

TOKSISITAS LINDI DENGAN PERLAKUAN BIOSORBEN NANOPARTIKEL KULIT PISANG KEPOK TERHADAP MORTALITAS DAN STRUKTUR HEPAR IKAN TAWES

TOXICITY LEACHATE WITH BIOSORBENT NANOPARTICLES KEPOK BANANA'S PEEL TOWARDS MORTALITY AND HEPAR STRUCTURE OF TAWES FISH

Oleh: Nur Fitriyana Dewi¹, Biologi, FMIPA, UNY

fitriyana42@gmail.com

Sukiya, M.Si.² sukiyamangun@yahoo.co.id ; Wipar S.B.D, Ph.D.³

wipar_sbd@uny.ac.id

¹ mahasiswa biologi UNY

^{2,3} dosen biologi UNY

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lindi yang diperlakukan dengan biosorben nanopartikel kulit pisang terhadap mortalitas dan struktur hepar ikan tawes. Lindi yang digunakan yaitu berasal dari TPA Piyungan, Bantul Yogyakarta. Ikan tawes dipilih karena ikan tawes merupakan biota air yang peka terhadap perubahan lingkungan, sehingga sesuai untuk menentukan kualitas suatu perairan. Nanopartikel kulit pisang sebagai biosorben diharapkan mampu menyerap zat toksik (Pb dan Cr) yang terdapat pada lindi.

Sampel sebanyak 3 ekor ikan tawes dengan 3 kali pengulangan, Usia ikan tawes sekitar 1-2 bulan dengan panjang 4-6 cm dan bobot 15-20 gram. Uji pendahuluan dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan rentang kadar yang diperlukan untuk uji toksisitas. Hasil penelitian uji pendahuluan yaitu ambang batas bawah (LC₀-48 jam) yaitu 1% sedangkan ambang batas atas (LC₁₀₀-24 jam) yaitu 10%. Berdasarkan skala rentang kadar yang digunakan untuk uji defitif yaitu 1,5% ; 2,5% ; 4% ; dan 6,3%. Setelah dilakukan uji defitif didapatkan kadar aman yang nantinya akan diberi nanopartikel kulit pisang kepok sebagai biosorben logam berat yang terdapat pada lindi.

Hasil penelitian didapatkan uji toksisitas lindi TPA Piyungan terhadap mortalitas ikan tawes menurut skala Loomis berada dalam tingkat luar biasa toksik dengan LC₅₀ - 48 jam = 0,0268 ml dan LC₅₀ - 96 jam = 0,0029 ml. Respon struktur hepar ikan tawes yang diamati berupa piknosis, karyoreksis, dan karyolisis. Kategori tingkat kerusakan pada hepar ikan tawes tanpa pemberian biosorben nanopartikel kulit pisang kepok berada pada kategori sedang dan kategori ringan untuk hepar ikan tawes dengan pemberian biosorben nanopartikel.

Kata kunci: mortalitas, ikan tawes, nanopartikel, kulit pisang.

Abstract

This research aims to determine the effect of leachate treated with banana's peel biosorbent nanoparticles towards mortality and liver structure of tawes fish. Leachate used is from Piyungan TPA, Bantul Yogyakarta. Tawes fish are selected because tawes fish are water biota sensitive to environmental changes, so it is appropriate to determine the quality of a waters. Banana's peel nanoparticles as biosorbents are expected to absorb toxic substances (Pb and Cr) contained in leachate.

Samples of 3 tawes fish with 3 repetitions, age tawes fish about 1-2 months with a length of 4-6 cm and weight 15-20 grams. The preliminary test is performed first to determine the range of levels required for the toxicity test. The result of preliminary test that is lower threshold (LC₀-48 hours) is 1% while the upper threshold (LC₁₀₀-24 hours) is 10%. Based on the rand scale the range of levels used for the deficit test is 1.5%; 2.5%; 4%; and 6.3%. After the deficiency test is obtained a safe level which will be given banana kepok nanoparticles as heavy metal biosorbent contained in leachate.

The results showed that the toxicity test of the Piyungan TPA leaf toxicity to mortality of tawes according to Loomis scale was in exceptional toxic level with LC₅₀ - 48 hours = 0.0268 ml and LC₅₀ - 96 hours = 0.0029 ml. Response of liver structure of tawes observed in the form of piknosis, karyoreksis, and karyolisis. The degree of damage to the tawes liver without biosorbent banana peanut nanoparticles is in the moderate and light category for tad liver fish with biosorbent nanoparticles.

Keywords: mortality, tawes fish, nanoparticles, banana's peel.

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah memang menjadi permasalahan yang cukup serius terutama di daerah perkotaan, disebabkan aktivitas perekonomian yang semakin meningkat dan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat. Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang juga memiliki aktivitas perekonomian yang pesat.

Pengelolaan sampah yang menggunakan sistem kumpul-angkut-buang ini dianggap cara yang paling murah, dan pengoperasiannya yang cenderung mudah namun menimbulkan resiko yaitu menimbulkan lindi (*leachate*) yang dapat mencemari air tanah dan dapat merusak lingkungan. Lindi merupakan limbah cair sebagai akibat masuknya air eksternal dan pembusukan sampah ke dalam timbunan limbah atau sampah kemudian membilas dan melarutkan materi yang ada pada timbunan tersebut. Sisa dari air tersebut masuk (infiltrasi) ke dalam timbunan sampah. Lindi menimbulkan banyak dampak negatif karena kandungan logam berat seperti Pb dan Cr yang berpotensi mencemari sungai dan air tanah.

Permasalahan tentang dampak negatif dari lindi ini menjadi serius sehingga dibutuhkan upaya untuk dapat mengelola lindi secara tepat dan efisien. Pengelolaan lindi di TPA Piyungan, Bantul, Yogyakarta yaitu dengan cara menampung cairan lindi dari kolam ke kolam yang kemudian masing-masing lindi tersebut diberi tawas. Cara ini dinilai kurang efektif karena fungsi tawas hanya untuk penjernih air, sedangkan kandungan logam berat pada lindi masih berpotensi mencemari air tanah ataupun badan air (sungai). Pengelolaan lindi yang tepat sangat penting untuk dapat

mengurangi kandungan logam berat di dalamnya.

Nanoteknologi merupakan suatu teknologi yang sedang marak dikembangkan di Indonesia. Prinsip kerja nanopartikel yaitu memperkecil ukuran partikel sehingga fungsi dalam suatu partikel tersebut akan lebih optimal. Prinsip kerja nanopartikel ini diharapkan mampu mengatasi pencemaran air di TPA Piyungan Yogyakarta secara tepat dan efisien.

Pada penerapannya, teknologi nano yang digunakan adalah bahan bioabsorban berupa kulit pisang. Kulit pisang dipilih karena merupakan limbah yang mudah dijumpai di Provinsi DIY, belum diolah secara maksimal bahkan kulit pisang sendiri menjadi salah satu limbah yang kerap ditemui di daerah Yogyakarta.

Diperlukan uji kemampuan absorbansi nanopartikel kulit pisang dalam menyerap logam berat serta pengujian secara biologis terhadap biota air. Ikan tawas (*Barbodes gonionotus*) merupakan salah satu biota air yang peka terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai indikator menurunnya kualitas suatu perairan. Tercemarnya limbah logam berat akan mempengaruhi struktur organ hepar karena hepar berfungsi sebagai detoksifikasi yaitu sebagai penetralisir racun.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan dua variabel yaitu variasi kadar lindi di atas kadar aman dan 0,2% nanopartikel.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Juli 2015 di Laboratorium

Biokimia, Laboratorium Lingkungan Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY, Laboratorium Fisika Koloid lantai II, Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY, dan Laboratorium Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian meliputi semua ikan tawes. Sampel penelitian sebanyak 3 ekor ikan tawes dengan 3 kali pengulangan, Usia ikan tawes sekitar 1-2 bulan dengan panjang 4-6 cm dan bobot 15-20 gram

Prosedur

Prosedur penelitian ini yaitu pembuatan biosorben nanopartikel kulit pisang kepok. Kemudian melakukan uji toksisitas pada ikan tawes untuk mendapatkan kadar aman. Kadar aman yang didapatkan kemudian ditambahkan dengan nanopartikel kulit pisang kepok. Setelah itu dilakukan analisis secara kualitatif untuk menentukan tingkat kerusakan hepar ikan tawes dan pengukuran parameter kualitas air lindinya.

Teknik Pengumpulan Data

Desain penelitian ini untuk menguji kadar toksisitas limbah TPA Piyungan terhadap ikan tawes, untuk kemudian dapat mengetahui kadar aman dan dilakukan perlakuan pada lindi yang berada di atas kadar aman dengan biosorben nanopartikel kulit pisang yaitu dengan *split plot design* (Sukiya, 1999:11).

Teknik Analisis Data

Analisis probit digunakan untuk menentukan LC_{50-46} jam dan LC_{50-96} jam, dan untuk menentukan konsentrasi kadar aman lindi TPA Piyungan, Bantul.

Kemudian analisis ragam dalam rancangan *split-plot* digunakan untuk mengetahui pengaruh lindi TPA Piyungan pada berbagai kadar terhadap mortalitas ikan tawes. Jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji LSD.

Selanjutnya analisis deskriptif digunakan untuk identifikasi kerusakan hepar ikan tawes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Pendahuluan

Tahap pertama yang dilakukan yaitu melakukan uji pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan ambang batas atas dan ambang batas bawah. Perlakuan ikan tawes yang telah dilakukan aklimatisasi sebelumnya dengan memasukkan ikan uji ke dalam bak dengan ukuran 60 x 40 x 25 cm³ dengan masing-masing 3 ekor ikan dalam 10 liter air dengan konsentrasi limbah yang sudah ditentukan yaitu 0% ; 0,001% ; 0,1% ; 1% ; 10% ; 100%.

Tabel 1. Data Mortalitas Ikan Tawes

Kadar limbah (% volume)	Ulangan ke-	Σ ikan tawes	Mortalitas ikan setelah pendedahan selama 48 jam		Total mortalitas
			24 jam	48 jam	
0	1	3	0	0	0
	2	3	0	0	0
	3	3	0	0	0
0,10	1	3	0	0	0
	2	3	0	0	0
	3	3	0	0	0
1,00	1	3	0	0	0
	2	3	0	0	0
	3	3	0	0	0
10,00	1	3	3	3	3
	2	3	3	3	3
	3	3	3	3	3
100,00	1	3	3	3	3
	2	3	3	3	3
	3	3	3	3	3

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan 48 jam diperoleh bahwa kadar ambang batas bawah (LC_{0-48 jam}) adalah 1% dan kadar batas atas (LC_{100-24 jam}) 10%, sehingga dapat ditarik kesimpulan dalam uji pendahuluan ini kadar uji toksistas ikan tawes berkisar antara 1% dan 10%.

B. Uji Toksistas

Dari kadar uji toksistas yang berkisar 1% dan 10% tersebut berdasarkan Skala Rand (Sukiya. 1999:17) maka kadar yang digunakan untuk uji toksistas adalah 1,5% ; 2,5% ; 4% ; dan 6,3% serta 0,0% sebagai kontrol.

Tabel 2. Data Mortalitas Ikan Tawes Pada Uji Definitif.

Kadar limbah (% volume)	Ulangan ke-	Σ ikan tawes	Mortalitas ikan setelah pendedahan selama 96 jam					Total mortalitas (%)
			0	2	4	7	9	
0%	1	3	0	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0	0
1,5%	1	3	0	0	0	1	1	33,3
	2	3	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0	0
2,5%	1	3	0	0	1	2	3	100
	2	3	0	0	2	2	3	100
	3	3	0	0	3	3	3	100
4,0%	1	3	3	3	3	3	3	100
	2	3	3	3	3	3	3	100
	3	3	3	3	3	3	3	100
6,3%	1	3	3	3	3	3	3	100
	2	3	3	3	3	3	3	100
	3	3	3	3	3	3	3	100

. Analisis probit yang telah dilakukan berdasarkan uji definitif, maka nilai LC₅₀ - 48 jam yaitu 0,0268 ml dimana digunakan untuk acuan penentuan kadar aman LC₅₀ - 96 jam yaitu 0,0229 ml yang merupakan nilai toksistas lindi TPA Piyungan. Tingkat daya toksistas lindi TPA Piyungan termasuk

dalam golongan luar biasa toksik berdasarkan skala Loomis

Identifikasi kualitas air lindi diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kadar lindi mempengaruhi mortalitas ikan tawes. Kualitas air yang diuji yaitu masing-masing kadar lindi sebelum diperlakukan dengan nano dan setelah pemberian nano dengan konsentrasi 0% ; 1,5% ; 2,5% ; 4,0% ; 6,3%. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, DO, Cr dan Pb, seperti disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3. Parameter Kualitas Air sebelum Penambahan Nanopartikel

Parameter	Satuan	Kadar limbah+ nano (%)	Kisaran pengukuran	Batas kelayakan
Suhu	°C	0,0	27-28	20 - 28 (Alabaster & Lloyd (Sukiya, 1999))
		1,5	27-28	
		2,5	27-28	
		4,0	27-28	
		6,3	27-28	
Ph		0,0	7-8	6,5 - 8,4 (Chay Asdak, 2007: 508)
		1,5	7-8	
		2,5	7-8	
		4,0	7-8	
		6,3	7-8	
DO	mg/l	0,0	8,16	≥ 7,59 (Prof. Dr. Suharto, 2011: 314)
		1,5	5,44	
		2,5	6,90	
		4,0	6,09	
		6,3	5,80	
Cr	mg/l	0,0	-	0,05 (jangkarudkk.(Sukiya, 1999))
		1,5	-	
		2,5	0,0358	
		4,0	0,0492	
		6,3	0,0514	
Pb	Mg/l	0,0	-	0,1 mg/l (WHO, Ir. Philip kristanto, 2002:94)
		1,5	-	
		2,5	0,0410	
		4,0	0,0368	
		6,3	0,0487	

Identifikasi kualitas air lindi diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kadar lindi mempengaruhi mortalitas ikan tawes. Kualitas air yang diuji yaitu masing-masing kadar lindi sebelum diperlakukan dengan nano dan setelah pemberian nano dengan konsentrasi 0% ; 1,5% ; 2,5% ; 4,0% ; 6,3%. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, DO, Cr dan Pb, seperti disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4. Parameter Kualitas Air sebelum Penambahan Nanopartikel

Parameter	Satuan	Kadar limbah + pengukur nano (%)	Kisaran pengukuran	Batas kelayakan
Suhu	°C	0,0	27-28	20 - 28 (Alabaster & Lloyd (Sukiya, 1999))
		-	-	-
		2,5	27-28	-
		4,0	27-28	-
pH		0,0	7-8	6,5 - 8,4 (Chay Asdak, 2007: 508)
		-	-	-
		2,5	7-8	-
		4,0	7-8	-
DO	mg/l	0,0	8,16	≥ 7,59 (Prof. Dr. Suharto, 2011: 314)
		-	-	-
		2,5	0	-
		4,0	0,80	-
Cr	mg/l	0,0	-	0,05 (jangkardkk(Sukiya, 1999))
		2,5	0,0466	-
		4,0	0,0493	-
		6,3	0,0402	-
Pb	Mg/l	0,0	-	0,1 mg/l (WHO, Philip Ir. kristanto, 2002:94)
		2,5	0,0532	-
		4,0	0,0421	-
		6,3	0,0436	-

Parameter kualitas air di atas merupakan kualitas air lindi tanpa pemberian nanopartikel kulit pisang kepok. Berdasarkan data yang telah didapatkan, suhu dan pH masih dalam batas atas aman. Parameter kualitas air untuk DO (*dissolved oxygen*) atau oksigen terlarut batas kelayakan menurut (Prof. Dr. Suharto, 2011: 314) yaitu $\geq 7,59$. Data yang diperoleh DO pada masing-masing kadar masih di bawah ambang batas, sedangkan parameter kualitas untuk Cr kadar 6,3% yang paling tinggi. Pb masih dalam batas kelayakan.

C. Pengaruh Pemberian Biosorben Nanopartikel Kulit Pisang terhadap Struktur Hepar Ikan Tawes

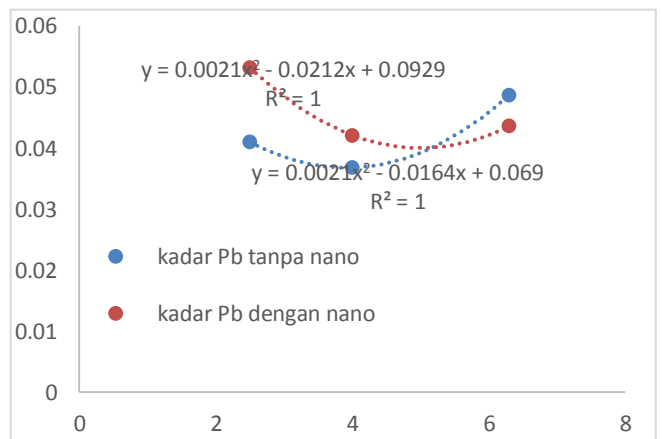
Uji definitif dilakukan setelah mengetahui ambang batas aman yang sebelumnya telah dilakukan uji pendahuluan. Kadar aman yang didapat yaitu LC₅₀- 48 jam 0,0268 atau 268 ml/10L (2,68%). Rentang kadar perlakuan yang digunakan yaitu 2,5% ; 4% ; 6,3%. Kemudian masing-masing kadar tersebut diberi nanopartikel kulit pisang sebesar 0,2% seperti pada tabel berikut:

Tabel 5. Data Mortalitas Ikan Tawes Setelah Penambahan Nanopartikel Kulit Pisang Kepok

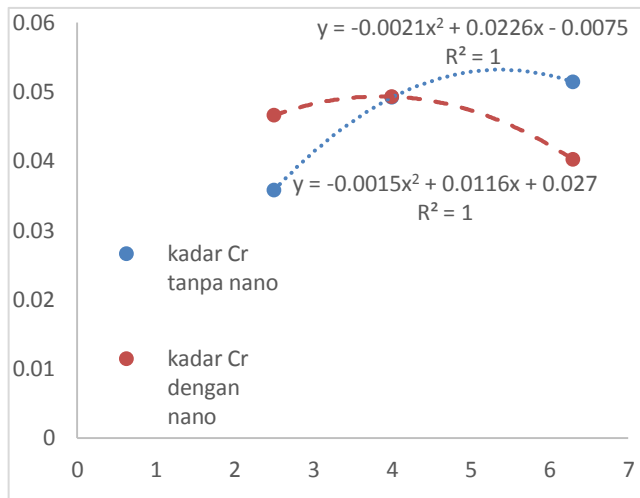
Kadar limbah	Ulangan ke-	Σ ikan tewas	Mortalitas ikan setelah pendedahan selama 48 jam					Total mortalitas (%)
			0	2	4	7	9	
0	1	3	0	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0	0
2,5% + nano	1	3	0	3	3	3	3	100
	2	3	0	3	3	3	3	100
	3	3	0	3	3	3	3	100
4,0% + nano	1	3	3	3	3	3	3	100
	2	3	3	3	3	3	3	100
	3	3	3	3	3	3	3	100
6,3% + nano	1	3	3	3	3	3	3	100
	2	3	3	3	3	3	3	100
	3	3	3	3	3	3	3	100

Berdasarkan hasil yang didapat, hasil menunjukkan setelah penambahan nanopartikel kulit pisang mortalitas ikan tawes semakin meningkat.

Kandungan Pb dan Cr setelah pemberian nanopartikel kulit pisang dapat dilihat jelas bahwa terjadi penurunan jumlah Pb dan Cr apabila dibandingkan dengan sebelum pemberian nanopartikel kulit pisang. Untuk lebih jelasnya akan dipaparkan melalui grafik pengaruh pemberian nanopartikel kulit pisang kapok terhadap jumlah Pb dan Cr



Gambar 1. Grafik Pengaruh 0,2% Nanopartikel Kulit Pisang Kepok Terhadap Kadar Pb Pada Air Perlakuan Dengan Berbagai Variasi Kadar Lindi



Gambar 2. Grafik Pengaruh 0,2% Nanopartikel Kulit Pisang Kepok Terhadap Kadar Cr Pada Air Perlakuan Dengan Berbagai Variasi Kadar Lindi

Gambar di atas menunjukkan penurunan kadar Cr dan Pb setelah diperlakukan nanopartikel kulit pisang kepok.

Hal ini dikarenakan nanopartikel kulit pisang kepok mengandung pektin untuk dapat menyerap logam berat. Kandungan pektin pada kulit pisang berkisar antara 0,9% dari berat kering. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik. Pektin diperoleh dari dinding sel tumbuhan daratan. Wujud pektin yang diekstrak adalah bubuk putih hingga coklat terang (Satria dan Adha 2008:2).

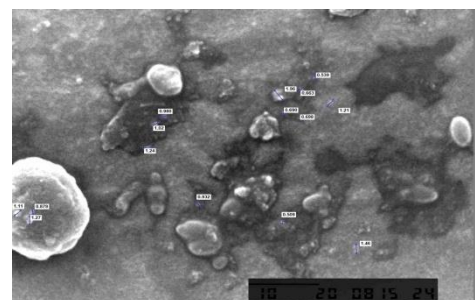
Pektin dapat menyerap logam karena mengandung gugus karboksilat. Gugus karboksilat dari pektin dapat bereaksi dengan ion logam berat untuk membentuk senyawa kompleks yang tidak larut dalam air dan dapat diekskresi melalui feses (Kupchik, dkk, 2005).

Nanopartikel kulit pisang kepok memiliki gugus $-\text{COOH}^-$ yang berikatan dengan logam Pb^{2+} dan Cr^{2+} . Di dalam larutan, pektin berkumpul membentuk kantung-kantung dimana kantung ini dapat membentuk kompleks dengan kation logam.

Setiap kantung tersebut bermuatan negatif sehingga memiliki daya tarik yang kuat terhadap muatan positif dari kation logam. Setelah logam terikat pada serat pektin maka dengan mudah dapat diekskresikan dari tubuh melalui feses (Eliaz, et al., 2007).

Pengikatan logam oleh pektin karena adanya gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas terhadap kation logam seperti gugus karboksilat dan hidroksi yang terdapat pada polimer pektin, sehingga kation logam dapat tertarik dan berikatan membentuk kompleks pektin dan logam (Endress, 1991). Hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa nanopartikel kulit pisang kepok efektif dalam penyerapan logam. Hasil laboratorium dalam pengujian kualitas parameter air pada perlakuan lindi setelah pemberian nanopartikel kulit pisang kepok menunjukkan bahwa terdapat lapisan-lapisan seperti selaput yang mengindikasikan bahwa hasil proses terikatnya logam berat dengan pektin yang kemudian berbentuk seperti lapisan-lapisan selaput tipis.

D. Karakterisasi Nanopartikel Kulit Pisang Kepok



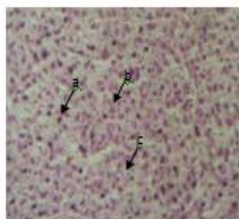
Gambar 3. Nanopartikel kulit pisang kepok dilihat dengan *Scanning electron microscope* (SEM) dengan perbesaran 2000 x (Dokumentasi penelitian 2015)

Uji SEM tersebut menunjukkan ukuran partikel nano pada kulit pisang sebesar 509 nanometer. Material nanopartikel

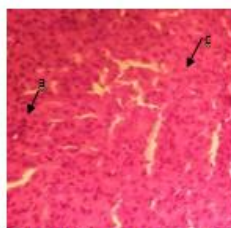
menunjukkan potensi sebagai katalis karena material nanopartikel memiliki area permukaan yang luas dan rasio atom yang tersebar secara merata pada permukaannya. Sifat ini menguntungkan untuk transfer massa di dalam pori-pori dan juga menyumbangkan antar muka yang besar untuk reaksi-reaksi adsorpsi dan katalitik (Widegren and Finke, 2003).

E. Kerusakan Organ Ekskresi (Hepar) Ikan Tawes

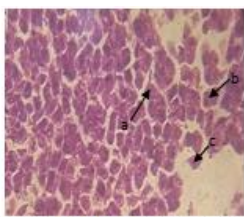
Dalam penelitian ini, respon organ hati akan dilihat untuk mengetahui seberapa besar kerusakan hati yang disebabkan oleh logam berat yang berasal dari lindi TPA Piyungan dan apa respon organ hati ikan tawes setelah pemberian nanopartikel kulit pisang kepok. Berikut merupakan hasil penampakan melintang struktur hepar ikan tawes dengan perbesaran 40 x 10:



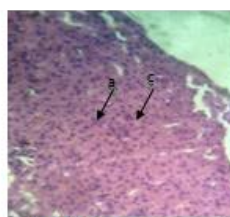
Gambar 4.



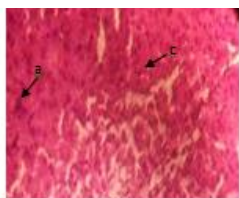
Gambar 5.



Gambar 6.



Gambar 7.



Gambar 8.



Gambar 9.

Ket : a. piknosis b. karyoreksis c. karyolisis
 Gambar 4. Hepar dengan Nano 2,5%
 Gambar5. Hepar tanpa Nano 2,5%

Gambar 6.Hepar dengan Nano 4%
 Gambar 7. Hepar tanpa Nano 4%
 Gambar 8. Hepar dengan Nano 6,3 %
 Gambar 9. Hepar tanpa Nano 6,3%

Tingkat daya toksisitas lindi TPA Piyungan termasuk dalam golongan luar biasa toksik berdasarkan skala Loomis seperti yang telah dijelaskan pada tabel 4. Adanya zat toksik dalam hati dapat mengganggu kerja enzim-enzim biologis, serta mempengaruhi struktur histologi hati. Toksikan mampu berikatan dengan enzim, ikatan tersebut terbentuk karena logam berat (khususnya) memiliki kemampuan untuk mengantikan gugusan logam yang berfungsi sebagai ko-faktor enzim (Palar, 2004 dalam Damayanti, 2010). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami dektoksifikasi di dalam hati oleh fungsi hati.

Hasil yang diperoleh dapat dibandingkan penampakan histologi struktur hepar ikan tawes tanpa nanopartikel kulit pisang kepok dan dengan nanopartikel kulit pisang kepok.

Bidang	Tanpa Nano						Dengan Nano											
	2,5%		4%		6,3%		2,5%		4%		6,3%							
	P	KL	P	KL	P	KL	P	KL	P	KL	P	KL						
I	3	3	2	2	3	1	2	3	1	3	2	3	4	1	0	0	3	2
II	2	1	1	2	2	1	3	2	3	2	3	0	2	4	2	2	1	0
III	3	3	2	3	1	2	1	2	3	3	3	0	2	3	3	2	2	1
IV	2	3	3	3	0	3	3	4	2	0	2	3	3	0	1	1	1	1
Jumlah	10	10	7	10	6	7	9	11	9	8	10	6	11	8	6	5	7	4
Rata-rata	9		7,6		9,6		8		8,3		5,3							
Kategori tingkat kerusakan	Sedang		Ringan		Sedang		Ringan		Ringan		Ringan							

Keterangan :

- I : Bidang atas sel
- II : Bidang bawah sel
- III : Bidang kanan se
- IV : Bidang kiri sel
- P : Piknosis
- K : Karyoreksis
- KL : Karyoliss

Berdasarkan gambar-gambar di atas dapat dilihat kerusakan paling berat

terdapat pada kadar 6,3% tanpa pemberian nanopartikel kulit pisang kepok. Lebih jelasnya, kerusakan hepar ikan tawes diperoleh dengan menghitung sel dari keempat bidang sel hepar (± 100 sel disetiap bidangnya) sehingga dapat diketahui kategori tingkat kerusakannya. Analisis kategori tingkat kerusakan hepar menggunakan metode deskriptif kualitatif berdasarkan *Histology Activity Index (HAI)* menurut Knodell *et al.*, 1981 dalam Rahn, 2001. Tingkat kerusakan dikategorikan sebagai berikut:

- 1) 0 = normal
- 2) 1-4 = sedikit
- 3) 5-8 = ringan
- 4)) 9-12 = sedang
- 5) 13-18 = berat

Hasil penampang melintang struktur hepar ikan tawes dan analisis kualitatif kategori kerusakan ikan tawes menunjukkan kerusakan sedang terjadi pada kadar 6,3% tanpa pemberian nanopartikel kulit pisang. Serangkaian nekrosis (*bridging* nekrosis) yang dibedakan menjadi tiga bagian yaitu piknosis, karyoreksis, karyolisis, terjadi karena pembengkakan sel secara terus menerus.

Kerusakan hepar berupa piknosis merupakan bentuk awal kematian sel yang ditandai dengan sel berwarna biru tua karena inti hepatosit yang kuat meningkat kuat cat H&E. Piknosis dinyatakan sebagai respon awal cedera sel *irreversible* yang disebabkan oleh karena kontak zat toksik. Karyoreksis ditandai dengan inti hancur dan pecahan-pecahan kromatinnya tersebar dalam sel dan karyolisis dicirikan dengan inti sel kehilangan kemampuan untuk diwarnai (pucat) atau tampak samar-samar berongga dang menghilang.

Sedangkan karyolisis merupakan kerusakan hepar dimana inti sel sudah menghilang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Terdapat pengaruh lindi yang dioerlakukan dengan nanopartikel kulit pisang terhadap mortalitas ikan tawes. Berdasarkan skala Loomis uji toksisitas lindi TPA Piyungan berada dalam tingkat luar biasa toksik dengan $LC_{50} - 48$ jam = 0,0268 ml dan $LC_{50} - 96$ jam = 0,0029 ml.
2. Kerusakan ringan masih terjadi pada hepar ikan tawes pada lindi yang diperlakukan dengan nanopartikel kulit pisang kepok.

Saran

1. Perlu adanya pemeriksaan secara berkala untuk mengetahui efek logam berat yang terdapat ada dalam limbah TPA Piyungan, Bnatul, Yogyakarta terhadap kerusakan struktur organ ikan bioindikator, untuk pengamatan kualitas lingkungan perairan .
2. Untuk penelitian lebih lanjut, dibutuhkan jenis ikan bioindikator yang lain dan jenis organ ikan lain sehingga efek toksik lindi TPA Piyungan dapat dilihat secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M., Virgius, Yudistira, Nirmin dan Khairurrijal. 2008. Sintesis Nanomaterial, Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi Vol. I : 33 – 57.
- Ardiwinata, R.O. 1981. Pemeliharaan Ikan Tawes. Penerbit Sumur. Bandung
- Alaerts, G. dan S.S Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya: Hal.309
- Buzea, C., Blandino, I.I.P., dan Robbie, K. (2007). *Nanomaterials And Nanoparticles: Sources and Toxicity*. *Biointerphases*. 2(4): 17-172.

- Brass, G.M. and W. Strauss. 1981. Air Pollution Control. John Willey & Sons. New York.
- Faust, S.D. and O.M. Aly. 1981. Chemistry of Natural Waters. Ann Arbor Science
- Gandjar, I.G., dan Rohman, A. (2007). Kimia Farmasi Analisis. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Hal. 419, 425.
- Hanafiah, Kemas Ali dkk. 2003. *Ekologi dan Mikrobiologi Tanah*. Jakarta :Rajawali Perss.
- Hariyati, M. N. 2006. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var *microcarpa*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kottelat, M., J.A Whitten, N.S. Kartikasari and S. Wirjoatmodjo. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Dalhousie University. Canada.
- Krismastuti, F.S.H., Harry B., Achmad H.S. 2008. *Adsorpsi Ion Logam Cadmium Dengan Silika Modifikasi*. Tangerang.
- Kurniasari, L., Riwayati, I., Suwardiyono. 2012. Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Momentum, Vol. 8, No. 1, April 2012 : 1- 5*. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Kupchick, L. A., Kartel, N.T., Bogdanov, E.S., Begdanova, O. V., and Kupchick, M. P. 2005. Chemical Modification of Pectin to Improve It's sorption properties. *Russian Journal of Applied chemistry*. 79 (3). 457
- Kusnoputranto, Haryoto, 2000. Kesehatan Lingkungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta.
- Misran, E., 2009, "Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb dalam Larutan", *SIGMA*, 12(1):23-29
- Sembodo, B.T., 2006, "Model Kinetika Langmuir untuk Adsorpsi Timbal pada Abu Sekam Padi", *Ekuilibrium* Vol 5 (1):28-33
- Palar, H . 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Bandung: Rineka Cipta. Publishers, Inc. Michigan. pp. 399.
- Purwaningsih, I., (2008), *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta Dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Warna*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Pohland, F.G. dan S.R. Harper. 1985. Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills. U.S. Environmental Protection Agency. Ohio. 165 p
- Rahde, A.F. 1991. Lead Inorganic. IPCS INCHEM. pp 1 – 24. Lu F.C., 1995. Toksikologi Dasar, Ed. 2, UI-Press, Jakarta
- Satria, Berry dan Ahda, Yusuf .2008. Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin dengan Metode Ekstraksi. Universitas Diponegoro, Fakultas Teknik, Jurusan Tekni Kimia: Semarang.

Sunarya, Yayan. 2007.
MudahdanAktifBelajar Kimia. Jakarta:
EGC.

Temple. 2007. Heavy Metal Toxicity. Spirit
Newsletter.[http://www.yourtemple.or
g/spirit/october2007/article.do](http://www.yourtemple.org/spirit/october2007/article.do).
Diakses 14 maret 2015.

Underwood, E.J. and N.F. Shuttle. 1999.
The Mineral Nutrition of Livestock.
CABI Publishing. Third ed. London.
England. pp. 185 – 212.

Widowati, W. 2008. Efek Toksik Logam .
Yogyakarta: Andi.