

Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Terhadap Kadar BOD dan COD Limbah Tapioka dengan Metode *Rotating Biological Contactor*

The Effect of Time Detention for COD and BOD Value of Cassava Flour Waste Water Using Rotating Biological Contactor Method

Fahmi Agus Priyo Susilo¹, Bambang Suharto^{2*}, Liliya Dewi Susanawati²

¹Mahasiswa Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

²Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

*Email Korespondensi : bambangs@ub.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair tapioka memiliki karakteristik antara lain seperti mempunyai kenampakan keruh, berwarna keruh, berbau menyengat dan sedikit berbusa pada permukaannya serta kandungan glukosida sianogenik yang bersifat *toxic*. Metode dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dimana alat pengolahan limbah yang digunakan adalah *Rotating Biological Contactor* untuk menurunkan kadar COD, BOD, TSS, dan meningkatkan nilai pH pada limbah cair tepung tapioka dengan variasi waktu tinggal antara 12, 24, 32 dan 48 jam dengan kecepatan putaran sebesar 100 rpm. Sementara waktu tinggal 24 jam yang pada penelitian terdahulu menunjukkan kadar nutrisi BOD sebesar 92.06%, TSS 94.56% dan pH meningkat 47.56%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan waktu tinggal 48 jam, reaktor *Rotating Biological Contactor* terbukti dapat menurunkan kandungan COD sebesar 97.9%, BOD turun sebesar 96.1%, TSS turun sebesar 89.63% dan peningkatan nilai pH sebesar 47.4% dan kondisi limbah belum diolah, dalam penelitian ini waktu tinggal 48 jam mempengaruhi nilai konsentrasi BOD dan COD dengan jumlah penurunan yang memenuhi baku mutu, dimana dengan waktu tinggal yang lebih lama maka kontak limbah dengan bakteri *biofilm* akan semakin lama sehingga memberikan efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan COD.

Kata Kunci : Air, limbah cair, BOD, COD, TSS, pH, *rotating Biological Contactor*

Abstract

Cassava flour waste water, it has some characteristics such as the colour which is bad, smells bad and a little bit scum on the surface and contains of glucoside cyanogenic that have toxic characteristic. This research using quantitative descriptive method which Rotating Biological Contactor as the device to decreased COD, BOD TSS and increasing pH of cassava flour liquid waste by the time detention between 12, 32 and 48 hours with 100 rpm and it was 24 hours have been worked to decreased waste nutrients, BOD reduce up to 92.06%, TSS 94.56%, pH increasing up to 47.56%. According to the research that has been through for a couple months, the Rotating Biological Contactor reactor has shown their works of decreasing the nutrition of COD, BOD, TSS for 94.54% and increasing pH value up to 47.4% for this waste water. The velocity of the disks was 100 rpm with 48 hours time detention has decreasing BOD up to 96.1%, COD 97.9%, TSS 89.63% and pH increased up to 47.4 with untreated waste water, 48 hours time detention was giving the effect of concentrated value of BOD and COD with decreasing point which available for the standart value of waste water that government gives, which is the longest time detention used would be contact more effective to biofilm. So, BOD and COD nutrition would decreasing efficiently.

Key-words : BOD, COD, TSS, pH, *Rotating Biological Contactor*, liquid waste, water

PENDAHULUAN

Pengolahan air limbah secara biologi adalah suatu sistem pengolahan yang diarahkan untuk menurunkan kandungan organik yang terkandung dalam air limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan substrat tersebut. Mikroorganisme yang berperan adalah bakteri (Mardisiswojo, 1993).

Jenis limbah cair yang mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi salah satunya adalah limbah cair tepung tapioka. Limbah cair ini mengandung bahan organik seperti karbohidrat, sianida, *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yang tinggi sehingga diperlukan proses pengolahan yang tepat sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Penanganan limbah cair industri tapioka mudah ditangani secara biologi, mengingat bahwa komponen penyusun limbah cair tapioka selain air, sebagian besar terdiri dari komponen organik yang mudah terurai oleh bakteri pengurai dalam proses anaerob maupun proses aerob. Mengingat kandungan limbah cair tepung tapioka yang banyak mengandung bahan organik maka cemaran yang diakibatkan oleh limbah cair tepung tapioka ini dapat direduksi atau diturunkan dengan proses biologi secara aerob agar lebih stabil menggunakan mikroorganisme, khususnya mikroorganisme yang dapat mendegradasi limbah cair tersebut menjadi unsur yang dapat diterima oleh lingkungan (Mardisiswojo, 1993).

Rotating Biological Contactor (RBC) merupakan alat yang mampu mengefektifkan pengolahan limbah, karena menggunakan mikroorganisme aerob dalam mereduksi bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tepung tapioka. Selain itu, alat ini memiliki kemampuan mengolah yang lebih tinggi daripada *trickling filters*, lebih efektif pula dalam mengatasi perubahan *hydraulic* dan *organic loading*. RBC juga memberikan keuntungan berupa biaya operasional rendah dan lumpur yang dihasilkan sedikit (Anonymous, 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbedaan kadar COD, BOD, *Total Suspended Solid* (TSS) dan nilai pH

yang terdapat dalam limbah cair tepung tapioka pada variasi waktu tinggal pengolahan limbah menggunakan *Rotating Biological Contactor* yang dilakukan dengan skala laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Reaktor RBC

Reaktor RBC digunakan untuk mengolah limbah cair tapioka dengan dimensi bak penampung panjang 40 cm, lebar 24 cm dan tinggi 27 cm (**Gambar 1**) dan kapasitas 5 liter limbah. Reaktor ini dilengkapi dengan *Regulator Variabel Voltage* sebagai pengatur voltase dan putaran pada motor penggerak, dinamo untuk menggerakkan cakram (*disc*), cakram sebagai media tumbuh mikroorganisme yang menguraikan limbah cair tepung tapioka.



Gambar 1. *Rotating Biological Contactor*

Cakram yang digunakan terbuat dari keping *compact disc* bekas sebanyak 30 buah sebagai media tumbuh mikroorganisme yang menguraikan bahan organik. Kepingan *compact disc* ini berdiameter 12 cm dan tercelup pada air limbah sebanyak 4 cm dan sisanya tidak tercelup pada air limbah. Pada bagian yang tidak tercelup air limbah, mikroorganisme kontak dengan udara atmosfer.

Perlakuan dengan alat ini dilakukan tanpa adanya *pretreatment*, sehingga diperlukan beberapa variasi waktu tinggal untuk menentukan kualitas terbaik. Jika dibandingkan dengan penelitian dengan menggunakan *pretreatment*, waktu tinggal 12 jam telah membuktikan adanya penurunan sesuai standar.

Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang mengandung unsur hara utama lebih

dari 2 jenis. Kandungan unsur hara nitrogen 15% dalam bentuk NH_3 , fosfor 15% dalam bentuk P_2O_5 , dan Kalium 15% dalam bentuk K_2O . Menurut Yonas *et al.*, (2012), semakin banyak urea ditambahkan maka pertumbuhan sel dari *mikroalgae* akan semakin lambat. Pupuk NPK sebanyak 5 gr pada 5L limbah berperan dalam memberikan nutrisi pada bakteri pengurai dalam membentuk *biofilm*.

Starter limbah cair tapioka

Proses penanganan air limbah secara biologis terdiri dari campuran mikroorganisme yang mampu memetabolisme limbah organik (Laksmi & Rahayu, 1993). Penambahan starter sebanyak 5 mL dalam 5 L limbah dimaksudkan untuk mempercepat (stimulasi) tumbuhnya mikroorganisme dalam air limbah.

Limbah cair

Limbah cair tapioka yang berasal dari pabrik pengolahan tepung tapioka UD. Sumber Rejo Ds. Pandean Kec. Kandangan Kab. Kediri. Jumlah limbah yang diambil sebanyak 45 L di dalam 2 buah drum masing-masing 20 L dan 1 buah drum kapasitas 5 L yang kemudian disimpan dalam suhu kamar untuk menjaga kestabilan nutrisi sebelum dilakukan pengolahan. Limbah yang digunakan adalah homogen, diambil di tempat yang sama dengan jumlah dan waktu produksi limbah yang sama setiap perlakuan, yaitu dilakukan 3 pengulangan.

Pengolahan Limbah

Tahap penyesuaian mikroorganisme pada penelitian ini dimulai dengan melakukan pembibitan dengan menampung 5 L limbah tapioka pada bak perlakuan dan diberikan putaran cakram sebesar 50 rpm untuk mensirkulasikan air dan memberikan kontak terhadap udara secara bertahap. Pemberian *starter* limbah diberikan dengan dosis 5 mL dan penambahan pupuk NPK 15-15-15 sebagai nutrisi tambahan bagi *biofilm* agar dapat berkembang pada media cakram. Pembibitan mulai berkembang pesat di hari ke 18.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kandungan COD, BOD, TSS dan pH limbah

cair tepung tapioka pada masing - masing perlakuan waktu tinggal 12, 32 dan 48 jam yang dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Pada tahap pengambilan sampel limbah setelah diolah menggunakan reaktor RBC, alat dihentikan sementara agar cairan limbah turun ke wadah penyaringan yang terdiri dari kapas busa, batu kerikil dan pasir halus sehingga mendapatkan kadar TSS yang kadarnya lebih baik dari penelitian terdahulunya. Seluruh analisis sampel diujikan di Perum Jasa Tirta, Kota Malang.

Analisa Data

Analisa perlakuan pada penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui jumlah kandungan nutrisi mula - mula limbah sebelum melalui proses pengolahan dengan menggunakan reaktor RBC sehingga dapat dibandingkan perubahan kadarnya terhadap baku mutu limbah sebelum dan sesudah pengujian dengan variasi waktu tinggal. Analisa kandungan limbah cair ini dilakukan setelah melalui proses dengan reaktor RBC. Baku mutu limbah tapioka secara grafik dijelaskan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Tapioka

PARAMETER	BAKU MUTU LIMBAH
BOD ⁵ (mg L ⁻¹)	≤ 150
COD (mg L ⁻¹)	≤ 300
TSS (mg L ⁻¹)	≤ 100
(CN) (mg L ⁻¹)	≤ 0.2
pH	6.0-9.0
Debit limbah maks.	30 m ³ /ton tapioka

Sumber : Keputusan Gubernur Jawa Timur /Nomor 72 Tahun 2013

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Awal Limbah

Analisa kandungan awal limbah didapat dengan melakukan pengujian awal limbah sebelum melaksanakan penelitian terhadap faktor-faktor yang dimaksud yaitu, waktu tinggal 12, 32, 48 jam. Limbah kontrol ini dimaksudkan untuk menjadi acuan terhadap variasi limbah yang akan diolah. Waktu tinggal yang dimaksud adalah waktu yang dibutuhkan oleh limbah selama proses

pengolahan untuk mendegradasi kandungan organik dan anorganik sebelum dibuang ke lingkungan. Tabel 2 menunjukkan hasil analisa limbah mula-mula terhadap baku mutu limbah.

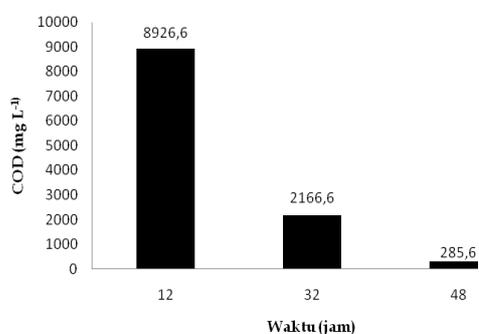
Tabel 2. Analisa kandungan awal limbah

Parameter	KAL	BML
BOD (mg L ⁻¹)	3852	150
COD (mg L ⁻¹)	14100	300
TSS (mg L ⁻¹)	964	100
pH	4,1	6,0-9,0

KAL : Kandungan Awal Limbah

BML : Baku Mutu Limbah

Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand)



Gambar 2. Hasil Uji Kandungan COD

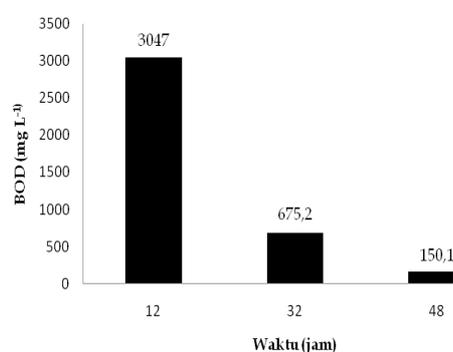
Berdasarkan **Gambar 2** kandungan COD mengalami penurunan pada 3 variasi waktu tinggal yang berbeda 12, 32, dan 48 jam. Penurunan ini disebabkan adanya kontak antara limbah terhadap *biofilm* tersebut, sehingga semakin lama waktu tinggal pengolahan limbah maka akan terjadi peningkatan suplai oksigen ke dalam air limbah dan juga mikroba lebih sering kontak dengan udara. Karena jumlah oksigen yang tersedia pada limbah meningkat maka jumlah mikroba pada media cakram semakin berkembang sehingga lapisan *biofilm* menjadi lebih banyak dan kadar *toxic* pada limbah akan mengalami penurunan (Ahmad, 2004).

Setelah dilakukan penelitian dengan reaktor RBC, kandungan COD pada perlakuan 48 jam telah memenuhi baku mutu limbah yang sesuai untuk lingkungan karena kandungan COD mengalami penurunan mencapai 97.9% dari kandungan awal limbah. Hasil pengujian sebelumnya

dengan memanfaatkan rumput bebek (*Lemna minor*) sebagai alternatif menurunkan kandungan COD sebesar 72.44% konsentrasi air limbah (Endro *et al.*, 2004).

Penelitian dengan menggunakan variasi ketinggian media *activated carbon*, yaitu 30 cm dan 60 cm tidak terlalu berpengaruh, pada beberapa sampel juga terjadi kenaikan kandungan COD (Suligundi, 2013).

Penurunan BOD (Biochemical Oxygen Demand)



Gambar 3. Hasil Uji Kandungan BOD

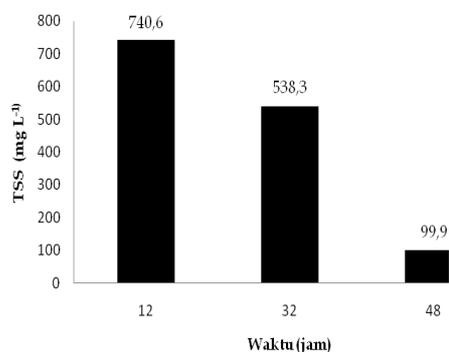
Gambar 3 menjelaskan bahwa kandungan BOD tampak menurun pada 3 variasi waktu tinggal yang berbeda 12, 32 dan 48 jam. Penurunan sebesar 96.1% ditunjukkan pada perlakuan waktu tinggal 48 jam terhadap konsentrasi awal limbah. Hasil tersebut telah memenuhi nilai baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

Penelitian lain pada pengolahan tetes tebu dengan menggunakan RBC menghasilkan efisiensi optimum 49% pada 6 jam pertama (Muljadi *et al.*, 2005).

Penurunan TSS (Total Suspended Solid)

Gambar 4 menjelaskan perlakuan waktu tinggal 12 jam tersebut di atas menunjukkan penurunan TSS sebesar 23.1% terhadap konsentrasi limbah awal. Perlakuan selanjutnya adalah waktu tinggal 32 jam, penurunan terjadi sebanyak 44.1%. Perlakuan ke 3 yaitu dengan waktu tinggal 48 jam didapatkan kadar TSS mengalami penurunan sebesar 89.63% dari kandungan awal limbah. Kandungan TSS pada

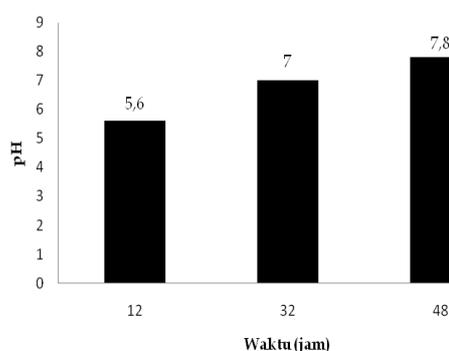
perlakuan 48 jam telah memenuhi baku mutu limbah untuk lingkungan.



Gambar 4. Hasil Uji Kandungan TSS

Pengolahan yang menggabungkan antara kecepatan putaran dan variasi waktu tinggal ini menunjukkan semakin cepat putaran dan semakin lama waktu tinggal limbah terhadap proses pengolahan, maka kandungan TSS yang terdapat pada limbah cair tapioka menurun. Penurunan kandungan tersebut diduga karena waktu tinggal yang lebih lama sehingga suplai oksigen dalam air secara kontinyu terus meningkat dan berakibat pada aktivitas degradasi limbah secara aerob. Waktu detensi yang pendek dihasilkan dengan kadar TSS efluen yang lebih besar. Penelitian sebelumnya terhadap konsentrasi TSS yang diolah pada media bergerigi secara *batch* mampu menurunkan konsentrasi TSS di bawah baku mutu dengan waktu 24 jam yaitu 90 mg L⁻¹ dikarenakan adanya pengenceran (Angga & Hendrasarie, 2009).

Peningkatan Kadar pH



Gambar 5. Hasil Uji Kandungan pH

Limbah cair tapioka mudah sekali berubah pHnya dan cenderung semakin asam, nilai pH menunjukkan proses penguraian bahan organik menjadi asam-asam organik mulai berlangsung, lalu terjadi lagi perombakan asam-asam organik disebabkan limbah cair tapioka merupakan media yang baik untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yang mengubah protein dan bahan-bahan organik lainnya menjadi hidrogen sulfida dan amoniak menyebabkan limbah akan semakin asam (Saeni, 1989).

Berdasarkan Gambar 5 tampak adanya peningkatan pH pada perlakuan waktu tinggal 12 jam menunjukkan bahwa reaktor ini mampu merubah sifat asam pada limbah tapioka, sehingga nilai pH mendekati netral atau netral. Peningkatan pH pada perlakuan awal ini terjadi sebesar 26.7% dari pH awal limbah. Hasil perlakuan waktu tinggal 32 jam mengalami peningkatan 41.4% terhadap kandungan awalnya. Perlakuan terakhir pada analisa pH ini dengan waktu tinggal 48 jam didapatkan peningkatan pH sebesar 47.4 %. Berdasarkan peningkatan tersebut, pada waktu tinggal selama 32 jam dan 48 jam, kandungan limbah sudah sesuai dengan baku mutu limbah.

Peningkatan konsentrasi pH pada limbah tahu yang diolah dengan RBC media 3 dimensi bergerigi menjadi netral, yaitu 6-8 yang semua kandungannya adalah 3.65 (Angga & Hendrasarie, 2009).

Adapun penurunan dari COD dan BOD sebanding terhadap peningkatan nilai pH pada limbah cair tapioka. Peningkatan pH dapat disebabkan oleh terpakainya oksigen untuk menguraikan bahan organik, sehingga kadar CO₂ menurun dan tertahannya bahan organik yang mempengaruhinya (Nugrahini *et.al*, 2008).

Penggunaan reaktor RBC efektif dapat menurunkan kandungan COD sebesar 97.9%, BOD sebesar 96.1%, TSS 89.63% dan meningkatkan nilai pH sebesar 47.4% pada limbah cair tapioka. Penelitian dengan waktu tinggal 48 jam mempengaruhi nilai konsentrasi COD dan BOD dengan jumlah penurunan yang memenuhi nilai baku mutu, dimana dengan waktu tinggal yang lebih lama maka kontak limbah dengan bakteri *biofilm* akan semakin panjang, sehingga memberikan efisiensi penurunan konsentrasi pada kadar COD dan BOD.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. 2004. *Studi Komperatif Sumber dan Proses Aklimatisasi Bakteri Anaerob Limbah Cair yang Mengandung Karbohidrat, Protein dan Minyak-Lemak*. Jurnal Sains dan Teknologi Vol 3, No 1, Hal 1-10
- Angga dan Hendrasarie. 2009. *Penyisihan Kandungan Organik Limbah Melalui Penentuan Konstanta Susbtrat dengan Menggunakan RBC*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 5 No. 2. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Univ. Pembangunan Nasional, Jatim
- Anonim. 2005. *Recomended Design Criteria For Rotating Biological Contactors*. Department of Environment and Natural Resources, South Dakota. Diakses pada 26 Januari 2015
- Mardisiswojo. 1993. *Petunjuk Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Limbah Padat dan Cair Industri*. Departemen Perindustrian Jakarta
- Endro Sutrisno, Sri Sumiyati dan Nurdiansyah. 2004. *Pengaruh Tanaman Rumput Bebek (Lemna minor) Terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Domestik*. Jurnal Presipitasi Vol. 7 No.1 Maret 2010, ISSN 1907-187X
- Laksmi & Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Hal 27. Kanisius - Jogjakarta
- Muljadi, Agung, Triyoko. 2005. *Penurunan Kadar BOD Limbah Cair Secara Biologi dengan Proses Rotating Biological Contactors*. Ekuilibrium Vol. 4. No. 2. Desember 52 2005 : 52 – 57
- Nugrahini, P., T.M.R. Habibi dan A.D. Safitri. 2008. *Penentuan Parameter Kinetika Proses Anaerobik Campuran Limbah Cair Industri Menggunakan Reaktor Up flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008, No III, Hal 521-532, Universitas Lampung
- Saeni, 1989. *Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Peningkatan Kualitas Air*. Direktorat Teknologi Lingkungan
- Suligundi. 2013. *Penurunan kadar COD pada Limbah Cair Karet dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter yang Dilanjutkan dengan Reactor Activated Carbon*. Jurnal Teknik Sipil UNTAN/Vol. 13 Nomor 1 Juni 2013
- Yonas, R., Irzandi, U., dan Satriadi, H. 2012. *Pengolahan Limbah POME (Palm Oil Mill Effluent) dengan Menggunakan Microalgae*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol. 1 (1), hlm.7-13.