



PENGARUH JENIS MEDIA PADA *TRICKLING FILTER* TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU

Ika Meicahayanti*, Fahrizal Adnan, Muhammad Richo Baihaqi Suprayitno

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119

*Korespondensi penulis: ikameicahayanti@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair tahu yang dihasilkan oleh industri rumahan dan tidak dikelola dengan baik merupakan permasalahan lingkungan yang perlu ditangani. Maka dari itu, perlu adanya pengolahan agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Pengolahan limbah cair tahu dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan teknologi *trickling filter*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis media pada pengolahan *trickling filter* terhadap nilai BOD, COD, TSS, dan pH, serta mengetahui kondisi optimum dari variasi yang digunakan. Media yang digunakan adalah kerikil dan *bioball* dengan waktu pengamatan, yaitu 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Metode kontinyu dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan *seeding* dan aklimatisasi terlebih dahulu selama 14 hari sebelum media dikontakkan dengan limbah cair tahu. Nilai pH diamati selama proses *seeding* dan aklimatisasi berlangsung. Penelitian menggunakan dua reaktor dengan menggunakan media yang berbeda dan dilakukan pengambilan sampel sesuai dengan waktu pengamatan yang ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media mempengaruhi hasil pengolahan, serta semakin lama waktu pengamatan maka semakin besar penurunan konsentrasi parameter. Hasil efisiensi optimum terlihat pada jenis media kerikil dengan waktu pengamatan 216 jam, yaitu penurunan BOD, COD, TSS berturut-turut sebesar 91% dari konsentrasi awal 132 mg/L; 88% dari konsentrasi awal 278,7 mg/L; 86% dari konsentrasi awal 1804 mg/L, dan nilai pH sebesar 8,4 dari nilai pH awal 3,66.

Kata Kunci: *Bioball*, Kerikil, Limbah Cair Tahu, *Trickling Filter*

1. Pendahuluan

Pada umumnya, tahu diproduksi oleh industri rumahan atau skala kecil dengan bahan baku kacang kedelai yang diolah menjadi bubur lalu dipadatkan. Seiring berjalannya waktu, industri tahu semakin banyak karena merupakan bahan kebutuhan yang paling diminati. Dalam proses pembuatannya, industri tahu menghasilkan limbah cair yang biasanya tidak dikelola dengan baik.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, baku mutu untuk masing-masing parameter BOD, COD, TSS, dan pH adalah 150 mg/L, 300 mg/L, 200 mg/L, dan 6 – 9 [1], sedangkan berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 baku mutu untuk masing-masing parameter BOD, COD, TSS, dan pH adalah 150 mg/L, 300 mg/L, 100 mg/L, dan 6 - 9. Karakteristik limbah tahu pada umumnya yaitu, COD 9888 mg/L, BOD 8899 mg/L, TSS 200 mg/L dan pH 4,6 [2].

Trickling filter merupakan salah satu alternatif teknologi pengolahan air limbah yang memanfaatkan mikroorganisme. Pengolahan ini termasuk pengolahan biologi aerob terlekat. Mikroorganisme melekat pada media yang membentuk lapisan biofilm. Lapisan *biofilm* merupakan koloni mikroorganisme yang akan berkontak dengan air limbah, serta menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. Proses pengolahan pada *trickling filter* yaitu dengan cara memercikkan (*trickle*) air limbah pada permukaan suatu tumpukan media.

Menurut Suriawiria, faktor yang mempengaruhi proses *trickling filter* adalah jenis media. Bahan yang digunakan untuk media *trickling filter* harus kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan mempunyai luas permukaan per unit volume tinggi. Selain itu, yang mempengaruhi adalah waktu kontak.

Waktu kontak atau waktu tinggal, yang disebut dengan masa pengondisian atau pendewasaan agar mikroorganisme yang tumbuh di atas permukaan media telah memadai untuk terselenggaranya proses yang diharapkan [3].

Maka dari itu, penelitian ini membahas tentang pengaruh jenis media, yaitu *bioball* dan kerikil terhadap kinerja *trickling filter* dengan waktu pengamatan 24, 72, 120, 192, dan 216 jam.

2. Metode Penelitian

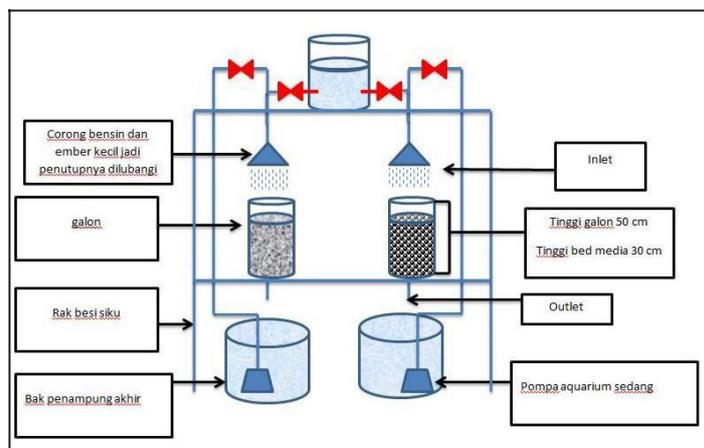
Penelitian dimulai dengan melakukan persiapan alat dan bahan, melakukan uji karakteristik awal limbah cair tahu, melakukan *seeding* dan aklimatisasi selama 14 hari, kemudian masuk tahap running, melakukan pengujian parameter penelitian, yaitu BOD, COD, TSS, dan pH pada waktu pengamatan 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Tahap akhir penelitian adalah analisis hasil pengolahan, serta penarikan kesimpulan dan saran.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua buah reaktor *trickling filter*, bak penampung awal limbah, bak penampung *outlet*, instrumen laboratorium, seperti neraca analitik, pH meter, oven *vacuum filter*, serta *glassware*, seperti gelas ukur, *beaker glass*, buret dan statif, botol winkler, tabung refluks, erlenmeyer, pipet tetes, dan pipet ukur.

Bahan yang digunakan adalah, limbah cair tahu yang diambil dari kawasan industri Selili, larutan standar buffer pH, reagen analisis BOD, serta kertas saring.

Uji karakteristik awal limbah cair tahu dilakukan pengambilan sampel secara grab sampling. Sampel yang telah diambil dibawa menuju laboratorium untuk diuji sesuai parameter yang dipantau, yaitu BOD, COD, TSS, dan pH. Metode uji untuk parameter BOD adalah metode winkler mengacu pada SNI-06-6989.72:2009 dan SMEWW-5210-B. Metode uji untuk parameter COD adalah metode refluks tertutup mengacu pada SNI 6989.2-2009 dan SMEWW-5220-B. Metode uji untuk parameter TSS adalah metode gravimetri mengacu pada SNI 06-6989.3-2004 dan SMEWW 2540 D. Metode uji untuk parameter pH adalah metode potensiometri dengan menggunakan pH meter.

Seeding dan aklimatisasi dilakukan dengan mempersiapkan media, yaitu kerikil dan *bioball* terlebih dahulu. *Seeding* adalah proses penumbuhan mikroorganisme pada media atau yang sering disebut dengan penumbuhan *biofilm* agar pengolahan yang direncanakan berjalan dengan efektif. Aklimatisasi adalah proses adaptasi mikroorganisme yang telah tumbuh dalam media. Pada proses aklimatisasi, mikroorganisme tidak diberi nutrisi sampai konsentrasi COD turun yang menandakan telah adanya aktivitas mikroorganisme. Proses aklimatisasi dapat dikatakan selesai ketika efisiensi penyisihan COD telah konstan dengan fluktuasi yang tidak lebih dari 10% [4]. Cara yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan memasukkan limbah cair tahu dengan cara dipercikkan ke media hingga waktu yang ditentukan, yaitu 14 hari. Selama 14 hari, media diamati secara fisik dan dilakukan pengukuran nilai pH untuk memprediksi mikroorganisme telah tumbuh di atas permukaan media.



Gambar 1. Reaktor Penelitian



Tahap *running* merupakan tahapan inti dari penelitian, yaitu mengontakan limbah cair tahu pada media yang telah melewati proses *seeding* dan aklimatisasi dalam reaktor yang telah disiapkan. Reaktor dan proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Proses penelitian dilakukan dengan mengalirkan air limbah pada reaktor dengan cara dipercikkan sehingga air limbah dapat kontak dengan lapisan biofilm yang ada pada media. Pengambilan sampel dilakukan di *outlet* setiap waktu pengamatan yang telah ditentukan, yaitu 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Sampel diuji laboratorium sesuai parameter yang dipantau, yaitu BOD, COD, TSS, dan pH. Data hasil laboratorium kemudian dianalisis sebagai bahan untuk penarikan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Hasil Uji Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

Sampel yang diambil secara grab sampling di kawasan industri tahu Selili kemudian diuji karakteristiknya di laboratorium. Hasil uji menunjukkan nilai BOD, COD, TSS, dan pH secara berturut-turut adalah 132 mg/L; 278,7 mg/L; 1804 mg/L; dan 3,66. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang ada, nilai BOD dan COD masih memenuhi baku mutu, sedangkan nilai TSS dan pH tidak memenuhi baku mutu. Nilai pH asam pada limbah cair tahu dikarenakan terdapat penambahan asam pada proses pembuatannya.

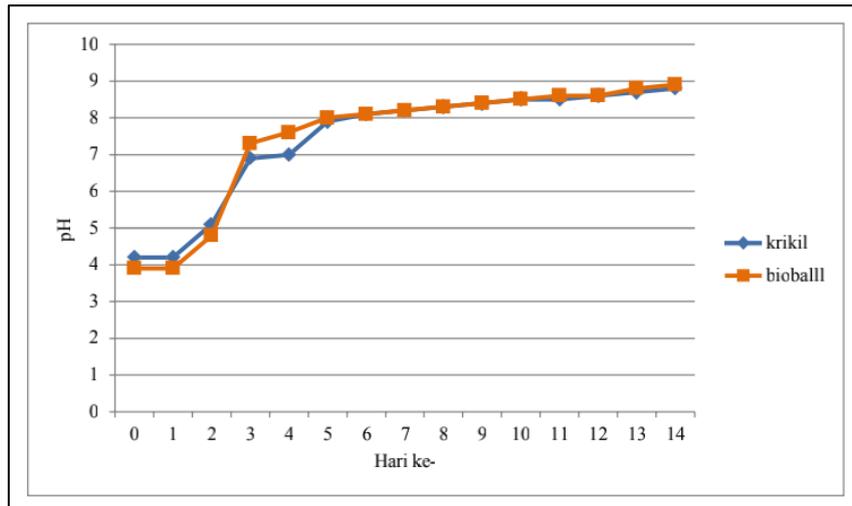
Analisis Hasil *Seeding* dan Aklimatisasi

Proses ini dilakukan selama 14 hari. Selama proses, dilakukan pengamatan fisik dan pengukuran pH. Hasil *seeding* dan aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut penelitian oleh Widyaningsih, *biofilm* biasanya berupa lapisan yang berwarna merah kecoklatan dan lengket pada media [5].



Gambar 2. Hasil *Seeding* dan Aklimatisasi

Pengukuran pH dilakukan setiap hari selama 14 hari. Pengukuran nilai pH bertujuan untuk memprediksi telah ada aktifitas mikroorganisme hasil dari proses *seeding* dan aklimatisasi. Nilai pH awal adalah 3,9 dan setelah masuk tahap ini, nilai pH cenderung naik menuju ke netral dan basa. Nilai pH pada hari ke-14 adalah sebesar 8,9. Peningkatan nilai pH dari asam menuju basa, menunjukkan terjadi proses degradasi zat organik oleh mikroorganisme akibat proses metabolisme. Perubahan nilai pH selama proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran pH selama *Seeding* dan Aklimatisasi

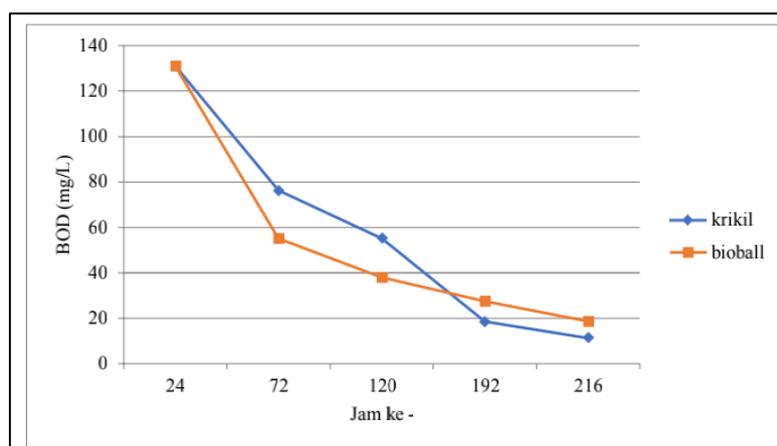
Analisis Hasil Pengolahan *Trickling Filter*/Tahap *Running*

Analisis Konsentrasi BOD

Pengujian parameter BOD menggunakan metode winkler pada waktu pengamatan 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Perubahan konsentrasi dan besar efisiensi pada parameter BOD dalam proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Tabel 1. Hasil Analisis Konsentrasi dan Efisiensi BOD

Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi BOD (mg/L)		Efisiensi (%)	
	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Biobal	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Biobal
0	132	132	0	0
24	131	131	7,57	7,57
72	76,2	55	42,27	58,33
120	55	38	58,33	71,21
192	18,6	27,4	85,90	79,24
216	11,2	18,6	91,51	85,90



Gambar 4. Hasil Pengukuran BOD



Pada Tabel 1 dan Gambar 4, terlihat bahwa konsentrasi BOD semakin lama semakin menurun. Pada konsentrasi awal konsentrasi BOD sebesar 132 mg/L, kemudian menurun secara bertahap dengan konsentrasi terendah dan efisiensi tertinggi pada media kerikil di waktu pengamatan 216 jam. Hal ini menunjukkan, semakin lama waktu kontak, semakin besar penurunannya. Menurut Priyanto dan Titiresmi, hal ini disebabkan karena semakin lama waktu tinggal, maka zat organik yang didegradasi oleh mikroba semakin besar, sehingga konsentrasi BOD semakin turun [6]. Penurunan nilai BOD diakibatkan oleh proses degradasi senyawa organik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme membutuhkan senyawa organik untuk sintesis sel sehingga pada pengolahan ini senyawa organik yang ada pada limbah dimanfaatkan oleh mikroorganisme.

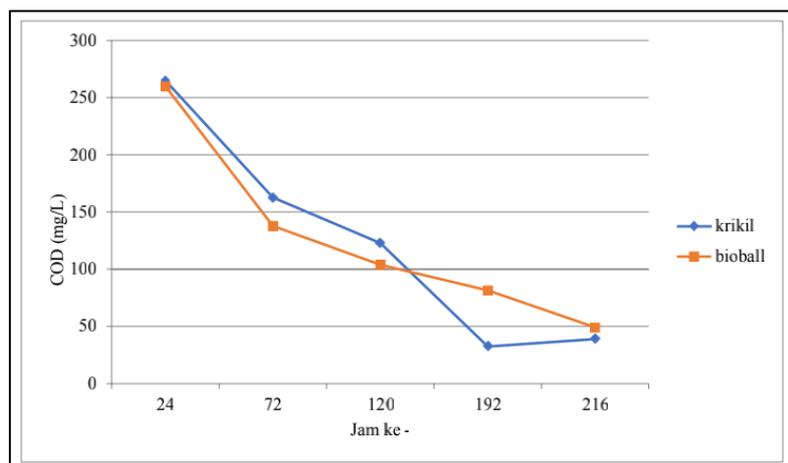
Penggunaan jenis media pada kedua reaktor memberikan hasil berbeda. Pada waktu pengamatan 72 dan 120 jam, reaktor dengan media bioball memberikan penurunan konsentrasi BOD dibandingkan media kerikil, namun kejadian sebaliknya terjadi pada waktu pengamatan berikutnya, yaitu pada 192 dan 216 jam. Hal ini diduga karena pada jam 192 dan 216 jam, biofilm pada media bioball sudah mengalami penurunan jumlah mikroorganismenya.

Analisis Konsentrasi COD

Pengujian parameter COD menggunakan metode refluks tertutup pada waktu pengamatan 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Perubahan konsentrasi dan besar efisiensi pada parameter BOD dalam proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Hasil Analisis Konsentrasi dan Efisiensi COD

Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi BOD (mg/L)		Efisiensi (%)	
	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Biobal	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Biobal
0	278,7	278,7	0	0
24	265	260	4,91	6,70
72	163	138	41,51	50,48
120	123	104	55,86	62,68
192	32,5	81,5	88,33	70,75
216	39,06	49,22	85,98	82,33



Gambar 5. Hasil Pengukuran COD



Pada Tabel 2 dan Gambar 5, terlihat bahwa penurunan konsentrasi COD memiliki trend yang hampir sama dengan penurunan BOD. Semakin lama waktu pengamatan, maka semakin besar penurunan konsentrasinya. Pada waktu pengamatan 0, konsentrasi awal COD sebesar 278,7 mg/L, kemudian menurun secara bertahap dengan konsentrasi terendah dan efisiensi tertinggi pada media kerikil di waktu pengamatan 216 jam. Penurunan nilai COD ini juga diakibatkan oleh aktifitas mikroorganisme dalam reaktor. Senyawa organik melewati proses aerob oleh mikroorganisme dalam reaktor yang mengakibatkan turunnya nilai zat organik, yang terukur sebagai BOD dan COD.

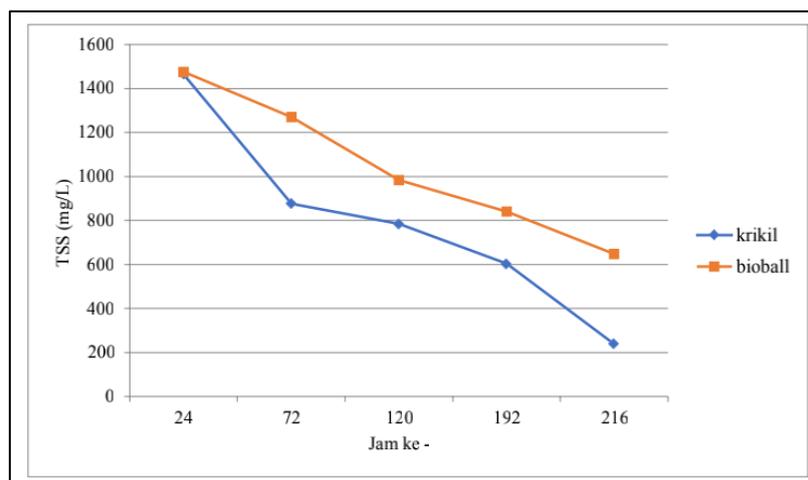
Perbandingan penurunan konsentrasi COD pada kedua jenis media juga sama halnya dengan BOD. Pada waktu pengamatan 72 dan 120 jam, reaktor dengan media bioball memberikan penurunan konsentrasi COD dibandingkan media kerikil, namun kejadian sebaliknya terjadi pada waktu pengamatan berikutnya, yaitu pada 192 dan 216 jam. Namun pada waktu pengamatan 216 jam di media kerikil, terjadi kenaikan konsentrasi COD. Hal ini diduga karena jumlah mikroorganisme yang semakin menurun. Mikroorganisme banyak yang mati sehingga mengakibatkan kenaikan nilai COD.

Analisis Konsentrasi TSS

Pengujian parameter TSS menggunakan metode gravimetri pada waktu pengamatan 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Perubahan konsentrasi dan besar efisiensi pada parameter TSS dalam proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Hasil Analisis Konsentrasi dan Efisiensi TSS

Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi COD (mg/L)		Efisiensi (%)	
	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Biobal	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Biobal
0	1804	1804	0	0
24	1464	1476	18,84	18,18
72	876	1270	51,44	29,60
120	784	984	56,54	45,45
192	604	814	66,51	54,84
216	238	648	86,80	64,07



Gambar 6. Hasil Pengukuran TSS



Pada Tabel 3 dan Gambar 6, terlihat bahwa penurunan konsentrasi TSS memiliki trend yang hampir sama dengan parameter sebelumnya. Hal ini memperkuat bahwa semakin lama waktu pengamatan, maka semakin baik efisiensinya. Pada waktu pengamatan 0, konsentrasi awal TSS sebesar 1804 mg/L, kemudian menurun secara bertahap dengan konsentrasi terendah dan efisiensi tertinggi pada media kerikil di waktu pengamatan 216 jam. Penurunan nilai TSS ini diduga karena adanya proses pengendapan di reaktor.

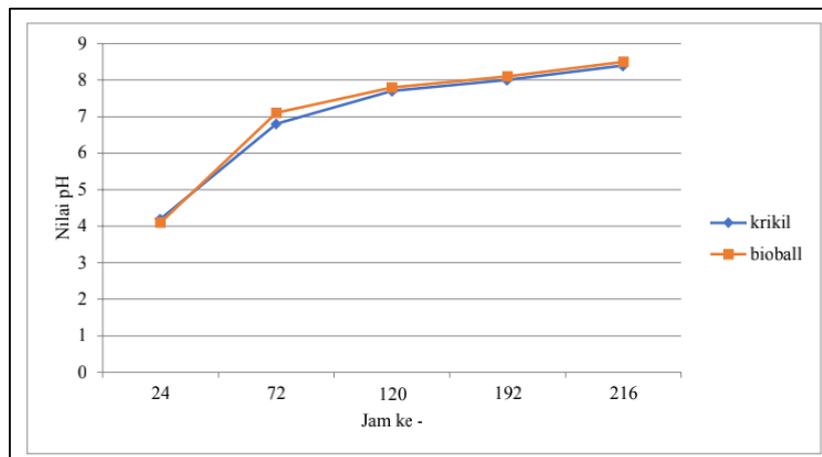
Pada kedua reaktor dengan jenis media yang berbeda, menunjukkan bahwa kinerja media kerikil lebih baik dibandingkan media bioball. Hal ini terlihat dari waktu pengamatan 0 hingga akhir, yaitu pada 216 jam. Hal ini diduga karena pori antar media kerikil lebih kecil sehingga mampu menahan partikel TSS lebih banyak dibandingkan bioball.

Analisis Konsentrasi pH

Pengujian parameter pH menggunakan metode potensiometri pada waktu pengamatan 24, 72, 120, 192, dan 216 jam. Perubahan konsentrasi dan besar efisiensi pada parameter TSS dalam proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Tabel 3. Hasil Analisis Pengukuran pH

Waktu Pengamatan (jam)	Nilai pH	
	Reaktor Media Kerikil	Reaktor Media Bioball
0	3,66	3,66
24	4,2	4,1
72	6,8	7,1
120	7,7	7,8
192	8	8,1
216	8,4	8,5



Gambar 7. Hasil Pengukuran pH

Pada Tabel 4 dan Gambar 7, terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai pH. Semakin lama waktu pengamatan, maka semakin naik nilai pH menuju nilai netral bahkan basa. Hal ini menandakan adanya aktifitas mikroorganisme di dalam pengolahan. Nilai pH tertinggi terjadi pada waktu 216 jam dengan nilai pH sebesar 8,4.

Nilai perubahan pH pada kedua reaktor dengan jenis media berbeda memberikan perbedaan nilai yang kecil, sehingga bisa dinyatakan bahwa jenis media tidak mempengaruhi perbedaan nilai pH. Tren yang dibentuk oleh kedua media juga sama, yaitu semakin lama semakin meningkat.



4. Kesimpulan

Dari hasil analisis, maka dapat disimpulkan bahwa, jenis media mempengaruhi penurunan konsentrasi parameter limbah cair tahu pada pengolahan trickling filter. Pada jenis media kerikil memberikan penurunan yang lebih baik dibandingkan media bioball pada parameter BOD, COD, dan TSS. Untuk parameter pH perbedaan jenis media tidak memberikan pengaruh.

Hasil optimum dicapai pada media kerikil dengan waktu pengamatan 216 jam, dimana efisiensi untuk masing-masing parameter BOD, COD, TSS, dan pH sebesar 91% dari konsentrasi awal 132 mg/L; 88% dari konsentrasi awal 278,7 mg/L; 86% dari konsentrasi awal 1804 mg/L, dan nilai pH sebesar 8,4 dari nilai pH awal 3,66. Dari hasil pada beberapa waktu pengamatan juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang diberikan maka semakin baik penurunannya.

Referensi

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*, 05/2014.
- [2] Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur, *Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, 02/2011.
- [3] U. Suriawiria, *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bandung, Indonesia: Angkasa, 2003.
- [4] R. A. Ananda, E. Hartati, dan Salafudin, "Seeding dan Aklimatisasi pada Proses Anaerob Two Stage System menggunakan Reaktor Fixed Bed," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, vol. 1, no. 6, 2017.
- [5] V. Widyaningsih, "Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma FISIP UI," Undergraduate Thesis, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia, 2011.
- [6] B. Priyanto dan Titiresmi, "Beberapa Aspek Pengelolaan Cagar Alam Rawa Danau Sebagai Air Baku," *Jurnal Teknik Lingkungan PTL-BPPT*, vol. 7, no. 3, pp. 277-283, 2006.