

KAJIAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH PENCUCIAN MOTOR MENGUNAKAN SISTEM *BIO SAND FILTER*

Lulita Anggreani¹, Lieza Corsita^{2*}, Alfred Benjamin Alfons²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

² Staf Pengajar pada Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

*E-mail : lizapapua11@gmail.com

ABSTRAK

Usaha jasa pencucian motor di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, dengan alasan kepraktisan dan penghematan waktu masyarakat mendapat kemudahan banyak masyarakat yang menggunakan jasa ini. Meningkatnya usaha jasa pencucian motor juga terjadi di Abepura, terutama di sekitar Jalan Baru Pasar Lama Abepura terdapat 5 tempat usaha serupa dengan jarak yang saling berdekatan. Pada dasarnya, jasa pencucian motor tidak memiliki sistem pengolahan limbah untuk menangani limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian motor. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pengolahan limbah yang relatif murah dan cukup efisien. Salah satunya dengan menggunakan reaktor *biosand filter*. Penelitian ini bertujuan untuk :1) Mengetahui tingkat efisiensi *biosand filter* dalam mengolah limbah pencucian motor dan 2) Mengetahui variasi ketinggian media manakah yang dapat mengolah sisa proses pencucian motor paling efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi TSS dan *phospat* serta peningkatan konsentrasi DO pada reaktor 1 dengan susunan media kerikil:pasir kasar:pasir halus:karbon aktif (10:10:15:10) cm mempunyai nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS dan *phospat* serta peningkatan konsentrasi DO masing-masing adalah 77%, 97% dan 68 %. Pada reaktor 2 dengan susunan media kerikil:pasir kasar:pasir halus:karbon aktif (10:10:15:20) cm, mempunyai nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS dan *phospat* serta peningkatan konsentrasi DO masing-masing adalah 79%, 98% dan 77%. Variasi susunan media yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dan *phospat* serta peningkatan konsentrasi DO pada air limbah pencucian motor adalah reaktor 2 dengan media kerikil:pasir kasar: pasir halus: karbon aktif dengan ketinggian (10:10:15:20) cm.

Kata kunci: *Biosand Filter*, *Total Suspended Solid*, *Phospat*, *Dissolved Oxygen*

I. PENDAHULUAN

Usaha jasa pencucian motor di Indonesia semakin bertambah tiap tahunnya, dengan alasan kepraktisan serta penghematan waktu masyarakat menemukan kemudahan banyak masyarakat yang memanfaatkan jasa ini. Meningkatnya usaha jasa pencucian motor juga berlangsung di Abepura, terutama di dekat Jalan Baru Pasar Lama Abepura ada 5 tempat usaha seragam dengan jarak yang saling bersebelahan. Usaha tersebut menyebabkan penurunan mutu lingkungan di dekat area usaha karena limbah cair pencucian motor yang langsung dibuang ke badan air tanpa proses pengolahan. Limbah cair pencucian motor memiliki bahan kimia dengan konsentrasi yang besar antara lain *phospat*, surfaktan, amoniak, nitrogen dan padatan terlarut, BOD serta COD tinggi.

Penggunaan deterjen pada usaha jasa pencucian motor berdampak negatif terhadap akumulasi surfaktan pada bahan-bahan perairan sehingga menimbulkan masalah

pendangkalan perairan, terhambatnya transfer oksigen dan lain-lain. Pada kondisi aerob *Linier Alkyl Sulfanote* (LAS) dapat terdegradasi dengan baik, namun jika dalam keadaan anaerob penyisihan LAS masih kurang baik. Salah satu penanganan yang dapat dilakukan untuk menangani masalah pencemaran yang disebabkan oleh limbah cucian motor adalah menggunakan metode *Biosand Filter* (Astuti, 2015).

Biosand Filter merupakan filter dengan konsep saringan pasir lambat yang khusus didesain untuk skala rumah tangga. Kelebihan *biosand filter* dibandingkan dengan *slow sand filter* adalah adanya penumbuhan *biofilm* di permukaan media paling atas. Lapisan *biofilm* ini mampu mendegradasi rasa, bau dan warna. *Biosand Filter* memiliki ketinggian berkisar 0,9

– 1 meter dan 0,3 meter sepanjang tepi bagian dalamnya, sedangkan *slow sand filter* memiliki ketinggian 3 – 5 meter dan lebar 4 – 15 meter. Didukung juga dengan desain pada pipa *outlet*

biosand filter mampu menjaga ketinggian air di atas media sehingga lapisan *biofilm* yang ada terhindar dari kekeringan (Sinaga dkk, 2020).

Proses pengolahan air memanfaatkan karbon aktif pada saat ini sudah banyak dikembangkan. Pengurangan kandungan bahan-bahan organik terlarut yang terdapat dalam air dapat dilakukan dengan menggunakan karbon aktif. Kontak antara karbon aktif dengan air bisa menimbulkan hilangnya benda-benda partikel, dengan terdapatnya proses adsorpsi menghasilkan penyerapan zat-zat substansi terlarut yang terdapat di air pada permukaan media karbon aktif sehingga air yang sudah melewati proses tersebut sanggup memiliki mutu air yang baik. Tidak hanya keefektifan dalam memisahkan pencemar, karbon aktif mudah digunakan dan mempunyai perawatan anggaran yang relatif murah sehingga dapat dijadikan salah satu alternatif teknologi dalam pengolahan limbah (Karnaningroem & Adisty, 2012).

Prinsip pengolahan dengan menggunakan karbon aktif adalah adsorpsi (penyerapan) terhadap anion, kation, dan anorganik. Karbon aktif yang baik haruslah mempunyai luas area permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga akan besar (Sudibandriyo, 2003). Keunggulan menggunakan karbon aktif dalam pengolahan limbah cair adalah kemampuan penyerapan yang baik, efektifitas serta efisiensi dalam penghilangan polutan dari air limbah sangat baik. Selain dapat mengadsorpsi logam-logam seperti besi, tembaga, nikel, juga dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau air limbah (Weil, 2003)

Karbon aktif memiliki kemampuan mengadsorpsi senyawa organik maupun organik yang dapat diaplikasikan pada penurunan konsentrasi senyawa *phospat* secara selektif (Majid, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi *biosand filter* dalam mengolah limbah pencucian motor dan mengetahui variasi ketinggian media manakah yang dapat mengolah sisa proses pencucian motor paling efektif.

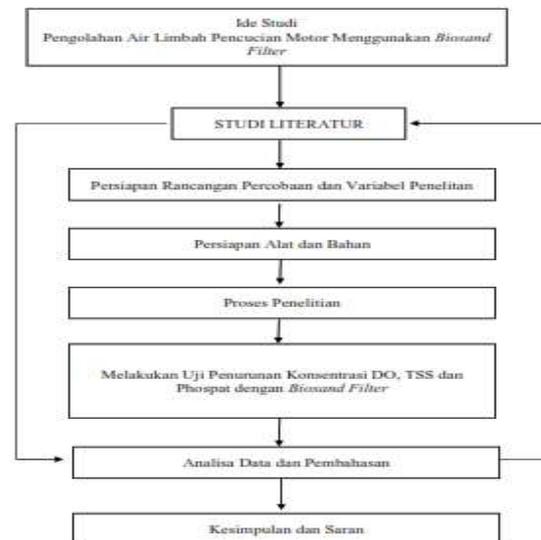
II. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen yang dilakukan dalam skala laboratorium.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian air limbah akan dijelaskan secara garis besar dengan metode grafik yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2021 sampai dengan Juli 2021 skala Laboratorium di Kampus USTJ.

Riset Literatur

Riset literatur digunakan untuk mendukung jalannya riset. Metode mendapatkan data untuk dimanfaatkan selaku riset literatur ialah dengan membaca jurnal ilmiah yang berkaitan serta laporan tugas akhir yang terdahulu.

Alat

Reaktor *biosand filter* terbuat dari kaca. Ketebalan pada reaktor adalah 0,5 cm. Reaktor tersebut dilengkapi dengan bak penampung air berupa bak plastik, pipa PVC dan sambungannya, pengatur debit dan kran. Detail reaktor disajikan pada Gambar 2. Pengujian kadar konsentrasi DO secara *onsite* menggunakan DO meter model DO-5510.

Bahan

Bahan berupa air limbah pencucian motor yang berada salah satu tempat jasa pencucian motor di Jl Baru Pasar Lama Abepura. Media *biosand filter* yang digunakan adalah karbon aktif, pasir kasar dan halus.

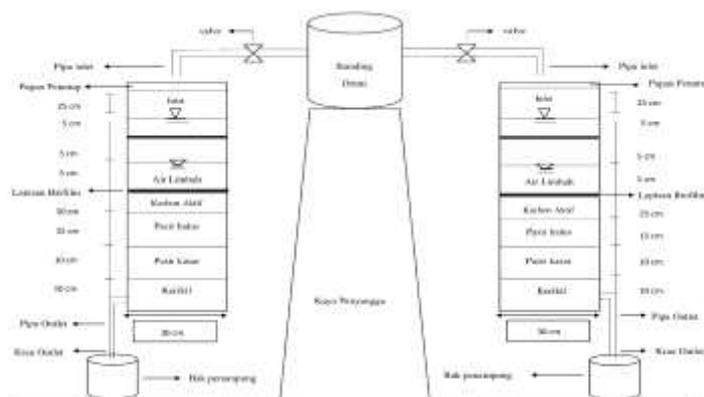
Aklimatisasi Media

Aklimatisasi media bertujuan untuk meningkatkan mikroorganisme sehingga tercipta susunan *schmutzdecke* pada media saat sebelum *biofilter* dioperasikan. Proses pengaklimatisasi media dilakukan dengan metode merendam media pasir dengan air limbah pencucian motor. Aklamitisasi dilakukan kurang lebih selama 10 hari, serta diamati setiap hari. Apabila media tercipta susunan semacam serabut halus bercorak kecoklatan yang kelamaan terus menjadi tebal serta tidak gampang terlepas dari media, hingga bisa ditentukan kalau mikroorganisme sudah berkembang pada permukaan media pasir.

Pengoperasian *Biosand Filter*

Biosand Filter dioperasikan secara *batch*. Langkah pengoperasian *biosand filter* sebagai berikut :

- Air limbah pencucian motor dihomogenkan kemudian dituangkan ke dalam bak pengumpul berbentuk *standing drum*.
- Air limbah pencucian motor yang terletak pada bak pengumpul dialirkan ke dalam reaktor menggunakan pipa yang diberi debit pengatur supaya debit senantiasa konstan setelah itu dialirkan ke dalam reaktor 1 dan 2.
- Alterasi riset berbentuk perbandingan ketinggian media. Reaktor 1 dengan media kerikil:pasir kasar:pasir halus: karbon aktif (10:10:15:10) cm. Reaktor 2 dengan media kerikil: pasir kasar: pasir halus: karbon aktif (10:10:15:20) cm
- Ketinggian air limbah pencucian motor dijaga ± 5 cm diatas lapisan biofilm.
- Pengambilan sampel diambil pada hari ke- 0, 5, 10, 15, 20 hari. Titik pengambilan sampel ialah *inlet*, *outlet* 1 dan 2. Parameter yang diteliti merupakan kandungan TSS, DO dan *phospat*.
- Pengukuran kandungan DO diuji dengan menggunakan DO meter sebaliknya untuk pengukuran kandungan *phospat* dan TSS diuji di Laboratorium Kesehatan Jayapura



Gambar 2. Desain Reaktor *Biosand Filter*

Pengolahan Data

Analisa informasi untuk penentuan berdasar pada parameter yang sudah diukur dengan membuat tabel untuk grafik mutu limbah pencucian motor saat sebelum serta setelah pengolahan pada tiap-tiap titik pengambilan sampel.

Tingkatan efisiensi dinyatakan dengan metode membandingkan antara konsentrasi awal serta akhir dari parameter riset sesudah menjalankan reaktor dengan memakai persamaan *overall efficiency* ialah:

$$\eta = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Di mana :

η = Overall Efficiency (%)

C_0 = Konsentrasi Awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi Akhir (mg/L)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah

Konsentrasi DO, TSS dan *phospat* awal air limbah masing-masing 2,2 mg/L, 315 mg/L dan 12,53 mg/L. Konsentrasi DO, TSS dan *phospat* tersebut melebihi baku mutu yang dipersyaratkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Baku mutu konsentrasi DO, TSS dan *phospat* adalah 3 mg/L, 100 mg/L dan 1 mg/L. Tingginya konsentrasi TSS pada limbah cair pencucian motor diakibatkan oleh banyaknya sedimen serta bahan organik yang terdapat di dalam air limbah. Penggunaan deterjen dalam proses pencucian motor mengakibatkan tingginya konsentrasi *phospat* yang merupakan bahan pembentuk utama dalam deterjen. Deterjen

mengandung sekitar 25 macam bahan yang secara umum dikelompokkan menjadi surfaktan, *builder*, *bleaching agents* dan *additives* (Smulders, 2002). Hasil pengujian tiap parameter tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Parameter	Metode	Hari	Reaktor	Co	Ce	Floral	Keterangan
DO	DO Meter	5	R1	2,2	3,2	45%	Onsite
			R2	2,2	3,4	55%	Onsite
R1	315		98	66%	Labtesch		
R2	315		95	76%	Labtesch		
Phospat	Spectrophotometer	R1	12,53	2,64	79%	Labtesch	
		R2	12,53	2,08	83%	Labtesch	
DO	DO Meter	10	R1	2,2	3,5	59%	Onsite
			R2	2,2	3,8	73%	Onsite
R1	315		87	72%	Labtesch		
R2	315		85	73%	Labtesch		
Phospat	Spectrophotometer	R1	12,53	2,42	81%	Labtesch	
		R2	12,53	1,84	85%	Labtesch	
DO	DO Meter	15	R1	2,2	3,5	59%	Onsite
			R2	2,2	3,8	73%	Onsite
R1	315		83	74%	Labtesch		
R2	315		75	76%	Labtesch		
Phospat	Spectrophotometer	R1	12,53	0,76	94%	Labtesch	
		R2	12,53	0,54	96%	Labtesch	
DO	DO Meter	20	R1	2,2	3,7	68%	Onsite
			R2	2,2	3,9	77%	Onsite
R1	315		71	77%	Labtesch		
R2	315		65	79%	Labtesch		
Phospat	Spectrophotometer	R1	12,53	0,32	97%	Labtesch	
		R2	12,53	0,29	98%	Labtesch	

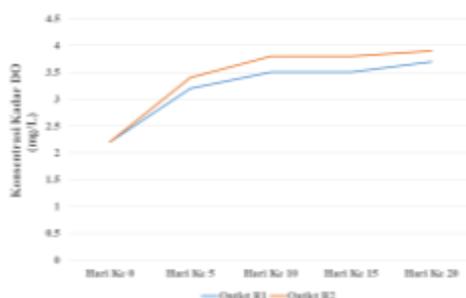


Gambar 3. Susunan Media pada Reaktor

Susunan media masing-masing reaktor secara detail disajikan pada Gambar 3.

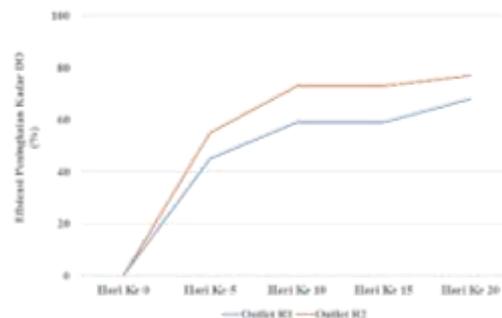
Konsentrasi DO pada Reaktor *Biosand Filter*

Rata-rata konsentrasi DO pada kedua reaktor perlahan-lahan meningkat dari awal sampai dengan akhir penelitian (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Konsentrasi Kadar DO (mg/L)

Hari ke-5 penelitian terlihat bahwa rata-rata konsentrasi DO pada kedua reaktor telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. bernilai 3,2 mg/L dan 3,4 mg/L untuk reaktor 1 dan 2. Kenaikan konsentrasi DO pada biosand filter berlangsung karena terdapatnya proses adsorbs yang berlangsung pada media biosand filter. Mikroorganisme yang terdapat pada reaktor menguraikan bahan organik sebagai bentuk yang lebih sederhana (Hidayah dkk., 2018). Susunan biofilm yang mempunyai kandungan mikroorganisme berperan menguraikan zat-zat organik pada air limbah (Widyaningsih, 2011). Efisiensi peningkatan konsentrasi DO pada kedua reaktor tertinggi terjadi pada hari ke 20 yaitu berturut-turut 68% dan 77% untuk reaktor 1 dan 2 (lihat Gambar 5)

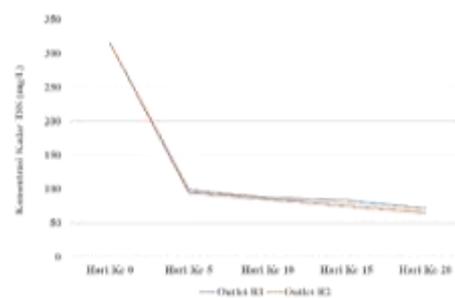


Gambar 5. Efisiensi Peningkatan Kadar DO

Perbedaan ketinggian media karbon aktif sebesar 10 cm pada reaktor 2 menghasilkan konsentrasi peningkatan kadar DO dan efisiensi peningkatan konsentrasi DO lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor 1.

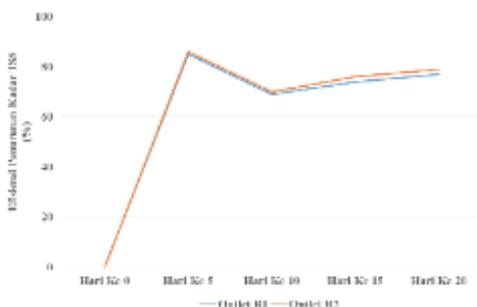
Konsentrasi TSS pada Reaktor *Biosand Filter*

Rata-rata konsentrasi TSS pada kedua reaktor perlahan-lahan menurun dari awal sampai dengan akhir penelitian (lihat Gambar 6).



Gambar 6. Konsentrasi Kadar TSS (mg/L)

Hari ke-5 penelitian terlihat bahwa rata-rata konsentrasi TSS pada kedua reaktor telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup bernilai 98 mg/L dan 95 mg/L untuk reaktor 1 dan 2. Penurunan konsentrasi TSS pada reaktor *biosand filter* dikarenakan adanya proses filtrasi dan adsorbs menggunakan butiran pasir halus (Lusela dkk, 2015). Semakin kecil diameter pasir maka luas total permukaan media pasir akan semakin besar sehingga kemampuan untuk mengadsorbsi semakin baik (Widyaningsih, 2011). Efisiensi penurunan konsentrasi TSS pada kedua reaktor tertinggi terjadi pada hari ke 20 yaitu berturut-turut 77% dan 79% untuk reaktor 1 dan 2 (lihat Gambar 7).

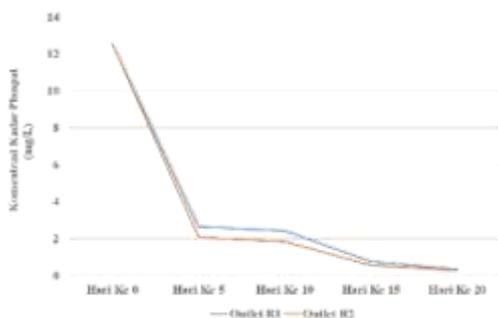


Gambar 7. Efisiensi Penurunan Kadar TSS

Perbedaan ketinggian media karbon aktif sebesar 10 cm pada reaktor 2 menghasilkan konsentrasi penurunan kadar TSS dan efisiensi penurunan konsentrasi TSS lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor 1.

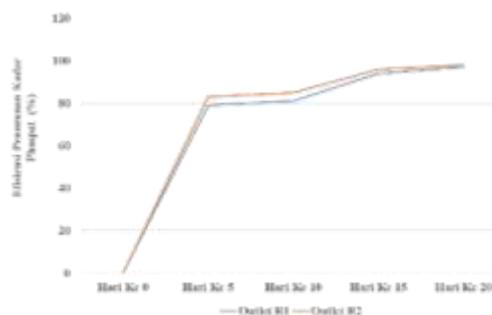
Konsentrasi *Phospat* pada Reaktor *Biosand Filter*

Rata-rata konsentrasi *phospat* pada kedua reaktor perlahan-lahan menurun dari awal sampai dengan akhir penelitian (Gambar 8).



Gambar 8. Konsentrasi Kadar *Phospat* (mg/L)

Hari ke-15 penelitian terlihat bahwa rata-rata konsentrasi *phospat* pada kedua reaktor belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. bernilai 0,76 mg/L dan 0,54 mg/L untuk reaktor 1 dan 2. Penurunan konsentrasi *phospat* dikarenakan proses adsorbs menggunakan karbon aktif. Karbon aktif dapat mengadsorpsi senyawa-senyawa kimia tertentu tergantung besar atau volume pori-pori, luas permukaan dan bahan baku yang digunakan (Makhrajani dkk, 2017). Efisiensi penurunan konsentrasi *phospat* pada kedua reaktor tertinggi terjadi pada hari ke-20 yaitu berturut-turut 97% dan 98% untuk reaktor 1 dan 2 (Gambar 9).



Gambar 9. Efisiensi Penurunan Kadar *Phospat*

Perbedaan ketinggian media karbon aktif sebesar 10 cm pada reaktor 2 menghasilkan konsentrasi penurunan kadar *phospat* dan efisiensi penurunan konsentrasi *phospat* lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor 1.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian adalah efisiensi penurunan konsentrasi TSS dan *phospat* serta peningkatan konsentrasi DO pada reaktor 1 dengan susunan media kerikil: pasir kasar: pasir halus: karbon aktif adalah (10:10:15:10) cm berturut-turut adalah 77%, 97% dan 68%. Pada reaktor 2 dengan susunan media kerikil: pasir kasar: pasir halus: karbon aktif adalah (10:10:15:20) cm berturut-turut adalah 79%, 98% dan 77%. Variasi susunan media yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dan *phospat* serta peningkatan konsentrasi DO pada air limbah pencucian motor adalah media kerikil:

pasir kasar: pasir halus: karbon aktif adalah (10:10:15:20) cm. Perbedaan tinggi karbon aktif sebesar 10 cm pada reaktor 2 menghasilkan tingkat efisiensi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayah, E.N., Djalalembah, A., Asmar, G.A., dan Cahyonugroho, O.H. (2018). Pengaruh Aerasi dalam Constructed Wetland Pada Pengelolaan Air Limbah Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16 (2), pp.155-161.

Karnaningroem, R. dan Adistya (2012). *Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil Dengan Reaktor Saringan Pasir Lambat dan Karbon Aktif*, E-1-1-E-1-7.

Lusela, Y.A., Prayogo, T.B., dan Haribowo, (2015). Studi Efektifitas Biosand Filter Terhadap Peningkatan Kualitas Limbah Cair Rumah Tangga dengan Variasi Luas Permukaan dan Tinggi Freeboard. *Skripsi*. Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Makhrajani Majid, R. A. (2017). Efektivitas penggunaan karbon aktif pada penurunan kadar fosfat limbah cair usaha laundry di kota parepare sulawesi selatan. *Prosiding Seminar Nasional IKAKESMADA "Peran Tenaga Kesehatan dalam Pelaksanaan SDGs"*, 85-91.

M S Sinaga, S. W. (2020). Degradation Of Phospate in Laundry Waste With Biosand Filter Method. *IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering Vol 801*, 1-7.

Republik Indonesia (2021). Peraturan Pemerintah RI no 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.

Sri Widya Astuti, M. S. (2015). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol 4, No 2, 53-58.

Smulders, E. (2002). *Laundry Detergents*. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany.

Sudibandriyo, M. (2003). *A Generalized Ono-Kondo Lattice Model For High Pressure on Carbon Adsorben*. Elsevier, pp. 51-105

Widyaningsih (2011). Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma Fisip UI. *Skripsi*. Program

Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia Jakarta.

Weil, R.R., Islam, K.R., Stine, M.A., Gruver, J.B., Susan, S.E. (2003). Estimating Active Carbon for Soil Quality Assessment: A Simplified Method For Laboratory and Field Use. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18 (1) :3-17