

TOKSISITAS LIMBAH CAIR PABRIK BATIK TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP, STRUKTUR HISTOLOGIK GINJAL, DAN DAGING IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

*Toxicity of Batik Mill Effluent Toward Survival, Kidney Histological Structure, and The Chromium Content In The Flesh of Tilapia (*Oreochromis Niloticus*)*

Oleh:

Azzah Mualifah

Jurusan Pendidikan Biologi Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Karangmalang Yogyakarta 55281

Email: Azzahmualifah@gmail.com

Abstrak

Industri batik di kota Yogyakarta sangat banyak, namun pengolahan limbahnya masih sederhana, sehingga perlu dilakukan uji toksisitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah cair pabrik batik terhadap kelangsungan hidup, struktur histologik ginjal, serta kandungan kromium pada daging ikan nila. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan pada bulan November 2015- April 2016. Lokasi pengambilan sampel limbah cair pabrik batik di Imogiri Yogyakarta. Uji yang dilakukan yaitu uji pendahuluan, toksisitas, pengamatan struktur histologik ginjal ikan nila, pengukuran fisikokimia air, serta pengukuran kandungan kromium pada daging ikan nila. Limbah cair pabrik batik mempengaruhi kelangsungan hidup ikan nila dimana semakin tinggi kadar limbah cair pabrik batik semakin rendah tingkat kelangsungan hidup ikan nila serta mempengaruhi struktur histologik ginjal yang ditandai dengan adanya kerusakan berupa nekrosis, hipertropi pada sel tubulus, lumen menyempit, inti glomerulus mengalami piknosis, peradangan antar sel tubulus, sel terlepas dari glomerulus. Kandungan kromium pada daging ikan nila masih berada dalam ambang batas aman karena masih berada di bawah 2,5 mg/kg. Ambang batas yang ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725/ B/ SK/ 89.

Kata kunci : *ginjal, ikan nila, kelangsungan hidup, limbah batik, struktur histologik.*

Abstract

There are many batik industries in Yogyakarta, but the processing of the waste is still modest, so it needs toxicity test. This research aims to determine the effect of batik mill effluent toward survival, kidney histological structure, and the chromium content in the flesh of tilapia. This research is an experimental research conducted in November 2015 until April 2016. The samples of batik mill effluent were taken in Imogiri Yogyakarta. The test done were a preliminary test, toxicity, renal histological observation of the structure of tilapia, water physicochemical measurement, and the measurement of chromium content in the flesh of tilapia. Batik mill effluent affected the survival of tilapia which means the higher level of batik mill effluent affects the lower the survival rate of tilapia, and it also influenced the structure of histological kidney marked by the damage of necrosis, hypertrophy of the tubular cells, luminal narrowing, core glomerulus experienced piknosis, inflammation between tubular cells, and cells separated from the glomerulus. Chromium content in the flesh of tilapia was still in the safe levels because they were below 2.5 mg/kg which based on the threshold set by the Director General is POM No. 0372 / B/ SK/ 89.

Keywords : kidney, tilapia, survival, batik mill effluent, histological structure

PENDAHULUAN

Industri di Indonesia berkembang pesat baik itu industri modern maupun industri konvensional. Industri banyak menghasilkan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran.

Limbah industri yang tidak diolah dengan baik sering menimbulkan permasalahan.

Industri konvensional masih banyak yang belum memiliki instalasi pengolahan limbah atau sudah memiliki namun masih sederhana. Salah

satu industri konvensional yang sedang berkembang yaitu industri batik.

Data tahun 2012 menyebutkan jumlah industri batik 48.300 unit usaha skala kecil dan menengah dan skala besar sebanyak 17 unit usaha dengan penyerapan tenaga kerja sebanyak 797.351 orang (Kementrian Perindustrian, 2014: 7-8).

Salah satu provinsi yang memiliki sentra industri batik yang tinggi yaitu Daerah Istimewa Yogyakarta. Salah satu desa yang menjadi sentra industri batik di Imogiri berada di Desa Wukirsari, berdasarkan data hasil observasi terdapat 15 industri batik rumahan. Terdapat dua tempat industri batik yang sudah memiliki instalasi pengolahan limbah sederhana dengan pengendapan ke dalam kolam pengendapan yang kemudian dipindahkan ke kolam yang lain. Sepuluh tempat menggunakan sumur untuk menampung limbah, sedangkan sisanya belum memiliki pengolahan limbah.

Indusri batik tersebut menghasilkan limbah cair yang dihasilkan paling banyak dari proses pewarnaan batik. Zat-zat yang terdapat pada limbah cair pabrik batik dapat berupa padatan tersuspensi, bahan kimia maupun zat organik, dan mengandung logam berat kromium (Ayu 2014: 67). Logam kromium merupakan logam berat yang berasal dari proses pewarnaan batik yang bersifat toksik dan dapat mencemari lingkungan apabila melebihi ambang batas yang ditentukan.

Limbah cair pabrik batik yang diendapkan di dalam tanah tersebut dapat masuk kedalam badan air melalui siklus hidrologi yaitu perjalanan air dari permukaan air laut ke atmosfer

kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah habis, air akan tertahan di sungai, danau atau waduk, sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk lain (Kusumadewi, 2012: 264). Berdasarkan hal tersebut maka limbah yang diendapkan di dalam tanah dapat masuk ke badan air dan mempengaruhi ekosistem didalam badan air.

Limbah cair yang dibuang ke lingkungan harus memenuhi standar baku mutu limbah cair agar tidak menimbulkan permasalahan bagi lingkungan.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian terhadap limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik batik yang dapat dilakukan pada organisme perairan yaitu ikan nila. Pengaruh zat kimia pada limbah cair pabrik batik pada ikan dapat dilihat dari kelangsungan hidup, struktur histologis bagian tubuh yang peka terhadap zat kimia tersebut salah satunya yaitu ginjal, serta keberadaan kandungan kromium dalam daging ikan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan mengenai toksisitas limbah cair pabrik batik terhadap kelangsungan hidup, struktur histologis ginjal, dan daging ikan nila ini adalah penelitian eksperimen.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 –April 2016. Pengambilan sampel limbah cair di pabrik batik di daerah Imogiri, Bantul, DIY, perlakuan dilakukan di kebun Biologi FMIPA UNY, pembuatan preparat

organ ikan uji di Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Pengukuran fisikokimia air dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan, Yogyakarta.

Sampel Penelitian

Bibit ikan nila dengan umur 1 bulan, berat antara 15-20 gr, panjang 2,5-3 cm dari Pembenihan Ikan Air Tawar, Ngrajek Magelang.

Prosedur

1. Aklimatisasi ikan uji.

Aklimatisasi ikan uji selama 10 hari.

2. Uji pendahuluan, penentuan ambang batas dan ambang bawah kadar limbah cair pabrik batik.

Membuat berbagai variasi kadar limbah cair pabrik batik untuk uji, sesaat sebelum ikan uji dimasukkan ke dalam bak perlakuan. Uji pendahuluan ini dilakukan untuk menentukan kadar ambang atas (LC100-24 jam) dan ambang bawah (LC0-48 jam) limbah cair pabrik batik terhadap ikan nila. Kadar limbah uji menggunakan deretan konsentrasi berbasis angka 10 yaitu 10-2% = 0,01 %, 10-1% = 0,1 %, 100% = 1%, 101% = 10 %, dan 102% = 100%. Ikan nila yang digunakan sebagai hewan uji ditempatkan dalam bejana uji (ukuran setiap bejana 60x40x25 cm), 10 ekor tiap bejana dengan volume air limbah 10 liter. Pertimbangan rasio biomassa ikan per liter adalah 0,8-1 gr (EPA, 1975: 197).

3. Uji toksisitas.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, maka kadar limbah cair pabrik untuk uji

toksitas yang berada diantara nilai ambang atas dan ambang bawah, yang ditentukan berdasarkan deret logaritma dengan rumus:

$$\text{Log } N/n = k (\log a/n)$$

Keterangan :

N : konsentrasi ambang atas

n : konsentrasi ambang bawah

k : jumlah konsentrasi yang diuji

a : konsentrasi terkecil dalam deret logaritma yang diuji

Perlakuan uji toksisitas digunakan 5 konsentrasi uji dan 1 konsentrasi sebagai kontrol. Masing-masing konsentrasi perlakuan diambil 1 sampel ikan yang masih hidup untuk diamati secara histologik struktur ginjalnya dan dianalisis secara deskriptif kerusakannya.

4. Penilaian kelangsungan hidup ikan.

Penilaian kelangsungan hidup ikan uji dilakukan pada awal perlakuan dan akhir perlakuan, berdasarkan jumlah ikan yang hidup di awal dan di akhir perlakuan.

$$h = \frac{[Nt]_2}{[Nt]_1} \times 100$$

Keterangan :

H : kelangsungan hidup ikan (%)

Nt1 : jumlah ikan hidup pada t1

Nt2 : jumlah ikan hidup pada t2

100 : konstanta h dalam %

5. Pengukuran parameter fisikokimia air perlakuan

Pengukuran parameter fisikokimia dilakukan pada akhir perlakuan. Pengukuran ini meliputi suhu, pH, DO, dan logam berat. Data kualitas air akan sangat berarti karena merupakan data pendukung dalam pembahasan.

Pengukuran kandungan logam kromium pada daging ikan nila.

6. Pengukuran kandungan logam kromium pada daging ikan nila dilakukan pada akhir perlakuan dengan mengambil bagian daging ikan nila.
- 7.

Teknik Analisis Data

Analisis anova yang digunakan untuk mengetahui pengaruh limbah cair pabrik batik pada berbagai kadar terhadap kelangsungan hidup ikan nila. Analisis deskriptif digunakan untuk identifikasi kerusakan histologik ginjal dan kandungan kromium pada daging ikan uji akibat perlakuan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Uji pendahuluan.

Uji pendahuluan dilaksanakan selama 48 jam. Hasil uji pendahuluan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Mortalitas ikan nila pada uji pendahuluan limbah cair pabrik batik

Kadar (% vol)	Jumlah ikan	Ulangan	Respon Mortalitas		Total mortalitas (%)
			24 jam	48 jam	
Kontrol	10	1	0	0	0
	10	2	0	0	0
	10	3	0	0	0
0,01	10	1	0	0	0
	10	2	0	0	0
	10	3	0	1	10
0,1	10	1	0	1	10
	10	2	0	0	0
	10	3	1	4	40
1	10	1	10	10	100
	10	2	10	10	100
	10	3	10	10	100
10	10	1	10	10	100
	10	2	10	10	100
	10	3	10	10	100
100	10	1	10	10	100
	10	2	10	10	100
	10	3	10	10	100

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa kadar ambang bawah (LC0-48 jam) dan ambang atas (LC100-24 jam) limbah cair pabrik batik adalah 0,01% dan 0,1% sehingga kadar uji toksistas terhadap ikan nila berkisar antara 0,01% hingga 0,1%.

B. Uji toksistas.

Berdasarkan skala Duodoroff maka digunakan kadar limbah 0,024%, 0,037%, 0,049%, 0,065%, 0,075% dan 0,00% sebagai kontrol. Data kelangsungan hidup pada uji toksistas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Kelangsungan hidup ikan nila pada uji toksistas limbah cair pabrik batik

Kadar (% vol)	Ulang-anke:	Jumlah ikan (ekor)	Kelangsungan hidup		h (%)	Rerata (%)
			Awal	akhir		
0	1	10	10	10	100	100
	2	10	10	10	100	
	3	10	10	10	100	
0,024	1	10	10	9	90	96,67
	2	10	10	10	100	
	3	10	10	10	100	
0,037	1	10	10	9	90	93,33
	2	10	10	9	90	
	3	10	10	10	100	
0,049	1	10	10	10	100	96,67
	2	10	10	10	100	
	3	10	10	9	90	
0,065	1	10	10	8	80	56,67
	2	10	10	9	90	
	3	10	10	0	0	
0,075	1	10	10	8	80	26,67
	2	10	10	0	0	
	3	10	10	0	0	

Uji toksistas pada kadar 0% menunjukkan tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang tinggi, pada kadar yang lebih tinggi terjadi penurunan kelangsungan hidup ikan, namun pada kadar 0,049% tingkat kelangsungan hidup ikan lebih tinggi dibandingkan pada kadar 0,037%. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan ketahanan serta kemampuan organisme dalam melakukan proses penyerapan zat toksik. Menurut Sarwoko

(2009:96) faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut yaitu faktor genetik, umur, dan status kesehatan.

Berdasarkan hasil uji toksisitas tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi kadar maka semakin rendah tingkat kelangsungan hidup ikan yang terjadi, hal tersebut dikarenakan semakin tinggi konsentrasi toksikan yang diberikan dalam kurun waktu tertentu maka semakin banyak zat toksik yang masuk ke dalam tubuh ikan uji. Zat toksikan yang masuk kedalam tubuh ikan dapat mempengaruhi proses fisiologis didalam tubuh ikan sehingga mengganggu kelangsungan hidup ikan.

C. Hasil analisis *One Way Anova*

Tabel 3. Hasil analisis One Way Anova pengaruh perlakuan uji toksisitas terhadap ikan nila

ANOVA					
kelangsungan_hidup					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13516,667	5	2703,333	3,476	,036
Within Groups	9333,333	12	777,778		
Total	22850,000	17			

Berdasarkan hasil analisis univariat menunjukkan bahwa faktor kadar pada perlakuan mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan karena nilai signifikannya lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$) yaitu 0,036. Faktor yang mempengaruhi efek yang ditimbulkan dari toksikan tidak hanya ditentukan oleh kadar dan waktu tetapi juga oleh parameter fisikokimia air yang berupa pH, suhu, DO, dan adanya logam berat berupa kromium pada toksikan tersebut. Kromium merupakan logam berat yang banyak terkandung pada limbah batik karena adanya proses pewarnaan pada pembuatan batik. Kromium sendiri banyak

digunakan sebagai zat pewarna (Sembel, 2015: 112).

Dilakukan pengukuran parameter limbah batik murni untuk mengetahui perbedaan nilai fisikokimia air limbah cair pabrik batik murni dengan limbah cair pabrik batik yang sudah mengalami pengenceran. Hasil pengukuran fisikokimia air perlakuan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. Hasil pengukuran fisikokimia air uji toksisitas limbah cair pabrik dan limbah batik murni

Parameter	Kadar (%)	Air perlakuan	Limbah batik murni	Standar parameter bagi ikan
Suhu sampel (°C)	0,00	27,8	29	25°C-30°C. (Ghufran 2010:20)
	0,024	27,7		
	0,037	27,7		
	0,049	27,7		
	0,065	27,5		
	0,075	27,5		
DO (mg/l)	0,00	0,30	0	4-6 (Saparinto, 2009: 18)
	0,024	0,29		
	0,037	0,00		
	0,049	1,05		
	0,065	0,60		
	0,075	0,44		
Kromium total (mg/l)	0,00	0,0652	0,0442	> 0,05 (Effendi, 2003: 177)
	0,024	0,0362		
	0,037	0,0356		
	0,049	0,0387		
	0,065	0,0359		
	0,075	0,357		
pH	0,00	7	9	6-8,5 (Ghufran 2010:20)
	0,024	7		
	0,037	7		
	0,049	7		
	0,065	7,1		
	0,075	7,1		

Pengukuran parameter fisikokimia air menunjukkan bahwa suhu dan pH air perlakuan masih layak bagi kelangsungan hidup ikan nila, sedangkan DO air perlakuan tidak layak bagi kehidupan ikan nila, dan terdapat kandungan kromium pada air perlakuan yang masih tergolong aman bagi kelangsungan hidup ikan, menurut Effendi (2003: 177) kadar kromium yang diperkirakan aman bagi kehidupan aquatik adalah sekitar 0,05 mg/liter.

Adanya senyawa kromium dapat diketahui dengan melakukan pengukuran kandungan

kromium pada daging ikan uji. Berikut ini merupakan hasil pengukuran kandungan kromium pada daging ikan uji.

Tabel 7. Hasil pengukuran kandungan kromium pada daging ikan nila

Kadar (%)	Jumlah kandungan kromium (ppm)
0,00	1,873
0,024	1,122
0,037	0,861
0,049	1,056
0,065	0,581
0,075	1,944

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil yang fluktuatif. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan kemampuan ikan dalam menyerap kromium yang terdapat pada limbah cair pabrik batik, serta adanya faktor bawaan ikan yang sudah terpapar kromium sebelum dijadikan sebagai ikan uji. Kandungan krom pada daging ikan nila masih berada dalam ambang batas aman karena masih berada dibawah 2,5 mg/kg. Ambang batas yang ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725/ B/ SK/ 89 tentang batas cemaran logam pada makanan yaitu sebesar 2,5 mg/kg.

. Kromium yang masuk ke dalam tubuh ikan dapat menyebabkan keracunan (Mirah, 2011: 2). Adanya perubahan sel tersebut dapat dilihat dari perubahan struktur histologik dari beberapa organ ikan, salah satunya ginjal dari ikan uji. Berikut ini merupakan hasil pengamatan foto mikroskopis struktur histologis ginjal ikan uji.

Tabel 6. Hasil pengamatan mikroskopis struktur histologis ginjal ikan nila

Perlakuan (%)	Kerusakan
0,00	Normal
0,024	Nekrosis dengan inti piknosis dan kariolisis
0,037	Nekrosis dengan inti piknosis, hipertropi pada sel tubulus, lumen menyempit, sel terlepas dari glomerulus
0,049	Nekrosis dengan inti piknosis dan kariolisis, hipertropi pada sel tubulus, sel terlepas dari glomerulus,
0,65	Nekrosis dengan inti piknosis dan kariolisis, hipertropi pada sel tubulus, lumen menyempit, sel glomerulus piknosis
0,075	Nekrosis dengan inti kariolisis, hipertropi pada sel tubulus, inti glomerulus mengalami piknosis, peradangan antar sel tubulus, sel terlepas dari glomerulus.

Hasil pengamatan struktur histologis ginjal pada uji toksisitas menunjukkan struktur histologik ginjal ikan perlakuan kontrol masih terlihat normal, hal tersebut dapat dilihat pada glomerulus yang bentuknya masih nampak nyata, menurut Joeharnani (2010: 3) bentuk glomerulus atau yang dikenal juga dengan jalinan kapiler, tidak berbentuk bulat utuh tapi menyerupai angka enam.

Kadar 0,024 sel tubulus mengalami kerusakan sel (nekrosis). Nekrosis merupakan penurunan aktivitas jaringan yang ditandai dengan hilangnya beberapa bagian sel satu demi satu dari satu jaringan sehingga dalam waktu yang tidak lama akan mengalami mortalitas (Mandia, 2013: 195).

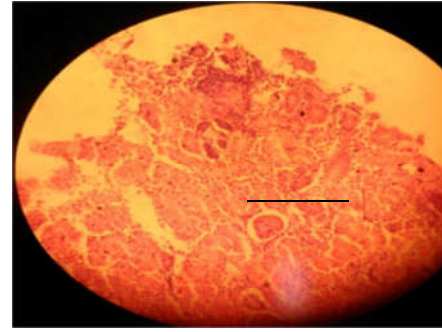
Hasil pengamatan struktur histologik ginjal pada kadar 0,037 % mengalami Piknosis, hipertropi pada sel tubulus, lumen menyempit, sel terlepas dari glomerulus 0,049%, mengalami nekrosis dengan inti piknosis dan kariolisis, hipertropi pada sel tubulus, sel terlepas dari glomerulus, hipertropi. Piknosis merupakan terjadinya pengerutan inti serta inti berubah menjadi gelap. Kariolisis ditandai dengan hilangnya inti bersama-sama dengan kromatin (Sudibyo, 1984: 45-47). Hipertropi merupakan

penambahan volume jaringan akibat membesarnya sel-sel dalam jaringan. Hipertropi terjadi karena adanya logam kromium yang tidak terfiltrasi oleh glomerulus tetapi mengalir kembali melalui vasa rekta yang berada disekeliling sel-sel tubulus. Kadar 0,065%, dan 0,075% mengalami kerusakan yang lebih banyak dibandingkan kerusakan yang terjadi pada kadar lainnya yaitu terjadi kerusakan glomerulus seperti piknosis pada inti glomerulus serta lepasnya sel pada glomerulus.

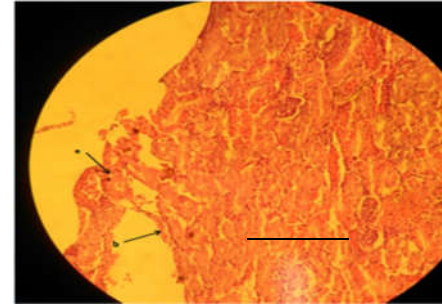
Kerusakan yang terjadi pada kadar 0,075% adalah peradangan antar sel tubulus, peradangan tersebut ditandai dengan jarak antar tubulus yang saling melebar, atau berjauhan, jarak antar tubulus yang saling melebar atau berjauhan tersebut diduga karena ruang yang berada didalam jaringan intertitial itu terserang oleh zat asing. Menurut Edelynna (2012: 197) dominasi zat asing berupa kromium menyebabkan terjadinya peradangan antar sel tubulus.

Semakin tinggi kadar limbah cair pabrik batik yang digunakan maka semakin tinggi pula kerusakan yang ditimbulkan. Hal tersebut dikarenakan logam berat kromium dalam perairan tidak mengalami regulasi oleh ikan nila, tetapi terus terakumulasi dalam tubuh ikan nila serta sifat kromium yang dapat terdeposit pada bagian tubuh makhluk hidup yang pada suatu ukuran tertentu dapat menyebabkan keracunan (Handayani, 2015: 2-3)

Hasil pengamatan struktur histologik ginjal ikan nila dengan skala 1:50 dapat dilihat pada gambar 1-6 berikut ini.

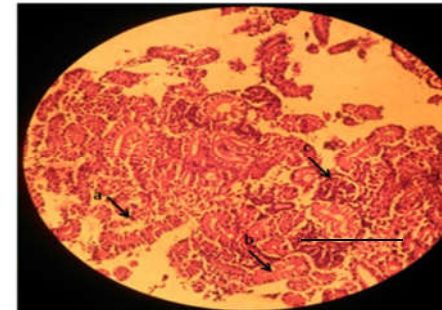


Gambar 1. perlakuan kontrol



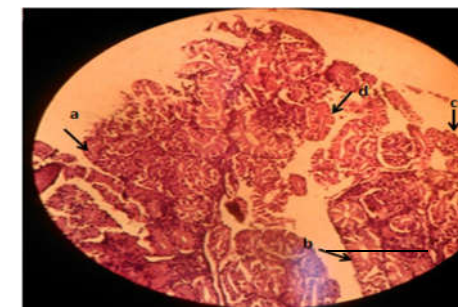
Gambar 2. kadar 0,024%

keterangan: a. piknosis,
b. kariolisis.



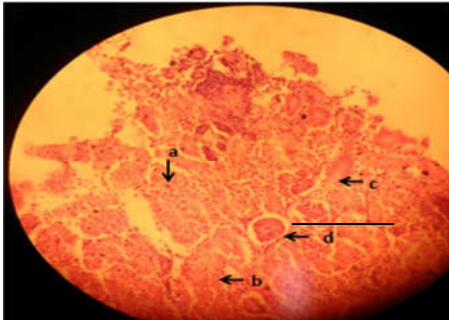
Gambar 3. kadar 0,037%

keterangan: a. piknosis,
b. kariolisis, c. sel
terlepas dari glomerulus.



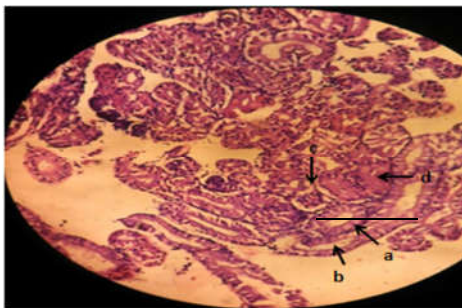
Gambar 4. kadar 0,049%, keterangan:

- a. piknosis
- b. kariolisis
- c. hipertropi pada sel tubulus
- d. sel terlepas dari glomerulus.



Gambar 5. kadar 0,065%, keterangan:

- a. piknosis
- b. kariolisis
- c. hipertropi pada sel tubulus, lumen menyempit,
- d. sel glomerulus piknosis.



Gambar 7. kadar 0,075% keterangan: a.

- a. hipertropi pada sel tubulus,
- b. peradangan antar sel tubulus,
- c. kariolisis,
- d. inti glomerulus mengalami piknosis dan sel terlepas dari glomerulus.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Limbah cair pabrik batik mempengaruhi kelangsungan hidup ikan nila, semakin tinggi kadar limbah cair pabrik batik semakin rendah tingkat kelangsungan hidup ikan nila.

2. Limbah cair pabrik batik mempengaruhi struktur histologik ginjal yang ditandai dengan adanya kerusakan berupa nekrosis, hipertropi pada sel tubulus, lumen menyempit, inti glomerulus mengalami piknosis, peradangan antar sel tubulus, sel terlepas dari glomerulus.
3. Kandungan kromium pada daging ikan nila masih berada dalam ambang batas aman karena masih berada di bawah 2,5 mg/kg. Ambang batas yang ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725/ B/ SK/ 89.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh zat toksik dari limbah cair pabrik batik terhadap organ lain sehingga dapat diketahui pengaruh zat toksik tersebut secara lebih komprehensif.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang limbah cair pabrik batik pada biota uji yang lain untuk mengetahui pengaruh limbah tersebut pada jenis biota lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, Meiga. (2014). Pengaruh Cekaman Kromium pada Limbah Cair Batik terhadap Pertumbuhan *Eichornia crassipes* dan *Salvinia molesta*. *Jurnal LenteraBio* Vol 3 No 1. Hlm. 67.
- Edelynna A.M.O. Wireshpathi, Raharjo &Widowati Budijastuti. (2012). Pengaruh Kromium Heksavalen (VI) terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal LenteraBio*. Vol 1 No 2. Hlm.75-79.
- Effendi, H (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.

- Environmental Protection Agency. (1975). *Methods for Acute Toxicity Test With Fish, Micro Invertebrates and Amphipbian*. Duluth: National Water Quality Laboratory.
- Handayani, R(2015). Akumulasi Logam Berat Kromium (Cr) pada Daging Ikan Nila Merah (*Oreochromis Sp*) dalam Karamba Jaring Apung (Kja) di Sungai Winongo Yogyakarta. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang. Hlm. 8-13.
- Jalius. (2008). Bioakumulasi Logam Berat dan Pengaruhnya terhadap Gametogenesis Kerang Hijau *Perna viridis*: Studi Kasus di Teluk Jakarta, Teluk Banten dan Teluk Lada. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Hlm. 13.
- Joearnani, T. (2010). Perubahan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (*Dasyatis Kuhlii*) Akibat Paparan Logam Merkuri (Hg). *Jurnal*. Makasar: Universitas Hasanudin. Hlm. 3.
- Kementrian Perindustrian. (2014). *Rencana Strategis 2015-2019 Balai Besar Kerajinan dan Batik*. Yogyakarta: Balai Besar Kerajinan dan Batik.
- Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor : 0375/B/SK/VII/89 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam dalam Makanan.
- Kusumadewi, Ludfi Djakfar & Moh Bisri. (2012). Arahan Spasial Teknologi Drainase untuk Mereduksi Genangan di Sub Daerah Aliran Asungai Watu Bagian Hilir. *Jurnal Teknik Pengairan Volume 3 Nomor 2*. Malang : Universitas Brawijaya. Hlm. 264.
- Mandia, S, Netti Marusin & Putra Santoso. 2013. Analisis Histologis Ginjal Ikan Asang (*Osteochilus hasselti*) di Danau Maninjau dan Singkarak, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. Sumatera Barat: Universitas Andalas. Hlm. 195-199.
- Mirah, N; Indah Rachmatiah & Poppy Intan Tjahaja. 2011. Penyerapan dan Akumulasi Radionuklida Kromium-51 dalam Air oleh Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Penelitian Biologi*. Bandung. Hlm. 2.
- Sarwoko Mangkoedihardjo & Ganjar Samudro. (2009). *Ekotoksikologi Teknosfer*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Sembel, D. (2015). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sudibyo, M. (1984). Toksisitas Limbah Cair Tekstil Setelah Penjernihan Koagulasi dan Filtrasi terhadap Ikan Nila Merah (*Oreochromis Sp*). *Tesis*. Yogyakarta: Fakultas Biologi UGM. Hlm. 45-47