PENGGUNAAN BIOFILTER ANAEROB UNTUK MENURUNKAN KADAR PENCEMAR ORGANIK PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

Muhammad Al Kholif, Frisvi Alfiah, Sugito, Pungut, Joko Sutrisno
Program Studi Teknik lingkungan, Fakultas Teknik
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
email: alkholif87@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu mengandung zat organik yang tinggi seperti BOD_5 dan COD sehingga perlu adanya pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu alternatif pengolahan yaitu menggunakan sistem biofilter anaerob. Penelitian ini bersifat eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar BOD_5 dan COD pada limbah cair industri tahu menggunakan sistem biofilter anaerob. Reaktor yang digunakan terdiri dari 2 buah reaktor dan terbuat dari kaca dengan ketebalan 10 mm. Reaktor pertama bervolume 0,081 m^3 yang diisi dengan media batu kerikil setinggi 70 cm dan reaktor kedua bervolume 0,059 m^3 diisi dengan media bioball rambutan setinggi 45 cm. Limbah cair industri tahu dialirkan ke dalam reaktor biofilter anaerob secara kontinyu dengan arah aliran down flow. Parameter yang diukur yaitu kadar BOD_5 dan COD pada inlet maupun outlet reaktor biofilter anaerob. Reaktor 1 bermedia batu kerikil mampu menyisihkan kadar BOD_5 dengan penyisihan tertinggi terjadi pada waktu operasi hari ke-4 yaitu sebesar 943,8 mg/L dan penyisihan kadar COD tertinggi pada waktu operasi hari ke-4 yaitu sebesar 1931,2 mg/L. Sedangkan pada reaktor 2 bermedia bioball rambutan mampu menyisihkan kadar BOD_5 dengan penyisihan tertinggi terjadi pada waktu operasi hari ke-4 yaitu sebesar 936,7 mg/L dan penyisihan kadar COD tertinggi pada waktu operasi hari ke-4 yaitu sebesar 1856,6 mg/L.

Kata Kunci : batu kerikil, bioball rambutan, biofilter anaerob, limbah tahu.

ABSTRACT

Tofu industrial liquid waste contains high organic matter such as BOD_5 and COD so it needs processing before being discharged into the environment. One of alternative processing is using an anaerobic biofilter system. This study is experimental which aims to determine the decrease of BOD_5 and COD levels in tofu wastewater using anaerobic biofilter system. The reactor consist is 2 reactors and is made of glass with a thickness of 10 mm. The first reactor with a volume of 0.081 m^3 was filled with 70 cm of gravel media and a second reactor with a volume of 0.059 m^3 filled with 45 cm of rambutan bioball media. Tofu industrial liquid waste is flowed into the anaerobic biofilter reactor continuously with down flow direction. Parameters measured were BOD_5 and COD levels at the anaerobic biofilter reactor inlet and outlet. The highest removal of BOD_5 levels in reactor 1 with gravel media occurred on the 4^{th} day of operation with a allowance of 943.8 mg/L and the highest removal of COD levels at the 4^{th} day of operation was 1931.2 mg/L. Whereas the highest removal of BOD_5 levels in reactor 2 with rambutan bioball media occurred on the 4^{th} day of operation with a allowance

of 936.7 mg/L and the highest removal of COD levels at the 4th day of operation with a allowance of 1856.6 mg/L.

Keywords: anaerobic biofilter, gravel stone, rambutan bioball, tofu waste.

1. PENDAHULUAN

Industri tahu saat ini telah menjadi salah satu industri rumah tangga yang tersebar luas baik di kota-kota besar maupun kecil (Sato *et al*., 2015). Industri tahu dalam proses produksinya selain menghasilkan produk juga menghasilkan limbah yang apabila tidak diolah terlebih dahulu dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Limbah yang dihasilkan industri tahu pada umumnya yaitu limbah padat dan limbah cair (Kaswinarni, 2007). Limbah padat industri tahu merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini dijual dan diolah oleh pengrajin menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan tepung ampas tahu. Sedangkan limbah cair industri tahu merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan, dan pencetakan tahu. Oleh karena itu, limbah yang dihasilkan sangat tinggi (Kaswinarni, 2007). Dengan adanya pemanfaatan untuk limbah padat industri tahu, maka limbah tersebut tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Sedangkan untuk limbah cairnya apabila dibuang langsung ke lingkungan melalui saluran pembuangan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Dalam proses produksinya industri tahu menyumbang limbah cair mencapai 20 juta meter kubik (m^3) per tahun (Widayat dan Hadiyanto, 2015). Sedangkan menurut Husin (2008), untuk tiap 1 kg bahan baku kedelai dalam setiap prosesnya membutuhkan rata-rata 45 liter air dan akan menghasilkan limbah cair berupa *whey* rata-rata sebesar 43,5 liter. Limbah cair industri tahu pada umumnya mengandung bahan organik seperti TSS, BOD, dan COD yang tinggi, jika langsung dibuang ke badan air dapat menyebabkan timbulnya bau yang menyengat dan polusi air yang dapat menyebabkan kematian ikan serta biota lainnya (Sungkowo *et al*., 2015).

Melihat kondisi limbah cair industri tahu yang masih di atas baku mutu, maka perlu adanya suatu pengolahan agar pencemar dari aktivitas industri tahu tidak mencemari lingkungan secara luas. Salah satu teknologi pengolahan yang tepat untuk diterapkan yaitu proses biologi dengan biakan melekat (*attached culture*) atau disebut dengan biofilter. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ningsih (2009), tentang penggunaan *up flow* anaerob biofilter dalam menurunkan kadar BOD air limbah tahu di Desa Ngepos, Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang diperoleh hasil yaitu media bioball mampu menurunkan kadar BOD sebesar 1522,78 mg/L dan media batu kerikil sebesar 1168,37 mg/L. mengacu dari hasil penelitian yang ada, maka konsep penelitian yang akan dilakukan adalah menurunkan kadar BOD_5 dan COD pada limbah cair industri tahu dengan proses biofilter anaerob aliran *down flow* bermedia batu kerikil dan bioball rambutan. Secara keseluruhan proses biofilter anaerob bermedia batu kerikil mampu menurunkan kadar BOD_5 dengan penyisihan lebih dari 900 mg/L dan kadar COD dengan penyisihan lebih dari 1900 mg/L. Sedangkan proses biofilter anaerob bermedia bioball rambutan mampu menurunkan kadar

BOD_5 dengan penyisihan lebih dari 900 mg/L dan kadar COD dengan penyisihan lebih dari 1800 mg/L.

2. METODOLOGI

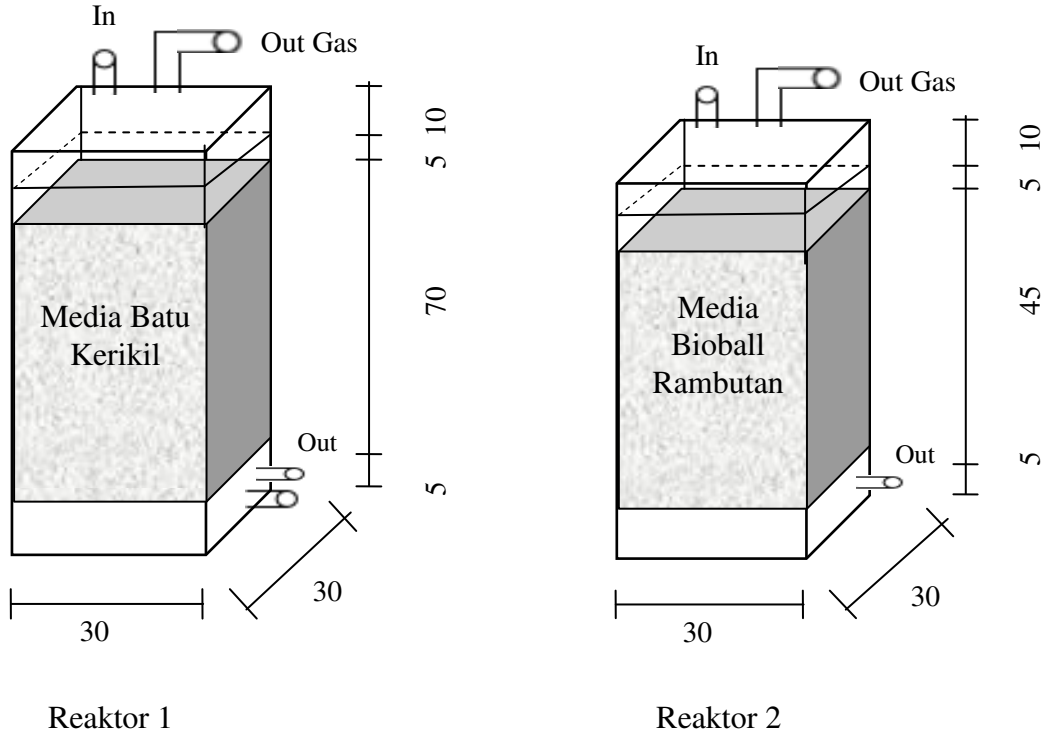
2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat *eksperimental* yang bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar BOD_5 dan COD pada limbah cair industri tahu dengan sistem biofilter anaerob. Secara umum tahapan penelitian dirancang sesuai dengan prosedur dalam penelitian dengan tujuan mencapai target yang diiginkan. Adapun tahapan penelitian terdiri dari (1) analisis awal kadar BOD_5 dan COD, (2) persiapan alat dan bahan, (3) proses *seeding* dan aklimatisasi yang dilakukan langsung di reaktor biofilter anaerob, (4) proses penurunan kadar BOD_5 dan COD pada limbah cair industri tahu sesuai dengan variabel yang telah ditentukan.

Dalam penelitian ini reaktor biofilter anaerob terbuat dari kaca dengan ketebalan 10 mm. Reaktor yang digunakan sebanyak 2 reaktor dimana pada reaktor 1 bervolume 0,081 m^3 yang diisi dengan media batu kerikil berdiameter 3,8 cm dengan ketinggian media di dalam reaktor yaitu 70 cm dan reaktor 2 bervolume 0,059 m^3 diisi dengan media bioball rambutan berdiameter 3,8 cm dengan ketinggian media di dalam reaktor yaitu 45 cm. Limbah cair industri tahu yang akan diolah dialirkan ke dalam 2 buah reaktor biofilter anaerob secara kontinyu dengan arah aliran *down flow* dan debit aliran sebesar 0,035 m^3/hari.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil uji pendahuluan pada limbah cair industri tahu diketahui bahwa kadar BOD_5 dan COD berturut-turut adalah 2867,4 mg/L dan 6827,2 mg/L. Nilai parameter pencemar tersebut masih di atas baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai khususnya pembuatan tahu yaitu BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, TSS 200 mg/L, dan pH 6-9. Sampel yang diambil untuk di analisa yaitu sampel *inlet* dan *outlet*. Pengambilan sampel *inle*t dan *outlet* dilakukan setelah pada kondisi steady state dan melewati proses pengolahan selama 24 jam dan diambil sekali dalam 1 hari pada saat mengalirkan limbah baru ke dalam reaktor selama 5 hari berturut-turut. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu media batu kerikil dan bioball rambutan. Setelah data terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan analisis data dan pembahasan untuk mengkaji penurunan kadar BOD_5 dan COD sesudah pengolahan. Proses analisis data ditampilkan dalam bentuk diagram batang kemudian dijelaskan dengan melihat perbandingan hasil antara reaktor 1 dan reaktor 2. Desain reaktor pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Reaktor Biofilter Anaerobik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. *Seeding* dan Aklimatisasi

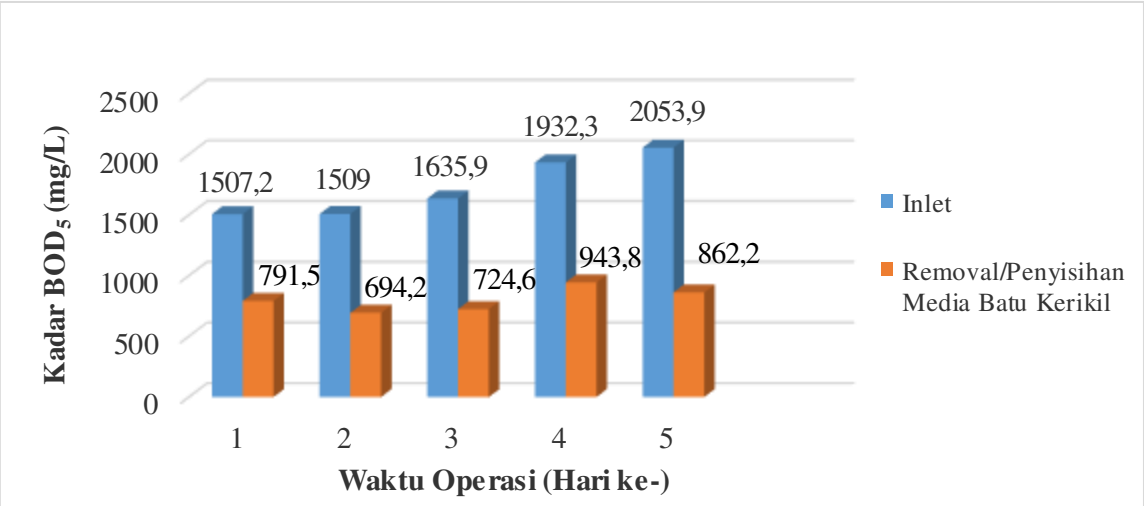
Proses *seeding* dan aklimatisasi pada penelitian ini dilakukan secara alami dengan tujuan mikroorganisme pengurai limbah dapat dengan mudah tumbuh dan beradaptasi dengan lingkungan baru secara cepat. untuk mencapai kondisi *steady state* dalam proses *seedings* dan aklimatisasi yang lebih cepat dilakukan pemberian nutrisi pada mikroorganisme pengurai secara terus menerus dengan menggunakan air limbah baru. Kondisi *steady state* pada penelitian ini terjadi pada hari ke-13 beroperasi dengan penyisihan kadar zat organik pada limbah cair industri tahu relatif stabil yang menunjukkan bahwa sudah diperbolehkan untuk melakukan pengolahan, hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Ratnawati (2010), yang menyatakan bahwa kondisi *steady state* pada proses aklimatisasi menggunakan sistem biofilter bermedia batu kerikil untuk menurunkan COD limbah cair industri tahu terjadi pada hari ke-11. Sedangkan kondisi *steady state* pada teknologi kolam (*pond*) bermedia jaring ikan dan bioball untuk menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair tahu terjadi pada hari ke-30 (Wardhani *et al*., 2015). Berbeda dengan proses aklimatisasi tanaman pada pengolahan limbah cair industri tahu dengan menggunakan sistem wetland, dimana dalam prosesnya dibutuhkan waktu selama 14 hari untuk mencapai kondisi tanaman siap untuk diaplikasikan (Al Kholif *et al*., 2020).

3.2. Penyisihan Kadar BOD_5 Bermedia Batu Kerikil

Nilai BOD yang diuji pada penelitian ini yaitu BOD selama 5 hari (BOD_5). Proses pengolahan dimulai dengan mengalirkan limbah cair industri tahu ke dua buah reaktor penelitian.

Pengambilan sampel *inlet* dan *outlet* dilakukan setiap 24 jam sekali selama 5 hari penelitian. Penyisihan kadar BOD_5 ini disebabkan karena adanya aktivitas pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi dan terlekat.

Penyisihan kadar BOD_5 pada reaktor 1 bermedia batu kerikil dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyisihan Kadar BOD_5 pada Reaktor 1 bermedia Batu Kerikil

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa pada penelitian ini pengujian kadar BOD_5 pada *inlet* dilakukan setiap hari dikarena kadar BOD_5 pada limbah cair yang dihasilkan industri tahu setiap proses produksi mengalami perbedaan. Setelah melewati proses pengolahan, penurunan kadar BOD_5 untuk masing-masing reaktor adalah reaktor 1 yaitu 791,5 mg/L, reaktor 2 mencapai 694,2 mg/L, reaktor 3 mencapai 724,6 mg/L, 943,8 mg/L dan reaktor ke-5 mencapai 862,2 mg/L. efisiensi tertinggi tertinggi terjadi pada waktu operasi hari ke-5 yaitu sebesar 58,02%. Namun, jika dilihat dari segi efisiensi, maka pada waktu operasi hari kelima menunjukan nilai efisiensi yang lebih tinggi yaitu sebesar 58,02%. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu operasi hari ke-4, mikroorganisme bekerja pada kondisi yang optimum dalam menguraikan bahan organik yang ada pada air limbah. Penyisihan tertinggi ini juga berkaitan dengan nilai pH yang diukur sebagai variabel kontrol yang menunjukkan bahwa pada waktu operasi hari ke-4 memiliki nilai pH tertinggi dan mendekati netral yaitu 6,89. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Al Kholif dan Ratnawati (2016), yang menyatakan bahwa penyisihan tertinggi kadar pencemar pada suatu pengolahan limbah menandakan adanya kinerja mikroorganisme yang cukup signifikan. Menurut Astuti *et al.* (2007), kebanyakan mikroorganisme tumbuh paling baik pada nilai pH mendekati netral, sehingga penyisihan substrat dapat berlangsung dengan baik dan penyisihan kadar COD yang didapat juga tinggi.

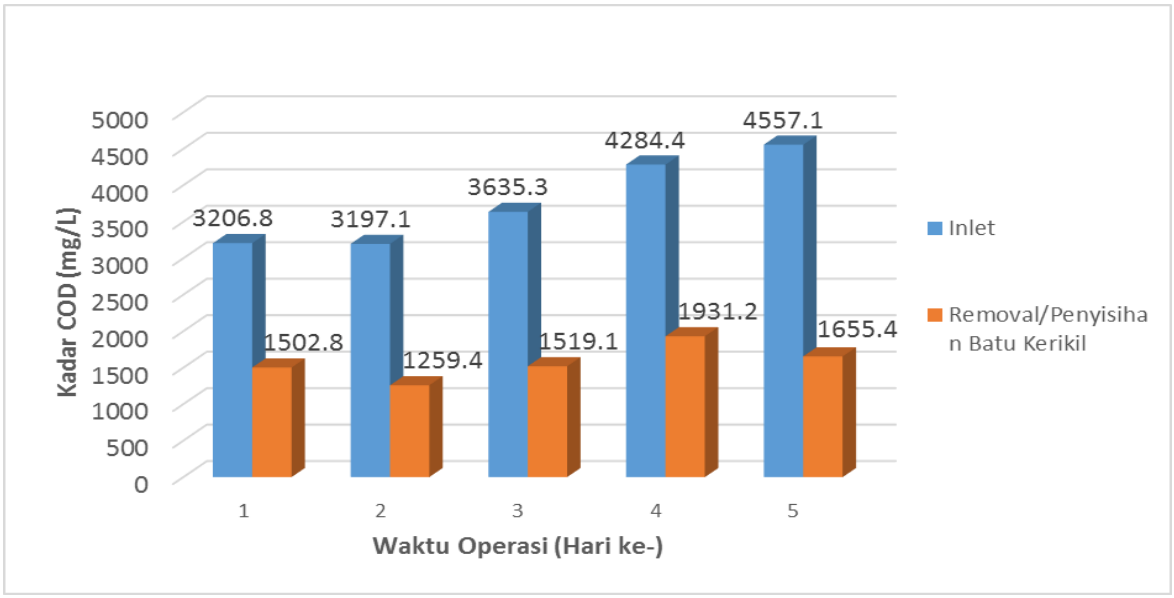
Penurunan penyisihan kadar BOD_5 pada hari ke-5 terjadi karena adanya kematian pada mikroorganisme yang disebabkan semakin berkurangnya *nutrient* dalam air limbah dan adanya pengaruh dari kadar senyawa kompleks yang sudah tidak dapat diuraikan, sehingga mikroorganisme tidak mampu lagi untuk melakukan proses penyisihan air limbah (Ratnawati *et al*., 2011). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ratnawati dan Al

Kholif (2018), yaitu aplikasi batu apung pada biofilter anaerobik untuk pengolahan limbah cair rumah potong ayam dengan penelitian selama 10 hari dan menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kadar BOD_5 kembali pada hari ke-8 dan ke-9.

Penggunaan aliran *upflow* pada biofilter anaerob dalam menurunkan kadar BOD air limbah tahu di Desa Ngepos, Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang menggunakan media batu kerikil mampu menurunkan kadar BOD sebesar 1168,37 mg/L dengan efisiensi sebesar 65,73 % (Ningsih, 2009). Operasi filtrasi dengan sistem *up flow* kecepatan alirnya lebih stabil dibandingkan dengan operasi filtrasi dengan sistem *down flow*. Selain itu, perbedaan efisiensi juga dipengaruhi oleh tinggi media biofilter. Semakin tebal atau tinggi media lapisan filter maka efektivitas penurunan kadar pencemar semakin tinggi (Nurullita dan Mifbakhuddin, 2010). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Saumi dan Purnomo (2018), yaitu penurunan kadar BOD_5 dan fenol limbah kawasan industri dengan ketebalan trickling filter bervariasi dari variasi tinggi media 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm, dengan penyisihan kadar BOD_5 terbaik terjadi pada tinggi media 50 cm yaitu sebesar 86,9 %.

3.3. Penyisihan Kadar COD Bermedia Batu Kerikil

Karakteristik parameter COD umumnya lebih besar dibandingkan dengan paramerer COD. Sama halnya dengan penyisihan kadar BOD_5, pada parameter COD sampel yang dianalisis adalah pada *inlet* dan *outlet.* Penyisihan kadar COD pada reaktor 1 bermedia batu kerikil dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penyisihan Kadar COD pada Reaktor 1 bermedia Batu Kerikil

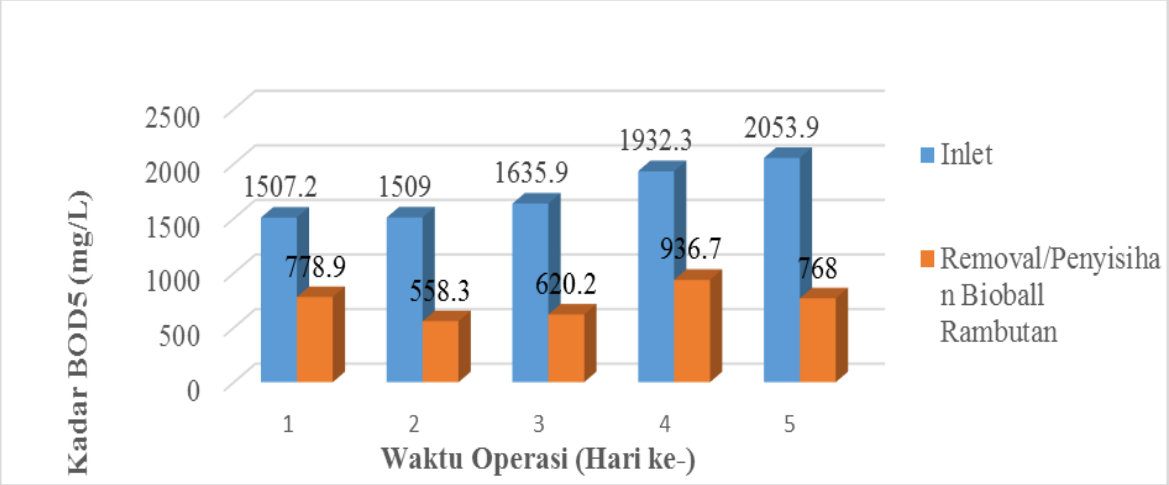
Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa penyisihan kadar COD untuk masing-masing waktu operasi yaitu pada hari ke-1 sebesar 1502,8 mg/L, hari ke-2 sebesar 1259,4 mg/L, hari ke-3 sebesar 1519,1 mg/L, hari ke-4 sebesar 1931,2 mg/L, dan hari ke-5 sebesar 1655,4 mg/L. dari hasil tersebut menunjukan bahwa hasil paling optimal diperoleh pada wakti operasi hari ke-5 yang mencapai niai efisiensi sebesar 63%. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Ratnawati (2010), yaitu penurunan COD limbah tahu dengan biofilter anaerob media kerikil

mampu menurunkan kadar COD pada waktu tinggal 96 jam dari inlet 15.921,79 mg/L menjadi outlet 1.913,80 mg/L dengan efisiensi sebesar 87,98 %.

Pengolahan limbah cair industri tahu untuk menurunkan kadar COD dengan menggunakan teknologi wetland dengan menerapkan pengenceran limbah cair sebesar 25% : 75% diperoleh nilai efisiensi sebesar 39,83% pada waktu tinggal 12 jam. Sedangkan pada konsentrasi limbah pengencer 50% : 50% diperoleh nilai terbaik sebesar 19,84% pada waktu tinggal 24 jam (Al Kholif et al., 2021). Penelitian lain menunjukan bahwa pada waktu tinggal 18 jam didapatkan nilai efisiensi besesar 41,68% (Al Kholif et al., 2020). Penurunan kadar COD juga dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi menggunakan media karbon aktif dan zeolit. Penurunan kadar COD pada media karbon aktif mencapai 72,48% dan pada media zeolit mencapai 64,55% (Pungut et al., 2021).

3.4. Penyisihan Kadar BOD_5 Bermedia *Bioball* Rambutan

Kandungan BOD pada air limbah merupakan salah satu karakteristik air limbah yang selalu dijadikan sebagai faktor untuk menentukan apakah limbah tersebut tercemar atau tidak terhadap lingkungan. Penyisihan kadar BOD_5 pada reaktor 2 bermedia *bioball* rambutan dapat dilihat pada Gambar 4.



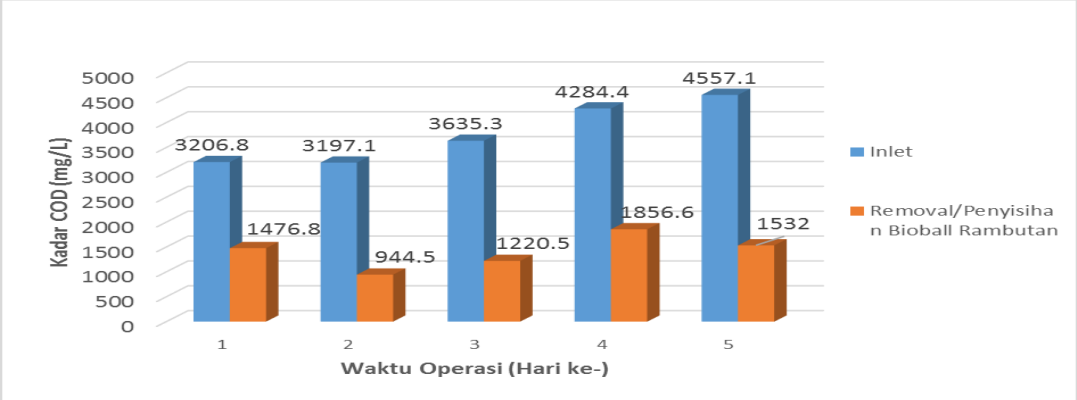
Gambar 4. Penyisihan BOD_5 pada Reaktor bermedia Bioball Rambutan

Gambar 4, dapat diketahui bahwa penyisihan kadar BOD_5 untuk masing-masing waktu operasi yaitu pada hari ke-1 sebesar 778,9 mg/L, hari ke-2 sebesar 558,3 mg/L, hari ke-3 sebesar 620,2 mg/L, hari ke-4 sebesar 936,7 mg/L, dan hari ke-5 sebesar 768,0 mg/L. Pada penelitian ini, penyisihan kadar BOD_5 tertinggi terjadi pada waktu operasi hari ke-3 dengan efisiensi sebesar 63,00%. Penyisihan tertinggi ini juga berkaitan dengan nilai pH yang diukur sebagai variabel kontrol yang menunjukkan bahwa pada waktu operasi hari ke-4 memiliki nilai pH tertinggi dan mendekati netral yaitu 6,58. Selain itu terjadinya penyisihan kadar BOD_5 disebabkan karena banyaknya mikroorganisme pengurai yang hidup dan berkembangbiak pada media bioball rambutan yang meredusi pencemar kadar BOD_5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fitri *et al*. (2016), yaitu penurunan kadar COD, BOD, dan TSS pada limbah cair industri MSG dengan biofilter anaerob media bioball mampu menurunkan kadar BOD_5 sebesar 3954 mg/L dengan efisiensi sebesar 45,71 % pada hari ke-9.

Penurunan kadar BOD_5 dan fenol limbah kawasan industri dengan ketebalan trickling filter bervariasi dari variasi tinggi media 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm, dengan penyisihan kadar BOD_5 terbaik terjadi pada tinggi media 50 cm yaitu sebesar 86,9 % (Saumi dan Purnomo, 2018).

3.5. Penyisihan Kadar COD Bermedia Batu Kerikil

Umumnya kadar COD pada air limbah industri tahu memiliki nilai tertinggi dari semua bahan pencemar yang terkandung didalamnya. Kadar COD pada salah satu Industri Tahu di wilayah Tulangan menunjukan angka 4895,9 mg/L (Al Kholif, dkk, 2020). Sedangkan pada penelitian ini kadar COD tertinggi hanya mencapai 4557,1 mg/L. Penyisihan kadar COD pada reaktor 1 bermedia batu kerikil dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penyisihan COD pada Reaktor bermedia Bioball Rambutan

Gambar 5, diketahui bahwa penurunan kadar COD untuk masing-masing waktu operasi yaitu pada hari ke-1 sebesar 1476,8 mg/L, hari ke-2 sebesar 944,5 mg/L, hari ke-3 sebesar 1220,5 mg/L, hari ke-4 sebesar 1856,6 mg/L, dan hari ke-5 sebesar 1532 mg/L. nilai efisiensi terbesar terjadi pada hari ke-2 dengan nilai efisiensi sebesar 70,45%. Tingginya nilai efisiensi pada hari ke-2 disebabkan karena aktivitas mikroorganisme yang lebih efektif dalam mereduksi pencemar COD. Efisiensi tertinggi untuk kadar COD mencapai 73,13 % pada pengolahan air lindi dengan menggunakan teknologi Moving Bed Biological Reactor (MBBR) (Al Kholif dan Febrianti, 2019).

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu efisiensi tertinggi pada reaktor bermedia kerikil terjadi pada hari ke-5, dimana pada kadar BOD_5 mencapai nilai efisiensi sebesar 58,02% dan COD mencapai 63%. Sedangkan pada reaktor bermedia bioball rambutan, efisiensi tertinggi untuk kadar BOD_5 terjadi pada hari ke-3 dengan nilai efisiensi 63,00% dan kadar COD terjadi pada hari ke-2 dengan nilai efisiensi mencapai 70,45%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan oleh penulis kepada Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur dan juga Hayat Tulloh Husaini yang banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Al Kholif, M., Pungut, Sugito, Sutrisno, J., & Dewi, W. S. (2020). Pengaruh Waktu Tinggal dan Media Tanam pada Constructed Wetland untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu. *Jurnal Al Ard*, *5*(2), 107–115.

Al Kholif, M, Istaharoh, I., Pungut, Sutrisno, J., & Widyastuti, S. (2021). Penerapan Teknologi Fitoremidiasi untuk Menghilangkan Kadar COD dan TSS pada Air Buangan Industri Tahu. *Al-Ard Jurnal Teknik Lingkungan*, *6*(2), 77–85.

Al Kholif, Muhammad, & Febrianti, E. (2019). Penerapan Teknologi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Bermedia Kaldness dalam Menurunkan Pencemar Air Lindi. *Jurnalis*, *2*(1), 1–12.

Al Kholif, Muhammad, & Ratnawati, R. (2016). Removal Ammonia (NH3) in Industrial Chicken Slaughterhouse by Anaerobic Biofilter. *Prosiding Seminar Internasional the 1st Seminar on Environment and Health Toward SDG's Achievement 2030 Integration System on Environment and Health Sustainability*, 171–179.

Fitri, H. M., Hadiwidodo, M., & Kholiq, M. A. (2016). Penurunan Kadar COD, BOD, dan TSS pada Limbah Cair Industri MSG (Monosodium Glutamat) dengan Biofilter Anaerob Media Bio-Ball. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *5*(1), 1–10. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan

Husin, A. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Biofiltrasi Anaerob Dalam Reaktor Fixed-Bed*. Universitas Sumatera Utara.

Kaswinarni, F. (2007). *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu* [Universitas Diponegoro]. https://www.neliti.com/publications/146461/kajian-teknis-pengolahan-limbah-padat-dan-cair-industri-tahu#cite

Ningsih, D. P. (2009). *Penggunaan Up Flow Anaerob Biofilter Dalam Menurunkan Kadar BOD Air Limbah Tahu di Desa Ngepos Kecamatan Tegalrejo Kabupaten Magelang*. Universitas Diponegoro.

Nurullita, U., & Mifbakhuddin. (2010). Manipulasi Waktu Tinggal dan Tebal Media Filter Tempurung Kelapa terhadap Penurunan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) Air Limbah Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 137–144.

Pungut, Al Kholif, M., & Pratiwi, W. D. I. (2021). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Fosfat pada Limbah Laundry dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, *13*(2), 155–165.

Ratnawati, B. (2010). *Penurunan COD Limbah Tahu Dengan Biofilter Media Kerikil*.

Universitas Diponegoro Semarang.

Ratnawati, R., Slamet, A., & Hermana, J. (2011). Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, *10*(1).

Ratnawati, Rhenny, & Al Kholif, M. (2018). Efek Perubahan Unsur Kalium dan Aerasi terhadap Kinerja Alga-Bakteri untuk Mereduksi Polutan Pada Air Boezem Morokrembangan. *Prosiding Seminar Nasional VIII Teknik Lingkungan ITS Dan Seminar Nasional VII Ikatan Alumni Teknik Penyehatan Indonesia (IATPI)*.

Sato, A., Utomo, P., & Abineri, H. S. B. (2015). Pengolahan Limbah Tahu secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 185–192.

Saumi, A. R., & Purnomo, Y. S. (2018). Penurunan BOD5 dan Fenol Limbah Kawasan Industri dengan Ketebalan Media Trickling Filter Bervariasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, *8*(2), 118–125.

Sungkowo, T. H., Elystia, S., & Andesgur, I. (2015). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typha Latifolia dan Eceng Gondok dengan Metode Fitoremediasi. *Jom Fteknik*, *2*(2), 1–8.

Wardhani, N. K., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2015). Penurunan Konsentrasi BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu dengan Teknologi Kolam (Pond) - Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan dan Bioball. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *4*(1), 1–14.

Widayat, & Hadiyanto. (2015). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Untuk Produksi Biomassa Mikroalga Nannochloropsis Sp Sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Jurnal Reaktor*, *15*(4).