

PENGARUH KONSENTRASI UMPAN TERHADAP PERSENTASE PENURUNAN KONSENTRASI BAHAN PENCEMAR AIR LIMBAH INDUSTRI TEPUNG TAPIOKA MENGGUNAKAN PROSES ANAEROBIC FIXED FILM BIOFILTER (AF2B)

Nur Alfiatuz Zahroh, Prayitno

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
alfiatuzz@gmail.com, [prayitno@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Limbah cair industri tepung tapioka berasal dari proses pencucian bahan baku serta pengendapan pati, dimana limbah cair ini masih banyak mengandung bahan-bahan organik yang cukup tinggi sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan perairan (sungai) yang berupa bau busuk, warna hitam, dan kematian ikan dan menurunnya kualitas air sungai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi BOD umpan terhadap penurunan konsentrasi BOD, COD, dan TSS dalam air limbah industri tepung tapioka menggunakan proses *anaerobic fixed film biofilter* yang bekerja secara kontinyu. Media biofilter yang digunakan adalah media sarang tawon. Variabel yang digunakan pada percobaan ini adalah konsentrasi BOD umpan sebesar 813,089 mg/l, dan 2439,1056 mg/L serta waktu tinggal 2 hari. Parameter yang diuji dalam penelitian ini antara lain: BOD, COD, dan TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi BOD umpan sebesar 813,089 mg/l terjadi penurunan maksimal konsentrasi BOD, COD dan TSS masing – masing sebesar 90%, 17%, dan 75%.

Kata kunci: limbah, industri tepung tapioka, anaerobic fixed film biofilter, BOD

ABSTRACT

Tapioca flour industry wastewater comes from the washing process of raw materials and starch deposition, where this liquid waste still contains a lot of organic materials which are high enough so that it has the potential to cause pollution to the aquatic environment (river) in the form of foul odor, black color, and fish mortality and decreased quality River water. The study aims to determine the effect of feed BOD concentrations on decreasing concentrations of BOD, COD, and TSS from tapioca flour industry wastewater using anaerobic fixed film biofilter process that works continuously. The biofilter media used was honeycomb media. The variables used in this experiment were BOD concentrations of bait of 813.089 mg / l, and 2439.1056 mg / l and a residence time of 2 days. The parameters tested in this study include: BOD, COD, and TSS. The results showed that at the BOD concentration of bait of 813.089 mg / l there was a maximum decrease in the concentration of BOD, COD and TSS respectively by 90%, 17%, and 75%.

Keywords: wastewater, tapioca flour industrial, anaerobic fixed film biofilter, BOD

1. PENDAHULUAN

Limbah cair tapioka adalah limbah cair yang berasal dari proses pencucian serta pengendapan, dimana limbah cair ini masih banyak mengandung bahan-bahan organik yang cukup tinggi. Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah industri tepung tapioka dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Masalah yang sering timbul akibat

tingginya kandungan limbah cair tapioka diantaranya yaitu bau busuk, kondisi anaerob, warna hitam, dan kematian ikan dan menurunnya kualitas air sungai. Limbah cair industri tepung tapioka masih mengandung bahan-bahan organik, antara lain: *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 3000-6000 mg/l, *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 7000 - 30.000 mg/l dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 1.500 – 5.000 mg/l, pH 6 - 6,5 [1].

Beberapa studi telah dilakukan untuk menurunkan bahan – bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah tapioka. Hariono, dkk. [2] menyebutkan bahwa dengan menggunakan metode *Rotating Biological Contactor* pada kecepatan putar cakram 50 rpm dapat menurunkan kandungan BOD sebesar 89.56%, sedangkan pada kecepatan putar 100 rpm dapat menurunkan kandungan BOD sebesar 92.06%. Ikhlas, dkk. [3] menggunakan proses biofilm dengan media biofilter potongan bambu berbentuk *honeycomb*, dimana dengan waktu tinggal 3 jam dapat menurunkan kandungan COD sebesar 25 - 34,8%, sedangkan dengan waktu tinggal 5 jam dapat menurunkan kandungan COD sebesar 50 - 79,1%. Wintolo dan Isdiyanto [4] menyebutkan bahwa pengolahan limbah cair tepung tapioka menggunakan sistem anaerobik dengan *fixed bed polyethylene bioreactor*, dengan rata - rata beban COD sebesar 0,317 gr COD/liter/hari atau 949,6 kg COD/150 m³/hari diperoleh persen penyisihan sebesar 70,3%. Dengan demikian penurunan BOD dan COD dipengaruhi oleh faktor waktu tinggal hidrolis dan metode atau proses biologi proses yang digunakan.

Proses pengolahan limbah cair secara biologis didasari oleh proses alami di setiap pemrosesan. Mikroorganisme mengoksidasi karbon menjadi CO₂, serta air dan nitrogen ammonia menjadi nitrogen nitrat dan gas nitrogen. Tujuan dari pengolahan air limbah secara biologis adalah untuk menurunkan konsentrasi zat-zat yang terkandung dalam air limbah yang berbahaya yang dihasilkan oleh manusia atau alam dengan mengubah polutan yang terkandung dalam air limbah sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan [5]. Untuk itu dalam meningkatkan efisiensi pengolahan yaitu meningkatkan prosentase penurunan/penyisihan bahan pencemar dalam proses biologi maka perlu dilakukan suatu penelitian melalui perubahan terhadap beberapa faktor yang mempengaruhi proses biologi, antara lain perubahan terhadap konsentrasi BOD umpan. Dengan demikian tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi BOD umpan terhadap besarnya penurunan konsentrasi parameter bahan pencemaran (BOD, COD, TSS) dalam air limbah tepung tapioka dengan menggunakan proses AF2B.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, menggunakan peralatan reaktor AF2B yang dirancang sendiri terbuat dari drum plastik dengan kapasitas 60 L dan menggunakan menggunakan media biofilter sarang tawon. Reaktor AF2B yang mengandung biofilter berbentuk sarang tawon memiliki luas permukaan spesifik yang luas sehingga dapat memaksimalkan proses biodegradasi polutan oleh mikroorganisme [6]. Bahan percobaan yang digunakan berupa air limbah industri tepung tapioka, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi BOD umpan terhadap penurunan BOD, COD dan TSS dalam air limbah maka dilakukan sampling setiap 1 hari sekali selama 5 hari dan dilakukan pengukuran besarnya konsentrasi BOD, COD dan TSS setelah melalui proses di dalam reaktor AF2B.

2.1 Bahan dan Alat yang di gunakan

Bahan utama penelitian ini menggunakan limbah cair industri tepung tapioka. Reagent yang dibutuhkan untuk pengujian BOD meliputi reagent Mangan Sulfat, Alkali-Iodida, Asam

Sulfat, Amylum, Natrium Tiosulfat 0,025N dan air pengencer. Sedangkan untuk pengujian COD, reagent yang digunakan meliputi $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 yang mengandung Ag_2SO_4 , Ferroamonium sulfat.

Peralatan yang di gunakan untuk pengolahan limbah yaitu bioreaktor sistem kontinyu dengan kapasitas 60 liter, pompa air, bak penampung. Sedangkan peralatan yang di gunakan untuk pengujian BOD meliputi glassware, serangkaian alat untuk titrasi, botol winkler dan inkubator. Peralatan untuk pengujian COD meliputi peralatan glassware, serangkaian alat reflux, serangkaian alat untuk titrasi, dan batu didih. Peralatan untuk pengujian TSS meliputi kertas saring, oven, neraca analitik, dan serangkaian alat *vaccum filter*.



Gambar 1. Peralatan percobaan (Reaktor AF2B)

2.2 Variabel Percobaan

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah konsentrasi BOD umpan. Sedangkan untuk variabel terikat adalah nilai BOD, COD, dan TSS *effluent*, dan variabel kontrol yaitu waktu tinggal proses selama 2 hari.

2.3 Prosedur Percobaan

Pada penelitian ini sumber inokulum (*starter*) berasal dari limbah cair industri tepung tapioka. Pada proses aklimatasi *starter*, limbah cair industri tepung tapioka sebanyak 10 L di berikan penambahan nutrisi berupa urea dengan volume 1 L/hari setiap 5 hari sekali selama satu bulan, hingga volume dari starter mencapai 16 L. Setelah proses aklimatasi *starter* berjalan selama satu bulan kemudian reaktor diisi dengan limbah cair industri tepung tapioka. Volume limbah cair yang di tambahkan sebanyak 34 L dengan laju alir limbah sebesar 710 ml/jam dengan konsentrasi awal BOD masing-masing reaktor sebesar 813.089 mg/l, dan 2439.1056 mg/L kemudian dimasukkan ke dalam *anaerobic fixed film biofilter* selama waktu tinggal yang telah ditentukan yaitu 2 hari. Proses pengolahan limbah dilakukan secara kontinyu dimana setelah proses pengolahan limbah mencapai waktu tinggal 2 hari proses tetap di lanjutkan dengan tetap mengalirkan limbah cair industri tepung tapioka dengan dengan laju alir limbah sebesar 710 ml/jam selama 5 hari. Pengambilan data COD, BOD, dan

TSS dilakukan sebelum proses fermentasi, pada saat pertengahan waktu fermentasi dan akhir proses fermentasi. Waktu pengamatan dan sampling untuk COD, BOD dan TSS dilakukan setelah waktu tinggal hidrolis selesai yaitu pada hari ke 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 hari. Waktu Analisa dilakukan pada hari yang sama dengan pada saat pengambilan sampel dan jika tidak memungkinkan penyimpanan sampel dilakukan berdasarkan SNI 6989.72:2009

2.4 Analisa Data

Analisa data dilakukan sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Analisa COD dilakukan menggunakan metode reflux terbuka. Analisa BOD dilakukan menggunakan metode botol winkler, Oksigen terlarut diukur sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari dengan suhu 20°C. Analisa TSS dilakukan menggunakan metode gravimetri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tepung Tapioka

Analisis yang pertama kali dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan pengujian terhadap karakteristik awal dari limbah cair industri tepung tapioka yang digunakan. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi senyawa organik pada limbah cair mula-mula sehingga ketika penelitian dilakukan dapat memudahkan dalam penentuan variasi konsentrasi yang digunakan. Analisis awal karakteristik limbah ini dilakukan dengan menguji parameter utama yaitu BOD, COD, dan TSS.

Kondisi limbah cair industri tepung tapioka yang akan digunakan secara fisik memiliki kekeruhan yang cukup tinggi dan berbau menyengat. Hasil uji konsentrasi umpan bahan pencemar limbah cair industri tepung tapioka terdapat pada Tabel 3.1

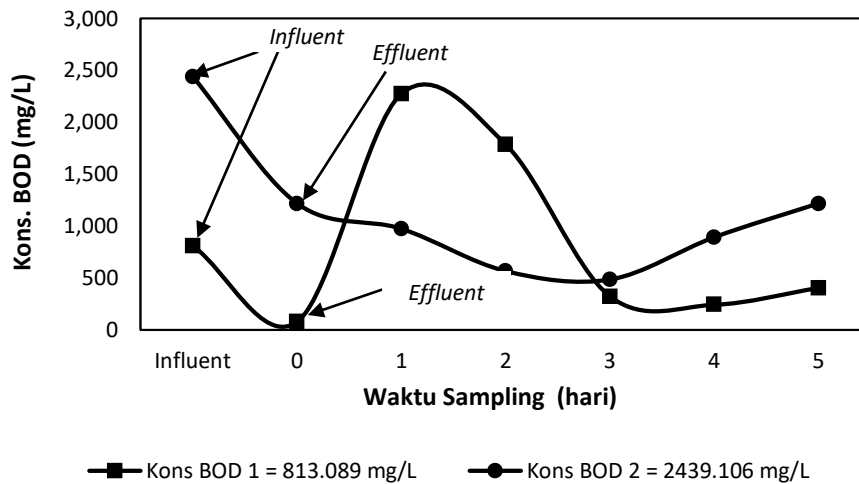
Tabel 1. Karakteristik awal limbah cair industri tepung tapioca

Parameter	Satuan	Variabel A Kons. BOD umpan 813.089 mg/L	Variabel B Kons. BOD umpan 2439.1056 mg/L
BOD	mg/l	813.089	2439.1056
COD	mg/l	25200	26400
TSS	mg/l	1600	2000

Hasil pengujian limbah dari laboratorium ini setelah di uji nilai BOD, COD, dan TSS masih belum memenuhi standar baku mutu air limbah. Nilai konsentrasi limbah inlet yang dihasilkan masih diatas ambang batas baku mutu limbah cair untuk industri tapioka yaitu BOD = 150 mg/l, COD = 300 mg/l, dan TSS = 100 mg/l (Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-1/MenLH/10/1995) [7]. Melihat tingginya konsentrasi BOD dan COD limbah ini perlu adanya pengolahan sebelum di buang ke tempat pembuangan. Penanganan bisa menggunakan cara kimia ataupun biologi.

3.2 Pengaruh Konsentrasi BOD Umpan Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

Variasi konsentrasi BOD umpan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri atas 813.089 mg/L dan 2439.1056 mg/L. Analisa BOD dengan metode botol winkler, Oksigen terlarut diukur sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari dengan suhu 20°C. Hasil uji parameter BOD untuk setiap variasi konsentrasi BOD umpan Gambar 2.



Gambar 2. Hasil analisa konsentrasi BOD

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pengolahan limbah menggunakan metode *Anaerobic Fixed Film Biofilter* dengan variasi konsentrasi BOD umpan 813.089 mg/l dan 2439.1056 mg/L serta waktu tinggal 2 hari dapat menurunkan konsentrasi BOD limbah cair tepung tapioka. Pada waktu sampling hari ke-0 setelah proses pengolahan limbah selama 2 hari, pada konsentrasi BOD umpan 813.089 mg/L persentase penurunan konsentrasi BOD sebesar 90%. Sedangkan pada konsentrasi BOD umpan 2439.1056 mg/L persentase penurunan konsentrasi BOD hanya sebesar 53%.

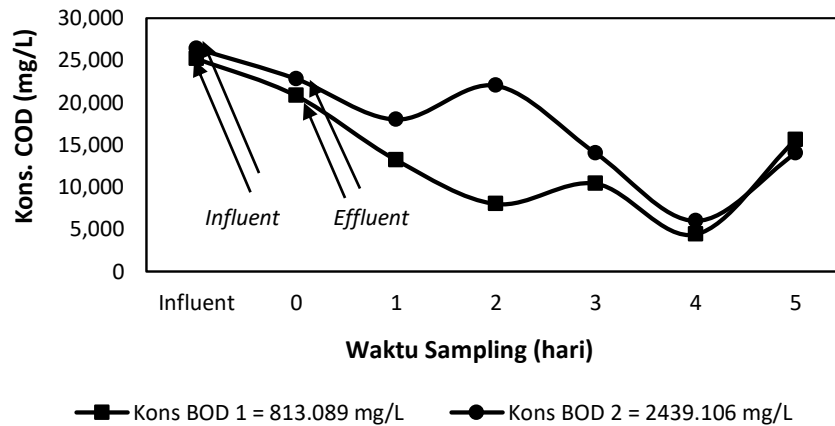
Pada Gambar 2 dapat dilihat untuk variasi konsentrasi BOD umpan 813.089 mg/l terjadi kenaikan nilai konsentrasi BOD *effluent* untuk waktu sampling hari ke-1. Hal tersebut disebabkan karena sampel di simpan lebih dari waktu yang di tetapkan dalam SNI 6989.72:2009 sebelum di lakukannya Analisa, proses penyimpanan sampel di lakukan karena adanya keterbatasan penggunaan laboratorium. Batas antara treatment limbah dan pengujian kadar BOD atau lama penyimpanan sampel berdasarkan SNI 6989.72:2009 tidak boleh lebih dari 2 jam atau jika lebih dari 2 jam maka suhu harus dijaga kurang lebih 4 °C

Hasil penelitian ini dimana efisiensi penyisihan terbesar pada penyisihan BOD terjadi pada konsentrasi umpan 813.089 mg/L sesuai dengan penelitian Said [8] dimana efisiensi penyisihan tertinggi dicapai pada beban BOD sebesar 0,077 kg BOD/ m³.hari, dengan efisiensi penyisihan BOD mencapai 95,16%.

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa Perbedaan efisiensi persentase penurunan konsentrasi BOD antara variabel konsentrasi BOD umpan 813.089 mg/L dan konsentrasi BOD umpan 2439.1056 mg/L disebabkan karena beban organik yang tinggi pada variable kedua sehingga mikroorganismenya tidak mampu menyisihkan parameter BOD secara efektif. Kenaikan konsentrasi awal (*influent*) maka akan menurunkan persentase penyisihan dalam reaktor. Variasi konsentrasi influen BOD mempengaruhi tingkat removal BOD. Apabila konsentrasi influen lebih rendah, maka persentase penurunan yang dicapai lebih tinggi namun apabila konsentrasi influen BOD meningkat akan menyebabkan persentase penurunan konsentrasi BOD menurun. Hal ini disebabkan karena beban organik yang tinggi sehingga mikroorganismenya tidak mampu menyisihkan parameter BOD secara efektif. Efisiensi penurunan konsentrasi BOD semakin menurun seiring dengan beban organik yang semakin meningkat karena kemampuan mikroorganismenya semakin menurun dalam menyisihkan beban organik yang

diberikan. Apabila waktu tinggal menjadi lebih lama, efisiensi penurunan akan semakin meningkat untuk beban organik yang tinggi [9].

3.3 Pengaruh Konsentrasi BOD Umpam Terhadap Penurunan Konsentrasi COD



Gambar 3. Hasil analisa konsentrasi COD

Pada Gambar 3 menunjukkan hasil pengolahan limbah menggunakan metode *Anaerobic Fixed Film Biofilter* dengan variasi konsentrasi BOD umpam 813.089 mg/l dan 2439.1056 mg/L serta waktu tinggal 2 hari. Pada waktu sampling hari ke-0 setelah proses pengolahan limbah selama 2 hari, pada konsentrasi BOD umpam 813.089 mg/l persentase penurunan konsentrasi COD sebesar 17%. Sedangkan pada konsentrasi BOD umpam 2439.1056 mg/L persentase penurunan konsentrasi COD hanya sebesar 14%.

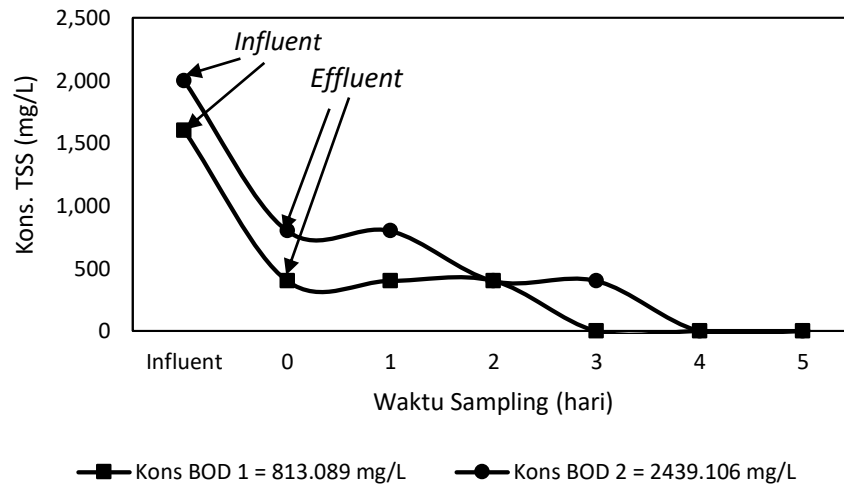
Hasil penelitian ini dimana efisiensi penyisihan terbesar pada penyisihan COD terjadi pada konsentrasi umpam 813.089 mg/L sesuai dengan penelitian Marwah [10] dimana efisiensi penyisihan tertinggi dicapai pada beban organik 7500 mg/L dengan efisiensi penyisihan COD mencapai 34.1%

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa kenaikan konsentrasi awal (*influent*) maka akan menurunkan persentase penyisihan dalam reaktor. Variasi konsentrasi influen BOD mempengaruhi tingkat removal COD. Apabila konsentrasi influen lebih rendah, maka persentase penurunan yang dicapai lebih tinggi namun apabila konsentrasi influen BOD meningkat akan menyebabkan persentase penurunan konsentrasi COD menurun. Hal ini disebabkan karena beban organik yang tinggi sehingga mikroorganisme tidak mampu mendegradasi zat organik maupun anorganik dalam air limbah sehingga penyisihan parameter COD tidak efektif. Efisiensi penurunan konsentrasi COD semakin menurun seiring dengan beban organik yang semakin meningkat karena kemampuan mikroorganisme semakin menurun dalam menyisihkan beban organik yang diberikan.

3.4 Pengaruh Konsentrasi BOD Umpam Terhadap Penurunan Konsentrasi TSS

Gambar 4 menunjukkan hasil pengolahan limbah menggunakan metode *Anaerobic Fixed Film Biofilter* dengan variasi konsentrasi BOD umpam 813.089 mg/l dan 2439.1056 mg/L serta waktu tinggal 2 hari. Pada waktu sampling hari ke-0 setelah proses pengolahan limbah selama 2 hari, pada konsentrasi BOD umpam 813.089 mg/l persentase penurunan konsentrasi

TSS sebesar 75%. Sedangkan pada konsentrasi BOD umpan 2439.1056 mg/L persentase penurunan konsentrasi TSS hanya sebesar 60%.



Gambar 4. Persentase penurunan konsentrasi TSS

Hasil penelitian ini dimana efisiensi penyisihan terbesar pada penyisihan TSS terjadi pada konsentrasi umpan 813.089 mg/L sesuai dengan penelitian Marwah [10] dimana efisiensi penyisihan tertinggi dicapai pada beban organik 7500 mg/L dengan efisiensi penyisihan COD mencapai 29.4%.

Peningkatan efisiensi penyisihan TSS disebabkan karena proses pengolahan zat organik yang terkandung di dalam air limbah seperti karbohidrat dan protein [11]. Seiring semakin meningkat konsentrasi BOD umpan yang diberikan sehingga mikroorganisme yang terkandung dalam reaktor tersebut tidak mampu menyisihkan parameter TSS secara efektif. Semakin tinggi beban organik yang diberikan maka akan semakin terbatas jumlah mikroorganisme pengurai aktif, dengan demikian kemampuan mendegradasikan substrat pun semakin terbatas [12].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi BOD umpan memiliki pengaruh dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri tapioka. Di mana pada konsentrasi BOD umpan sebesar 813.089 mg/l terjadi penurunan maksimal konsentrasi BOD, COD dan TSS masing – masing sebesar 90%, 17%, dan 75%.

4.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya, diharapkan pada tahap *running* untuk menggunakan waktu tinggal yang lebih lama untuk melihat bagaimana kemampuan biofilter dalam menyisihkan BOD, COD, dan TSS dengan waktu pengamatan yang lebih lama. Dan terkait dengan kondisi pandemic Covid-19 ada beberapa variable yang tidak bisa di lakukan untuk itu pada penelitian selanjutnya, diharapkan adanya penambahan jumlah variabel sehingga akan diperoleh data dan kesimpulan yang lebih komprehensif

REFERENSI

- [1] Prayitno, H.T., 2008, *Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, Tesis, Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Hariono, D., Wirosuedarmo, R., dan Susanawati, L. D., 2012, *Efektivitas Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Industri Tapioka dengan Metode Rotating Biological Contactor*, Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Vol. 2, No. 2, 11–16.
- [3] Ikhlas, N., Sumiyati, S., dan Sutrisno, E., 2014, *Penurunan COD Limbah Cair Tapioka Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Susunan Honeycomb Potongan Bambu Dan Penambahan Effective Microorganism (EM-4)*, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 3, No. 4, 1–12.
- [4] Wintolo, M., dan Isdiyanto, R., 2011, *Prospek Pemanfaatan Biogas dari Pengolahan Air Limbah*, Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Vol. 10, No. 2, 103–112.
- [5] Wichern, M., Gehring, T., dan Lübken, M., 2018, *Modeling of Biological Systems in Wastewater Treatment*. In book: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier Inc. Bochum, Germany.
- [6] Prayitno, P., Saroso, H., Rulianah, S., dan Prastika, M., 2017, *The Influence of Starter Volume and Air Flowrate in Hospital Waste Water Treatment Using Aerobic Fixed Film Biofilter Batch (Af2B) Reactor*, Jurnal Bahan Alam Terbarukan, Vol. 6, No. 1, 6–13.
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup, 2009, *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Pengolahan Tapioka*.
- [8] Said, N.I., 2007, *Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Lumpur Aktif*, Jurnal Air Indonesia, Vol. 3, No. 2, 160–174,
- [9] Verstraete, W., dan Vandevivere, P., 1997, *Broader And Newer Applications Of Anaerobic Digestion*, In: Proceeding of the 8th International Conference On Anaerobic Digestion, Vol. 1, 67–74, Sendai, Japan.
- [10] Marwah, N., 2020, *Studi Penurunan COD dan TSS pada Limbah Cair Tapioka Menggunakan Biofilter Anaerob-Aerob Media Bioring*, Universitas Sumatera Utara.
- [11] Said, N.I., 2014, *Penurunan Kadar Zat Organik Dalam Air Sungai dengan Biofilter Tercelup Struktur Sarang Tawon*, Jurnal Air Indonesia, Vol. 7, No. 1, 21-31.
- [12] Aslan, S., and Sekerdağ, N., 2008, *The Performance of UASB Reactors Treating High-Strength Wastewaters*, Journal of Environmental Health, Vol. 70, No. 6, 32-55.