

**PENGARUH NANOPARTIKEL KULIT PISANG KEPOK
(*Musa ascuminata balbisiana colla*) PADA LINDI TPA PIYUNGAN DI ATAS
KADAR AMAN TERHADAP MORTALITAS DAN STRUKTUR
HISTOLOGIK INSANG IKAN TAWES (*Barbodes gonionotus*)**

The Effectiveness of Nanoparticles Kepok Banana's Peel in Upper Safe Levels of Leachate Garbage Dump (TPA) Piyungan Towards Mortality and Histological Structure Gills of Tawes Fish
Oleh: Anggun Andreyani, Universitas Negeri Yogyakarta, anggundanreyani@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh lindi TPA Piyungan terhadap kehidupan dan struktur histologik insang ikan tawes, serta mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel kulit pisang kepok sebagai biosorpsi logam berat pada lindi TPA Piyungan di atas kadar aman terhadap kehidupan dan struktur histologik insang ikan tawes. Sampel penelitian sebanyak 3 ekor, dan pengulangan 3 kali. Aklimatisasi dilakukan sebelum uji pendahuluan. Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa kadar ambang batas bawah (LC_{0-48} jam) dan kadar ambang batas atas (LC_{100-24} jam). Kadar tersebut dijadikan dasar penentu untuk uji toksisitas ikan tawes. Lindi TPA Piyungan tergolong luar biasa toksik LC_{50-96} jam = 0,0229 ml dengan kadar aman LC_{50-48} jam = 0,0268 ml. Ikan yang hidup pada air dengan kadar lindi dan diberi nanopartikel memiliki cacah kematian yang lebih besar dalam jangka waktu 24 jam. Ikan tawes yang dipelihara pada air dengan kadar lindi dan diberi nanopartikel kulit pisang kepok memiliki kerusakan insang lebih kecil persentasenya.

Kata Kunci: Lindi, Ikan Tawes, Nanopartikel, Mortalitas dan Kerusakan Insang

Abstract

The aims of this reserch to determine the effect of leachate in Garbage Dump (TPA) Piyungan towards life and histological structure gills of tawes fish, and also determine the effect of nanoparticles kepok banana's peel as biosorption of heavy metals in leachate upper safe levels towards life and histological structure gills of tawes fish. The research samples there are three tawes fishes wiht 3 times retition. Acclimatization was done before preliminary test. Preliminary test indicate that the lower threshold level (LC_{0-48} hours) and the upper threshold level (LC_{100-24} jam). The levels used as the basis for Tawes fish's toxicity test deciding. The test results show that the toxicity of leachate garbage dump (TPA) Piyungan is exceptional toxic, LC_{50-96} hours= 0.0229 ml with safe levels LC_{50-48} hours = 0.0268 ml. the fish that live in water with high levels of leachate and given the nanoparticles have a greater mortality count within 24 hours. Fish that live in water with high levels of leachate and given nanoparticles kepok banana's peel have small percentage gill filaments damage.

Keywords: Leachate, Tawes Fish, Nanoparticles, Mortality and Damage Gills

PENDAHULUAN

Sampah merupakan sisa dari aktivitas manusia yang tidak digunakan lagi. Keberadaanya tidak dapat dihindari namun harus dikelola dengan baik. Masyarakat yang tinggal diperkotaan merupakan penyumbang sampah terbesar

dengan jenis sampah B3 (bahan beracun dan berbahaya). Menurut data Dinas Kebersihan Pertamanan dan Pemakaman (DKKP) DIY pada tahun 2005 terjadi

penumpukan sampah sebanyak 400 m³ per hari dan tidak terangkut ke tempat pembuangan sampah (TPS) atau tempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan. Data terbaru dari Forum Diskusi Wartawan DPRD DIY tanggal 9 maret 2015 menyatakan akhir tahun 2014 lalu kapasitas sampah di TPA Piyungan sebanyak 1,736 juta meter kubik (m³). Sedangkan total kapasitas di tiga zona di TPA tersebut hanya 2,4 juta m³ dan dalam setahun sampah yang masuk berasal dari Kota Jogja, sebagian Kabupaten Sleman serta Bantul sebanyak 158.829 ton.

Hal berbahaya yang menjadi permasalahan serius di TPA Piyungan Yogyakarta adalah tidak adanya pemilahan sampah sebelum dibuang, sehingga bercampur antara sampah organik dan anorganik. Salah satunya sampah B3, masih ditemukannya sampah *accu* bekas, batrai bekas, pecahan lampu TL bekas, dimana barang-barang tersebut pada proses pembuatannya mengandung timbal (Pb) yang berbahaya bagi kesehatan manusia. *Leachate* atau lindi TPA mengandung kadar timbal (Pb) sebesar 0.044 ppm (Sutomo, 2000: 13) , sedangkan menurut Kusmayadi (1986: 8) *leachate* yang berwarna keruh mengidentifikasi adanya kandungan logam berat dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan melebihi baku mutu

limbah cair. *Leachate* atau lindi merupakan limbah cair yang dihasilkan akibat adanya air eksternal seperti hujan, yang masuk ke dalam tumpukan sampah. Air tersebut akan membilas dan melarutkan zat-zat yang terkandung dalam sampah seperti polutan organik dan anorganik.

Lindi TPA Piyungan dikelola dengan cara *sanitary landfill* yaitu sampah ditumpuk pada sebuah cekungan kemudian ditimbun kembali dengan tanah agar terjadi dekomposisi namun pada kenyataan hal ini hanya dapat terjadi pada sampah organik, sedangkan sampah yang ditimbun terdiri dari sampah organik dan anorganik serta tidak dilakukan pemisahan. TPA Piyungan juga dilengkapi dengan kolam pengelolaan lindi namun sayangnya sistem drainase dan konstruksi dasar kolam belum sempurna sehingga masih terjadi perembesan serta aerator yang tersedia pada kolam tidak dioperasikan secara rutin. Ditinjau dari sisi geografisnya lindi TPA Piyungan berpotensi mencemari salah satu sungai yang melintasi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Sungai Opak. Sungai ini juga menjadi satu-satunya tempat pembuangan lindi dari TPA Piyungan. Lindi yang mencemari perairan dapat mengganggu kesehatan manusia dan kelangsungan hidup biota perairan. Salah satu biota perairan yang bersentuhan langsung saat terjadi

pencemaran adalah ikan air tawar. Ikan air tawar membutuhkan lingkungan fisik dan kadar senyawa kimia pada takaran tertentu. Toksisitas logam berat dapat melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, toksisitas logam berat dapat pula menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh proses *anoxema*, yaitu terhambatnya fungsi pernapasan terutama sirkulasi dan sekresi insang (Susi Damayanti, 2010: 2). Terlepas dari kandungan yang masuk mencemari perairan sungai dan usaha untuk melindungi kelestarian sumber daya perikanan maka apapun zat pencemar yang masuk ke badan air harus diduga membahayakan kehidupan biota perairan.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah dipaparkan di atas, maka dibutuhkan pengelolaan lindi TPA Piyungan yang tepat dan efisien sebelum dibuang kesungai, yaitu dengan pemberian biosorpsi berukuran nano. Saat ini di Indonesia usaha untuk mengatasi limbah logam berat telah dilakukan, salah satunya dengan cara adsorpsi, namun daya ikat dari bahan yang digunakan belum kuat, serta jumlah adsorban yang dibutuhkan sangat banyak untuk mampu mengadsorpsi.

Penerapan teknologi nano yang digunakan menggunakan bahan biosorpsi berupa 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 TPA Piyungan. Pisang memiliki kandungan zat turunan karbohidrat yaitu pektin. Pektin dapat menyerap logam karena mengandung gugus karboksilat. Gugus karboksilat ini dapat bereaksi dengan ion logam berat untuk membentuk senyawa kompleks yang tidak larut dalam air (Hariyati, 2006: 6). Melalui uji laboratorium diharapkan dapat memberi gambaran pengaruh pencemaran lindi TPA Piyungan terhadap ikan, khususnya ikan tawes karena berdasarkan fisiologinya ikan tawes merupakan salah satu ikan yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan lingkungan, untuk melihat pengaruh bahan pencemar bagi biota perairan maka harus menggunakan parameter biota dengan sensitivitas paling tinggi. Uji laboratorium juga ditujukan untuk mengetahui pengaruh biosorpsi nanopartikel kulit pisang kepok sebagai biosorpsi logam berat yang terkandung dalam lindi TPA Piyungan terhadap mortalitas dan struktur histologik insang ikan tawes.

METODE PENELITIAN

Uji pendahuluan dalam penelitian ini dimulai dari uji eksplorasi untuk mengetahui kadar ambang batas atas dan ambang batas bawah, dan dilanjutkan

dengan uji definitif untuk mengetahui LC_{50} – 48 jam sebagai dasar penentuan kadar aman lindi TPA Piyungan. Setelah kadar aman diketahui maka fokus penelitian ini adalah penelitian lanjutan yaitu dengan pemberian nanopartikel kulit pisang kepok pada masing – masing kadar lindi di atas kadar aman untuk diuji mortalitas dan histologik insang ikan tawes.

JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Eksperimen yang dilakukan untuk mengetahui kategori toksisitas lindi TPA Piyungan dan pemberian nanopartikel kulit pisang kepok sebagai biosorpsi logam berat di atas kadar aman terhadap mortalitas dan respon histologik insang ikan tawes.

WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Juli 2015 hingga Januari 2016. Tempat penelitian yang digunakan yaitu laboratorium Biokimia, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY, laboratorium Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Umum UGM, laboratorium Kimia Instrumen, Jurusan Pendidikan Kimia UNY, balai Konservasi Borobudur, Kabupaten Magelang, laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Umum, UGM dan balai Laboratorium Kesehatan.

VARIABEL PENELITIAN

Variabel bebas adalah variabel dalam penelitian ini adalah yang digunakan adalah kadar lindi TPA Piyungan, Bantul Yogyakarta dan pemberian 0,2 % kadar nanopartikel kulit pisang kepok pada lindi di atas kadar aman. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah cacah kematian ikan tawes, kerusakan struktur histologik insang ikan tawes (berdasarkan deksripsi kerusakannya) dan kadar logam berat yang terkandung dalam lindi TPA Piyungan.

PROSEDUR

Desain penelitian untuk menguji kadar toksisitas limbah TPA Piyungan terhadap ikan tawes, mengetahui kadar aman sertamelakukan penambahan biosorpsi nanopartikel kulit pisang kepok pada lindi di atas kadar aman menggunakan *designsplit plot* (Sukiya, 1999: 11). *Design split plot* pertama memiliki faktor perlakuan Ayaitu lama pendedahan (*main plot*). Kadar lindi TPA Piyungan dikenakan sebagai faktor B (*Subplot*). Faktor terdiri dari lama pendedahan yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam. Faktor B terdiri dari 5 kadar lindi yang berada diantara ambang batas atas dan ambang batas bawah, dimana kedua ambang batas tersebut didapat dari hasil uji pendahuluan. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, n

= 3, sehingga terdapat $(4 \times 5 \times 3) = 60$ satuan percobaan.

DATA, INSTRUMEN, DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

1. Persiapan penelitian, aklimatisasi ikan uji

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan untuk Uji Toksisitas Lindi TPA Piyunganterhadap Ikan Tawes

Kadar	Ulangan	Lama pemaparan(jam)			
		24	48	72	96
?	1				
	2				
	3				

Aklimatisasi dilakukan pada bak pemeliharaan yang ada di unit pengelolaan hewan laboratorium biologi FMIPA UNY. Beberapa persiapan yang dilakukan adalah aklimatisasi hewan uji selama 3 hari dan membuat berbagai variasi kadar lindi TPA Piyungan, Bantul, sebelum hewan uji dimasukkan ke dalam bak pemeliharaan.

2. Uji pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kadar ambang batas atas dan ambang batas bawah lindi TPA Piyungan, Bantul terhadap ikan tawes. Kadar limbah uji yang diujikan menggunakan deret konsentrasi berbasis angka 10 yaitu $10^{-2}\%$, $10^{-1}\%$, $10^0\%$,

$10^1\%$, $10^2\%$. , ikan uji dimasukkan ke dalam bak perlakuan dengan ukuran 60 x 40 x 25cm dengan masing-masing 3 ekor ikan dalam 10 liter air dengan konsentrasi limbah yang sudah ditentukan.

3. Uji toksisitas

Berdasarkan data ambang batas atas dan ambang batas bawah maka kadar lindi TPA Piyungan, Bantul untuk uji toksisitas menggunakan 4 kadar perlakuan berdasarkan Skala Rand. Data mortalitas ikan pada $LC_{50} - 48$ digunakan untuk mengetahui kadar aman dan LC_{50-96} jam untuk pembandingan dengan skala toksisitas Loomis sehingga dapat diketahui kategori toksisitas lindi TPA Piyungan, Bantul.

4. Pemberian nanopartikel di atas kadar aman

Dari uji toksistas didapat hasil berupa data kadar aman dan derajat toksisitas. Lindi diatas kadar aman akan diuji dengan biosorpsi logam berat agar dapat menurunkan angka mortalitas ikan, masing-masing kadar dengan 3 kali perlakuan diberi 0,2 % nanopartikel kulit pisang kepok.

5. Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Air Perlakuan

Setiap bak perlakuan diukur kualitas airnya, yang meliputi suhu, pH, DO, alakalinitas, dan padatan tersuspensi.

Semua pengukuran dilakukan oleh laboratorium kualitas air Balai Laboratorium Kesehatan (BLK) Yogyakarta.

6. Pengujian Kadar Logam Berat

Pengujian kadar logam berat menggunakan AAS ditujukan untuk mengetahui adanya perubahan kadar logam berat yang berasal dari lindi TPA Piyungan, air perlakuan dengan variasi kadar lindi yang digunakan berada di atas kadar aman. Langkah langkah analisis konsentrasi logam berat adalah

- a. Mengawetkan 30 ml sampel air kolam dengan beberapa tetes asam nitratpekat.
- b. Sampel dipekatkan hingga volume sampel \pm 5ml.
- c. Menyaring sampel air kolam yang telah dipekatkan dengan menggunakan kertas Whattman 42.
- d. Menganalisis sampel menggunakan alat *atomic absorption spectrophotometry* (AAS).

7. Pengukuran Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Tawes

Pembuatan preparat insang ikan tawes dilakukan dengan metode parafin dan *Hematoxylin-Eosin*. Pengamat dan pengukuran mikroanatomi insang dilakukan sebagai penilaian dampak patologik. Menurut Tandjung (Gustina,

1995:40) secara morfometri tolak ukur struktur mikroanatomi insang meliputi:

- a. Panjang Filamen total dalam satuanmikron = jumlah satu sisi filamen pada satu lembar insang (hemibranchia) $\times 2 \times 4 \times 2 = (A)$.
- b. Jumlah lamella sekunder per 100 mikron panjang filamen = (B).
- c. Jumlah total lamella sekunder = $A/100 \times B = (C)$.
- d. Luas permukaan satu lamella sekunder = $(2 \times pj \times tg) + (2 \times tg \times tb) + (pj \times tb) = (D) \mu m^2$, dengan pj = panjang; tg = tinggi; tb = tebal.
- e. Luas area respiratorik = $C \times (D) \mu m^2$.

TEKNIK ANALISIS DATA

1. Analisis probit untuk menentukan LC50-46 jam dan LC50-96 jam, dan untuk menentukan konsentrasi kadar aman lindi TPA Piyungan, Bantul.
2. Analisis SPSS *Univariate* digunakan untuk mengetahui pengaruh lindi TPA Piyungan, Bantul pada berbagai kadar terhadap mortalitas ikan tawes.
3. Analisis deskriptif digunakan untuk identifikasi kerusakan struktur histologik insang ikan tawes

HASIL PENELITIAN

Uji pendahuluan

Tabel 2. Uji Pendahuluan Pengaruh LindiTPA Piyungan terhadap 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 data yang didapat dari uji pendahuluan seperti yang tersaji pada Tabel 2, ditemukan bahwa kadar ambang batas bawah (LC₀-48 jam) kadar batas (LC₁₀₀-24jam) lindi TPA Piyunngan adalah 1% dan 10% berarti kadar uji toksisitas ikan tawes berkisar antara 1% dan 10%.

Uji toksisitas (uji definitif)

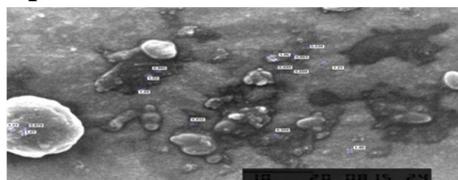
Setelah uji pendahuluan dilakukan dan didapat data ambang batas bawah dan ambang batas atas yaitu kadar antara 1% - 10%. Berdasar dengan Skala Rand (Sukiya, 1999: 32) maka kadar yang digunakan untuk uji toksisitas yaitu 1,5 %; 2,5%; 4%; 6,3% dan 0,0% sebagai kadar kontrol. Data mortalitas ikan tawes pada uji toksisitas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Uji Toksisitas Lindi TPA Piyungan terhadap MortalitasIkan Tawes

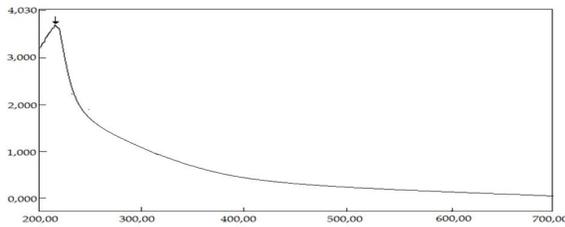
Kadar limbah (% volume)	Ulangan ke-	Σ ikan tawes	Mortalitas ikan setelah pendedahan selama (jam)				Total mortalitas (%)
			0	2	4	7	
0	1	3	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0
1,5%	1	3	0	0	0	1	33,3
	2	3	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0
2,5%	1	3	0	0	1	2	100
	2	3	0	0	2	2	100
	3	3	0	0	3	3	100
4,0%	1	3	3	3	3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

Pada uji toksisitas ini diketahui nilai dari kadar aman dan nilai toksisitas dari lindi TPA Piyungan yang nantinya akan mampu memberikan golongan toksisitas lindi TPA Piyungan. Berdasarkan hasil analisis probit yang dilakukan dengan data yang disajikan pada Tabel 3 didapat nilai LC₅₀-48 jam = 0,0268 ml yang digunakan sebagai landasan penentuan kadar aman dan LC₅₀-96 jam = 0,0229 ml yang merupakan nilai toksisitas lindi TPA Piyungan. Berdasarkan skala Loomis maka daya toksisitas lindi TPA Piyungan tersebut berada pada golongan luar biasa toksik.

Karakterisasi Nanopartikel Kulit Pisang Kepok



Gambar 1. Nanopartikel kulit pisang dilihat dengan Scanning Electron Microscop (SEM) dengan perbesaran 2000



Gambar 2. Grafik nanopartikel kulit pisangkepok pada uji spektrofotometri Uv-Vis.

Berdasarkan hasil SEM, nanopartikel kulit pisang berukuran 509 nanometer. Berdasarkan grafik tersebut terlihat jelas bahwa terdapat puncak pada titik $x = 209,50$ dan titik $y = 3,672$, di mana titik x merupakan panjang gelombang dalam satuan nanometer dan titik y merupakan daya absorbansi elektron. Adanya puncak yang terbentuk menunjukkan terjadi penyerapan yang dilakukan oleh molekul yang mampu menyerap cahaya Uv-Vis pada panjang gelombang 209,50. Hal ini juga mengindikasikan banyaknya nanopartikel kulit pisang kepok yang terbentuk dan adanya kecepatan reaksi sebagai hasil dari proses biosintesis. Dilihat dari panjang gelombang yang diserap menunjukkan kategori panjang gelombang yang mampu diserap oleh molekul organik, dan kemampuan menyerap cahaya yang sangat tinggi yaitu sebesar 3,672, menunjukkan bahwa hal ini adalah ciri-ciri dari nanopartikel organik.

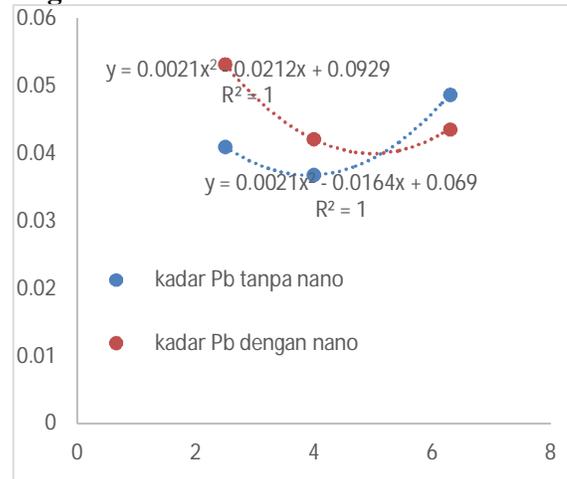
Pengaruh Pemberian Nanopartikel Kulit Pisang Kepok terhadap Respon Mortalitas Ikan Tawes

Tabel 4. Pengaruh Penambahan Nanopartikel Kulit Pisang Kepok pada Lindi TPA Piyungan terhadap Mortalitas Ikan Tawes

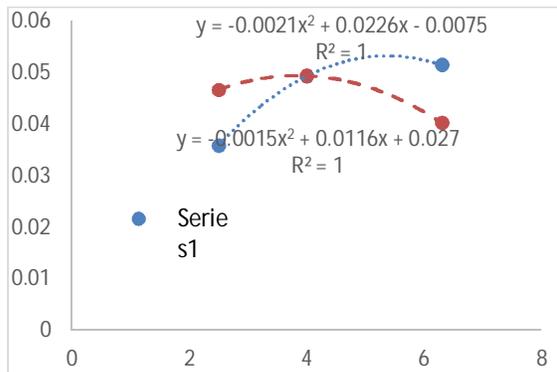
Kadar limbah (% volume)	Ulangan ke-	Σ ikan tawes	Mortalitas ikan setelah pendedahan selama 48 jam					Total mortalitas (%)
			0	2	4	7	9	
0	1	3	0	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0	0
2,5% + nano	1	3	0	3	3	3	3	100
	2	3	0	3	3	3	3	100
	3	3	0	3	3	3	3	100
4,0% + nano	1	3	3	3	3	3	3	100
	2	3	3	3	3	3	3	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 data hasil perlakuan maka sangat jelas terlihat bahwa tingkat mortalitas ikan tawes meningkat setelah diberi penambahan nanopartikel kulit pisang kepok.

Pengaruh Kualitas Air (Kandungan Logam Berat



Gambar 4. Grafik pengaruh pemberian nanopartikel kulit pisang terhadap kadar Pb pada air perlakuan dengan berbagai variasi kadar lindi TPA Piyungan.



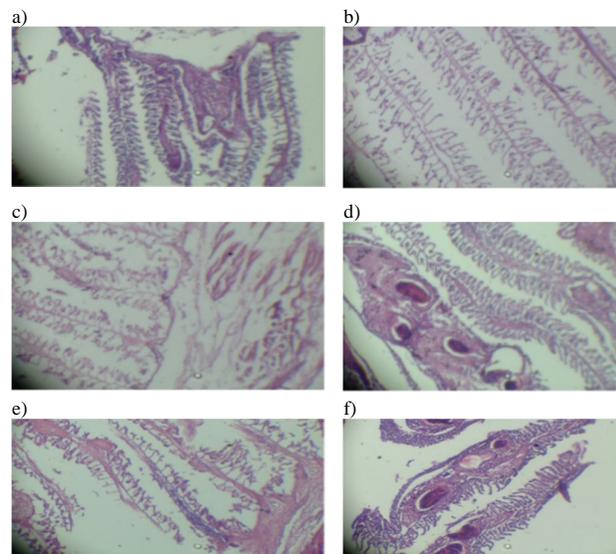
Gambar 5. Grafik pengaruh pemberian 0,2% nanopartikel kulit pisang kepok terhadap kadar Cr pada air perlakuan dengan berbagai variasi kadar lindi TPA Piyungan.

Air perlakuan setelah diberi penambahan nanopartikel kulit pisang kepok menunjukkan kecenderungan penurunan, logam berat pada setiap peningkatan konsentrasi lindi TPA Piyungan. Hal ini dikarenakan pektin memiliki kemampuan adsorpsi ion logam, sehingga dengan penambahan kulit pisang kepok yang banyak mengandung pektin terjadi interaksi elektrostatis antara ion timbal (Pb^{2+}) yang terdapat pada lindi TPA Piyungan dengan pektin dari nanopartikel kulit pisang kepok yang berupa gugus $-COO^-$. Begitu pula dengan adsorpsi pektin pada logam berat krom. Pengikatan logam berat oleh pektin karena adanya gugus aktif yang memiliki pasangan elektron bebas terhadap kation logam sehingga kation logam dapat tertarik dan berikatan membentuk kompleks pektin dan logam (Syah, 1998: 23).

Penambahan nanopartikel kulit pisang kepok sebagai biosorpsi memberikan pengaruh yang negatif bagi kehidupan biologi ikan yaitu turut mereduksi DO namun memberikan pengaruh yang positif bagi pengurangan kadar logam berat krom (Cr) dan timbal (Pb) yang terkandung dalam lindi TPA Piyungan dan dapat dijadikan solusi pengolahan lindi TPA Piyungan.

Kerusakan Histologik Insang Ikan

Tawes



Gambar 6 : Mikroskopik penampang melintang ikan tawes. Keterangan: a) : perlakuan 2,5% lindi + nanopartikel kulit pisang kepok, (b) perlakuan 2,5% lindi, (c) perlakuan 4,5% lindi + nanopartikel kulit pisang kepok, (d) perlakuan 4,5% lindi, (e) perlakuan 6,3% lindi + nanopartikel kulit pisang kepok, (f) perlakuan 6,3% lindi.

Berdasarkan gambar mikroskopi penampang melintang insang ikan tawes yang diberi perlakuan lindi TPA Piyungan dengan dan tanpa penambahan nanopartikel kulit pisang kepok menunjukkan adanya perubahan struktur, dan juga menunjukkan jikalau perairan tersebut tercemar logam berat, baik

ringan sedang maupun berat dengan ditandai hiperplasia. Hampir disemua perlakuan terjadi perubahan struktur namun yang membedakan hanyalah persentase kerusakan pada masing-masing perlakuan. Persentase kerusakan struktur insang dengan penambahan perlakuan nanopartikel kulit pisang lebih kecil bila dibandingkan dengan persentase kerusakan insang tanpa penambahan nanopartikel. Hal ini dikarenakan kadar logam berat yang terkandung pada perairan dengan pencemaran lindi TPA Piyungan telah diikat (diadsorpsi) dengan pektin dari nanopartikel kulit pisang kepok. Diketahui penambahan nanopartikel kulit pisang kepok menyebabkan mortalitas ikan tawes meningkat disebabkan karena turut bekerja seperti bahan pencemar yaitu mereduksi DO, namun mampu mengadsorpsi logam berat yang terkandung pada lindi TPA Piyungan, oleh karena itu dapat mengurangi kerusakan filamen insang ikan tawes akibat logam berat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Lindi TPA Piyungan tergolong luar biasa toksik. LC_{50} - 48 jam = 0,0268 ml dan LC_{50} - 96 jam = 0,0229 ml.
2. Penambahan nanopartikel kulit pisang kepok pada air perlakuan dengan kadar lindi TPA Piyungan di atas kadar aman juga memberikan pengaruh terhadap ikan tawes berupa lama waktu kematian menjadi

semakin cepat yaitu 24 jam, persentase kerusakan yang terjadi pada filamen branchia lebih kecil jika dibandingkan dengan kerusakan filamen branchia yang terjadi pada ikan tawes yang dipelihara pada air perlakuan dengan kadar lindi TPA Piyungan tanpa penambahan nanopartikel kulit pisang kepok.

3. Toksisitas lindi TPA Piyungan menyebabkan terjadinya kerusakan pada insang ikan tawes. Semakin tinggi kadar limbah yang mencemari air perlakuan maka tingkat kerusakan semakin berat. Kerusakan pada insang ikan tawes terjadi pada filamen branchia berupa edema pada sel epitel dan sel basal, hiperplasia, penimbunan eritrosit, adanya mukus serta hilangnya struktur lamella sekunder.

Saran

1. Penambahan nanopartikel kulit pisang kepok sebagai zat akatif yang dapat mengikat logam berat krom (Cr) dan timbal (Pb).
2. Pengayaan oksigen pada lindi TPA Piyungan sebelum dibuang, agar dapat meningkatkan DO atau oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme akuatik .
3. Dilakukan uji bioassay sebelum lindi dibuang ke badan air dengan menggunakan ikan. Hal ini dimaksudkan untuk benar-benar membuktikan jika lindi tersebut aman dan tidak menimbulkan masalah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin, dkk. (2008). Pemanasan Nanopartikel Sintering Rendah. *Jurnal nanosains dan nanoteknologi*, vol 1. No 1., Februari 2008. Pp 11- 12.
- Asdak, Chay. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Madaa University Press.
- Anderson, J.R. (1976). *Muir's Textbook of Pathology*. Tenth edition. Chicago: An Edward Arnold Publication.
- Ariens, E. J. E. Mutschler and A. M Simons. (1993). Pengantar Toksikologi Umum. (Alih Bahasa: K. J. R. Wattimena dan E. Y. Sukandar). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brass, G.M. and W. Strauss. 1981. *Air Pollution Control*. New York: John Willey & Sons.
- Susi Damayanti. (2010). Bioakumulasi Merkuri (Hg) pada Insang Ikan Tombro (*Cyprinus carpio*, L.) Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon, Bantul, Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Damin Sumardjo. (2009). *Pengantar Kimia Mahasiswa Kedokteran*. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.
- Faust, S.D. and O.M. Aly. (1981). *Chemistry of Natural Waters*. Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc. Michigan. Pp399.
- Gustina, E.(1995).Struktur Anatomi Insang Ikan Seluang (*Rasbora bakanensis bikt*) dan Kemuning (*Barbodes fasciatus bikt*) di Perairan Bekas Tambang Timah Bangka. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Biologi UGM.
- Hariyati, M. N. (2006). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Siam (*Citrus nobilis varmicrocarpa*). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Haryoto Kusnopranto. (2000). *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Heru Susanto. (2014). *Budi Daya 25 Ikan Di Pekarangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hieronymus Santoso. (1998). *Usaha Ikan Di Lahan Pekarangan*. Yogyakarta: Kanisus.
- Khairuman, dan Khairul Amri. (2003). *Petunjuk Praktis Memancing Ikan Air Tawar*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Krismastuti,F.S.H., Harry B., Achmad H.S. (2008). *Adsorpsi Ion Logam Cadmium dengan Silika Modifikasi*. Tangerang: Balai Pustaka.
- Kurniasari, L., Riwayati, I., Suwardiyono. (2012). Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Momentum*, Vol. 8, No. 1, April 2012 : 1- 5.
- Kusmayadi, Y.E. (1986). Identifikasi Unsur – Unsur Pencemar Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Dago dan Sekitarnya, Kota Madya Bandung, Jawa Barat. *Laporan Penelitian*. Bandung: Teknik Geologi UNPAD.
- Misran, E. (2009). Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi sebagai Adsorben Ion Pb dalam Larutan”, *SIGMA*, 12(1):23-29.
- Nelson, S joseph. (2006). *Fishes of the World*. Wiley. Canada: Elsevier.
- Odum, E. (1996). *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. (Alih Bahasa : Tjahjono Samingan). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Palar, H . (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Bandung: Rineka Cipta.
- Philip Kristanto. (2002). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi Of fset.
- Purwaningsih, I., (2008), Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Rara djonggrang Yogyakarta dengan

- Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Warna. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Rachmawati H, Reker-Smith, Hooge M.N.L, Loenen-Weemaes A. M. V., Poelstra K, Beljaars L. (2007). Chemical modification of Interleukin-10 with mannose 6- phosphate groups yields a Liver-selective cytokinin, *DMD*, 35 : 814 – 821.
- Rahde, A.F. (1991). Lead Inorganic. IPCS INCHEM. pp 1 – 24. Lu F.C., 1995. Toksikologi Dasar , Ed. 2, UI-Press, Jakarta.
- Salmin.(2000). Kadar oksigen Terlarut di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang dan Teluk Banten. *Dalam: Foraminifera Sebagai Bioindikator Pencemaran, Hasil Studi di Perairan Estuarin Sungai Dadap, Tangerang (Djoko P. Praseno, Ricky Rositasari dan S. Hadi Riyono, eds) P3O – LIPI hal 42-46.*
- Sembodo, B.T. (2006). “ Model Kinetika Langmuir untuk Adsorpsi Timbal pada Abu Sekam Padi” .*Ekuilibrium*. Vol 5 (1): 28-33.
- Siswanti, dkk. (2007). Karakterisasi Biodegradable Film dan Pektin Kulit Pisang dan Tepung Pisang. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Fakultas Biologi UGM.
- Suharto. (2010). *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Sukiya. (1999). Toksisitas Limbah Cair Pabrik Kulit terhadap Kehidupan Dan Organ Osmoregulasi (*Cyprinus Carpio* L). Laporan Penelitian. Yogyakarta: FMIPA Biologi UNY.
- Sutrisna, H., Salirawati, D. (1993). Pencemaran *Lingkungan oleh Proses Metilasi Logam Berat*. Yogyakarta: Cakrawala Pendidikan.
- Storer, T.I., Usinger, R.L., Stebins C., Nyabakken (1975). *Element Zoology*. Fifth editions. New York: Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
- Sunarya, Yayan. (2007). *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. Jakarta: EGC.
- Sutomo, A.H., dkk. (2000). Dampak Kesehatan Masyarakat Akibat Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Piyungan Kabupaten Bantul. *Jurnal: Hal 13-15.*
- Syah, M.N. (2010). Daya Serap Pectin dari Kulit Buah Durian (*Durio Zibethinus*) terhadap Logam Tembaga dan Seng. Skripsi. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Tandjung, H. S.D. (1983). *Penentuan Toksisitas Suatu Bahan Pencemar di Lingkungan Perairan*. Kursus analisis dampak lingkungan. Yogyakarta: UGM.
- Underwood, E.J. and N.F. Shuttle. (1999). *The Mineral Nutrition of Livestock*. London: CABI Publishing. Third ed.. pp. 185 – 212.
- Willmer, Stone, Johnston. (2006). *Environmental Physiology Animals*. Australia: Blackwell publishing company.
- Widowati, W. (2008). *Efek Toksik Logam* . Yogyakarta: Andi.
- Temple. (2007). Heavy Metal Toxicity. Spirit 1. Newsletter. <http://www.yourtemple.org/spirit/october2007/article.do>. Diakses 14 Maret 2015.