

Penerapan Teknologi Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok untuk Mengolah Air Limbah Laundry

Farikh Akhsanul Hafidhin¹, Rhenny Ratnawati¹, Sugito¹, Joko Sutrisno¹, Indah Nurhayati¹, Aulia Nur Febrianti¹, Muhammad Al Kholif^{1*}

¹*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas PGRI Adi Buana Surabaya*

**Email: alkholid87@unipasby.ac.id*

Abstrak

Air limbah laundry memiliki kandungan utama pencemar seperti detergen, surfaktan, fosfat, BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand). Penerapan teknologi fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok bisa menjadi alternatif terbaik dalam menghilangkan pencemar pada air limbah laundry. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan jumlah variasi tanaman eceng gondok dari setiap reaktor fitoremediasi dalam mereduksi pencemar BOD, COD, dan fosfat. Perlakuan diawali dengan menguji karakteristik awal air limbah laundry, aklimatisasi, Range Finding Test (RFT), dan proses fitoremediasi. Kadar RFT yang digunakan adalah 40%, yang dijadikan sebagai acuan pada fitoremediasi. Tahapan fitoremediasi dilakukan selama 20 hari. Variabel yang digunakan adalah variasi jumlah tanaman pada 3 reaktor, yaitu 5 tanaman pada reaktor A, 10 tanaman pada reaktor B, dan 15 tanaman pada reaktor C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar BOD, COD, dan fosfat. Reaktor C dengan 15 tanaman eceng gondok merupakan reaktor yang paling baik dalam menurunkan parameter BOD sebesar 33 mg/L dan COD sebesar 57 mg/L. Sedangkan reaktor yang paling baik dalam menurunkan parameter fosfat yaitu pada reaktor B sebesar 0.9 mg/L. Perlakuan fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok memiliki efisiensi dalam menurunkan kadar pencemar BOD (68.86%), COD (66.86%), dan fosfat (77.5%).

Kata Kunci: *air limbah laundry, BOD, COD, eceng gondok, fitoremediasi*

PENDAHULUAN

Air memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup di dunia ini termasuk bagi keberlangsungan hidup manusia. Pelestarian dan penghematan sumber air harus selalu diterapkan kepada semua pengguna air (Khaira, 2014). Dalam kegiatan penggunaan air untuk aktivitas sehari-hari biasanya manusia akan menghasilkan air limbah yang umumnya disebut sebagai air limbah domestik. Air limbah merupakan limbah yang berwujud cair tersusun dari 99.9% air dan sisanya bahan padat (Astuti &

Indriatmoko, 2018). Secara umum air limbah domestik digolongkan menjadi dua macam yaitu *grey water* dan *black water*. Air limbah domestik hasil cucian baju (*laundry*) merupakan air limbah domestik yang masuk ke dalam jenis *grey water*. Air limbah laundry banyak mengandung detergen dengan kandungan yang dikelompokkan menjadi *surfaktan*, *builder*, *bleaching agent*, dan *additives* (Apriyani, 2017). Limbah hasil cucian baju termasuk air limbah domestik yang banyak dihasilkan hampir di seluruh rumah tangga. Kebanyakan air limbah ini langsung dilepas ke lingkungan tanpa melalui pra-pemrosesan terlebih dahulu sehingga berpotensi besar menyebabkan pencemaran lingkungan perairan. Air limbah domestik mengandung sampah padat beserta cair dengan memiliki sifat mengandung mikroorganisme, nilai oksigen terlarut kecil, ada kandungan organik menjadikan nilai BOD tinggi, dan memiliki zat padat mengapung di permukaan (Al Kholif, dkk., 2020). Kandungan detergen yang berada di air limbah laundry bisa meningkatkan zat hara yang menyebabkan masalah lingkungan (Sulistia, dkk., 2019). Detergen yaitu sumber fosfat terbesar sehingga resiko pencemaran menjadi naik jika air limbah laundry mengandung detergen dilepas sembarangan (Pungut, dkk., 2021).

Dalam proses pengolahan air limbah, metode yang bisa digunakan sangat bervariasi termasuk pengolahan dengan lumpur aktif, pengolahan dengan membran bioreaktor, dan lain-lain. Pengolahan yang tergolong mudah adalah dengan metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan tanaman. Fitoremediasi menggunakan tanaman untuk mereduksi polutan pencemar dari daratan atau perairan yang tercemar (Rondonuwu, 2014). Tanaman yang digunakan bisa jenis tanaman yang hidup di daratan ataupun perairan akan tetapi yang lebih sering digunakan untuk mengolah air limbah adalah tanaman air dikarenakan metode yang dilakukan lebih efisien dan tanaman bisa bertahan dengan baik dalam mengelola air limbah (Caroline & Moa, 2015). Mekanismenya adalah dengan memberikan kontak antara air limbah dengan tanaman air sehingga polutan pencemar yang ada dalam air limbah akan terserap oleh tanaman dan menjadikan beban pencemar di dalam air limbah menurun. Tanaman air yang digunakan dalam fitoremediasi pada penelitian ini adalah tanaman Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). Berdasarkan pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa tanaman air ini memiliki kemampuan untuk menyerap berbagai jenis polutan seperti zat organik, zat anorganik, dan logam berat (Stefhany, dkk., 2013). Mekanisme lebih spesifik dari fitoremediasi yaitu proses fitostabilisasi, rhizofiltrasi, fitoekstraksi, fitodegradasi, dan fitovolatilisasi (Zulkoni, 2017).

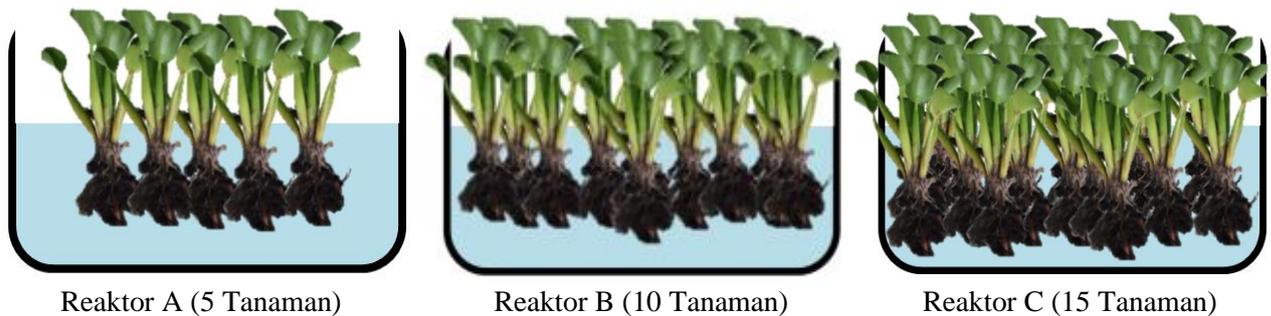
Salah satu usaha laundry rumahan yang langsung membuang limbah bekas cucian ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu adalah usaha laundry X yang berada di Kelurahan Dukuh Setro, Kecamatan Tambaksari, Surabaya. Berdasarkan hasil uji laboratorium limbah laundry X memiliki kadar COD sebesar 429 mg/L, kadar BOD sebesar 266 mg/L, dan kadar fosfat sebesar 9.5 mg/L. Baku mutu parameter COD, BOD dan fosfat mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha lainnya, yaitu 250 mg/L untuk kadar COD, 100 mg/L untuk kadar BOD, dan 10 mg/L untuk kadar fosfat. Terlihat hasil uji kadar BOD dan COD limbah laundry X masih belum memenuhi baku mutu, sedangkan kadar fosfat telah memenuhi baku mutu. Walaupun hasil uji awal kadar fosfat telah sesuai baku mutu, akan tetapi keberadaan kadar fosfat di lingkungan akibat limbah laundry semakin lama akan semakin meningkat. Hal ini didasarkan pada jumlah usaha laundry yang juga akan semakin banyak dan memerlukan pengolahan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Maka dari itu, perlu diterapkan pengolahan sebelum limbah laundry tersebut dibuang ke lingkungan agar tidak membahayakan. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kemampuan variasi jumlah tanaman enceng gondok dalam setiap reaktor fitoremediasi untuk menurunkan kadar pencemar BOD, COD, dan fosfat pada air limbah laundry X.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berdasarkan variabel bebas yaitu variasi jumlah tanaman eceng gondok pada masing-masing reaktor diantaranya 5 tanaman pada reaktor A, 10 tanaman pada reaktor B, dan 15 tanaman pada reaktor C. Metode pengolahan limbah yang digunakan adalah fitoremediasi tumbuhan eceng gondok dengan sistem batch.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa countainer box plastik dengan dimensi 65 cm x 30 cm x 50 cm dan volume 80 L (Gambar 1), botol sampel, dan jerigen 5 liter. Bahan yang digunakan adalah sampel air limbah yang diolah yaitu air limbah laundry X di Kelurahan Dukuh Setro, Kecamatan Tambaksari, Surabaya. Limbah dikumpulkan selama beberapa hari hingga memenuhi kebutuhan penelitian kemudian dihomogenkan. Limbah tersebut kemudian siap digunakan dalam proses penelitian.



Reaktor A (5 Tanaman)

Reaktor B (10 Tanaman)

Reaktor C (15 Tanaman)

Gambar 1. Desain Rancangan Reaktor.

Prosedur Penelitian

Sebelum penelitian dimulai, terlebih dahulu dilakukan uji laboratorium sampel air limbah laundry sebelum pengolahan sebagai perbandingan hasil dari pengolahan limbah laundry menggunakan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok. Tabel 1 merupakan data hasil uji awal limbah cair laundry mengacu pada Pergub Jatim No. 52 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan kegiatan usaha lainnya.

Tabel 1. Hasil Uji Awal Air Limbah Laundry

Parameter	Baku Mutu (mg/L)*	Konsentrasi awal (mg/L)
BOD	266	100
COD	250	309
Fosfat	10	13,6

*Pergub Jatim No. 52 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan kegiatan usaha lainnya

Setelah dilakukan uji karakteristik awal air limbah laundry, selanjutnya dilakukan dengan proses aklimatisasi, Range Finding Test (RFT), kemudian running percobaan. Tahap pertama penelitian ini adalah pengamatan tanaman eceng gondok dan proses aklimatisasi tanaman eceng gondok sehingga bisa diketahui apakah tanaman eceng gondok bisa hidup dengan baik dalam reaktor atau tidak. Tujuan dari aklimatisasi adalah untuk mengatur kondisi tanaman eceng gondok agar bisa beradaptasi dengan air limbah yang akan diolah di dalam reaktor (Djo, dkk., 2017). Proses aklimatisasi dijalankan dalam 7 hari.

Setelah akimatisasi, dilakukan proses RFT berkonsentrasi 0% (kontrol), 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80% (v/v), dilakukan dengan cara memberikan air limbah pada tumbuhan untuk mengetahui daya tahan tumbuhan terhadap limbah tersebut (Caroline & Moa, 2015). Proses RFT dilakukan di dalam wadah yang berupa ember dengan kapasitas volume sebanyak 5 L dengan volume air setengah dari ukuran volume maksimal yaitu sebanyak 2.5 L. Kemudian tanaman eceng gondok dimasukkan pada masing-masing ember dan diamati perkembangannya selama 4 hari. Pada hari ke 4 tanaman dipantau secara visual, jika kondisi tanaman tetap segar di hari ke 4, maka konsentrasi tersebut dapat digunakan pada proses fitoremediasi. Sesuai hasil, konsentrasi yang diterapkan pada reaktor saat penelitian utama berlangsung adalah 40%. Setelah diketahui konsentrasi RFT yang digunakan, maka dilakukan running percobaan selama 20 hari dengan replikas 2 kali yaitu pagi dan sore hari. Pengambilan sampel dilakukan selama 5 hari sekali. Sampel air limbah setelah pengolahan, kemudian dilakukan uji yang dianalisis di laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya untuk mengetahui berapa persen kandungan kadar BOD, COD, dan fosfat yang teremoval setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok. Hasil uji laboratorium yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui berapa persen limbah teremoval.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan air limbah laundry dengan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok berdasarkan jumlah tanaman, kemudian dilakukan uji lab dari hasil pengolahan tersebut untuk membandingkan dan mengetahui efisiensi penurunan kadar BOD, COD dan fosfat yang terjadi setelah perlakuan. Berikut adalah hasil analisis kadar BOD, COD dan fosfat setelah pengolahan.

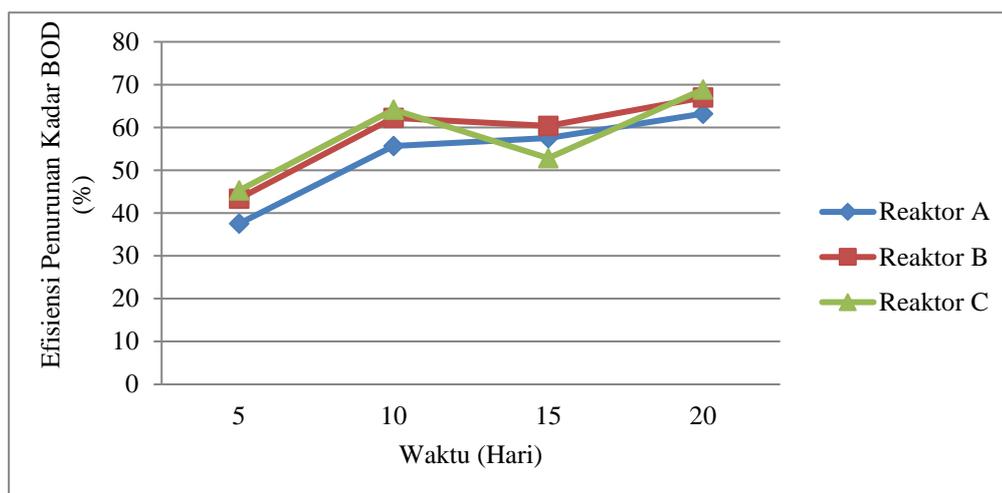
Efisiensi Penurunan Kadar BOD pada Limbah Laundry

BOD menggambarkan banyaknya oksigen terlarut di dalam air yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik karbon yang terdapat di dalam air. Parameter BOD tidak memperlihatkan total bahan organik yang sesungguhnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut (Permata, 2016). Parameter awal kadar BOD yang terkandung pada air limbah laundry sebelum dilakukan pengolahan adalah sebesar 266 mg/L kemudian konsentrasi dijadikan 40% sesuai hasil dari tahap RFT sehingga kadar BOD menjadi 106 mg/L. Berikut adalah kadar BOD setelah pengolahan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar BOD Setelah Pengolahan

No.	Reaktor	Fitoremediasi (mg/L)			
		5 Hari	10 Hari	15 Hari	20 Hari
1.	A	64	47	45	39
2.	B	60	40	42	35
3.	C	58	38	50	33

Berdasarkan kadar BOD yang terdapat pada Tabel 2, maka dihasilkan efisiensi penurunan kadar BOD selama 20 hari yang tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Efisiensi Penurunan Kadar BOD.

Terlihat pada Gambar 2, terjadi penurunan kadar BOD selama dilakukan treatment fitoremediasi pada masing-masing reaktor sehingga efisiensi menjadi naik. Penurunan paling efektif terjadi pada hari ke 20 pada masing-masing reaktor, yaitu reaktor A (5 tanaman) dengan nilai sebesar 39 mg/L, reaktor B dengan jumlah 10 tanaman sebesar 35 mg/L, dan reaktor C dengan jumlah 15 tanaman sebesar 33 mg/L. Besar efisiensi penurunan kadar BOD yang diperoleh pada hari terakhir yaitu hari ke 20 adalah 63.21% pada reaktor A; 66.98% pada reaktor B; dan 68.86% pada reaktor C. Hasil penurunan terbaik pada reaktor C dengan jumlah tanaman sebanyak 15 tanaman eceng gondok pada waktu treatment 20 hari yaitu presentase efisiensi penurunan sebesar 68.86%. Penurunan kadar BOD di dalam fitoremediasi terjadi karena kadar BOD yang terkandung dalam air limbah laundry terdegradasi oleh mikroorganisme yang kehidupannya tersuplai dari tanaman eceng gondok kemudian diserap oleh tanaman eceng gondok. Nilai efisiensi yang diperoleh dalam penelitian ini sangat relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Munir (2021) dan Novita, dkk., (2020). Fitoremediasi yakni suatu mekanisme kerjasama antara tanaman dengan mikroorganisme *rhizosfera* dalam media tanah, koral, air, dan akar yang mampu mengganti zat pencemar menjadi tidak toksik (Asisdiq, dkk., 2017). Mikroba pada akar tanaman eceng gondok yang memiliki kontak langsung dengan air limbah laundry memiliki tiga jenis bakteri yang paling dominan yaitu *Bacillus flexus*, *Aeromonas hydrophila*, dan *Bacillus brevis* (Stefhany, dkk., 2013).

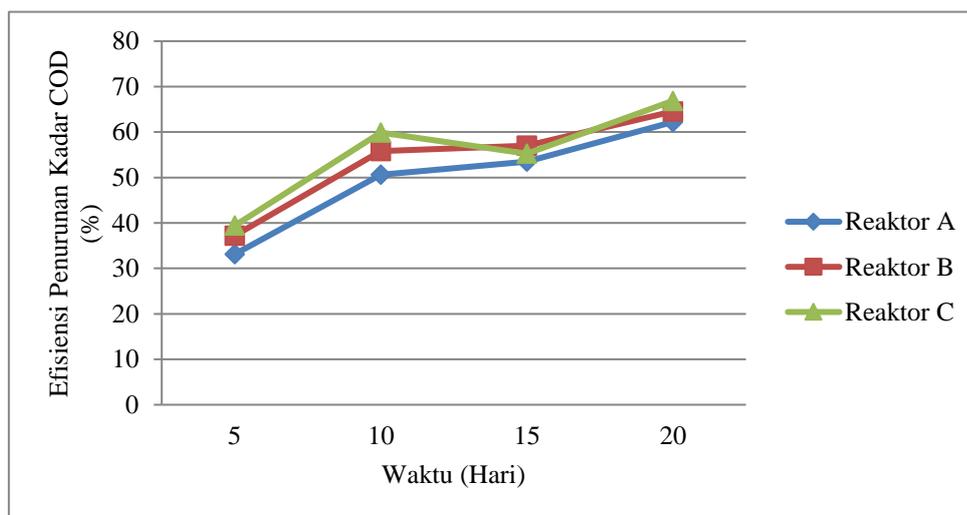
Efisiensi Penurunan Kadar COD pada Limbah Laundry

Parameter COD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menjalankan oksidasi dengan cara kimiawi. COD bisa dijadikan tolok ukur tingkatan pencemaran pada air limbah, jadi perlu dilaksanakan perlakuan untuk menurunkan kadar COD pada lingkungan (Afifah, 2020). Parameter awal kadar COD air limbah laundry sebelum dilakukan pengolahan sebesar 430 mg/L kemudian konsentrasi dijadikan 40% sesuai hasil dari tahap RFT sehingga kadar COD menjadi 172 mg/L. Berikut adalah kadar COD setelah pengolahan tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar COD Setelah Pengolahan

No.	Reaktor	Fitoremediasi (mg/L)			
		5 Hari	10 Hari	15 Hari	20 Hari
1.	A	115	85	80	65
2.	B	108	76	74	61
3.	C	105	69	77	57

Berdasarkan kadar COD yang terdapat pada Tabel 3, maka dihasilkan efisiensi penurunan kadar COD selama 20 hari yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Efisiensi Penurunan Kadar COD.

Penurunan paling efektif terjadi pada hari ke 20 dengan nilai pada reaktor A dengan jumlah 5 tanaman sebesar 68 mg/L, reaktor B dengan jumlah 10 tanaman sebesar 61 mg/L, dan reaktor C dengan jumlah 15 tanaman sebesar 57 mg/L. Penurunan kadar COD pada air limbah laundry oleh tumbuhan eceng gondok pada masing-masing reaktor. Besar efisiensi penurunan kadar COD yang diperoleh pada hari terakhir yaitu hari ke 20 adalah 62.21% pada reaktor A; 64.53% pada reaktor B; dan 66.86% pada reaktor C. Hasil penurunan terbaik ada pada reaktor C dengan jumlah tanaman sebanyak 15 tanaman eceng gondok pada waktu 20 hari yaitu presentase efisiensi penurunan sebesar 66.86%. Penurunan kadar COD didalam fitoremediasi memiliki kesamaan dengan penurunan kadar BOD. Penurunan terjadi karena kadar COD yang ada di dalam air limbah laundry terdegradasi oleh mikroorganisme yang kehidupannya tersuplai dari tanaman eceng gondok kemudian diserap oleh tanaman eceng gondok.

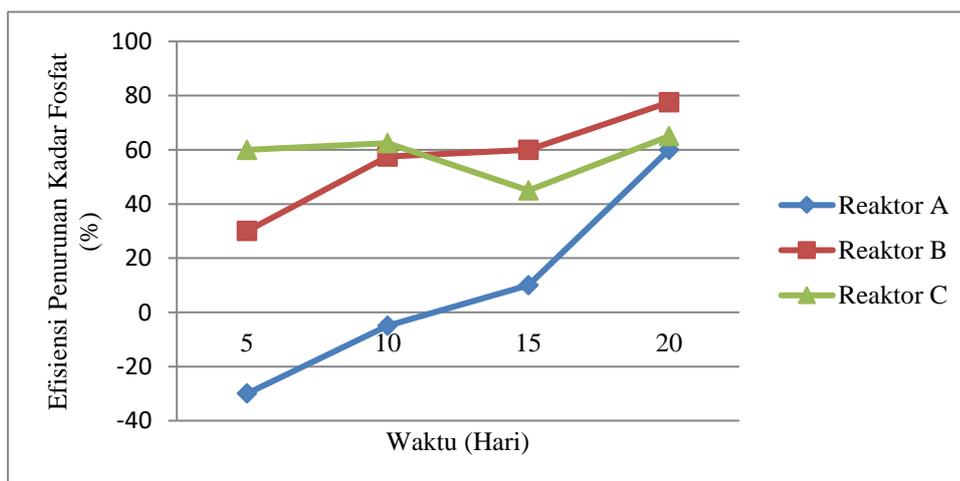
Efisiensi Penurunan Parameter Fosfat pada Limbah Laundry

Parameter awal kadar fosfat yang terkandung dalam air limbah laundry sebelum dijalankan pengolahan adalah sebesar 9.48 mg/L kemudian konsentrasi dijadikan 40% sesuai hasil dari tahap RFT sehingga kadar fosfat menjadi 4.0 mg/L. Berikut adalah kadar fosfat setelah pengolahan tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Fosfat Setelah Pengolahan

No.	Reaktor	Fitoremediasi (mg/L)			
		5 Hari	10 Hari	15 Hari	20 Hari
1.	A	5.8	4.2	3.6	1.6
2.	B	2.8	1.7	1.6	0.9
3.	C	1.6	1.5	2.2	1.4

Berdasarkan kadar fosfat yang terdapat pada Tabel 4, maka dihasilkan efisiensi penurunan kadar fosfat selama 20 hari yang tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi Penurunan Kadar Fosfat.

Berdasarkan data tersebut penurunan paling efektif terjadi pada hari ke 20 dengan nilai pada reaktor A dengan jumlah 5 tanaman sebesar 1.6 mg/L, reaktor B dengan jumlah 10 tanaman sebesar 0.9 mg/L, dan reaktor C dengan jumlah 15 tanaman sebesar 1.4 mg/L. Terjadi adanya penurunan kadar fosfat pada air limbah laundry oleh tanaman eceng gondok pada masing-masing reaktor. Besar efisiensi penurunan kadar fosfat yang diperoleh pada hari terakhir yaitu hari ke 20 adalah 60% pada reaktor A; 77.5% pada reaktor B; dan 65% pada reaktor C. Hasil penurunan terbaik ada pada reaktor C dengan jumlah tanaman sebanyak 10 tanaman eceng gondok pada waktu treatment 20 hari yaitu presentase efisiensi penurunan sebesar 77.5%. Fosfor adalah unsur dengan kandungan nutrient bagi tumbuhan. Fosfor diserap ke dalam sel tumbuhan berupa ion fosfat. Dalam perairan, jumlah ion ortofosfat yang berlebih dapat memunculkan efek buruk contohnya mempercepat pertumbuhan alga yang menimbulkan keadaan bernama alga blooming (Suryawan, 2018). Pada fitoremediasi, penyerapan kadar fosfat terjadi melewati akar tanaman lalu menuju ke bagian-bagian tumbuhan lainnya dan terkumpul hingga terjadi peningkatan removal pada kandungan fosfat. Hal ini juga dibantu oleh proses penguraian mikroorganisme di zona akar yang dikenal dengan nama rizodegradasi (Raissa, 2017).

Pada reaktor A kadar fosfat mengalami kenaikan 30% pada hari ke 5 dan sedikit kenaikan sebesar 5% pada hari ke 10 kemudian turun pada hari selanjutnya sampai hari terakhir perlakuan fitoremediasi. Kenaikan pada hari ke 5 dan 10 bisa terjadi karena beberapa faktor seperti endapan pada air limbah laundry yang naik dan larut lagi sehingga kadar fosfat menjadi tinggi (Firmansyah & Situmorang, 2019) serta dari pembusukan tanaman itu sendiri. Eceng gondok yang sudah mati akan mengalami proses pembusukan (dekomposisi) lalu menghasilkan bahan organik yang kemudian bisa memperkaya nutrien dalam perairan yang salah satunya adalah kadar fosfat (Juwitanti, dkk., 2013).

Inilah penyebab kadar fosfat pada air limbah laundry menjadi semakin tinggi karena terjadi kematian dan pembusukan salah satu bagian tanaman pada reaktor A. Setelah dibersihkan dari bagian tanaman yang busuk maka pada hari ke 15 dan 20 terjadi penurunan kadar fosfat yang lebih rendah dari kadar fosfat awal sebelum perlakuan yang menandakan bahwa proses fitoremediasi mulai berjalan dengan baik. Peningkatan kadar fosfat juga terjadi pada reaktor C di hari ke 15 yang juga disebabkan oleh hal yang sama. Setelah dibersihkan dari bagian tanaman yang membusuk maka terjadi penurunan kadar fosfat pada hari ke 20 yang menandakan fitoremediasi kembali efisien. Terjadinya proses pembusukan pada salah satu bagian tanaman di reaktor A dan C terjadi karena terdapat bagian reaktor yang terhalang dari paparan sinar matahari sehingga ada sebagian tanaman pada kedua reaktor tersebut menjadi layu kemudian membusuk.

Efisiensi penurunan tertinggi kadar fosfat pada penelitian ini adalah ada di reaktor B sebesar 77.5% yang relevan dan sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Astuti & Indriatmoko, 2018) dengan hasil efisiensi yang tidak berbeda jauh. Hal ini karena pada reaktor A dan reaktor C terjadi pembusukan pada bagian tanaman sehingga meningkatkan kadar fosfat pada air limbah laundry yang pada akhirnya menurunkan nilai efisiensi fitoremediasi. Berbeda dengan reaktor B yang tidak terganggu oleh pembusukan tanaman eceng gondok. Selain itu, reaktor B juga merupakan reaktor dengan tinggi tanaman awal yang paling rendah yaitu 12 cm daripada reaktor A dan C dengan tinggi 15 cm. Hal tersebut menandakan bahwa tanamannya pada reaktor B lebih muda dan berada pada fase pertumbuhan atau fase vegetatif, sehingga sangat maksimal dalam menyerap zat organik.

KESIMPULAN

Perlakuan fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar BOD, COD, dan fosfat. Reaktor C dengan 15 tanaman eceng gondok merupakan reaktor yang paling maksimal dalam menurunkan kadar BOD dan kadar COD, sebesar 33 mg/L untuk kadar BOD dan sebesar 57 mg/L untuk kadar COD. Sedangkan reaktor yang paling baik dalam menurunkan kadar fosfat adalah reaktor B dengan 10 tanaman eceng gondok, sebesar 0.9 mg/L. Perlakuan fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok memiliki efisiensi dalam menurunkan kadar pencemar sebesar BOD 68.86%; COD 66.86%; dan fosfat 77.5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. H., 2020. *Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Jawa (PPPEJ) Dengan Refluks Tertutup Secara Titrimetri*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Al Kholif, M., Alifia, A. R., dan Sutrisno, J., 2020. *(The Indonesian Journal of Public Health) Kombinasi Teknologi Filtrasi Dan Anaerobik Buffled Reaktor (ABR) Untuk Mengolah Air Limbah Domestik*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia. 15(2): 19-24.
- Apriyani, N., 2017. *Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry Nani Apriyani Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Muhammadiyah Palangkaraya*. Media Ilmiah Teknik Lingkungan. 2(1): 37-44.
- Asisdiq, I., Sudding, dan Side, S., 2017. *Kemampuan Metode Kombinasi Filtrasi Fitoremediasi Tanaman Teratai dan Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Industri Tahu*. Pendidikan Kimia PPs UNM. 1(1), 91-99.
- Astuti, L. P., dan Indriatmoko. 2018. *Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air*. Jurnal Teknologi Lingkungan. 19(2): 183.

- Caroline, J., dan Moa, G. A., 2015. *Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (Echinodorus palaefolius) Pada Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III. 10(3): 733-744.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., dan Sulihingtyas, W. D., 2017. *Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana*. Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry). 5(2): 137-144.
- Firmansyah, R. M. L., dan Situmorang, C., 2019. *Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Efektifitas Fitoremediasi Fosfat dan COD Dengan Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dan Kiambang (Salvania natans) pada Limbah Cair Pencucian Pakaian*. Jurnal TechLINK. 3(1): 17-23.
- Juwitanti, E., Ain, C., dan Soedarsono, P., 2013. *Kandungan Nitrat Dan Fosfat Air Pada Proses Pembusukan Eceng Gondok (Eichhornia sp.)*. Diponegoro Journal of Maquares. 2(4): 46-52.
- Khaira, K., 2014. *Analisis Kadar Tembaga (Cu) Dan Seng (Zn) Dalam Air Minum Isi Ulang Kemasan Galon di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar*. Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi. 6(2): 116-123.
- Munir, M., 2021. *Komparasi Kerapatan Tanaman Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar Pencemaran Bod Dan Cod Pada Air Limbah Produksi Tempe*. Skripsi. Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya.
- Novita, E., Wahyuningsih, S., Jannah, D. A. N., dan Pradana, H. A., 2020. *Fitoremediasi Air Limbah Laboratorium Analitik Universitas Jember Dengan Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok dan Lembang*. Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI). 7(1). DOI: <https://doi.org/10.29122/jbbi.v7i1.3850>.
- Permata, W. M., 2016. *Pemodelan Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Birespon pada Data Longitudinal Berdasarkan Estimator Spline Truncated (Studi Kasus: Sungai Brantas di Sekitar Lokasi Industri)*. Skripsi. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Pungut, P., Al Kholif, M., dan Pratiwi, W. D. I., 2021. *Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (Cod) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi*. Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan. 13(2), 155–165. DOI: <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss2.art6>.
- Raissa, D. G., 2017. *Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dan Kayu Apu (Pistia stratiotes)*. Skripsi. Institut teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rondonuwu, S. B., 2014. *Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman dan Sistem Reaktor*. Jurnal Ilmiah Sains. 14(1): 52. DOI: <https://doi.org/10.35799/jis.14.1.2014.4951>.
- Stefhany, C. A., Sutisna, M., Pharmawati, K., 2013. *Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) pada Limbah Cair Industri kecil Pencucian Pakaian (Laundry)*. Reka Lingkungan Jurnal Institut Teknologi Nasional. 1(1): 1–11.
- Sulistia, S., dan Septisya, A. C., 2019. *Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran*. Jurnal Rekayasa Lingkungan. 12(1): 41–57.
- Suryawan, I. W. K., 2018. *Fitoremediasi COD, Fosfat, dan Amonia Air Limbah Domestik Bersalinitas dengan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes)*. Jurnal Riset Kajian Teknologi dan Lingkungan (JRKTL). 1(2): 95-100.
- Zulkoni, A. D. R. N., 2017. *Pengaruh Pemangkas Akar Jati Dan Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri Di Kokap Kulonprogo Yogyakarta*. Jurnal Manusia & Lingkungan. 24(1): 17–22. DOI: <https://doi.org/10.22146/jml.23071>.