

**UJI TOKSISITAS AKUT LIMBAH CAIR *ELECTROPLATING* INDUSTRI
X SERTA SERAPAN LOGAM Cr, Cu, DAN Ni (BCF) TERHADAP IKAN
BAUNG (*Hemibagrus sp*) DENGAN METODE STATIC TEST
Said M. Fitra Khairegtah¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Gunadi Priyambada²⁾**

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
E-mail: saidm.fitra@gmail.com

ABSTRACT

*Electroplating activities produce small quantities of waste water but the level of toxicity is very dangerous because it contains heavy metals. Chemical parameters measured in this reasearch are Cr (total), Cu, and Ni. The measurement results showed the levels of chemical parameters generally exceeded the quality standard. It is necessary to do an acute toxicity test and bioconcentration factor (BCF) which is one way to monitor the negative impacts of electroplating waste water. This research was using electroplating X wastewater in Pekanbaru City and research aims are determine the LC50 value, TUa value and analyze the relationship between the quality of electroplating X waste water and its toxicity level which is supported by data on the absorption of pollutant metals in the body of test animals (BCF). An acute toxicity test was done by static method within 96 hours using a test animal of baung fish (*Hemibagrus sp*). The death of baung fish (*Hemibagrus sp*) was analyzed using the probit method. The LC50 test results were 4,8% and the TUa value was 20,833 with category III namely the level of High Acute Toxicity and BCF values of Cr (total), Cu and Ni were 0,046; 0,000102; 0,00527 with the category of low accumulation value (BCF <1).*

*Keywords: Acute Toxicity Test, Electroplating Waste Water, Baung Fish (*Hemibagrus sp*), LC50, BCF.*

1. PENDAHULUAN

Industri *electroplating* merupakan salah satu industri penyumbang limbah logam berat. Industri *electroplating* dalam kegiatannya menghasilkan limbah cair yang mengandung ion-ion logam berat

yang bersifat toksik meskipun dalam konsentrasi rendah. Logam berat yang terdapat dalam industri *electroplating* antara lain adalah logam krom (Cr), nikel (Ni), dan tembaga (Cu) (Juarsa, 2018). Krom

(Cr (total)) dapat menyebabkan efek kesehatan yang merugikan setelah inhalasi, konsumsi, atau paparan kulit (Gad, 2014). Cu merupakan logam esensial bagi hewan air yang bermanfaat dalam pembentukan haemosianin sistem darah dan pada enzimatis hewan air. Akan tetapi, bila jumlah Cu yang masuk ke dalam tubuh berlebih, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh. Toksisitas yang dimiliki tembaga (Cu) baru akan bereaksi apabila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 2008).

Nikel (Ni) mempunyai dampak negatif bagi kesehatan terutama jika kadarnya sudah melebihi ambang batas. Walaupun pada konsentrasi rendah, efek ion logam berat dapat berpengaruh langsung hingga terakumulasi pada rantai makanan. Nikel dalam jumlah kecil dibutuhkan oleh tubuh, tetapi bila terdapat dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat berbahaya untuk kesehatan manusia, yaitu : menyebabkan kanker paru-paru, kanker hidung, kanker pangkal tenggorokan dan kanker prostat, merusak fungsi ginjal, menyebabkan kehilangan keseimbangan, menyebabkan kegagalan respirasi, kelahiran cacat, menyebabkan penyakit asma dan bronkitis kronis serta merusak hati (Mardin, 2011).

Uji toksisitas adalah suatu uji untuk mendeteksi efek toksik suatu zat pada sistem biologi dan untuk

memperoleh data dosis-respon yang khas dari sediaan uji (BPOM, 2014). Uji toksisitas akut dengan menggunakan hewan uji merupakan salah satu bentuk penelitian toksikologi perairan yang berfungsi untuk mengetahui apakah efluen atau badan perairan penerima mengandung senyawa toksik dalam konsentrasi yang menyebabkan toksisitas akut. Sehingga, uji ini dapat digunakan dalam menilai kinerja suatu unit pengolahan. Parameter yang diukur biasanya berupa kematian hewan uji, yang hasilnya dinyatakan sebagai konsentrasi yang menyebabkan 50% kematian hewan uji (LC_{50}) dalam waktu yang relatif pendek satu sampai empat hari (Esmiralda, 2010).

Limbah cair *electroplating* mengandung logam berat, dimana logam berat memiliki sifat terakumulasi. Biokonsentrasi faktor (BCF) merupakan kecenderungan suatu bahan kimia yang diserap oleh organisme akuatik. BCF merupakan rasio antara konsentrasi bahan kimia dalam organisme akuatik dengan konsentrasi bahan kimia di dalam air (LaGrega dkk, 2001).

2. METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Alat Penelitian

Gelas ukur, timbangan analitik, pH meter, DOmeter, Termometer, corong, akuarium, jaring ikan, aerator, drum, dan penggaris,.

A. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

1. Limbah cair *electroplating*.
2. Jumlah ikan 10 ekor/akuarium.
3. Ukuran ikan 4-6 cm.
4. Waktu pengujian 96 jam.

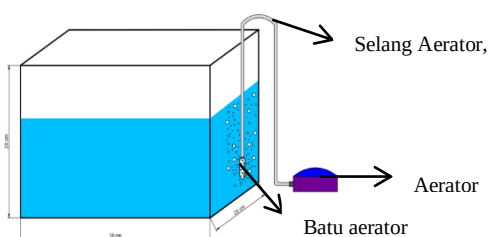
Variabel Berubah

1. Limbah cair *electroplating* pada uji pendahuluan yaitu 6.25%, 12.5%, 25%, 50%, dan 100%.

B. Prosedur Penelitian

1. Uji Toksisitas

Persiapan alat yang pertama adalah pembersihan drum sebagai wadah aklimatisasi ikan baung (*Hemibagrus spp*) dan pembersihan akuarium sebagai wadah uji dasar dan uji LC₅₀ 96 jam maupun peralatan penelitian lainnya. Wadah drum diisi dengan air sumur bor secukupnya dan dipasang aerator hingga kadar DO dalam air di atas 3 mg/l (Esmiralda, 2010). Untuk pemasangan aerator di akuarium cukup menggunakan 1 aerator dengan volume kerja 10 liter dan jumlah ikan baung (*Hemibagrus spp*) yang digunakan 10 ekor untuk setiap akuarium dengan ukuran ikan 4-6 cm (USEPA, 2002).



Persiapan untuk bahan adalah pengenceran sampel limbah cair *electroplating* sesuai dari konsentrasi ditetapkan yaitu untuk uji pendahuluan sebesar 6,25%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% sampel dengan bahan pelarut adalah akuades (USEPA, 2002). Sedangkan untuk uji LC₅₀ 96 jam besaran konsentrasi diperoleh setelah mendapat *range* konsentrasi dari uji pendahuluan, yaitu konsentrasi yang menyebabkan kematian terbesar 50% hewan uji dan konsentrasi yang menyebabkan kematian terkecil 50% (Esmiralda, 2010).

2. Perhitungan Nilai Toxicity

Unit acute (TUa)

Hasil dari pengujian toksisitas yaitu mendapatkan nilai LC₅₀. Selanjutnya hasil tersebut diubah dalam bentuk *Toxicity Unit acute* (TUa) dengan rumus (EPA, 2010) :

$$TUa = \frac{1}{LC_{50}}$$

3. Perhitungan Bioconcentration Factor (BCF)

Biokonsentrasi faktor merupakan kecenderungan suatu bahan kimia yang diserap oleh organisme akuatik. BCF merupakan rasio antara konsentrasi bahan kimia dalam organisme akuatik dengan konsentrasi bahan kimia di dalam air (LaGrega dkk, 2001).

$$BCF = C_{org} / C$$

dimana :

C_{org} = Konsentrasi logam berat dalam organisme (mg/kg atau ppm)

C = Konsentrasi logam berat dalam air (mg/l atau ppm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan Fosfat

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik awal limbah cair *electroplating* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1 karakteristik limbah cair *electroplating* dengan baku mutu

Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu
pH	-	6,1	6-9
Cr (total)	mg/L	21,6	0,5
Cu	mg/L	0,158	0,5
Ni	mg/L	2,025	1

* PERMENLH/5/2014

Aklimatisasi Hewan Uji

Aspek parameter yang diukur setiap hari adalah kandungan DO (*dissolved oxygen*), pH dan suhu media aklimatisasi. Hasil pengukuran parameter fisik (DO, pH dan suhu) selama 7 hari aklimatisasi di dalam wadah drum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran Parameter Fisik (pH, DO dan Suhu)

No	Hari	Parameter Fisik		
		pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)
1.	ke-1	7,1	4,6	29
2.	ke-2	7,1	4,6	28,8
3.	ke-3	7,1	4,6	28,9
4.	ke-4	7,1	4,6	29
5.	ke-5	7,0	4,6	28,8
6.	ke-6	7,0	4,5	28,9
7.	ke-7	7,0	4,5	29

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kadar DO (*dissolved oxygen*) tiap harinya tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu berkisar 4,5 mg/l–4,6 mg/l. Kondisi ini didukung

dengan bantuan aerator selama aklimatisasi berlangsung. Analisis DO dilakukan dengan bantuan alat DOmeter. Kandungan oksigen terlarut selama aklimatisasi ini masih berada dalam batas toleransi untuk kelangsungan hidup ikan dimana kadar minimal oksigennya adalah 3 mg/l (Gusrina, 2008). Hasil pengukuran suhu setiap hari juga tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu sebesar 28,8 °C–29 °C. Keadaan suhu ini masih dalam rentang toleransi untuk kehidupan ikan yaitu sebesar 25 °C–30 °C. Hasil pengukuran pH berkisar 7–7,1. Nilai pH ini masih dalam batas toleransi kehidupan ikan yaitu 6–9 (Arafad, 2000), sehingga proses aklimatisasi berjalan dalam kondisi DO, pH dan suhu yang sesuai dengan standar kelangsungan hidup ikan.

Uji Pendahuluan Limbah Cair *Electroplating*

Uji pendahuluan pada limbah cair elektroplating X dilakukan untuk mengetahui konsentrasi terendah yang menyebabkan kematian ikan baung (*Hemibagrus spp*) sehingga dapat menjadi dasar dari penentuan konsentrasi untuk menentukan batas perkiraan kritis (*Cr (total)itica l range test*) yang digunakan dalam uji dasar atau uji toksisitas akut. Volume kerja selama uji pendahuluan adalah 10 liter pada masing-masing akuarium.

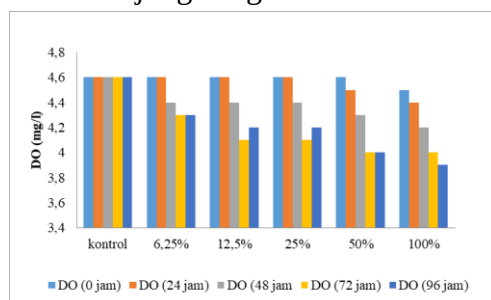
Jumlah kematian hewan uji pada uji pendahuluan limbah cair

elektroplating dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 3 Persentase Jumlah rata - rata Kematian ikan baung (*Hemibagrus spp*) pada Uji Pendahuluan limbah cair elektroplating

No	Konsentrasi	Persentase Kematian (%)				
		0 Jam	24 Jam	48 Jam	72 Jam	96 Jam
1	0%	0	0	0	0	0
2	6,25%	0	10	30	45	60
3	12,5%	0	30	45	85	95
4	25%	0	40	65	100	100
5	50%	0	80	100	100	100
6	100%	0	100	100	100	100

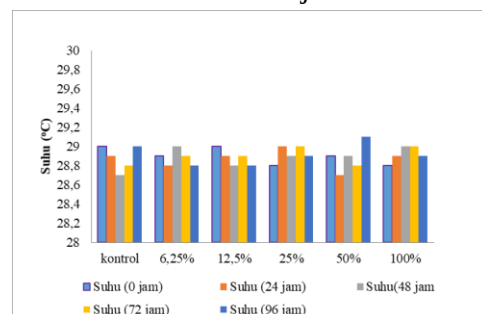
Dapat dilihat dari Tabel 3 bahwa jumlah kematian hewan uji rata – rata sebesar 100% pada konsentrasi 25%, 50%, dan 100%. Sedangkan konsentrasi 6,25% dan 12,5% kematian hewan uji berturut - turut sebesar 60% dan 95%. Tidak ada kematian pada konsentrasi 0% atau kontrol sehingga data uji pendahuluan dapat diterima karena hewan uji harus hidup minimal 90%. Dari hasil uji pendahuluan ini dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi limbah maka berbanding lurus dengan kematian hewan uji, semakin tinggi konsentrasi toksikan makanya semakin besar paparan yang diterima oleh hewan uji yang akan berujung dengan kematian.



Grafik 1 Nilai DO Rata-Rata pada

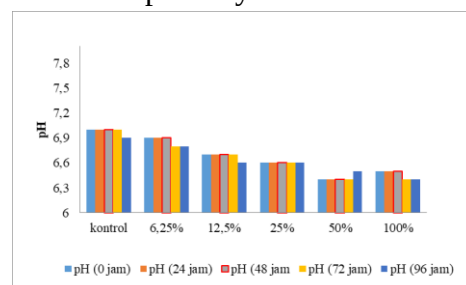
Uji Pendahuluan

Dapat dilihat bahwa kadar DO tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu berada dalam rentang 4,6 mg/l–3,9 mg/l. Nilai DO sesuai dalam standar hidup ikan yang membutuhkan minimal kadar DO 3 mg/l (Gusrina, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa ikan mati tidak disebabkan oleh kurangnya oksigen terlarut dalam media uji.



Grafik 2 Nilai Suhu Rata-Rata pada Uji Pendahuluan

Hasil pengukuran suhu setiap hari juga tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu sebesar 28,7°C–29,0°C. Keadaan suhu ini masih dalam rentang toleransi untuk kehidupan ikan yaitu sebesar 25°C – 30°C (Tyas, 2016). Suhu diukur dengan menggunakan termometer yang dilakukan pada waktu yang sama setiap harinya.



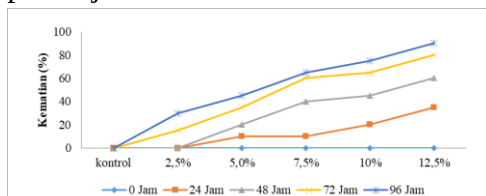
Grafik 3 Nilai pH Rata-Rata pada Uji Pendahuluan

Hasil pengukuran pH berkisar 6,4–7. Nilai pH ini masih dalam batas toleransi kehidupan ikan yaitu 6–9 (Arafad, 2000). Meskipun ikan baung termasuk ikan yang mampu hidup pada pH yang sedikit asam yaitu 5,5–6, namun ikan baung lebih baik perkembangan di pH normal yaitu 6–9. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa kematian hewan disebabkan oleh logam pencemar dalam limbah cair elektroplating dan tidak bias dengan parameter fisik media uji (DO, pH, dan suhu).

Batas konsentrasi terendah dan tertinggi berkisar antara 0%-12,5%. Batas konsentrasi terendah dan tertinggi dari uji pendahuluan limbah cair elektroplating X inilah yang akan digunakan sebagai konsentrasi pada uji akut limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru.

Uji Akut Limbah Cair Electroplating

Adapun range konsentrasi yang digunakan adalah 0%-12,5%. Untuk memudahkan pengenceran limbah maka dipilihlah konsentrasi 0% (kontrol), 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; dan 12,5% sebagai konsentrasi limbah pada uji akut.

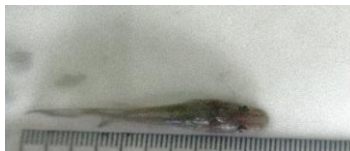


Grafik 4 Hubungan Antara Konsentrasi Limbah (%) dengan Jumlah Kematian (%),

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa ikan baung (*Hemibagrus spp*) memiliki respon yang berbeda pada masing-masing konsentrasi media uji mulai dari waktu pemaparan 0–96 jam. Pada waktu pemaparan 24 jam menunjukkan media uji dengan konsentrasi 12,5% menyebabkan kematian ikan baung (*Hemibagrus spp*) sebesar 35%. Waktu pemaparan 48 jam kematian ikan baung menjadi 60% pada konsentrasi yang sama yaitu 12,5%. Selanjutnya, pada konsentrasi yang sama dengan waktu pemaparan 72 jam dan 96 jam, tingkat mortalitas dari ikan baung meningkat berturut-turut menjadi 80% dan 90%. Pengukuran parameter fisik dilakukan secara berkala setiap 24 jam selama 96 jam uji akut.

Berdasarkan data hasil pengujian diatas dapat dilihat semakin besar konsentrasi limbah maka berbanding lurus dengan kematian hewan uji, semakin tinggi konsentrasi toksikan makanya semakin besar paparan yang diterima oleh hewan uji yang akan berujung dengan kematian. Menurut Soemirat (2003) interaksi antar zat toksik akan menimbulkan zat yang bersifat lebih toksik (interaksi kimia) dan interaksi toksikan dengan tubuh organisme (interaksi biologis). Interaksi ini tentunya berhubungan erat dengan dosis/konsentrasi yang digunakan, sehingga semakin tinggi dosis konsentrasi limbah semakin tinggi jumlah kematian hewan uji.

Pada media uji dengan konsentrasi 0% (kontrol) ikan baung tidak mengalami perubahan perilaku yang menandakan keracunan dan tidak ada ikan baung yang mati selama waktu pengujian 96 jam, hal ini menjadi tanda bahwa kualitas media pemeliharaan dalam kondisi baik dan memadai. Ikan baung yang telah mati ditandai dengan tidak adanya respon ketika disentuh dan



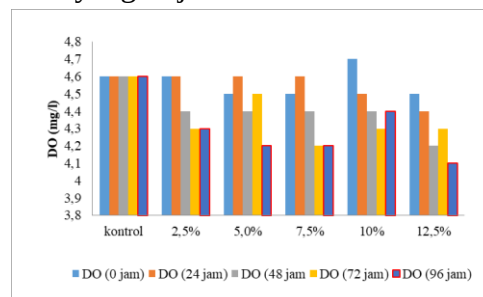
tidak Bergeraknya operkulum serta tenggelam didasar wadah. Ikan baung yang telah mati akan berwarna kekuningan, seluruh tubuh dilapisi lendir dan mata berdarah. Perbandingan ikan baung sebelum dan sesudah mati dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut ini.

Gambar 5 Ikan baung (*Hemibagrus spp*) Sebelum Terpapar Toksikan

Gambar 6 Ikan baung (*Hemibagrus spp*) Setelah Terpapar Toksikan

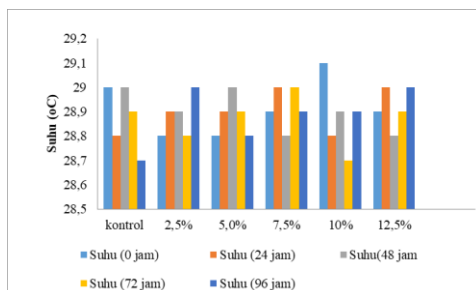
Menurut Tyas (2016), tingkah laku ikan yang akan mati akibat terpapar toksikan selama percobaan ditandai dengan operkulum terbuka lebar, sering berada di permukaan air, berenang tidak teratur dan selanjutnya mati. Selain itu,

permukaan kulit dari ikan nampak kemerahan (iritasi) sebagai akibat terpaparnya oleh toksikan, berbeda halnya pada ikan kontrol yang tidak ditemukan iritasi pada kulit ikan. Hal ini diduga sebagai suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek letal yang terjadi lebih lambat.



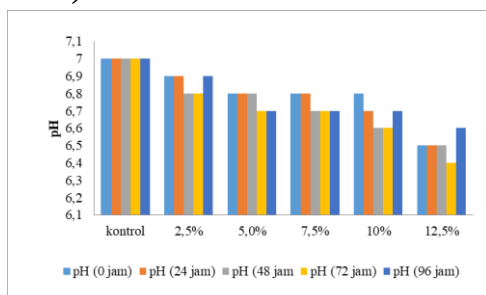
Gambar 7 Nilai DO Rata-Rata pada Uji Akut

Dapat dilihat dari hasil pengukuran parameter fisik diatas bahwa nilai DO selama uji akut pada media uji limbah cair elektroplating berkisar 4,1–4,6 mg/l. Nilai DO berbanding terbalik dengan konsentrasi limbah artinya semakin besar konsentrasi semakin kecil nilai DO. Namun, nilai DO yang mengalami penurunan selama pengujian berlangsung masih dalam *range* standar hidup ikan baung (*Hemibagrus spp*). Penurunan DO selain disebabkan tingginya konsentrasi, juga disebabkan penggunaan oksigen oleh mikroorganisme untuk pengulaikan feses ikan dan zat organik yang dihasilkan oleh ikan yang mati. Untuk kondisi laboratorium yang memerlukan data yang baik, kadar DO yang baik adalah diatas 3 mg/l (Esmiralda, 2010).



Gambar 8 Nilai Suhu Rata-Rata pada Uji Akut

Rentang suhu ideal untuk kelangsungan hidup ikan baung yaitu 25°C-30°C. Dapat dilihat dari hasil pengukuran suhu selama pengukuran berkisar 28,7°C–29,1°C. Suhu dapat memengaruhi keberadaan dan sifat logam berat. Peningkatan suhu perairan cenderung meningkatkan akumulasi dan toksisitas logam berat. Hal ini terjadi karena suhu tinggi akan meningkatkan laju metabolisme dari organisme perairan (Sorensen 1991).



Gambar 9 Nilai pH Rata-Rata pada Uji Akut

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai pH rata-rata selama pengujian limbah cair elektroplating berkisar 6,4–7. Rentang pH tersebut masih berada dalam rentang pH yang baik untuk kelangsungan hidup ikan baung (*Hemibagrus spp*) yaitu 6-9 (Tyas, 2016). Namun beberapa jenis

ikan baung yang karena lingkungan hidup aslinya berada di rawa-rawa mempunyai ketahanan untuk hidup pada pH yang rendah (Susanto, 1991).

Tingkat kematian ikan baung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi limbah cair elektroplating X dan lamanya waktu pemaparan. Dari data jumlah kematian diperoleh jumlah kematian dua atau lebih kematian hewan uji, maka nilai LC50 dapat ditentukan dengan menggunakan metode probit. Dimana nilai LC50 akan didapat dengan memasukkan jumlah kematian pada tiap-tiap konsentrasi dan kontrol ke dalam software Statistical Product and Service Solutions (SPSS), sehingga didapatkan hasil bahwa nilai LC50 96 jam untuk limbah cair elektroplating X sebesar 4,8%. Dengan demikian, konsentrasi 4,8% dapat menyebabkan kematian ikan baung sebesar 50% dalam rentang waktu 96 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa limbah cair elektroplating X bersifat toksik. Hal ini didukung dengan perhitungan Nilai Toxixity Unit Acute (TUa) berikut ini.

$$TUa = \frac{100}{LC50}$$

Sehingga didapatkan nilai TUa limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru :

$$TUa = \frac{100}{4.8} = 20,833$$

Berdasarkan perhitungan nilai TUa (Toxicity Unit acute) limbah cair elektroplating X sebesar 20,833 menunjukkan bahwa limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru termasuk kedalam kelas III ($10 < TUa < 100$) dengan tingkat toksisitas akut tinggi untuk hewan uji ikan baung.

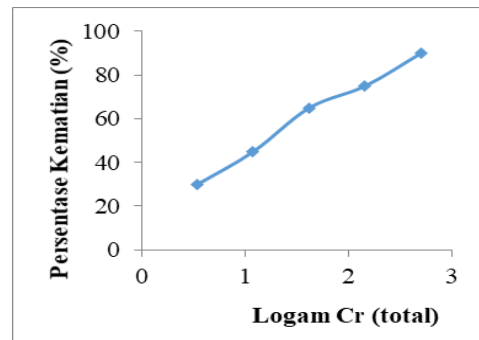
Analisis Hubungan Kematian Ikan Terhadap Karakteristik Limbah Cair Electroplating

Karakteristik kimia limbah cair elektroplating yang diukur antara lain logam Cr (total), Cu, dan Ni. Hasil pengujian menunjukkan nilai yang melebihi standar baku mutu untuk parameter logam Cr (total) dan Ni. Sedangkan untuk logam Cu masih dibawah standar baku mutu. Logam dan Ni yang melebihi baku mutu ini berpotensi menjadikan limbah cair elektroplating X ini menjadi limbah uji toksik. Hasil pengukuran karakteristik limbah cair elektroplating dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat dari Tabel 4 hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai logam Cr (total), Cu, dan Ni berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi.

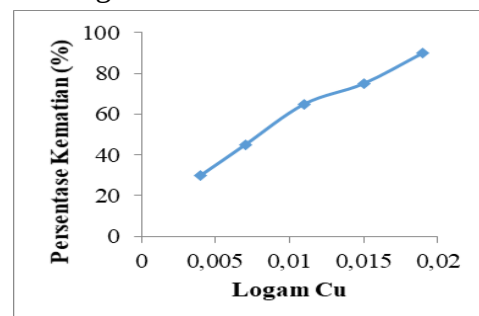
Tabel 4 Hasil Uji Karakteristik Limbah Cair Elektroplating X dengan Berbagai Variasi Konsentrasi

Konsentrasi (%)	Mortalitas (ekor)	Persentase Kematian (%)	Cr (total) (mg/L)	Cu (mg/L)	Ni (mg/L)
2,5	3	30	0,54	0,004	0,051
5	4,5	45	1,08	0,007	0,101
7,5	6,5	65	1,62	0,011	0,152
10	7,5	75	2,16	0,015	0,202
12,5	9	90	2,7	0,019	0,253

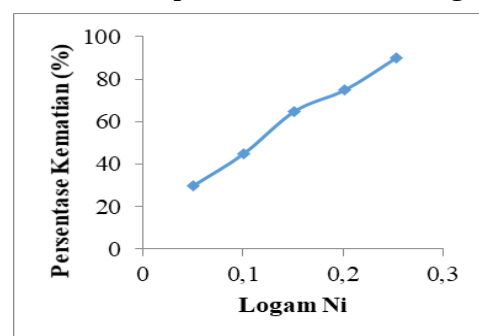
Hubungan nilai Logam Cr (total), Cu, dan Ni dari limbah cair elektroplating X pada berbagai variasi konsentrasi terhadap kematian ikan baung (*Hemibagrus spp*) dapat dilihat pada Gambar 10 Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 10 Hubungan antara logam Cr (total) terhadap kematian Ikan baung



Gambar 11 Hubungan antara logam Cu terhadap kematian Ikan baung



Gambar 12 Hubungan antara logam Ni terhadap kematian Ikan baung

Dapat dilihat pada Gambar 10 nilai kadar logam Cr (total) berbanding lurus dengan persentase kematian ikan baung. Semakin besar kadar nilai logam Cr (total), maka tingkat kematian ikan baung menjadi semakin tinggi. Kematian ikan pada uji toksisitas letal disebabkan oleh masuknya kromium ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu pencernaan, penetrasi melalui kulit, dan saluran pernapasan (pengambilan dari air melalui membran insang) (Darmono 2010). Tingkah laku ikan yang akan mati akibat terpapar Cr (total) selama percobaan ditandai dengan operculum terbuka lebar, sering berada di permukaan air, berenang tidak teratur dan selanjutnya mati.

Pada Gambar 11 dapat dilihat hubungan nilai kadar logam Cu limbah cair elektroplating pada berbagai konsentrasi terhadap kematian ikan baung. Bertambahnya konsentrasi menyebabkan meningkatnya tingkat mortalitas ikan baung. Respon tingkah laku ikan uji memperlihatkan bahwa semakin tinggi tingkatan konsentrasi maka terjadi perubahan tingkah laku, antara lain gerakan berenang yang tidak teratur, cenderung berada di permukaan, adanya gerakan seperti terkejut-kejut, frekuensi gerak operculum terus menerus dengan bukaan yang lebih lebar, selanjutnya ikan cenderung diam dan kehilangan refleks dan akhirnya menjadi

kaku/mati (Mardin, 2011). Logam Cu pada ikan seperti logam berat lainnya, berinteraksi dengan sel imun dengan cara yang kompleks. Paparan kronis Cu menyebabkan kerusakan histologis jaringan pada insang, hati, dan ginjal (Sinoho, 2014).

Hubungan kadar nilai logam Ni limbah cair elektroplating pada berbagai konsentrasi terhadap kematian ikan baung seperti terlihat pada Gambar 12 bahwa semakin besar nilai logam Ni maka semakin tinggi tingkat kematian ikan baung. Sifat toksisitas akut nikel relatif tinggi terhadap ikan diduga karena rendahnya tingkat kemampuan adaptasi ikan untuk memperkecil efek perubahan fisiologis yang ditimbulkan nikel yang masuk ke dalam tubuh, sehingga menyebabkan turunnya kemampuan menyerap oksigen dari lingkungan (Mardin, 2011). Tanda-tanda keracunan nikel pada ikan antara lain sering berada permukaan, gerakan mulut dan operculum yang cepat, kejang-kejang dan hilangnya keseimbangan (Svecevicus, 2010). Menurut Gerberding (2005) bahwa meskipun organisme biasanya mengembangkan perlawanan setelah beberapa saat terpapar oleh nikel, akan tetapi kemampuan mengembangkan perlawanan tersebut ditentukan oleh spesies ikan dan efek toksik yang ditimbulkan.

Pencemaran logam Cr, Cu, dan Ni pada lingkungan akan menyebabkan kerusakan lingkungan

baik terpapar langsung maupun efek akumulasi. Hal ini juga dapat memicu kepunahan biota maupun kerusakan genetika. Biota air yang hidup di perairan tercemar secara biologis akan mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya, semakin tingkat pencemaran suatu perairan maka semakin tinggi pula kadar logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan air yang hidup di dalamnya (Bryan, 1976). Berdasarkan analisis pengaruh karakteristik limbah dapat dilihat bahwa kadar parameter fisik dan kimia secara umum melebihi baku mutu dan berpengaruh terhadap kematian hewan uji. Menurut Sianturi (2014), kematian hewan uji tidak selalu disebabkan oleh faktor tunggal tetapi juga disebabkan karena fenomena sinergis yaitu kombinasi dari dua zat atau lebih yang bersifat memperkuat daya racun.

Nilai Bioconcentration Factor (BCF) Dalam Ikan

Pada akhir penelitian uji toksisitas akut limbah cair elektroplating X, ikan baung (*Hemibagrus spp*) yang terpapar limbah cair elektroplating X dilakukan uji kandungan logam Cr (total), Cu, dan Ni dalam tubuh ikan baung.

Tabel 5 Hasil Uji Penyerapan Logam Cr (total), Cu, dan Ni Dalam Tubuh Ikan Baung

Hewan uji	Logam Cr (total) rata – rata (mg/l)	Logam Cu rata – rata (mg/l)	Logam Ni rata – rata (mg/l)
Ikan baung (<i>Hemibagrus spp</i>)	0,13	0,000102	0,0013

Berikut adalah rumus perhitungan dan contoh perhitungan nilai BCF pada ikan baung.

$$BCF = \frac{\text{kadar logam berat dalam hewan uji}}{\text{kadar logam berat dalam media uji}}$$

Contoh perhitungan nilai BCF :

Nilai BCF logam Cr (total)

$$BCF \text{ logam Cr (total)} = \frac{0,13 \text{ mg/l}}{2,7 \text{ mg/l}}$$

$$= 0,049$$

Tabel 6 Hasil Perhitungan Nilai BCF pada Ikan Baung

No.	Parameter	Logam dalam hewan uji (mg/l)	Logam dalam media uji (mg/l)	Nilai BCF
1.	Cr (total)	0,13	2,7	0,049
2.	Cu	$0,193 \times 10^{-5}$	0,019	$0,102 \times 10^{-3}$
3.	Ni	$0,13 \times 10^{-3}$	0,253	$0,527 \times 10^{-3}$

Dari hasil perhitungan data diatas dapat dilihat bahwa nilai BCF terbesar adalah logam Cr (total) sebesar 0,049. Namun, semua nilai BCF pada pengujian ini menunjukkan angka <1 (kecil dari 1) yang berarti nilai akumulasi rendah (BCF<100). Logam Cr (total) merupakan logam non esensial, artinya dalam tubuh ikan normal tidak ditemukan keberadaannya (Hidayah, 2014). nilai BCF logam Cr (total) pada ikan Baung sebesar 0,049 dan merupakan serapan terbesar dalam pengujian ini. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Cr (total) dalam ikan baung (*Hemibagrus spp*) murni serapan selama pengujian berlangsung.

Logam berat Cu merupakan logam esensial yang secara alami terkonsentrasi pada organisme hidup sehingga nilai BCF logam tersebut mungkin lebih tinggi dari ambang batas penggolongan substansi bioakumulat. Nilai BCF logam Cu adalah nilai terkecil yaitu 0,000102. Dilihat dari nilai BCF yang sangat kecil, berkemungkinan bahwa kadar Cu memang sudah ada didalam tubuh ikan untuk metabolisme bukan serapan dari media uji limbah cair elektroplating. Menurut Hidayah (2014) Logam Cu merupakan mineral mikro karena dibutuhkan sedikit dalam tubuh namun diperlukan dalam proses fisiologis.

Logam Ni merupakan logam non esensial bagi ikan. Adanya kandungan logam Ni dalam tubuh ikan baung , dapat diperkirakan murni dari pemaparan selama pengujian berlangsung dan ditunjukan dengan hasil uji BCF sebesar 0,00527. Nilai BCF yang tergolong kecil tetap dapat menjadi racun dalam tubuh karena tidak diperlukan dan mengganggu fungsi organ yang terpapar. Logam Ni bereaksi dengan lendir insang sehingga menyebabkan sulitnya oksigen masuk. (Mardin, 2011).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai LC_{50} 96 jam limbah cair elektroplating X di Kota

Pekanbaru yang didapat dengan uji toksisitas akut secara *static test* adalah sebesar 4,8%.

2. Nilai TUa (Toxicity Unit acute) limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru adalah sebesar 20,833 menunjukkan bahwa limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru termasuk kedalam kelas III dengan tingkat toksisitas akut tinggi untuk hewan uji ikan baung.
3. Nilai *bioconcentration factor* (BCF) logam Cr (total), Cu, dan Ni limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru yang diserap kedalam tubuh hewan uji ikan baung secara berurutan adalah 0,046; 0,000102; 0,00527 dengan kategori nilai akumulasi rendah ($BCF < 1$).
4. Semakin besar logam Cr (total), Cu, dan Ni yang terkandung dalam limbah cair elektroplating X di Kota Pekanbaru, maka semakin tinggi tingkat kematian ikan baung.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Jakarta: UI-PRESS
- Esmiralda. (2010). Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Biodiesel Hasil Biodegradasi Secara Aerob Skala Laboratorium. J. ISSN : 0854

- 8471. No.33 Vol.1
Thn.XVII April 2010.
- Gad Consulting Services. (2014).
Chromium. USA
- Gerberding JL. 2005. Toxicological
Profile for Nickel. US.
Departement of Health and
Human Services. Georgia :
Public Health Service,
Agency for Toxic Substances
and Disease Registry, Atlanta
- Hidayah, A. M., Purwanto.,
Soeprbowati, T. R. (2014).
Biokonsentrasi Faktor Logam
Berat Pb, Cd, Cr (total) dan
Cu pada Ikan Nila
(*Oreochromis niloticus* Linn.)
di Karamba Danau Rawa
Pening. *J. Bioma*, Vol. 16,
No. 1, Hal. 1-9.
- Juarsa, T. (2018). Biosorpsi
Anabaena cycadae dengan
Variasi Dosis Biosorben,
Ukuran dan Waktu Kontak
Untuk Menyingkahkan Logam
Cr (total)om (Cr (total)) Total
dari Limbah Elektroplating.
Skripsi. Riau: Universitas
Riau.
- LaGrega, M.D., Phillip L.
Buckingham, Jeffry C. 2001.
Evans and Environmental
Resources Management.
Hazardous Waste
Managemen. Second Edition.
New York: McGraw Hill
Interntional Edition.
- Mardin. (2011). Toksisitas Nikel
[Ni] Terhadap Ikan Nila Gift
(*Oreochromis Niloticus*) Pada
Media Berkesadahan Lunak
(Soft Hardnes). Tesis. Bogor:
Institut Pertanian Bogor
- Palar H. 2008. Pencemaran Dan
Toksikologi Logam Berat.
Jakarta : Rineka Cipta.
- Sianturi, P., Mulya, M.B., dan
Ezraneti, R. (2014). Uji
Toksisitas Akut Limbah Cair
Industri Tahu terhadap Ikan
Patin. *Jurnal
Aquacoastmarine*, 2(2), 85-
94.
- Sihono, D., Supriyono, E., Setiawati,
M. 2014. Toksisitas Akut
Dan Subletal Tembaga Pada
Juvenil Ikan Patin Siam
(*Pangasianodon
hypophthalmus*). *Jurnal
Akuakultur Indonesia* 13(1),
36-45 (2014)
- Soemirat, J. 2003. *Toksikologi
Lingkungan*. Yogyakarta:
Gadjah Mada University
Press,.
- Sorensen EM. 1991. *Metal poisoning
in fish*. New York (US): CR
(TOTAL)C Press.
- Susanto, H. 1991. *Budidaya Ikan di
Pekarangan*. Jakarta: Penebar
Swadaya.
- Tyas, N.M., Batu, D.T.F.L., Affandi,
R. (2016). Uji Toksisitas
Letal Cr (total)6+ Terhadap
Ikan Nila (*Oreochromis
Niloticus*). *Jurnal Ilmu
Pertanian Indonesia (JIPI)*.
ISSN 0853-4217.