

TOKSISITAS LIMBAH CAIR NATA DE COCO TERHADAP MORTALITAS DAN STRUKTUR HISTOLOGIK GINJAL PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

TOXICITY LIQUID WASTE NATA DE COCO TO MORTALITY AND STRUCTURE HISTOLOGIK KIDNEY TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

Oleh: Dinda Mardiani Lubis¹, Sukiya², Tri Harjana², Heru Nurcahyo²

¹ Mahasiswa jurusan pendidikan biologi uny, ²Dosen jurusan pendidikan biologi uny
e-mail: 13308141016@student.uny.ac.id, sukiya@uny.ac.id, tri_harjana@uny.ac.id,
heru_nurcahyo@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh toksisitas limbah cair nata de coco terhadap mortalitas dan struktur histologik ginjal ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jenis penelitian ini adalah eksperimen satu faktor. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila berumur 2 bulan, berukuran 5-7 cm, dan berat 15-20 gram. Perlakuan terdiri atas 5 variasi kadar limbah (% volume) yaitu 1,58%; 2,52%; 4,01%; 6,38%; dan 7,95% dan 1 kontrol (tanpa limbah). Setiap perlakuan terdiri 3 ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 10 ekor ikan. Data yang diamati adalah mortalitas dan struktur histologik ginjal ikan. Uji Probit digunakan untuk mengetahui LC₅₀-96 jam dan kadar aman limbah cair nata de coco. Uji Univariat digunakan untuk mengetahui pengaruh kadar terhadap mortalitas ikan nila. Uji Regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh fisikokimia air perlakuan. Uji Anova digunakan untuk mengetahui pengaruh kadar terhadap kerusakan struktur histologik ginjal ikan nila. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair nata de coco mempengaruhi mortalitas dan struktur histologik ikan nila. Semakin tinggi kadar limbah cair nata de coco maka semakin tinggi mortalitas dan kerusakan struktur histologik ginjal ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terjadi.

Kata kunci: *Limbah cair nata de coco, Mortalitas, dan Struktur histologik ginjal.*

Abstract

Research aims to understand toxicity influence liquid waste nata de coco to mortality and structure histologik kidney tilapia. The research is experiment use one factor. Object used is tilapia 2 months old, sized 5-7 cm, and heavy 15-20 grams. Treatment consists of 5 variation concentration of waste (% volume) namely 1,58 %; 2,52 %; 4,01 %; 6,38 %; and 7,95% and 1 control (without waste). Every treatment consisting 3 remedial, each remedial consisting of 10 fish. Observed data is mortality and structure histologik kidney fish. Probit test used to know LC₅₀-96 hours and safe levels of liquid waste nata de coco. Univariat test used to know the influence of tilapia mortality. Regression test used to know the influence of fisikokimia water treatment. anova test used to know the influence of concentration to destruction structure histologik the kidneys tilapia. The research results show that liquid waste nata de coco affect mortality and structure histologik kidney tilapia. The higher levels of liquid waste nata de coco then the higher mortality and damage the structure of the kidney histologik fish tilapia (*Oreochromis niloticus*) is happening.

Keywords: *liquid waste nata de coco, mortality, and structure histologik kidney*

PENDAHULUAN

Salah satu industri makanan yang terdapat di daerah Yogyakarta adalah industri nata de coco. *Nata de coco* merupakan produk makanan yang dihasilkan dari air kelapa. Air tersebut mengalami proses fermentasi dengan melibatkan bakteri *Acetobacter xylinum* sehingga membentuk kumpulan biomassa yang terdiri dari selulosa, memiliki bentuk padat, dan berwarna putih seperti kolang-kaling.

Kegiatan industri nata de coco menghasilkan limbah cair yang di duga masih mengandung bahan organik yang dapat menurunkan kualitas air. Dikutip dari Solopos.com bahwa di daerah Baki, Sukoharjo, Jawa Tengah terdapat rumah industri nata de coco yang membuang limbah hasil produksi ke saluran pembuangan sehingga menimbulkan bau yang tak sedap. Selain itu, Lembaga Swadaya Masyarakat setempat melakukan uji kualitas air dengan radius 40 m, 150 m, 200 m, dan 400 m dari rumah industri nata

de coco tersebut. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat 2 sampel air yang tak layak untuk dikonsumsi (Wicaksono, 2015).

Limbah cair nata de coco masih mengandung bahan-bahan organik antara lain protein, karbohidrat, dan lemak yang apabila masuk terus menerus kedalam perairan akan menurunkan kualitas air. Selain itu, limbah cair nata de coco bersifat asam karena mengandung asam asetat dalam konsentrasi yang tinggi (Pambayun, 2002: 32). Kandungan asam yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan pH air secara drastis.

Uji toksisitas digunakan untuk mengevaluasi besarnya konsentrasi toksikan dan durasi pemaparan yang dapat menimbulkan efek toksik pada jaringan biologis. Pengujian dilakukan menggunakan berbagai kadar perlakuan pada limbah cair nata de coco.

Berdasarkan uraian di atas diketahui bahwa limbah cair nata de coco berpengaruh terhadap mortalitas dan

struktur histologik ginjal ikan nila. Hal ini dikarenakan limbah cair nata de coco dapat menurunkan kualitas air karena masih mengandung bahan organik dan kandungan asam asetat yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen satu faktor.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 20 Januari sampai dengan 25 April 2017 di Laboraturium Jurdik Biologi FMIPA UNY.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini ikan nila berumur 2 bulan, berat 15-20 gram, dan berukuran 5-7 cm.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan satu faktor, yaitu 5 variasi kadar limbah cair nata de coco dan 1 kontrol. Ikan nila diaklimatisasi terlebih dahulu selanjutnya dilakukan uji

pendahuluan untuk mengetahui ambang atas (LC_{100-24} jam) dan ambang bawah (LC_{0-48} jam) limbah cair nata de coco. Setelah hasil uji pendahuluan kemudian dilanjutkan dengan uji definitif untuk mengetahui nilai toksisitas (LC_{50-96} jam dan LC_{50-48} jam) dan kadar aman ($10\% \times LC_{50-48}$ jam).

Prosedur

Ikan nila terlebih dahulu di aklimatisasi sampai tidak ditemukan lagi ikan yang mati. Setelah proses aklimatisasi, dilanjutkan uji pendahuluan menggunakan deretam konsentrasi rentang Skala Logaritmik yaitu $10^{-2}\%$, $10^{-1}\%$, $10^0\%$, $10^1\%$, dan $10^2\%$ volume air sumur dan limbah cair nata de coco sebanyak 10 liter. Uji definitif dilakukan menggunakan skala Duodoroff. Setelah uji definitif dilakukan, ikan yang masih hidup selama perlakuan 96 jam pada masing-masing sampel diambil untuk diamati secara mikroanatomi struktur ginjal dan dianalisis kerusakannya.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan program SPSS 16 dengan uji probit, univariat, regresi, dan *One way Anova*. Data uji *One Way Anova* berpengaruh nyata akan di lanjutkan dengan uji DMRT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian :

1. Uji Pendahuluan

Tabel 1. Mortalitas Ikan Nila Pada Uji Pendahuluan Limbah Cair Nata De Coco

Variasi Kadar Limbah (% volume)	Ulangan ke :	Jumlah Ikan (ekor)	Mortalitas Ikan			Total Mortalitas (%)	Rerata (%)
			0 Jam	24 Jam	48 Jam		
Kontrol	1	10	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0		
	3	10	0	0	0		
10 ⁻² (0,01)	1	10	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0		
	3	10	0	0	0		
10 ⁻¹ (0,1)	1	10	0	0	0	10	
	2	10	0	0	0		
	3	10	0	1	3		30
10 ⁰ (1)	1	10	0	0	0	16,67	
	2	10	0	1	4		40
	3	10	0	0	1		10
10 ¹ (10)	1	10	0	10	10	100	
	2	10	0	10	10		100
	3	10	0	10	10		100
10 ² (100)	1	10	10	10	10	100	
	2	10	10	10	10		100
	3	10	10	10	10		100

Sumber : Analisis data primer

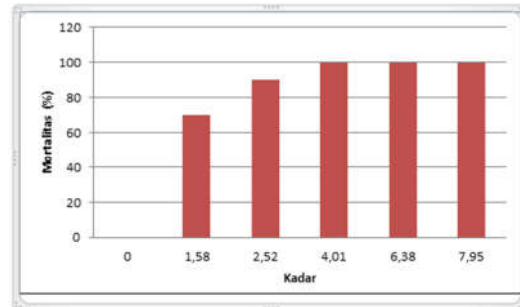
Hasil uji pendahuluan diperoleh bahwa kadar ambang bawah (LC₀-48 jam) sebesar 1% dan kadar ambang atas (LC₁₀₀-24 jam) sebesar 10%.

2. Uji Definitif

Tabel 2. Mortalitas Ikan Nila Pada Uji Definitif Limbah Cair Nata De Coco.

Variasi kadar limbah (% volume)	Ulangan Ke :	Jumlah Ikan (ekor)	Mortalitas Ikan (Jam)					Total Mortalitas (%)	Rerata (%)
			0	24	48	72	96		
Kontrol (0,00)	1	10	0	0	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0	0	0		
	3	10	0	0	0	0	0		
1,58	1	10	0	1	1	3	7	70	
	2	10	0	0	0	1	6	60	
	3	10	0	0	2	4	8	80	
2,52	1	10	0	3	4	5	8	80	
	2	10	0	3	3	5	9	90	
	3	10	0	0	3	3	10	100	
4,01	1	10	0	8	9	10	10	100	
	2	10	0	6	9	9	10	100	
	3	10	0	8	10	10	10	100	
6,38	1	10	0	10	10	10	10	100	
	2	10	0	10	10	10	10	100	
	3	10	2	10	10	10	10	100	
7,95	1	10	7	10	10	10	10	100	
	2	10	8	10	10	10	10	100	
	3	10	7	10	10	10	10	100	

Sumber : Analisis data primer



Gambar 1. Grafik mortalitas ikan nila pada uji definitif

Hasil uji definitif diketahui bahwa semakin tinggi kadar limbah cair nata de coco maka semakin tinggi pula mortalitas ikan nila yang terjadi. Analisis probit nilai LC₅₀-48 jam dengan probability 0,5 menunjukkan 2,91x10⁻² mg/L dan nilai probit LC₅₀-96 jam dengan probability 0,5 menunjukkan 2,29x10⁻² mg/L.

Tabel 3. Analisis Univariat Limbah Cair Nata De Coco

Uji Antara Efek Subyek
Variabel Terikat: Mortalitas

Sumber	Jenis Kuadrat	Df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Model Yang Di Koreksi	1254.833 ^a	23	54.558	106.167	.000
Intercept	2664.500	1	2664.500	5.185E3	.000
Kadar	1077.667	5	215.533	419.416	.000**
Jam	72.500	3	24.167	47.027	.000**
Kadar * Jam	104.667	15	6.978	13.578	.000**
Error	24.667	48	.514		
Total	3944.000	72			
Total Yang Di Koreksi	1279.500	71			

a. R Kuadrat = ,981 (Kuadrat R Yang Disesuaikan = ,971)
Keterangan : ** = berpengaruh nyata

Sumber : Analisis Data Primer

Hasil diatas menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pada kadar, durasi (jam), serta kombinasi kadar dengan durasi (jam) limbah cair nata de coco ($p < 0,05$).

3. Pengukuran Parameter Fisikokimia Limbah Cair Nata De Coco dan Air Perlakuan

Tabel 4. Fisikokimia Limbah Cair Nata De Coco

Parameter	Baku Mutu	Hasil
pH	6 – 9 (Permen LH No. 6 Tahun 2007)	3,49
DO (mg/L)	3 (PP No. 8, 2001 : 484)	0,00
COD (mg/L)	200 (Permen LH No. 6 Tahun 2007)	26.357,76
BOD (mg/L)	100 (Permen LH No. 6 Tahun 2007)	14.795,78
TSS (mg/L)	100 (Permen LH No. 6 Tahun 2007)	15,20
Amonia (mg/L)	1 Pescod (Munawar Ali, 2011 : 13)	5,455

Sumber : Laporan Hasil Uji BLK-Yogyakarta

Hasil diatas menunjukkan bahwa limbah cair nata de coco tidak ada yang

memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

Tabel 5. Fisikokimia Air Perlakuan

Parameter	Perlakuan						Baku Mutu
	Kontrol	1,58 %	2,52%	4,01%	6,38%	7,95%	
pH	7,36	6,78	5,12	4,19	4,35	3,93	6 – 9
DO (mg/L)	5,57	5,60	5,19	4,32	4,83	4,39	4 – 6
TSS (mg/L)	3	22	60	121	69	122	100
Amonia (mg/L)	1,414	6,560	4,510	3,173	4,064	0,870	1

Sumber : Laporan Hasil Uji BLK-Yogyakarta

Hasil pengukuran parameter fisikokimia pada air perlakuan menunjukkan bahwa parameter pH yang aman hanya pada perlakuan kontrol dan kadar 1,58% saja, parameter DO masih dalam standar baku mutu, parameter TSS yang aman terdapat pada perlakuan kontrol, 1,58%, 2,52%, dan 6,38%. Hasil parameter amonia bebas yang masih dalam standar baku mutu yaitu pada perlakuan kontrol dan kadar 7,95%.

Tabel 8. Uji Regresi Parameter Fisikokimia Air Perlakuan Terhadap Mortalitas Ikan Nila

Koefisien*						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.320	7.500		.176	.889
	pH	-.256	.285	-.1235	-.897	.534
	DO	.116	1.422	.218	.082	.948
	TSS	-.001	.015	-.200	-.082	.948
	Amonia_NH3	-.027	.085	-.188	-.314	.806

a. Dependent Variable: Kadar

Persamaan regresi parameter fisikokimia limbah cair nata de coco terhadap mortalitas sebagai berikut :

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

$$Y' = 1,320 + (-0,256)X_1 + (0,116)X_2 + (-0,001)X_3 + (-0,027)X_4$$

$$Y' = 1,320 - 0,256X_1 + 0,116X_2 - 0,001X_3 - 0,027X_4$$

Hasil uji analisis regresi menunjukkan bahwa nilai mortalitas sebesar 1,320. Nilai mortalitas (Y) yang diprediksi pada tabel *Diagnosis Casewise* diketahui memiliki nilai residual yang telah terstandarisasi mendekati 0 yang artinya model regresi semakin baik dalam melakukan prediksi.

Koefisien regresi variabel dibagi menjadi 2, yaitu koefisien bernilai positif dan koefisien bernilai negatif. Nilai b yang positif menyatakan bahwa variabel bebas X berpengaruh positif terhadap nilai variabel terikat Y. Sementara itu, nilai b yang negatif menyatakan bahwa variabel bebas X berpengaruh negatif terhadap nilai variabel terikat Y. Dari ke-4 variabel yang

diuji, koefisien yang bernilai positif yaitu DO sedangkan koefisien yang bernilai negatif yaitu pH, TSS, dan amonia.

4. Kerusakan Struktur Histologik Ginjal

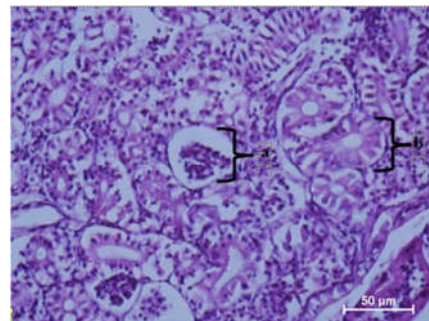
Ikan Nila

Tabel 6. Persentase Kerusakan Sel pada Ginjal Ikan Nila

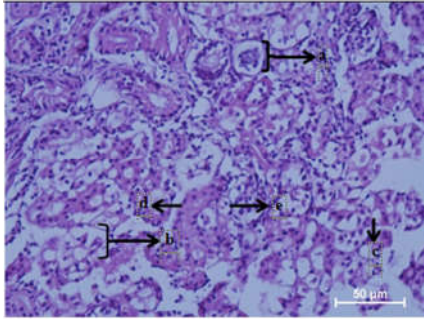
Konsentrasi (% volume)	Ulangan	Kerusakan (%)			Total Kerusakan (%)
		Lisis	Piknosis	Karioreksis	
0	1	1,16	1,75	1,58	4,49
	2	1,41	1,91	1,83	5,15
	3	0,66	0,58	1,16	2,40
1,58	1	4,58	3,33	5,58	13,49
	2	2,91	4,50	8,91	16,32
	3	4,41	4,16	8,66	17,23
2,52	1	4,75	5,15	11,91	21,82
	2	4,58	4,08	9,58	18,24

Sumber : Analisis Data Primer

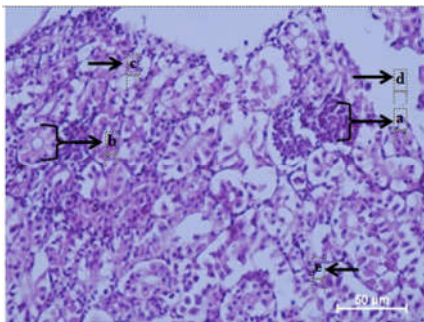
Hasil diatas diketahui bahwa semakin besar konsentrasi limbah cair nata de coco maka semakin tinggi persentase kerusakan sel yang terjadi pada struktur ginjal ikan nila.



Gambar 2. Struktur histologik ginjal ikan nila (*O.niloticus*) perlakuan kontrol. Keterangan a : glomerulus ; b : tubulus ginjal



Gambar 3. Struktur histologik ginjal ikan nila (*O.niloticus*) perlakuan kontrol. Keterangan a : glomerulus; b : tubulus ginjal; c : lisis; d: piknosis; e : kariorekisis



Gambar 4. Struktur histologik ginjal ikan nila (*O.niloticus*) perlakuan kontrol. Keterangan a : glomerulus; b : tubulus ginjal; c : lisis; d: piknosis; e : kariorekisis

Berdasarkan hasil uji Anova diketahui bahwa nilai probabilitas signifikansi sebesar 0,01. Nilai tersebut < 0,05 yang berarti kadar limbah cair nata de coco mempengaruhi kerusakan struktur ginjal ikan nila. Uji Duncan diketahui bahwa kadar yang paling berpengaruh adalah 2,52%.

Pembahasan:

Limbah cair nata de coco berpengaruh terhadap mortalitas dan struktur histologik ginjal ikan nila (*O.niloticus*). Semakin tinggi kadar limbah cair nata de coco maka semakin tinggi pula mortalitas ikan. Begitu pula dengan struktur histologik ginjal ikan nila, semakin tinggi kadar limbah cair nata de coco maka persentase kerusakan sel semakin tinggi.

Hasil uji probit yang telah dilakukan diperoleh nilai LC₅₀-96 jam limbah cair nata de coco sebesar 0,0229 mg/L. Dilihat dari penggolongan Loomis, nilai tersebut menunjukkan bahwa limbah cair nata de coco kurang dari 1 mg/kg

Tabel 7. Uji *One Way Anova* dan DMRT

ANOVA						
Total Kerusakan						
		Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Antara Perlakuan	(Kombinasi)	359.717	2	179.859	49.579	.001
	Istilah Tertimbang	355.138	1	355.138	97.896	.000
	Linier Deviasi	4.579	1	4.579	1.262	.312
Dalam Perlakuan		18.138	5	3.628		
Total		377.856	7			

Duncan				
Kadar	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	3	4.0133		
0.158	3		15.6800	
0.252	2			20.0300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 Sumber : Analisis Data Primer

sehingga dalam penggolongan Loomis termasuk dalam limbah yang luar biasa toksik. Kadar aman limbah cair nata de coco diperoleh dari $10\% \times LC_{50}$ -48 jam. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka diperoleh kadar aman sebesar 0,00291mg/L yang artinya nilai tersebut tidak mempengaruhi mortalitas ikan nila.

Tabel 8. Penggolongan Toksisitas Berdasarkan Jumlah Besar Zat Kimia

No.	Penggolongan Toksisitas	Dosis
1.	Luar biasa toksik	(1 mg/kg atau kurang)
2.	Sangat toksik	(1-50 mg/kg)
3.	Cukup toksik	(50-500 mg/kg)
4.	Sedikit toksik	(0,5-5 mg/kg)
5.	Praktis tidak toksik	(5-15 mg/kg)
6.	Relatif kurang berbahaya	(>15 mg/kg)

Sumber : Loomis, 1978: 22

Mortalitas ikan nila (*O. niloticus*) yang terjadi dikarenakan kualitas air yang buruk sehingga tidak memenuhi syarat hidup ikan nila. Hasil pengujian fisikokimia menunjukkan pH limbah bersifat asam, kadar DO yang sangat sedikit, kadar BOD dan COD yang tinggi, serta mengandung amonia (NH_3). Limbah

cair nata de coco juga masih mengandung bahan organik seperti protein, karbohidrat, dan lemak. Bahan-bahan organik jika masuk ke perairan akan didekomposisi oleh mikroorganisme. Saat medekomposisi bahan organik, mikroorganisme menggunakan O_2 yang ada di air. Semakin banyak bahan organik yang di dekomposisi, maka semakin banyak pula O_2 yang digunakan.

Hasil uji regresi menunjukkan bahwa parameter fisikokimia pH, DO, TSS, dan amonia diprediksi berpengaruh terhadap mortalitas ikan nila. Nilai pH yang aman bagi kelangsungan hidup ikan nila yaitu 6 – 9, DO sebesar 4-6 mg/L, TSS sebesar 100 mg/L, dan amonia sebesar 1 mg/L. Kondisi pH yang rendah bersifat racun jika jumlah amonia banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan jumlah amonia yang sedikit akan bersifat racun juga (Tim MSP Himikan Unpad, 2015: 8).

Amonia (NH_3) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air.

Keberadaan amonia di perairan juga akan mengurangi kadar oksigen terlarut. Oksigen dalam perairan bermanfaat untuk pernafasan organisme dan proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Apabila oksigen di perairan sedikit, akan menyebabkan kematian pada biota yang hidup di perairan tersebut.

Asam asetat yang berlebihan masuk kedalam tubuh ikan menyebabkan terjadinya asidosis, yaitu suatu keadaan pada saat darah terlalu banyak mengandung asam dan sering menyebabkan menurunnya pH darah. Jika pH tubuh asam maka kadar O_2 dalam tubuh akan berkurang. Ion H^+ jika berikatan dengan hemoglobin menyebabkan perubahan struktur hemoglobin sehingga O_2 tidak dapat terikat dengan maksimal (Anonim, 2012: 8).

Ginjal ikan berperan dalam menjaga keseimbangan kadar air dan garam. Ginjal terdiri dari jutaan nefron

dimana satu unit nefron terdiri dari badan malphigi (kapsul bowman dan glomerulus) dan tubuli ginjal. Sisa zat ekskresi dari hati akan dialirkan ke pembuluh darah dan masuk ke nefron ginjal sehingga terjadi proses filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi. Proses filtrasi (penyaringan) terjadi di glomerulus lalu cairan di alirkan ke tubulus proximal. Zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh seperti air dan ion akan dikembalikan ke saluran sirkulasi sedangkan zat yang tidak dibutuhkan (urin) akan dikeluarkan melalui korpus renalis (Sukiya, 2001 :15).

Zat toksik dan zat sampah yang terlalu banyak dalam tubuh menyebabkan ginjal tidak dapat bekerja dengan baik. Zat-zat tersebut menyebabkan sel-sel pada ginjal mengalami nekrosis. Nekrosis merupakan kerusakan sel yang disebabkan oleh infeksi akut dan bersifat permanen (*irreversible*). Inti sel yang terinfeksi akan mengalami penyusutan (piknosis), terfragmentasi (karioreksis), dan akhirnya akan hilang (lisis).

Kerusakan sel yang terjadi karena limbah cair nata de coco yang mengandung asam asetat dan amonia. Amonia masuk kedalam tubuh ikan nila dalam bentuk molekul NH_3 kemudian berdifusi ke jaringan. Masuknya amonia (NH_3) menyebabkan gangguan pada sel. Sel yang mengalami gangguan dan tidak mampu beradaptasi selanjutnya mengalami cedera atau infeksi. Infeksi yang terjadi terus-menerus akhirnya menyebabkan kematian sel (Lutfiani, 2016: 8).

SIMPULAN dan SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa limbah cair nata de coco berpengaruh terhadap mortalitas dan struktur histologi ginjal ikan nila (*O. niloticus*).

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang limbah cair nata de coco terhadap hewan uji lain, organ lain, dan parameter fisikokimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. Penentuan Derajat Kesehatan dan Respirasi Ikan. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
<https://akutresno.wordpress.com/2012/02/26/penentuan-derajat-kesehatan-dan-respirasi-ikan/> diakses pada 1 jJly 2017 pukul 12.20 WIB
- Loomis, T.A. 1978. *Toksikolgi Dasar* Edisi Ketiga. Yogyakarta: UGM Press.
- Lutfiani, Arvin. 2016. *Nekrosis*. Purwokerto : Universitas Jenderal Soedirman.
- Pambayun, R. 2002. *Teknologi Pengolahan Nata De Coco*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sukiya. 2001. *Biologi Vertebrata*. Yogyakarta : JICA
- Tim MSP HIMIKAN UNPAD. 2015. Pengecekan Kualitas Air Pada Aliran Sekitar Kolam Ciparanje. *Jurnal*. Bandung : Universitas Padjajaran.
- Wicaksono, Bony Eko. (2015, 26 September). *Pencemaran Lingkungan Sukoharjo Warga Kali Tengah Ancam Tutup Pabrik Sari Kelapa*.
[Http://Www.Solopos.Com/2015/09/26/Pencemaran-Lingkungan-Sukoharjo-Warga-Kali-Tengah-Ancam-Tutup-Pabrik-Sari-Kelapa-646275](http://Www.Solopos.Com/2015/09/26/Pencemaran-Lingkungan-Sukoharjo-Warga-Kali-Tengah-Ancam-Tutup-Pabrik-Sari-Kelapa-646275) diakses pada 15 Mei 2017 Pukul 19.40 WIB.