

**UJI LC₅₀-96 LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA dan PENGARUHNYA
TERHADAP STRUKTUR MIKROANATOMI BRANCHIA IKAN NILA**

(Oreochromis niloticus)

Artikel Publikasi Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

Himmawan Ady Yogan Indarriyanto

M0410032

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2017

UJI LC₅₀-96 LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA dan PENGARUHNYA TERHADAP BRANCHIA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

¹⁾Himmawan Ady Yogan Indarriyanto, ²⁾Dra. Noor Soesanti Handajani, M.Si.,
³⁾Dr. Sunarto, M.S.

Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Pemanfaatan ubi kayu berskala industri menghasilkan hasil sampingan berupa limbah cair tapioka yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair tapioka merupakan limbah yang mengandung sianida di dalamnya. Sianida merupakan bahan yang bersifat sangat beracun terhadap organisme dalam konsentrasi tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai LC₅₀-96 dan mengetahui pengaruh limbah cair tapioka terhadap kualitas, serta mengetahui pengaruh limbah cair tapioka terhadap struktur mikroanatomi branchia.

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan variabel bebas berupa konsentrasi limbah cair tapioka dengan variabel terikat berupa parameter kualitas perairan yang meliputi: pH, Suhu, COD, BOD, TSS, dan Sianida; mortalitas ikan; dan struktur mikroanatomi branchia. Data parameter kimia dianalisis dengan menggunakan uji *T-test* dan uji Korelasi. Untuk mengetahui nilai LC₅₀-96 jam menggunakan analisis probit. Sedangkan untuk kerusakan mikroanatomi branchia dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan nilai LC₅₀-96 limbah cair tapioka adalah 1,336%. Uji *T-test* menunjukkan adanya pengaruh limbah cair tapioka terhadap parameter parameter COD, BOD, TSS, dan Sianida, tetapi tidak berpengaruh pada parameter pH dan Suhu. Pengamatan mikroanatomi branchia menunjukkan adanya kerusakan jaringan berupa edema, hiperplasia, dan fusi lamella sekunder.

Kata Kunci: Branchia, LC₅₀-96, Limbah Cair Tapioka, *Oreochromis niloticus*

LC₅₀-96 TEST OF TAPIOCA WASTEWATER and The EFFECT ON TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) GILLS STRUCTURE

**¹⁾Himmawan Ady Yogan Indarriyanto, ²⁾Dra. Noor Soesanti Handajani, M.Si.,
³⁾Dr. Sunarto, M.S.**

Department of Biology, Faculty of Mathematic and Natural Sciences
SebelasMaret University, Surakarta

Industrial-scale cassava produces by-products of tapioca waste water that can decrease the quality of the environment. Tapioca waste water contains cyanide. Cyanide is a highly toxic substance to organisms in a particular concentration. This study aims to determine the effect of tapioca waste water on water quality (pH, Temperature, COD, BOD, TSS, Cyanide) and branchia microanatomy.

This research used completely randomized design with free variable was concentration of tapioca waste water and dependent variable was water quality parameters.. Chemical parameter data were analyzed by T-test and Correlation test. LC₅₀-96 hours using probit analysis. Branchia microanatomy was analyzed by descriptively.

The results showed that tapioca waste water could affect the quality of waters on the parameters. The result of research showed LC₅₀-96 of tapioca waste water is 1,336%. T-test showed effect of tapioca waste water to COD, BOD, TSS, Cyanide parameters but didn't effected to the pH and temperature. Microanatomy observation showed tissue damage of gill by edema, hyperplasia, and fusion of lamella.

Key Word : *Oreochromis niloticus*, Gill, Tapioca Wastewater, LC₅₀-96

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang kaya akan sumber daya alamnya, terutama pada hasil pertanian. Salah satu hasil kekayaan alamnya adalah ubi kayu (*Manihot utilissima*) atau juga biasa disebut dengan singkong yang merupakan tanaman yang dapat tumbuh subur di daerah tropis. Masyarakat Indonesia memanfaatkan umbi dari singkong untuk dijadikan bahan makanan pokok selain padi-padian dan jagung karena kandungan karbohidratnya mencapai 34% (Indarto, 2010).

Pemanfaatan ubi kayu oleh masyarakat Indonesia, sebagian dimanfaatkan untuk dijadikan bahan makanan olahan, sedangkan sebagian yang lainnya dimanfaatkan dalam produksi berskala industri besar maupun berskala rumahan. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tapioka hingga kini banyak yang belum memanfaatkannya dengan baik, sehingga banyak pabrik tapioka langsung membuang limbah cair tanpa pengolahan ke aliran sungai. Kegiatan membuang limbah cair pabrik tapioka yang tidak diolah dapat mengakibatkan bau busuk dan kerusakan ekosistem perairan (Sunaryo, 2003).

Limbah cair yang merupakan hasil sampingan industri tapioka memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan juga mengandung senyawa sianida yang bersifat sangat toksik. Jika limbah cair tercampur dengan air pada kolam penampungan ikan, maka akan mengakibatkan kematian pada ikan. Di dalam limbah cair, kandungan senyawa sianida mencapai 8,27 mg/ (Pranoto, 2000).

Polutan yang tercampur makanan ikan, dalam jangka waktu panjang akan mengakibatkan keracunan dan mengakibatkan kematian. Ikan sungai yang

terpapar limbah dengan kadar sianida yang tinggi akan mati dan cepat membusuk, hingga ikan tidak layak konsumsi karena adanya kandungan sianida dalam tubuhnya (Sunaryo, 2003).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan yaitu pada bulan September 2016 di PBIAT Janti-Klaten, dan di Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran UNS. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi konsentrasi limbah cair tapioka sebagai variabel bebas, dan kualitas perairan serta kondisi branchia ikan nila sebagai variabel terikat. Konsentrasi limbah cair tapioka ditentukan dengan melakukan uji pendahuluan dengan menggunakan uji LC_{50-96} pada berbagai konsentrasi. Kemudian ditentukan konsentrasi limbah cair tapioka yang digunakan untuk uji yang sesungguhnya adalah pada konsentrasi dibawah nilai LC_{50-96} .

Proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan parameter dan waktu yang telah ditentukan. Pengumpulan data kelulushidupan dan uji toksisitas akut diambil setiap 24 jam selama 4 hari dengan menghitung jumlah ikan yang mati pada setiap bak uji. Data kerusakan anatomi insang diambil diakhir percobaan pada hari ke 4 dengan sampel satu ikan yang masih hidup dan satu ikan yang sudah mati diambil secara acak setiap bak uji. Pengukuran kualitas air diukur dengan masing-masing alat setiap 24 jam selama 4 hari. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menggunakan Uji *T-test* dan data kualitatif dianalisis secara deskriptif.

Alat yang digunakan berupa, Satu set alat pemeliharaan ikan (bak uji atau aquarium berkapasitas 30 L, Gelas ukur 1000 ml, Aerator, Jaring ikan), Satu set alat uji kualitas air (Spektrofotometer UV-Vis, Destilator, Erlenmeyer, pH meter, Thermometer), Satu set alat pembuatan preparat irisan (Mikrotom, Scalpel, Mikroskop, gelas benda, gelas penutup, botol flakon). Bahan yang digunakan adalah Limbah cair tapioka sebanyak 30 Liter dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) berukuran panjang 5-6 cm sebanyak 500 ekor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kualitas Limbah Cair Tapioka Berdasarkan Parameter Suhu, pH, COD, BOD, TSS, dan Sianida (CN)

Hasil uji LC₅₀₋₉₆ yang dianalisis dengan menggunakan program *Microsoft Excel* menunjukkan nilai 0,01336. Hasil pengukuran menunjukkan nilai parameter berbanding lurus dengan konsentrasi limbah cair tapioka, artinya semakin besar konsentrasi limbah cair tapioka, semakin besar tingkat. Uji *T-test* menunjukkan adanya pengaruh penambahan limbah cair tapioka terhadap mortalitas dengan nilai rata-rata (*mean*) yang tidak sama, konsentrasi 0,01 berpengaruh lebih besar pada nilai mortalitas dibandingkan dengan konsentrasi 0,005. Dari hasil pengukuran parameter kimia, dapat dilihat bahwa pada konsentrasi limbah cair tapioka di bawah nilai LC₅₀₋₉₆ masih berada pada nilai yang sesuai dengan baku mutu. Peningkatan konsentrasi limbah cair tapioka mempengaruhi nilai setiap parameter yang telah diukur.

Tabel Hasil Pengukuran TSS, COD, BOD, Sianida, Suhu, dan pH

Konsentrasi Limbah	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu Mutu	Mortalitas Ikan (%)
1	Zat Padat Terlarut (TSS)	mg/L	890*	100	
	COD	mg/L	7156*	300	
	BOD	mg/L	3134*	150	-
	Sianida (CN)	mg/L	6,18*	0,3	
	Suhu	°C	27,9		
	pH		3,5*	6-9	
0,01	Zat Padat Terlarut (TSS)	mg/L	33,5	100	
	COD	mg/L	96,98	300	
	BOD	mg/L	85,68	150	45,56
	Sianida (CN)	mg/L	0,27	0,3	
	Suhu	°C	27,2		
	pH		6,76	6-9	
0,005	Zat Padat Terlarut (TSS)	mg/L	17,5	100	
	COD	mg/L	40,13	300	
	BOD	mg/L	12,54	150	13,33
	Sianida (CN)	mg/L	0,144	0,3	
	Suhu	°C	27,2		
	pH		6,83	6-9	

***Di atas baku mutu**

Hasil uji Korelasi dan uji *T-test* menunjukkan adanya pengaruh antara peningkatan konsentrasi dengan nilai parameter TSS, COD, BOD, dan Sianida. Sedangkan pada parameter pH dan suhu tidak terlihat adanya pengaruh yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi limbah cair di bawah nilai LC_{50-96} , walaupun pada pengukuran limbah cair murni menunjukkan nilai pH 3,5 (asam).

Hasil pengukuran pada konsentrasi limbah cair tapioka 0,005 dan 0,01 menunjukkan nilai sianida sebesar 0,14 dan 0,27. Hasil tersebut menunjukkan

nilai sianida masih sesuai dengan nilai bakumutu, akan tetapi dari hasil uji korelasi menunjukkan nilai sianida memiliki peranan yang sangat tinggi terhadap mortalitas ikan. Dengan hasil tersebut, maka pada konsentrasi limbah cair tapioka di bawah nilai LC₅₀-96 masih mengakibatkan kematian ikan karena adanya kandungan sianida. Eisler (1991) menuliskan bahwa sianida sebanyak 0,05 mg/l sampai 0,02 mg/l menimbulkan efek fatal pada ikan, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi akan mengakibatkan efek fatal yang lebih cepat, dan pada ikan yang terpapar sianida dengan kadar <0,05 dapat mengakibatkan kerusakan pada *hepar*.

2. Struktur Mikroanatomi Branchia *Oreochromis niloticus*

Berdasarkan hasil pengamatan struktur mikroanatomi branchia *O. niloticus* pada konsentrasi limbah cair tapioka 0,005 terjadi kerusakan jaringan dengan ditunjukkan adanya edema sel epitel di beberapa lokasi pada lamela sekunder dan terjadi hiperplasia. Pada perlakuan konsentrasi limbah cair tapioka 0,01 menunjukkan adanya kerusakan jaringan berupa adanya edema sel epitel hampir pada seluruh lamela sekunder, terjadi hiperplasia, dan terjadinya fusi lamela sekunder. sehingga, dapat dikatakan bahwa kerusakan branchia meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi limbah cair tapioka.

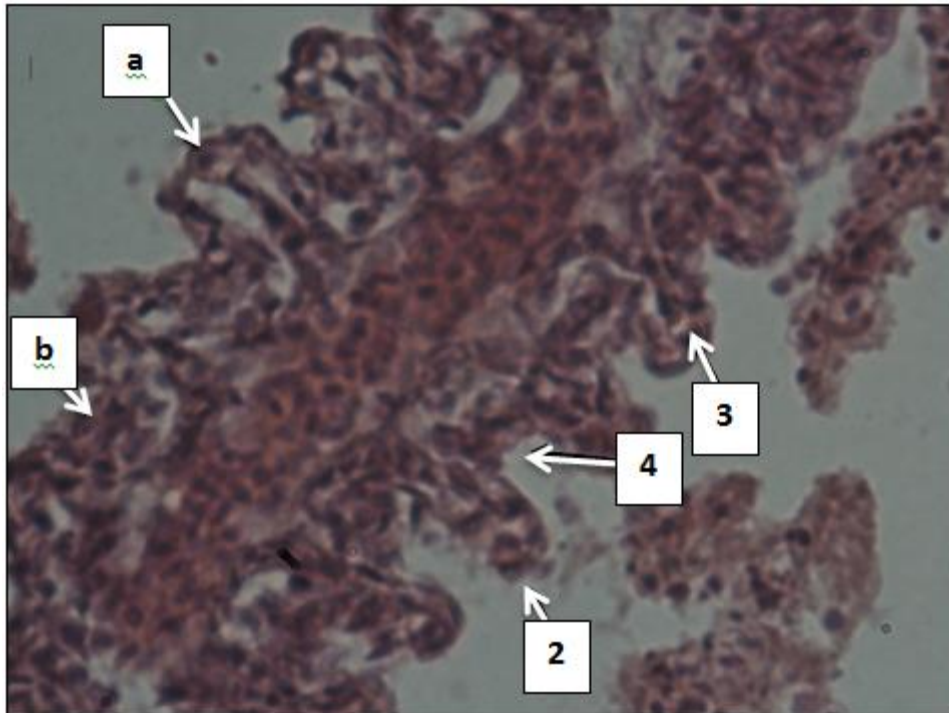
Kerusakan branchia mulai terjadi dengan tingkat yang paling ringan, yaitu terjadi edema merupakan pembengkakan sel epitel yang disebabkan masuknya cairan ke dalam sel secara tidak terkontrol, kerusakan tersebut mengakibatkan kematian sel (nekrosis). Adanya nekrosis akan menstimulasi protein seluler yang berfungsi untuk memperbaiki sel dan mengembalikan keseimbangan fungsi sel

dengan cara meningkatkan proliferasi. Proliferasi sel secara terus menerus mengakibatkan penumpukan jumlah sel (hiperplasia). Hiperplasia yang merupakan peningkatan jumlah sel sehingga mengakibatkan menyatunya lamela sekunder (Widiyanti, 2005).

Lamela sekunder berfungsi sebagai bidang perluasan kontak antara membran dengan perairan untuk memaksimalkan pertukaran oksigen. Adanya hiperplasia mengakibatkan berkurangnya luas permukaan kontak filament branchia dengan perairan, sehingga mengakibatkan terhambatnya proses respirasi (Naparin, 1993). Pada pengamatan branchia ikan nila terlihat jumlah sel yang mengalami hiperplasia semakin banyak, sehingga terjadi fusi lamela sekunder pada konsentrasi 0,01. Pengaruh limbah cair tapioka diduga dengan masuknya ion sianida ke dalam sel sehingga mengakibatkan edema sel, sehingga sel yang sudah tidak bisa menahan jumlah cairan dalam sel akan mengalami nekrosis dan mengakibatkan kematian sel. Dengan adanya kematian sel dan paparan zat toksik secara terus menerus, akan mengakibatkan regenerasi sel secara terus sehingga mengakibatkan adanya penumpukan jumlah sel hingga terjadi adanya fusi lamela sekunder.

Sianida memiliki pengaruh yang sangat besar pada proses transfer elektron, yaitu menghambat kinerja protein kompleks IV dengan mencegah penerimaan elektron pada sitokrom oksidase. Selain itu sianida hemoglobin, sehingga mencegah oksigen masuk ke dalam darah (Dzombak *et al*, 2006). Dengan terhambatnya elektron pada proses traspor elektron, akan mengakibatkan tidak terbentuknya ATP. Terhambatnya pengikatan oksigen juga menjadi

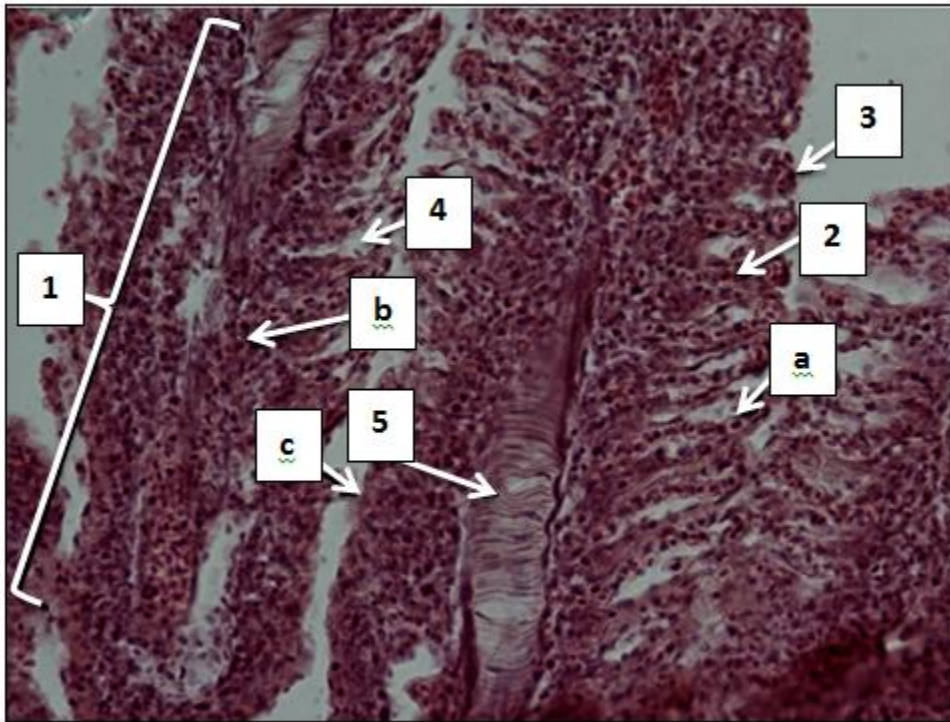
pengaruh kematian pada ikan nila, karena mengakibatkan ikan kekurangan oksigen (hipoksia).



Gambar Struktur Mikroanatomi Branchia *Oreochromis niloticus* Setelah Perlakuan pada Konsentrasi 0,005 dengan perbesaran 1000x

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Lamella primer | a. Edema sel epitel |
| 2. Lamella sekunder | b. Hiperplasia sel |
| 3. Sel epitel | |
| 4. Jaringan interlamela | |
| 5. Jaringan kartilago | |



Gambar Struktur Mikroanatomi Branchia *Oreochromis niloticus* Setelah Perlakuan pada Konsentrasi 0,005 dengan perbesaran 400x

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Lamela primer | a. Edema sel epitel |
| 2. Lamela sekunder | b. Hiperplasia sel |
| 3. Sel epitel | c. Fusi lamela sekunder |
| 4. Jaringan interlamela | |
| 5. Jaringan kartilago | |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai LC_{50-96} adalah 0,01336 konsentrasi limbah cair tapioka pada perairan. Nilai tersebut menunjukkan kadar sianida sejumlah $\pm 0,339$ mg/L dan merupakan sifat limbah cair tapioka yang dikategorikan sebagai beracun tinggi (*highly toxic*).
2. Limbah cair tapioka mempengaruhi struktur anatomi insang yang ditunjukkan dengan adanya kerusakan jaringan maupun sel berupa

edema sel epitel, hiperplasia, fusi lamella, dan lepasnya epitel dari jaringannya.

Saran

1. Perlu dilakukan pengolahan limbah cair tapioka dengan serius sebelum melakukan pembuangan limbah ke perairan bebas, mengingat tingginya bahan organik dan adanya kandungan sianida pada limbah dapat mengakibatkan kematian pada organisme perairan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efek kronis limbah cair tapioka

DAFTAR PUSTAKA

- Dzombak, D. A., R. S. Ghosh, and G. M. Wong-Chong. 2006. *Cyanide in Water and Soil*. London : CRC Press
- Indarto, E. K. 2010. *Produksi Biogas Limbah Cair Industri Tapioka Melalui Peningkatan Suhu dan Penambahan Urea pada Perombakan Anaerob*. Skripsi. Surakarta. Biologi FMIPA UNS
- Naparin, A. 1993. *Pengaruh Insektisida terhadap Organ Osmoregulasi dan Pertumbuhan Ikan Tombro*. Yogyakarta : Fakultas Biologi UGM
- Pranoto. 2000. *Metode Alternatif Meminimalisasi Limbah Sianida (CN⁻) pada Pabrik Tapioka*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Sunaryo, 2003. *Pencemaran Air Sungai Cijolang*. Bandung : BAPEDA
- Widiyanti, Catur. A, 2005. *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Serta Struktur Mikroanatomi Ctenidia dan Digestive Gland (Hepar) Anodonta Woodiana Lea., di Sungai Serang Hilir Waduk Kedung Ombo*. Skripsi. Surakarta. Biologi FMIPA UNS