



Kombinasi Teknologi Filtrasi Dan *Anaerobik Baffled Reaktor (ABR)* Untuk Mengolah Air Limbah Domestik

Muhammad Al Kholif^{1✉}, Annisa Rifka Alifia¹, Pungut¹, Sugito¹, dan Joko Sutrisno¹

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

Info Artikel

Diterima 10 Agustus 2020
Disetujui 26 Agustus 2020
Diterbitkan 30 November 2020

Kata Kunci:

Air limbah Domestik,
Anaerobic Baffled
Reactor (ABR)
BOD₅,
COD.

e-ISSN:

2613-9219

Akreditasi Nasional:

Sinta 4

✉ Corresponding author:

alkholif87@unipasby.ac.id

Keywords:

Anaerobic Baffled
Reactor (ABR),
BOD₅,
COD,
Grey water.

Abstrak

Latar belakang: Pencegahan pencemaran air limbah domestik di kota-kota besar seperti di Kota Surabaya dapat dilakukan jika masyarakat memiliki komitmen yang sama untuk melakukan pengolahan secara mandiri. Masyarakat umumnya langsung membuang limbah ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Secara umum air limbah domestik mengandung banyak zat pencemar yang dapat membuat lingkungan menjadi berubah peruntukannya. Pengolahan air limbah domestik dengan sistem filtrasi maupun dengan sistem Anaerobic Baffled Reactor (ABR) hanya diterapkan pada satu sistem pengolahan diantara dua pengolahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji kemampuan reaktor kombinasi dengan filtrasi dan ABR dalam mereduksi kadar BOD dan COD pada air limbah domestik. **Metode:** Teknologi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah kombinasi teknologi filtrasi dan ABR dalam mereduksi zat pencemar pada limbah domestik. Keunggulan dari kedua penerapan teknologi ini adalah nilai peningkatan efisiensi yang relatif besar meskipun waktu dalam pengumpulan data yang singkat. Media filtrasi yang digunakan yaitu media bioball dan karbon aktif, sedangkan pada teknologi ABR menggunakan sistem tersuspensi dengan memanfaatkan 4 kompartemen sebagai pemisah antar ruang. Proses pengambilan data dilakukan selama 5 hari setelah masa seeding dan aklimatisasi guna mendapatkan hasil yang maksimal. Data yang terkumpul disajikan dalam bentuk tabel yang memuat data penurunan kadar pencemar dan efisiensi. **Hasil:** Penggunaan dua teknologi sekaligus memberikan pengaruh terhadap hasil yang diperoleh yakni untuk kadar BOD₅ nilai efisiensinya adalah 79% dan efisiensi COD sebesar 68%. **Simpulan:** Kombinasi teknologi filtrasi dan ABR mampu menurunkan beban pencemar BOD₅ dan COD, namun hanya parameter COD yang memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Abstract

Background: Prevention of grey water pollution in big cities such as Surabaya can be done if the community has the same commitment to carry out the treatment independently. People generally dispose of waste directly into the environment without processing it first. In general, grey water contains many pollutants that can make the environment change its designation. Grey water treatment with a filtration system or an Anaerobic Baffled Reactor (ABR) system is only applied to one treatment system between the two treatments. The purpose of this study is to examine the ability of the combined reactor with filtration and ABR to reduce levels of BOD and COD in grey water. **Methods:** The technology applied in this research is a combination of filtration technology and ABR in reducing pollutants in grey waste. The advantage of the two applications of this technology is the relatively large value of increased efficiency despite the short data collection time. The filtration media used are bioball media and activated carbon, while the ABR technology uses a suspended system by utilizing 4 compartments as a separator between spaces. The data collection process is carried out for 5 days after the seeding and acclimatization period in order to get maximum results. The collected data is presented in the form of a table containing data on the reduction of pollutant levels and efficiency. **Results:** The use of two technologies simultaneously had an effect on the results obtained, namely for BOD₅ levels the efficiency value was 79% and COD efficiency was 68%. **Conclusion:** The combination of filtration technology and ABR is able to reduce the pollutant load of BOD₅ and COD, but only COD parameters meet the specified quality standards.

Pendahuluan

Penyumbang utama dan juga merupakan ancaman serius terjadinya pencemaran lingkungan adalah adanya limbah cair domestik atau limbah cair rumah tangga. Umumnya air limbah domestik banyak mengandung bahan pencemar seperti BOD, COD, TSS, minyak dan lemak yang kadarnya masih di atas ambang batas baku mutu air limbah domestik [1]. Sumber pencemar ini jika tidak dikelola sebagaimana mestinya tentunya akan sangat membahayakan bagi kesehatan lingkungan. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan pengolahan limbah yaitu pemilihan teknologi yang tepat, efektif dan efisien serta murah dan mudah dalam penerapannya. Kandungan pencemar seperti BOD dan COD biasanya dijadikan sebagai target utama dalam mengolah air limbah domestik. Sama halnya dengan yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

Peningkatan jumlah air limbah domestik akan semakin meningkat dimasa pandemik Covid-19. Hal ini dikarenakan oleh penggunaan air bersih masyarakat yang lebih lama untuk bekerja dan tetap tinggal di rumah demi memutus rantai penyebaran Covid-19. Penerapan teknologi filtrasi dan ABR sebenarnya bukan merupakan hal yang baru dalam suatu pengolahan limbah. Pemilihan teknologi pengolahan limbah didasarkan pada parameter limbah yang akan disishkan. Selain itu juga nilai awal parameter sebelum diolah juga menjadi patokan dalam menentukan teknologi pengolahan yang tepat dan benar.

Kendala terbesar dalam sistem pengolahan air limbah domestik di wilayah perkotaan adalah keterbatasan lahan dalam membangun suatu unit pengolahan dan besarnya biaya pengolahan yang dibutuhkan. Dari kedua hal tersebut masyarakat akhirnya enggan melakukan pengolahan air limbah domestik dan membuangnya langsung ke lingkungan. Metode sederhana yang bisa digunakan untuk mengolah air limbah domestik terutama di wilayah perkotaan yaitu dengan menggunakan sistem *constructed wetland*. Konsep ini menerapkan tumbuhan dan media tanam dalam mereduksi kadar pencemar air limbah [2]. Beberapa unsur yang terlibat didalamnya diantaranya adalah, tanaman, media tanam seperti tanag, kerikil, air dan mikroorganisme pengurai limbah [3].

Penggunaan teknologi filtrasi maupun ABR sebenarnya sudah lama diterapkan untuk mengolah air limbah. Namun, jika dilihat dari segi finansial dan perawatannya untuk kedua jenis teknologi tersebut bisa dikatakan masih lebih mahal dan membutuhkan tenaga dalam proses perawatannya. Pada beberapa penelitian untuk memaksimalkan lahan perumahan yang begitu sempit, maka dapat menggunakan teknologi wetland untuk mengolah air limbah domestik secara mandiri [4]. Komposisi air limbah domestik terdiri dari 50-80% merupakan bahan pencemar yang terkandung dalam grey water [5].

Dalam penelitian ini sample yang akan digunakan adalah limbah cair domestik dari salah satu ruma pada Perumahan Swan Regency, Sidoarjo. Penggunaan ABR memiliki keunggulan dalam hal segi

operasional dan proses pengolahan yang mudah dan murah sebab tidak dibutuhkan energi listrik dan memiliki efisiensi removal organik yang cukup baik. Penambahan teknologi filtrasi seperti diharapkan dapat menurunkan beban pengolahan ABR agar tidak terlalu berat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dari kombinasi teknologi filtrasi dan ABR dapat menurunkan beban pencemar BOD dan COD pada limbah cair domestik. Data hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan atau efisiensi yang diperoleh setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan sistem kombinasi antara filtrasi dan ABR.

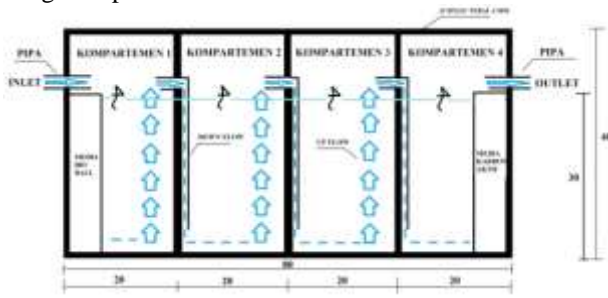
Metode

Alat dan Bahan: Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair domestik yang dihasilkan dari buangan salah satu rumah pada Perumahan Swan Regency, Sidoarjo. Pengamatan beban pencemar BOD dan COD dilakukan setelah air limbah domestik terjadi pada kondisi *steady state*, dimana untuk mencapai kondisi *steady state* dibutuhkan waktu selama 5 hari. Kondisi *steady state* dapat dilihat dari hasil grafik pada analisis permanganat. Penelitian yang dilakukan oleh [1] menunjukkan waktu yang sedikit lebih lama untuk mencapai kondisi *steady state* yaitu memakan waktu selama 7 hari. Variable penelitian yang dilakukan yaitu penerapapan buffled pada reaktor ABR yang dijadikan sebagai pengolahan utama dengan menggunakan 4 kompartemen dengan pengambilan sampel olahan dilalukan setiap 6 jam sekali. Debit air limbah dirancang sedemikian rupa agar masa tinggal air limbah domestik di dalam reaktor terjadi secara maksimal sehingga mikroorganisme memiliki waktu yang lama dalam mereduksi pencemar di dalam limbah. Debit air limbah pada output dirancang pada kecepatan 1 L/hari. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan hasil terakhir.

Prosedur: pengoperasian reaktor teknologi kombinasi filtrasi dan ABR adalah mengisi media bioball pada filtrasi awal dan karbon aktif pada bagian akhir filtrasi. Langkah selanjutnya adalah air limbah dialirkan ke unit pengolahan ABR. ABR yang diterapkan terdiri dari 4 kompartemen dengan sistem tersuspensi. Hasil akhir dari kedua unit pengolahan tersebut kemudian dilakukan uji untuk parameter BOD dan COD. Pengambilan data sampel uji hasil olahan akan dilakukan setiap 6 jam sekali dengan waktu tinggal yang sudah ditentukan. Pengambilan data dilakukan sebelum dan sesudah pengolahan. Pengolahan dilakukan selama 5 hari untuk melihat setiap perubahan penurunan pada hasil olahan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari data olahan di laboratorium. Setelah data terkumpul, maka selanjutnya akan dilakukan analisis data. Analisis data dilakukan dengan metode tabulasi dan disajikan dalam bentuk tabel kemudian dideskripsikan.

Rancangan Reaktor: Model reaktor ABR yang digunakan dalam penelitian ini adalah suatu design model yang dimodifikasi dengan penambahan filtrasi

pada awal dan akhir ABR yang dirancang dalam skala laboratorium. Model reaktor ABR terbuat dari bahan kaca berukuran 0.09 m³ dengan 4 buah Buffled sesuai dengan keterangan pada Gambar 1. Reaktor yang dirancang merupakan rangkaian 2 teknologi yang diterapkan dalam satu reaktor pengolahan yaitu dengan penambahan filter pada awal dan akhir pengolahan. Dalam sistem ABR menjelaskan bahwa semakin banyak ruang atau kompartemen dalam unit pengolahan ABR, maka semakin besar nilai efisiensinya [6]. Untuk bak penampung pada reaktor ABR bisa dirancang sesuai dengan kapasitas reaktor olahan.



Gambar 1. Disain Teknologi Modifikasi

Reaktor pengolahan limbah *grey water* di atas menjelaskan penggabungan antara 2 teknologi sekaligus yang dirancang dalam 1 unit pengolahan dalam reaktor ABR. Pada tahap pertama pengolahan, air limbah domestik akan masuk melalui pipa inlet menuju filter bermedia bioball. Setelah melewati filter, selanjutnya air limbah mengalir menuju kompartemen 1 hingga kompartemen 4 dengan sistem aliran zik-zak. Tujuan aliran zik-zak adalah agar air limbah tercampur secara homogen. Selain itu, mikroorganisme pengurai dapat melayang bebas untuk mencari makanan sebagai sumber energi mikroorganisme dalam hal ini adalah kandungan pencemar dalam air limbah domestik. Sebelum air limbah keluar dan kemudian di analisis, air limbah akan mengalir menuju filter ke-2 yang bermedia karbon aktif. Tujuan penambahan filter pada dalam reaktor pengolahan adalah untuk memaksimalkan hasil olahan sehingga kinerja ABR tidak terlalu berat.

Hasil

Perkembangan jumlah penduduk di Indonesia semakin tahun bertambah semakin cepat. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih semakin meningkat. Hal itu menyebabkan debit limbah cair domestik yang dihasilkan pun semakin banyak. Dengan demikian, pencemaran air sungai oleh limbah cair tidak dapat dihindari lagi. Ditambah dengan rendahnya kesadaran masyarakat yang langsung membuang *grey water* ke dalam sungai serta ketidaktahuan mereka untuk mengolah limbah cair secara tepat dan benar menimbulkan tingkat pencemaran yang semakin meningkat. Karakteristik awal limbah domestik memiliki beberapa tahapan, yaitu tahapan aklimatisasi dan kinerja kombinasi teknologi filtrasi dan ABR dalam menurunkan beban pencemar BOD dan COD pada air limbah domestik.

Sebelum menentukan teknologi yang tepat dalam mengolah limbah, maka hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui terlebih dahulu karakteristik awal dari limbah yang akan diolah. Tabel 1 merupakan data awal limbah domestik yang akan diolah dengan menggunakan teknologi kombinasi filtrasi dan ABR. Pentingnya mengetahui terlebih dahulu karakteristik limbah akan memudahkan dalam merancang alat atau merencanakan perlakuan dalam pengolahan sehingga hasilnya akan lebih baik.

Tabel 1. Karakteristik Awal Sampel

Parameter	Data lapangan (mg/L)	Permen LHK No. 68/2017 (mg/L)
BOD ₅	156.7	30
COD	220.5	100
pH	7.2	6-9

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa karakteristik awal limbah cair domestik di masih di atas baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016. Terlihat pada parameter BOD hasil analisis mencapai 156.7 mg/l dan COD 233.2 mg/l. Angka ini masih jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil data awal pada air limbah domestik di tempat lain.

Tabel 2. Hasil Penurunan BOD₅

Hari	Penurunan (mg/L)		Efisiensi (%)	
	6 Jam	12 Jam	6 Jam	12 Jam
1	96.56	89.46	38	43
2	82.36	75.26	47	52
3	68.16	61.06	57	61
4	53.96	46.86	66	70
5	39.76	32.66	75	79

Kandungan pencemar BOD₅ dalam limbah cair domestik telah melebihi baku mutu air limbah. Kadar maksimum BOD₅ yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan yaitu sebesar 30 mg/l [7]. Sedangkan menurut data lapangan, kandungan BOD₅ pada limbah cair domestik yaitu sebesar 156,7 mg/l. Hasil penelitian penurunan BOD₅ dapat dilihat pada Tabel 2. Banyak teknologi yang sebenarnya dapat diterapkan untuk mengolah air limbah domestik. Pengolahan air limbah domestik yang paling sederhana dan banyak diterapkan oleh para peneliti adalah dengan menggunakan teknologi wetland. Penerapannya yang mudah, murah dan dapat diaplikasikan oleh masyarakat membuat pengolahan dengan sistem wetland sangat populer dikalangan masyarakat. Selain itu sistem ini tidak membutuhkan lahan yang besar sehingga rumah yang memiliki lahan kecil dapat menerapkan teknologi wetland untuk mengolah air limbah domestik secara mandiri.

Tingginya nilai efisiensi penurunan kadar BOD₅, dikarenakan media bioball memiliki pori yang cukup banyak sehingga mikroorganisme pengurai limbah

banyak yang menempel dan mendegradasi beban pencemar BOD₅. Pada waktu tinggal 12 jam menunjukkan nilai penyisihan yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai penyisihan pada waktu tinggal 6 jam. Data di atas menunjukkan bahwa penurunan kadar BOD₅ yang paling tinggi mencapai 32,66 mg/L atau dengan nilai efisiensi sebesar 79% pada waktu tinggal 12 jam. Pada waktu tinggal 6 jam untuk penyisihan tertinggi mencapai 39,76 mg/L atau dengan nilai efisiensi 75%.

Kebutuhan air minum dan biaya keperluan lain akan menjadi berkurang jika pengolahan air limbah domestik dilakukan dengan benar [8]. Hasil penelitian penurunan COD dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penurunan COD

Hari	Penurunan (mg/L)		Efisiensi (%)	
	6 Jam	12 Jam	6 Jam	12 Jam
1	148,0	141.6	33	36
2	133.6	120,0	39	46
3	107.2	100.8	51	54
4	90.4	86.4	59	61
5	80,0	69.6	64	68

Pengaruh media terhadap efisiensi penurunan beban pencemar COD dapat diketahui setelah kombinasi teknologi filtrasi dan ABR beroperasi. Dari hasil analisis di laboratorium efisiensi penurunan COD selama 5 (lima) hari reaktor beroperasi, menunjukkan terdapat efisiensi penurunan. Pada waktu tinggal 6 jam penurunan tertinggi sebesar 80,0 mg/L atau dengan efisiensi sebesar 64% sedangkan pada waktu tinggal 12 jam penurunan tertinggi kadar COD sebesar 69,6 mg/L atau dengan efisiensi 68%.

Pembahasan

Pada beberapa penelitian menunjukkan waktu yang berbeda dalam proses *seeding* dan aklimatisasi. Proses *seeding* umumnya dilakukan secara alami di dalam reaktor pengolahan. Proses ini harus dikontrol demi menjaga kelangsungan hidup dari mikroorganisme pengurai limbah [9]. Untuk mempercepat proses *seeding* biasanya dilakukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme. Penambahan nutrisi dapat dilakukan secara alamiah maupun dengan menambahkan larutan gula ke dalam sampel. Sedangkan aklimatisasi adalah proses adaptasi mikroorganisme terhadap limbah yang akan diolah. Karakteristik awal air limbah menunjukkan angka yang melebihi batas maksimum pada air limbah domestik. Pada sampel air limbah domestik yang di daerah Wonokromo Surabaya diperoleh data BOD dan COD sebelum terolah adalah 858 mg/L untuk kadar BOD dan 1029 untuk COD [4]. Sedangkan pada sampel air limbah domestik di Daerah Dukuh Menanggal Surabaya diperoleh kadar BOD sebesar 186,24 mg/L, COD 352 mg/L, DO 1,2 mg/L dan TSS 400 mg/L (1). Proses aklimatisasi ini berjalan selama 5 hari dengan waktu tinggal 1 hari. Akhir dari aklimatisasi ini adalah ketika efisiensi penurunan konsentrasi COD relatif stabil [10].

Semakin lama limbah berada di dalam reaktor pengolahan, maka akan semakin besar nilai penurunan kadar pencemarnya [4]. Pada waktu pengamatan yang sama yaitu selama 5 hari dengan penerapan teknologi yang berbeda menunjukkan hasil penyisihan sebesar 97,06% [11]. Pada penampung dengan waktu tinggal 24 jam diharapkan dapat menyisihkan kadar TSS sebesar 60% dan COD sebesar 40%. Pada sistem pengolahan dengan sistem ABR dapat menyisihkan parameter BOD dan COD sebesar 95% dan kadar TSS mencapai 80% [12]. Pada kondisi yang lain bahkan membutuhkan waktu 2 minggu untuk mencapai kondisi *steady state* dan setelah dilakukan pengolahan dapat menyisihkan polutan BOD₅ dan COD sebesar 62% [13]. Sedangkan untuk pengamatan selama 36 hari dapat menurunkan pencemar BOD sebesar 82% [14]. Pengolahan air limbah domestik menggunakan teknologi wetland dengan tanaman Bintang Air (*Cyperus Papyrus*) mampu menurunkan kadar BOD₅ sebesar 97,14% dan untuk tanaman Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) dapat menurunkan kadar BOD₅ sebesar 95,43% [15]. Penerapan media batu apung dalam teknologi biofilter anaerob untuk mengolah air limbah domestik dapat menyisihkan kadar BOD₅ sebesar 95% [16]. Pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan *Moving Bed Biofilter Reactor* (MBBR) bermedia batu apung dapat menyisihkan kadar BOD₅ sebesar 75,6% dan media kaldness mampu mereduksi kadar BOD₅ hingga 83,3% [1].

Kandungan pencemar COD dalam limbah cair domestik telah juga melebihi baku mutu air limbah. Kadar maksimum COD yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan yaitu sebesar 100 mg/l (8). Sedangkan menurut data penelitian di lapangan menunjukkan bahwa kandungan COD pada limbah cair domestik yaitu sebesar 220,5 mg/l. Jika tujuan akhir dalam pengolahan air limbah domestik hanya akan menurunkan beban pencemar, maka tidak akan memberikan perubahan yang signifikan terhadap timbulnya pencemaran lingkungan. Namun, jika air limbah domestik diolah menjadi air bersih dan bisa dimanfaatkan kembali maka dapat mengurangi timbulnya pencemaran lingkungan dan bermanfaat bagi kelangsungan hidup [4]. Pada beberapa negara maju dan berkembang, bahkan sudah memanfaatkan air limbah domestik ini sebagai keperluan untuk menyiram toilet dan penggunaan irigasi yang dapat mengurangi penggunaan air bersih hingga 50% [17].

Dengan system pengolahan yang murah dan mudah, maka pengolahan air limbah domestik untuk digunakan kembali dapat berkontribusi dalam pengembangan lingkungan maupun wilayah perkotaan [9]. Penggunaan satu teknologi tidak akan cukup untuk memenuhi standar penggunaan kembali hasil olahan limbah cair domestik. Dengan demikian perlu adanya penggabungan teknologi untuk memungkinkan penggunaan kembali air limbah domestik sesuai dengan baku mutu yang ditentukan [18].

Penggunaan media tanam seperti tanaman Bintang Air (*Cyperus Papyrus*) mampu menyisihkan

kadar COD sebesar 90,34% dan tanaman Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) dapat menyisihkan kadar COD hingga 89,67% [16]. Pada proses pengamatan selama 3 hari terjadi penurunan kadar COD sebesar 60,60% [19]. Hal ini jauh lebih baik karena pada penelitian yang dilakukan seperti pada tabel 3 menunjukkan angka hanya lebih dari 50% pada hari ke 3 penelitian.

Penggunaan media kerikil sebagai media tanam akan membantu dalam proses penyisihan kadar pencemar karena pada permukaan media tumbuh mikroorganisme pengurai limbah. Pada penerapan teknologi MMBR bermedia kaldness dan batu apung dapat menurunkan kadar COD secara berturut-turut sebesar 84,2% dan 70,8% [1]. Pengolahan air limbah domestik dengan sistem UASB mampu menyisihkan kadar COD rata-rata 64% dan pada reaktor anaerob sebesar 70% (9,21). Penggunaan media batu apung pada biofilter anaerob mampu menurunkan kadar COD sebesar 97%. Kemampuan daya serap batu apung dan banyaknya mikroorganisme yang menempel pada media batu apung memberikan dampak penyisihan yang cukup besar [16].

Pengurangan kadar COD pada air limbah domestik bisa mencapai 76-95% jika air limbah yang diolah hanya bersumber dari aktivitas rumah tangga [13]. Penerapan sistem *batch* dengan menggunakan media pasir silika dalam mengolah air limbah domestik dapat menyisihkan kadar COD sebesar 90% [20]. Penggunaan satu teknologi dalam mengolah air limbah domestik tidak akan memenuhi standar air bersih atau penggunaan kembali air olahan. Oleh karena itu perlu adanya penggabungan dari beberapa teknologi agar limbah hasil olahan dapat sesuai dengan standar air bersih [18].

Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa kombinasi dari dua teknologi ini efektif untuk menurunkan beban pencemar BOD₅ dan COD pada limbah cair domestik. Efisiensi tertinggi yang terjadi pada hari ke-5 untuk waktu tinggal 12 jam pada parameter BOD₅ mencapai 79% dan kadar COD sebesar 68%. Tingginya nilai angka penyisihan ternyata belum dapat menjaga estetika lingkungan dan dapat membahayakan kesehatan masyarakat dikemudian hari. Hal ini dikarenakan tidak adanya keberlanjutan dari pencegahan pencemaran. Kombinasi teknologi filtrasi dan ABR mampu untuk menurunkan beban pencemar BOD₅ dan COD yang signifikan. Namun, hanya parameter COD yang berhasil memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Daftar Pustaka

- [1] Al Kholif M, Sutrisno J, Prasetyo ID. Penurunan Beban Pencemar Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (MBBR). *Al-Ard J Tek Lingkung*. 2018;4(1):1–8.
- [2] Vymazal J. Constructed wetlands for wastewater treatment. *Water (Switzerland)*. 2010;2(3):530–49.
- [3] Kadlec RH, Wallace S. *Treatment Wetlands. Second. Treatment Wetlands*. 2008. 2–366 p.
- [4] Al Kholif M, Sugito. Penyisihan Kadar Amoniak Pada Limbah Cair Domestik Dengan Menggunakan Sistem Constructed Wetland Bio-Rack. *Jukung (Jurnal Tek Lingkungan)*. 2020;6(1):25–33.
- [5] Ukpong EC, Agunwamba JC. Grey Water Reuse for Irrigation. *Int J Appl Sci Technol*. 2012;2(8):97–113.
- [6] Siswanto BAP, Purwanti IF. Perencanaan Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Sebagai Instalasi Pengolahan Greywater di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya. *IPTEK J Proc Ser*. 2017;3(5):166–73.
- [7] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016. Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Menteri Lingkungan Hidup No 68. 2016.
- [8] Couto E de A do, Calijuri ML, Assemany PP, Santiago A da F, Lopes LS. Greywater treatment in airports using anaerobic filter followed by UV disinfection: an efficient and low cost alternative. *J Clean Prod* [Internet]. 2015;106:372–9. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614007938>
- [9] Said NI, Ruliasih. Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. *JAI*. 2005;1(3):272–81.
- [10] Said NI. Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Lumpur Aktif. 2007;3(2):160–74.
- [11] Qomariyah S, Sobriyah S, Koosdaryani K, Muttaqien AY. Lahan Basah Buatan Sebagai Pengolah Limbah Cair Dan Penyedia Air Non-Konsumsi. *J Ris Rekayasa Sipil*. 2017;1(1):25.
- [12] Metcalf, Eddy. *Wasterwater Engeneering - Treatment and Reuse* [Internet]. 2004. 2044 p. Available from: www.mhhe.com
- [13] Assayed A, Chenoweth J, Pedley S. Assessing the efficiency of an innovative method for onsite greywater treatment: Drawer compacted sand filter - A case study in Jordan. *Ecol Eng* [Internet]. 2015;81:525–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.04.042>
- [14] Halalsheh M, Dalahmeh S, Sayed M, Suleiman W, Shareef M, Mansour M, et al. Grey Water Characteristics and Treatment Options for Rural Areas in Jordan. *Bioresour Technol* [Internet]. 2008;99(14):6635–41. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852407010188>
- [15] Al Kholif M, Hidayat S, Sutrisno J, Suning S. Pengaruh Tanaman Bintang Air (*Cyperus Papyrus*) Dan Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) Dalam Mengolah Limbah Domestik. *J Serambi Eng*. 2019;5(1):703–10.
- [16] Al Kholif M, Jumali MA. The Effect of Pumice

- Stone Media in Reducing Pollutant Load in Grey Water by Using Anaerobic Biofilter. In: 2nd International Symposium of Public Health Achieving SDGs in South East Asia: Challenging and Tackling of Tropical Health Problems [Internet]. Surabaya: SCITEPRESS – Science and Technology Publications, Lda; 2017. p. 10–6. Available from: <http://conference.fkm.unair.ac.id>
- [17] Muthukumaran S, Baskaran K, Sexton N. Quantification of Potable Water Savings by Residential Water Conservation and Reuse - A Case Study. *Resour Conserv Recycl* [Internet]. 2011;55(11):945–52. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344911000796>
- [18] Ghaitidak DM, Yadav KD. Characteristics and treatment of greywater—a review. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. 2013;20(5):2795–809. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1533-0>
- [19] Prayitno P, Sholeh M. Peningkatan Kualitas Air Limbah Terolah Industri Penyamakah Kulit Menggunakan Taman Tanaman Air dengan Tumbuhan Bambu Air. *Maj Kulit, Karet, dan Plast*. 2014;30(1):23.
- [20] Liu Y, Kang X, Li X, Yuan Y. Performance of aerobic granular sludge in a sequencing batch bioreactor for slaughterhouse wastewater treatment. *Bioresour Technol* [Internet]. 2015;190:487–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.03.008>