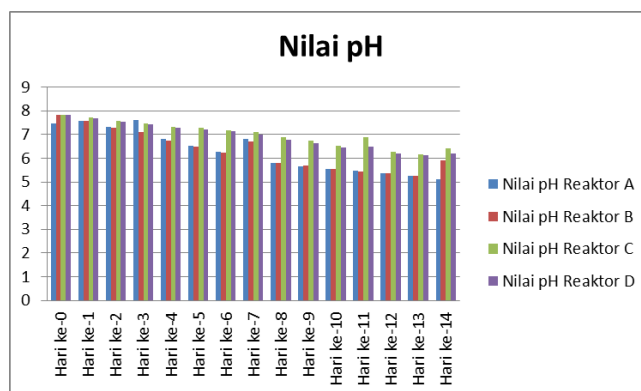
Perubahan nilai pH ini disebabkan adanya proses fotosintesis karena pH berkaitan dengan nilai karbondioksida (CO2) karena nilai pH ini disebabkan karena tumbuhan mengeluarkan CO2 sebagai hasil samping respirasi saat malam hari yang menyebabkan berkurangnya ion H+ sehingga kondisi air limbah lebih bersifat basa. Semakin lama konsentrasi BOD dan COD semakin menurun dan mendekati stabil, maka pH menjadi turun dan mendekati netral. Kenaikan pH disebabkan adanya proses fotosintesis, denitrifikasi, pemecahan

nitrogen organik dan reduksi sulfat (Kholidiyah, 2010). Nilai pH pada saat penelitian dan grafik perubahan pH selama proses penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Hasil Uji Nilai pH

Hari	Nilai pH			
	Reaktor A	Reaktor B	Reaktor C	Reaktor D
Hari ke-0	7.48	7.84	7.84	7.84
Hari ke-1	7.58	7.56	7.71	7.69
Hari ke-2	7.32	7.3	7.58	7.54
Hari ke-3	7.6	7.1	7.45	7.42
Hari ke-4	6.8	6.76	7.34	7.3
Hari ke-5	6.54	6.49	7.27	7.23
Hari ke-6	6.28	6.22	7.16	7.14
Hari ke-7	6.8	6.7	7.1	7
Hari ke-8	5.79	5.81	6.88	6.79
Hari ke-9	5.67	5.68	6.75	6.64
Hari ke-10	5.54	5.56	6.53	6.45
Hari ke-11	5.47	5.43	6.9	6.5
Hari ke-12	5.38	5.35	6.28	6.19
Hari ke-13	5.26	5.24	6.17	6.14
Hari ke-14	5.11	5.9	6.4	6.2

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.4 Grafik Hasil Uji Nilai pH

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

3.2.5 Hasil Uji Nilai Suhu Ruangan

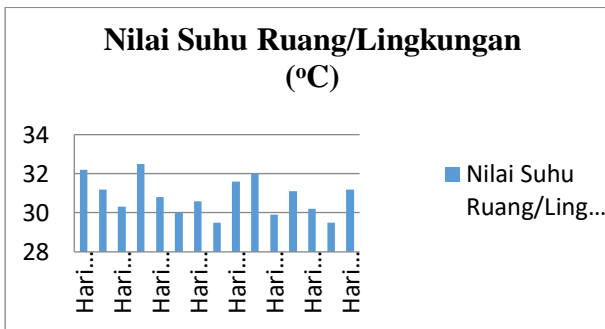
Analisa suhu bertujuan untuk mengetahui suhu ruangan. Salah satu faktor yang mempengaruhi Proses penyerapan kadar BOD dan COD oleh Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung air adalah transpirasi. Transpirasi pada tanaman terjadi akibat terjadinya peningkatan suhu lingkungan pada siang hari (Utami dkk., 2017). Transpirasi adalah suatu proses pelepasan air dalam bentuk uap dari permukaan tanaman yang melalui suatu proses difusi dan proses evaporasi yang diikuti proses absorpsi air dari media tumbuhnya sehingga menghasilkan aliran transpirasi pada tumbuhan (Zaman, B., &

Syafrudin, 2001). Nilai perubahan suhu ruang/lingkungan dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 3.4 Hasil Uji Nilai Suhu Ruangan

Hari	Nilai Suhu Ruang/Lingkungan (°C)
Hari ke-0	32.2
Hari ke-1	31.2
Hari ke-2	30.3
Hari ke-3	32.5
Hari ke-4	30.8
Hari ke-5	30
Hari ke-6	30.6
Hari ke-7	29.5
Hari ke-8	31.6
Hari ke-9	32
Hari ke-10	29.9
Hari ke-11	31.1
Hari ke-12	30.2
Hari ke-13	29.5
Hari ke-14	31.2

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.5 Grafik Hasil Uji Nilai Suhu Ruangan

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

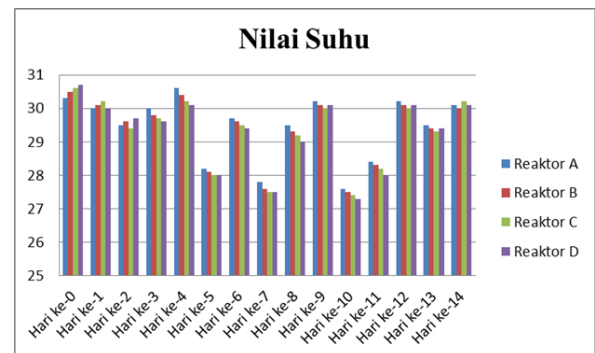
3.2.6 Hasil Uji Nilai Suhu Tiap Reaktor

Selama uji fitoremediasi juga dilakukan pengukuran suhu untuk mengetahui suhu air limbah pada tiap reaktor. besarnya suhu antar reaktor cenderung sama, yaitu berkisar antara 23-30°C. Hal ini dikarenakan setiap reaktor diletakkan pada satu lokasi. Peningkatan maupun penurunan suhu yang terjadi juga sama dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Perubahan suhu terjadi karena adanya pengaruh dari radiasi matahari, Suhu memiliki peran dalam proses fotosintesis, sehingga ketika suhu meningkat produksi energi cenderung meningkat pula. Namun suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein enzim, sehingga mempengaruhi penyerapan mineral. Sedangkan jika suhu terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat bahkan berhenti, karena kinerja enzim juga dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu yang sangat rendah proses fotosintesis juga dapat berhenti. Suhu optimum fitoremediasi berkisar antara 25-30°C (Rosita dkk,2013). Nilai perubahan suhu tiap reaktor dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 3.5 Hasil Uji Nilai Suhu Tiap Reaktor

Hari	Nilai Suhu			
	Reaktor A	Reaktor B	Reaktor C	Reaktor D
Hari ke-0	30.3	30.5	30.6	30.7
Hari ke-1	30	30.1	30.2	30
Hari ke-2	29.5	29.6	29.4	29.7
Hari ke-3	30	29.8	29.7	29.6
Hari ke-4	30.6	30.4	30.2	30.1
Hari ke-5	28.2	28.1	28	28
Hari ke-6	29.7	29.6	29.5	29.4
Hari ke-7	27.8	27.6	27.5	27.5
Hari ke-8	29.5	29.3	29.2	29
Hari ke-9	30.2	30.1	30	30.1
Hari ke-10	27.6	27.5	27.4	27.3
Hari ke-11	28.4	28.3	28.2	28
Hari ke-12	30.2	30.1	30	30.1
Hari ke-13	29.5	29.4	29.3	29.4
Hari ke-14	30.1	30	30.2	30.1

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.6 Grafik Hasil Uji Nilai Suhu Tiap Reaktor

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

3.2.7 Uji Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok

Penelitian fitoremediasi BOD, COD, pH dan suhu dengan menggunakan Tanaman Eceng Gondok dilakukan selama 14 hari dengan pengukuran atau pengujian efektifitas penyerapan kadar BOD, COD, pH dan suhu pada tiap reaktor yaitu setiap 7 hari sekali selama 14 hari. Pada penelitian ini, reaktor A dan reaktor B sebagai reaktor uji yang berisi Tanaman Eceng Gondok dengan jumlah 5 dan 10 tanaman. Uji konsentrasi BOD, COD, pH dan suhu dilakukan di Laboratorium di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan

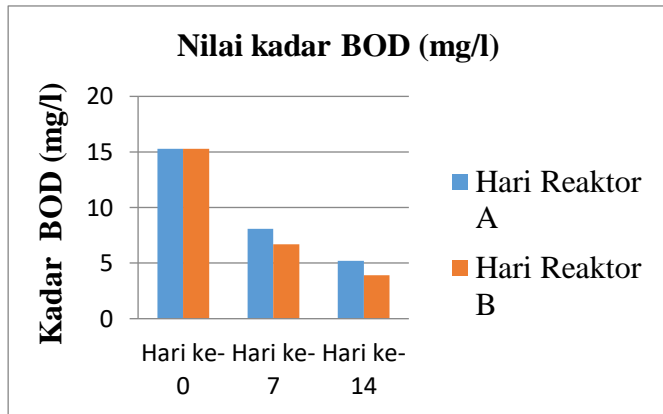
1. Hasil Uji Kadar BOD

Hasil uji kadar BOD dapat dilihat pada tabel 3.6 dan pada grafik 3.4

Hari	Nilai kadar BOD (mg/l)	
	Reaktor A	Reaktor B
Hari ke-0	15,30	15,30

Hari ke-7	8,10	6,70
Hari ke-14	5,20	3,90

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.7

Grafik Penurunan Kadar BOD pada Reaktor A dan B
Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

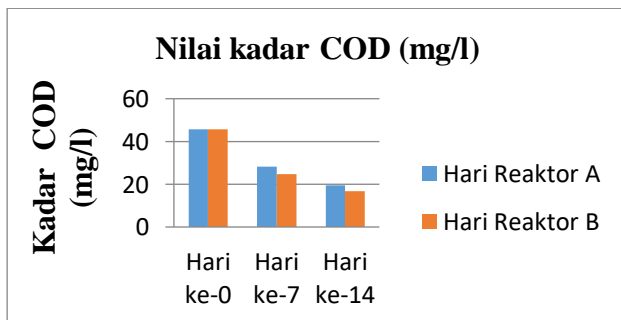
Berdasarkan gambar 3.7 diatas, reaktor A memiliki konsentrasi awal BOD sebesar 15,30 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor A mengalami degradasi atau penurunan kadar BOD sebesar 8,10 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar BOD pada reaktor A tersisa sebesar 5,20 mg/l. Sedangkan pada reaktor B memiliki konsentrasi awal BOD sebesar 15,30 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor B mengalami degradasi atau penurunan kadar BOD sebesar 6,70 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar BOD pada reaktor B tersisa sebesar 3,90 mg/l.

2. Hasil Uji Kadar COD

Hasil uji kadar BOD dapat dilihat pada tabel 3.7

Hari	Nilai kadar COD (mg/l)	
	Reaktor A	Reaktor B
Hari ke-0	45,80	45,80
Hari ke-7	28,10	24,80
Hari ke-14	19,60	16,80

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.8

Grafik Penurunan Kadar COD pada Reaktor A dan B
Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan gambar 3.8 diatas, reaktor A memiliki konsentrasi awal COD sebesar 45,80 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor A mengalami degradasi atau penurunan kadar COD sebesar 28,10 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar COD pada reaktor A tersisa sebesar 19,60 mg/l. Sedangkan pada reaktor B memiliki konsentrasi awal COD sebesar 45,80 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor B mengalami degradasi atau penurunan kadar COD sebesar 24,80 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar COD pada reaktor B tersisa sebesar 16,80 mg/l.

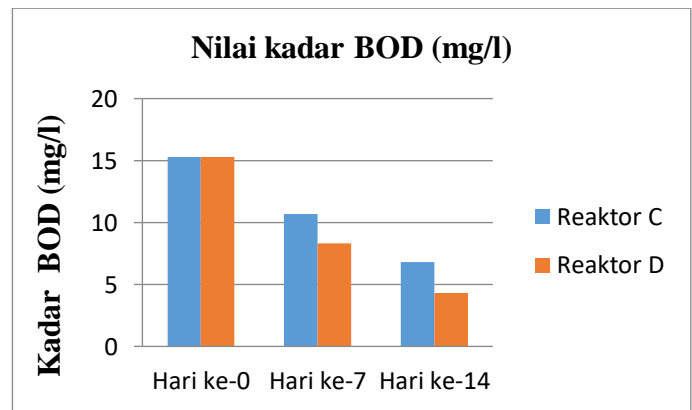
3.2.8 Uji Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air Penelitian fitoremediasi BOD, COD, pH dan suhu dengan menggunakan Tanaman Kangkung Air dilakukan selama 14 hari dengan pengukuran atau pengujian efektifitas penyerapan kadar BOD, COD, pH dan suhu pada tiap reaktor yaitu setiap 7 hari sekali selama 14 hari. Pada penelitian ini, reaktor A dan reaktor B sebagai reaktor uji yang berisi Tanaman Kangkung Air dengan jumlah 5 dan 10 tanaman. Uji konsentrasi BOD, COD, pH dan suhu dilakukan di Laboratorium di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan

1. Hasil Uji Kadar BOD

Hasil uji kadar BOD dapat dilihat pada tabel 3.8

Hari	Nilai kadar BOD (ppm)	
	Reaktor C	Reaktor D
Hari ke-0	15,30	15,30
Hari ke-7	10,70	8,30
Hari ke-14	6,80	4,30

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.9

Grafik Penurunan Kadar BOD pada Reaktor C dan D
Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan gambar 3.9 diatas, reaktor C memiliki konsentrasi awal BOD sebesar 15,30 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor C mengalami degradasi atau penurunan kadar BOD sebesar 10,70 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar BOD

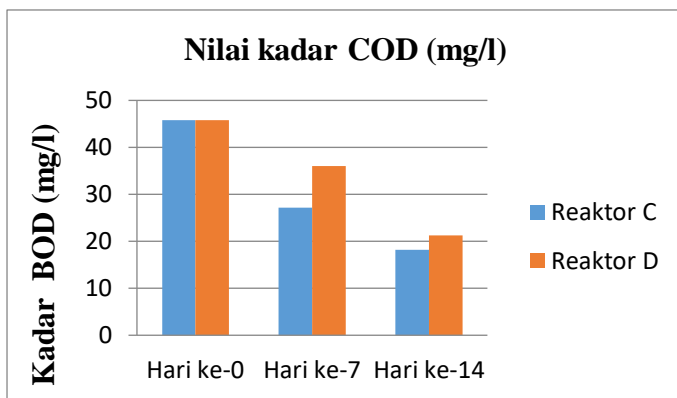
pada reaktor C tersisa sebesar 6,80 mg/l. Sedangkan pada reaktor D memiliki konsentrasi awal BOD sebesar 15,30 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor D mengalami degradasi atau penurunan kadar BOD sebesar 8,30 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar BOD pada reaktor D tersisa sebesar 4,30 mg/l.

2. Hasil Uji Kadar COD

Hasil uji kadar BOD dapat dilihat pada tabel 3.9

Hari	Nilai kadar COD (ppm)	
	Reaktor C	Reaktor D
Hari ke-0	45,80	45,80
Hari ke-7	27,20	36,0
Hari ke-14	18,20	21,30

Sumber: Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3.10

Grafik Penurunan Kadar COD pada Reaktor C dan D

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan gambar 3.10 diatas, reaktor C memiliki konsentrasi awal COD sebesar 45,80 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor C mengalami degradasi atau penurunan kadar COD sebesar 36,0 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar COD pada reaktor C tersisa sebesar 21,30 mg/l. Sedangkan pada reaktor D memiliki konsentrasi awal COD sebesar 45,80 mg/l. Pada pengujian hari ke-7 konsentrasi pada reaktor D mengalami degradasi atau penurunan kadar COD sebesar 27,20 mg/l sehingga pada hari ke-14 atau pengujian akhir kadar COD pada reaktor D tersisa sebesar 18,20 mg/l.

3.2.9 Efisiensi Pengurangan Kadar BOD dan COD

Penurunan konsentrasi BOD dan COD dapat dilakukan dengan metode fitoremediasi dengan menggunakan tanaman hiperakumulator yaitu Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air sebagai tanaman fitoremediator. Proses penyerapan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air secara alami yaitu terdapat pada tahap fitoekstraksi dan rhizofiltrasi. Fitoekstraksi adalah suatu proses dimana Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air menarik polutan dan diakumulasikan didalam akar. Sedangkan rhizofiltrasi adalah proses pengendapan kontaminan oleh akar untuk sehingga terikat

pada akar [7]. Berikut adalah penyisihan atau persentase pengurangan kadar BOD dan COD pada sampel air sungai Kadia setelah dilakukan proses fitoremediasi dengan menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dengan variasi 5 tanaman dan 10 tanaman. Untuk mengetahui hasil efisiensi penurunan kadar BOD dan COD pada sampel air sungai Kadia maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Ef (\%) = \frac{(co - ct)}{co} \times 100\%$$

Keterangan:

Ef: efisiensi variasi Tanaman

Co: Konsentrasi awal sampel

Ct: Konsentrasi akhir sampel

1. Efisiensi Pengurangan BOD menggunakan Tanaman Eceng Gondok

Tabel 3.10 Efisiensi Pengurangan BOD menggunakan Tanaman Eceng Gondok

Hari	Reaktor A Variasi 5 Tanaman		Reaktor B Variasi 10 Tanaman	
	Nilai Konsentrasi BOD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)	Nilai Konsentrasi BOD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)
	Hari ke-7	8,10	47,05%	6,70
Hari ke-14	5,20	66,01%	3,90	74,50%

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan data pada tabel diatas, persentase penyerapan BOD pada reaktor A terjadi penurunan kadar yang paling tinggi yaitu 66,01% pada hari ke-14 dan penurunan paling rendah pada reaktor A yaitu 47,05% pada hari ke-7. Sementara pada reaktor B penurunan paling tinggi terjadi pada hari ke-14 dengan presentase penurunan yaitu sebesar 74,50% dan penurunan paling rendah terjadi pada hari ke-7 dengan presentase penurunan sebesar 56,20%.

2. Efisiensi Pengurangan COD menggunakan Tanaman Eceng Gondok

Tabel 3.11 Efisiensi Pengurangan COD menggunakan Tanaman Eceng Gondok

Hari	Reaktor A Variasi 5 Tanaman		Reaktor B Variasi 10 Tanaman	
	Nilai Konsentrasi COD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)	Nilai Konsentrasi COD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)
	Hari ke-7	28,10	38,64%	24,80
Hari ke-14	19,60	57,20%	16,80	63,31%

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan data pada tabel diatas, persentase penyerapan COD pada reaktor A terjadi penurunan kadar yang paling tinggi yaitu 57,20% pada hari ke-14 dan penurunan paling rendah pada reaktor A yaitu 38,64% pada hari ke-7. Sementara pada reaktor B penurunan paling tinggi terjadi

pada hari ke-14 dengan presentase penurunan yaitu sebesar 63,31% dan penurunan paling rendah terjadi pada hari ke-7 dengan presentase penurunan sebesar 45,85%.

3. Efisiensi Pengurangan BOD menggunakan Tanaman Kangkung Air

Tabel 3.12 Efisiensi Pengurangan BOD menggunakan Tanaman Kangkung Air

Hari	Reaktor C Variasi 5 Tanaman		Reaktor D Variasi 10 Tanaman	
	Nilai Konsentrasi BOD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)	Nilai Konsentrasi BOD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)
	Hari ke-7	10,70	30,06%	8,30
Hari ke-14	6,80	55,55%	4,30	71,89%

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan data pada tabel diatas, persentase penyerapan BOD pada reaktor C terjadi penurunan kadar yang paling tinggi yaitu 55,55% pada hari ke-14 dan penurunan paling rendah pada reaktor C yaitu 30,06% pada hari ke-7. Sementara pada reaktor D penurunan paling tinggi terjadi pada hari ke-14 dengan presentase penurunan yaitu sebesar 71,89% dan penurunan paling rendah terjadi pada hari ke-7 dengan presentase penurunan sebesar 45,75%

4. Efisiensi Pengurangan COD menggunakan Tanaman Kangkung Air

Tabel 3.13 Efisiensi Pengurangan COD menggunakan Tanaman Kangkung Air

Hari	Reaktor C Variasi 5 Tanaman		Reaktor D Variasi 10 Tanaman	
	Nilai Konsentrasi COD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)	Nilai Konsentrasi COD (mg/l)	Efisiensi Pengurangan (%)
	Hari ke-7	36	21,39%	27,20
Hari ke-14	21,30	53,49%	18,20	60,26%

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan data pada tabel diatas, persentase penyerapan COD pada reaktor C terjadi penurunan kadar yang paling tinggi yaitu 53,49% pada hari ke-14 dan penurunan paling rendah pada reaktor C yaitu 21,39% pada hari ke-7. Sementara pada reaktor D penurunan paling tinggi terjadi pada hari ke-14 dengan presentase penurunan yaitu sebesar 60,26% dan penurunan paling rendah terjadi pada hari ke-7 dengan presentase penurunan sebesar 40,61%.

3.2.10 Standar Baku Mutu Air Limbah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Nasional telah ditetapkan baku mutu pada parameter BOD, COD, pH dan suhu. Berikut ini adalah tabel yang

menunjukkan kandungan BOD, COD, pH dan suhu berdasarkan baku mutu untuk air kelas IV menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Tabel 3.14 Kandungan BOD tanaman Eceng Gondok berdasarkan Baku Mutu

No	Perlakuan	Reaktor	Kadar BOD (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
1	Perlakuan I 7 hari	Reaktor (Kontrol)	15,30	12	Tidak Memenuhi
		Reaktor A (5 Tanaman)	8,10		Memenuhi
		Reaktor B (10 Tanaman)	6,70		Memenuhi
2	Perlakuan II 14 hari	Reaktor (Kontrol)	15,30	12	Tidak Memenuhi
		Reaktor A (5 Tanaman)	5,20		Memenuhi
		Reaktor B (10 Tanaman)	3,90		Memenuhi

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan I dan II kadar BOD pada reaktor A dan B dengan variasi Tanaman Eceng Gondok setelah dilakukan perlakuan hasilnya memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 3.15 Kandungan BOD tanaman Kangkung air berdasarkan Baku Mutu

No	Perlakuan	Reaktor	Kadar BOD (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
1	Perlakuan I 7 hari	Reaktor (Kontrol)	15,30	12	Tidak Memenuhi
		Reaktor C (5 Tanaman)	10,70		Memenuhi
		Reaktor D (10 Tanaman)	8,30		Memenuhi
2	Perlakuan II 14 hari	Reaktor (Kontrol)	15,30	12	Tidak Memenuhi
		Reaktor C (5 Tanaman)	6,80		Memenuhi
		Reaktor D (10 Tanaman)	4,30		Memenuhi

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan I dan II kadar BOD pada reaktor C dan D dengan variasi Tanaman Kangkung air setelah dilakukan perlakuan hasilnya memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 3.16 Kandungan COD tanaman Eceng Gondok berdasarkan Baku Mutu

No	Perlakuan	Reaktor	Kadar COD (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
1	Perlakuan I 7 hari	Reaktor (Kontrol)	45,80	80	Memenuhi
		Reaktor A (5 Tanaman)	28,10		Memenuhi
		Reaktor B (10 Tanaman)	24,80		Memenuhi
2	Perlakuan II 14 hari	Reaktor (Kontrol)	45,80	80	Memenuhi
		Reaktor A (5 Tanaman)	19,60		Memenuhi
		Reaktor B (10 Tanaman)	16,80		Memenuhi

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan I dan II kadar BOD pada reaktor A dan B dengan variasi Tanaman Eceng Gondok setelah dilakukan perlakuan hasilnya memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 3.17 Kandungan COD tanaman Kangkung air berdasarkan Baku Mutu

No	Perlakuan	Reaktor	Kadar COD (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
1	Perlakuan I 7 hari	Reaktor (Kontrol)	45,80	80	Memenuhi
		Reaktor C (5 Tanaman)	36,0		Memenuhi
		Reaktor D (10 Tanaman)	27,20		Memenuhi
2	Perlakuan II 14 hari	Reaktor (Kontrol)	45,80	80	Memenuhi
		Reaktor C (5 Tanaman)	21,30		Memenuhi
		Reaktor D (10 Tanaman)	18,20		Memenuhi

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan I dan II kadar BOD pada reaktor C dan D dengan variasi Tanaman Kangkung air setelah dilakukan perlakuan hasilnya memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

3.2.11. Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Tanaman Eceng Gondok Terhadap Penyerapan BOD dan COD Pada Sampel Air Sungai Kadia

Data hasil penelitian yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan uji menggunakan analisa statistik. Untuk menganalisa perbedaan kemampuan

variasi tanaman eceng gondok digunakan Uji *One Way Anova* menggunakan Software SPSS. Adapun sebelum dilakukan uji Anova, terlebih dahulu dilakukan Uji Normalitas dan Homogenitas sebagai syarat untuk Uji Anova.

1. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Uji normalitas ini merupakan uji pendahuluan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan pada penelitian ini normal atau tidak. Pengambilan keputusan uji normalitas [2]

- Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas $<0,05$, maka distribusi data dianggap tidak normal.
- Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas $>0,05$, maka distribusi data dianggap normal.

Adapun hasil uji normalitas Shapiro-Wilk pada data penelitian ini sebagaimana pada tabel berikut.

Tabel 4. 18 Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality							
	Jumlah Tanaman	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BOD	5 Tanaman	,275	3	,540	,943	3	,540
	10 Tanaman	,294	3	,454	,921	3	,454
COD	5 Tanaman	,257	3	,618	,961	3	,618
	10 Tanaman	,280	3	,516	,937	3	,516

a. Lilliefors Significance Correction

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas, hasil uji normalitas dengan metode Shapiro-wilk dapat diketahui nilai signifikan dimana semua nilainya menunjukkan $>0,05$. Maka sesuai dengan dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas Shapiro-wilk, dapat disimpulkan bahwa data penelitian ini berdistribusi normal. Setelah uji normalitas dilakukan maka setelah itu dilakukan uji homogenitas yang dilakukan sebagai syarat dalam analisis komparatif yakni uji anova. Asumsi yang mendasari dalam uji anova bahwa variasi dari beberapa populasi adalah sama atau homogen.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan syarat kedua untuk dilakukannya uji Anova. Uji homogenitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data pada penelitian ini homogen atau tidak. Adapun pengambilan keputusan dalam uji homogenitas sama dengan pengambilan keputusan pada uji normalitas yaitu:

- Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas $<0,05$, maka distribusi data dianggap tidak normal.

b. Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas >0,05, maka distribusi data dianggap normal. Adapun hasil uji normalitas Homogenitas pada data penelitian ini sebagaimana pada tabel berikut.

Tabel 4. 19 Hasil Uji Homogenitas
Test of Homogeneity of Variances

BOD COD Eceng Gondok

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.001	1	10	.982

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas, maka hasil uji homogenitas dapat diketahui hasilnya bahwa nilai signifikan (sig.) variabel BOD dan COD pada reaktor C dan D adalah sebesar 0,825>0,05, maka atas dasar pengambilan keputusan dalam uji homogenitas, dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi data hasil BOD dan COD pada reaktor C dan D adalah sama atau homogen

3. Uji One Way Anova

Setelah uji normalitas dan homogenitas dilakukan maka uji selanjutnya adalah uji One Way Anova. Uji Anova Satu Arah (One Way Anova) adalah Jenis Uji Statistika Parametrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara lebih dari dua grup sampel. Hasil uji dapat dilihat pada tabel berikut. Adapun pengambilan keputusan pada uji normalitas menurut Raharjo (2018), adalah sebagai berikut:

- a. Jika nilai Sig.>0,05 maka tidak ada perbedaan signifikan atau H0 diterima
- b. Jika nilai Sig < 0,05 maka terdapat perbedaan signifikan atau H1 diterima

Tabel 4. 20 Uji One Way Anova

ANOVA

BOD COD Eceng Gondok

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	148.225	1	148.225	25.798	.000
Within Groups	45.964	8	5.746		
Total	194.189	9			

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas, analisis data dengan menggunakan One Away Anova memiliki nilai signifikan (Sig.) 0,001<0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa H1 diterima dan H0 ditolak yang berarti bahwa pemberian variasi jumlah tanaman dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar BOD dan COD pada sampel air sungai kadia. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dimana penurunan BOD dan COD pada reaktor D dengan variasi 10 tanaman kangkung air dengan

kadar awal 15,30 mg/l menurn hingga 4,30 mg/l atau 71,89% dari kadar awalnya. Sedangkan pada penurunan COD dengan kadar awal 45,80 mg/l menurn hingga 18,20 mg/l atau 60,26% dari kadar awalnya. Jumlah variasi tanaman kangkung air dan lama waktu kontak terhadap limbah cair dapat mempengaruhi penurunan kadar BOD dan COD (Utami dkk., 2017).

3.2.12 Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Tanaman Kangkung Air Terhadap Penyerapan BOD dan COD Pada Sampel Air Sungai Kadia

Data hasil penelitian yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan uji menggunakan analisa statistik. Untuk menganalisa perbedaan kemampuan variasi tanaman eceng gondok digunakan Uji One Way Anova menggunakan Software SPSS. Adapun sebelum dilakukan uji Anova, terlebih dahulu dilakukan Uji Normalitas dan Homogenitas sebagai syarat untuk Uji Anova.

1. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Uji normalitas ini merupakan uji pendahuluan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan pada penelitian ini normal atau tidak. Pengambilan keputusan uji normalitas [2]

- a. Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas <0,05, maka distribusi data dianggap tidak normal.
- b. Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas >0,05, maka distribusi data dianggap normal.

Adapun hasil uji normalitas Shapiro-Wilk pada data penelitian ini sebagaimana pada tabel berikut.

Tabel 4. 21 Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality

	Jumlah tanaman KA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BOD	5 Tanaman	.189	3	.909	.998	3	.909
	10 Tanaman	.238	3	.702	.976	3	.702
COD	5 Tanaman	.219	3	.780	.987	3	.780
	10 Tanaman	.257	3	.622	.961	3	.622

a. Lilliefors Significance Correction

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Tabel 4. 22 Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

BOD COD Kangkung

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.052	1	10	.825

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Berdasarkan tabel diatas, maka hasil uji homogenitas dapat diketahui hasilnya bahwa nilai signifikan (sig.) variabel BOD dan COD pada reaktor

C dan D adalah sebesar $0,825 > 0,05$, maka atas dasar pengambilan keputusan dalam uji homogenitas, dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi data hasil BOD dan COD pada reaktor C dan D adalah sama atau homogeny

2. Uji One Way Anova

Setelah uji normalitas dan homogenitas dilakukan maka uji selanjutnya adalah uji One Way Anova. Uji Anova Satu Arah (One Way Anova) adalah Jenis Uji Statistika Parametrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara lebih dari dua grup sampel. Hasil uji dapat dilihat pada tabel berikut. Adapun pengambilan keputusan pada uji normalitas menurut Raharjo (2018), adalah sebagai berikut:

- Jika nilai $\text{Sig.} > 0,05$ maka tidak ada perbedaan signifikan atau H_0 diterima
- Jika nilai $\text{Sig.} < 0,05$ maka terdapat perbedaan signifikan atau H_1 diterima

Tabel 3. 23 Uji One Way Anova

ANOVA					
BOD COD Kangkung					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	280.806	1	280.806	31.485	.001
Within Groups	107.026	12	8.919		
Total	387.832	13			

Berdasarkan tabel diatas, analisis data dengan menggunakan One Away Anova memiliki nilai signifikan (Sig.) $0,001 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima dan H_0 ditolak yang berarti bahwa pemberian variasi jumlah tanaman dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar BOD dan COD pada sampel air sungai kadia. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dimana penurunan BOD dan COD pada reaktor D dengan variasi 10 tanaman kangkung air dengan kadar awal 15,30 mg/l menurn hingga 4,30 mg/l atau 71,89% dari kadar awalnya. Sedangkan pada penurnan COD dengan kadar awal 45,80 mg/l menurn hingga 18,20 mg/l atau 60,26% dari kadar awalnya. Jumlah variasi tanaman kangkung air dan lama waktu kontak terhadap limbah cair dapat

mempengaruhi penurunan kadar BOD dan COD (Utami dkk., 2017).

3.3 Pembahasan

Pada penelitian ini sampel air limbah tercemar BOD, COD dan pH yang digunakan bersumber dari Sungai Kadia Kota Kendari. Penurunan parameter pencemar pada sungai kadia kota kendari dilakukan dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dan kangkung air. Fitoremediasi adalah sebuah teknologi menggunakan berbagai tanaman untuk mendegradasi, mengekstrak atau menghilangkan kontaminan dari tanah dan air.

Adapun tahapan proses fitoremediasi dalam penelitian ini yaitu dilakukan aklimatisasi tanaman selama 7 hari yang selanjutnya pada proses fitoekstraksi, rhizofiltrasi dan fitodegradasi, fitoetraksi merupakan penyerapan kontaminan yang bersamaan dengan nutrient dan air agar diendapkan pada bagian-bagian tanaman, rhizofiltrasi adalah penggunaan akar tumbuhan atau bibit, mirip dengan konsep fitoekstraksi, digunakan untuk menyerap bahan pencemar, terutama logam dari air, tanah dan air limbah serta fitodegradasi merupakan dimana penyerapan kontaminan oleh akar yang kemudian dirombak menjadi zat organik yang tidak beracun, Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya serap dari tanaman eceng gondok dan kangkung air serta melihat penurunan parameter pencemar sebelum dan sesudah penelitian berdasarkan standar baku mutu air limbah (PP No. 22 Tahun 2021). Penelitian ini dilakukan selama 14 hari dan analisis dilakukan setiap 7 hari sekali.

Berdasarkan data-data yang diperoleh, diketahui bahwa penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan melakukan pendekatan eksperimen dan dianalisis secara deskriptif dan uji one way anova dengan mengukur kadar BOD, COD, pH dan suhu. Masing-masing parameter diukur selama 14 hari dengan beberapa perlakuan menggunakan tumbuhan eceng gondok dan kangkung air. Berikut adalah pembahasan dari hasil penelitian yang telah dijabarkan.

a. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD atau biochemical oxygen demand menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan organik di dalam air, pemecahan bahan-bahan buangan ini diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi yaitu penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O).

Penurunan kadar BOD yang tertinggi adalah limbah yang ditanami eceng gondok reaktor B dengan jumlah variasi 10 tanaman dengan kadar awal 15,30 untuk hari ke-7 mengalami penurunan sebesar 6,70 atau 56,20% dan hari ke-14 sebesar 3,90 atau 74,50%, hal ini menunjukkan

bahwa adanya pengaruh waktu tinggal yang mempengaruhi efisiensi penyisihan pencemar.

Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Haerahan Ahmad, Ridhayani Adiningsih (2019), Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar BOD Dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu. Hasil penelitian menunjukkan Ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD air limbah tahu sebelum dan sesudah dikontakkan tanaman Kangkung Air dan Eceng Gondok yang paling efektif adalah menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia* sp). BOD sebanyak 783,13 mg/L atau sebesar 97,31 % dari kadar awalnya dan kadar TSS sebanyak 2.818,47 mg/L atau sebesar 94,76 % dari kadar awalnya. Dari hasil pengukuran menunjukan bahwa nilai BOD lebih kecil dari COD karena nilai BOD hanya dipengaruhi oleh jumlah TSS dan zat organik saja dalam air.

Penurunan kadar BOD pada sampel limbah air sungai Kadia yang diberi perlakuan eceng gondok lebih besar daripada menggunakan kangkung air. Hal ini disebabkan eceng gondok dapat mempercepat pengupuan air melalui proses evapotranspirasi. Proses evapotranspirasi yang terjadi akan mendukung laju pengambilan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis melalui mekanisme penyerapan air melalui bulu-bulu akarnya.

Aktivitas fotosintesis yang tinggi, akan menghasilkan oksigen yang tinggi pula, sehingga oksigen terlarut dalam limbah cair akan meningkat. pada tanaman eceng gondok memiliki struktur tubuh yang mendukung untuk mempengaruhi kemampuan dalam penyerapan bahan-bahan organik dalam air, dimana eceng gondok memiliki lubang stomata yang dua kali lebih besar dibandingkan dengan tanaman lain dan juga adanya vakuola dalam struktur sel yang menyerap bahan-bahan organik sehingga menyebabkan vakuola menggelembung dan mendorong sitoplasma ke pinggiran sel sehingga protoplasma semakin dekat dengan permukaan sel dan menyebabkan penyerapan bahan organik antara sel dan sekelilingnya menjadi lebih efisien. Eceng gondok dan kangkung air akan mensuplai oksigen kedalam air melalui akar dan menambah jumlah oksigen terlarut dalam air limbah sehingga akan memacu kerja mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa pencemar.

b. COD (Chemical Oxygen Demand)

COD atau Chemical Oxygen Demand adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi didalam suatu perairan. Penurunan kadar COD yang tertinggi adalah limbah yang diberi tumbuhan eceng gondok pada reaktor B dengan menggunakan variasi 10 tanaman dengan kadar awal sebesar 45,80 pada hari ke-7 mengalami penurunan sebesar 24,80 atau 45,85% dan pada hari 14 mengalami penurnan sebesar 16,80 atau 63,31%. Hal ini dikarenakan oksigen dalam air tersebut

telah dipenuhi oleh akar-akar eceng gondok melalui proses fotosintesis tanaman tersebut yang ternyata ikut membantu memenuhi kebutuhan oksigen bagi mikroorganisme perombak yang nantinya akan menurunkan konsentrasi air limbah.

Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Anisa Dian Imaniar dkk (2022), Efektivitas Kayu Apu Dan Kangkung Air Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD, Dan Amonia Pada Air Limbah Domestik. Hasil penelitian ini kinerja pada tanaman kayu apu lebih baik dibandingkan dengan kangkung dalam menurunkan kadar COD, BOD, dan Amonia. Penurunan kadar terjadi paling tinggi di hari ke-14, yaitu berturut-turut menjadi 11,3 mg/L, 3,4 mg/L, dan 0,0008 mg/L. Efektivitas penurunan konsentrasi COD, BOD, dan Amonia tertinggi pada hari ke-14 dalam pengolahan air limbah menggunakan tanaman kayu apu, yaitu COD 60,07%; BOD 42,37%; dan Amonia 76,0%. Dari 2 variasi tanaman yang digunakan, kayu apu lebih efektif dalam menurunkan COD, BOD, dan Amonia.

Dari hasil pengukuran menunjukan bahwa nilai COD lebih besar dari BOD karena nilai COD dipengaruhi oleh seluruh pencemar air yang meliputi zat organik, zat non organik, mineral bervalensi rendah dan senyawa kimia lain yang reaktif dengan oksigen.

c. Nilai pH

pH merupakan tingkatan untuk melihat derajat keasaman air. pH merupakan kolagaritma dari aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut dan mempunyai skala 0-14. Alat yang digunakan untuk mengukur pH adalah pH meter dengan cara memasukkan alat kedalam air sesuai dengan teknis pemakaian.

Dari hasil pengamatan pH awal sampel air limbah sungai Kadia yaitu 7,48. Penurunan nilai pH tertinggi terjadi pada reaktor B menggunakan tanaman eceng gondok dengan jumlah variasi 10 tanaman untuk hari ke-7 mengalami penurunan sebesar 6,7 dan pada hari ke-14 mengalami penurunan sebesar 5,9. Menurut penelitian suryadi dkk mengatakan bahwa nilai pH dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman apabila nilainya >4 karena tumbuhan baru dapat hidup pada suatu tempat dengan nilai $pH >4$ karena dapat bertoleransi terhadap pH yang ditetapkan oleh peraturan pemerintah.

Terjadinya penurunan nilai pH pada reaktor A, B, C dan D disebabkan keadaan pH lingkungan. Karena pada saat penelitian tempat yang digunakan untuk meletakkan limbah yang diberi perlakuan diletakkan ditempat terbuka yang cukup cahaya matahari dan terlindung dari air hujan agar seluruh perlakuan memperoleh fasilitas lingkungan yang sama. sehingga dapat mengakibatkan terjadinya proses respirasi yang akan meningkatkan jumlah karbondioksida, sehingga mengakibatkan nilai pH menurun.

Hubungan antara pH dengan BOD dan COD yaitu apabila nilai pH menurun maka konsentrasi BOD dan

COD juga menurun begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena nilai pH dipengaruhi oleh adanya aktivitas penyerapan nutrisi oleh tumbuhan. Akar tumbuhan menyerap ion positif (H^+), tumbuhan juga akan mengeluarkan ekskret berupa ion negatif (OH^-). Penyerapan nutrisi oleh tumbuhan berlangsung secara terus-menerus sehingga ketika ion positif yang diserap lebih banyak maka nilai pH akan meningkat begitu juga sebaliknya apabila ion negatif lebih banyak diserap maka nilai pH akan menurun.

d. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang sangat penting dan mempunyai pengaruh terhadap aktivitas biota dan mikroorganisme yang ada di perairan. Suhu sangat berpengaruh terhadap adanya kehidupan di dalam air sehingga secara langsung suhu juga berpengaruh terhadap keseimbangan oksigen di dalam air. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer, pengukurannya dilakukan pada saat sebelum air diberi tumbuhan air atau perlakuan dan sesudah diberi tumbuhan air atau sesudah diberikan perlakuan. Terjadinya penurunan suhu pada reaktor A, B, C dan D dikarenakan keadaan suhu lingkungan akibat cuaca pada saat perlakuan. Suhu rata-rata reaktor A, B, C dan D yaitu $29^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$. Suhu tersebut masih dalam batas normal tumbuhan untuk tumbuh yaitu berkisar $10^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$.

Disisi lain peningkatan suhu perairan secara alami sedikit di atas suhu normal akan memicu pertumbuhan mikroorganisme. Hal ini dapat berdampak pada penyerapan oksigen terlarut yang menjadi pembatas bagi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme. Semakin tinggi suhu air limbah maka semakin besar pula jumlah oksigen terlarut yang dikonsumsi oleh mikroorganisme yang dapat menyebabkan mikroorganisme aerob mati karena oksigen terlarut yang dikonsumsi akan habis dan digantikan oleh mikroba anaerob yang akan menimbulkan bau busuk.

e. Uji Statistik

Dalam penelitian ini, hasil analisa parameter utama berupa BOD dan COD dalam masing-masing reaktor diuji signifikansi dalam uji statistik. Uji statistik bertujuan untuk mengetahui pengaruh antar masing-masing variabel dalam penelitian ini. Uji signifikansi dalam penelitian ini menggunakan one way anova.

Uji anova bertujuan untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing variabel. Hasil uji statistik one way anova ini menunjukkan variabel manakah yang paling berpengaruh terhadap efisiensi removal BOD dan COD pada sampel air limbah sungai Kadia. Uji statistik ini menggunakan uji anova dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Pengaruh yang signifikan dalam uji statistik ditunjukkan dengan P-value yang lebih kecil dari 0,05 (P -value $<0,05$). Nilai P -value $<0,05$ menunjukkan bahwa variabel tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penurunan BOD dan COD. Sebaliknya jika nilai P -value $>0,05$ maka variabel tersebut tidak berpengaruh

secara signifikan terhadap efisiensi penurunan BOD dan COD pada sampel air limbah sungai Kadia.

f. Karakteristik Tumbuhan

Pada penelitian ini tumbuhan eceng gondok mati hal ini disebabkan oleh kemampuan dan kapasitasnya dalam melakukan prosesnya pada fitoekstraksi, rizofiltrasi dan fitodegradasi, fitoextraksi merupakan penyerapan kontaminan yang bersamaan dengan nutrisi dan air agar diendapkan pada bagian-bagian tanaman, rizofiltrasi adalah penggunaan akar tumbuhan atau bibit, mirip dengan konsep fitoekstraksi, digunakan untuk menyerap bahan pencemar, terutama logam dari air, tanah dan air limbah serta fitodegradasi merupakan dimana penyerapan kontaminan oleh akar yang kemudian dirombak menjadi zat organik yang tidak beracun, ketiga proses ini akan terjadi jika eceng gondok masih hidup, namun senyawa yang berat racunnya tidak dapat dirombak dan tetap diendapkan pada bagian-bagian tanaman, hal inilah yang dapat membuat tanaman eceng gondok mati karena bagian tanaman eceng gondok tidak dapat menyerap racun.

Sedangkan pada penelitian ini tumbuhan kangkung tidak mati hal ini disebabkan tumbuhan kangkung air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap nutrisi yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor. Kangkung air termasuk tanaman yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi tanah atau lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas. Tanaman kangkung dapat tumbuh pada kondisi dengan sumber nitrogen sangat terbatas.

g. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu pada lokasi penelitian yang mana lokasi tersebut memiliki karakteristik yang berbeda dengan penelitian terdahulu, metode yang digunakan pada penelitian yaitu metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental dan dianalisa menggunakan analisis deskriptif dan uji one way anova menggunakan SPSS sedangkan pada penelitian terdahulu menggunakan Rancangan penelitian control group pre tes-post test design dan analisis yang digunakan adalah uji Paired Sample Test dan Wilcoxon. Adapun waktu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 14 hari sedangkan pada penelitian terdahulu menggunakan waktu selama 28 hari. Untuk penurunan kadar BOD, COD dan pH pada penelitian ini sebesar 3,90 atau 74,50%; 16,80 atau 63,31%; dan 5,9 atau 24,74%. Sedangkan pada penelitian terdahulu untuk penurunan kadar BOD sebanyak 783,13 mg/L atau sebesar 97,31 % dari kadar awalnya. Hal ini dipengaruhi oleh variasi jumlah tanaman, banyaknya sampel air limbah dan waktu tinggal yang digunakan dalam proses eksperimen.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terjadi pengaruh penggunaan tanaman Eceng Gondok dan Kangkung air dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada sampel air sungai Kadia dengan sistem fitoremediasi selama 14 hari. Dimana kadar awal BOD pada sampel air sungai Kadia sebesar 15,30 mg/l dan COD sebesar 45,80. Penurunan kadar BOD dan COD terbesar terjadi Pada tanaman eceng gondok dengan variasi 10 tanaman mengalami penurunan pada hari ke-14 sebesar 3,90 mg/L dari kadar awalnya. Sedangkan penurunan kadar COD sebesar 16,80 mg/l dari kadar awalnya.
2. Efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan COD pada sampel air sungai Kadia setelah adanya perlakuan dengan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air, penurnan kadar tertinggi terjadi pada hari ke-14. Berdasarkan hasil analisa data menunjukkan bahwa perbandingan efektifitas antara eceng gondok dan kangkung air dalam menurunkan kadarn BOD, COD dan pH pada sampel air sungai Kadia yaitu tanaman eceng gondok lebih efektif daripada kangkung air dalam menurunkan kadar BOD, COD dan pH.

- Waktu dan Konsentrasi Orthopospat,” *SI Program. Study Manag. Resour. Fac. Mar. Sci. Fish. Univ. Marit. Raja Ali Haji*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [7] M. Fachrurrozi, L. B. Utami, and D. Suryani, “PENGARUH VARIASI BIOMASSA *Pistia stratiotes* L. TERHADAP PENURUNAN KADAR BOD, COD, DAN TSS LIMBAH CAIR TAHU DI DUSUN KLERO SLEMAN YOGYAKARTA,” *J. Kesehat. Masy. (Journal Public Heal.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–16, 2014, doi: 10.12928/kesmas.v4i1.1100.
- [8] H. Ahmad and R. Adiningsih, “Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu,” *J. Farmasetis*, vol. 8, no. 2, pp. 31–38, 2019, doi: 10.32583/farmasetis.v8i2.599.
- [9] Darmono, *Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Universitas Indonesia Press: Jakarta, 2001.

REFERENSI

- [1] Baherem, Suprihatin, and N. S. Indrasti, *Strategi Pengelolaan Sungai Cibanten Provinsi Banten Berdasarkan Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Air dan Kapasitas Asimilasi*, vol. 4, no. 1. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 2014.
- [2] A. T. Choirunnisa, “Fitoremediasi Logam Berat Besi Mnggunakan Tanaman Kayu Putih Dan Papyrus (*Cyperus Papyrus* L),” *Skripsi*, vol. 2507, no. February, pp. 1–9, 2020.
- [3] A. P. A. S. T. Azwir, “Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT,” *Peputra Masterindo di Kabupaten Kampar*.
- [4] R. Rahadian, E. Sutrisno, and S. Sumiyati, “Efisiensi Penurunan Kadar COD dan TSS dengan Fitoremediasi menggunakan Tanaman Kayu Apu,” *J. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- [5] A. F. Handayanto, Eko., N. Muddarisna., *Pengelolaan kesuburan tanah*, vol. 30, no. 6. Universitas Brawijaya Press, 2022.
- [6] E. Rosita, R. W. Melani, and A. Zulfikar, “Efektivitas Fitoremediasi Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* FORSK) Terhadap Penyerapan Orthopospat pada Detergen Ditinjau dari Detensi