



Uji Toksisitas Limbah Cair Industri Tepung Tapioka Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pengolahan Menggunakan Metode Ozonasi Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Sri Hastutiningrum*, Yuli Pratiwi, Lelly Nursanti

Jurusan Teknik Lingkungan IST AKPRIND Yogyakarta

*E-mail: hastuti19@yahoo.com

Abstract

Tapioca flour industry produces waste water containing toxic compounds in the form of cyanide (CN). Tapioca flour industrial waste water which is discharged directly into water bodies can cause damage to water bodies and disrupt the survival of the ecosystem. The purpose of this study was to determine the quality of tapioca flour industrial wastewater and the toxicity of tapioca flour industrial wastewater to Lethal Concentration 50% (LC50) bioindicator, before and after being processed by the ozonation method. Waste was taken from the tapioca flour industry in Gumelar Village, Gumelar District, Banyumas Regency. The research phase included: 1) pre-treatment toxicity test which consisted of: a) acclimatization stage for 7 days, b) preliminary test with concentration of tapioca industrial wastewater 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, and 100%, c) real tests with concentrations of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10%; 2) determine the optimal time with variations of time 30, 60, 90, and 120 minutes and processing using the ozonation method with processing time of 30 minutes; 3) post-treatment toxicity test consisting of: a) acclimatization stage for 7 days, b) preliminary test with concentrations of 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, and 100%, c) actual test with concentrations of 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 and 50%; 4) analysis of research data using probit analysis and linear regression. Based on the processing data, the optimal ozonation time (below the quality standard according to the Central Java Provincial Regulation Number 5 of 2012) is 30 minutes with a decrease of 82.5%. The 96-hour LC50 value of the actual test on tapioca flour industrial wastewater before it was oozed was 3.531% with treatment concentrations of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10% whereas the 96-hour LC50 value of the actual test for industrial wastewater from tapioca flour after ozonation was 45.821% with treatment concentrations 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 and 50%. The percentage increase in the quality of industrial wastewater of tapioca flour against bioindicators based on LC50 is 87.95% - 92.29%.

Keywords: tilapia, ozonation of waste water, tapioca flour, wastewater

Pendahuluan

Industri tepung tapioka merupakan industri yang memiliki peluang dan prospek pengembangan yang baik untuk memenuhi permintaan pasar. Industri tepung tapioka termasuk industri hilir, dimana industri ini melakukan proses pengolahan dari bahan baku ubi kayu yang berasal dari petani menjadi tepung tapioka atau aci (Rochaeni dkk, 2007).

Namun selain memberi dampak positif, keberadaan industri tepung tapioka juga menimbulkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh air buangan dari industri tapioka. Di dalam proses pembuatan tapioka dipergunakan air relatif banyak, setiap ton ketela pohon dibutuhkan 6 – 9 m³ air. Air buangan industri tapioka masih mengandung bahan-bahan organik dan total solid yang cukup tinggi, diatas batas persyaratan air buangan industri yang diijinkan (Santoso, 2008).

Limbah cair tepung tapioka tidak hanya bersumber dari air masuk melainkan air itu sendiri sudah ada dalam bahan baku dan harus dikeluarkan. Seperti pada pengolahan tepung tapioka ubi kayu mengandung kadar air mencapai 40% dari beratnya dan pada proses produksinya masih membutuhkan air. Limbah cair yang dihasilkan nantinya akan lebih banyak dari air yang dimasukkan karena telah mendapat tambahan dari bahan baku (Guede, 2017).

Menurut Perda Provinsi Jawa Tengah No: 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah, Baku mutu limbah cair industri tepung tapioka meliputi :



Tabel 1. Baku mutu limbah cair industri tepung tapioka

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
BOD ₅	150	4,5
COD	300	9
TSS	100	3
CN	0,3	0,009
pH	6,0 – 9,0	
Debit Maksimum	30 m ³ /ton produk	

Salah satu polutan yang bersifat toksik dalam limbah cair tepung tapioka adalah kadar sianida (CN) yang berasal dari singkong (Purnomo, 2011). Keberadaan kadar sianida dalam limbah cair tepung tapioka akan menyebabkan kematian pada biota air jika limbah cair tersebut dibuang langsung ke badan air tanpa dilakukan proses pengolahan limbah (Purnomo, 2011). Menurut Said (2017), salah satu upaya degradasi sianida dalam proses pengolahan limbah cair tepung tapioka adalah dengan metode ozonasi.

Uji toksisitas akut dilakukan untuk menentukan efek toksik suatu senyawa dalam waktu singkat setelah pemaparan. Takaran dosis yang dianjurkan paling tidak 4 (empat) peringkat dosis dari dosis rendah yang tidak mematikan hewan uji sampai dosis tertinggi yang mematikan seluruh hewan uji. Pengamatan yang dilakukan meliputi gejala klinis, jumlah hewan yang mati dan hispatologi organ (Soemirat, 2003).

Parameter yang diukur biasanya berupa kematian hewan uji, yang hasilnya dinyatakan sebagai konsentrasi yang menyebabkan 50% kematian hewan uji (LC₅₀) dalam waktu yang relatif pendek satu sampai empat hari. Suatu bahan kimia dinyatakan berkemampuan toksik akut bila aksi langsungnya mampu membunuh 50% atau lebih populasi uji dalam selang waktu yang pendek, misal 24 jam, 48 jam s/d 14 hari. (Esmiralda, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat bahaya limbah cair tepung tapioka terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan menentukan nilai LC₅₀, serta mengetahui efektivitas penurunan kadar sianida (CN) hasil pengolahan limbah cair tepung tapioka dengan menggunakan metode ozonasi yang diharapkan dapat sesuai dengan baku mutu lingkungan.

Metode Penelitian

Tahap Persiapan

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium di Laboratorium Teknik Lingkungan I. Pada tahap persiapan, langkah pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan serta proses pengambilan sampel limbah cair tepung tapioka. Sampel limbah cair yang digunakan uji toksisitas berasal dari unit pengendapan pati industri tepung tapioka.

Tahap Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi hewan uji merupakan tahap penyesuaian hewan uji dari kondisi lapangan kedalam kondisi laboratorium. Hewan uji yang digunakan berupa ikan nila dengan berat yang hampir sama yaitu seberat 2 – 3 gram per ekor. Suhu air dalam bak aklimatisasi berkisar antara 25 - 30°C, air dalam bak aklimatisasi diberi suplai oksigen dengan menggunakan aerator selama 7 hari dan setiap dua hari sekali hewan uji diberi pakan dan diganti airnya.

Uji Toksisitas Pendahuluan

Uji toksisitas pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas krisis konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian hewan uji 50%. Konsentrasi limbah cair yang akan digunakan dalam uji toksisitas pendahuluan sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan ozon yaitu 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100% dalam 10 L limbah cair. Masing – masing akuarium diisi dengan 10 ekor ikan nila dengan waktu.pengamatan dilakukan mulai 0, 24, 48, 72, dan 96 jam.

Uji Toksisitas Sesungguhnya

Uji toksisitas sesungguhnya atau uji definitif merupakan kelanjutan dari uji toksisitas pendahuluan. Dalam menentukan interval konsentrasi limbah cair tepung tapioka yang digunakan untuk uji toksisitas sesungguhnya yaitu sesuai dengan hasil LC₅₀ 96 jam uji toksisitas pendahuluan, dengan variasi interval yang lebih pendek agar mendapatkan hasil nilai LC₅₀ yang presisi. Pada uji sesungguhnya sebelum pengolahan menggunakan ozon yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 %, sedangkan sesudah pengolahan 0, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, dan 50 %. Pengamatan dilakukan dari 0, 24, 48, 72, dan 96 jam.

Pengolahan Limbah Cair Industri Tepung Tapioka Menggunakan Metode Ozonasi

Limbah cair sebanyak 1 L diolah menggunakan ozon generator dengan variasi waktu pengolahan 30, 60, 90 dan 120 menit. Kemudian masing-masing varian hasil pengolahan dilakukan pengujian terhadap kadar sianida. Varian hasil pengolahan dengan kandungan kadar sianida terendah akan digunakan sebagai pedoman dalam pengolahan limbah yang akan dijadikan sebagai bahan sampel uji toksisitas terhadap limbah cair industri tepung tapioka setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi.

Metode analisis data penelitian uji toksisitas limbah cair industri tepung tapioka sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan metode analisis probit dan analisis regresi linier.

Hasil dan Pembahasan

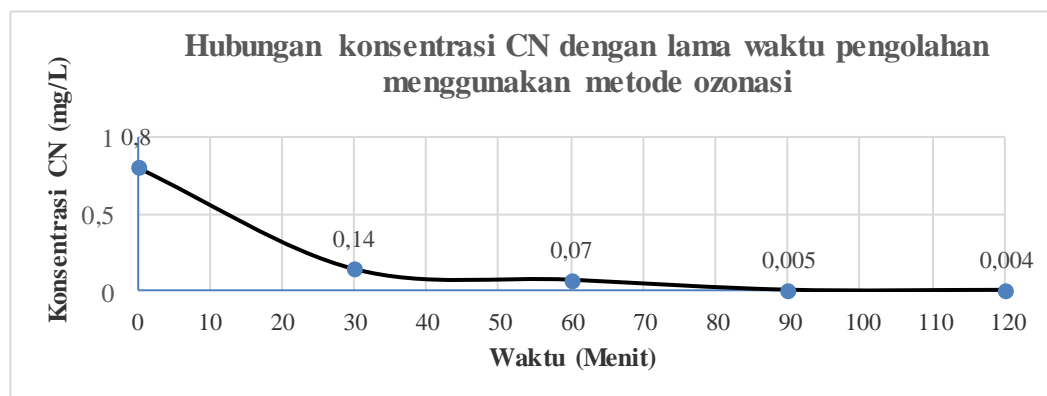
Kualitas Air Limbah

Berdasarkan peraturan daerah Jawa Tengah nomor 5 tahun 2012 mensyaratkan nilai sianida (CN) untuk limbah cair industri tepung tapioka adalah sebesar 0,3 mg/L, sedangkan nilai sianida (CN) pada limbah cair industri tepung tapioka sebelum pengolahan melebihi baku mutu yaitu sebesar 0,8 mg/L. Nilai sianida (CN) limbah cair tepung tapioka dengan variasi waktu pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Grafik hubungan nilai konsentrasi CN dengan lama waktu pengolahan menggunakan metode ozonasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Data nilai sianida (CN) limbah cair tepung tapioka dengan variasi waktu pengolahan menggunakan metode ozonasi

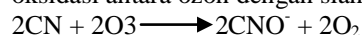
Waktu Pengolahan (menit)	Volume Pengolahan (Liter)	Konsentrasi Sianida (CN) (mg/L)	% Penurunan
0	1	0,8	0
30	1	0,14	82,5
60	1	0,07	91,25
90	1	0,005	99,37
120	1	0,004	99,5

Baku mutu = 0,3 mg/L

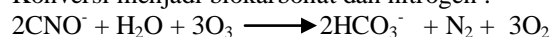


Gambar 1. Grafik hubungan nilai konsentrasi CN limbah cair tepung tapioka dengan lama waktu pengolahan menggunakan metode ozonasi

Penurunan kadar sianida diatas sesuai dengan yang dikemukakan oleh Said (2017), bahwa telah terjadi reaksi oksidasi antara ozon dengan sianida, dengan persamaan sebagai berikut:



Konversi menjadi biokarbonat dan nitrogen :



Aklimatisasi hewan uji

Aklimatisasi hewan uji, dilaksanakan di dalam ruangan laboratorium Teknik Lingkungan I IST Aprind Yogyakarta dengan menggunakan kolam yang berukuran panjang = 1,2 m, lebar = 0,6 m, dan tinggi = 0,5 m. Air yang digunakan untuk aklimatisasi hewan uji adalah air sumur, dimana air tersebut diganti secara berkala selama 2 hari sekali agar air tidak terlalu kotor yang dapat mengganggu kesehatan ikan. Kolam aklimatisasi ditambahkan blower udara untuk mensuplai oksigen dan filter untuk memfiltrasi air di dalam kolam. Hewan uji yang digunakan berupa ikan nila dengan berat yang hampir sama yaitu seberat 2 – 3 gram per ekor.

Uji toksisitas pendahuluan

Uji toksisitas pendahuluan, dilakukan untuk mengetahui konsentrasi limbah cair tepung tapioka yang dapat mematikan 50% (LC₅₀) bioindikator pada pengamatan 0-96 jam, dengan hasil seperti tercantum di tabel 3.

Tabel 3. Mortalitas ikan nila pada uji pendahuluan

Σ Ikan (ekor)	Konsentrasi limbah cair tepung tapioka (%)		Mortalitas ikan nila (ekor) pada pengamatan ke-									
			0 jam		24 jam		48 jam		72 jam		96 jam	
			B	S	B	S	B	S	B	S	B	S
10	0	0	0	0	4	0	5	0	7	0	8	0
10	10	10	7	0	7	1	8	1	9	1	9	2
10	20	20	9	0	10	0	10	1	10	1	10	1
10	30	30	10	0	10	0	10	1	10	2	10	2
10	40	40	10	0	10	2	10	3	10	3	10	4
10	50	50	10	0	10	3	10	3	10	4	10	4
10	60	60	10	0	10	2	10	5	10	6	10	6
10	70	70	10	0	10	3	10	4	10	5	10	7
10	80	80	10	0	10	5	10	7	10	8	10	8
10	90	90	10	0	10	7	10	8	10	8	10	9
10	100	100	10	0	10	6	10	7	10	8	10	8

Keterangan:

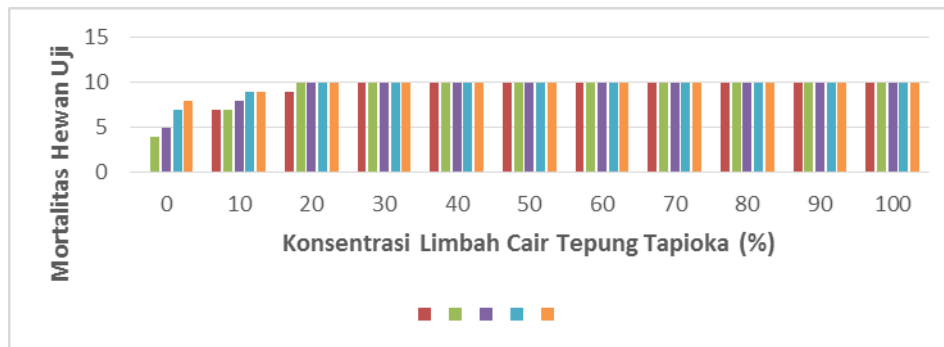
B: Sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

S: Sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Uji toksisitas pendahuluan sebelum pengolahan menggunakan metode ozonasi

Pada uji pendahuluan sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi adalah 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 %. Hasil uji pendahuluan pada limbah cair sebelum dilakukan ozonasi dapat disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Gambar 2 Grafik mortalitas ikan nila terhadap limbah cair tepung tapioka pada uji pendahuluan sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi.



Gambar 2. Grafik mortalitas ikan nila terhadap limbah cair tepung tapioka pada uji pendahuluan sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Berdasarkan *output correlations* analisis regresi linier hubungan antara konsentrasi limbah cair tepung tapioka dan mortalitas ikan nila, diperoleh $r = 0,653$. Berdasarkan besarnya nilai koefisien korelasi dapat diartikan bahwa ada hubungan korelasi positif antara konsentrasi limbah cair tepung tapioka dan jumlah mortalitas ikan nila pada pengamatan 0-96 jam, artinya semakin tinggi konsentrasi limbah cair tepung tapioka maka akan semakin banyak ikan nila yang mati. Menurut Fitriana dkk (2017) bahwa semakin tinggi kadar perlakuan maka semakin rendah tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kadar toksikan yang diberikan dalam kurun waktu tertentu secara konstan maka semakin banyak zat toksik yang masuk ke dalam tubuh ikan uji.

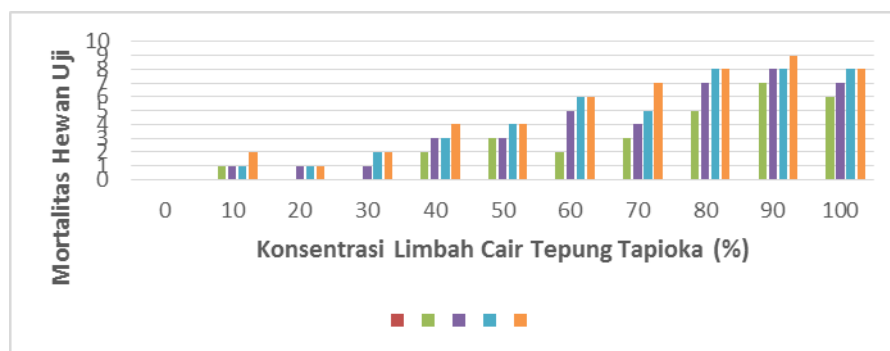
Tabel 4. Nilai LC₅₀ pada uji pendahuluan limbah cair tepung tapioka sebelum pengolahan menggunakan metode ozonasi

Uji Pendahuluan Sebelum Pengolahan Pengamatan ke-	Nilai LC ₅₀ (%)
0	7,510
24	6,974
48	5,840
72	4,712
96	4,350

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui nilai LC₅₀ pada pengamatan 96 jam adalah 4,350 %. Artinya rentang konsentrasi yang digunakan untuk uji sesungguhnya pada limbah cair tepung tapioka sebelum pengolahan menggunakan metode ozonasi adalah konsentrasi limbah cair 1 - 10 %.

Uji toksisitas pendahuluan sesudah pengolahan menggunakan metode ozonasi

Konsentrasi yang digunakan pada uji pendahuluan sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi adalah 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 %. Hasil uji pendahuluan pada limbah cair sebelum dilakukan ozonasi dapat disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 3.



Gambar 3. Grafik mortalitas ikan nila terhadap limbah cair tepung tapioka pada uji pendahuluan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Berdasarkan *output correlations* analisis regresi linier hubungan antara konsentrasi limbah cair tepung tapioka dan mortalitas ikan nila, diperoleh $r = 0,970$. Berdasarkan besarnya nilai koefisien korelasi dapat diartikan bahwa ada hubungan korelasi positif antara konsentrasi limbah cair tepung tapioka dan jumlah mortalitas ikan nila pada pengamatan 0-96 jam, artinya semakin tinggi konsentrasi limbah cair tepung tapioka maka akan semakin banyak ikan nila yang mati.

Tabel 5. Nilai LC₅₀ pada uji pendahuluan limbah cair tepung tapioka sesudah pengolahan menggunakan metode ozonasi

Uji Pendahuluan Sesudah Pengolahan Pengamatan ke-	Nilai LC ₅₀ %
0	0
24	88,224
48	63,013
72	52,843
96	45,344

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui nilai LC₅₀ pada pengamatan 96 jam adalah 45,344%. Artinya rentang konsentrasi yang digunakan untuk uji sesungguhnya pada limbah cair tepung tapioka sesudah pengolahan menggunakan metode ozonasi adalah konsentrasi limbah cair 41 - 50 %.

Uji toksisitas sesungguhnya

Uji ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi limbah cair tepung tapioka yang dapat mematikan 50% ikan uji pada pengamatan 96 Jam. Berdasarkan hasil pengamatan uji sesungguhnya ini di peroleh nilai mortalitas ikan uji sebagai berikut :

Tabel 6. Mortalitas ikan nila pada uji sesungguhnya

Σ ikan (ekor)	Konsentrasi limbah cair tepung tapioka (%)		Mortalitas ikan nila(ekor) pada pengamatan ke-									
			0 jam		24 jam		48 jam		72 jam		96 jam	
	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S
10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
10	1	41	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2
10	2	42	0	0	0	1	1	1	2	1	2	1
10	3	43	1	0	1	1	2	2	3	2	3	2
10	4	44	2	0	3	2	4	2	4	3	5	3
10	5	45	3	0	3	2	4	3	5	4	5	4
10	6	46	3	0	5	4	6	5	6	5	7	6
10	7	47	5	0	7	3	7	5	8	6	9	6
10	8	48	5	0	6	5	7	7	8	7	8	8
10	9	49	6	0	8	5	9	6	9	6	9	7
10	10	50	7	0	8	6	8	7	9	8	10	8

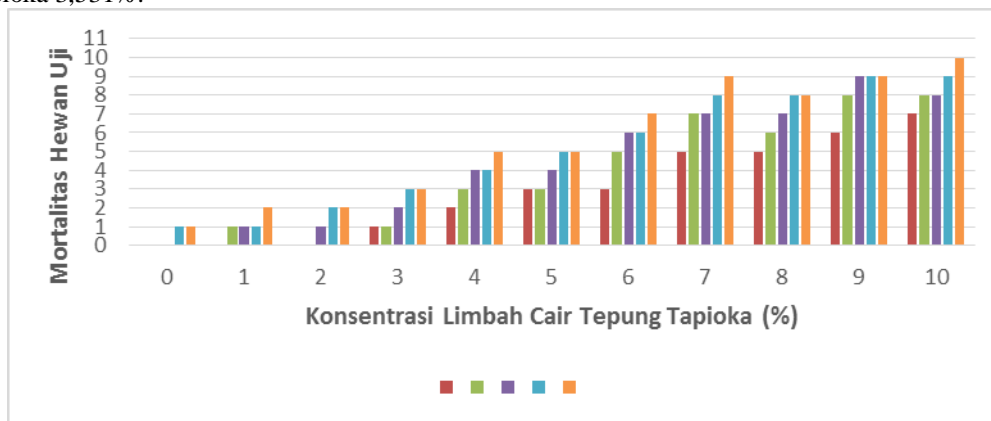
Keterangan:

B : Sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

S : Sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Uji toksisitas sesungguhnya sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

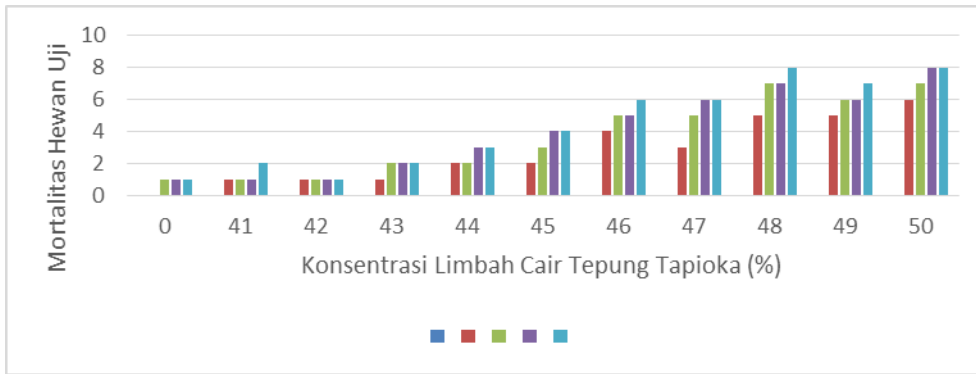
Berdasarkan uji pendahuluan diperoleh bahwa, konsentrasi limbah cair tepung tapioka untuk uji sesungguhnya sebelum pengolahan menggunakan metode ozonasi berkisar 4,350%. Adapun rentang konsentrasi yang digunakan pada uji sesungguhnya yaitu: konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10%. Berdasarkan tabel 3.5 hasil mortalitas ikan nila pada uji sesungguhnya terhadap limbah cair tepung tapioka sebelum pengolahan dengan Ozonasi, hasilnya semakin meningkat selaras dengan peningkatan konsentrasi limbah cair tepung tapioka. Berdasarkan analisis probit dan regresi linier diperoleh nilai LC₅₀ 96 jam yaitu pada konsentrasi limbah cair tepung tapioka 3,531%.



Gambar 4. Grafik mortalitas hewan uji ikan nila terhadap limbah cair tepung tapioka pada uji sesungguhnya sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Uji toksisitas sesungguhnya sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Berdasarkan uji pendahuluan diperoleh bahwa, konsentrasi limbah cair tepung tapioka untuk uji sesungguhnya sesudah pengolahan menggunakan metode ozonasi berkisar 45,344%. Adapun rentang konsentrasi yang digunakan pada uji sesungguhnya yaitu: konsentrasi 0%, 41%, 42%, 43%, 44%, 45%, 46%, 47%, 48%, 49%, dan 50%. Berdasarkan tabel 3.5 hasil mortalitas ikan nila pada uji sesungguhnya terhadap limbah cair tepung tapioka sesudah pengolahan dengan Ozonasi, hasilnya semakin meningkat selaras dengan peningkatan konsentrasi limbah cair tepung tapioka. Berdasarkan analisis probit dan regresi linier diperoleh nilai LC₅₀ 96 jam yaitu pada konsentrasi limbah cair tepung tapioka 45,821%.



Gambar 5 Grafik mortalitas hewan uji ikan nila terhadap limbah cair tepung tapioka pada uji sesungguhnya sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

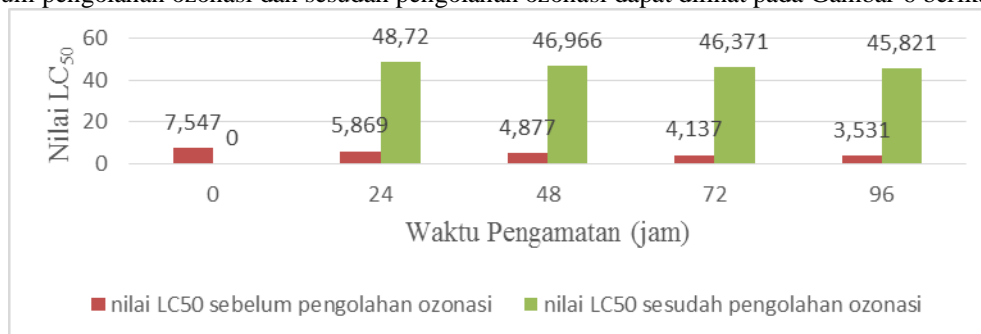
Perbandingan dan Perbaikan Nilai LC₅₀ Uji Sesungguhnya Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pengolahan dengan Metode Ozonasi Pada Limbah Cair Tepung Tapioka.

Tabel 7. Perbandingan dan perbaikan nilai LC₅₀ sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan dengan metode ozonasi pada limbah cair tepung tapioka

Pengamatan ke- (jam)	Sebelum pengolahan ozonasi		Sesudah pengolahan ozonasi		Perbaikan nilai LC ₅₀ 0 - 96 jam
	Nilai LC ₅₀ (%)	Nilai korelasi	Nilai LC ₅₀ (%)	Nilai korelasi	
0	7,547	0,892	-	-	-
24	5,869	0,965	48,720	0,616	87,95 %
48	4,877	0,979	46,966	0,538	89,61 %
72	4,137	0,988	46,371	0,564	91,07 %
96	3,531	0,978	45,821	0,579	92,29 %

Nilai korelasi pada sebelum pengolahan ozonasi pengamatan 0 – 96 jam berkisar antara 0 – 0,988 dan nilai korelasi pada sesudah pengolahan ozonasi pengamatan 0 – 96 jam berkisar 0 - 0,616. Pada pengamatan 0 jam sesudah pengolahan ozonasi tidak terdapat hubungan korelasi antara konsentrasi limbah cair tepung tapioka dan jumlah hewan uji ikan nila, hal ini disebabkan karena tidak ada ikan yang mati pada konsentrasi dan waktu kontak tersebut.

Berdasarkan tabel 3.6 nilai LC₅₀ 96 jam sebelum pengolahan yaitu 3,531 % dan nilai LC₅₀ 96 jam sesudah pengolahan yaitu 45,821%. Artinya adanya perbaikan nilai LC₅₀ sebesar 92,29%. Perbandingan presentasi nilai LC₅₀ sebelum pengolahan ozonasi dan sesudah pengolahan ozonasi dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Grafik perbandingan LC₅₀ sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi

Analisis data yang digunakan untuk menentukan nilai LC₅₀ 96 jam adalah metode Analisis Probit dan regresi linier. Analisis probit merupakan analisis yang menggunakan prosedur transformasi statistik dari persentase data



kematian hewan uji kedalam variasi probit yang disebut probit dan konsentrasi bahan toksik uji untuk menentukan LC50 berdasarkan persamaan regresi linier. Analisis probit perhitungannya sudah termasuk nilai faktor koreksi dan standard error yang dihitung secara statistika (Purwidyono, 2015).

Pada penelitian toksisitas ini nilai LC50 96 jam sebelum pengolahan menggunakan metode ozonasi yaitu Nilai LC50 96 jam sebesar 3,531 %. Nilai tersebut jauh lebih besar dari penelitian yang dilakukan oleh Indriyanto (2017).

Berdasarkan nilai LC50 sebelum pengolahan ozonasi dan sesudah pengolahan ozonasi dapat dikatakan semakin tinggi konsentrasi toksikan maka semakin banyak jumlah kematian organisme yang terlihat dengan nilai LC juga semakin besar. Namun, dalam uji toksisitas akut dipilih LC50 sebagai tingkat efek yang mewakili toksisitas yang memiliki potensi dampak terhadap kehidupan akuatik (Wisconsin, 2004).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa limbah cair tepung tapioka sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi, kadar sianida sebesar 0,8 mg/L melebihi baku mutu untuk industri tepung tapioka menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. kadar sianida sesudah dilakukan pengolahan dibawah baku mutu berdasarkan waktu pengolahan 30 menit sebesar 0,14 mg/L, kadar CN pada waktu pengolahan 60 menit sebesar 0,07 mg/L, kadar CN pada waktu pengolahan 90 menit sebesar 0,005 mg/L dan kadar CN pada waktu pengolahan 120 menit sebesar 0,004 mg/L. Waktu kontak yang optimum untuk pengolahan limbah cair tepung tapioka adalah 30 menit. Toksisitas limbah cair tepung tapioka sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode ozonasi terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan nilai LC50 0-96 jam adalah 0 jam = 7,547%, 24 jam = 5,869%, 48 jam = 4,877%, 72 jam = 4,137%, dan 96 jam = 3,531%. Toksisitas limbah cair tepung tapioka sesudah pengolahan berdasarkan nilai LC50 0-96 jam adalah 0 jam = 0%, 24 jam = 48,720%, 48 jam = 46,966%, 72 jam = 46,371%, dan 96 jam = 45,821%.

Daftar Pustaka

- Aripin, S, Andika D, Setiani H dan Muhammad H.,2014, Uji Toksisitas Akut Deterjen Bubuk Terhadap Benih Ikan Nila, [online], (<https://www.scribd.com/document/217692269/Uji-akut-toksisitas>, diakses pada tanggal 23 Juni 2018 pukul19.38 WIB).
- Esmiralda, 2010, Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Biodiesel Hasil Biodegradasi Secara Aerob Skala Laboratorium, Laboratorium Penelitian, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas, Sumatra Barat.
- Fitriana, D, Sukiyah, Tri. H, dan Heru. N, 2017, Toksisitas Limbah Cair Nata De Coco Terhadap Kelangsungan Hidup dan Struktur Histologik Hepatopankreas Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Guede. S., 2017, Karakteristik Limbah Cair Tapioka, [online], (<http://www.indonesian-publichealth.com/limbah-cair-tapioka/>, diakses pada tanggal 22 Juni 2018 pukul 21.56 WIB).
- Hanifah, T. A., Christine Jose dan Titania T. Nugroho, 2001, Pengolahan Limbah Cair Tapioka Dengan Teknologi EM (Effective Mikroorganisms), Jurnal Natur Indonesia III (2): 95 – 103.
- Indriyanto. H.,2017, Uji LC50-96 Limbah Cair Industri Tapioka dan Pengaruhnya Terhadap Struktur Mikroanatomi Branchia Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Jenova. R, 2009, Uji Toksisitas Akut yang Diukur dengan Penentuan LD50 Ekstrak Herbal Putri Malu (*Mimosa pudica L.*) Terhadap Mencit BALB/C, Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Purnomo. S, 2011, Penggunaan Unit Ozonizer Untuk Destruksi Sianida Dalam Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif –BATAN, Yogyakarta.
- Purwidyono. A, Indah. N, dan Muchamad. Z, 2015, Uji Toksisitas Akut LC50-24 Jam Dengan Pyretroid Pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Rochaeni, Soekarto, dan Zakaria, 2007, Kajian Prospek Pengembangan Industri Kecil Tapioka di Sukaraja Kabupaten Bogor, Jurnal MPI, Volume 2(2):28.
- Said Nusa I, 2017, Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori & Aplikasi, Erlanga, Jakarta.
- Santoso. B, 2008, Proses Pengolahan Air Buangan Industri Tapioka, Fakultas Teknik Industri Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Soemirat. J, 2003, Toksikologi Lingkungan, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Wisconsin, 2004, Aquatic Life Toxicity Testing Methods Manual 2nd Edition, Department of Natural Resources Washington, DC





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Yunus Tonapa Sarungu (Politeknik Negeri Bandung)

Notulen : Yusmardhany Yusuf (UPN "Veteran" Yogyakarta)

- 1 Penanya : Adi Pindo Breena Tarigan (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Apakah metode ozonisasi itu ? Apakah peran ikan Nila dalam percobaan ini ?
Jawaban : Merubah O_2 menjadi O_3 , O_3 akan bereaksi dengan CN menghasilkan *cyanate* (CNO^-), kemudian *cyanate* akan dihidrolisis menjadi *bicarbonate* ($2HCO_3^-$) dan *nitrogen* (N_2). Ikan Nila berperan sebagai uji toksitas limbah dari hasil pengolahan.
- 2 Penanya : Martha Madelein Warong (Teknik Kimia – UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Apakah penamaan proses ozonisasi dan metode ozonasasi adalah hal yang serupa ? Apakah dasar pemilihan waktu sampling 96 jam ? kenapa tidak 12 jam atau 48 jam ?
Jawaban : Metode adalah bagian dari proses, sedangkan metode adalah salah satu dari jenis metode.
Lama durasi 96 jam diperoleh dari standar American Public Health Association (APHA), karena pada jam ke 96 konsentrasi sudah mencapai titik kritisnya.

