Studi Toksisitas Air Sampah (Lindi) Di IPL TPST Piyungan Menggunakan Metode *Whole Effluent Toxicity* (WET) Dengan Ikan Nila *(Oreochromis niloticus)*

Study Toxicity of Leachate in Wastewater Treatment Plant of TPST Piyungan Using Whole Effluent Toxicity (WET) Method With Nile Tilapia (Oreochromis niloticus)

Fauzia Lutfiyya Haz
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
E-mail: lutfiyyahaz13@gmail.com

ABSTRAK

TPST Piyungan merupakan tempat pembuangan sampah terbesar yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki kapasitas 2,7 juta m^3 sampah. Sampah yang ada di TPST Piyungan menghasilkan lindi yang biasanya mengandung bahan organik, anorganik, mikroorganisme dan logam berat. Sebelum lindi dibuang ke lingkungan, lindi harus diolah terlebih dahulu agar tidak mencemari lingkungan. Untuk memastikan kualitas lindi maka dilakukan monitoring. Monitoring yang selama ini dilakukan hanya komponen fisik dan kimia saja, sedangkan monitoring secara biologis belum dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengujian secara biologis dengan cara menguji tingkat toksisitas pada air lindi. Metode yang digunakan yaitu Whole Effluent Toxicity (WET) yang bertujuan untuk menganalisis toksisitas lindi pada titik influen dan effluen pada pengolahan lindi di IPL TPST Piyungan dengan menggunakan hewan uji yaitu ikan nila (Oreochromis niloticus). Uji toksisitas yang dilakukan adalah toksisitas akut dengan metode static non-renewal selama 24-96 jam. Berdasarkan hasil penelitian, didapat Nilai LC 50 / kematian 50 % populasi ikan nila untuk influen sebesar 0,5492% dengan nilai Toxic Unit acute (TUa) sebesar 182,086 sedangkan untuk efluen sebesar 0,365% dengan nilai Toxic Unit acute (TUa) sebesar 273,98. Lindi IPL TPST Piyungan dikategorikan Very High Acute Tovicity baik influen maupun efluen.

Kata Kunci: Lindi, Toksisitas Akut, Oreochromis niloticus.

ABSTRACT

TPST Piyungan is the biggest waste disposal site in Yogyakarta Special Region which has a capacity of 2.7 million m^3 of waste. The waste in TPST Piyungan produces leachate which usually contains organic, inorganic, microorganism and heavy metals. Before leachate is discharged into the environment, leachate must be treated first so as not to pollute the environment. To ensure the quality of leachate, monitoring is carried out. So far, monitoring that has been carried out is only physical and chemical components, while biological monitoring has not been carried out. Therefore, it is necessary to do biological testing by testing the level of toxicity in leachate. The method used is Whole Effluent Toxicity (WET) which aims to analyze toxicity of leachate at the influent and effluent point in leachate processing in TPST Piyungan using test animals namely Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). The toxicity test performed is acute toxicity with static non-renewal method for 24 to 96 hours. Based on the result of the study, the LC 50 value or death of 50% of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) population for influent point was 0,5429 % with Toxic Unit Acute (TUa) value was 182,086 while for effluent point was 0,365 % with Toxic Unit Acute (TUa) value was 273,98. Leachate in TPST Piyungan is categorized as Very High Acute Toxicity both influent and effluent.

Keywords: Leachate, Acute Toxicity, Oreochromis niloticus.

1. Pendahuluan

Timbulan sampah yang berada di TPST atau TPA dapat menghasilkan *leachate* (lindi). Lindi adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah. Lindi yang dihasilkan dari TPA biasanya mengandung bahan organik dan anorganik, mikroorganisme serta beberapa logam berat. Oleh karena itu lindi ini tidak bisa langsung dibuang ke lingkungan dan harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar kualitas lindi yang dibuang ke lingkungan tidak bersifat toksik bagi organisme perairan dan manusia (Damanhuri, 2008).

Pengolahan lindi pada umumnya dilakukan dengan tiga sistem pengolahan yaitu secara fisik, kimia, dan biologi. Beberapa contoh pengolahan lindi diantaranya dilakukan dengan penambahan tawas, kolam koagulasi, biofilter anaerobik, dan *wetland.* Daerah Istimewa Yogyakarta juga melakukan pengolahan lindi dengan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang dilakukan di tempat pembuangan sampah yaitu TPST Piyungan yang memiliki kapasitas 2,7 juta m^3 sampah yang melayani Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul dengan rata-rata sampah yang masuk yaitu 200-300 ton per hari. Penggunaan TPST Piyungan ini direncanakan untuk 10 tahun (Buku Sanitasi Putih Kabupaten Bantul, 2010).

Selama IPL terus beroperasi tetap dilakukan monitoring terhadap kandungan air lindi. Monitoring yang dilakukan di TPST Piyungan selama ini berdasarkan aspek fisika dan kimia air lindi saja seperti suhu, pH , TSS, DO, BOD, COD, Nitrat, Nitrit, dan logam lainnya. Namun monitoring dari aspek fisika dan kimia ini belum menggambarkan tingkat racun yang terkandung di dalam air lindi yang perlu diperhatikan dalam kualitas air lindi sebelum dibuang ke dalam badan air. Dengan demikian perlu dilakukan pendekatan untuk monitoring secara biologis terhadap air lindi melalui uji toksisitas.

Uji toksisitas merupakan suatu cara yang cukup representatif untuk mengestimasi besarnya bahaya yang ditimbulkan oleh air lindi. Pendekatan uji toksisitas akan dilakukan dengan metode *Whole Efluen Toxicity* (WET). *Whole Efluen Toxicity* (WET) merupakan efek toksik agregat dari suatu sampel seperti limbah cair yang diukur dengan respon organisme saat terpapar. Uji WET menggambarkan efek total dari paparan lingkungan hidup akuatik terhadap polutan beracun dalam limbah tanpa memerlukan identifikasi polutan spesifik (US EPA, 2000).

Penelitian ini berupaya untuk mengaplikasikan metode WET untuk mengevaluasi lindi di TPST Piyungan dengan menggunakan ikan nila (*Oreochromis niloticus)* sebagai hewan uji. Ikan nila digunakan sebagai hewan uji karena sifatnya

yang mudah beradaptasi, berkembang biak dan habitatnya yang cocok dengan limbah uji. Ikan nila ini juga sering dikonsumsi oleh masyarakat dan keberadaannya selalu tersedia. Ikan nila juga digunakan untuk beberapa pengujian sebagai hewan uji untuk limbah tertentu. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait toksisitas lindi sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan agar tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Selain itu, data yang didapatkan dari hasil pengujian ini dapat membantu untuk meningkatkan kinerja IPL yang ada di TPST Piyungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tingkat toksisitas influen dan efluen air lindi terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan metode *Whole Efluen Toxicity* (WET).

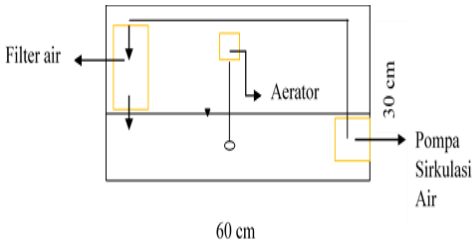
2. Metode Penelitian

2.1. Waktu danTempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi dan Kualitas Air Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang km 14,5, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta Kode Pos 55584 dan pengambilan sampel di IPL TPST Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2018 hingga Juni 2018.

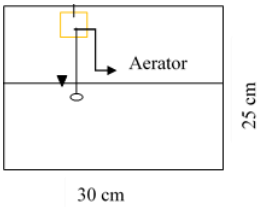
2.2. Desain Reaktor

Standar ukuran untuk reaktor adalah minimum 5 L dan mampu melindungi ikan agar tidak keluar dari reaktor (US EPA, 2002). Reaktor yang digunakan untuk penelitian ini ada 2 jenis yaitu yang pertama untuk aklimatisasi ikan dan yang kedua untuk uji toksisitas. Untuk desain reaktor aklimatisasi dibuat dengan ukuran 60 cm x 30 cm x 30 cm dengan ketebalan kaca 5 mm.



Gambar 1. Reaktor Aklimatisasi

Untuk desain reaktor uji toksisitas berukuran 30 cm x 25 cm x 30 cm dengan ketebalan kaca 5 mm. Reaktor ini dilengkapi dengan aerator yang berfungsi untuk menyediakan kebutuh osigen pada ikan. Pada uji toksisitas ini wadah minimal berukuran 5 liter (US EPA, 2002).

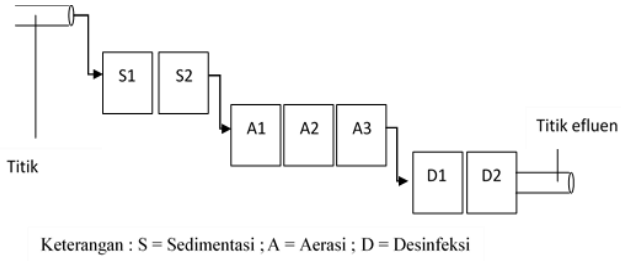


Gambar 2. Reaktor Perlakuan

2.3. Metode Sampling

Metode pengambilan sampel dilakukan dengan mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah, Bagian 59:

Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Sampel limbah lindi diambil dari influen dan efluen IPL TPST Piyungan Bantul dengan metode grab sample yaitu air limbah yang diambil sesaat pada lokasi tertentu, setiap pengambilan sebanyak 40 liter masing-masing influen dan efluen.



Gambar 3. Titik Sampel

2.4. Uji Parameter

Parameter yang diujikan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59/Menlk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah seperti pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Parameter Uji Air Limbah

Parameter	Satuan	Metode	Acuan
BOD	mg/ L	Titrasi secara Iodometri (Modifikasi Azida)	SNI 6989.72 -2009
COD	mg/ L	Refluks Tertutup secara Titrimetri	SNI 06-6989.2-2004
TSS	mg/ L	Gravimetri	SNI 6989.72 -2009
N Total		Spektrofotometer secara Makro Kjeldahl	SK SNI M-47-1990-03
Merkuri	µg/ L	Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – uap dingin atau Mercury Analyzer	SNI 6989.78 -2011
Kadmium	mg/ L	Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala	SNI 6989.16 -2009

2.5. Aklimatisasi Ikan

Aklimatisasi ikan adalah tahap awal bagi ikan untuk menyesuaikan diri sebagai hewan uji terhadap lingkungan yang baru. Proses aklimatisasi ikan dilakukan selama 7 hari (APHA, 1998). Aklimatisasi dilakukan pada kondisi suhu 25°C – 30°C, pH 6,5 – 8,5 dan kandungan oksigen terlarut minimum 5 mg/L (SNI 01-6141, 1999). Jika ikan yang mati lebih dari 10% dari total hewan uji yang digunakan, maka kemungkinan besar air yang digunakan tidak memenuhi syarat untuk tempat hidup dan kondisi hewan uji kurang bagus. Sehingga air dan hewan uji tidak dapat digunakan untuk uji toksisitas (OECD, 2004).

2.6. Uji Pendahuluan

Pada tahap uji pendahuluan ini dilakukan pengujian awal selama 24 jam terkait konsentrasi lindi yang akan digunakan pada tahap uji toksisitas. Konsentrasi yang digunakan di tahap uji pendahuluan mengikuti

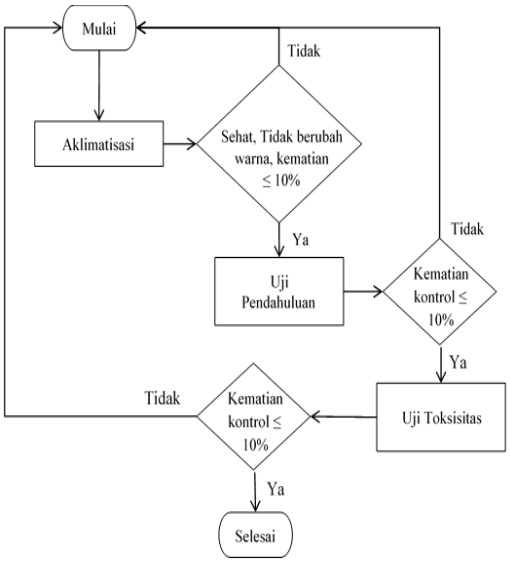
konsentrasi pada tahap uji toksisitas yaitu 0% , 6,25 %; 12,5 %; 25 %; 50 %; dan 100 %, baik influen maupun efluen IPL TPST Piyungan (US EPA, 2000).

Pada uji pendahuluan ini menggunakan 20 ekor ikan pada setiap reaktor dengan perbandingan 0,5 - 1 gram ikan/liter air. Rata-rata umur ikan adalah 3-4 minggu dan panjang badan 1-3 cm. Volume air yang digunakan untuk satu reaktor uji pendahuluan adalah 10 liter (Adiguno, 2004).

2.7. Uji Toksisitas dengan WET

Uji *Whole Efluen Toxicity* dilakukan dengan metode *Multi Concentration Efluen Toxicity Test* untuk menentukan toksisitas efluen yang belum diketahui secara pasti kisarannya. Metode ini dilakukan dengan menggunakan 5 konsentrasi sampel dan 1 konsentrasi kontrol. Konsentrasi air lindi yang digunakan berdasarkan hasil dari uji pendahuluan yang sebelumnya dilakukan baik influen maupun efluen IPL TPST Piyungan (US EPA, 2000).

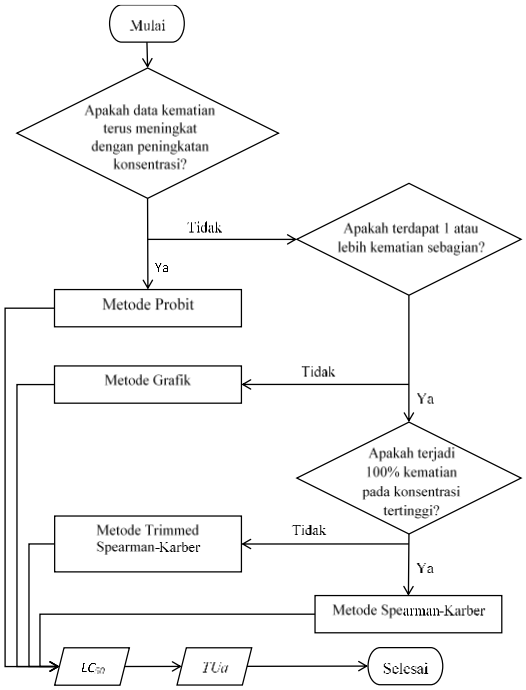
Penentuan konsentrasi berdasarkan hasil uji pendahuluan yaitu ketika hewan uji mengalami kematian sebelum 24 jam maka konsentrasi terendah dengan kematian 100% dikalikan dengan faktor pengencer 0,5 sebagai konsentrasi tertinggi pada uji toksisitas (US EPA, 2000). Pengujian dilakukan dengan tipe *static non renewal* yaitu menggunakan limbah yang sama sampai akhir pengujian dan dilakukan di laboratorium. Selain itu, ikan yang terdapat pada reaktor kontrol harus hidup minimal 90% dari total hewan uji (US EPA, 2000).



Gambar 4. Diagram Alir Uji Toksisitas

2.8. Analisis Data

Ada empat metode untuk memperkirakan LC50 yaitu Metode Grafis, Metode Spearman-Karber, Metode Trimmed Spearman-Karber, dan Metode Probit. Skema analisis ditunjukkan pada Gambar 5 Metode - metode ini dirancang untuk menghasilkan nilai LC50 dan interval kepercayaan 95% terkait (US EPA, 2002).



Gambar 5. Alur Analisis Data

Toxic Unit (TU) adalah ukuran toksisitas dalam limbah yang ditentukan oleh unit toksisitas akut (TUa). Unit toksisitas akut (Tua) yang merupakan timbal balik konsentrasi efluen yang menyebabkan 50 persen organisme mati. Untuk menentukan unit toksisitas akut (TUa) dihitung dengan:

$TUa = 100/ LC_{50}$ *(US EPA, 2010).....1*

Keterangan :

TUa = unit toksisitas akut

100 = konsentrasi efluen 100 kali

LC_{50} = konsentrasi yang menyebabkan 50% dari organisme mati

Setelah didapatkan nilai Tua, diklasifikasikan berdasarkan tabel 2 berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Toksisitas

No	Kelas	Tingkat Toksisitas	*Toxic Unit*	*Test Score*
1	Class I	No acute toxicity	<1	1
2	Class II	Significant acute toxicity	1-10	2
3	Class III	High acute toxicity	10-100	3
4	Class IV	Very high acute tovicity	>100	4

Sumber: (Vaajasaari, 2005)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Lindi IPL TPST Piyungan

TPST Piyungan Bantul mengolah air lindi dengan menggunakan Instalasi Pengolahan Lindi yang terdiri atas screen dan 7 kolam pengolahan utama. Kolam pertama dan kedua merupakan kolam sedimentasi, kolam ketiga, empat, dan kelima merupakan kolam aerasi dengan diffuser dan kolam keenam dan ketujuh merupakan kolam desinfeksi.

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Mei di titik influen dan efluen IPL TPST Piyungan. Kondisi influen dan efluen lindi tidak terlalu berbeda dari segi warna yaitu coklat tua dan berbau tidak sedap. Lindi merupakan cairan dengan bau tidak sedap dan warna gelap yang umumnya mengandung bahan organik dan anorganik tinggi (Yao, 2013). Warna lindi menggambarkan besarnya konsentrasi bahan organik pada lindi.

Semakin pekat warna lindi maka semakin tinggi kandungan bahan organik didalamnya (diukur sebagai COD) yang

menandakan rendahnya rasio BOD5/COD, kekeruhan, dan padatan tersuspensi (Renou, et al., 2008). Warna lindi juga disebabkan oleh oksidasi Fe dari Fe2+ menjadi Fe3+ dan pembentukan koloid besi hidroksida (Fe(OH3)) dan kompleks dengan zat fulvat/humat yang menyebabkan lindi berwarna kemerahan (Nagarajan, et al., 2012).

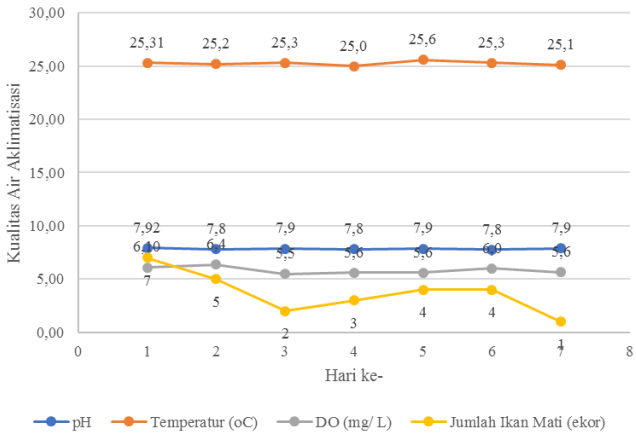
Sampel influen dan efluen lindi yang telah diambil kemudian dilakukan pengujian sesuai dengan parameter fisika dan kimia. Berikut hasil uji parameter fisika dan kimia lindi IPL TPST Piyungan pada bulan Mei 2018 pada tabel 3 :

Tabel 3. Parameter Fisika dan Kimia

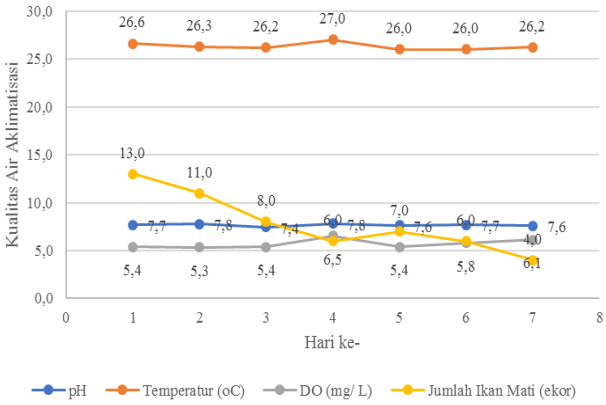
No	Parameter	Satuan	Influen	Efluen	Baku Mutu
1	BOD	mg/ L	1007	1409	150
2	COD	mg/ L	5538	3673	300
3	TSS	mg/ L	201,7	160	100
4	N Total	mg/ L	11,7	72,5	60
5	Kadmium	mg/ L	0,126	0,139	0,1

3.2. Aklimatisasi Ikan Nila

Selama proses aklimatisasi dilakukan pengukuran suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO). Aklimatisasi yang dilakukan ada dua kali. Aklimatisasi pertama yang dilakukan akan digunakan untuk uji pendahuluan sedangkan aklimatisasi kedua yang dilakukan digunakan untuk uji toksisitas. Hasil proses aklimatisasi digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar 6 dibawah ini :



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Aklimatisasi pertama dan (b) Aklimatisasi kedua

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat pada aklimatisasi ikan pertama dan kedua suhu berkisar antara 25-27 ^{o}C, oksigen terlarut (DO) berkisar antara 4,5 – 7 mg/L dan pH berkisar antara 6-8. Selama aklimatisasi berlangsung total kematian untuk aklimatisasi pertama sebanyak 26 ekor dari 502 ekor ikan atau 5,17% dari total populasi, sedangkan aklimatisasi kedua total kematian sebanyak 55 ekor dari 586 ekor ikan atau 9,38% dari total

populasi. Sesuai dengan persyaratan kematian saat aklimatisasi yaitu tidak boleh melebihi 10% dari total jumlah ikan, maka ikan yang telah diaklimatisasi memenuhi persyaratan untuk pengujian (OECD, 2004).

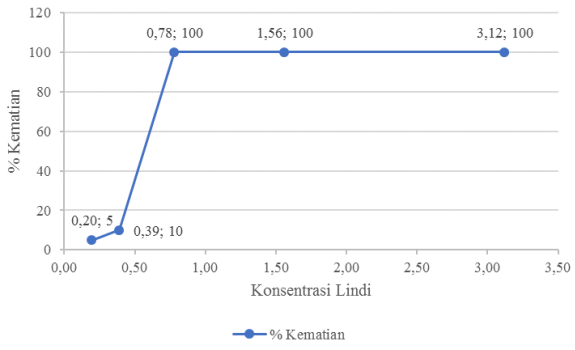
3.3. Uji Pendahuluan

Tahap uji pendahuluan dilakukan sebagai pengujian awal terkait konsentrasi lindi yang akan digunakan pada tahap uji toksisitas. Konsentrasi yang digunakan di tahap uji pendahuluan yaitu 0% , 6,25 %; 12,5 %; 25 %; 50 %; dan 100 % baik influen dan efluen lindi selama 24 jam. Selama proses uji pendahuluan parameter pH, suhu dan oksigen terlarut tetap diukur.

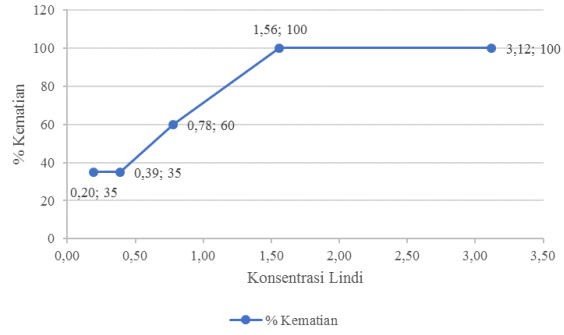
Pada sampel influen dan efluen air lindi mengalami kematian 100% populasi ikan untuk konsentrasi 6,25 %; 12,5 %; 25 %; 50 %; dan 100 % kurang dari 3 jam sedangkan untuk konsentrasi kontrol tidak ada yang mati. Oleh sebab itu, konsentrasi terendah dengan kematian 100% dikalikan dengan faktor pengencer 0,5 sebagai konsentrasi tertinggi pada uji toksisitas (US EPA, 2000), sehingga konsentrasi yang digunakan untuk uji toksisitas influen dan efluen lindi adalah 0%; 0,2%; 0,39%; 0,78%; 1,56%; dan 3,13%.

3.4. Uji Toksisitas

Uji toksisitas dilakukan selama 96 jam dan setiap 24 jam dicatat jumlah kematian hewan uji, suhu, oksigen terlarut dan derajat keasaman. Untuk konsentrasi 3,13 % dan 1,56% influen mati kurang dari 24 jam sedangkan untuk konsentrasi 0,78% ; 0,39% dan 0,2% kematian pada waktu 48 jam – 96 jam. Untuk efluen lindi juga mengalami total kematian 100% kurang dari 24 jam untuk konsentrasi 3,13 % dan 1,56%. Untuk konsentrasi 0,78% ; 0,39% dan 0,2% kematian pada waktu 48 jam – 96 jam. Hubungan konsentrasi lindi terhadap % kematian dapat dilihat dari grafik dibawah ini :



(a)



(b)

Gambar 7. (a) Influen dan (b) Efluen

3.5. LC 50 dan TUa

Untuk menentukan nilai *Lethal Concentration 50* / LC 50 dapat dihitung dengan menggunakan aplikasi probit yaitu

EPA Probit Analysis Program Used For Calculating LC/ EC Value Version 1.5 atau tanpa menggunakan aplikasi probit yaitu dengan menggunakan regresi *least square*. Utnuk analisa LC50 pada influen lindi menggunakan metode Spearman-Karber karena data yang akan diolah tidak sesuai untuk metode probit.

Berdasarkan perhitungan menggunakan regresi least square, sampel uji influen dapat menyebabkan kematian 50% pada konsentrasi 0,413% dan sampel uji efluen pada konsentrasi 0,365%. Untuk analisa LC50 menggunakan metode Spearman-Karber didapatkan hasil untuk sampel uji influen dapat menyebabkan kematian 50% pada konsentrasi 0,549 % dan dengan menggunakan metode probit sampel uji efluen pada konsentrasi 0,418 %.

Tabel 4. Nilai LC50

No	Kode Sampel	LC50		
		Least Square	Probit	Spearman-Karber
1	Influen	0,413	0,478	0,549
2	Efluen	0,365	0,418	-

Nilai toksisitas akut ditentukan berdasarkan nilai LC50 yang didapat pada perhitungan sebelumnya. Untuk menentukan nilai TUa menggunakan persamaan (3). Untuk nilai TUa influen dan efluen lindi dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Nilai TUa

No	Kode Sampel	LC50	TUa	Kategori
1	Influen	0,549	182,09	Very high acute tovicity
2	Efluen	0,365	273,98	Very high acute tovicity

Berdasarkan tabel diatas, air lindi IPL TPST Piyungan termasuk kategori *Very High Acute Toxicity* untuk influen dan efluen.

3.6. Pengaruh Lindi Terhadap Ikan Nila

Kondisi fisik ikan setelah terpapar air lindi mengalami beberapa perubahan fisik seperti warna insang yang berubah dari merah menjadi pucat dan beberapa tubuh ikan yang berlendir. Warna insang yang berubah menjadi pucat menandakan bahwa ikan kekurangan suplai oksigen saat berada didalam air. Faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan oksigen secara signifikan dalam air adalah adanya kandungan zat organik dalam air. Hal ini menyebabkan ikan kekurangan oksigen dan menyebabkan kematian pada ikan (Svobodova, et al., 1993).

Zat organik ini dilihat dari parameter fisika kimia BOD dan COD. Tingginya kadar BOD dalam air akan memperkecil kadar oksigen terlarut dan mengganggu proses pernapasan ikan dalam air. Batas BOD yang

sesuai untuk ikan di kolam atau perairan adalah 8-15 mg/ L. Sedangkan rentang maksimal COD untuk ikan adalah 20-30 mg/ L. Selain zat organik BOD dan COD, jumlah padatan tersuspensi juga berbahaya pada ikan bergantung pada sifat alami bahan tersuspensi tersebut. Pada intinya, bisa terjadi penyumbatan pada insang ikan akibat partikel yang dapat mempengaruhi suplai dan keberadaan oksigen di perairan. Rentang keberadaan padatan tersuspensi yaitu pada 200 – 300 mg/L (Svobodova, et al., 1993).

Salah satu parameter uji dalam penelitian ini yaitu uji kadmium. Kadmium dapat menyebabkan terjadinya gangguan pernapasan, merusak organ seperti hati dan jantung. Oleh sebab itu, konsentrasi maksimum yang dapat diterima yaitu 0,001 mg/L untuk ikan (Svobodova, et al., 1993).

4. Kesimpulan

Nilai LC 50 / kematian 50 % populasi ikan nila untuk influen sebesar 0,5492% dengan nilai Toxic Unit acute (TUa) sebesar 182,086 sedangkan untuk efluen sebesar 0,365% dengan nilai Toxic Unit acute (TUa) sebesar 273,98. Lindi IPL TPST Piyungan dikategorikan *Very High Acute Toxicity* baik influen maupun efluen.

5. Daftar Pustaka

Adiguno, G. (2004). *Uji ToksiAsitas Limbah Cair Tahu Pada Ikan Nila dan Ikan Tawes.* Surabaya: Teknik Lingkungan ITS.

APHA. (1998). *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater.* Washington: American Public Health Association.

Buku Sanitasi Putih Kabupaten Bantul. (2010). Kabupaten Bantul: Kabupaten Bantul.

Damanhuri, E. (2008). *Diktat Landfilling Limbah.* Bandung: FTSL ITB.

Nagarajan, E., Thirumalaisamy, R., & Lakshumanan, S. (2012). Impact of Leachate on Groundwater Pollution due to non-Engineered Municipal Solid Waste Landfill Sites of Erode City, Tamil Nadu,India. *Journal Environment Heal Sci.Eng.*, 35-41.

OECD. (2004). *Sediment-water Chironomid Toxicity Using Spiked Water.* OECD Guidelines for the Testing of Chemicals.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Baku Mutu Air Lindi Bagi Usaha dan/ atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.* Jakarta.

Renou, S., Givaudan, J. G., Poulain, S., Dirassouyan, F., & Moulin, P. (2008). Landfill Leachate Treatment: Review and Opportunity. *Journal Hazard Mater*, 468-493.

SNI 01-6141. (1999). *Produksi Benih Ikan Nila Hitam (Oreochromis niloticus Bleeker) Kelas Benih Sebar.* Indonesia: BSN.

SNI 6989-59. (2008). *Air dan Air Limbah-Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah.* Indonesia: BSN.

Svobodova, Z., Lloyd, R., Machova, J., & Vykusova, B. (1993). *Water Quality and Fish Helath.* Rome: FAO United Nations.

US EPA. (2000). *Methode Guidance and Recomendations for Whole Efluen Toxicity (WET) Testing.* United States: Environmental Protection Agency.

US EPA. (2002). *Methods for Masuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism.* Unites State: Environmental Protection Agency.

US EPA. (2010). *Toxic Training Tool.* Environmental Protection Agency: United States.

Vaajasaari, J. (2005). *Leaching and Ecotoxicity Tests as Methods for Classification and Assessment of Environmental Hazard of Solid Waste.* Tampere University of Technology: Jukaisu.

Yao, P. (2013). Perspektives on Technology for Landfill Leachate Treatment. *Elsevier: Arabian Journal of Chemistry*, 2567-2574.