



Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Fosfat Dalam Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter

Yohana Purnama Lista¹, Madalena Da Costa²

Universitas San Pedro^{1,2}

Madalenedacosta042@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:

Masuk:

01 Juni 2023

Diterima:

01 Juni 2023

Diterbitkan:

01 Juni 2023

Kata Kunci:

Biosand Filter;

Karbon Aktif;

Pasir Silika;

TSS;

Fosfat.

ABSTRAK

Salah satu pencemaran badan air dan air tanah dapat berasal dari air limbah usaha laundry, karena jumlah usahanya yang meningkat di daerah pemukiman. Biosand Filter (BSF) menjadi alternatif teknologi yang dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah laundry karena efektifitas penurunan polutan pencemar yang tinggi dengan hanya menggunakan media yang sederhana seperti pasir dan karbon aktif. Tujuan penelitian ini menganalisis efisiensi penurunan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan fosfat dengan BSF menggunakan variasi jenis dan jumlah media pasir silika dan karbon aktif. Penelitian ini menggunakan dua reaktor dengan tinggi 60 cm dan diameter 4 inci (10,16 cm) yang masing-masing berisi variasi jenis dan jumlah media. Reaktor 1 berisi paling atas pasir silika, karbon aktif dan kerikil (20:10:5) cm, sedangkan reaktor 2 berisi paling atas pasir silika, karbon aktif dan kerikil (10:20:5) cm. reaktor BSF dioperasikan secara batch dengan aliran gravitasi. Pengambilan sampel dilakukan selama 12 hari dimulai hari ke-1 sampai dengan 12. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi TSS pada BSF1 sebesar 86,93% pada BSF2 yaitu sebesar 99,25%. Sedangkan efisiensi penurunan konsentrasi fosfat pada BSF1 sebesar 6,31% dan BSF2 sebesar 78,94%.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Kebutuhan akan barang dan jasa dapat meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk suatu kota. Laundry menjadi salah satu usaha yang paling berkembang pesat dan digemari untuk dilakukan terutama didaerah pemukiman untuk penyediaan jasa pencucian pakaian. Walau demikian peningkatan jumlah usaha laundry ini, dapat berdampak terhadap penurunan kualitas lingkungan. Dikarenakan diketahui sebagian besar laundry tidak memiliki instalasi pengolahan air limbah sehingga langsung dialirkan ke saluran drainase atau selokan yang kemudian akan mengalir ke badan air. Usaha laundry berpotensi menimbulkan pencemaran air tanah dan badan air disekitarnya, karena bahan pencuci (detergen) yang digunakan mengandung senyawa sintesis zat aktif permukaan (*surface active agent*) yang memiliki sifat pendispersi, pengemulsi dan pembentuk busa. Penyusun utama senyawa ini adalah *Dodecyl Benzene Sulfonat* (DBS). Selanjutnya terdapat senyawa *ingradient* atau bahan aktif dalam konsentrasi tinggi antara lain fosfat, surfaktan, amoniak dan nitrogen (Rohman, 2016). Kandungan utama bahan aktif tersebut apabila terlarut dan tersuspensi dalam limbah laundry menyebabkan parameter seperti TSS dan fosfat menjadi tinggi, yang berpotensi membahayakan ekosistem perairan.

Teknologi pengolahan yang sudah banyak diterapkan untuk mereduksi atau menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair *laundry* umumnya adalah proses filtrasi secara fisik dan remediasi namun efisiensi reduksi dinilai masih rendah. Sehingga dalam penelitian ini metode alternatif yang bisa digunakan untuk menurunkan kandungan TSS dan fosfat adalah dengan metode Biosand filter (BSF).

BSF merupakan kombinasi dari proses filtrasi dengan bantuan mikroorganisme pada permukaan media dan memiliki efektifitas tinggi dalam menurunkan polutan organik maupun anorganik. Prinsip kerja metode ini adalah filter dengan konsep saringan pasir lambat terdapat penumbuhan *biofilm* dipermukaan media yang berperan mendegradasi rasa, bau, warna (Astuti dan Sinaga, 2015) dan senyawa kimia lainnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Puspitahati (2012), Halim (2014), Lusela dkk (2015) dan Ratnawati dan Ultah (2020) melakukan pengolahan air limbah laundry dan domestik menggunakan biosand filter efektif menurunkan polutan pencemar organik dan anorganik dengan persentasi menjadi 90%. Sehingga tujuan dalam penelitian ini menganalisis efisiensi penurunan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan fosfat dengan BSF menggunakan variasi jenis dan jumlah media pasir silika dan karbon aktif.

METODE PENELITIAN

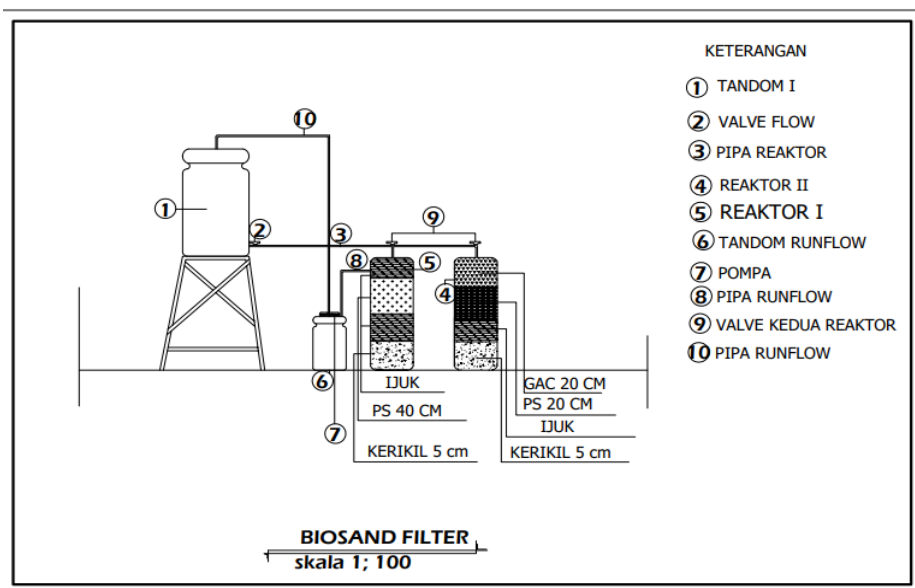
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Proses pengolahan dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas San Pedro, dan analisis sampel dilakukan di laboratorium Kimia Lingkungan UPTD Kesehatan Provinsi NTT. Variabel bebas yang ditentukan dalam penelitian ini adalah jenis media dan tebal media. Sedangkan variabel terikat yang ditentukan TSS dan fosfat. Media yang digunakan pada reaktor biosand filter adalah pasir silika, karbon aktif dan kerikil. Jumlah reaktor BSF yang digunakan sebanyak dua buah. Variasi media dalam BSF ditunjukkan seperti tabel 1.

Tabel 1. Variasi media jenis dan jumlah media

Reaktor	Pasir Silika (cm)	Karbon Aktif (cm)	Kerikil (cm)	Total
BS1	20	10	10	40
BS2	10	20	10	40

Alat

Reaktor biosand filter yang digunakan terbuat dari kaca akrilik berbentuk lingkaran dengan diameter 4 inchi (10,16 cm). tinggi reactor 60 cm. rangkaian reactor terdiri dari bak penampung air berupa plastik volume 20 liter, bak overflow kapasitas 10 liter, pipa, kran dan pompa. Detail reaktor seperti pada Gambar 1.



Bahan

Sampel air limbah diambil di salah satu usaha laundry X di Kelurahan Oebobo Kota Kupang. Media biosand filter yang digunakan adalah pasir silika ukuran 20 mesh, karbon aktif 12 mesh, kerikil 8 mesh dan ijuk. Masing-masing media yang digunakan terlebih dahulu telah melalui proses pengayakan dan pencucian dengan air bersih, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor secara bertahap sesuai variasi yang ditentukan.

Proses Seeding dan Aklimatisasi

Proses *seeding* dan aklimatisasi dilakukan dengan merendam media pasir silika, karbon aktif di dalam reaktor biofilter dengan air limbah *laundry* didalam dan dibiarkan mengalami kontak langsung dengan udara untuk menumbuhkan bakteri aerob pembentuk *biofilm*. Pertumbuhan *biofilm* diamati setelah kurang lebih 7-14 hari dengan ditandai permukaan media yang licin bila dipegang (Rizky dalam Hakim, 2016). Media yang telah ditumbuhi bakteri tersebut kemudian digunakan untuk pengolahan.

Prosedur pengolahan

Air limbah dari *Laundry* dialirkan ke tandon yang bervolume 20 liter yang letaknya lebih tinggi dari pada kedua reaktor (1). Air limbah dari tandon dialirkan kedalam reaktor menggunakan selang (2). Air limbah mengalir melalui kedua pipa reaktor (3). Setelah itu, Air limbah mengalir melalui pipa reaktor pertama pada reaktor 1, yang medianya terisi media kerikil, ijuk, pasir *silica*, dan di atasnya ijuk (4). Kemudian reaktor kedua, media yang terisi yaitu kerikil 5 cm, ijuk, pasir *silica* setinggi 20 cm, dan *carbon active* 20 cm (5). Air limpasan dari kedua reaktor ditampung dalam tandon *runflow* (6). Kemudian dipompakan dari tandon *runflow* kembali ke tandon utama (7). Air limbah yang masuk kembali ke tandon *runflow* mengalir melalui pipa *runflow* kedua reaktor (8). Kran kedua reaktor dibuka perlahan agar udara dapat keluar dan valve kedua reaktor, yang berfungsi untuk mengontrol lajunya aliran air limbah dapat mengisi tiap lapisan media (9). Air yang mengalir melalui pipa *runflow* secara kontinyu dalam kedua reaktor mengalir kembali ke tandon utama untuk diolah kembali (*down flow*) (10). Selanjutnya, hasil olahan air (*effluent*) dari kedua reaktor diukur untuk melakukan perbandingan.

Efisiensi Penurunan

Efisiensi penurunan konsentrasi zat pencemar dalam air limbah dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Dimana; E = Efisiensi

C₀ = Konsentrasi awal

C₁ = Konsentrasi akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air limbah Laundry

Pengukuran karakteristik awal air limbah laundry sebagai influen dimaksudkan untuk mengetahui konsentrasi TSS dan fosfat sebelum pengolahan yang kemudian digunakan sebagai pembanding konsentrasi TSS dan fosfat sesudah pengolahan dengan biosand filter. Berdasarkan standar baku mutu Peraturan Menteri LH RI no. 5 tahun 2014 tentang kualitas air limbah usaha laundry, untuk konsentrasi TSS yang diukur masih memenuhi baku mutu, sedangkan konsentrasi fosfat telah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan. Hasil analisis TSS dan fosfat tersebut disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Air limbah Laundry (data influen)

Parameter	Satuan	Hasil (*)	Standar Baku Mutu (**)
TSS	mg/l	398 mg/l	400 mg/l
Fosfat	mg/l	23,87 mg/l	2 mg/L

Sumber: (*) Data Laboratorium UPT Provinsi NTT

(**) Peraturan Menteri LH RI No.5 Tahun 2014

Proses Seeding dan Aklimatisasi

Proses *Seeding* dan aklimatisasi merupakan proses awal sebelum dilakukan pengolahan atau *running* dengan reaktor BSF. *Seeding* sebagai suatu proses pembenihan mikroorganisme pada media, dan aklimatisasi sebagai proses pengadaptasian mikroorganisme dengan medianya. Proses-proses ini dilakukan secara alami dengan memasukkan air limbah *laundry* ke dalam media BSF dan berlangsung selama 14 hari (2 minggu) dengan tetap memantau ketinggian air di atas permukaan media ± 5 ml. Selanjutnya pertumbuhan mikroorganisme pada media filter diamati, pada minggu pertama (hari ke-7) reaktor BSF1 dan BSF2 terlihat telah terdapat biofilm ditandai dengan adanya lendir putih kehijauan pada permukaan media.

Menurut Rizky dalam Hakim (2016) pertumbuhan bakteri secara fisik dapat diamati dengan telah terbentuknya lendir yang sedikit licin pada permukaan media. Selanjutnya pengamatan di minggu kedua (hari ke-14), tampak bahwa lendir yang terbentuk mulai menebal. Sehingga dinilai bakteri pada media telah berada pada fase eksponensial atau kondisi optimum pertumbuhannya karena terpenuhinya nutrisi yang dibutuhkan. Dengan demikian proses pembenihan dan pengadaptasian mikroorganisme dalam air limbah terhadap media filter sudah siap untuk dilanjutkan proses pengolahan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, bahwa pertumbuhan mikroorganisme di dalam reaktor tumbuh dan berkembang dengan cepat pada 10 hari *seeding* untuk limbah domestik (Ratnawati dan Ulfah, 2020). Selanjutnya penelitian Halim (2014) pada pengolahan limbah cair *laundry* dengan media *carbon active* sudah efektif pada hari ke-12.

Penurunan Konsentrasi TSS dengan Reactor BSF

Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi TSS dan fosfat mengalami penurunan setelah melewati reaktor BSF. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 yang menunjukkan konsentrasi TSS dan fosfat sebelum dan sesudah melewati BSF.

Efisiensi penurunan TSS.

Total Suspended Solid atau nilai padatan tersuspensi total menunjukkan banyaknya bahan yang tersuspensi dalam air. Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa penurunan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada BSF2 (perbandingan media karbon aktif, pasir silika, kerikil; 20:10:5) memiliki efisiensi penurunan tertinggi terjadi pada hari ke-12 yaitu sebesar 99,25% dengan sisa kadar TSS adalah 2,98 mg/l. Sedangkan efisiensi penurunan tertinggi pada BSF1 (perbandingan media karbon aktif, pasir silika dan kerikil; 10:20:5) kadar TSS terjadi pada hari ke-2 yaitu sebesar 102 mg/L dengan efisiensi penurunannya adalah 74,37%. Terjadinya perbedaan efisiensi penurunan TSS dapat dipengaruhi oleh jenis media, tinggi media dan sifat media tersebut. BSF2 dengan perbandingan media karbon aktif dan pasir silika 20:10, atau jumlah media karbon aktif lebih banyak mampu menurunkan penurunan lebih tinggi. Hal ini dikarenakan media karbon aktif secara fisik-kimia memiliki sifat penyerapan tinggi karena terdapat sejumlah struktur pori makro dan mikro pada permukaan medianya sehingga, secara efektif akan menyerap semua polutan yang memiliki ukuran lebih kecil. Selain itu tersedianya pori pada permukaan karbon aktif ini pula, menyebabkan pada saat proses *seeding* dan aklimatisasi, sejumlah

bakteri telah terbentuk dalam pori-pori media, sehingga sangat mumpuni untuk mendegradasi polutan yang diserap.

Tabel 3. Perhitungan efisiensi penurunan TSS dengan BSF

Hari ke-	Efisiensi Penurunan (%)	
	BSF1	BSF2
1	75,62	82,91
2	74,37	81,90
3	76,88	84,17
4	79,64	86,43
5	83,16	83,91
6	86,93	89,44
7	85,17	90,20
8	82,91	88,94
9	78,39	88,44
10	75,37	85,67
11	76,38	86,43
12	75,37	99,25

Sumber: Hasil perhitungan

Efisiensi Penurunan konsentrasi fosfat

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa penurunan konsentrasi fosfat dengan efisiensi penurunan tertinggi dalam air limbah laundry terjadi pada reaktor BSF2. Penurunan kadar fosfat yang ditandai dengan warna larutan menjadi jernih. Seperti disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan efisiensi penurunan Fosfat dengan BSF

Hari ke-	Efisiensi Penurunan (%)	
	BSF1	BSF2
1	18,29	30,88
2	34,15	68,40
3	50,80	65,74
4	52,19	76,88
5	53,60	78,94
6	65,31	78,28
7	57,19	65,71
8	36,03	66,86
9	42,67	56,65
10	43,75	49,10
11	47,62	48,81
12	31,03	50,16

Sumber: Hasil perhitungan

Penurunan kadar fosfat dalam air limbah *laundry* pada BSF1 diketahui memiliki efisiensi penurunan antara 18,29% sampai dengan 65,31% dan cenderung mengalami fluktuasi. Efisiensi penurunan tertinggi pada hari ke-6. Pada kondisi ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme yang melekat pada media biofilter berada pada fase eksponensial yaitu pertumbuhan bakteri semakin

meningkat (Amrin dan Wese, 2018). Sehingga dengan peningkatan mikroorganisme yang melekat pada permukaan filter akan mendegradasi polutan atau zat pencemar dalam hal ini senyawa-senyawa organik untuk pertumbuhannya. Pada waktu sampling hari ke-7 sampai pengukuran hari ke-12 efisiensi penurunan semakin menurun. Penurunan ini diasumsikan mikroorganisme mulai mengalami kematian dikarenakan kekurangan oksigen. Kurangnya oksigen ini disebabkan oleh menebalnya *biofilm* pada permukaan media sehingga *biofilm* pada lapisan bawah yang tidak memperoleh oksigen akan mati, akibatnya terjadi penurunan mikroorganisme. dan konsentrasi fosfat kembali meningkat. kondisi ini akan terus-menerus terjadi karena air limbah dikontakkan dengan media secara kontinyu sehingga pembentukan *biofilm* juga akan terus terjadi dan dapat terlepas ketika tidak mendapat kadar oksigen yang cukup.

Berbeda dengan efisiensi penurunan fosfat pada reaktor BSF1, pada BSF2 efisiensi penurunan tertinggi mencapai 78,94% pada hari ke-5. Nilai penurunan ini diasumsikan dipengaruhi oleh jumlah dan sifat media karbon aktif yang digunakan. Selain proses penguraian senyawa fosfat pada air limbah secara biologis, dipengaruhi pula oleh tersedianya jumlah pori pada permukaan karbon aktif, sehingga membantu proses penyerapan kandungan fosfat. Pada hari ke-7 sampai hari ke-12 konsentrasi fosfat berfluktuasi. Kondisi ini dipengaruhi menurunnya jumlah bakteri dan juga pori pada permukaan yang telah jenuh sehingga konsentrasi fosfat kembali meningkat.

PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini adalah efisiensi penurunan konsentrasi TSS dan fosfat pada reaktor BSF1 dengan susunan media kerikil, karbon aktif dan pasir silika (5:10:20) cm secara berturut-turut adalah 86,93% dan 6,31%. Pada reaktor BSF2 dengan susunan media kerikil, karbon aktif dan pasir silika (5:20:10) cm mempunyai nilai penurunan TSS dan fosfat secara berturut-turut adalah 99,25% dan 78,94%. Variasi susunan media lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dan fosfat pada air limbah laundry adalah media kerikil, karbon aktif dan pasir silika dengan perbandingan (5:20:10) cm

DAFTAR PUSTAKA

- Artiyani dan Firmansyah (2016). Kemampuan Filtrasi *Upflow* Pengolahan Filtrasi *Up Flow* Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. 6(1), 8.
- Astuti, S.W dan Sinaga, M.S.2015.Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat. Jurnal Teknik Kimia.4(2):53-58
- Hakim(2016).Thesis–RE142541 *Laundry Waste Treatment Using Kenaf (Hibiscus Cannabinus L). Magister Program Environmental Engineering Program Faculty Of Civil Engineering And Planning* Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Halim. (2014). Biosand Filter Denga Reaktor Karbon Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan, FTSP, Makasar: Universitas Hasanudin
- Lusela, Y. A.,Prayoga, T.B.,& Haribowo, (2015). Studi Efektivitas Biosand Filter Terhadap Peningkatan Kualitas Limbah Cair Rumah Tangga dengan Variasi Luas Permukaan dan Tinggi Freeboard. Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
- Puspitahati, C. (2022). Studi Kinerja Biosand Filter Dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat . Tugas Akhir Program STudi Teknik Lingkungan FTSP ITS. Surabaya
- Ratnawaty R., Ulfah, S.L. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biosand Filter. ISSN 1829-8907

Rohman., (2016).Pengolahan Limbah Cair *Laundry* Menggunakan Filter Membran Dari Sintesis Zeolit Dan Kitosan Untuk Menurunkan *Total Suspended Solid* (TSS) dan Surfaktan. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Siahaan (2016. Pengaruh Limbah *laundry* Terhadap Kualitas air Tanah Di sebagian Wilayah Desa Sinduadi Kecamatan Melati, Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Volume 5 No. 4.