

Pemanfaatan *Eichhornia crassipes* Sebagai Agen Fitoremediasi dalam Mengolah Air Limbah IPAL Margasari Balikpapan

Basransyah^{1*}, Umi Sholikhah¹, Rahmi Yorika¹, Riza Hidayarizka¹, Arisandi¹
¹Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

*Correspondence autho: basransyah@lecturer.itk.ac.id ; Tel.: 085349818722
Received: 03 February 2024; Accepted: 19 March 2024; Published: 31 March 2024

Abstract

Several parameters of domestic wastewater at IPAL Margasari Balikpapan City exceed quality standards, namely the parameters of ammonia, BOD and COD. One biological processing options is to use phytoremediation techniques using "eceng gondok" (*Eichhornia crassipes*). Additional aeration can help speed up the absorption process of pollutants present in wastewater. The purpose of this study is to know the efficiency of separation and to analyze the influence of the variation of the mass of the *Eichhornia crassipes* and the addition of aeration on the reduction of ammonia, BOD, and COD levels on the Inlet WWTP Margasari. This research uses a batch system reactor with variations in water hyacinth plant mass of 500 grams, 750 grams, and 1000 grams. Observations were performed in a times series on the 3, 6, and 9th days. The study results showed that the effective time of planting *Eichhornia crassipes* in the separation of ammonia levels, BOD, and COD is 3 days. On the ammonia parameter treatment without aeration 500 grams has the highest efficiency of 99,59% and for BOD and COD parameters on the combination between phytoremediation and aeration with a mass of 1000 grams and 750 grams has the highest efficiency of 96.43% and 85.92% in reducing the levels of BOD and COD in domestic wastewater. Margasari IPAL waste water is biodegradable with a BOD/COD ratio of 0.39-0.42.

Keywords: Aeration, Domestic Wastewater, Water Hyacinth, Phytoremediation

Abstrak

Beberapa parameter air limbah domestik di IPAL Margasari Kota Balikpapan melebihi baku mutu, yaitu parameter amonia, *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical oxygen Demand* (COD). Salah satu opsi pengolahan secara biologi adalah menggunakan teknik fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Penambahan aerasi dapat membantu mempercepat proses penyerapan polutan yang ada pada air limbah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi penyisihan dan menganalisis pengaruh variasi massa eceng gondok dan penambahan aerasi terhadap penurunan kadar amonia, BOD, dan COD pada Inlet IPAL Margasari. Penelitian ini menggunakan reaktor sistem batch dengan variasi massa tanaman eceng gondok 500 gram, 750 gram dan 1000 gram. Pengamatan dilakukan secara time series pada hari ke 3, 6, dan 9. Hasil penelitian menunjukkan waktu efektif tanaman eceng gondok dalam penyisihan kadar amonia, BOD, dan COD adalah 3 hari. Pada parameter amonia perlakuan tanpa aerasi 500 gram memiliki efisiensi yang paling tinggi yaitu 99,66% dan untuk parameter BOD dan COD pada perlakuan kombinasi antara fitoremediasi dan aerasi dengan massa 1000 gram dan 750 gram memiliki efisiensi yang paling tinggi yaitu 96,42% dan 85,92% dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada air limbah

domestik. Air limbah di IPAL Margasari bersifat biodegradable dengan nilai rasio BOD/COD 0,39-0,42.

Kata Kunci: Aerasi, Air Limbah, Domestik, Eceng Gondok, Fitoremediasi.

1. Pendahuluan

Salah satu sumber pencemaran air berasal dari air limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat sehari-hari. Air limbah domestik mengandung kontaminan berbahaya yang harus dibersihkan dan diolah dengan baik (1). Berdasarkan data statistik lingkungan hidup Indonesia pada tahun 2019, sekitar 57,42% rumah tangga di Indonesia membuang air limbah ke air permukaan, melalui lubang tanah sebesar 18,7%, melalui sumur resapan sebesar 1,67%, melalui tangki septik sebesar 10,26%, dan hanya sebesar 1,28% yang membuang limbah melalui IPAL, hal ini bisa terjadi karena kurangnya pengetahuan masyarakat dalam mengolah air limbah dan infrastruktur yang belum merata di Indonesia. Air limbah domestik merupakan limbah terbesar yang masuk ke badan air, seperti sungai (2).

Ada tiga metode pengolahan air limbah domestik yaitu secara fisik, kimia, dan biologi. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Kekurangan dari pengolahan air limbah dengan proses fisik memerlukan lahan yang cukup besar, proses kimia memerlukan biaya yang lebih tinggi, dan pengolahan secara biologi proses pengolahan memerlukan waktu yang relatif lama dan lahan yang luas dibandingkan dengan pengolah fisik dan kimia. Adapun kelebihan dari masing masing metode pengolahan air limbah yaitu pengolahan secara fisik dan kimia pada proses pengolah cepat dan kebutuhan lahan sedikit, sedangkan pengolahan limbah dengan proses biologi melibatkan penggunaan tanaman dan mikroorganisme untuk mengubah bahan-bahan organik dalam air limbah dengan bantuan media penunjang sehingga biaya yang dikeluarkan lebih murah. Oleh karena itu, pengolahan secara biologi dianggap sebagai opsi yang lebih baik karena tidak hanya lebih murah tetapi juga lebih ramah lingkungan (3).

Fitoremediasi adalah salah satu metode pengolahan limbah domestik secara biologi yang aman dan ramah lingkungan. Fitoremediasi merupakan salah satu teknik pemanfaatan media tanaman untuk menyisihkan kontaminan atau polutan dalam air limbah (4,5) serta dianggap sebagai teknologi remediasi hijau yang lebih baik (6). Tanaman air dapat menyerap banyak kontaminan, baik organik maupun anorganik (4). Teknik fitoremediasi dengan penambahan aerasi dan mengatur debit yang tepat, penyerapan kontaminan dari limbah cair dapat menjadi lebih efektif. Sebuah penelitian telah menunjukkan bahwa penambahan aerasi pada fitoremediasi limbah domestik dengan tanaman lempang dan eceng gondok dapat mengurangi beban organik dan total padatan tersuspensi sebesar 99% (7). Secara umum, tujuan penambahan

aerasi pada perlakuan ini adalah untuk mempertahankan konsentrasi oksigen terlarut, yang dapat membantu reaksi oksidasi dan aktivitas penguraian bahan organik dalam penanganan fitoremediasi (8).

Banyak tanaman yang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi beberapa diantaranya yaitu tanaman eceng gondok, kangkung air, dan tanaman kiambang (9,10). Tanaman eceng gondok memiliki kemampuan pertumbuhannya yang cepat, sehingga eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dianggap sebagai tanaman invasif atau hama. Tanaman eceng gondok dapat digunakan untuk menyerap polutan di dalam air (6) dan mampu memperbaiki kualitas air limbah sehingga aman jika dibuang ke lingkungan (11). Berat tanaman dan lama proses fitoremediasi berpengaruh terhadap penurunan kadar polutan di dalam air limbah (12,13). Proses fitoremediasi limbah cair domestik dengan menggunakan tanaman eceng gondok seberat 50 gram selama 14 hari dapat menyisihkan 98% fosfat, 96% TSS, dan 74% amonia (14). Selain mampu menyisihkan kandungan fosfat, TSS dan amonia pada air limbah, tanaman eceng gondok juga mampu menyisihkan kandungan BOD 75,80% dan COD 75,69% yang terdapat di dalam air limbah (15).

Kualitas air limbah di inlet IPAL Margasari memiliki kandungan amonia sebesar 16,7 mg/liter, BOD 75 mg/liter dan COD 125 mg/liter. Standar baku mutu kualitas air limbah domestik yang dapat dibuang ke lingkungan yaitu kadar amonia sebesar 10 mg/l, BOD 30 mg/l dan COD 100 mg/liter. Jika dibandingkan dengan baku mutu kualitas air limbah yang harus dipenuhi terlihat jelas bahwa kualitas air limbah di IPAL Margasari belum memenuhi standar kualitas air limbah yang ditetapkan sehingga tidak aman untuk dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas diperlukan upaya untuk menurunkan kadar amonia, BOD, dan COD pada air limbah domestik di IPAL Margasari, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan teknologi fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menyisihkan kadar amonia, BOD, dan COD agar kualitas air limbah domestik di IPAL Margasari sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan dengan metode eksperimental untuk mendapatkan data kuantitatif berupa penyisihan amonia, BOD, dan COD pada limbah IPAL Margasari. Kegiatan penelitian selama selama 6 bulan, dimulai dari bulan Februari 2022 sampai dengan Juli 2022. Eksperimen proses fitoremediasi dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Institut Teknologi

Kalimantan. Pengujian parameter amonia, BOD dan COD dilakukan di Laboratorium Kesehatan Kota Balikpapan.

1.1 Alat dan Bahan

Alat-Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aerator, botol sampel, dirigen air, gelas ukur, kertas label, reaktor dengan volume 20 liter dengan sistem *batch*, dan neraca analitik. Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari air limbah Inlet IPAL Margasari, aquades, dan eceng gondok.

2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik air limbah. Aklimatisasi eceng gondok terhadap air limbah pada Inlet IPAL Margasari untuk mencari kondisi tanaman eceng gondok yang tumbuh dengan baik. Proses aklimatisasi eceng gondok dilakukan dengan meletakkan tanaman pada bak atau baskom berdiameter 47 cm dan tinggi 28 cm yang berisi air bersih selama dua hari. Tahap selanjutnya aklimatisasi tanaman eceng gondok dilakukan pada air limbah dengan berbagai pengenceran (0%, 25%, 50%, dan 75%) selama 7 hari.

Parameter kualitas air limbah yang diukur meliputi: parameter amonia, BOD, dan parameter COD. Metode pengukuran masing-masing parameter disajikan sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengukuran Parameter

No.	Parameter	Metode Pengukuran
1	Amonia	Uji kadar amonia dengan spektrofotometri berdasarkan SNI 06.6989.30.2005
2	BOD	Uji kadar BOD dengan metode oxydirect berdasarkan SNI 6989.72:20009
3	COD	Uji kadar COD dengan metode refluks tertutup secara spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989.2-2019

Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh massa eceng gondok dan penambahan aerasi dalam menurunkan konsentrasi amonia, BOD serta COD pada air limbah Inlet IPAL Margasari. Variabel pada penelitian ini terdiri dari:

a. Massa Eceng Gondok

Pada penelitian ini menggunakan eceng gondok dengan massa yang berbeda-beda. Massa eceng gondok merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dengan efisiensi penyisihan konsentrasi amonia, BOD, dan COD pada Inlet IPAL Margasari. Variasi massa eceng gondok yang digunakan yaitu 500 gr, 750 gr, dan 1000 gr.

b. Penambahan Aerasi

Pada penelitian ini penambahan aerasi digunakan juga dalam variasi perlakuan penelitian selain massa eceng gondok. Penambahan aerasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dengan efisiensi penyisihan konsentrasi amonia, BOD, dan COD pada Inlet IPAL Margasari.

Tabel 2 Variabel Penelitian

Massa tanaman	Dengan Aerasi (FA)	Tanpa Aerasi (TA)
500	A500	TA500
750	A750	TA750
1000	A1000	TA1000

Penelitian dilakukan dengan sistem batch menggunakan sampel air limbah inlet IPAL Margasari dengan volume 8000 ml yang dimasukkan ke dalam 6 buah reaktor dengan perlakuan Fitoremediasi (TA) dan fitoremediasi beserta aerasi (FA). Setelah sampel air limbah diberikan perlakuan, maka dilakukan karakterisasi akhir air limbah dengan mengukur konsentrasi amonia, BOD, dan COD.

2.2. Analisis Data

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai efisiensi pengolahan sebagai berikut (16) :

$$Ef = \frac{(K_0 - K_s)}{K_0} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Ef = Efisiensi pengolahan menggunakan fitoremediasi

Ko = Konsentrasi awal air limbah

K_s = Konsentrasi air limbah setelah pengolahan

Data yang didapatkan dari penelitian ini adalah pengaruh massa eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi amonia, BOD, dan COD. Data-data tersebut akan dibandingkan untuk ditentukan massa yang paling optimal terhadap kinerja penurunan konsentrasi air limbah Inlet IPAL Margasari dalam menurunkan konsentrasi amonia, BOD, dan COD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengenceran Optimum dan Morfologi Tanaman

Pengenceran dilakukan untuk menentukan konsentrasi tertinggi yang dapat menyebabkan eceng gondok. Untuk mendapatkan varietas yang digunakan, limbah dapat diencerkan dan kemudian diuji pada eceng gondok yang akan digunakan (17). Proses ini dilakukan dengan mengencerkan limbah dengan air kran PDAM untuk mencapai kadar limbah 0% (Kontrol), 25%, 50%, dan 75% yang ditetapkan oleh USEPA. Adapun penambahan massa eceng gondok setelah perlakuan selama tujuh hari dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pertambahan Massa Setelah Perlakuan

No	Perlakuan	Massa Awal Tumbuhan (gram)	Massa Akhir Tumbuhan (gram)
1	Pengenceran Air Limbah (0%)	50	79
2	Pengenceran Air Limbah (25%)	50	93
3	Pengenceran Air Limbah (50%)	50	69
4	Pengenceran Air Limbah (75%)	50	73

Konsentrasi pengenceran air limbah 25% adalah pengenceran terbaik, sehingga dipilih untuk digunakan pada penelitian utama karena keadaan morfologi eceng gondok lebih baik dibandingkan dengan pengenceran lain serta pertambahan massa eceng gondok meningkat. Dengan konsentrasi pengenceran air limbah 25%, keadaan air yang semula keruh menjadi jernih, dan tanaman eceng gondok tumbuh dengan baik.

3.2 Uji Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah domestik di IPAL Margasari (sebelum pengolahan) dan setelah pengenceran dilakukan (pengenceran 25%) sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Awal Air Limbah

No	Parameter	Hasil uji (mg/L)		Baku Mutu (mg/L)
		Karakteristik Awal Air Limbah	Pengenceran 25%	
1	Amonia	16,7	12,05	10

No	Parameter	Hasil uji (mg/L)		Baku Mutu (mg/L)
		Karakteristik Awal Air Limbah	Pengenceran 25%	
2	BOD	75	28	30
3	COD	125	71	100

3.3 Penyisihan Kadar Amonia Pada Air Limbah

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang ditemukan dalam air limbah rumah tangga yang berasal dari urine, limbah dapur, dan deterjen. Berdasarkan Peraturan Menteri LHK RI No. 68 Tahun 2016, bahwa baku mutu kadar amonia pada air limbah domestik adalah 10 mg/l. Hasil uji laboratorium penyisihan kadar amonia dengan teknologi fitoremediasi dan aerasi selama 9 hari sebagaimana Tabel 5.

Tabel 5. Penyisihan Kadar Amonia dengan Fitoremidasi

Waktu Kontak	Fitoremediasi Beserta Aerasi (FA)			Fitoremediasi Tanpa Aerasi (TA)		
	1000 gram	750 gram	500 gram	1000 gram	750 gram	500 gram
Hari ke-0	12,05 mg/l	12,05 mg/l	12,05 mg/l	12,05 mg/l	12,05 mg/l	12,05 mg/l
Hari ke-3	0,08 mg/l	0,12 mg/l	0,15 mg/l	0,16 mg/l	0,06 mg/l	0,05 mg/l
Hari ke-6	0,12 mg/l	0,14 mg/l	0,24 mg/l	0,29 mg/l	0,32 mg/l	0,27 mg/l
Hari ke-9	0,61 mg/l	0,54 mg/l	0,31 mg/l	0,93 mg/l	0,49 mg/l	0,04 mg/l

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa waktu kontak setiap perlakuan pada proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok berpengaruh terhadap penurunan kadar amonia pada air limbah domestik. Dapat dilihat pada perlakuan fitoremediasi beserta aerasi dengan bobot tanaman 500 gram mampu menyisihkan kadar amonia yang semula 12,05 mg/liter menjadi 0,04 mg/liter pada hari ke 9 dengan efisiensi penyisihan sebesar 99,66%. Kemampuan tanaman eceng gondok dalam menyisihkan kadar amonia dalam air limbah disebabkan karena rambut akar pada tanaman eceng gondok membantu menyerap amonia ke dalam jaringan tanaman. Amonia yang terlarut dalam air akan berdifusi melalui permukaan akar dan masuk ke dalam jaringan tanaman. Bakteri yang hidup di sekitar akar atau di rizosfer pada area di sekitar akar akan mengubah amonia menjadi senyawa yang lebih aman. Selain itu, aktivitas bakteri dan mikroorganisme seperti Nitrosomonas dan Nitrobacter pada akar eceng gondok dapat menyebabkan penurunan amonia (NH₃). Bakteri ini dapat mengubah amonia (NH₃) menjadi nitrit (NO₂) dan kemudian menjadi nitrat (NO₃) sehingga dapat diserap oleh tumbuhan, proses ini disebut juga dengan nitrifikasi (18,19).

3.4 Penurunan Kadar BOD Pada Air Limbah

Terjadi penurunan konsentrasi BOD pada hari ke 3 setelah dilakukan fitoremediasi pada air limbah domestik dengan menggunakan tanaman eceng gondok, hal ini terjadi pada setiap perlakuan yang diberikan. Tingkat penyisihan kadar BOD tertinggi pada perlakuan fitoremediasi ditambah dengan aerasi dengan berat tanaman 1000 gram dan 500 gram. Jumlah kadar BOD yang disisihkan sebanyak 27 mg/l dengan efisiensi penyisihan sebesar 96,42%. Hasil uji laboratorium penyisihan kadar BOD pada air limbah domestik dengan teknologi fitoremediasi sebagaimana Tabel 6.

Tabel 6. Penyisihan Kadar BOD dengan Fitoremediasi

Waktu Kontak	Fitoremediasi Beserta Aerasi (FA)			Fitoremediasi Tanpa Aerasi (TA)		
	1000 gram	750 gram	500 gram	1000 gram	750 gram	500 gram
Hari ke-0	28 mg/l	28 mg/l	28 mg/l	28 mg/l	28 mg/l	28 mg/l
Hari ke-3	1 mg/l	1 mg/l	5 mg/l	6 mg/l	4 mg/l	3 mg/l
Hari ke-6	29 mg/l	23 mg/l	20 mg/l	25 mg/l	19 mg/l	17 mg/l
Hari ke-9	48 mg/l	38 mg/l	26 mg/l	55 mg/l	36 mg/l	32 mg/l

Konsentrasi BOD pada hari ke 6 dan 9 mengalami peningkatan, hal ini dapat terjadi karena daun-daun eceng gondok yang telah mati mengalami pembusukan dan mengendap di dasar reaktor sehingga mengakibatkan penambahan konsentrasi BOD. Hal lain yang menyebabkan meningkatnya BOD pada air limbah adalah kematian mikroorganisme yang diakibatkan sedikitnya nutrisi dan bahan organik yang tersedia.

3.5 Penurunan Kadar COD Pada Air Limbah

Baku mutu kadar BOD air limbah domestik adalah 100 mg/l (20). Walaupun konsentrasi air limbah domestik sudah memenuhi baku mutu pada saat pengujian, akan tetapi dapat dilihat efisiensi penyisihan kadar COD yang terdapat pada air limbah domestik tersebut. Hasil uji laboratorium penurunan kadar amonia selama 9 hari proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok sebagaimana Tabel 7.

Tabel 7. Kadar COD dengan Fitoremediasi

Waktu Kontak	Fitoremediasi Beserta Aerasi (FA)			Fitoremediasi Tanpa Aerasi (TA)		
	1000 gram	750 gram	500 gram	1000 gram	750 gram	500 gram
Hari ke-0	71 mg/l	71 mg/l	71 mg/l	71 mg/l	71 mg/l	71 mg/l
Hari ke-3	10 mg/l	10 mg/l	17 mg/l	12 mg/l	17 mg/l	13 mg/l
Hari ke-6	69 mg/l	56 mg/l	52 mg/l	57 mg/l	47 mg/l	44 mg/l
Hari ke-9	113 mg/l	95 mg/l	64 mg/l	130 mg/l	87 mg/l	82 mg/l

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa penurunan kadar COD terjadi pada hari ke 3, hal ini terjadi pada semua reaktor masing-masing perlakuan. Penyisihan kadar COD paling tinggi terjadi pada proses fitoremediasi dengan penambahan aerasi yaitu pada tanaman eceng gondok pada berat berat tanaman 1000 gram dan 500 gram dengan jumlah kadar COD yang dapat disisihkan sebanyak 61 mg/liter dengan efisiensi penyisihan sebesar 85,91%.

Sedangkan pada hari ke-6 dan ke-9, nilai COD pada setiap perlakuan mengalami peningkatan sama halnya dengan kadar BOD. Nilai COD menunjukkan kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mendegradasikan zat organik tertentu secara kimia karena sukar dihancurkan secara biologis. Nilai COD akan meningkat jika kandungan bahan organik pada air limbah meningkat. Peningkatan kadar COD pada saat penelitian dimungkin karena daun-daun eceng gondok yang membusuk dan mengendap pada dasar reactor sehingga berkontribusi terhadap peningkatan bahan organik dalam air limbah tersebut.

3.6 Rasio BOD/COD

Rasio BOD/COD adalah sebuah indikator yang digunakan untuk mengindikasikan zona biodegradable zat organik pada air limbah. Nilai BOD munjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik secara biologi, sedangkan nilai COD menunjukkan kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mendegradasikan zat organik tertentu secara kimia karena sukar dihancurkan secara biologis. Sehingga nilai COD memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BOD.

Nilai rasio BOD/COD menunjukkan kemampuan suatu bahan organik yang terdapat pada air limbah untuk terurai secara alami, semakin tinggi rasio BOD/COD maka semakin rendah biodegrabilitas dari air limbah. Suatu limbah cair dikatan biodegradable jika rasio BOD/COD diantara 0,3-0,8 (21). Rasio BOD/COD pada masing-masing perlakuan pada saat penelitian sebagaimana Tabel 8.

Tabel 8. Rasio BOD/COD

Waktu Kontak	Fitoremediasi Beserta Aerasi (FA)			Fitoremediasi Tanpa Aerasi (TA)		
	1000 gram	750 gram	500 gram	1000 gram	750 gram	500 gram
Hari ke-0	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Hari ke-3	0,10	0,10	0,29	0,50	0,24	0,23
Hari ke-6	0,42	0,41	0,38	0,44	0,40	0,39
Hari ke-9	0,42	0,40	0,41	0,42	0,41	0,39

Nilai rasio BOD/COD pada hari ke 9 berada pada nilai 0,39 – 0,42, hal ini menunjukkan bahwa bahwa air limbah domestik di IPAL Margasari bersifat biodegradable. Pada zona biodegradasi sebagian besar bahan organik dalam air limbah dapat terdegradasi secara biologis. Kenaikan nilai rasio BOD/COD pada TA1000 dihari ke 3, sedangkan hari ke 6 terjadi kenaikan nilai rasio BOD/COD pada hampir semua perlakuan yang disebabkan karena adaptasi tumbuhan dan mikroorganisme terhadap bahan pencemar.

Kenaikan nilai rasio BOD/COD mengindikasikan variasi dengan penambahan aerasi dapat membantu mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik secara biologis. Sedangkan pada perlakuan tanpa aerasi pada TA1000 nilai rasio BOD/COD mengalami penurunan namun masih berada pada rentang sifat biodegradable. Turunnya rasio BOD/COD dikarenakan penyisihan COD lebih besar dibandingkan dengan penyisihan BOD. Hal ini disebabkan karena tumbuhan cenderung mengoksidasi senyawa organik biodegradable dibandingkan dengan senyawa non biodegradable.

4. Kesimpulan

Metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dan penambahan aerasi potensial dalam menurunkan kadar amonia, BOD, dan COD pada air limbah domestik inlet IPAL Margasari sesuai standar baku mutu air limbah domestik. Efisiensi penyisihan kadar amonia pada air limbah sebesar 99,66% efektif pada perlakuan TA500. Perlakuan FA1000 dan FA750 efektif dan memiliki kemampuan yang sama dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada hari ke 3 perlakuan dengan efisiensi penurunan kadar BOD 96,42% dan penurunan kadar COD sebesar 85,91%. Limbah cair di IPAL Margasari bersifat biodegradable dengan rasio BOD/COD 0,39 – 0,42 pada saat hari ke 9 perlakuan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Kalimantan (LPPM ITK) yang telah memberikan dana untuk kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Poernomo MH, Razif M, Mansur A. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Metode Kombinasi Filtrasi dan Fitoremediasi (Studi Kasus di Kelurahan Margorejo Surabaya). Pengolah Air Limbah Domestik dengan Metod Komb Filtrasi dan Fitoremediasi (Studi Kasus Di Kelurahan Margorejo Surabaya). 2020;177–84.
2. Khotimah SN, Anisa Mardhotillah N, Arifaini N, Sumiharni. Karakterisasi Limbah Cair Greywater pada level Rumah Tangga Berdasarkan Sumber Emisi. *J Saintis*. 2021;21(02):71–8.
3. Denisi P, Biondo N, Bombino G, Folino A, Zema DA, Zimbone SM. A combined system using lagoons and constructed wetlands for swine wastewater treatment. *Sustain*. 2021;13(22).
4. Mustafa HM, Hayder G. Recent studies on applications of aquatic weed plants in phytoremediation of wastewater: A review article. *Ain Shams Eng J*. 2021;12(1):355–65.
5. Damayanti A, Khasanah N, Kholifah SN, ... Efektivitas Tanaman *Salvinia Molesta* Sebagai Agen Fitoremediasi. *J Pendidik Mat dan Ilmu Pengetah Alam*. 2023;1:74–8.
6. Rezanisa S, Ponraj M, Talaiekhosani A, Mohamad SE, Md Din MF, Taib SM, et al. Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater. *J Environ Manage [Internet]*. 2015;163:125–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.018>
7. Valipour A, Raman VK, Ahn YH. Effectiveness of domestic wastewater treatment using a Bio-hedge water hyacinth wetland system. *Water (Switzerland)*. 2015;7(1):329–47.
8. Setiyoso A, A.Gunawan R. *Unnes Journal of Public Health*. 2014;3(1):1–10.
9. Nizam NUM, Hanafiah MM, Noor IM, Karim HIA. Efficiency of five selected aquatic plants in phytoremediation of aquaculture wastewater. *Appl Sci*. 2020;10(8).
10. Ahmad H, Adiningsih R. Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar Bod the Effectiveness of Phytoremediation Method Using Hyacinth Plant and *Ipomoea Aquatica* in Reduce Levels of Tss and Bod in Tofu Industry Liquid Wa. *J Farmasetis*. 2019;8(2):31–8.

11. Vidyawati DS, Fitrihadjati H. Pengaruh fitoremediasi eceng gondok (*eichornia crassipes*) melalui pengenceran kualitas limbah cair industri tahu. *LenteraBio*. 2016;8(2):113–9.
12. Dewi MO, Akbari T. Pengolahan limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada industri tahu b kota Serang. *J Lingkungan dan Sumberd Alam*. 2020;3(1):38–48.
13. Suharto B, Wirosodarmo R, Sulanda RH. Pengolahan Limbah Batik Tulis Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Batik Waste Reduction With Phytoremediation Using Water Hyacinth Plants (*Eichornia Crassipes*) *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. *J Sumberd Alam dan Lingkung*. 2018;14–9.
14. Djo YHW, Suastuti DA, Suprihatin IE, Sulihingtyas WD. Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kim (Indonesian E-Journal Appl Chem*. 2017;5(2):137–44.
15. Novita E, Pradana HA. Kajian Perbaikan Kualitas Air Limbah Pengolahan Kopi Menggunakan Metode Fitoremediasi Dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *JST (Jurnal Sains dan Teknol*. 2022;11(1):192–203.
16. Atma DA. Efektifitas Penurunan Kadar COD, BOD, TSS dan pH Menggunakan Metode Kombinasi Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok Dengan Filtrasi Menggunakan Karbon Aktif dan Silika Pada Air Limbah Domestik. *Pelita Teknol*. 2022;17(1):1–11.
17. Raissa DG, Voijan T B. 25092-56442-1-Pb. 2017;6(2):7–11.
18. Ningrum YD, Ghofar A, Haeruddin H. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu Effectiveness of Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) as Phytoremediator for Tofu Production Liquid Waste. *Manag Aquat Resour J*. 2020;9(2):97–106.
19. Yudiana IDGT, Martini NND, Swasta IBJ. Studi perbandingan kualitas air dengan sistem resirkulasi yang berbeda pada parameter uji amonia , nitrit dan nitrat. *J Pendidik Tambusai*. 2022;6(2):12123–30.
20. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan Menteri LHK No.68 th 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Kementeri Lingkung Hidup dan Kehutan [Internet]*. 2016;68:1–13. Available from: [http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19/Permen LHK th 2016 No. P.63 Baku Mutu Air Limbah Domestik.pdf](http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19/Permen_LHK_th_2016_No._P.63_Baku_Mutu_Air_Limbah_Domestik.pdf)

-
21. Bader AC, Hussein HJ, Jabar MT. BOD: COD Ratio as Indicator for Wastewater and Industrial Water Pollution. *Int J Spec Educ.* 2022;37(3):2164–71.