

EFISIENSI RANCANG BANGUN ALAT PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN BOD, TSS, MINYAK DAN LEMAK

Bayu Adhi Wicaksono¹⁾, Hari Rudijanto I.W¹⁾, Zaeni Budiono¹⁾ Bayu Chondro P¹⁾

Poltekkes Kemenkes Semarang,

Abstrak

Limbah domestik merupakan air buangan yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti memasak, mencuci, mandi, dan kakus. Banyaknya pencemaran badan air yang disebabkan oleh aktivitas tersebut dapat menurunkan kualitas air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pencemaran air pada air limbah kantin menggunakan alat pengolahan limbah cair yang dapat menurunkan kadar BOD, TSS, minyak dan lemak. **Eksperimen** ini menggunakan alat pengolahan limbah cair bentuk *prototype*. Pengolahan gabungan secara fisik menggunakan karbon aktif, *grease trap* dengan *micro screen*, dan secara biologi menggunakan biofilter (*bioball*). Pengoperasian alat menggunakan debit 53 ml/ menit (bak pertama menuju bak kedua). Sampel dalam penelitian ini yaitu air limbah kantin. Analisis data menggunakan uji *pair t test* dengan desain penelitian yaitu *pre test – post test*. **Hasil penelitian** rata – rata penurunan kadar BOD, TSS, minyak dan lemak setelah pengolahan yaitu 241,544 mg/ lt, 435,33 mg/ lt, dan 10,43 mg/ lt. Uji *pair t test* menunjukkan nilai $p = 0,016$ berarti $p < 0,05$ maka ada perbedaan sebelum dan sesudah pengolahan. Hasil analisis efisiensi rata – rata kadar BOD, TSS, minyak dan lemak yaitu 89,07%, 89,91%, dan 84,82%. Berdasarkan hasil penelitian **disimpulkan** bahwa ada perbedaan sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan alat pengolahan limbah cair dalam menurunkan kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak. Peningkatan efisiensi alat dapat dilakukan dengan penambahan *pre treatment* dan atau penambahan *treatment*.

Kata kunci: Efisiensi, Alat Pengolahan Limbah Cair, Limbah Kantin

Abstract

*Domestic waste is residual which is produced by house activities such as cooking, washing, bathing. The amount of pollution of water bodies caused by these activities can reduce the quality of clean water. This research is having purpose to reduce water pollution in liquid waste of cafeteria using a liquid waste treatment tool that can reduce levels of BOD, TSS, oil dan grease. Prototype was used in this experiment for processing equipment of liquid waste. The combination of processing physically used activated carbon, grease trap with micro screen, and biologically used biofilter (bioball). Operationing equipment used discharge 53 ml/ menit (the first tank to the second tank). Sample in this research was canteen's waste. Analysis data used *pair t test* of these designed research was *pre test – post test*. The average results of the research of reducing content of BOD, TSS, oil and grease after processing was 241,544 mg/ lt, 435,33 mg/ lt, and 10,43 mg/ lt. *Pair t test* was showing $p = 0,016$ so $p < 0,05$ then there was a difference between before processing and after processing. The average result of efficiency analysis content of BOD, TSS, oil and grease was 89,07 %, 89,91 %, and 84,82 %. Based on those results was concluded that there were differences between before processing and after processing by mean these equipment for reducing content of BOD, TSS, oil and grease. Increasing efficiency of equipment can be done by adding *pre treatment* and or by increasing treatment.*

Keywords: Efficiency, Equipment processing liquid waste, cafeteria liquid waste

I. PENDAHULUAN

Setiap aktivitas yang dilakukan manusia akan menghasilkan limbah, limbah ini dalam skala kecil tidak akan menimbulkan masalah karena alam memiliki kemampuan untuk menguraikan kembali komponen-komponen yang terkandung dalam limbah. Namun bila terakumulasi dalam skala besar, akan timbul permasalahan yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan hidup (Herlambang A. 2002).

Permasalahan lingkungan saat ini yang dominan adalah limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan rumah tangga dan industri. Limbah cair yang dihasilkan berupa minyak, lemak, deterjen dan bahan organik yang merupakan parameter baku mutu air limbah bagi berbagai jenis usaha dan atau kegiatan industri, perhotelan, fasilitas pelayanan kesehatan, rumah pemotongan hewan, maupun limbah domestik. Limbah domestik merupakan air buangan yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti memasak, mencuci, mandi, dan kakus (Fajar Kurniawan, 2010). Limbah cair domestik meliputi limbah kawasan permukiman, perkantoran, perniagaan, apartemen, rumah makan, dan asrama. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/ Setjen/ Kum.1/8/ 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, limbah domestik harus memiliki kriteria kadar BOD dan TSS maksimum 30 mg/L, kadar minyak dan lemak maksimum adalah 5 mg/L.

Limbah minyak dan lemak termasuk dalam kategori limbah organik yang dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti akumulasi pada pipa sehingga menyebabkan sumbatan (Islam 2013), berbahaya bagi kehidupan di perairan dan dapat berpotensi menyebabkan mutagenik dan karsinogenik pada manusia (Lan Wu 2009). Limbah bahan organik di perairan dapat berasal dari makanan yang dibuang ke badan air, deterjen, plastik, dan lain-lain.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nur Hidayah Kurniawati (2018) diketahui bahwa kualitas fisik air limbah Kantin Kampus VII yang dilakukan meliputi suhu dengan hasil 23°C – 25°C, air limbah Kantin Kampus VII tidak berwarna, berbau busuk dan amis, serta terdapat zat padat atau bahan organik berupa sisa buangan nasi, potongan daun sawi, potongan daun bawang, potongan daun selada, potongan mie dan plastik. Bahan organik yang bersifat *biodegradable* dapat membahayakan kehidupan organisme di air jika terdapat dalam jumlah yang banyak. Hal tersebut terjadi karena mikroorganisme membutuhkan oksigen terlarut dalam jumlah yang banyak untuk mendegradasi bahan organik tersebut, sehingga ketersediaan

oksigen terlarut pada air yang dibutuhkan berkurang. Akibatnya makhluk hidup pada perairan mati, timbul bau tidak sedap, dan secara keseluruhan akan menurunkan kualitas perairan (*National Small Flows Clearinghouse* 1997).

Pengolahan limbah merupakan hal yang penting dilakukan agar limbah yang dibuang dapat memenuhi kriteria baku mutu air limbah. Pengolahan limbah yang dapat diaplikasikan secara sederhana adalah *grease trap*. *Grease trap* merupakan alat yang telah cukup dikenal sebagai *pre-treatment*. Alat ini merupakan alat penahan minyak atau lemak dan mencegahnya agar tidak sampai ke tempat pembuangan limbah. Penahan beroperasi dengan menggunakan sejumlah ruang penyekat untuk memperlambat aliran limbah saat melintasi alat ini. Ruang-ruang tersebut memaksimalkan waktu detensi air limbah sehingga memungkinkan padatan yang mengendap pada bagian bawah perangkat, sedangkan minyak dan lemak terkoagulasi dengan air dan mengambang ke permukaan sehingga mudah untuk dipisahkan (Kosciuzko National Park 2012).

Pengolahan limbah lainnya yaitu menggunakan karbon aktif dengan luas permukaan yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau, dan agen pemurni. Proses pengolahan limbah secara biologis yang merupakan alternatif dalam pengolahan limbah sisa aktivitas kegiatan manusia, baik dalam kegiatan industri, kegiatan komersial dan kegiatan domestik dengan menggunakan aktivitas mikroorganisme (Indriyati, 2007). Pengolahan limbah cair organik secara aerobik dapat diaplikasikan menggunakan reaktor biofilter bermedia. Media biofilter ditujukan untuk tempat melekatnya mikroorganisme agar dapat melakukan proses perkembangbiakan (Indriyati, 2007).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh T.A. Zaharah (2017) didapatkan hasil air limbah output dari *grease trap* mengandung 1217,6 mg/L COD; 645 mg/L BOD; 156 mg/L TSS; dan 88,45 mg/L minyak dan lemak. Kandungan air limbah hasil output *grease trap* yang dimodifikasi dengan kolom sepanjang 10 cm yang berisi karbon aktif adalah COD 2,5 mg/L; BOD 19 mg/L; TSS 3,4 mg/L; minyak dan lemak tidak terdeteksi. Penelitian Khusnul Amri dan Putu Wesen yang menggunakan biofilter anaerob bermedia (*bioball*) didapatkan hasil optimal untuk efisiensi penyisihan COD sebesar 90,29% dan penyisihan BOD sebesar 92,93% pada waktu tinggal ke-5 hari dengan rasio resirkulasi 100%.

Pengamatan yang dilakukan oleh peneliti di kantin Kampus VII Poltekkes Kemenkes Semarang diketahui bahwa sebelum proses pencucian alat makan, sisa makanan yang berada pada piring

diletakkan pada wadah atau biasanya menggunakan plastik dan tidak dibuang langsung ke selokan. Pada proses pencucian alat makan, air bekas cucian yang telah digunakan untuk mencuci dibuang langsung ke selokan tanpa di olah terlebih dahulu, akibatnya komponen minyak dan lemak, sabun bekas cucian, dan sisa makanan mencemari selokan serta tanah di sekitar kantin yang dapat menimbulkan bau tak sedap serta mengurangi estetika.

Pada penelitian ini, peneliti bermaksud untuk merancang alat pengolahan limbah cair kantin menggunakan *grease trap*, karbon aktif dan biofilter aerob (*bioball*), sehingga dapat menurunkan kadar BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair kantin. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti terdorong melakukan penelitian dengan judul “Efisiensi Rancang Bangun Alat Pengolahan Limbah Cair Dalam Menurunkan Kadar BOD, TSS, Minyak dan Lemak di Kantin Kampus VII Poltekkes Kemenkes Semarang”.

II. METODE

Variabel bebas dalam penelitian yaitu alat pengolahan limbah cair; variabel terikat yaitu kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak pada air limbah kantin; variabel control yaitu ketebalan karbon aktif, banyaknya *bioball*, waktu tinggal, dan debit aliran; dan variabel pengganggu yaitu suhu dan pH. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Experiment* dengan bentuk *Pra experiment* yang memiliki rancangan *pre-test and post-test grup*.

Metode penelitian menggunakan analisis univariat, berguna untuk mengkaji data berskala rasio dengan menyajikan nilai rerata untuk masing-masing parameter yang diukur yaitu, BOD, TSS, minyak dan lemak sebelum dan sesudah pengolahan dengan alat pengolahan limbah cair. Analisis Bivariat menggunakan uji beda yaitu *uji pair t test* yang bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak sebelum dan sesudah pengolahan dengan alat pengolahan limbah cair.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum

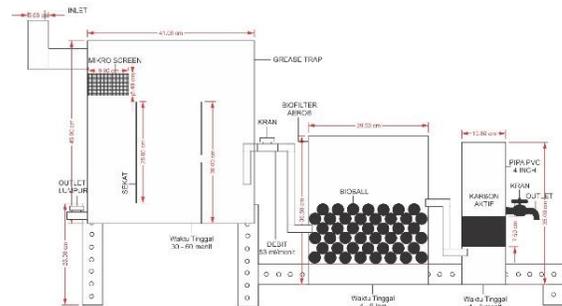
A. Gambaran Umum

Limbah berasal dari pencucian alat makan dan minum. Dalam sehari pedagang mencuci peralatan makan sebanyak 18 - 20 kali yaitu pagi, siang, dan sore. Volume rata - rata limbah yang dihasilkan sebanyak 76 liter/hari. Karakteristik air limbah hasil pencucian alat makan yaitu keruh dan terdapat minyak yang terapung pada badan air serta berbau busuk. Kantin Kampus VII memiliki saluran pembuangan air limbah bekas cucian yang letaknya berada dibagian belakang kantin.

Konstruksi tempat pembuangan air limbah yang dihasilkan oleh kantin adalah selokan dengan satu aliran yang di mulai dari kantin A sampai kantin E. Pada setiap kantin telah melakukan pengelolaan air limbah, yaitu dengan cara menampung kotoran sisa makanan dari peralatan makanan agar tidak mencemari selokan/ tempat pembuangan air limbah. Namun, meski sudah melakukan pengelolaan tetap saja terdapat zat padat bahkan minyak yang masuk dan mengalir dalam selokan kantin. Di dalam *outlet* kantin tidak hanya mengandung zat padat organik namun terdapat juga zat padat anorganik.

Proses pencucian peralatan makanan menggunakan sabun, ember dan air bersih. Sebelum dilakukan pencucian alat makan, sisa makanan dibuang ke tempat sampah. Pembilasan dilakukan dengan ember yang diisi dengan air bersih. Setelah proses pencucian selesai peralatan makan diletakkan di meja dalam keadaan tertumpuk dan air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian dialirkan langsung ke selokan. Dari 60 % - 70 % air yang digunakan oleh masyarakat akan terbuang sebagai air limbah, sedangkan air limbah tersebut akan masuk ke badan air tanpa ada upaya pengolahan terlebih dahulu (Supradata, 2005). Perlu adanya pengolahan limbah cair domestik sebelum dibuang ke badan air agar pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah cair domestik dapat berkurang (Fajar Kurniawan, 2010).

B. Alat Pengolahan Limbah Cair Desain Alat Pengolahan Limbah Cair



Tabel 1 Kriteria Desain Alat Pengolahan Limbah Cair

No.	Nama	Kriteria	Desain
1.	Micro screen	- Diameter saringan	3 mm
		- Luas saringan	300 cm ²
		- Bahan	Stainless
		- Volume	288,68 cm ²

2.	Grease trap	-	Volume	60 liter
		-	Waktu tinggal	30 – 60 menit
		-	Jumlah sekat	2 sekat
		-	Wadah	Ember plastic
3.	Biofilter (bioball)	-	Diameter bioball	3 cm
		-	Waktu detensi	4 – 6 jam
		-	Volume rongga	85%
		-	Bahan	Plastik
		-	Jumlah bioball	160 buah
		-	Luas spesifik	200-235 m ² /m ³
		-	Luas penampang	7,07 cm ²
4.	Karbon aktif	-	Bentuk	Granular
		-	Ukuran	0,2 – 5 mm
		-	Ketebalan karbon Aktif dalam pipa	7,5 cm
		-	Waktu Detensi	1 – 5 menit

Cara Kerja

- 1) Pastikan alat dalam keadaan baik
- 2) Air bekas pencucian alat makan dialirkan melalui inlet secara perlahan ke bak pertama
- 3) Membuka kran pada aliran air dari bak pertama menuju bak kedua
- 4) Dari bak kedua, air limbah akan menuju ke bak ketiga sebagai proses akhir
- 5) Ambil sampel dari uji coba alat pengolahan limbah cair

Data Khusus

A. Pemeriksaan BOD

Pemeriksaan terhadap kandungan BOD pada air limbah kantin sebelum dan sesudah pengolahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan BOD Sebelum dan Sesudah Pengolahan Air Limbah Kantin

No	Waktu Pemeriksaan	BOD Air Limbah (mg/l)		Penurunan (%)
		(Pre)	(Post)	
1.	Hari ke-1	4281,625	150,622	96,48
2.	Hari ke-2	2071,035	566,035	72,66
3.	Hari ke-3	417,025	7,975	98,08
Rata-rata		2256,561	241,544	89,07

Penurunan BOD pada hari ke 1 – 3 terjadi karena dipengaruhi oleh aktivitas kantin yang mengalami penurunan bahan organik. Di dalam air limbah sebelum dilakukan pengolahan tidak banyak mengandung bahan organik, jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan tersebut menurun artinya angka BOD tersebut menjadi rendah. Penurunan tertinggi terjadi pada pengulangan hari ke-3 yaitu sebesar 7,975 mg/l, sedangkan penurunan terendah terjadi pada pengulangan hari ke-2 setelah dilakukan pengolahan limbah cair yaitu sebesar 566,035 mg/l.

Penurunan BOD pada hari ke-1 dan ke-3 sudah cukup baik, hal tersebut terjadi karena adanya peran biofilm yang tersusun atas beberapa bakteri aerob pengurai yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme, dimana mikroorganisme dalam bak biofilter dapat menguraikan bahan organik. Berkurangnya bahan organik akan berpengaruh pada substrat mikroorganisme yang berpengaruh sebagai faktor pembatas pertumbuhan dan metabolisme. Disamping itu penurunan BOD juga dipengaruhi oleh adanya proses adsorpsi oleh media karbon aktif sebagai pengolahan terakhir air limbah. Peran karbon aktif adalah sebagai kelanjutan proses biologis yang bertugas untuk mengurangi bahan organik yang terlarut.

Pengaliran ke dalam bak biofilter aerob yaitu dari bawah ke atas, dimaksudkan untuk memberikan kesempatan partikel sisa maupun bioflok agar mengendap karena gaya gravitasi dan keuntungan lainnya dalam memberikan kesempatan kepada air limbah agar kontak langsung dengan media biofilter (*bioball*). Media biofilter ini mengandung banyak bakteri aerobik pengurai yang bertugas menguraikan bahan organik pada air limbah kantin. Pada pengolahan terakhir yaitu bak adsorpsi akan terjadi kontak langsung antara air limbah dengan unsur karbon aktif, dimana berfungsi untuk mengurangi bahan organik yang terlarut dari proses biofilter sebelumnya.

Pada hari ke-2 terjadi penurunan yang belum maksimal, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu penurunan suhu pada pengolahan hari ke-2 yang dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam mereduksi bahan-bahan organik pada air limbah, faktor berikutnya yaitu terjadi kebocoran atau rembesan pada pipa penyambung antar bak yang memungkinkan mikroorganisme pada wadah biofilter berkurang sehingga penurunan tidak dapat dilakukan secara maksimal, faktor lainnya yaitu terdapat beberapa minyak lolos ke dalam wadah biofilter, hal tersebut terjadi pada saat pengambilan sampel minyak yang tidak diperhatikan sehingga beberapa kali minyak yang diambil terjatuh sedikit demi sedikit ke dalam wadah biofilter dan dapat mengakibatkan berkurangnya kinerja mikroorganisme dalam mereduksi bahan-bahan organik. Sifat minyak dan lemak membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat didekomposisi oleh mikroorganisme (Muhammad Eko Wibowo R., 2006).

B. Pemeriksaan TSS

Pemeriksaan terhadap kandungan TSS pada air limbah kantin sebelum dan sesudah pengolahan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pemriksaan TSS Sebelum dan Sesudah Pengolahan Air Limbah Kantin

No	Waktu Pemeriksan	TSS Air Limbah (mg/l)		Penurunan (%)
		(Pre)	(Post)	
1.	Hari ke-1	5218	536	89,72
2.	Hari ke-2	4222	424	89,95
3.	Hari ke-3	3484	346	90,06
	Rata-rata	4308	435,33	89,91

Penurunan TSS sebelum pengolahan dipengaruhi oleh aktivitas kantin pada hari ke 1 – 3, karena bahan – bahan organik yang dihasilkan dari limbah kantin menurun sehingga padatan yang tersuspensi menjadi rendah. Penurunan tertinggi setelah dilakukan pengolahan terjadi pada hari ke-3 yaitu sebesar 346 mg/lit sedangkan penurunan terendah setelah pengolahan, terjadi pada hari ke-1 yaitu sebesar 536 mg/l. Penurunan TSS pada alat pengolahan limbah cair sudah cukup baik, hanya saja hasil sesudah pengolahan masih belum maksimal. Faktor penyebab penurunan TSS yang belum maksimal dipengaruhi oleh ketebalan karbon aktif dalam pipa yang memiliki ketebalan sebesar 7,5 cm. Menurut penelitian T.A. Zaharah (2017) hasil output dari *grease trap* yang dimodifikasi dengan kolom berisikan adsorben karbon aktif adalah tidak terdeteksi adanya kandungan minyak dan lemak

pada pengolahan air limbah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa ketebalan karbon aktif dalam pipa PVC sebesar 10 cm, hal tersebut bertujuan agar hasil reduksi pada karbon aktif maksimal berdasarkan prinsip adsorpsi. Adsorpsi TSS oleh karbon aktif terjadi karena pori yang dimiliki oleh adsorben. Karbon aktif akan langsung melakukan kontak dengan bahan pencemar, serta karbon aktif akan mengadsorpsi molekul bahan pencemar hingga tercapai kondisi setimbang (Wijaya, 2002).

C. Pemeriksaan Minyak dan Lemak

Pemeriksaan terhadap kandungan minyak dan lemak pada air limbah kantin sebelum dan sesudah pengolahan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pemriksaan minyak dan lemak Sebelum dan Sesudah Pengolahan Air Limbah Kantin

No	Waktu Pemeriksaan	Minyak & Lemak Air Limbah (mg/l)		Penurunan (%)
		(Pre)	(Post)	
1.	Hari ke-1	32,0	1,6	95
2.	Hari ke-2	79,1	29,3	62,91
3.	Hari ke-3	11,6	0,4	96,55
	Rata-rata	40,9	10,43	84,82

Penurunan minyak dan lemak dipengaruhi oleh aktivitas kantin berupa pencucian alat makan pada saat pencucian menggunakan sabun yang bersifat basa, pada keadaan basa minyak dan lemak dapat terurai secara cepat dan menghasilkan nilai 32 mg/lit. Pada hari ke-2 terjadi kenaikan kandungan minyak dan lemak pada air limbah sebesar 79,1 mg/lit, hal ini dikarenakan sampah organik yang dihasilkan dari aktivitas kantin berupa minyak dan lemak lebih banyak dari hari sebelumnya. Kemudian di hari ke-3 kandungan minyak dan lemak mengalami penurunan kembali sebesar 11,6 mg/lit yang disebabkan oleh keadaan penambahan bahan basa berupa sabun saat pencucian alat makan yang dapat menguraikan minyak dan lemak pada air limbah kantin.

Penurunan tertinggi terjadi pada pengulangan hari ke-3 yaitu sebesar 0,4 mg/lit, sedangkan penurunan terendah terjadi pada pengulangan ke-2 setelah dilakukan pengolahan limbah cair yaitu sebesar 29,3 mg/lit. Penurunan minyak dan lemak dalam pengolahan air limbah kantin pada hari ke-1 dan ke-3 sudah cukup baik, akan tetapi pada hari ke-2 tidak terjadi penurunan secara maksimal,

melainkan sebaliknya kandungan minyak dan lemak semakin tinggi.

Faktor yang menyebabkan kandungan minyak dan lemak tidak terjadi penurunan secara maksimal serta terjadi penambahan minyak dan lemak pada hari ke-2 adalah lolosnya beberapa minyak dan lemak menuju bak ke-2 (biofilter), minyak dan lemak tersebut mengapung dipermukaan air serta mengalir masuk ke bak ke-3 (karbon aktif) melalui saluran pipa penyambung antar bak. Mengapungnya minyak pada permukaan air dikarenakan massa jenis minyak dan lemak lebih ringan dari pada air yaitu $0,8 \text{ gr/cm}^3$ sedangkan air memiliki massa jenis sebesar 1 gr/cm^3 . Pengolahan alat limbah cair kantin pada bak biofilter dan karbon aktif belum cukup maksimal dalam mereduksi minyak dan lemak pada limbah kantin, sehingga hasil output yang keluar belum maksimal penurunannya.

D. Efisiensi

Hasil perhitungan efisiensi pengolahan air limbah kantin dengan menggunakan alat pengolahan limbah cair disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Efisiensi Sebelum dan Sesudah Pengolahan Air Limbah Kantin

No	Waktu	Parameter		
		BOD (%)	TSS (%)	Minyak & Lemak (%)
1.	Hari ke-1	96,48	89,72	95
2.	Hari ke-2	72,66	89,95	62,91
3.	Hari ke-3	98,08	90,06	96,55
Rata-rata		89,07	89,91	84,82

Menurut Cameron, William dan Frank L. Cross (dalam skripsi Safitri, 2017), hasil dapat dikatakan efisien apabila persentase penurunan yaitu pada range 80% - 90% atau diatas 90%. Pada penggunaan alat pengolahan limbah cair yang digunakan untuk menurunkan kadar BOD, TSS, Minyak dan Lemak sudah dapat dikatakan efisien karena nilai range diatas 80%. Berdasarkan efisiensi pengolahan tersebut dapat disimpulkan bahwa pada alat pengolahan limbah cair kantin ini lebih maksimal dalam menurunkan kadar TSS yaitu sebesar 89,07%.

Hal tersebut dikarenakan pada pengolahan limbah cair kantin banyak terjadi pengendapan dan penyaringan seperti pada bak pertama terdapat *micro screen* yang menyaring padatan sisa makanan, kemudian pada *grease trap* terjadi pengendapan awal sehingga bahan organik yang berukuran kecil/mikro terhenti pada bak *grease trap*, setelah melalui

bak pertama air limbah menuju ke bak kedua (biofilter) dan pada pengolahan tersebut terjadi pengendapan kembali yang dapat mengurangi kandungan TSS, selanjutnya air limbah menuju pada bak yang berisikan karbon aktif sekaligus sebagai pengendapan dan penyaringan terakhir untuk menurunkan kandungan TSS pada air limbah kantin. Air limbah melewati dan meresap ke dalam pori-pori karbon aktif sehingga media tersebut cukup maksimal dalam menurunkan kandungan TSS. Waktu kontak antara air dan karbon aktif ditentukan oleh laju alir dan proses adsorpsi kontaminan. Semakin lama waktu kontak semakin besar juga jumlah kontaminan yang teradsorpsi.

E. Uji Statistik

Hasil perhitungan statistik dengan uji *paired t test* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Statistik

Nilai α	Df	p	Hasil
5%	8	0,016	$p < \alpha$ $0,016 < 0,05$

Uji yang dilaksanakan untuk membuktikan hipotesis ada atau tidaknya perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan limbah cair dalam menurunkan kandungan BOD, TSS, Minyak dan Lemak dapat diamati dengan melakukan analisis statistik yaitu menggunakan uji *Pair t test* dengan kriteria jika nilai signifikan lebih kecil dari 0,05 (nilai α) berarti H_0 ditolak dan jika nilai signifikan lebih besar dari 0,05 (nilai α) berarti H_0 diterima.

Berdasarkan hasil uji perhitungan menggunakan *pair t test* didapatkan hasil nilai $p < \alpha$ yaitu $0,016 < 0,05$. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak yang artinya "Ada perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan limbah cair dalam menurunkan kandungan BOD, TSS, Minyak dan Lemak. Faktor yang mempengaruhi hasil uji tersebut sehingga menghasilkan nilai signifikan adalah terjadinya penurunan sebelum dan sesudah pengolahan.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

- Kantin telah melakukan pengelolaan air limbah, dengan cara menampung kotoran sisa makanan dari peralatan makanan agar tidak mencemari selokan/ tempat pembuangan air limbah, namun tetap saja terdapat zat padat dan minyak yang masuk ke dalam selokan kantin.
- Rancangan pada alat pengolahan limbah cair meliputi: *Micro screen* dengan diameter sebesar 3 mm, digunakan untuk menyaring padatan sisa makanan; *Grease trap* terbuat dari ember 60 liter,

digunakan untuk mencegah atau memisahkan minyak dan lemak dari air limbah bekas pencucian alat makan; Biofilter dengan media *bioball* sebanyak 160 buah, untuk menguraikan zat pencemar organik pada air limbah oleh mikroorganisme; Karbon aktif dengan ketebalan 7,5 cm yang ditempatkan pada pipa PVC berukuran 4 inchi, untuk menjernihkan air limbah kantin.

- c. Kandungan BOD sebelum pengolahan sebesar (2256,56 mg/l); TSS (4308 mg/l); minyak dan lemak (40,9 mg/l), sedangkan kandungan BOD sesudah pengolahan sebesar (241,54 mg/l); TSS (435,33 mg/l); minyak dan lemak (10,43 mg/l).
- d. Efisiensi rancang bangun alat dapat menurunkan kadar BOD (89,07%); TSS (89,91%); minyak dan lemak (84,82%).

B. Saran

- a. Bagi Kantin
 1. Sebelum air limbah dibuang ke badan air sebaiknya ditampung pada ember agar minyak dan sisa makanan dapat disaring sebelum dibuang ke selokan.
 2. Disarankan untuk menggunakan alat pengolahan limbah cair berupa: *micro screen*, *grease trap*, biofilter, maupun karbon aktif.
- b. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai alat pengolahan limbah cair dengan variasi ketebalan karbon aktif.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Angreni, Defi, 2009. Efektifitas Tanaman Rumput Tiga Segi (*Cyperus Odoratus*). Dalam *Menurunkan Kandungan BOD Pada Air Buangan Yang Bersumber Dari Rumah Tangga (Domestic Waste Water)*.
- Biofilter (Bioball). <http://jatibeningkoi.com/bioball-golf-200pcs.html> diakses pada 23 Oktober 2018 pukul 15.45
- Darmawan, 2008. Sifat arang aktif tempurung kemiri dan pemanfaatannya sebagai penyerap emisi formaldehida papan serat berkerapatan sedang. Tesis. Program Pascasarjana, Institusi Pertanian Bogor, Bogor. <http://pustekolah.org> diakses pada 1 April 2019 pukul 08.30 WIB.
- Cameron, William & Frank L Cross, Jr, 1976, *Operation & Maintenance of Sewage Treatment Plants, Westport, USA* : Technomic Publishing Co. Inc.
- Canna Suprianofa, 2016. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Zat Warna dari Limbah Cair Tenun Songket dengan Aktivator KOH*. www.polsri.ac.id diakses pada 14 Desember 2018 pukul 10.28
- Fajar Kurniawan, 2010. *Studi Limbah Cair Domestik di Balai Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Sewon Bantul Yogyakarta Tahun 2010*.
- Fulazzaky, M.A (2010). *Water Quality Evaluation System to assess the Status and the Suitability of the Citarum River Water to different uses*. Environmental Monitoring and Assessment.
- Herlambang A, 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Samarinda. <http://eprints.undip.ac.id> diakses pada 20 oktober 2018 pukul 19.30
- Herlambang, A dan R. Marsidi, 2003. *Proses Dentrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat*. Jurnal Teknologi Lingkungan; Vol 4 (1): 46-55.
- Indriyati, 2007. *Unjuk Kerja Reaktor Anaerob Lekat Diam Terendam dengan Media Penyangga Potongan Bambu*, Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan.
- Islam MS, Saiful, Hossain M, Sikder M and Morshed M., 2013. *Acute Toxicity of the mixtures of grease and engine wash oil on fish, pangasius sutch, under laboratory condition*. *Biotechnology and Pharmacology Research* (306-317).
- Karbon Aktif. <https://www.nicofilter.co.id/kegunaan-karbon-aktif-dalam-filter-air.html> diakses pada 23 Oktober 2018 pukul 15.46
- Kepmenkes RI No. 1908/Menkes/SK/VII/2003 *Tentang Persyaratan Hygiene Sanitasi Rumah Makan dan Restoran*.

- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Kosciuzko National Park, 2012. Wastewater pre-treatment. The Office of Environment and Heritage, Sedney.
- Kristi Lestari, 2017. *Efisiensi Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) Dalam Menurunkan Kadar Krom Heksavalen (Cr⁺⁶) dan Kadar Warna Air Limbah Batik Tahun 2017*.
- Lan Wu, Gang GE and Jinbao WAN., 2009. *Biodegradation of oli wastewater by free and immobilized Yarrowla lipolytica W29*, Jurnal Environmental Sciences (237-242). www.jesc.ac.cn diakses 20 Oktober 2018 pukul 19.32
- Maili Wjihah Tsabity, 2016. *Efisiensi Alat Pengolah Limbah Laundry untuk Menurunkan Kadar Deterjen di Desa Dukuhwaluh Kecamatan Kembaran Tahun 2016*.
- Metcalf dan Eddy, 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. New York: Mc Graw Hill.
- Muhammad Eko Wibowo R., 2006. *Pengolahan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri Pseudomonas putida*. Surakarta : Unuversitas Sebelas Maret. <https://ingentaconnect.com> diakses pada 1 April 2019 pukul 08.44 WIB.
- National Small Flows Clearinghouse, 1997. *Basic wastewater characteristics*. Pipeline (4-8).
- Nunik Prabarini dan DG Okaynadnya, 2013. *Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri*. www.academia.edu diakses pada 14 Desember 2018 pukul 11.04
- Nusa Idaman Said, Ineza. 2002. *Uji performance pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter tercelup*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/ Menlhk/ Setjen/ Kum.1/8/ 2016 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Revelli R and Ridolfi L, 2004. *Stochastic dynamics of BOD in a stream with random inputs*. (943-952).
- Safitri, 2017. *Pemanfaatan Tanaman Pisang Hias (Heliconia psittacorum) Dalam Fitoremediasi Untuk Menurunkan Kadar Phospat Pada Limbah Cair Domestik Di Desa Galuh Kecamatan Bojongsari Tahun 2017*.
- Sastrawijaya A., 2009, *Pencemaran Lingkungan*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sembiring, M.T. Sinaga, T.S. 2003, *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses)*.
- SNI-06-698923-2005. *Air dan air limbah – Bagian 23: Cara uji suhu dengan Thermometer*. Standar Nasional Indonesia (SNI)
- SNI-06-6989.11-2004. *Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. Standar Nasional Indonesia (SNI)
- Soeparman dan Suparmin 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Sugiharto, 1987. *Dasar – dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Sugiharto, 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press): Jakarta.
- Supradata, 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basa Buatan Aliran Bawah Permukaan*. <http://eprints.undip.ac.id> diakses pada 23 Oktober pukul 15.45
- Tika, I. dan Welly, H. (2010). *Studi efisiensi paket pengolahan grey water model kombinasi ABR-anaerobic filter*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Intitusi Teknologi Sepuluh Nopember.

- Tri, Cahyono, 2018. *Panduan Penulisan Skripsi*. Purwokerto: Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto Program Studi D IV Kesehatan Lingkungan.
- T.A. Zaharah, 2017. *Reduksi minyak, lemak dan bahan organik limbah rumah makan menggunakan grease trap termodifikasi karbon aktif*. Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia. www.bkpsl.org diakses 25 Oktober 2018 pada 19.32
- Veneman, P. L. M. and Stewart, B. (2002). *Grey Water Characterization and treatment efficiency*. The Massachussets Department of Environmental Protection Bureau of Resource Protection.
- Wahyu Widayat, 2010. *Penyisihan Amoniak dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon*. Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB.
- Wijaya K, Tahir I dan Bakuni A. 2002. Sintesis lempung terpillar Cr_2O_3 dan pemanfaatannya sebagai inang senyawa p-nitroanalin, Indonesia Jurnal of Chemistry 2(1): 12-21