

Efektivitas Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Metode *Rotating Biological Contactor*

Effectivity in Decreasing Pollutant Concentration of Tapioca Industrial Liquid Waste with Rotating Biological Contactor Method

Danang Hariono¹, Ruslan Wirosodarmo^{2*}, Liliya Dewi Susanawati²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

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

*Email Korespondensi: ruslanwr@ub.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair tepung tapioka mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi sehingga diperlukan proses pengolahan yang tepat sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguraikan senyawa organik tersebut adalah dengan pengolahan biologi *Rotating Biological Contactor* (RBC). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya penurunan kandungan Sianida, BOD, TSS dan pH limbah cair tepung tapioka dengan metode RBC pada kecepatan putaran cakram 50 dan 100 rpm. Kandungan awal BOD sebesar 1217 mgL⁻¹, TSS sebesar 1126 mgL⁻¹, Sianida sebesar 0.28 mgL⁻¹ dan pH sebesar 4.3. Nilai parameter tersebut masih berada diatas standar baku mutu limbah dan akan membahayakan jika langsung dibuang ke sungai sedangkan parameter Sianida sudah memenuhi standar baku mutu yaitu sebesar 0.282 mgL⁻¹. Efektivitas penurunan BOD, TSS, Sianida untuk kecepatan putar 50 rpm adalah 89.56%, 74.93%, 90.78%. Sedangkan efektivitas penurunan BOD, TSS, Sianida untuk kecepatan putar 100 rpm adalah 92.06%, 94.56%, 98.58%.

Kata Kunci : Kecepatan putaran cakram, limbah cair tapioka, *rotating biological contactor*

Abstract

Liquid waste of tapioca has high content of organic matter that required processing before discharged into the environment. One of methods that can be used to decompose organic compound is Rotating Biological Contactor (RBC). The purpose of this study was to determine the decreasing in Cyanide content, BOD, TSS and pH of liquid waste of tapioca with RBC method in rotational speed of 100 rpm and 50 rpm. Initial of BOD is 1217 mgL⁻¹, TSS 1126 mgL⁻¹, Cyanide 0.28 mgL⁻¹ and pH 4.3. These parameter were above wastewater quality standards values except Cyanide that is 0.282 mgL⁻¹ and will be dangerous if directly discharged into the river. The effectiveness of BOD, TSS and Cyanide content reduction for rotational speed of 50 rpm were 89.56%, 74.93% and 90.78%. While for rotational speed of 100 rpm were 92.06%, 94.56%, 98.58% respectively.

Keywords : Rotating biological contactor, rotational speed, tapioca wastewater

PENDAHULUAN

Limbah pada dasarnya merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu hasil kegiatan atau aktivitas manusia, maupun proses-proses alam (Purwanti dkk, 2008). Air limbah dapat berasal dari rumah tangga, kota, industri, pertanian dan sebagainya. Seiring dengan berkembangnya industri mengakibatkan peningkatan jumlah limbah yang dibuang ke sungai, danau dan

laut sehingga mengakibatkan pencemaran perairan yang berdampak buruk pada ekologi lingkungan. Salah satu pencemaran perairan tersebut berasal dari limbah cair tepung tapioka. Limbah tersebut berupa limbah padat yang dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak dan limbah cair yang apabila dibuang langsung ke sungai akan mengakibatkan pencemaran sungai (Auliana, 2012).

Limbah cair tepung tapioka mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi sehingga diperlukan proses pengolahan yang tepat sebelum dibuang ke lingkungan. Masalah yang sering timbul akibat tingginya kandungan limbah cair tapioka diantaranya yaitu bau busuk dan menurunnya kualitas air sungai. Bau busuk disebabkan karena pembusukan yang dilakukan oleh bakteri *phatogen*. Pembusukan tersebut dikarenakan tingginya kandungan bahan organik pada limbah cair tapioka. Proses penguraian bahan organik oleh bakteri pengurai membutuhkan suplai oksigen yang tinggi sehingga perairan yang menjadi tempat pembuangan limbah cair kekurangan suplai oksigen. Kekurangan suplai oksigen pada limbah cair tersebut akan menyebabkan suasana limbah cair tersebut menjadi anaerob.

Masalah kedua adalah penurunan kualitas air sungai dilihat dari parameter BOD, Sianida, TSS dan pH. Limbah cair tepung tapioka mempunyai kandungan yang sangat membahayakan bagi lingkungan. Kandungan yang terdapat dalam limbah tapioka diantaranya *Biological Oksigen Demand (BOD)*, Sianida, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Chemical Oksigen Demand (COD)* dan pH. Parameter kandungan tersebut apabila melebihi batas standar baku mutu limbah maka akan menimbulkan berbagai masalah. Sianida adalah senyawa kimia yang bersifat sangat reaktif dan toksik bagi makhluk hidup karena dapat menyebabkan beberapa gangguan pernafasan dan saraf. BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Semakin banyak bahan organik dalam air maka BOD akan semakin besar dan kebutuhan oksigen terlarut semakin rendah (Fardiaz (1992) dalam Rudiyanto (2004)).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguraikan senyawa organik tersebut adalah dengan pengolahan biologi *Rotating Biological Contactor (RBC)*. RBC merupakan proses pengolahan air limbah secara biologis dengan memanfaatkan cakram atau disk melingkar yang diputar oleh poros dengan kecepatan tertentu. RBC memanfaatkan

mikroorganisme dalam menguraikan kandungan bahan organik yang terdapat dalam limbah cair. Mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan menempel membentuk *biofilm* pada media cakram yang berputar pada reaktor RBC (Sayekti *dkk.*, 2012). Bahan organik yang terkandung didalam air limbah akan digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber makanan. Reaktor RBC juga memanfaatkan putaran cakram saat proses pengolahan berlangsung. Putaran cakram tersebut digunakan untuk menambah *aerasi* pada air limbah sehingga oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam mengurai bahan organik dapat berlangsung dalam suasana aerob. Menurut Yonathan R (2004) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang dapat mengontrol performa pengolahan menggunakan RBC adalah kecepatan *Organic Loading* dan *Hidraulic Loading*, karakteristik air limbah, temperatur air limbah, ketebalan biofilm, tingkat *Dissolved Oxygen (DO)* (Muljadi *dkk.*, 2005).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya penurunan kandungan Sianida, BOD, TSS dan pH limbah cair tepung tapioka dengan metode RBC. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh besarnya putaran cakram dalam menurunkan kandungan BOD, Sianida, TSS dan pH.

BAHAN DAN METODE

Reaktor Rotating Biological Contactor

Rotating Biological Contactor merupakan reaktor yang memanfaatkan putaran cakram untuk menguraikan zat organik yang terlarut dalam limbah cair. Reaktor mempunyai kapasitas sebesar 5 liter dengan dimensi yaitu panjang 40 cm, lebar 24 cm, dan tinggi 27 cm (Gambar 1). Alat yang digunakan untuk penggerak cakram yaitu menggunakan dinamo dengan arus DC. Pengatur kecepatan putaran cakram digunakan *Regulator Variable Voltage*. *Tachometer* digunakan untuk mengukur besarnya rpm pada cakram saat berputar. Dinamo digunakan untuk menggerakkan cakram. Botol digunakan untuk menampung limbah cair sesuai dengan perlakuan saat penelitian. Gayung panjang digunakan untuk mengambil limbah dari

kolam penampungan limbah. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume limbah cair.

Cakram berjumlah 30 buah yang tersusun sejajar dan terbuat dari CD (*Compact Disk*). Biofilm akan menempel pada permukaan cakram dan membentuk lendir. Putaran cakram berkisar antara 50 rpm dan 100 rpm, kedua perlakuan tersebut dilakukan dengan waktu tinggal selama 24 jam. Tahap awal penelitian dilakukan aklimatisasi dan *seeding* untuk pembentukan biofilm pada cakram.



Gambar 1 Reaktor Rotating Biological Contactor

Starter Mikroorganisme dan Nutrisi

Starter limbah cair tapioka berfungsi untuk mempercepat tumbuhnya mikroorganisme dalam air limbah. Limbah cair tepung tapioka dimasukkan sebanyak 5 liter ke dalam reaktor, untuk mempercepat pembentukan *biofilm* ditambahkan starter sebanyak 30 ml dan juga 5 gram pupuk NPK 15%. Setelah semua bahan yang digunakan untuk menumbuhkan *biofilm* dimasukkan ke dalam reaktor kemudian cakram diputar dengan kecepatan 10 rpm selama 14 hari sampai *biofilm* tumbuh pada cakram. Nutrisi dalam penelitian ini berasal dari pupuk NPK 15% yang berfungsi memberikan nutrisi untuk bakteri pengurai dalam membentuk *biofilm*.

Limbah Cair

Lokasi pengambilan limbah cair berada di Desa Bulusari Kecamatan Tarokan Kabupaten Kediri dengan letak geografis berkisar antara 7°44'32" Lintang Selatan 111°57'15" Bujur Timur. Jumlah limbah yang diambil sebanyak 20 liter yang dimasukkan ke dalam jurigen dengan

kapasitas 20 liter. Limbah dimasukkan sebanyak 5 liter ke dalam reaktor. Setelah itu dilakukan aklimatisasi selama 2 minggu dengan variasi kecepatan putaran pada cakram sebesar 10 rpm dan waktu tinggal selama 24 jam.

Proses Pengolahan Limbah

Limbah dimasukkan ke dalam reaktor sebanyak 5 liter kemudian ditambahkan starter sebanyak 30 ml dan 5 gram pupuk NPK 15%. Tahap setelah *biofilm* terbentuk adalah pengujian reaktor dengan variasi kecepatan putaran cakram. Putaran cakram yang digunakan yaitu sebesar 50 rpm dan 100 rpm. Parameter yang diamati adalah penurunan kandungan BOD, Sianida, TSS dan peningkatan pH. Tiap perlakuan digunakan limbah sebanyak 5 liter. Sebelum dilakukan pengujian dengan variasi kecepatan putaran cakram, dilakukan terlebih dahulu analisa awal kandungan BOD, TSS, Sianida dan pH agar dapat dibandingkan penurunannya. Penelitian dilakukan dengan 3 kali ulangan. Analisa kandungan awal diujikan di Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta 1 Jalan Surabaya 2A Malang.

Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah diketahui nilai parameter kandungan limbah cair tapioka. Proses analisa data dilakukan dengan membandingkan penurunan kandungan BOD, TSS, Sianida dan pH pada setiap perlakuan kemudian dibuat dalam bentuk grafik. Data perlakuan dianalisa dengan metode deskriptif kuantitatif untuk mengetahui perbandingan nilai penurunan dan peningkatan kandungan sebelum dan sesudah pengujian dengan reaktor yang kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Baku Mutu Limbah untuk Industri Tapioka

Kondisi awal kandungan limbah cair sebelum dilakukan pengujian memiliki kandungan BOD, TSS, Sianida dan pH yang sangat tinggi dan melampaui batas standar baku mutu limbah yang ditetapkan oleh pemerintah. Besarnya baku mutu

limbah industri tapioka dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Industri Tapioka

Parameter	Baku Mutu Limbah
TSS (mg L ⁻¹)	100.0
BOD (mg L ⁻¹)	150.0
Sianida (mg L ⁻¹)	0.3
pH	6-9

Sumber: Surat Kep. Menteri Negara Lingkungan Hidup (1995)

Menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (1995), Baku mutu limbah untuk parameter TSS adalah 100.0 mgL⁻¹, parameter BOD sebesar 150.0 mgL⁻¹, parameter sianida 0.3 mgL⁻¹ dan pH sebesar 6-9.

Perbandingan Nilai Parameter Hasil Pengujian RBC dengan Standar Baku Mutu Limbah

Nilai parameter limbah pada setiap perlakuan sangat bervariasi untuk itu diperlukan perbandingan dengan standar baku mutu limbah cair tapioka sesuai ketetapan pemerintah Nomor 5 Tahun 2012. Perbandingan penurunan nilai parameter limbah dapat dilihat pada Tabel 2.

Konsentrasi Awal Pengolahan Limbah Industri Tapioka

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan BOD awal sebesar 1217.00 mgL⁻¹, TSS awal sebesar 1126.00 mgL⁻¹ dan pH awal sebesar 4.3. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair tapioka nilai parameter masih berada diatas standar baku mutu limbah dan akan membahayakan jika langsung dibuang ke sungai karena merusak ekosistem perairan. Berbeda dengan parameter sianida, kandungan limbah awal memenuhi standar baku mutu limbah yaitu sebesar 0.28 mgL⁻¹.

Penurunan Kandungan Limbah Industri Tapioka

Kandungan TSS mengalami penurunan masing masing untuk kecepatan putaran 50

rpm dan 100 rpm sebesar 282.23 mgL⁻¹ dan 61.26 mgL⁻¹. Penggunaan kecepatan putar cakram sebesar 50 rpm belum dapat menurunkan kandungan TSS dibawah standar baku mutu limbah yang ditetapkan oleh pemerintah sedangkan dengan kecepatan putar cakram sebesar 100 rpm dapat menurunkan kandungan TSS hingga di bawah standar baku mutu pemerintah. Semakin besar kandungan TSS maka semakin besar konsentrasi COD, peningkatan konsentrasi COD awal limbah akan mempengaruhi efisiensi penurunan COD karena semakin besar konsentrasi COD awal limbah maka persentase penurunan COD akan semakin kecil (Pohan, 2008).

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 kandungan BOD dengan kecepatan putar 50 rpm menurun hingga sebesar 127 mgL⁻¹ sedangkan pada perlakuan 100 rpm setelah mengalami perlakuan dengan metode RBC kandungan BOD mengalami penurunan sebesar 96.67 mgL⁻¹ sehingga dapat disimpulkan bahwa BOD mencapai standar baku mutu limbah. Penurunan kandungan BOD pada perlakuan kecepatan putar cakram 100 rpm lebih besar di bandingkan dengan penurunan kandungan BOD pada perlakuan kecepatan 50 rpm. Hal ini disebabkan karena kecepatan putar sebesar 100 rpm berputar lebih cepat sehingga suplai oksigen ke dalam air limbah semakin banyak. Putaran cakram sebesar 100 rpm akan berpengaruh pada lapisan *biofilm*. *Biofilm* akan lebih banyak kontak dengan udara dan menyebabkan lapisan *biofilm* menjadi tebal sehingga *biofilm* akan lebih banyak mendegradasi kandungan bahan organik yang ada didalam air limbah tersebut. Menurut Nurika *dkk.* (2007), penurunan BOD dipengaruhi oleh lama pengadukan dan konsentrasi koagulan, koagulan dapat mengikat bahan organik yang berada dalam limbah cair tahu sedangkan pengadukan meningkatkan kesempatan antar partikel limbah dan perlakuan saling berinteraksi.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Parameter Hasil Pengujian RBC

Parameter	C_i	C_f		$ C_i - C_f $		Efektivitas (%)	
		50 rpm	100 rpm	50 rpm	100 rpm	50 rpm	100 rpm
TSS (mg L ⁻¹)	1126.00	282.23	61.26	843.77	1064.74	74.93	94.56
BOD (mg L ⁻¹)	1217.00	127.00	96.67	1090.00	1120.33	89.56	92.06
Sianida (mg L ⁻¹)	0.28	0.026	0.004	0.26	0.28	90.78	98.58
pH	4.30	7.00	8.20	2.70	3.90	-	-

C_i : Konsentrasi awal, C_f : Konsentrasi akhir

Metode RBC dapat digunakan untuk mereduksi limbah deterjen secara biologis. Metode RBC mampu mereduksi padatan terlarut sebesar 26% dan COD sebesar 18%. Mikroba akan menempel pada permukaan piring atau disk dan dengan kecepatan tertentu bakteri dapat mengadsorpsi senyawa organik terlarut (Klees & Silverstein (1992) dalam Rochman (2009)). Pengujian yang digunakan untuk mengetahui jumlah zat organik dalam air limbah adalah uji COD dan BOD, dimana pengujian COD lebih cepat dibandingkan dengan uji BOD. Uji COD menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada pengujian BOD karena bahan yang sifatnya stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam pengujian COD (Ratnani *dkk.*, 2011).

Kandungan sianida pada konsentrasi awal limbah sebesar 0.282 mgL⁻¹ atau berada dibawah standar baku mutu limbah. Penurunan kandungan sianida setelah pengujian masing masing dengan kecepatan putar 50 rpm dan 100 rpm adalah 0.256 mgL⁻¹ dan 0.278 mgL⁻¹.

Analisa awal kandungan pH sebelum dilakukan pengujian dengan perlakuan kecepatan putar cakram yaitu sebesar 4.3. Nilai pH setelah melalui pengujian reaktor dengan kecepatan putar cakram sebesar 50 rpm dengan waktu tinggal 24 jam dapat meningkatkan pH menjadi 7 sedangkan dengan kecepatan putar cakram 100 rpm dapat meningkatkan pH menjadi 8.2. Peningkatan ini dikarenakan penambahan jumlah oksigen dari putar cakram sehingga air limbah terhindar dari suasana asam. Semakin cepat putaran cakram maka peningkatan pH semakin besar karena semakin besar putaran cakram maka suplai oksigen kedalam air limbah akan semakin

besar (Sihombing, 2007). Peningkatan pH mengakibatkan peningkatan rasio BOD/COD limbah, peningkatan rasio BOD/COD menunjukkan tingginya biodegradabilitas limbah (Budhi *dkk.*, 1999).

Efektivitas Penurunan Nilai Parameter

Pengujian reaktor dengan kecepatan putar cakram sebesar 50 rpm dapat menurunkan kandungan TSS dari 1126 turun menjadi 282.23 mgL⁻¹ dengan persentase penurunan sebesar 74.93% sedangkan dengan pengujian reaktor menggunakan kecepatan putar 100 rpm dapat menurunkan kandungan TSS menjadi 61.26 mgL⁻¹ dengan persentase penurunan mencapai 94.56%. Penggunaan kecepatan putar cakram sebesar 50 rpm belum dapat menurunkan kandungan TSS hingga di bawah standar baku mutu pemerintah.

Efektivitas penurunan BOD untuk kecepatan putar 50 rpm adalah 89.56% dan pada kecepatan putar 100 rpm adalah 92.06%. Penggunaan kecepatan putar cakram dapat menurunkan kandungan BOD hingga dibawah standar baku mutu limbah yang diijinkan.

Perlakuan kecepatan putaran dan luas area terendam juga mempengaruhi efektivitas penurunan parameter misalnya BOD, COD, NH₃, Nitrit, Total Fosfat dan TDS. Penelitian yang dilakukan oleh Sayekti *dkk.* (2012), menunjukkan bahwa kecepatan putaran 2 rpm memberikan persentase penurunan parameter lebih besar daripada kecepatan putaran 5 rpm. Kecepatan putaran lebih besar maka proses pembentukan lapisan biofilm menjadi kurang optimal karena waktu kontak antara *biofilm*, air limbah dan udara kurang. Selain itu luas area terendam 70% memberikan persentase penurunan lebih besar daripada

luas area 30%. Semakin luas area yang tercelup maka mikroorganisme pada disk menjadi optimal karena memberikan luas kontak dengan limbah yang lebih besar.

Kandungan Sianida pada konsentrasi awal limbah berada dibawah standar baku mutu ketetapan pemerintah, setelah pengujian reaktor efektivitas penurunan limbah yaitu pada kecepatan 50 rpm dan 100 rpm adalah 90.78% dan 98.58%. pH pada kedua perlakuan mengalami peningkatan tetapi masih berada dalam standar baku mutu dan efektivitas pada kecepatan 50 rpm dan 100 rpm adalah 62.79% dan 90.70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliana, Rizqie. 2012. *Pengolahan Limbah tahu Menjadi Berbagai Produk Makanan*. Makalah disampaikan dalam pertemuan Dasa Wisma Dusun Ngasem Sindumartani Minggu 7 Oktober 2012.
- Budhi, Y.B., T. Setiadi dan B. Harimurti. 1999. *Peningkatan Biodegradabilitas Limbah Cair Printing Industri Tekstil Secara Anaerob*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo, 19-20 Oktober 1999, Institut Teknologi Bandung : 157-164.
- Muljadi, Wusana Agung, Samun, Erik W, Jati Kurniawan, Wahyu Rudi & Sriyono. 2005. *Penurunan Kadar BOD Limbah Cair Secara Proses Biologi Dengan Tipe Rotating Biological Contactors (RBCs)*. Jurnal Ekuilibrium Vol. 4, No. 2, Desember 2005: 52-57.
- Nurika, Irnia, Aunur Rofiq & Kuntiy Afshari. 2007. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa Dan Lama Pengadukan)*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 8, No. 8 Desember 2007: 215-220.
- Pohan, Nurhasmawaty. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Proses Biofilter Aerobik*. Tesis. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Purwanti, Sutriyati, Prihastuti E., & Mutiara N. 2008. *Teknologi Pemanfaatan Limbah Industri Tahu Sebagai Upaya Pengembangan Usaha Kecil dan Menengah (UKM)*. Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ratnani, Dwi, Indah Hartanti, Laeli Kurniasari. 2011. *Pemanfaatan Eceng Gondok untuk Menurunkan Kandungan COD, pH, Bau dan Warna Pada Limbah Cair Tahu*. Jurnal Momentum, Vol. 7, No. 1, April 2011: 41-47.
- Rochman, Faidur. 2009. *Pembuatan IPAL Mini Untuk Limbah Deterjen Domestik*. Jurnal Penelitian Media Eksakta Vol. 8, No. 2, Agustus 2009: 134-142.
- Rudiyanto, Firman. 2004. *Tingkat Kemampuan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Cair Hasil Deasidifikasi Nata De Coco*. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
- Sayekti, Rini, Riyanto Haribowo, Yohana Vivit dan Agung Prabowo. 2012. *Studi Efektivitas Penurunan Kadar BOD, COD dan NH₃ pada Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Rotating Biological Contactor*. Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
- Siombing, Johannes B.F. 2007. *Penggunaan Media Filtran Dalam Upaya Mengurangi Beban Cemar Limbah Cair Industri Kecil Tapioka*. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.