

PENINGKATAN KUALITAS OLAHAN AIR LIMBAH KAWASAN INDUSTRI MENGGUNAKAN DUAL FILTRASI MEMBRAN KERAMIK

Anggun Nur Anggraini¹⁾ dan Sugito¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
email: anggunnura@gmail.com

Abstrak

Volume debit air hasil olahan pada IPAL Kawasan Industri yang cukup besar memiliki potensi untuk didaur ulang sebagai air baku. Hal ini perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan kualitasnya dengan menurunkan kadar parameter TDS, Detergen dan Total Coliform. Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji komposisi membran keramik yang paling efektif dari komposisi tanah liat, serbuk gergaji dan zeolit dalam meningkatkan kualitas air effluent IPAL sebagai sumber air baku ditinjau dari efisiensi penurunan TDS, Detergen dan Total Coliform. Metode dual filtrasi membran keramik dan pasir kwarsa dipilih sebagai metode pengolahan yang murah, mudah, efektif dan efisien. Variasi membran keramik yang digunakan yaitu tiga variasi komposisi yang terdiri dari tanah liat, serbuk gergaji dan zeolit dengan perbandingan komposisi 50%:20%:30% (523); 50%:25%:25% (525); 50%:30%:20% (532). Variasi waktu operasi filtrasi selama 5 jam dengan pengambilan sampel setiap satu jam sekali pada jam ke-0, 1, 2, 3, 4, 5 menggunakan sistem aliran upflow. Hasil penelitian menunjukkan ketiga variasi komposisi membran keramik telah efektif dalam meningkatkan kualitas air effluent IPAL terbukti dengan kualitas air hasil olahan yang telah memenuhi baku mutu air bersih Permenkes RI Nomor 32 tahun 2017 untuk parameter TDS dan Deterjen, sedangkan parameter Total Coliform masih belum mampu memenuhi baku mutu. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian tentang variasi ketebalan atau tumpukan membran keramik dan menggabungkan media membran keramik dengan media lain yang lebih bervariasi untuk mendapatkan nilai efisiensi penurunan kadar TDS dan Total Coliform yang lebih optimal.

Kata Kunci: Detergen, Effluent IPAL, Membran Keramik, TDS, Total coliform.

Abstract

The volume of processed water discharge in the IPAL of the Industrial Zone is quite large and has the potential to be recycled as raw water. This needs further processing to improve its quality by reducing the levels of TDS, Detergent and Total Coliform parameters. The purpose of this study was to examine the composition of the most effective ceramic membranes from the composition of clay, sawdust and zeolite in improving effluent water quality WWTP as a source of raw water in terms of reduced efficiency of TDS, Detergents and Total Coliform. The dual filtration method of the ceramic membrane and quartz sand was chosen as a cheap, easy, effective and efficient processing method. Ceramic membrane variations used are three composition variations consisting of clay, sawdust and zeolite with a composition ratio of 50%: 20%: 30% (523); 50%: 25%: 25% (525); 50%: 30%: 20% (532). Variation of filtration operation time for 5 hours by sampling once every hour at 0, 1, 2, 3, 4, 5 hours using the up flow system. The results showed that the three variations of the composition of the ceramic membrane had been effective in improving effluent water quality. WWTP was proven by the quality of the processed water that had met the clean water quality standard Permenkes RI No. 32 of 2017 for TDS and Detergent parameters, while the Total Coliform parameter was still unable to meet the standard quality. Recommendations for future studies are to conduct research on variations in thickness or stack of ceramic membranes and to combine ceramic membrane media with other media that are more varied to obtain the optimal value of decreasing levels of TDS and Total Coliform.

Keywords: Detergen, effluent IPAL, clay filter, TDS, total coliform.

PENDAHULUAN

Sumber daya alam yang utama dan dibutuhkan masyarakat sehari-hari dalam berbagai kegiatan adalah air. Industri memiliki andil yang cukup besar dalam penggunaan air untuk memenuhi kebutuhan dari kegiatan yang dilakukan. Besarnya kebutuhan air di berbagai kegiatan industri yang dilakukan tak lepas dari adanya limbah yang dihasilkan. Salah satu jenis limbah yang dominan dan perlu dilakukan pengolahan guna menjaga kelestarian lingkungan adalah limbah cair.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 6 tahun 2011 bahwa daur ulang limbah cair menjadi air bersih perlu dilakukan oleh kelompok pengguna air dalam jumlah besar seperti hotel, rumah sakit, dan industri dengan membangun instalasi daur ulang untuk menjaga keberlanjutan penggunaan air dan upaya untuk meminimalisir limbah yang dibuang ke lingkungan. Volume debit air *effluent* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Kawasan Industri yang cukup besar memiliki potensi untuk di daur ulang. Perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan kualitasnya dengan menurunkan kadar parameter yang masih melebihi baku mutu air bersih, sehingga lebih layak dijadikan air baku untuk air bersih sesuai baku mutu Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan *Higiene Sanitasi*. Pada permasalahan ini, nilai parameter pada air *effluent* IPAL yang melebihi baku mutu air bersih tersebut adalah TDS, *Total Coliform* dan Detergen.

Metode alternatif yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode filtrasi yakni menggunakan *clay filter* atau filter keramik. Bahan dasar filter keramik berupa *clay* seperti koalin putih, tanah merah terakota, lempung hitam sedangkan bahan tambahan dapat berupa serbuk gergaji, sekam padi, kulit kopi, daun teh (Widodo, 2014). Campuran tanah liat dan sekam tanaman untuk membuat filter mampu membunuh 98% dari kontaminan yang menyebabkan diare, pada sekam yang

dibakar akan menjadi material dasar ketika filter dibakar dalam furnace, menciptakan lubang-lubang kecil yang menyaring organisme berbahaya (Phappally *et al.*, 2011).

Variasi dalam penelitian ini adalah variasi komposisi membran keramik yang meliputi tanah liat, serbuk gergaji dan zeolit serta variasi waktu operasi filtrasi selama lima jam dengan waktu pengambilan sampel setiap satu jam sekali. Digunakan penambahan media pasir kwarsa yang berfungsi sebagai filter terutama untuk proses penyaringan oleh rongga-rongga antar butiran-butirannya (Suparno *et al.*, 2012). Penambahan media pasir kwarsa pada penelitian ini dilakukan sebagai *support* media untuk mengoptimalkan proses dual filtrasi membran keramik yang dapat meningkatkan kualitas air hasil filtrasi karena fungsi pasir kwarsa sebagai penyaring.

Tujuan pada penelitian ini adalah :

1. Mengkaji komposisi membran keramik yang paling efektif dari komposisi tanah liat, serbuk gergaji dan zeolit dalam meningkatkan kualitas air *effluent* IPAL.
2. Mengetahui waktu operasi membran keramik yang optimal dalam meningkatkan kualitas air *effluent* IPAL.
3. Mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi pada parameter TDS, *Total Coliform* dan Detergen air *effluent* IPAL yang mengacu pada baku mutu air bersih Permenkes RI Nomor 32 tahun 2017.

Instalasi daur ulang dapat dibangun dengan memanfaatkan *effluent* dari instalasi pengolahan limbah cair, dengan memanfaatkan teknologi pengolahan lanjutan (*advanced wastewater treatment*) (Subramanian, 2007 dalam Yudhistira, 2016). Hasil daur ulang limbah cair dapat dimanfaatkan untuk irigasi pertanian atau lanskap, penggunaan industri, pengisian ulang air tanah, suplai air bersih, dan untuk keperluan umum (*non-potable*) seperti penggelontoran dan air pemadam kebakaran (Said, 2006 dalam Yudhistira, 2016).

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori – pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil, filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut (Joko, 2010).

Metode pembuatan Membran Keramik menurut Ismaniar (2014), secara garis besar sama dengan pembuatan keramik, dengan langkah-langkah: 1) Pemilihan bahan dasar (*raw material selection*), 2) Pembuatan Powder (*powder preparation*) Pencampuran, 3) Pencetakan, 4) Pengerinan. Sukarma (2011) menjelaskan, kandungan bahan organik yang tinggi dalam lempung akan mempengaruhi kekuatan dan kemampuan penyaringan dari saringan keramik, karena bahan ini akan terbakar pada proses pembakaran, dan meninggalkan rongga-rongga besar yang tidak beraturan, bahan pengisi seperti sekam padi atau serbuk gergaji ditambahkan pada campuran lempung yang membentuk saringan.

Pada penelitian ini digunakan serbuk gergaji kayu jati yang diharapkan berfungsi efektif dalam proses filtrasi membran keramik. Menurut Sukarma (2011), perbandingan antara lempung dan bahan pengisi merupakan hal penting dalam menghasilkan kecepatan pengaliran yang memenuhi syarat, yang akan meningkatkan efektifitas saringan. Zeolit ditambahkan pada penelitian ini sebagai zat aditif. Zeolit merupakan kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi antara AlO_4 dan SiO_4 tetrahedra yang dapat dimanfaatkan untuk filter, adsorben, ion-exchange, serta penurunan kesadahan dalam air (Purwoto, 2015). Zeolit mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai penyerap, hal ini disebabkan karena zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul (Nurhayati, 2010).

Salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan bahwa air yang layak konsumsi adalah kandungan TDS (*Total*

Dissolved Solid) atau total kandungan unsur mineral dalam air (Nugroho dan Purwoto, 2013). Deterjen adalah salah satu produk komersial yang digunakan untuk menghilangkan kotoran pada pencucian pakaian (Nasir dan Teguh, 2011). Adapun efek yang ditimbulkan oleh adanya detergen pada konsentrasi yang melebihi ambang batas yang ditentukan, dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang cukup serius, kombinasi antara polyphospat dengan surfaktan dalam detergen dapat mempertinggi kandungan fosfat dalam air yang dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi yang dapat menimbulkan warna pada air (Santi, 2009). *Total Coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain yang jika masuk ke dalam saluran pencernaan dalam jumlah banyak dapat membahayakan kesehatan. (Rahmawati dan Nurhayati, 2016).

METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan kualitas *effluent* IPAL Kawasan Industri setelah diolah menggunakan metode filtrasi membran keramik, sehingga dapat menghasilkan kualitas air olahan yang dapat dimanfaatkan sebagai air baku untuk air bersih. Perlakuan membran keramik dibuat dengan tiga variasi komposisi bahan baku pembuatan yang terdiri dari tanah liat, serbuk gergaji dan zeolit yaitu 50%:20%:30% (523); 50%:25%:25% (525); 50%:30%:20% (532). Ukuran butiran tanah liat, zeolit dan serbuk gergaji kayu jati yaitu 30 mesh. Ketiga bahan tersebut dicampur sesuai dengan perbandingan komposisi dengan penambahan air secukupnya hingga adonan kalis. Membran keramik dicetak dengan bentuk pelat / disk berdiameter 13 cm dengan ketebalan 2,5 cm untuk memperhatikan susut kering sehingga menghasilkan membran keramik dengan ukuran 10 cm dan ketebalan 2 cm. Membran keramik yang telah dicetak dikeringkan selama 7 hari dan dilakukan pembakaran. Suhu pembakaran/sintering membran keramik yaitu 800°C selama 7 jam. Pengujian kualitas membran keramik

yang telah dibuat dilakukan dengan Uji Porositas dan Uji Kuat Tekan.

Penentuan parameter uji dilakukan dengan melakukan analisis terhadap air *effluent* IPAL yang melebihi baku mutu air bersih sesuai Permenkes RI No. 32 Tahun 2017. Dari pengujian parameter didapatkan hasil bahwa parameter TDS, Detergen dan *Total Coliform* masih melebihi baku mutu sehingga peningkatan kualitas *effluent* IPAL dilakukan untuk menurunkan kadar parameter tersebut.

Instalasi filtrasi pada penelitian ini menggunakan sistem aliran secara *upflow* dan *continue* dengan waktu operasi selama 5 jam, pengambilan sampel setiap satu jam sekali dimulai dari jam ke-0 atau ketika air hasil olahan pertama keluar sebagai outlet hingga jam ke-5 atau akhir pengolahan. Pipa filtrasi berbentuk tabung dengan diameter pipa 4 dim dan panjang 100 cm. Media pasir kwarsa ditambahkan ke dalam pipa filtrasi sebagai *support* media. Susunan media berada pada ketinggian 45 cm dari dasar pipa meliputi pasir kwarsa dengan ketebalan 20 cm, media membran keramik dan media pasir kwarsa setebal 20 cm pada bagian atas.

B. Populasi Dan Penentuan Sampel

1) Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah air *effluent* IPAL Kawasan Industri PT. SIER Surabaya. Pada uji pendahuluan diperoleh kadar parameter TDS sebesar 1080 mg/L, Deterjen sebesar 3,096 mg/L dan nilai *Total Coliform* sebesar 225×10^4 koloni/100 mL.

2) Penentuan Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah air *effluent* IPAL PT. SIER. Sampel air yang dibutuhkan selama penelitian bergantung pada kemampuan membran keramik dalam menyaring air olahan selama waktu operasi. Kebutuhan volume sampel untuk pengujian laboratorium ditentukan berdasarkan metode analisis parameter uji yang mengacu pada SNI 06-6989.27-2005 untuk parameter TDS, Standard Methods Edisi 21 Tahun 2005 bagian 9222 – B untuk parameter *Total Coliform* dan SNI 06-6989.51-2005 untuk parameter Detergen.

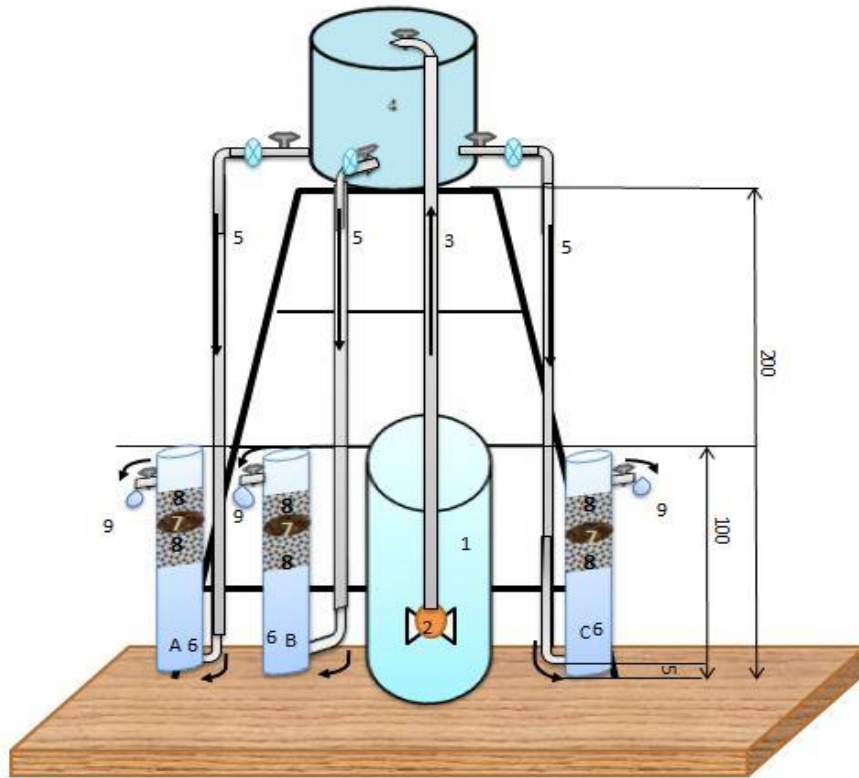
C. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang dipergunakan pada filtrasi membran keramik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan pada instalasi filtrasi membran keramik

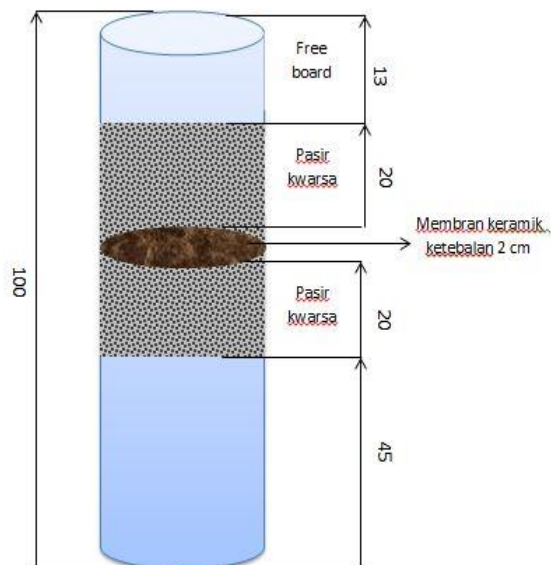
No	Alat	Jumlah	Satuan
1	Bak penampung air baku kapasitas 250 Liter	1	Buah
2	Bak penampung air atas kapasitas 50 Liter	1	Buah
3	Bak penampung air olahan / jurigen	3	Buah
4	Pompa submersible	1	Unit
5	Pipa PVC 4 dan ¾"	2	Lonjor
6	Kran ¾ inchi	6	Buah
7	Cap PVC	6	Buah
8	Sambungan knee ¾ inchi	6	Buah
9	Gergaji besi dan kayu	2	Buah
10	Penyangga kayu	3	Meter
11	Paku	Secukupnya	
12	Palu	1	Buah
13	Bor dan mata bor	1	Buah
14	Sampel air <i>effluent</i> IPAL	250	Liter
15	Membran keramik	9	Buah
16	Pasir kwarsa	6	Kg
17	Lem PVC	3	Buah
18	Saringan	1	Meter

Adapun desain instalasi dual filtrasi membran keramik dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Instalasi Dual Media Filtrasi Membran Keramik

Detail tabung dual filtrasi membran keramik dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Detail Tabung Dual Filtrasi Beserta Media

Setelah instalasi filtrasi telah dirangkai, maka proses selanjutnya adalah

melakukan percobaan pengolahan air *effluent* IPAL menggunakan proses filtrasi

membran keramik. Air *effluent* IPAL yang telah disiapkan pada bak penampung berkapasitas 250 liter kemudian di pompa ke atas dengan ketinggian pipa 2 meter menuju bak penampung atas. Air yang berada pada bak penampung atas secara gravitasi akan turun mengalir menuju pipa yang terhubung dengan tiga pipa filtrasi yang di dalamnya telah terdapat filter pasir kwarsa dengan variasi membran keramik yang berbeda-beda. Proses filtrasi dilakukan selama 5 jam secara *continue* dengan pengambilan sampel setiap 1 jam sekali untuk dilakukan uji laboratorium terhadap parameter uji dan pengukuran volume air hasil saringan membran keramik.

Data yang diperoleh dari meliputi hasil observasi, dokumentasi dan penelitian (pengukuran volume air hasil filtrasi setiap

jam selama proses pengolahan dan pemeriksaan parameter uji di laboratorium sebelum dan sesudah pengolahan). Pemeriksaan parameter uji sebelum dan sesudah pengolahan dihitung dengan persamaan *overall efficiency*. Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif dalam bentuk tabulasi, disajikan dalam bentuk grafik dan prosentase serta diuraikan dalam bentuk narasi yang selanjutnya dibuat suatu kesimpulan mengacu pada baku mutu Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Membran Keramik

Hasil pembuatan membran keramik dengan tiga komposisi variasi seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Membran keramik

Pengujian kualitas membran keramik dilakukan dengan Uji porositas dan Uji Kuat Tekan. Data hasil uji kuat tekan

terhadap membran keramik terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Membran Keramik

Variasi Membran Keramik	Hasil Uji Nilai Kuat Tekan Membran Keramik (N/mm ²)	Hasil Perhitungan Tekanan Air (N/mm ²)
523	0,085*	0,00981
525	0,055*	0,00981
532	0,035*	0,00981

Tanda *: Hasil Uji Laboratorium

Berdasarkan hasil perhitungan tekanan air yang dapat diterima membran

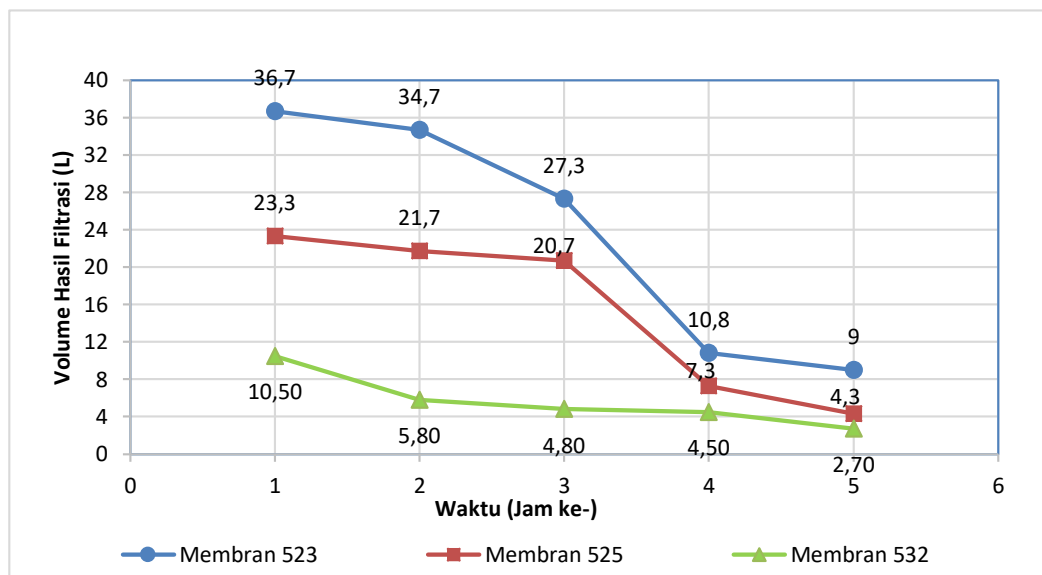
keramik dan dibandingkan dengan hasil uji kuat tekan membran keramik, nilai uji kuat

tekan membran keramik masih berada di atas nilai tekanan air yang dihasilkan yaitu sebesar $0,0098 \text{ N/mm}^2$. Membran keramik mampu menerima tekanan air tanpa adanya kebocoran/ kerusakan pada membran karena memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar dari nilai tekanan air. Apabila nilai uji kuat tekan membran keramik berada di bawah perhitungan tekanan air, maka mengakibatkan pecahnya membran keramik dalam reaktor karena adanya tekanan air yang lebih besar.

B. Volume Air Hasil Filtrasi

Pengukuran volume air hasil filtrasi digunakan untuk mengetahui kemampuan

membran keramik dalam menyaring sampel air yang diolah pada proses pengolahan. Pada penelitian ini tidak dilakukan penentuan debit air yang bertujuan untuk mengetahui kinerja membran keramik dan tingkat kejenuhan membran keramik pada proses filtrasi. Pengukuran volume air hasil filtrasi diperoleh dari aplikasi filtrasi membran keramik dan pasir kwarsa untuk mengolah air *effluent* IPAL dengan menurunkan kandungan parameter TDS, *Total Coliform* dan Detergen yang dihasilkan setiap 1 jam selama 5 jam dari masing-masing variasi membran keramik 523, 525 dan 532. Grafik volume air hasil filtrasi dari masing-masing membran keramik seperti pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Grafik Volume Hasil Filtrasi

Membran keramik 523 memiliki volume air hasil filtrasi terbesar sedangkan membran keramik 532 memiliki volume air hasil filtrasi terendah. Dilihat dari gambar 4 berdasarkan interval waktu filtrasi, volume air yang dihasilkan semakin menurun hingga pada akhir proses filtrasi yang menunjukkan kemampuan membran keramik dalam menyaring air semakin berkurang dan menghasilkan air hasil filtrasi yang semakin sedikit. Penurunan

volume hasil filtrasi disebabkan adanya endapan-endapan berupa partikel, zat-zat terlarut di dalam sampel air *effluent* dan mikroorganisme yang menghambat laju filtrasi air sehingga pada waktu tertentu terjadi proses kejenuhan.

Penelitian terdahulu menggunakan membran keramik dengan variabel komposisi tanah liat 50%, sekam padi 20%, dan zeolit 30% mampu menghasilkan volume air hasil olahan sebanyak 6,4 liter

pada 2 jam pertama filtrasi (Sari dan Sutrisno, 2018). Sedangkan pada penelitian lain aplikasi membran keramik pada pengolahan air buangan proses laundry dengan komposisi filter keramik campuran 77,5% tanah liat, 20% zeolit dan 2,5% serbuk besi mampu mengashilkan volume air hasil filtrasi sebesar 5 liter/jam (Nasir, 2013). Dapat disimpulkan bahwa kemampuan membran keramik dengan komposisi tanah liat, serbuk gergaji dan zeolit pada penelitian ini dalam menyaring

air yang diolah memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan membran keramik pada penelitian terdahulu.

C. Kadar Parameter Uji Setelah Pengolahan

Berikut adalah penurunan kadar pada parameter TDS, *Total Coliform* dan Deterjen setelah dilakukan pengolahan menggunakan dual media filtrasi membran keramik, yang tersaji pada tabel 3.

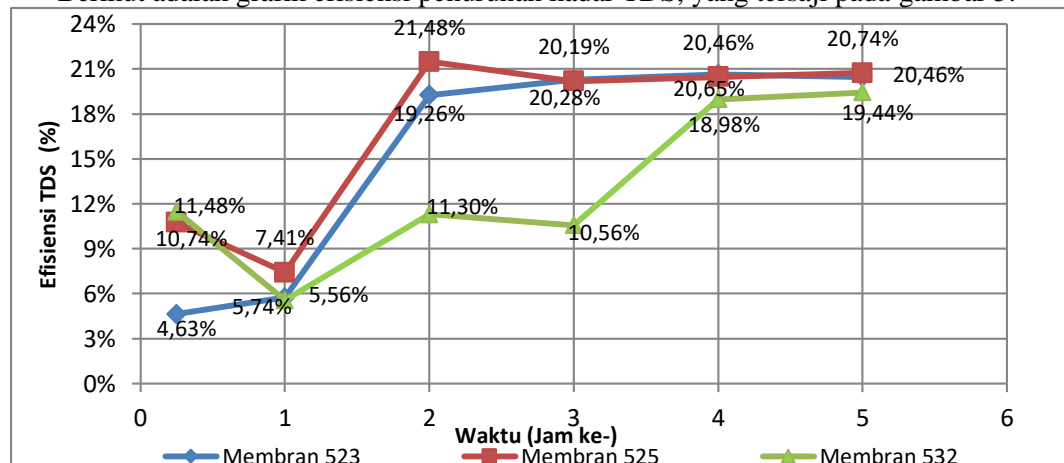
Tabel 3. Kadar Parameter Uji Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Variasi komposisi membran	Parameter	Baku mutu	Sebelum Pengolahan	Waktu Operasi					
				Menit ke-15	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3	Jam ke-4	Jam ke-5
Membran 523	TDS (mg/L)	1000	1080	1030	1018	872	861	857	859
	<i>Total Coliform</i> (koloni/100 ml)	50	225 x 10 ⁴	363 x 10 ³	142 x 10 ³	183 x 10 ²	82 x 10 ²	19 x 10 ³	-
	Deterjen (mg/L)	0,05	3.096	<MDL	<MDL	0,05	<MDL	<MDL	<MDL
Membran 525	TDS (mg/L)	1000	1080	964	1000	848	862	859	856
	<i>Total Coliform</i> (koloni/100 ml)	50	225 x 10 ⁴	234 x 10 ³	717 x 10 ²	264 x 10 ²	131 x 10 ²	1x 10 ⁴	-
	Deterjen (mg/L)	0,05	3.096	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
Membran 532	TDS (mg/L)	1000	1080	956	1020	958	966	875	870
	<i>Total Coliform</i> (koloni/100 ml)	50	225 x 10 ⁴	545 x 10 ³	54 x 10 ⁴	366 x 10 ²	138 x 10 ²	4 x 10 ⁴	-
	Deterjen (mg/L)	0,05	3.096	<MDL	<MDL	0,05	<MDL	<MDL	<MDL

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

1) Grafik Efisiensi Penurunan Kadar TDS

Berikut adalah grafik efisiensi penurunan kadar TDS, yang tersaji pada gambar 5.



Gambar 5. Efisiensi Penurunan Kadar TDS

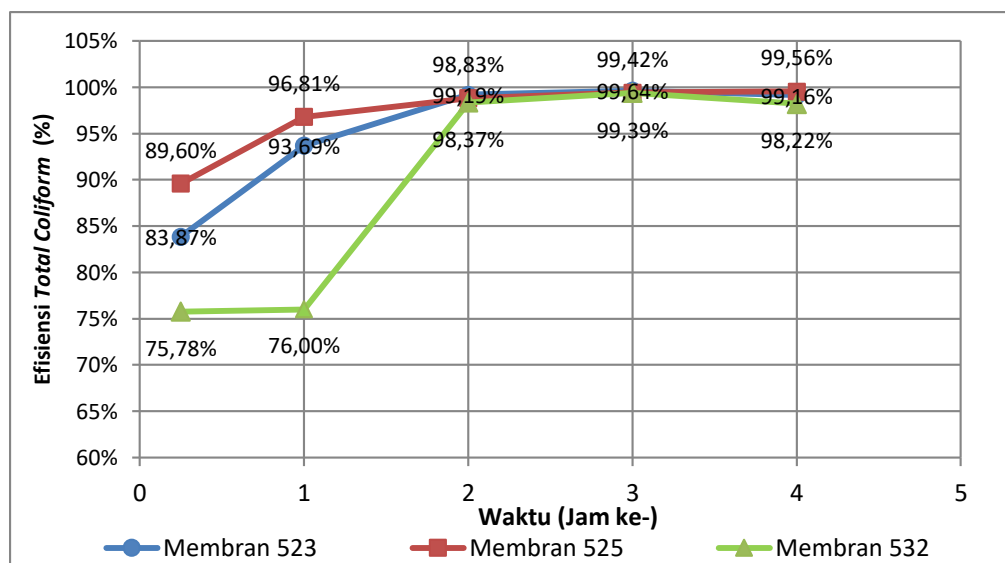
Efisiensi penurunan kadar TDS tertinggi terdapat pada membran 525 pengambilan sampel jam ke-2 yaitu sebesar 21,48%. Pada menit ke- 15 yang merupakan air hasil filtrasi pertama kali keluar hingga menuju jam pertama pengolahan, kadar TDS pada air hasil saring membran mengalami kenaikan dan penurunan efisiensi yang tidak stabil. Kenaikan efisiensi yang signifikan terjadi pada jam ke-2 untuk membran 523 dan 525, sedangkan untuk membran 532 masih mengalami fluktuasi hingga jam ke-3 pengolahan namun pada ketiga membran mengalami kenaikan efisiensi dan stabil pada jam selanjutnya hingga akhir pengolahan.

Kasam (2009) menjelaskan, serbuk gergaji yang terdapat dalam membran keramik mempunyai muatan listrik negatif, dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif. Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat (Kasam, 2009).

Penelitian ini dapat dikatakan lebih baik jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu Nasir dan Faizal (2016), tentang aplikasi membran keramik untuk menurunkan kadar TDS pada air *effluent* industri kertas dengan komposisi membran keramik yang terdiri dari tanah liat 87,5%, sekam padi 10% dan 2,5% serbuk besi mampu mereduksi kadar TDS dengan efisiensi penurunan sebesar 16,75%. Hasil Penelitian ini kurang efektif jika dibandingkan dengan penelitian Agmalini (2013) tentang peningkatan kualitas air rawa menggunakan membran keramik berbahan tanah liat alam dan abu terbang batubara dengan filtrasi multimedia dan variabel komposisi membran keramik (tanah liat alam 67,5%, abu batubara 25%, serbuk besi 7,5%) serta filter pasir silika, zeolit, karbon aktif yang dapat menurunkan penurunan TDS sekitar 60,2%. Hal tersebut terjadi karena pada penelitian Agmalini (2013), menggunakan multimedia filtrasi yang lebih banyak jika dibandingkan dengan dual media membran keramik dan pasir kwarsa pada metode filtrasi yang digunakan pada penelitian ini.

2) Efisiensi Penurunan Kadar *Total Coliform*

Berikut adalah grafik efisiensi penurunan kadar *Total Coliform*, yang tersaji pada gambar 6.



Gambar 6. Efisiensi Penurunan Nilai *Total Coliform*

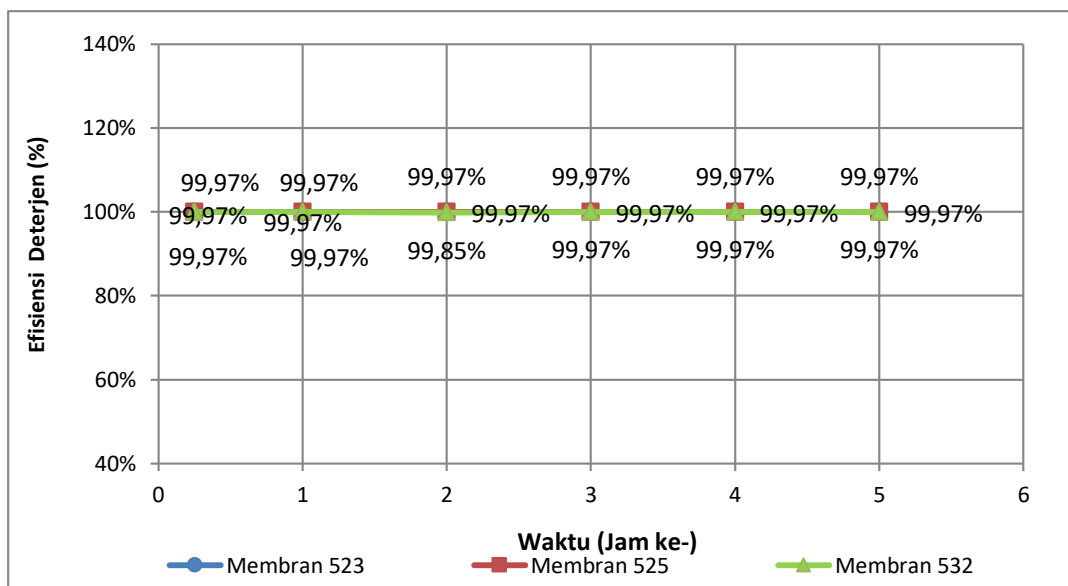
Efisiensi penurunan nilai *Total Coliform* tertinggi terdapat pada membran 523 pengambilan sampel di jam ke-3 yaitu sebesar 99,64%. Pada menit ke-15 atau ketika air pertama keluar hingga jam kedua pengolahan, kadar *Total Coliform* pada air hasil olahan ketiga variasi membran mengalami kenaikan efisiensi yang signifikan yang kemudian stabil dan mulai terdapat sedikit penurunan efisiensi pada jam terakhir pengolahan. Menurut Kasam (2009), penurunan konsentrasi *Coliform* menggunakan membran keramik juga terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bahan-bahan organik yang terdapat pada air buangan disaring dan diserap oleh membran keramik dengan tekanan yang kuat menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran, hal itu terjadi karena bakteri *Coliform* yang berukuran 0,5–1 mikron dapat tersaring oleh membran keramik yang

berpori lebih kecil daripada bakteri *Coliform*.

Penelitian ini memiliki efisiensi lebih baik jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu oleh Krismayasari dan Sugito (2014), tentang pengolahan lanjut air *effluent* IPAL untuk menghasilkan air bersih dari air hasil olahan IPAL di Rumah Sakit Islam Surabaya menggunakan media pasir silika, manganese greensand dan karbon aktif yang mampu menurunkan nilai *Total Coliform* sebesar 96% namun sama-sama belum memenuhi baku mutu Permenkes RI No 32 tahun 2017 untuk parameter *Total Coliform*. Dibandingkan dengan penelitian Sutrisno dan Sari (2018), tentang penurunan total coliform pada air tanah menggunakan membran keramik dengan variabel komposisi tanah liat 50%, sekam padi 20%, dan zeolit 30% memiliki efisiensi penurunan nilai *Total Coliform* tertinggi sebesar 95,83% yang telah memenuhi baku mutu air bersih.

3) Efisiensi Penurunan Kadar Deterjen

Berikut adalah grafik efisiensi penurunan kadar Deterjen, yang tersaji pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Efisiensi Penurunan Kadar Deterjen

Kadar Deterjen sesudah filtrasi pada semua variasi membran di semua variasi waktu adalah <MDL atau tidak terdeteksi. Pada waktu operasi jam ke-2 membran 532 memiliki kadar Deterjen sebesar 0,05 mg/L.

Pada grafik efisiensi diatas dapat dilihat bahwa nilai efisiensi penurunan kadar Deterjen mencapai 99,97% atau mendekati optimal 100%. Pola kualitas air hasil filtrasi terhadap parameter Deterjen cukup baik

terbukti pada awal pengolahan ketika air hasil filtrasi pertama keluar (menit ke-15) membran telah berfungsi dan hasil uji laboratorium menunjukkan kadar Deterjen <MDL atau tidak terdeteksi. Kadar Deterjen yang tidak terdeteksi atau <MDL dikarenakan kadar Deterjen hasil filtrasi membran keramik yang terlalu kecil dan berada dibawah kemampuan pembacaan alat instrument laboratorium. Kemampuan pembacaan pada masing – masing alat instrumen laboratorium berbeda – beda sehingga dimungkinkan terlalu kecilnya suatu kadar zat – zat tertentu tidak dapat terdeteksi oleh alat tersebut.

Nasir (2013) menjelaskan bahwa penurunan fluks permeat pada air hasil filtrasi dapat terjadi karena adanya adsorpsi beberapa ion logam, zat terlarut, atau sisa deterjen yang mengandung surfaktan oleh partikel zeolit yang terdapat dalam filter keramik. Aplikasi filter keramik komposisi campuran 77,5 % tanah liat, 20% zeolit dan 2,5% serbuk besi dengan ketinggian membran keramik 25 cm dan ketebalan 1 cm serta waktu pembakaran selama 12 jam pada suhu 900° C dapat diterapkan pada pengolahan air limbah hasil proses laundry oleh Nasir (2013). Hasil yang didapatkan adalah lebih baik karena kadar awal Deterjen yang lebih besar yaitu 20,6 mg/L dibandingkan pada penelitian ini namun efisiensi yang didapatkan sama yakni mencapai 99%.

Dapat dipastikan bahwa kandungan TDS, mikroorganisme dan Deterjen pada air *effluent* IPAL telah berinteraksi dengan zeolite dan tertinggal pada permukaan filter membran keramik. pengolahan air *effluent* IPAL Kawasan Industri menggunakan media dual filtrasi dengan tiga variasi komposisi membran keramik telah dapat menurunkan kadar parameter TDS dan Deterjen yang telah memenuhi baku mutu menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017 namun pada nilai parameter *Total Coliform* dapat turun secara signifikan akan tetapi belum mampu memenuhi baku mutu menurut Permenkes RI No 32 Tahun 2017.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- 1) Variasi komposisi membran keramik 523, 525 dan 532 telah efektif dalam meningkatkan kualitas olahan air limbah Kawasan Industri terbukti dengan kualitas air hasil olahan yang telah memenuhi baku mutu air bersih Permenkes RI Nomor 32 tahun 2017 untuk parameter TDS dan Deterjen. Sedangkan pada parameter *Total Coliform* masih belum mampu memenuhi baku mutu.
- 2) Waktu operasi yang paling efektif dari variasi waktu operasi jam ke-0, 1, 2, 3, 4 dan 5 adalah waktu operasi jam ke-2 dan ke-3. Karena pada waktu operasi jam ke-2 dan jam ke-3 membran keramik memiliki efisiensi penurunan kadar parameter uji terbesar dibandingkan pada jam selanjutnya.
- 3) Efisiensi penurunan tertinggi parameter TDS terdapat pada membran 525 waktu operasi jam ke-2 sebesar 21,48%, parameter *Total Coliform* terdapat pada membran 525 waktu operasi jam ke-3 sebesar 99,64% dan pada parameter Deterjen pada semua variasi membran di berbagai waktu operasi dengan efisiensi penurunan yang optimal di atas 99%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kepala Laboratorium Teknik Lingkungan yang telah memberikan bantuan alat dan bahan untuk penelitian, teman-teman seperjuangan yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini dan kepada seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah mendukung dan memberikan pengarahan demi terselesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agmalini, S., Lingga, NN., Nasir, S. (2013). *Peningkatan Kualitas Air Rawa Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat Alam Dan Abu Terbang Batubara*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 19 (02), 59-68.
- Ismaniar. (2014). *Efektivitas Membran Keramik Berbasis Tanah Liat, Zeolit, Pasir Silika dan Serbuk Besi Pada Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)*, Laporan akhir. Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Joko, Tri. (2010). *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kasam., Siswoyo, E., Agustina RA. (2009). *Penggunaan Membran Keramik Untuk Menurunkan Bakteri E. Coli Dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Permukaan*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Vol. 1 (01), 77-85.
- Krismayasari D., Sugito. (2014). *Aplikasi Teknologi Filtrasi Untuk Menghasilkan Air Bersih Dari Air Hasil Olahan IPAL Di Rumah Sakit Islam Surabaya*. Jurnal Teknik WAKTU. Vol. 12 (01), 17-23.
- Nasir, S., Teguh, B. (2011). *Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry Menggunakan Filter Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Zeolit*, Laporan Hibah Kompetitif 2011, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Nasir, S., Teguh, B., Silviaty, I. (2013). *Aplikasi Filter Keramik Berbasis Tanah Liat Alam Dan Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry*. Jurnal Bumi Lestari. Vol. 13 (01), 45-51.
- Nasir, S., Faizal, S. (2016). *Ceramic Filters and Their Application for Cadmium Removal From Pulp Industry Effluent*. International Journal of Technology (05), 786-794.
- Nugroho, W., Purwoto, S. (2013). *Removal Klorida, TDS Dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif Dengan Karbon Aktif, dan Ion Exchange*. Jurnal Teknik WAKTU. Vol.11 (01), 47-59.
- Nurhayati, Indah. (2010). *Inasi Media Filtrasi Untuk Penurunan Kesadahan Dan Besi*. Jurnal Teknik WAKTU. Vol. 08 (01), 108.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 06/PRT/M/2011 tentang Pedoman Penggunaan Sumber Daya Air*.
- Peraturan Menteri Kesehatan. (2017). *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum: Permenkes RI No.32 Tahun 2017*.
- Phappally, et al. (2010). *Theoretical and Empirical Modeling of Flow, Strength, Leaching, and Micro Structural Characteristic of V Shape Porous Ceramic Water Filter*. Dissertation : Ohio State University
- Rahmawati, J., Nurhayati, I. (2016). *Pengaruh Jenis Media Filtrasi Kualitas Air Sumur Gali*. Jurnal Teknik WAKTU Volume 14 Nomor 02 – Juli 2016 – ISSN: 1412-1867. Hal 32 – 38.
- Said, NI. (2006). *Daur Ulang Air Limbah (Water Recycle) Ditinjau Dari Aspek Teknologi, Lingkungan dan Ekonomi*. Jurnal Air Indonesia Vol. 2 (02).
- Santi, SS. (2009). *Penurunan Konsentrasi Surfactan Pada Limbah Detergen Dengan Proses Fotokatalitik Sinar UV*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 4 (01), 260-264.
- Sari SF., Sutrisno, J. (2018). *Penurunan Total Coliform Pada Air Tanah Menggunakan Membran Keramik*. Jurnal Teknik WAKTU. Vol. 16 (01), 30-38.
- Sukarma, Risyana. (2011). *Buku Panduan Pembuatan Saringan Keramik*. Yayasan Tirta Indonesia Mandiri. Jakarta.
- Suparno, et al. (2012). *The use of Indrayanti Beach Sand and Coconut Shell Carbon as Absorbents in Selokan Mataram Canal Water Filtration System*. IJABS-IJENS. Vol. 12 (06).
- Widodo., Samudro, G., Wardana, IW. (2014). *Studi Penurunan Total Coliform Mata Air Menggunakan Clay Filter*. Teknik Lingkungan, UNDIP: Semarang.
- Wijayanti, DS. (2009). *Karakteristik Briket Arang dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit*. Skripsi. USU Repository

Yudistira, NA., Asmura, J., Andrio D. (2016). *Pemilihan Teknologi Daur Ulang Effluent Limbah Cair Rumah Sakit untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Pertamanan dan Kegiatan Non-Portable*. Jom FTEKNIK. Vol. 3 (01).