

# Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu

Anisa Nur Sitasari dan Adian Khoironi\*

Program Studi Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, Indonesia;

## ABSTRAK

Peningkatan jumlah industri tahu di Indonesia diiringi dengan meningkatnya jumlah limbah industri tahu yang perlu mendapat perhatian khusus. Limbah tahu dengan kandungan bahan organik tinggi memberikan dampak negatif bagi sistem perairan jika dibuang tanpa adanya pengolahan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari metode yang efektif dalam mengolah limbah tahu dengan variasi media filtrasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode yang diperlakukan pada 2 kolom filtrasi dengan media filtrasi yang berbeda. Susunan media utama pada kolom filtrasi 1 berupa bioball dan kolom filtrasi 2 berupa bioring. Metode batch dan kontinu diperlakukan pada dua jenis kolom filtrasi tersebut. Ketinggian total media filtrasi untuk setiap kolom adalah 20 cm dengan volume air limbah 5 liter. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kualitas air limbah tahu pada sampel hari ke 1 dengan terjadinya penurunan konsentrasi COD pada kolom 1 dengan perlakuan metode batch sebanyak 18,12%. Peningkatan konsentrasi DO paling optimal pada kolom 1 dengan perlakuan metode kontinu sebanyak 18,03%. Selanjutnya konsentrasi pH terjadi peningkatan secara signifikan pada kolom 2 dengan perlakuan metode batch sebanyak 41,27%. Sedangkan penurunan konsentrasi kekeruhan diperoleh pada kolom 1 dengan perlakuan metode batch sebanyak 57,22%. Perlakuan limbah tahu dengan metode batch pada waktu tinggal 1 hari memberikan peningkatan kualitas air limbah tahu yang lebih baik meskipun pada waktu tinggal yang lebih lama terjadi penurunan kualitas akibat terjadinya proses dekomposisi yang tidak terkontrol. Lebih lanjut, perlu dilakukan penelitian dengan melibatkan mikroorganisme selektif pada penyaring lambat dengan metode batch agar dihasilkan penurunan konsentrasi COD yang lebih signifikan.

**Kata kunci:** Air limbah tahu, Metode batch, Metode continue, Bioball, Bioring

## ABSTRACT

The increase in the number of tofu industries in Indonesia is accompanied by an increase in the amount of tofu industrial waste that needs special attention. Tofu waste with high organic matter content has a negative impact on aquatic systems if it is disposed of without treatment. The aim of this research was to study the effective method of treating tofu waste with a variety of filtration media. This research was conducted using 2 methods which were treated on 2 filtration columns with different filtration media. The composition of the main media in first filtration column is bioball and second filtration column is bioring. Batch and continuous methods are applied to the two types of filtration columns. The total height of the filtration media for each column is 20 cm with a volume of 5 liters of wastewater. The results showed an increase in the quality of tofu wastewater on the first day of the sample with a decrease in COD concentration in first column with the batch method treatment of 18.12%. The most optimal increase in DO concentration in first column with continuous method treatment was 18.03%. Furthermore, the pH concentration increased significantly in second column with the batch method treatment as much as 41.27%. While the decrease in turbidity concentration was obtained in column 1 with batch method treatment as much as 57.22%. The treatment of tofu waste using the batch method at a residence time of 1 day provides a better-quality improvement of tofu wastewater although at a longer residence time there is a decrease in quality due to an uncontrolled decomposition process. Furthermore, it is necessary to conduct research involving selective microorganisms in a slow filter with a batch method in order to produce a more significant reduction in COD concentration.

**Keywords:** Tofu waste water, Batch method, Continuous method, Bioball, Bioring

**Citation:** Sitasari, A.N dan Khoironi, A. (2021)., Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 565-575, doi: 10.14710/jil.19.3.565-575

## 1. Pendahuluan

Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang sangat digemari di Indonesia. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya minat masyarakat untuk

mengkonsumsinya, selain karena harga yang terjangkau juga nilai gizi yang cukup tinggi pada makanan ini. Tingginya minat masyarakat dalam mengonsumsi tahu didukung oleh pesatnya pertumbuhan industri tahu di

\* Penulis korespondensi: adian.khoironi@dsn.dinus.ac.id

Indonesia baik di daerah pedesaan maupun perkotaan. Dalam proses produksinya, industri tahu menghasilkan limbah dalam bentuk padat dan cair (Faisal dkk.,2015). Limbah padat dalam proses pembuatan tahu dihasilkan pada tahap penyaringan dan penggumpalan. Sedangkan limbah cair dalam proses pembuatan tahu dihasilkan pada tahap pencucian, perebusan, pengepresan serta pencetakan (Subekti, 2011). Limbah padat dari industri tahu sudah bisa ditanggulangi dengan menggunakannya sebagai bahan baku pembuatan oncom, gembus, serta pakan ternak. Sedangkan limbah cair industri tahu sampai saat ini masih menjadi permasalahan yang harus dihadapi banyak pihak termasuk pemerintah setempat (Faisal dkk.,2014).

Sebagai salah satu industri makanan yang banyak dikelola dalam skala rumah tangga, sebagian besar pengelola industri tahu membuang limbah cairnya langsung ke badan air seperti saluran pembuangan, sungai, dan badan air lain tanpa adanya proses pengolahan terlebih dulu.(Sato et al., 2015). Limbah cair tahu yang mengandung karbohidrat, protein dan lemak dengan konsentrasi tinggi akan mengalami dekomposisi oleh bakteri reduser yang bekerja dengan memanfaatkan oksigen terlarut yang tersedia di dalam sistem perairan (Simanjuntak dkk.,2021) . Proses dekomposisi ini akan mengakibatkan turunnya konsentrasi oksigen terlarut yang mengakibatkan sistem perairan berada pada kondisi anaerobik. Lebih lanjut, kondisi ini akan menghasilkan peningkatan sifat asam dari sistem perairan akibat terbentuknya ammonia, karbondioksida, gas metan dan asam asetat sebagai produk dekomposisi yang menyebabkan perairan rusak secara aestetik dengan timbulnya bau dan peningkatan kekeruhan serta rusaknya keseimbangan ekologi (Wardhana.,2004; Simanjuntak dkk.,2021). Penurunan pH pada sistem perairan akibat limbah cair tahu juga disebabkan oleh sifat asam dari limbah tahu itu sendiri sebagai dampak dari proses pemadatan tahu (Anggraeni., 2014). Keadaan perairan yang sudah tercemar juga menyebabkan penetrasi cahaya matahari sulit masuk ke dalam air, hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan kecepatan fotosintesis pada tanaman air sehingga tidak ada supply oksigen dari sistem perairan itu sendiri untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut (Sudaryati et al., 2012).

Kemampuan limbah cair tahu dalam mencemari sistem perairan sangat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi hasil pengukuran berbagai parameter fisika, kimia dan biologi dari limbah cair tahu tersebut (Shah C.D.R.,2017). Parameter-parameter tersebut digunakan untuk mengetahui karakteristik limbah tahu sebelum terbuang ke sistem perairan dan pengaruhnya terhadap sistem perairan itu sendiri. Salah satu parameter yang memiliki dampak paling besar dalam menentukan kualitas air dibandingkan parameter lain adalah oksigen terlarut (DO). Oksigen terlarut (DO) merupakan parameter yang sangat penting untuk dipantau karena dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sungai dalam mendukung kehidupan

akuatik serta berbagai karakteristik perairan yang lainnya (Huhnke.C.R.,2018). Oksigen terlarut keberadaannya di dalam sistem perairan dipengaruhi oleh dekomposisi bahan organik, kebutuhan oksigen oleh sedimen, suhu, fotosintesis, respirasi, dan lain-lain (Huhnke.C.R.,2018).

Limbah cair industri tahu memiliki karakteristik utama berupa karakteristik fisika dan kimia. Karakter fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, temperatur, corak, serta bau. Karakter kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik serta gas (Indriyati and Susanto, 2016) Karakteristik - karakteristik tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan parameter terukur berupa pH, TSS (Total Suspended Solids), COD (Chemical Oxygen Demand), BOD (Biochemical Oxygen Demand), kandungan amoniak, minyak dan lemak, nitrit, serta nitrat yang masih melebihi baku mutu limbah cair (Kasman et al., 2018) . Limbah cair yang berasal dari industri tahu berupa cairan kental yang disebut air dadih. Air tersebut mengandung kadar protein cukup tinggi dan cepat terurai oleh mikroorganisme (Fachruruzi et al., 2010)

Dalam upaya mengurangi dampak negatif dari pembuangan limbah cair industri tahu tanpa pengolahan ke saluran-saluran pembuangan, sungai maupun badan air, ada beberapa alternatif dalam pengolahan limbah cair tahu seperti fitoremediasi, filtrasi, dan aerasi. Fitoremediasi (phytoremediation) adalah sistem dimana tumbuhan spesifik bekerja dengan mikroorganisme dalam suatu media (tanah, karang dan air) dapat mengurangi bahaya pencemar (polutan) atau menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis. (Sungkowo et al., 2015) Alternatif yang kedua yaitu filtrasi. Filtrasi merupakan penyaringan air limbah melalui media dimana selama air limbah tersebut melalui media filtrasi akan terjadi perbaikan kualitas terutama kadar pH. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pemisahan partikel yang telah tersuspensi dan koloid, proses reduksi bakteri dengan organisme lainnya dan pertukaran konstituen kimia dalam air limbah.(Rahayu et al., 2015) Alternatif yang ketiga yaitu aerasi. Aerasi merupakan suatu proses penambahan udara atau oksigen ke dalam air dengan memberikan gelembung-gelembung udara yang halus dan gelembung-gelembung tersebut akan naik melalui air.(Yuniarti et al., 2019)

Dari beberapa alternatif pengolahan limbah cair tahu, salah satu alternatif yang efektif, murah dan mudah diterapkan oleh masyarakat yaitu filtrasi. Filtrasi atau penyaringan dengan menggunakan metode penyaringan pasir lambat merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengolah limbah cair tahu. Berdasarkan SNI 3981:2008 saringan pasir lambat merupakan saringan yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan ukuran butiran yang kecil dan mempunyai kandungan kuarsa cukup tinggi.(Nasional, Ics and Nasional, 2008) Penyaringan pasir lambat umumnya dianggap sebagai salah satu yang paling efisien yang mampu menurunkan konsentrasi COD, meningkatkan pH limbah cair yang secara bersamaan

juga mengurangi konsentrasi bakteri patogen, zat organik partikulat, dan kekeruhan (Kaetzi et al., 2020).

Dalam proses penyaring pasir lambat dibutuhkan variasi media filtrasi yang tepat diantaranya berupa pasir, kerikil, dan media filtrasi yang lain seperti bioball dan bioring. Bioball merupakan suatu media filter yang terbuat dari bahan PVC dibuat dari bahan tahan karat dan ringan. Bioball mempunyai luas permukaan dan volume rongga (porositas) yang besar, sehingga bioball mempunyai kemampuan dalam melekatkan mikroorganisme dengan jumlah yang besar dan resiko kebantuannya yang sangat kecil. (Said, 2005) Sedangkan bioring mempunyai sifat yang tidak mudah bereaksi, mempunyai kelembaban yang tinggi, dan berpori menjadikan bioring mudah untuk digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri (Ariani et al., 2014) Untuk memperoleh hasil yang maksimal, dalam proses slow sand filter limbah tahu digunakan 2 metode yaitu metode batch dan continue. Metode batch adalah proses penyaringan dimana tidak ada penambahan atau pengurangan volume sampel saat penelitian berlangsung (Afifah et al., 2019) Metode continue merupakan proses penyaringan yang berlangsung secara simultan (Widyastuti and Sari, 2016)

Berbagai penelitian terdahulu telah dilakukan dalam rangka mendapatkan metode paling efektif untuk mengolah limbah cair tahu sehingga dihasilkan air limbah dengan kualitas yang layak untuk dibuang ke sistem perairan. Astuti dan Ayu., 2016 melakukan penelitian dengan mengolah limbah cair tahu menggunakan bioreactor Anaerobic-aerobic menggunakan media filtrasi bioball dengan variasi waktu retensi hidrolis. Metode ini mampu menurunkan konsentrasi COD berturut turut sebesar 90,3% untuk waktu retensi 24 jam, kemudian 84,4% untuk waktu retensi 18 jam dan 76,3% untuk waktu retensi 12 jam. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu retensi maka waktu kontak antara limbah cair tahu dengan bioball akan semakin mempercepat pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam mendekomposisi bahan organik dari limbah tahu sehingga konsentrasi COD akan menurun secara signifikan. Dalam penelitian yang berbeda, Wagiman dan Suryandono., (2006), melakukan pengolahan limbah cair tahu dengan mengkombinasikan reactor Baffled Aerobik dan sistem lumpur aktif. Kemampuan lumpur aktif dalam penelitian ini untuk mengikat bahan organik dari limbah tahu mampu menghasilkan effluent dengan konsentrasi COD yang sangat rendah. Lebih lanjut, Kaetzi et al., 2020 menggunakan penyaring pasir lambat untuk mengolah limbah cair dengan memanfaatkan biochar sebagai media filtrasi. Dalam penelitiannya, kemampuan biochar yang mengalami peningkatan ukuran porositas akibat durasi waktu kontak dengan limbah cair yang cukup lama, mampu menurunkan konsentrasi COD dari limbah cair sebesar 74%, konsentrasi ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan penyaring pasir lambat yang tidak menggunakan media biochar, yaitu sebesar 61%. Dari berbagai penelitian pengolahan limbah cair

tersebut menunjukkan perlunya inovasi ataupun improvisasi dalam teknologi pengolahan limbah cair, baik dalam pemilihan media untuk filtrasi maupun metode yang digunakan dalam proses filtrasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan efektifitas dari metode dan media filter yang berbeda pada penyaring pasir lambat dalam meningkatkan kualitas air limbah tahu sehingga layak dibuang ke sumber air permukaan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air limbah tahu, media filter berupa kerikil, pasir silika, bioball, bioring. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kolom filtrasi berbahan kaca dengan dimensi 20cm x 20cm x 30cm dan ketebalan 3 mm berjumlah dua buah, kassa, karet gelang, tempat menampung limbah (dirigen), gayung panjang, corong, termometer.

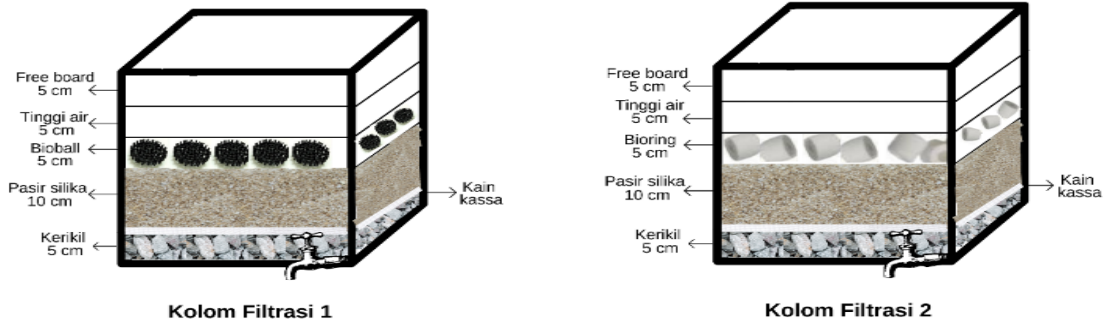
### 2.2 Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan desain pra-eksperimental dalam bentuk One pretest posttest untuk membandingkan efektivitas metode (batch dan continue) dan media filter (bioring dan bioball) dalam menyerap bahan aktif limbah tahu. Pengambilan sampel dilakukan di Industri tahu, Desa Banyubiru, Kec. Banyubiru, Kab.Semarang. Dalam penelitian ini diawali dengan tahap pencucian media filter yang dilakukan secara manual. Tahap selanjutnya yaitu menyusun media ke dalam kolom filtrasi dengan variasi media pada kolom 1 yaitu kerikil setebal 5 cm, pasir silika setebal 10 cm dan bioball setebal 5 cm. Variasi media pada kolom 2 yaitu kerikil setebal 5 cm, pasir silika setebal 10 cm dan bioring setebal 5 cm. Pada bagian atas lapisan kerikil, dilapisi dengan kain kassa yang bertujuan agar pasir tidak berjatuhan disela-sela kerikil dan pada bagian dalam kran dilapisi dengan kain kassa untuk mencegah penyumbatan oleh kerikil.

Tahap selanjutnya yaitu memasukkan air biasa ke dalam kolom filtrasi sampai ketinggian 5 cm diatas permukaan media dan merendamnya selama 2 hari. Tahap tersebut merupakan tahap aktivasi yang dilakukan untuk membuka pori-pori media filter dan menambah agregasi dari media filter yang digunakan. Setelah dilakukan tahap aktivasi selama 2 hari, air tersebut dikosongkan dari kolom filtrasi untuk diisi dengan sampel air limbah tahu. Tahap selanjutnya yaitu pengambilan sampel yang dilakukan pada outlet industri tahu tersebut dan dilakukan karakterisasi suhu saat pengambilan sampel air. Sampel air limbah tahu yang telah diambil tersebut dimasukkan kedalam kolom filtrasi sampai ketinggian 5 cm diatas permukaan media filter dengan volume air sekitar 5 liter. Lalu dilakukan perlakuan untuk metode batch selama 7 hari tanpa membuka kran dan dilakukan pengambilan sampel

sebanyak kurang lebih 250 ml pada hari ke 1, 3, 5 dan 7. Untuk metode continue dilakukan hal yang sama mulai dari tahap pencucian media filtrasi sampai tahap perlakuan yang dilakukan selama 1 hari dengan kran yang terbuka dengan laju keluaran air sebanyak 12 ml/menit. Sampel berupa filtrat dianalisa untuk mengetahui perubahan pH dan kekeruhan serta konsentrasi COD dan DO.

Pengukuran konsentrasi COD dan DO dilakukan dengan menggunakan alat Hanna HI- 83099 dengan menambahkan reagen CODMR ke dalam sampel. Nilai pH diperoleh dengan pengukuran menggunakan alat pH meter dengan proses kalibrasi pada elektroda sebelum pengukuran agar diperoleh nilai yang valid, sedangkan kekeruhan diukur dengan menggunakan alat spektrofotometri UV Vis..



Gambar 1. Rancangan kolom filtrasi pasir lambat dengan variasi media filtrasi



Gambar 2. Penyaring pasir lambat dengan metode batch



Gambar 3. Penyaring pasir lambat dengan metode continue

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berbagai parameter kimia seperti COD, DO, pH dan kekeruhan merupakan parameter yang penting dalam menentukan kualitas air limbah tahu agar seminimal mungkin berpotensi mencemari sistem perairan. Jumlah oksigen terlarut dalam air limbah adalah faktor yang paling penting yang memengaruhi parameter yang lain. Oksigen terlarut diperlukan untuk proses oksidasi kontaminan yang ada di air dalam kondisi aerobik. Oksigen terlarut yang tinggi menunjukkan kualitas air yang baik. Oksigen terlarut dalam air akan berkurang jumlahnya karena polutan organik dalam air sungai semakin berkurang dihilangkan oleh bakteri aerob melalui bio-oksidasi (Huhnke. C.R.,2018)

Dari perlakuan limbah cair industri tahu dengan penyaringan menggunakan kolom penyaring pasir lambat selama 7 hari dengan menggunakan metode batch dan satu hari dengan menggunakan metode kontinyu diperoleh hasil perubahan konsentrasi COD, konsentrasi DO, pH dan nilai kekeruhan seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Hasil pengukuran kualitas limbah cair tahu, baik sebelum maupun sesudah perlakuan disesuaikan dengan baku mutu lingkungan. Untuk parameter COD limbah cair industri tahu disesuaikan dengan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk industri pembuatan tahu. Kadar maksimum konsentrasi COD yang boleh dibuang ke badan air adalah 275 mg/l, Konsentrasi limbah dari hasil pengukuran COD pada metode batch maupun continue, pada kolom 1 atau 2 masih melebihi baku mutu baik sebelum perlakuan maupun sesudah perlakuan.

Untuk parameter DO disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hasil pengukuran konsentrasi DO pada metode batch maupun metode continue sudah memenuhi baku mutu baik kolom filtrasi 1 maupun kolom filtrasi 2. Dari hasil pengolahan konsentrasi DO mengalami peningkatan yang berarti apabila dilakukan pengolahan akan semakin baik kualitas air limbah tahu.

Untuk parameter pH disesuaikan dengan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk industri pembuatan tahu dengan konsentrasi pH yang memenuhi baku mutu yaitu 6,5-9. Konsentrasi pH sebelum dilakukan pengolahan memiliki nilai <7 yang artinya limbah cair industri tahu tersebut bersifat asam. Setelah dilakukan pengolahan pada metode batch untuk perlakuan hari ke- 1 dan 3 juga masih belum memenuhi persyaratan baik pada kolom filter 1 dan 2. Pada perlakuan hari ke-5 mulai meningkat dan sudah memenuhi persyaratan baik pada kolom filter 1 dan 2. Untuk perlakuan hari ke-7 konsentrasi pH pada kolom filter 1 maupun 2 mengalami penurunan. Untuk kolom filtrasi 1 konsentrasi pH belum memenuhi persyaratan sedangkan untuk kolom filter 2 konsentrasi pH sudah memenuhi persyaratan. Pada Metode continue, konsentrasi pH sebelum dilakukan perlakuan sampai setelah dilakukan perlakuan 1 hari belum memenuhi persyaratan.

Untuk parameter kekeruhan disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 baku mutu maksimum kekeruhan untuk higiene dan sanitasi yaitu sebesar 25 NTU Konsentrasi kekeruhan pada metode batch maupun metode continue dan pada kolom filter 1 maupun kolom filter 2 belum memenuhi baku mutu.

#### 3.1 Proses Pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan penyaring pasir lambat dengan metode Batch Selama 7 hari

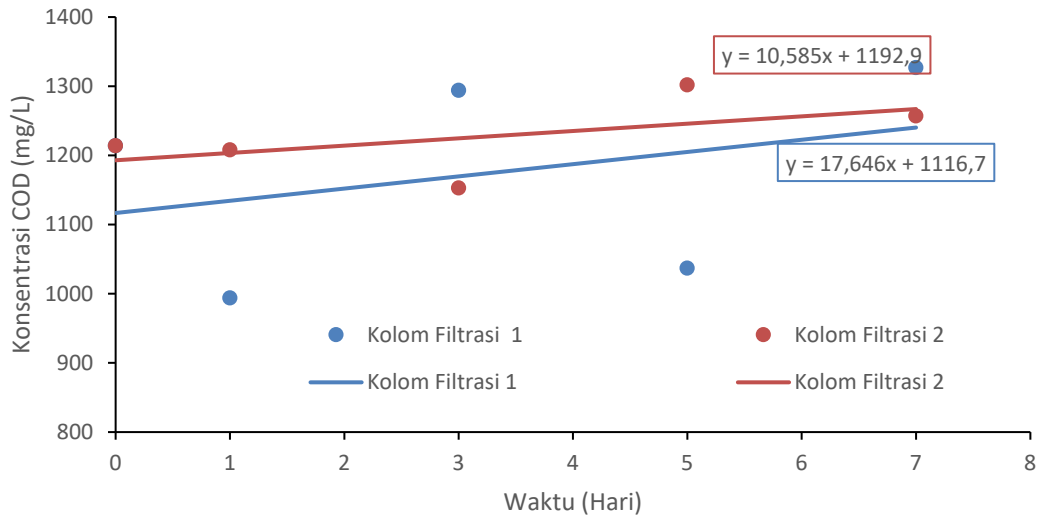
Metode batch dalam penelitian ini dilakukan dengan harapan terjadi waktu kontak yang lama antara limbah cair tahu dengan media filtrasi terutama bioball dan bioring. Kontak yang lama akan mengakibatkan peningkatan porositas pada permukaan bioball ataupun bioring sehingga mampu menyerap kontaminan lebih efektif (Astuti dan Ayu.,2016). Perubahan konsentrasi COD, konsentrasi DO, pH dan nilai kekeruhan setelah proses filtrasi menunjukkan adanya interaksi antara kontaminan dengan media filtrasi yang juga dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen dan keterlibatan bakteri reduser yang terdapat di dalam limbah cair tahu.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran pada metode continue

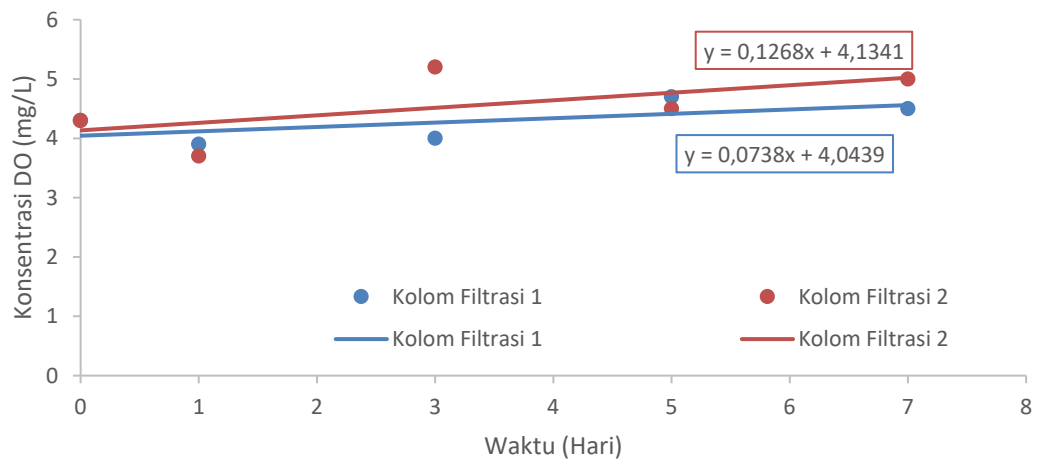
No.	waktu (hari)	COD (mg/L)		DO (mg/L)		pH		Kekeruhan ( NTU)	
		Kolom 1	Kolom 2	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 1	Kolom 2
1.	0	1214	1214	4,3	4,3	3,06	3,06	245,68	245,68
2.	1	994	1208	3,9	3,7	3,83	5,21	105,09	201,26
3.	3	1294	1153	4	5,2	4,74	5,69	158,65	210,94
4.	5	1037	1302	4,7	4,5	6,79	7,3	266	203
5.	7	1327	1257	4,5	5	5,9	6,94	360	345

**Tabel 2.** Hasil pengukuran pada metode continue

No.	waktu (hari)	COD (mg/L)		DO (mg/L)		pH		Kekeruhan ( NTU)	
		Kolom 1	Kolom 2	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 1	Kolom 2
1.	0	1288	1288	5	5	3,67	3,67	>461	>461
2.	1	1255	1190	6,1	5,8	3,93	4,16	306	312



**Gambar 4.** Perubahan konsentrasi COD ( mg/L) limbah cair tahu pada kolom filtrasi dengan bioball ( kolom 1 ) dan bioring (kolom 2)



**Gambar 5.** Perubahan konsentrasi oksigen terlarut (DO) (mg/L) pada kolom filtrasi dengan media bioball (kolom 1) dan bioring ( kolom 2 )

1. Pengukuran COD

Dari grafik regresi linear hasil pengukuran konsentrasi COD pada metode batch kolom filtrasi 1 diperoleh terjadinya laju peningkatan konsentrasi COD sebesar 17,666 dan untuk kolom filtrasi 2 diperoleh laju

peningkatan konsentrasi COD sebesar 10,585. Peningkatan COD pada perlakuan dengan metode batch baik pada kolom 1 maupun kolom 2 terjadi diakibatkan oleh adanya DOC (Disolved organic carbon) yang berasal dari bakteri yang telah terdekomposisi yang sebelumnya tidak terukur pada

limbah cair tahu sebelum perlakuan dan setelah perlakuan selama 1 hari. Adanya karbon organik terlarut ini merupakan hasil dari proses dekomposisi bakteri reduser yang ditandai dengan bau busuk yang timbul dari limbah. Nilai DOC mampu meningkatkan konsentrasi COD yang tidak terdeteksi pada saat bakteri masih hidup di dalam limbah control dihari ke 0 (Noukeu et al., 2016)

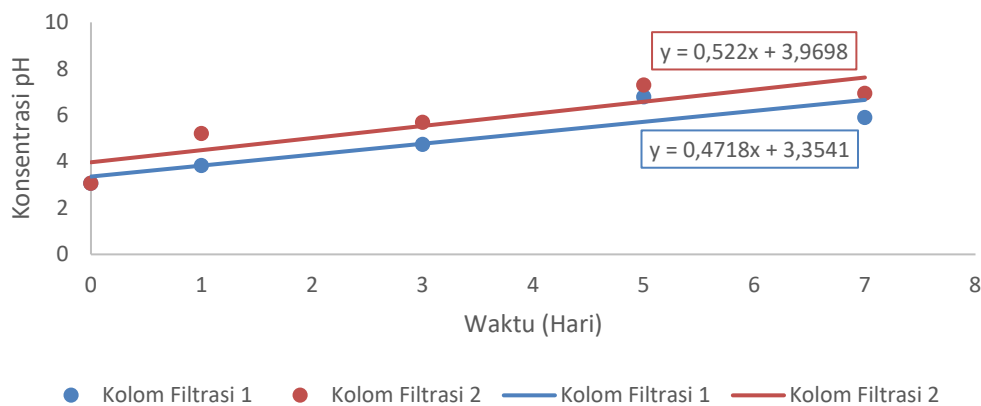
### 2. Pengukuran DO

Dari grafik regresi linear hasil pengukuran DO pada kolom filtrasi 1 metode batch diperoleh terjadinya peningkatan konsentrasi DO dengan laju peningkatan sebesar 0,0738. Sedangkan pada koom 2 yang menggunakan media bioring, diperoleh peningkatan konsentrasi DO sebesar 0,1268. Laju peningkatan DO pada kedua kolom filtrasi tersebut menunjukkan adanya perbaikan jumlah oksigen terlarut setelah limbah cair tahu mengalami perlakuan dengan penyaringan pasir lambat meskipun peningkatan tersebut tidak signifikan. Peningkatan konsentrasi oksigen terlarut yang tidak optimal pada perlakuan

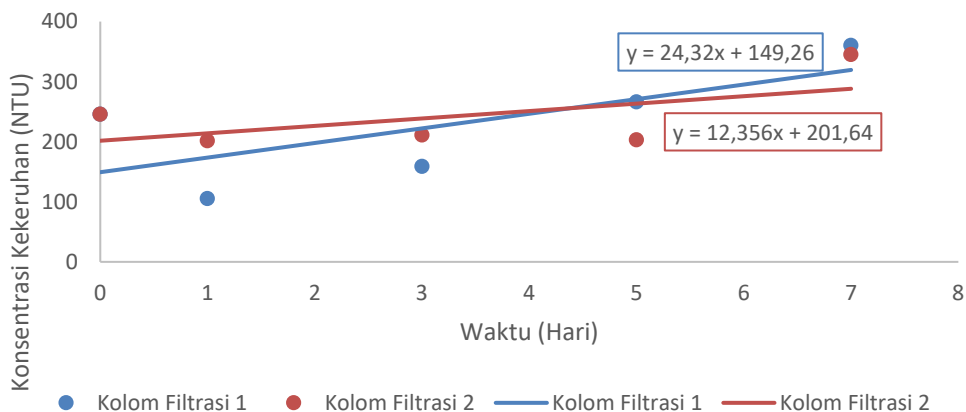
penyaring pasir lambat baik dengan media bioball maupun dengan metode bioring disebabkan kurangnya supply oksigen dari sistem perairan itu sendiri yang bisa diperoleh dari proses respirasi, fotosintesis maupun aerasi (Huhnke .C.R.,2018).

### 3. Pengukuran pH

Limbah cair yang akan dibuang di badan air suatu sistem perairan harus memiliki nilai lebh besar dari 6,5 jika dilihat dari baku mutu kualitas air bersih. Dari hasil pengplahan limbah cair tahu dengan menggunakan penyaring pasir lamabta diperoleh peningkatan pH pada kolom 1 yang menggunakan media bioball sebesar 0,4718 sedangkan dengan menggunakan media bioring sebesar 0,522. Terjadinya peningkatan pH pada limbah cair tahu disebabkan oleh berbagai faktor termasuk adanya material berupa mineral seperti kalsium dan magnesium yang terkandung di dalam pasir dan batu kerikil yang digunakan sebagai media filtrasi



Gambar 6. Perubahan pH pada limbah cair tahu pada perlakuan dengan penyaring pasir lambat menggunakan media bioball (kolom 1) dan bioring (kolom 2)



Gambar 7. Perubahan nilai kekeruhan pada limbah cair tahu pada perlakuan dengan penyaring pasir lambat menggunakan media bioball (kolom 1) dan bioring (kolom 2)

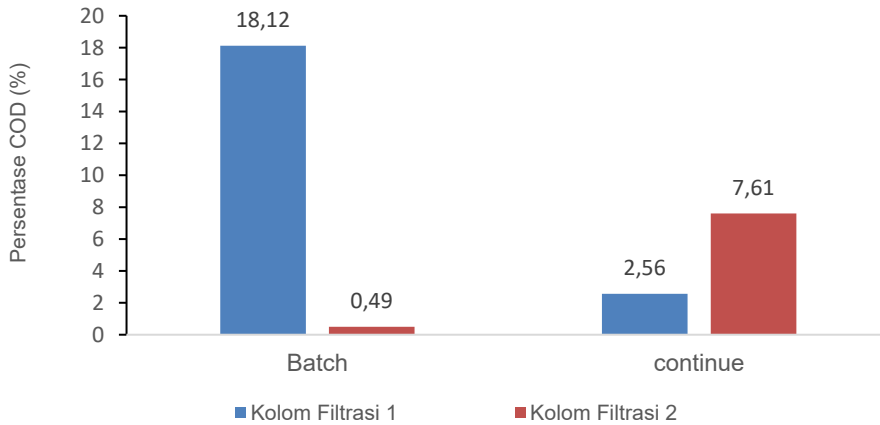
#### 4. Pengukuran kekeruhan

Pengukuran nilai kekeruhan sangat penting untuk mengetahui adanya material padat yang tersuspensi ataupun terlarut yang menyebabkan peningkatan pada kekeruhan limbah cair tahu. Dari gambar. 7 menunjukkan terjadinya peningkatan kekeruhan baik pada kolom 1 maupun kolom 2, dimana pada perlakuan limbah cair tahu dengan metode batch menggunakan media penyaring bioball (kolom 1) diperoleh laju peningkatan kekeruhan sebesar 24,32. Selanjutnya, pada limbah cair tahu dengan perlakuan menggunakan penyaring pasir lambat dengan menggunakan media bioring diperoleh laju peningkatan kekeruhan sebesar 12,356. Peningkatan kekeruhan yang terjadi pada proses penyaringan limbah cair tahu ini disebabkan oleh berbagai material yang tersuspensi dengan ukuran koloid baik berupa bahan organik maupun anorganik. Peningkatan juga disebabkan karena terbentuknya flok

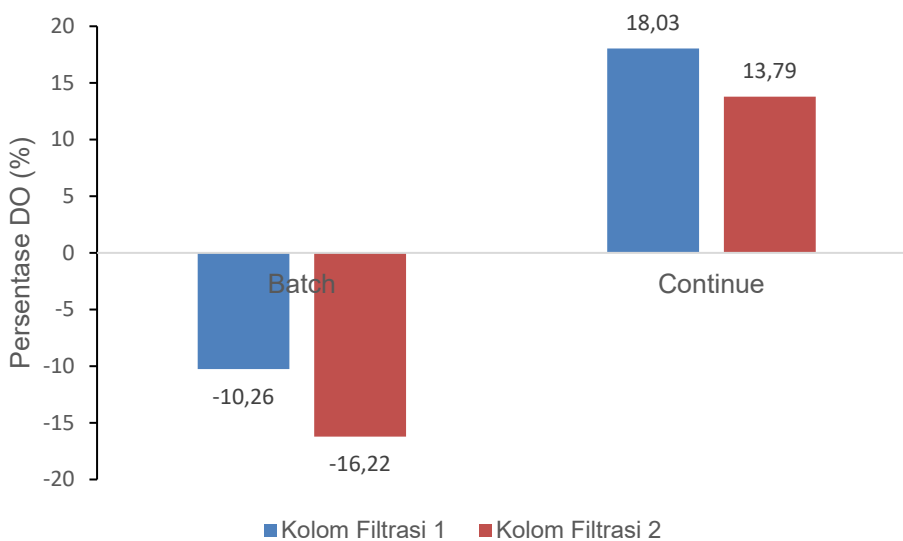
akibat lamanya kontak antara limbah cair tahu dengan media filtrasi yang ditandai dengan perubahan warna hitam pada lapisan atas pasir yang digunakan sebagai media filtrasi. Adanya bahan-bahan tersuspensi dan terbentuknya flok ini akan meningkatkan nilai kekeruhan pada limbah cair tahu sejalan dengan bertambahnya waktu kontak limbah cair tahu dengan media filtrasi (Aziz, 2014).

#### 3.2 Pengaruh Metode batch dan metode kontinyu pada kualitas Limbah cair tahu setelah perlakuan 1 hari

Untuk melihat pengaruh metode dan media terhadap kualitas air limbah tahu, hasil pengukuran pada metode batch dan metode continue hari ke 1 dilakukan pengolahan data persentase efektivitas peningkatan dan penurunan pada tiap parameter.



Gambar 8. Pengaruh metode dan media filtrasi pada penurunan konsentrasi COD



Gambar 9. Pengaruh metode dan media filtrasi pada peningkatan konsentrasi DO



### 1. Pengukuran COD

Berdasarkan grafik diatas didapatkan efektifitas penurunan COD pada metode batch pada kolom filtrasi 1 sebesar 18,12% dan kolom filtrasi 2 sebesar 0,49 %. Pada metode continue kolom filtrasi 1 sebesar 2,56 % dan kolom filtrasi 2 sebesar 7,61 %. Dari nilai penurunan konsentrasi COD yang paling efektif yaitu pada metode batch kolom filtrasi 1. Pada metode batch saat hari pertama efektif menurunkan COD karena tidak ada penambahan dari karbon bakteri yang sudah mati. Sehingga dalam metode batch kolom filter 1 dapat menurunkan konsentrasi COD.(Noukeu et al., 2016) Dalam kolom filter 1 media utama yang digunakan bioball. Media bioball terbuat dari bahan PVC yang tahan karat dan ringan. Bioball mempunyai luas permukaan dan volume rongga (porositas) yang besar, sehingga mempunyai kemampuan melekatkan mikroorganisme ataupun bakteri yang secara efektif akan mengurangi bahan pencemar (Said, 2005).

### 2. Pengukuran DO

Berdasarkan grafik diatas didapatkan efektifitas peningkatan DO pada metode batch untuk kolom filter 1 yaitu -10,26 %, dan untuk kolom filter 2 yaitu -16,22 %. Pada metode continue untuk kolom filter 1 yaitu 18,03% dan untuk kolom filter 2 yaitu 13,79%. Pengukuran DO pada metode batch hari ke-1 mengalami penurunan konsentrasi jika dibandingkan pada hari ke-0 baik pada kolom filtrasi 1 maupun kolom filtrasi 2.

### 3. Pengukuran pH

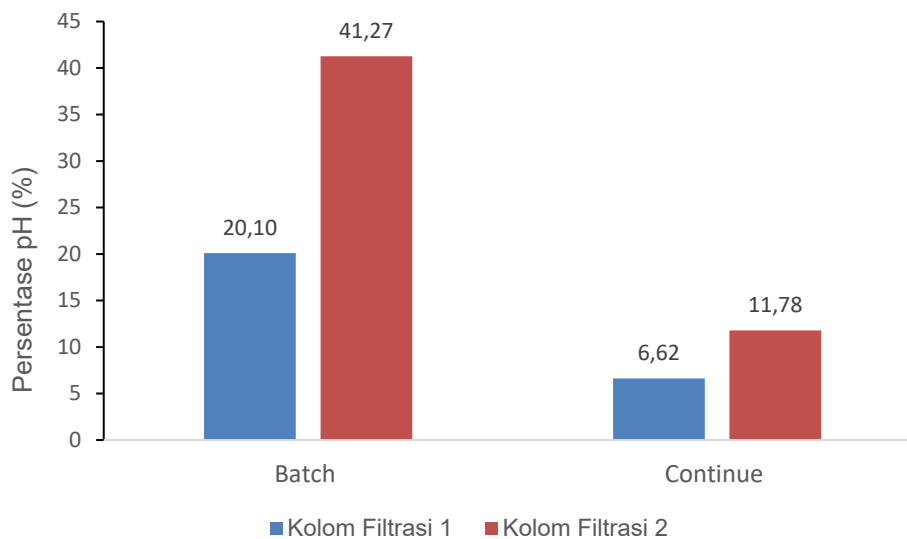
Berdasarkan grafik diatas didapatkan efektifitas peningkatan menunjukkan angka 20,10 % dan kolom filtrasi 2 menunjukkan angka 41,27 %. Pada metode continue kolom filtrasi 1 menunjukkan angka 6,62 % dan kolom filtrasi 2 menunjukkan angka 11,78 %. Dari hasil persentase peningkatan PH tersebut semua kolom

filtrasi pada metode batch maupun continue mengalami peningkatan pH. Peningkatan konsentrasi pH disebabkan oleh air yang mengalir pada proses filtrasi melalui media filtrasi mengalami tumbukan antar molekul yang berakibat munculnya gelembung udara (air melepaskan ion O) sehingga akan terjadi reaksi ion yang dapat menyebabkan air kelebihan ion H<sup>+</sup> (Artidarma and Fitria, 2021). Dari hasil persentase tersebut pada metode batch maupun continue kolom filtrasi 2 memiliki tingkat presentase peningkatan yang lebih tinggi daripada kolom filtrasi 1. Hal tersebut dikarenakan pada kolom filtrasi 2 terdapat media filtrasi berupa bioring yang mengandung silika. Kandungan silika pada bioring berkontribusi dalam meningkatkan pH pada air limbah (N.R. Sajuni, 2010).

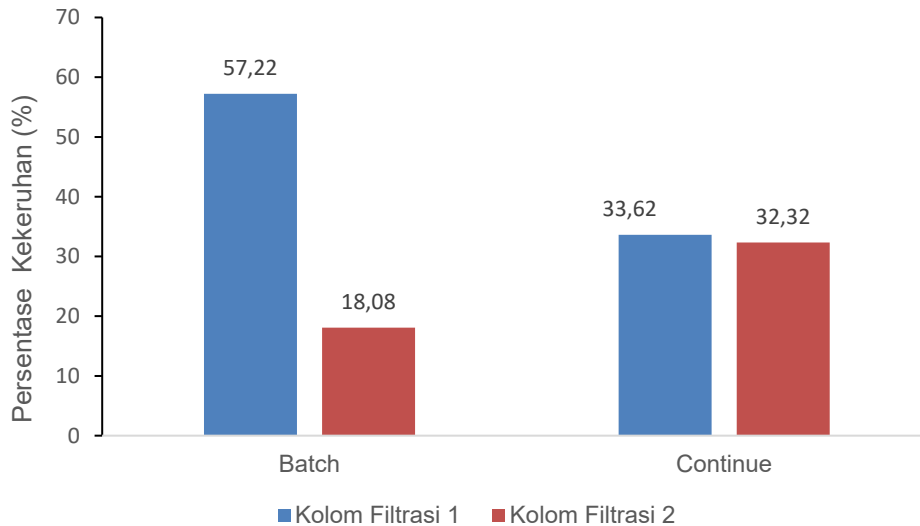
Penelitian (Zahra dan Sumiyati, 2013), penurunan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair tahu dengan teknologi kolam (pond)-biofilm menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball menunjukkan pada hari ke 30 mencapai angka 7,56

### 4. Pengukuran kekeruhan

Berdasarkan grafik diatas didapatkan efektifitas penurunan konsentrasi kekeruhan pada metode batch kolom filtrasi 1 menunjukkan angka 57,22% dan kolom filtrasi 2 menunjukkan angka 18,08 %. Pada metode continue kolom filtrasi 1 menunjukkan angka 33,62% dan kolom filtrasi 2 menunjukkan angka 32,32%. Dari hasil persentase, semua kolom filtrasi pada metode batch maupun continue mengalami penurunan konsentrasi kekeruhan. Kekeruhan dapat disebabkan oleh berbagai material yang tersuspensi, dengan ukuran koloid atau kasar yang terdispersi berupa materi organik maupun anorganik. Hal tersebut menyebabkan semakin tingginya materi yang tersuspensi semakin besar pula kekeruhan yang akan ditimbulkan. (Aziz, 2014)



Gambar 10. Pengaruh metode dan media filtrasi pada peningkatan konsentrasi pH



Gambar 11. Pengaruh metode dan media filtrasi pada penurunan konsentrasi kekeruhan

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan media bioball efektif dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan. Hal tersebut dibuktikan pada persentase efektivitas penurunan konsentrasi kekeruhan yaitu 57,22%, diperoleh dari kolom 1 dengan metode batch pada sampel hari 1. Penggunaan media bioring efektif dalam meningkatkan pH. Hal tersebut dibuktikan pada persentase peningkatan konsentrasi pH pada hari ke-1 yang tertinggi adalah pada kolom filter 2 dengan persentase efektivitas peningkatan 41,27%. Metode batch efektif meningkatkan kualitas air air limbah tahu untuk parameter COD, pH, dan kekeruhan pada hari ke-1. Metode continue efektif dalam meningkatkan kualitas air limbah tahu untuk parameter COD, DO, pH dan kekeruhan pada hari ke-1.

Lebih lanjut, pemilihan metode yang tepat dalam pengolahan limbah industri tahu perlu terus dilakukan penelitian yang berkelanjutan untuk hasil yang optimal. Bioball dan bioring merupakan dua jenis media filtrasi yang masing-masing memiliki efektivitas yang dipengaruhi oleh metode dan karakteristik dari limbah memerlukan mikroorganisme selektif yang bersifat oksidator atau aerator untuk dapat menghasilkan kualitas air limbah yang optimal dengan penurunan COD dan kekeruhan, serta peningkatan nilai DO yang sesuai baku mutu.

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan penulis kepada laboratorium C-Biore Universitas Diponegoro yang telah memberikan dukungan baik secara material berupa dana penelitian dan fasilitas penelitian maupun dukungan secara moril bagi tersusunnya artikel ini..

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. S., Prajati, G. and Suryawan, I. W. K. (2019) 'Penambahan Media Karbon Aktif dan Geotekstil pada Sand Filter', *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(2), p. 237. doi: 10.31544/jtera.v4.i2.2019.237-242.
- Angraeni. A.(2014), Pengolahan limbah Cair Tahu Secara Anaerob Menggunakan Sistem Batch, *Reka Lingkungan*, 2(1)
- Ariani, W., Sumiyati, S. and Wardana, I. W. (2014) 'Studi Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Rumah Makan Dengan Teknologi Biofilm Anaerob - Aerob Menggunakan Media Bioring Susunan Random', *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), pp. 1-10.
- Astuti D.A., and Ayu I.D.(2016) Treatment of Tofu Industry Wastewater using Bioreactor Anaerobic-Aerobic and Bioball as Media with Variation of Hydraulic Retention Time, *Reaktor*, Vol.19 No.1, pp18-25
- Fachrurrozi, M., Utami, L. B. and Suryani, D. (2010) 'Pengaruh Variasi Biomassa Pistia Stratiotes L. Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod, Dan Tss Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 4(1), pp. 1-16. doi: 10.12928/kemas.v4i1.1100.
- Faizal.M.,Mulana F.,Alam Nurul.P.,and Daimon H.(2014) Wastewater Characteristics from Tofu Processing Facilities in Banda Aceh, The Proceedings of The 4th Annual International Conf.Syiah Kuala University ( AIC Unsyiah), AIWEST-DR 2014
- Faizal .M.,Gani A.,Mulana.F.,and Daimon H.(2015) Treatment and Utilization of Industrial Tofu Waste in Indonesia, *Asian Journal of Chemistry*, Vol.28, No.3, 501-507
- Huhnke C.R.(2018), Factors Affecting Minimum Dissolved Oxygen Concentration in Stream, *ETD Archive* , 1085

- Indriyati, I. and Susanto, J. P. (2016) 'Unjuk Kerja Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Biologi', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(2), p. 159. doi: 10.29122/jtl.v13i2.1415.
- Kasman, M. et al. (2018) 'Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam sistem kombinasi constructed wetland dan filtrasi', *Jurnal Litbang Industri*, 8(1), pp. 39-46. doi: 10.24960/jli.v8i1.3832.39-46.
- Kaelzi.K.,Lubken.M.,Nettmann.E.,Krimmler.S.,and Nichern.M.(2020) Slow sand filtration of Raw Wastewater using Biochar as an Alternative Filtration Media, *Scientific Reports-Natureresearch*, 10:1229
- Nasional, S., Ics, I. and Nasional, B. S. (2008) 'Perencanaan instalasi saringan pasir lambat'.
- Rahayu, A., Masturi, M. and Yulianti, I. (2015) 'Pengaruh Perubahan Massa Zeolit Terhadap Kadar Ph Limbah Pabrik Gula Melalui Media Filtrasi', *Jurnal Fisika Unnes*, 5(2), p. 79972. doi: 10.15294/jf.v5i2.7411.
- Said, N. I. (2005) 'Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter', *Jurnal Air Indonesia*, 1(1), pp. 1-11.
- Sato, A. et al. (2015) 'Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu', *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015*, pp. 185-192.
- Shah C.R.(2017) Which Physical, Chemical and Biological Parameters of Water Determine its quality?Technical Report, DOI:10.13140/RG.2-2.29178.90569
- Simanjuntak. N.A.M Br., Zahra N.L., Suryawan I.W.K., (2021), Tofu wastewater Treatment Planning with Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Activated Sludge Application, *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 12(1), 21-27
- Sri Widyastuti & Antik Sepdian Sari (2016) 'Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam mereduksi Kesadahan', *Jurnal Teknik WAKTU*, Volume 09(ISSN : 1412 - 1867), pp. 42-53.
- Subekti, S. (2011) 'Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif', *Sains dan Teknologi*, (1), pp. 1-6.
- Sudaryati, N., Kasa, I. and Budiarsa Suyasa, I. (2012) 'Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu', *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 3(1).
- Sungkowo, T. H., Elystia, S. and Andesgur, I. (2015) 'Tanaman Typha Latifolia Dan Eceng Gondok Dengan', *Jom Feknik*, 2(2), pp. 1-8.
- Wagiman and Suryandono Ag (2006) A tofu wastewater treatment with a combination of anaerobic Baffle Reactor and Activated Sludge System, *Agritech*, Vol.26, No.1
- Wardhana, W. A. (2004) *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Yuniarti, D. P., Komala, R. and Aziz, S. (2019) 'Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Ptpn Vii Secara Aerobik', *Teknik Lingkungan*, 4(2), pp. 7-16.
- Zahra,S.A., Sumiyati Sri dan Dan E.S. ( 2013) Penurunan Konsentrasi BOD dan COD pada Limbah Cair tahu dengan Teknologi kolam (pond)-Biofilm menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball, *Journal of chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699