

PRODUKSI BERSIH MELALUI PEMANFAATAN KEMBALI AIR LIMBAH PADA HOME INDUSTRY TAHU MENGUNAKAN SLOW SAND FILTER

Risky Aditya Wijaya, Budi Utomo, Koosdaryani Soeryodarundio

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jl. Ir. Sutami 36 A, Kentingan, Surakarta 57126, Telp (0271)647069, Fax 662118

*Email: budiutomo@staff.uns.ac.id

Abstract

A slow sand filter is one of the physical wastewater treatments using sand and anthracite media. This research aim that wastewater can be reused as raw water. The chemical parameters used to identify whether the waste is safe to use or not are Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), and pH. The media used in this study are silica sand, coconut shell activated charcoal, and zeolite stone with three different thickness combinations and are divided into three types, 30; 22.5; 22.5 for type 1, 30; 15; 30 for type 2, and 30; 30; 15 for type 3. This research uses observation and communicative descriptive methods with an experimental research type. This filter uses a batch flow method with residence times of 5 hours, 24 hours, and 48 hours. The resulting Type 3 filter has the best efficiency with a decrease in COD of 81.99%, 85.05%; and 86.37%, for BOD shows efficiency of 74.84%, 82.58%; and 83.87%, TSS 74.84%, 82.58%; and 83.87%, and pH changes from 4, 6, and 7. With this waste treatment, it is expected that wastewater can be reused to realize cleaner production in the tofu industry and other things that can be done to realize the concept of cleaner production such as replacing wood fuel with biogas and changing the method of washing soybeans.

Keywords: Clean production, effluent, influent, slow sand filter, tofu waste-water.

Abstrak

Saringan pasir lambat merupakan pengolahan limbah secara fisika dengan menggunakan media pasir dan anthrasit. Penelitian ini bertujuan agar air limbah dapat dimanfaatkan kembali menjadi air baku. Parameter kimia yang digunakan untuk mengidentifikasi limbah aman digunakan atau tidak adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir silika, arang aktif tempurung kelapa, dan batu zeolit dengan tiga kombinasi ketebalan yang berbeda dan terbagi menjadi tiga tipe yaitu 30; 22,5; 22,5 untuk tipe 1, 30; 15; 30 untuk tipe 2, dan 30; 30; 15 untuk tipe 3. Penelitian ini menggunakan metode observasi dan deskriptif komunikatif dengan jenis penelitian eksperimen. Filter ini menggunakan metode aliran batch dengan waktu tinggal 5 jam, 24 jam, dan 48 jam. Menghasilkan filter Tipe 3 yang memiliki efisiensi yang paling baik dengan penurunan COD sebesar 81,99%, 85,05%; dan 86,37%, untuk BOD menunjukkan efisiensi 74,84%, 82,58%; dan 83,87%, untuk TSS 74,84%, 82,58%; dan 83,87%, serta pH mengalami perubahan dari 4, 6, dan 7. Dengan adanya pengolahan limbah ini diharapkan air limbah dapat dimanfaatkan kembali guna mewujudkan produksi bersih pada industri tahu dan hal lain yang dapat dilakukan untuk mewujudkan konsep produksi bersih seperti mengganti bahan bakar kayu menjadi biogas dan mengganti metode pencucian kedelai.

Kata Kunci: Air limbah tahu, *effluent*, *influent*, produksi bersih, *slow sand filter*.

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan konsumsi protein tergolong tinggi. Ada dua alternatif untuk memenuhi kebutuhan protein, yaitu dengan protein hewani dan protein nabati. Protein hewani yang harganya relatif tinggi di Indonesia menjadi kendala bagi masyarakat kelas menengah ke bawah untuk memenuhi asupan protein harian. Oleh sebab itu, masyarakat kelas menengah ke bawah lebih memilih sumber protein nabati untuk memenuhi kebutuhan protein harian, salah satunya adalah tahu. Permintaan tahu yang tinggi menuntut agar ketersediaan tahu juga tinggi, maka tidak heran apabila hampir di setiap kota terdapat sentra produksi tahu yang kebanyakan berskala industri rumah tangga. Produsen tahu yang berskala industri rumah tangga kebanyakan tidak mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum membuangnya ke sungai, seperti yang dilakukan salah satu produsen tahu di Kelurahan Debean, Mojosongo, Surakarta. Hal inilah yang menyebabkan masalah pada lingkungan.

Air limbah tahu memiliki kandungan organik yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh bahan dasar tahu, yaitu kedelai dan bahan lain seperti asam cuka. Parameter COD, BOD, TSS, dan pH yang tinggi menyebabkan masalah lingkungan seperti bau busuk dan matinya organisme di sungai. Apabila hal ini dibiarkan terus menerus maka akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia di sekitar sungai yang tercemar.

Pencemaran lingkungan dari limbah produksi tahu sebenarnya dapat dikurangi dengan menerapkan konsep produksi bersih dan pengolahan limbah dengan benar. Sayangnya, pengolahan air limbah untuk produksi tahu skala rumah tangga mengalami kendala tentang wawasan pengolahan limbah yang baik dan benar. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai penanganan air limbah tahu (Faizal dkk., 2016; Seroja dkk., 2018; Adisasmito dkk., 2018; Yanqorita dan Turmuzi, 2018; Purnawan dkk., 2021). Penelitian tentang pengolahan air limbah tahu menggunakan media filter sekam padi, pasir silika, arang tempurung kelapa, dan zeolit menunjukkan efektivitas penurunan kandungan COD, TSS, dan pH masing-masing sebesar 60,59%; 65,23%; dan 62% (Yusriani dan Yanti, 2016).

Berdasarkan penelitian tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis bagaimana menerapkan produksi bersih pada industri tahu dan menganalisis efektivitas pengolahan limbah tahu dengan menggunakan kombinasi dari pasir silika, arang tempurung kelapa, dan batu zeolit. Kombinasi bahan tersebut merupakan filter fisika dengan arah aliran vertikal. Bahan-bahan tersebut mudah didapat sehingga dimungkinkan untuk digunakan dalam skala besar untuk digunakan dalam pengolahan air limbah agar air limbah dari beberapa proses produksi yang dapat diolah dengan filter tersebut dapat digunakan kembali. Sehingga diharapkan limbah buangan dapat berkurang.

Air limbah yang berasal dari kacang-kacangan memiliki karakteristik tersendiri. Air limbah ini biasanya berbau busuk dan berwarna hijau kekuning-kunigan. Air limbah tahu memiliki kandungan zat organik yang tinggi. Maka dapat dipastikan bahwa air limbah tahu yang langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan akan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, indikator COD, BOD, TSS, dan pH sangat penting untuk mengetahui kualitas air limbah buangan tersebut,

Chemical Oxygen Demand (COD)

COD dapat diartikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan kimia yang terlarut dalam air buangan dengan reaksi kimia. Semakin besar kandungan COD di dalam air, maka kandungan oksigen di terlarut di dalam air akan semakin kecil bahkan dapat mencapai 0 (nol).

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD adalah parameter kimia yang menunjukkan kadar zat organik terlarut di dalam air buangan dan menunjukkan berapa banyak kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba untuk mennguraikan zat organik tersebut (Metclaf and Eddy, 1979).

Total Suspended Solids (TSS)

TSS atau padatan tersuspensi yaitu bahan-bahan yang melayang dan tidak terlarut dalam air. Titik padatan tersuspensi sangat berhubungan erat dengan tingkat kekeruhan air. Kekeruhan menggambarkan sifat objek air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipantulkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air ke titik kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut. Semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut, maka air semakin keruh (Effendi, 2003).

pH

Derajat keasaman atau pH pada limbah tahu cenderung asam. Hal ini disebabkan oleh cuka yang digunakan untuk menggumpalkan tahu. pH yang terlalu asam dapat menyebabkan air kehilangan kemampuan untuk mengikat oksigen.

Produksi bersih merupakan suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu. Oleh karena itu, strategi tersebut perlu untuk diterapkan secara terus-menerus pada proses produksi dan daur hidup produk dengan tujuan untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan. Untuk mewujudkan produksi bersih pada *home industry* tahu ini, perlu dilakukan beberapa hal, seperti mengganti energy yang lebih ramah lingkungan, mengurangi limbah, dan memanfaatkan kembali limbah (Nastiti dan Anas, 2003).

Untuk mengolah limbah agar bias dimanfaatkan kembali, dipilih salah satu metode yaitu dengan menggunakan reaktor *slow sand filter* atau saringan pasir lambat dengan media pasir silika, arang aktif tempurung kelapa, dan batu zeolit. Bahan-bahan tersebut dipilih karena mudah ditemukan.

Saringan Pasir Lambar (*Slow Sand Filter*)

Sistem penyaringan pasir lambat adalah teknologi pengolahan air yang sederhana dengan hasil air bersih dengan kualitas yang baik. Sistem saringan pasir lambat ini memiliki keunggulan antara lain tidak memerlukan bahan kimia (koagulan) yang mana bahan kimia ini merupakan kendala yang sering dialami pada proses pengolahan air di daerah pedesaan. Pada saringan pasir lambat terdapat aktivitas beberapa aktivitas bakteri yang berguna untuk proses filtrasi (Said dan Herlambang, 1999). Dalam SNI 03-3982-1995 menyebutkan bahwa tingkat kekeruhan air maksimal adalah 50 mg/L SiO₂ atau sebanding dengan 375 NTU.

Pasir Silika

Pasir silika dikenal sejak lama sebagai media penyaring air yang baik (Assiddieq dkk., 2017). Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan, lumpur dan bau.

Arang Aktif Tempurung Kelapa

Arang aktif tempurung kelapa merupakan produk dari tempurung kelapa yang dibakar dengan suhu tinggi dan diaktivasi dengan zat tertentu sehingga menjadi arang aktif. Arang aktif baik digunakan sebagai bahan penyaring air limbah karena memiliki pori-pori yang banyak dan kandungan karbonnya dapat menetralkan pH.

Batu Zeolit

Struktur zeolit tersusun dari senyawa silika, oksigen, dan aluminium. Batu zeolit dapat dengan baik digunakan sebagai pengolah air limbah karena memiliki sifat yang baik dalam hal absorbs, dehidrasi, *ion exchanging*, katalisator, dan pemisah.

Kriteria Desain *Slow Sand Filter*

Pada proses filtrasi fisika laju aliran memegang peranan penting dalam efisiensi suatu reaktor. Semakin cepat, maka absorbat yang diserap akan semakin sedikit sehingga mengurangi efisiensi reaktor. Namun apabila laju aliran terlalu lambat, maka akan terlalu banyak absorbat yang mengendap pada material di reaktor sehingga harus frekuensi pengurasan dan pergantian material akan semakin sering. Hal tersebut tentu saja mempengaruhi biaya perawatan reaktor. Berikut adalah kriteria desain untuk merencanakan ketebalan material dan laju aliran filtrasi, seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria desain *dual media filter*, Metcalf dan Eddy (1979)^a

Karakteristik	Nilai	
	Batas toleransi	Tipikal
Anthrasit		
a Ketebalan (mm)	300 – 600	450
Pasir		
a Ketebalan (mm)	150 – 300	300
Laju filtrasi (L/m ² . menit)	80 – 400	200

Untuk menentukan diameter penampang reaktor, maka digunakan rumus:

$$Q = \frac{A}{v} \quad [1]$$

Dimana:

A = Luas penampang filter

Q = Debit input

v = Laju filtrasi

Efisiensi Filter

Efisiensi kinerja pada sistem pengolahan air limbah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Metcalf dan Eddy, 1979):

$$E = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\% \quad [2]$$

Dimana :

E	= Efisiensi	(%)
C ₀	= Konsentrasi influent	(mg/liter)
C	= Konsentrasi effluent	(mg/liter)

METODE

Adapun metode pada penelitian ini sebagai berikut

1. Pendekatan Penelitian

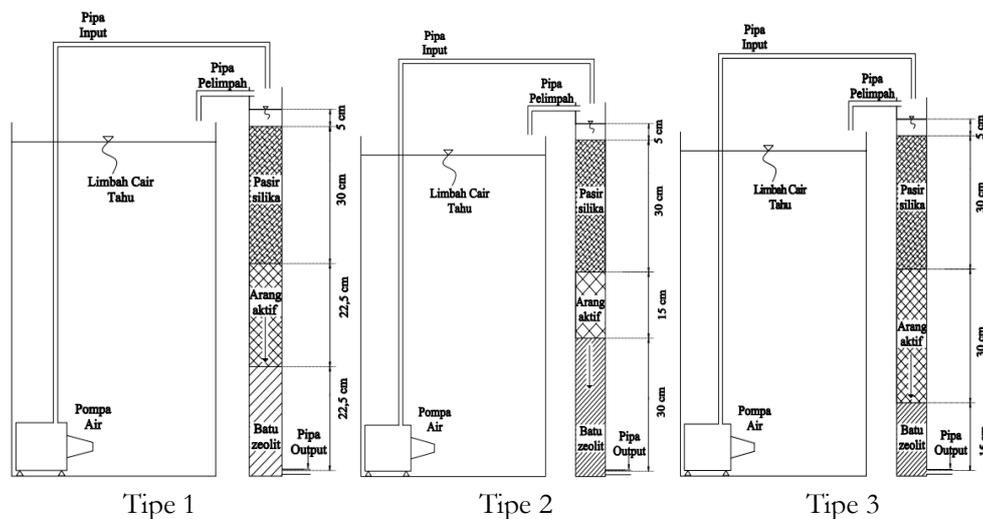
Penelitian ini menggunakan metode observasi dan deskriptif komunikatif dengan jenis penelitian eksperimen untuk mengetahui pelaksanaan produksi bersih apa saja yang telah dilakukan oleh industri tahu dan mengetahui seberapa besar efektivitas alat pengolah air limbah tahu yang diuji. Persiapan

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengamatan dilakukan di salah satu *home industry* tahu di Kelurahan Debegan, Mojosongo, Surakarta sedangkan percobaan filter dan pengujian parameter COD, BOD, TSS, dan pH dilakukan di Laboratorium Kesehatan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilakukan pada Bulan Juni – Agustus 2021.

3. Persiapan Alat dan Bahan

- Membuat reaktor filter menggunakan kaca,
- Menyiapkan media filter, yaitu pasir silika, arang aktif tempurung kelapa, dan batu zeolit,
- Memasukkan bahan ke dalam reaktor sesuai dengan tipe. Untuk lebih jelas lihat Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tipe komposisi reaktor, Risky (2021)

4. Pengujian Parameter Air Limbah

Parameter air limbah yang diuji adalah COD, BOD, TSS, dan pH yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pengujian dilakukan pada *influent* dan *effluent* di setiap akhir waktu tinggal, yaitu 5 jam, 24 jam, dan 48 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel Air Limbah

Setiap proses produksi yang menghasilkan air limbah akan diuji tingkat kekeruhannya. Pengujian kekeruhan dimaksudkan agar air limbah yang masuk ke dalam saringan pasir lambat memenuhi syarat standar desain yang sesuai SNI 03-3982-1995 yaitu tidak lebih dari 50 mg/L SiO₂ atau dalam satuan *nephelometric turbidity unit* adalah 375 NTU. Pengujian ini menggunakan alat *turbidity meter*. Hasil pengujian sampel pada proses produksi yang menghasilkan air limbah disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil uji kekeruhan air limbah, Risky (2021)

No.	Sumber Air Limbah	Volume (liter)	Kekeruhan (NTU)	Keterangan (SNI 03-3982-1995)
1.	Pencucian Kedelai	500	29,61	Memenuhi
2.	Perendaman Kedelai	250	668	Tidak memenuhi
3.	Cuka	500	250	Memenuhi
4.	Pengepresan Tahu	100	> 1000	Tidak memenuhi

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan air limbah yang dapat masuk ke dalam reaktor saringan pasir lambat adalah limbah dari proses pencucian kedelai dan limbah cuka. Sedangkan limbah dari pengepresan tahu dan perendaman kedelai tidak dapat diolah menggunakan saringan pasir cepat karena tingkat kekeruhannya melebihi batas maksimal sehingga berpotensi terjadi *clogging*.

Hasil penelitian diuji parameter kimianya pada sebelum pengolahan (*influent*) dan di akhri waktu tinggal, yaitu 5 jam, 24 jam, dan 48 jam pada setiap tipe. Berikut hasil dari penelitian yang dilakukan.

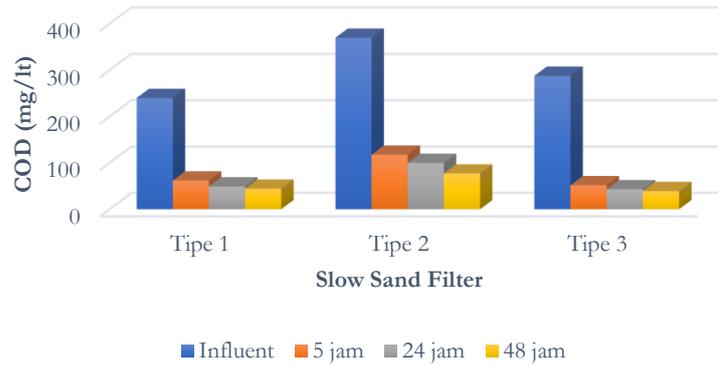
Chemical Oxygen Demand (COD)

Efisiensi pengurangan COD pada masing-masing filter dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi COD filter, Risky (2021)

No	Tipe Filter	Influent (mg/L)	Waktu Tinggal		
			5 jam (mg/L)	24 jam (mg/L)	48 jam (mg/L)
1	Tipe 1	259,12	61,936	49,296	44,24
	Efisiensi (%)	0	76,01	80,98	82,93
2	Tipe 2	369,72	117,55	99,86	77,10
	Efisiensi (%)	0	68,20	72,99	79,15
3	Tipe 3	287,56	51,82	42,98	39,18
	Efisiensi (%)	0	81,99	85,05	86,37

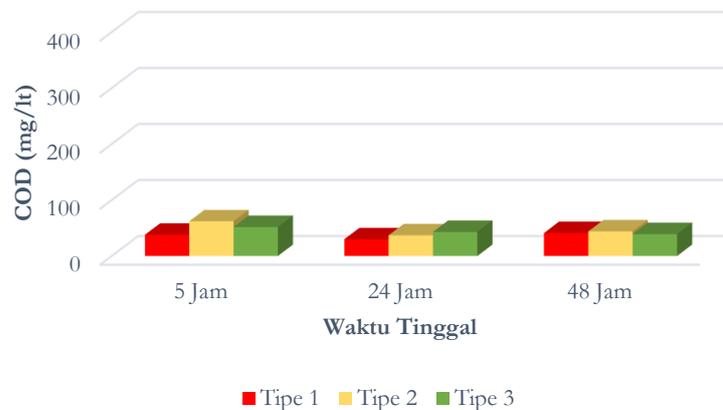
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada filter tipe 1 memiliki efisiensi 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing sebesar 76,01%; 80,98; dan 82,93%. Pada filter tipe 2 memiliki efisiensi penurunan COD pada 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing sebesar 68,20%; 72,99%; dan 79,15%. Sedangkan pada filter tipe 3 memiliki efisiensi pada 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing 81,99%, 85,05%; dan 86,37%. Penurunan kadar COD pada setiap tipe filter dapat dilihat dari Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik COD *Effluent* berdasarkan tipe reaktor, Risky (2021)

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kadar COD menurun pada setiap penambahan waktu tinggal pada tipe filter yang sama. Namun, perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan sejak 5 jam pertama.

Perbedaan juga terlihat pada masing-masing tipe filter dengan waktu tinggal yang sama. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. berikut.



Gambar 3. Grafik COD *Effluent* Berdasarkan Waktu Tinggal, Risky (2021)

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa pada setiap tipe memiliki efisiensi berbeda tetapi tidak terlalu besar. Hasil parameter *effluent* COD dari filtrasi menggunakan filter tipe 1,2, dan 3 memenuhi syarat air baku kelas 4 (< 80 mg/ liter) yang dapat digunakan sebagai air untuk pertanian.

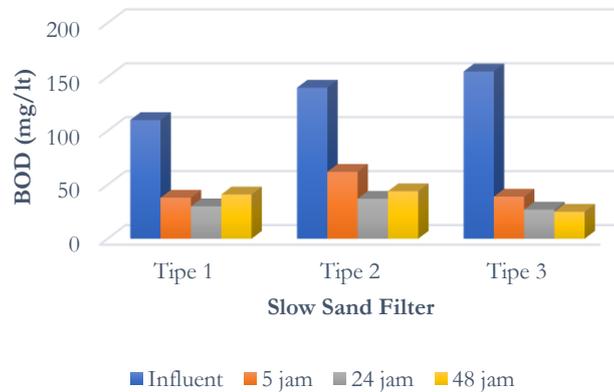
Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Efisiensi pengurangan BOD pada masing-masing filter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi BOD filter, Risky (2021)

No	Tipe Filter	Influent (mg/L)	Waktu Tinggal		
			5 jam (mg/L)	24 jam (mg/L)	48 jam (mg/L)
1	Tipe 1	110	38	30	41
	Efisiensi (%)	0	65,45	72,72	74,54
2	Tipe 2	140	62	37	44
	Efisiensi (%)	0	68,21	73,57	68,57
3	Tipe 3	155	39	27	25
	Efisiensi (%)	0	74,84	82,58	83,87

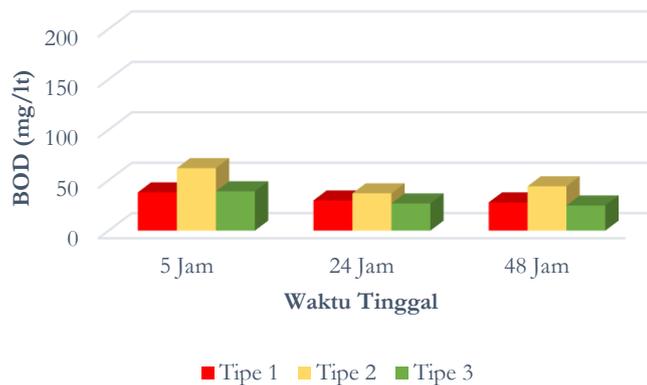
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada filter tipe 1 memiliki efisiensi 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing sebesar 60,45%; 72,72; dan 74,54%. Pada filter tipe 2 memiliki efisiensi penurunan BOD pada 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing sebesar 68,21%; 73,57%; dan 68,57%. Sedangkan pada filter tipe 3 memiliki efisiensi pada 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing 74,84%, 82,58%; dan 83,87%. Penurunan kadar BOD pada setiap tipe filter dapat dilihat dari Gambar 4.berikut.



Gambar 4. Grafik BOD *Effluent*, Risky (2021)

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kadar BOD menurun pada rentang waktu 5 jam sampai 24 jam dan kembali naik pada saat 48 jam. Penurunan tersebut kemungkinan terjadi karena deposit dari partikel yang tertahan sehingga bisa meningkatkan parameter *effluent* 48 jam.

Perbedaan juga terlihat pada masing-masing tipe filter dengan waktu tinggal yang sama. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik BOD *Effluent* berdasarkan waktu tinggal, Risky (2021)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan BOD *effluent* dari ketiga tipe filter tidak memenuhi standar air baku yang disyaratkan yaitu kurang dari 12 mg/liter.

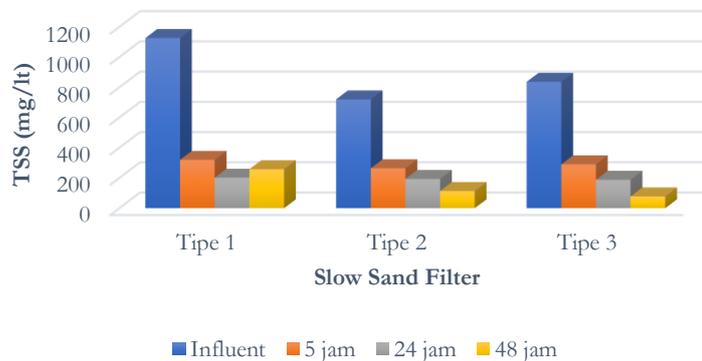
Total Suspended Solids (TSS)

Pengurangan TSS pada masing-masing berbeda. Efisiensi pengurangan TSS dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Efisiensi TSS filter, Risky (2021)

No	Tipe Filter	Influent (mg/L)	Waktu Tinggal		
			5 jam (mg/L)	24 jam (mg/L)	48 jam (mg/L)
1	Tipe 1	1126	320	202	258
	Efisiensi (%)	0	59,7	74,56	67,51
2	Tipe 2	720	264	194	114
	Efisiensi (%)	0	63,33	73,05	83,16
3	Tipe 3	836	290	188	78
	Efisiensi (%)	0	65,31	77,51	90,87

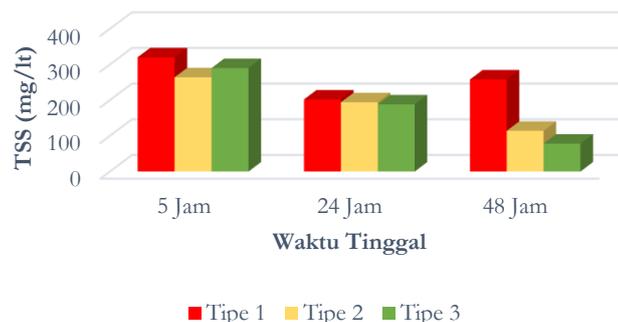
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada filter tipe 1 memiliki efisiensi 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing sebesar 57,70%; 74,56; dan 67,51%. Pada filter tipe 2 memiliki efisiensi penurunan TSS pada 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing sebesar 63,33%; 73,05%; dan 83,16%. Sedangkan pada filter tipe 3 memiliki efisiensi pada 5 jam, 24 jam, dan 48 jam masing-masing 74,84%, 82,58%; dan 83,87%. Penurunan kadar TSS pada setiap tipe filter dapat dilihat dari Gambar 6. berikut.



Gambar 6. Grafik TSS *Effluent*, Risky (2021)

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kadar TSS menurun pada rentang waktu 5 jam sampai 24 jam pada filter tipe 2 dan filter tipe 3. Sedangkan pada filter tipe pertama penurunan terjadi pada 5 jam dan 24 jam namun kembali mengalami kenaikan pada pengujian 48 jam.

Perbedaan juga terlihat pada masing-masing tipe filter dengan waktu tinggal yang sama. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik TSS *Effluent* Berdasarkan Waktu Tinggal, Risky (2021)

Hasil dari filtrasi menunjukkan bahwa semua filter memenuhi syarat air baku kelas 4 (<400 mg/liter) sehingga dapat digunakan untuk keperluan penyiraman tanaman.

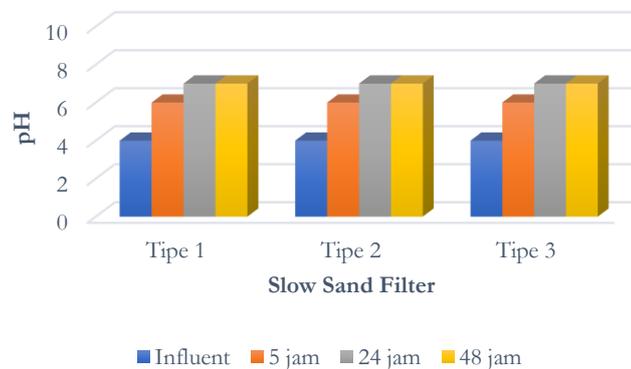
pH

Pengujian pH menggunakan kertas lakmus menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dari yang semula asam menjadi netral. Kenaikan pH dapat dilihat dari Tabel 5. berikut.

Tabel 5. Perubahan pH filter, Risky (2021)

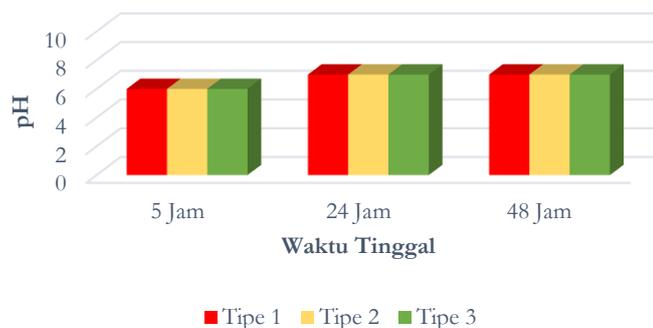
No	Tipe Filter	Influent	Waktu Tinggal		
			5 jam	24 jam	48 jam
1	Tipe 1	4	6	7	7
2	Tipe 2	4	6	7	7
3	Tipe 3	4	6	7	7

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa setiap tipe filter memiliki kemampuan untuk menaikkan pH dengan efisiensi yang sama. Semua tipe filter mampu menaikkan pH dari air limbah dari 4 ke 6 dalam waktu 5 jam dan pada 24 jam serta 48 jam sudah mampu mencapai pH normal yaitu 7. Untuk mengetahui kenaikan pH pada masing-masing tipe filter dapat dilihat pada Gambar 8. berikut.



Gambar 8. Grafik pH *Effluent* berdasarkan tipe reaktor, Risky (2021)

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan pH yang signifikan terjadi pada rentang waktu 5 jam pertama dan berangsur naik ke pH normal pada saat 24 jam dan 48 jam. Untuk melihat perbedaan pada masing-masing tipe filter dengan waktu tinggal yang sama dapat dilihat pada Gambar 9. berikut.



Gambar 9. Grafik pH *Effluent* berdasarkan waktu tinggal, Risky (2021)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa waktu tinggal antara 5 jam, 24 jam, dan 48 jam memiliki tingkat efisiensi yang tidak terlalu jauh perbedaannya dimana rata-rata memiliki perbedaan tidak lebih dari 10%. Oleh karena perbedaan efisiensi yang tidak terlalu besar dan mengingat akan penggunaan lahan dan dana untuk

membuat penampungan air limbah selama waktu tinggal. Maka lebih baik menggunakan waktu tinggal 5 jam daripada waktu tinggal 24 jam dan 48 jam karena akan memerlukan tempat penampungan yang lebih besar.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Air limbah yang memenuhi syarat untuk diolah berasal dari sisa cuka tahu yang setiap hari menghasilkan limbah 500 liter. Berdasarkan pengujian dari parameter-parameter kimia: COD, BOD, TSS, dan pH, dari didapat bahwa semua parameter tidak memenuhi syarat untuk digunakan kembali maupun untuk dibuang langsung ke sungai, sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.
2. Air limbah yang berasal dari pencucian kedelai hendaknya dimanfaatkan kembali karena tidak terlalu pekat. Sedangkan limbah dari sisa pencucian dan pengepresan hendaknya dimasukkan ke dalam fasilitas pengolahan limbah biologis karena tidak sesuai apabila diolah menggunakan *slow sand filter*.
3. Tipe *slow sand filter* yang memiliki efisiensi paling baik adalah *slow sand filter* Tipe 3 dengan kombinasi pasir silika, arang aktif tempurung kelapa, dan batu zeolit dengan ketinggian masing-masing 30 cm : 30 cm : 15 cm dengan waktu tinggal 5 jam.
4. Produksi bersih yang dapat dilakukan oleh pihak pemilik *home industry* pabrik tahu antara lain adalah mengganti metode pemasakan kedelai dari yang awalnya menggunakan ketel uap menjadi bahan bakar gas dari biogas, dan memisahkan air limbah yang memiliki dapat dimanfaatkan kembali maupun yang dapat dijadikan sebagai biogas.

REKOMENDASI

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *slow sand filter* untuk air limbah cuka tahu ini. Baik itu dengan penggantian media maupun penambahan media yang sudah ada dengan media lain.
2. Perlu dilakukan pengujian parameter-parameter lain seperti kandungan bakteri, amonia, dan lain-lain sebelum memanfaatkan air limbah sebagai air baku.
3. Pengujian parameter kimia air limbah tahu sebaiknya dilakukan segera setelah dilakukan pengambilan sampel, baik *influent* maupun *effluent*.
4. Perlu pengolahan lain agar bisa mengolah air limbah tahu dengan kekeruhan tinggi. Misalnya dengan pengolahan biologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan pada segala pihak yang terlibat pada penelitian ini hingga dapat selesai dengan tepat waktu.

REFERENSI

- Adisasmito, S., Rasrendra, C.B., Chandra, H. and Gunartono, M.A., 2018. Anaerobic reactor for Indonesian tofu wastewater treatment. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3), pp.30-32.
- Anonim, 1995, "SNI 03-3982-1995 : Tata Cara Pengoperasian dan Perawatan Instalasi Saringan Pasir Lambat", Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Assiddieq, M., Darmayani, S. and Kudonowarso, W., 2017. The use of silica sand, zeolite and active charcoal to reduce BOD, COD, and TSS of laundry waste water as a biology learning resources. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 3(3), pp.202-207.
- H. Effendi, 2003, "Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan", Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Faisal, M., Gani, A., Mulana, F. and Daimon, H., 2016. Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia. *Asian Journal of Chemistry*, 28(3).
- Fauzi, Anas M., dan Indrasti, Nastiti Siwi, 2009, "Produksi Bersih", IPB Press. Bandung.
- Metcalf and Eddy, 1979, "Waste Water Engineering Treatment, Disposal and Reuse", Mc. GrawHill, Inc., New York.
- Purnawan, I., Angputra, D., Debora, S.C., Karamah, E.F., Febriasari, A. and Kartohardjono, S., 2021. Polyvinylidene Fluoride Membrane with a Polyvinylpyrrolidone Additive for Tofu Industrial Wastewater Treatment in Combination with the Coagulation–Flocculation Process. *Membranes*, 11(12), p.948.

- Dewi, Y. S., & Buchori, Y., 2016, "Penurunan COD, TSS Pada Penyaringan Air Limbah Tahu Menggunakan Media Kombinasi Pasir Kuarsa, Karbon Aktif, Sekam Padi, dan Zeolit". UNSNI. Jakarta.
- Seroja, R., Effendi, H. and Hariyadi, S., 2018. Tofu wastewater treatment using vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) and zeliac. *Applied water science*, 8(1), pp.1-6.
- Yanqoritha, N. and Turmuzi, M., 2018. The effect of organic loading rate variation on digestion of tofu wastewater using PVC rings as growth media in a hybrid UASB reactor. *Oriental Journal of Chemistry*, 34(3), p.1653.