

UJI TOKSISITAS AKUT LIMBAH PABRIK SARONG TENUN PADA IKAN MUJAIR (*Tilapia mossambicus*)

ACUTE TOXICITY TEST OF SARONG FACTORY WASTEWATER TO MUJAIR FISH (*Tilapia mossambicus*)

Harmin Sulistiyaning Titah¹⁾ dan Rieke Yuliasuti¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS

email: harmin st@its.ac.id

Abstrak

Limbah cair pabrik sarong tenun mengandung zat warna dengan kandungan COD, TSS yang tinggi dan logam berat Chrom (Cr) yang langsung dibuang ke sungai akan menimbulkan pencemaran. Dengan adanya uji toksisitas dapat diketahui nilai toksisitas limbah cair tersebut melalui prosentase kematian ikan Mujair (*Tilapia mossambicus*) sebagai salah satu biota uji. Metode penelitiannya adalah dengan prinsip acute toxicity test yang didahului dengan range finding test sehingga dapat ditemukan lethal concentration-50 populasi biota uji, dimana nilai ini merupakan konsentrasi limbah yang bersifat toksik. Dilakukan pula uji untuk mengetahui kandungan Cr yang terdapat dalam tubuh biota uji dengan metode Ashing Furnice dan kerusakan pada insang dengan metode hispatologi insang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, LC-50, 96 jam pada ikan Mujair adalah $0,945\% \pm 0,045\%$ dengan kandungan rata-rata COD 23,86 mg/l, TSS 33,28 mg/l, logam berat Cr total 0,06 mg/l dan zat warna 19,74 mg/l. Zat warna pada ikan Mujair tersebut mengandung senyawa azo = 1,55 mg/l, senyawa quinon = 1,44 mg/l dan senyawa naftol = 3,36 mg/l. Adanya kematian biota uji disebabkan adanya zat warna yang mengandung senyawa azo yang bersifat toksik. Adanya limbah pabrik sarong tersebut juga mengakibatkan perubahan histopatologi insang berupa hiperplasia lamella.

Kata kunci : ikan mujair, LC-50, limbah cair, zat warna

Abstract

Wastewater of sarong factory contains color substrat that has a high concentration of COD and TSS. It also contains heavy metal Chrom (Cr). The wastewater didn't treatment and flow to river directly. By doing toxicity test, the toxicity of the wastewater from the sarong factory would be identified. The toxicity of the wastewater from the sarong factory was identified by mortality procentage of Mujair fish (*Tilapia mossambicus*), which was the experiment species. The method of the experiment is by using an acute toxicity test principle, whith a range finding test as a preliminary test. From those test, the researcher would found the lethal concentration-50% (LC-50) of the population species, wich one that value is the cocentration of toxic waste. In this research, the residu of Cr in fishes are measurement using Ashing Furnice method. The changes of the gills also are detected using hispathology of the gills method. Based on the experiment done, the 96 hour LC-50 for Mujair fish is $0,945\% \pm 0,045\%$ with avarage of COD value: 23,86 mg/l, TSS value 33,28 mg/l, heavy metal Cr total value 0,06 mg/l and and dye substrat value 19,74. Dye substrat on that Mujair fish contains azo dye value 1,55 mg/l, quinon dye value 144 mg/l dan naftol dye value 3,36 mg/l. Mortality of organisme experiment caused by dye substrat contains azo dyes. The existence of the sarong factory wastewater in the fish's body was also changed the hispathology of the gills in the form of hiperplasia lamella.

Keywords : colour substrat, LC-50, *Tilapia mossambicus*, wastewater

1. PENDAHULUAN

Di desa Parengan Kecamatan Maduran–Lamongan terdapat sekitar 25 industri rumah tangga produksi sarong tenun yang maju pesat. Limbah cair hasil samping proses pewarnaan benang mengandung COD, TSS, zat warna yang tinggi (Mark, 1986 dalam Hasim dan Iminingsih, 2002) dan bahan pencemar utama adalah zat warna yang mengandung logam berat (PP No. 85 Tahun 1999).

Logam Cr merupakan logam berat yang mempunyai sifat toksik terhadap makhluk hidup. Cr dapat menyebabkan kematian pada biota akuatik seperti ikan apabila konsentrasi Cr dalam air cukup tinggi. Ambang batas kromium yang aman untuk ikan adalah 0,05 mg/L (PP No. 82, 2001). Konsentrasi COD dan TSS yang tinggi dalam limbah pabrik sarong tenun ini juga dapat menyebabkan efek negatif pada ikan. Partikel tersuspensi sebanyak 10,4 mg/L sudah tidak aman bagi kesehatan ikan. Efek

lebih lanjut memungkinkan terjadinya kerusakan insang menjadi lebih parah, karena material tersuspensi dapat menyebabkan iritasi dan rusaknya insang akibat penyumbatan insang oleh partikel tersuspensi (Robert, 1989 dalam Makruf, 2003). Insang merupakan organ sensitif dan organ yang pertama kali terpajan bila terjadi pencemaran. Zat warna dalam limbah sarung tenun terdiri atas berbagai macam senyawa yang akan membentuk suatu warna. Salah satu gugus pembentuk zat warnanya adalah gugus azo yang berpotensi bersifat toksik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur konsentrasi limbah cair yang memberi efek toksik akut (LC-50) pada ikan Mujair (*Tilapia mossambicus*). Membuat kurva konsentrasi-respon akibat pemajanan limbah cair pabrik sarung tenun pada ikan Mujair. Menentukan ada/tidaknya Cr yang terserap dalam tubuh dan perubahan histopatologi insang akibat pemajanan dari limbah sarung tenun. Menghitung nilai BCF terhadap logam Cr.

Toksikologi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang efek negatif atau efek racun dari bahan-bahan kimia dan material lain hasil kegiatan manusia terhadap organisme, termasuk bagaimana bahan-bahan tersebut masuk kedalam tubuh organisme. Toksikologi adalah zat yang menimbulkan efek negatif pada sistem biologis, kerusakan serius pada struktur dan fungsinya ataupun menyebabkan kematian. Toksisitas adalah sifat relatif toksikan berkaitan dengan potensinya mengakibatkan efek negatif bagi makhluk hidup (Mangkoediharjo, 1999).

Hubungan konsentrasi dan respon adalah mengacu pada hubungan antara kontak zat toksik dengan respon yang diamati. Hubungan tersebut seringkali dituangkan dalam bentuk angka dan grafik (Klaasmen dan Dowl, 1980 dalam Connell dan Miller, 1995). Pada test toksisitas akuatik efek organisme disebabkan oleh pemajanan bahan kimia secara tidak langsung yaitu dengan mencampurkan bahan kimia ke dalam air dimana hewan-hewan itu hidup/tinggal ini menghasilkan suatu test konsentrasi.

Habitat ikan Mujair di perairan tawar, payau, air sungai dengan pH optimum 7-8 dan suhu 25-30° C. Ikan Mujair ini mempunyai ciri utama berbentuk badan pipih dan bersisik yang kecil-kecil seperti sisir. Warna tubuhnya ada yang hitam, coklat tua

atau abu-abu tergantung pada lingkungan yang dihuni.

Tingkat kerusakan mikroanatomi (histopatologi) dapat digunakan sebagai indikator pencemaran. Histopatologi merupakan perubahan akibat ketidakcocokan biokimia dan perubahan fisiologi pada organisme (Hinton dan Barrel, 1990 dalam Makruf, 2003). Adanya zat pencemar yang tinggi pada perairan secara langsung akan masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang dan merusak insang. Adanya kerusakan insang dapat berupa hyperplasia insang yaitu menebalnya sel lamella sehingga mengurangi area oksigen untuk terdifusi dalam tubuh.

2. METODOLOGI

Reaktor pengujian adalah bak berukuran 20 liter sebanyak 36 buah dan perlengkapan untuk aerasi. Biota uji adalah ikan Mujair berukuran 3-5 cm dan didapatkan dari Lamongan dengan jumlah ikan adalah 450 ekor. Limbah cair diambil dari pabrik pembuatan sarung tenun terbesar skala industri rumah tangga (PT. Bintang) di desa Parengan-Lamongan yang tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair. Limbah cair ini merupakan hasil dari pewarnaan benang sarung.

Tahapan kerja terdiri dari 3 tahap yaitu pertama aklimatisasi selama 7 hari agar ikan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan. Kedua *range finding test* selama 4 hari untuk mencari kisaran prosentase limbah yang mengakibatkan kematian 50% dari total biota dalam bak. Pada tahap ini tiap bak diisi air 10 liter dan ikan sebanyak 10 ekor. Tiap hari dicatat jumlah kematian ikan dan ikan yang mati disingkirkan dan ketiga *acute toksisity test* selama 4 hari untuk mendapatkan data LC-50%. Konsentrasi limbah yang digunakan diperoleh dari hasil *range finding test* namun dipersempit. Jumlah total ikan 10 ekor/bak dengan total air dalam bak 10 liter. Tiap hari dicatat jumlah kematian ikan dan ikan yang mati disingkirkan

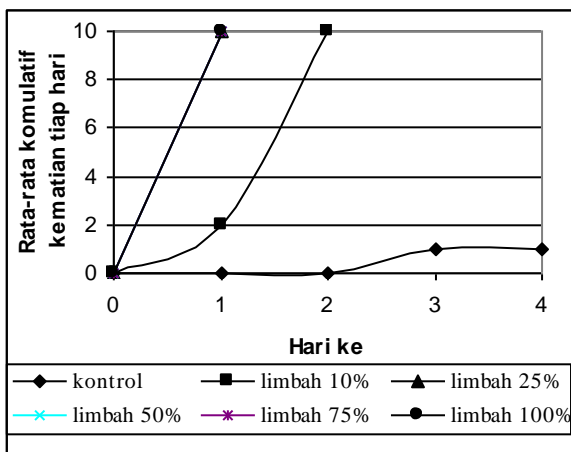
Sebelum dilakukan pengujian zat pencemar, diukur COD, TSS, zat warna, dan logam berat Cr dalam limbah sehingga dapat diketahui konsentrasi zat pencemar yang bersifat toksik. Setiap hari diukur DO, pH, suhu. Sesuaikan ketiga parameter ini dengan kondisi ikan sehingga ikan mati bukan disebabkan faktor lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap aklimatisasi, pH air PDAM rata-rata adalah 7,6 sehingga masih memenuhi syarat pH untuk kelangsungan hidup ikan sedangkan DO pada lingkungan adalah di atas 5 mg/l. Jumlah kematian ikan mujair pada 2 hari pertama adalah kurang dari 10% yaitu kurang dari 4,5% dari jumlah populasi total.

Pada *range finding test* konsentrasi limbah yang digunakan untuk mencari kisaran LC-50% adalah 100%, 75%, 50%, 25%, 10% dari air limbah total. Air pengencer yang digunakan untuk membuat variasi limbah adalah air PDAM. Pada tahap ini dicek pH, DO, dan suhu tiap hari sehingga kematian ikan bukan dari sifat biologis lingkungan. Sifat ikan ketika pertama kali terpajan limbah adalah dengan meloncat-loncat dan berenang lebih cepat, hal ini sebagai salah satu bentuk respon ikan terhadap perubahan lingkungan.

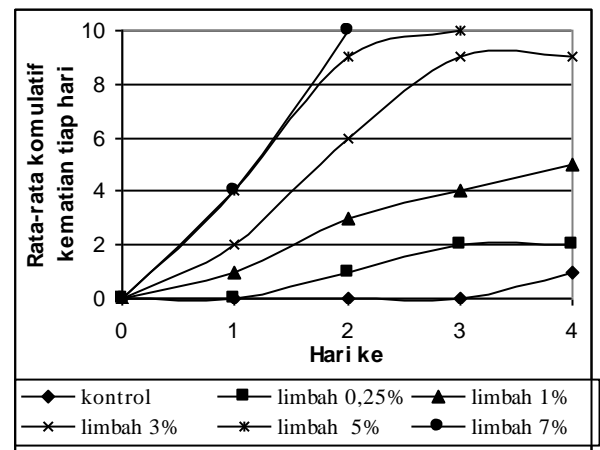
Hasil penelitian menyatakan bahwa populasi ikan Mujair pada semua variasi konsentrasi limbah menyebabkan kematian. Hal ini sebanding dengan tidak tercukupinya pH (>9) dan DO (<3 mg/l) untuk ikan yaitu pH (6,7-8,6) dan DO 5-6 mg/l. Adapun hasil kematian kumulatif setiap hari dapat dilihat pada Gambar 1. Pada *range finding test* ini belum ditentukan prakiraan besarnya LC-50 untuk ikan Mujair sehingga harus dilanjutkan pada *range finding test* kedua.



Gambar 1. Rata-rata Kumulatif Kematian Ikan Mujair

Variasi konsentrasi air toksikan yang diambil untuk *range finding test 2* adalah 7%, 5%, 3%, 1%, 0,25%. Pada *range finding test 2* ini juga dilakukan

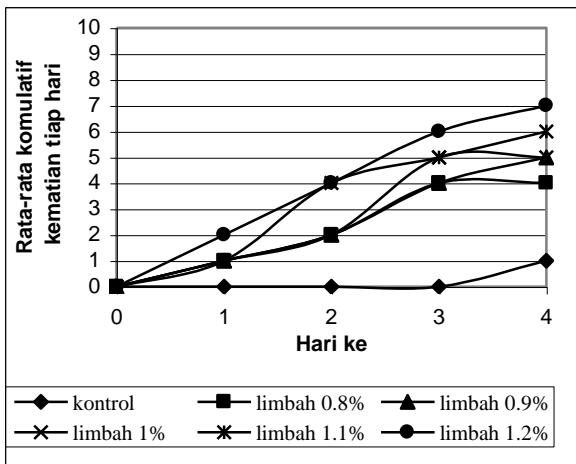
pengamatan terhadap reaksi ikan Mujair, jumlah kematian setiap hari, serta kondisi lingkungannya yaitu pH, DO dan suhu. Rata-rata pH setiap hari adalah 7,4-8,4 sedangkan pH optimum untuk ikan adalah 7-8,6, DO penelitian adalah 5-6 mg/l sedangkan DO optimum di atas 5 mg/l, suhu penelitian adalah 25-26°C sedangkan suhu optimum adalah 25-27°C. Keseluruhan parameter lingkungan tersebut telah memenuhi syarat kelangsungan hidup ikan sehingga tidak menyebabkan kematian. Adanya kematian setiap hari pada tahap *range finding test* ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata Kumulatif Kematian Ikan Mujair

Dari hasil *range finding test 2* ini didapatkan yang menyebabkan kematian populasi 50% ikan Mujair adalah air toksikan dengan kisaran konsentrasi limbah 1%. Konsentrasi limbah 1% ini dapat digunakan acuan pemilihan variasi limbah untuk ikan Mujair di tahap *acute toxicity test*.

Dari hasil *range finding test* didapatkan bahwa konsentrasi limbah yang menyebabkan kematian 50% populasi pada ikan Mujair adalah $\pm 1\%$. Pada kisaran konsentrasi limbah 1% untuk ikan Mujair akan dipersempit variasinya menjadi 0,8%, 0,9%, 1%, 1,1% dan 1,2%. Pada *acute toxicity test* ini juga dilakukan pengamatan terhadap jumlah kematian setiap hari, serta kondisi lingkungannya yaitu pH, DO dan suhu. Ketiga parameter lingkungan tersebut telah memenuhi syarat kelangsungan hidup ikan sehingga tidak menyebabkan kematian, jadi dapat dipastikan kematian ikan disebabkan adanya parameter pencemar dalam limbah. Adanya kematian kumulatif setiap hari dapat digambarkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Rata-Rata Kematian Kumulatif Ikan Mujair

Penentuan LC-50 dengan menggunakan metode *acute toxicity test* selama 96 jam menggunakan metode *Litcfield-Wilcoxon*. Metode ini digunakan karena dalam metode ini memperhitungkan batas-batas kepercayaan 95% dari hasil LC-50 sehingga kepresisian data benar-benar terpenuhi, selain itu terdapat efek akut parsial dalam penelitian yang dilakukan. Berdasarkan metode ini LC-50, 96 jam ikan Mujair adalah $0,945 \pm 0,045\%$. Zat pencemar yang dapat mematikan ikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Limbah pada LC-50

Parameter	Satuan	Konsentrasi limbah	Konsentrasi LC-50 ikan Mujair
COD	mg/l	2525	23,86
TSS	mg/l	3522	33,28
Zat warna:		2089	19,74
- Azo	mg/l	164	1,55
- Quinon	mg/l	152	1,44
- Naftol	mg/l	356	3,36
Cr total	mg/l	6,2	0,06

Pada hasil *Acute toxicity test* nilai COD untuk LC-50 ikan Mujair adalah 23,56 mg/L. Nilai COD yang tinggi ini dapat diuraikan dengan adanya aerasi terus-menerus pada saat penelitian, sehingga nilai COD makin lama makin turun. Dari hasil analisis pada tahap *acute toxicity test* ini, kematian biota uji bukan disebabkan oleh nilai COD yang tinggi diawal penelitian

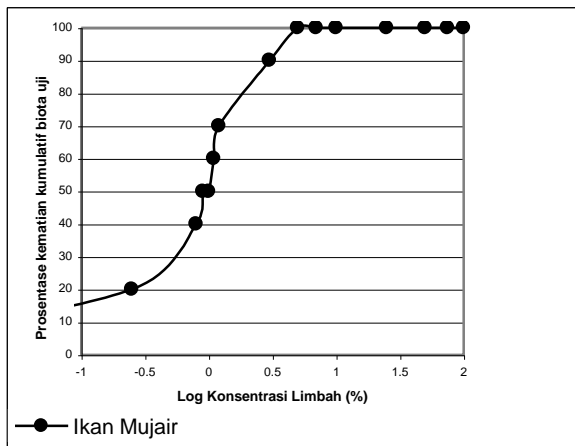
Pada *acute toxicity test* ini nilai TSS yang menyebabkan LC-50 untuk Mujair adalah 33,28 mg/l. Partikel tersuspensi sebanyak 10,4 mg/l sudah tidak aman bagi kesehatan ikan. Efek yang lebih lanjut memungkinkan terjadinya kerusakan insang karena partikel tersuspensi menyebabkan iritasi in-

sang, karena terjadi penyumbatan sehingga hewan mati tercekik (Connel dan Miller, 1995). Sehingga dari hasil analisis dapat dikatakan bahwa TSS yang dapat merusak struktur atau menyumbat insang adalah salah satu penyebab kematian ikan, selain itu dibuktikan dengan adanya pengamatan secara visual terhadap ikan mati dimana terdapat flok yang menyumbat dibagian insangnya.

Kadar logam berat Cr tinggi diketahui dapat merusak jaringan ikan sehingga menyebabkan kematian, sedangkan logam berat Cr ini dapat menyebabkan penyakit kanker. Ambang batas kromium dalam yang aman untuk ikan adalah 0,05 mg/L (PP. N0 82 tahun 2001). Berdasarkan KepMenKLH No. 02/1988 menyatakan bahwa batas kromium yang diperbolehkan untuk budidaya perikanan adalah <0,001 mg/L dan batas yang diinginkan adalah 0,00004 mg/L. Dari hasil penelitian Cr yang terdapat pada air limbah untuk ikan Mujair adalah 0,076-0,051 mg/l sehingga kadar Cr dalam limbah tersebut sudah melebihi ambang batas.

Berdasarkan hasil penelitian zat warna sarung sebesar 2089 mg/l yang digunakan, mengandung gugus quinon sebesar 152 mg/l, gugus azo sebesar 164 mg/l dan gugus naphtol sebesar 356 mg/l sebagai senyawa pembentuknya. Gugus azo adalah senyawa yang sulit terdegradasi dari pada senyawa quinon, sedangkan senyawa naftol adalah salah satu gugus khromagen-khromofor yang sulit terdegradasi secara alamiah. Berdasarkan sifat toksik yang diberikan oleh zat warna inilah, diduga adanya zat warna yang menyebabkan limbah sarung tenun bersifat toksik bagi ikan Mujair. Zat warna tersebut merupakan zat organik yang dapat terukur sebagai COD, dan dalam air berbentuk tersuspensi dan terlarut. Adanya zat warna yang berbentuk tersuspensi dapat menyumbat insang dan membuat insang teriritasi sedangkan zat warna yang terlarut dapat terdifusi dalam tubuh dan bersifat toksik bagi jaringan tertentu.

Kurva dosis-respon dapat diartikan sebagai kurva konsentrasi-respon dan umumnya berbentuk kurva S, dimana sebagai absis adalah konsentrasi limbah dan sebagai ordinat adalah respon biota (mortalitas). Hubungan konsentrasi-respon pada tahap *range finding test* sampai *acute toxicity test* dapat digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konsentrasi-Respon Ikan Mujair

Pada konsentrasi batas minimum limbah tidak menampilkan respon biota yang berarti, namun sebanding dengan kenaikan konsentrasi limbah maka respon biota yang berupa mortalitas meningkat hingga pada konsentrasi tertentu terjadi kematian total populasi biota uji. Konsentrasi maksimum limbah pada ikan Mujair yang tidak menimbulkan efek mortalitas adalah konsentrasi limbah 0%, dalam artian habitat ikan Mujair tidak terpajan toksikan apapun. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai konsentrasi limbah yang menimbulkan efek terkecil (kematian 20% populasi) adalah air dengan konsentrasi limbah 0,25% sedangkan batas konsentrasi minimum yang mengakibatkan kematian 100% populasi adalah air toksikan yang mengandung limbah dengan konsentrasi 5%. Adapun hasil penyerapan Cr yang diakumulasi dalam tubuh ikan mujair dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Cr Dalam Tubuh Ikan

Ikan	Kons. Limbah	Cr di Air (mg/l)	Cr dalam ikan (mg/l)
	0%	0	0,0004
Mujair	0,8%	0,076	0,0032
	1,2%	0,051	0,0049

Berdasarkan nilai Cr yang terserap tersebut tampaknya nilai Cr tersebut masih terlalu kecil untuk mematikan ikan, namun sejumlah Cr yang kecil tersebut dapat diakumulasi dalam tubuh dan makin lama dapat merusak jaringan. Adanya logam berat Cr dapat bersifat toksik terhadap insang, sehingga ada kemungkinan Cr juga turut menyebabkan perubahan struktur insang dalam bentuk penebalan lamella (*hyperplasia insang*). Besarnya bio-konsentrasi dalam tubuh ikan sebanding dengan besarnya *bioconcentration factor* (BCF) yang dinyatakan dalam perbandingan konsentrasi zat da-

lam biota dengan konsentrasi zat dalam air. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 2, dapat dicari nilai BCF seperti persamaan 1.

$$BCF = \frac{[Cr_{dalamikan}]}{[Cr_{dalamair}]} \quad (1)$$

Sehingga BCF ikan Mujair adalah 0,064. Semakin besarnya nilai BCF dapat diartikan semakin besarnya kemampuan biota untuk menyerap dan mengakumulasi dalam tubuh.

Adanya pemajanan limbah sarung tenun dengan TSS yang cukup tinggi mampu menyumbat insang, zat warna tekstil menyebabkan perubahan struktur insang, selain itu adanya logam berat Cr juga mendukung kerusakan insang dalam bentuk iritasi. Berdasarkan penelitian, konsentrasi TSS 29,04-43,56 mg/l, zat warna 25,07-16,71 mg/l dan Cr total 0,051-0,076 mg/l menyebabkan perubahan pada insang pada ikan Mujair. Perubahan struktur insang tersebut dikarenakan insang merupakan organ internal terluar pertama yang terpajan langsung dengan limbah. Insang kurang mendapat proteksi dari jaringan lain dan hanya dilindungi operculum tipis yang terbuat dari tulang lunak sehingga mudah mengalami kerusakan fisik atau kimia. *Hyperplasia* adalah respon adaptasi ikan terhadap lingkungan yang buruk, dengan mempertahankan kondisi sel dengan cara poliferasi (penebalan/penambahan) sel yang berupa peningkatan aktivitas mitosis (pembelahan sel) dalam sel. *Hyperplasia* adalah adaptasi molekuler yang merugikan, karena efek dari *hyperplasia* adalah mengurangi area untuk difusi oksigen dari air ke aliran darah, yang menyebabkan suplai oksigen jadi berkurang sehingga berpotensi menyebabkan kematian. Berdasarkan uji histopatologi yang dilakukan maka semakin besar konsentrasi limbah yang dipajankan pada ikan Mujair maka tingkat penebalan sel-sel lamella semakin tinggi sehingga pada konsentrasi tertinggi antar sel terjadi fusi. Hal tersebut dapat mengakibatkan kematian pada ikan.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi limbah pabrik sarung tenun yang menimbulkan kematian 50% dari populasi ikan Mujair (LC-50) adalah 0,945%±0,045% dengan kandungan COD 23,86 mg/l, TSS 33,28 mg/l, Cr total 0,06 mg/l dan zat warna 19,74 mg/l. Adanya kematian pada biota uji disebabkan adanya zat warna yang terukur sebagai COD dan terdapat dalam TSS. Ambang batas zat warna yang bersifat

toksik ialah 19,74 mg/l dengan kandungan senyawa azo 1,5 mg/l, senyawa quinon 1,44 mg/l dan senyawa naptol 3,36 mg/l. Dari kurva konsentrasi respon dapat diketahui nilai konsentrasi limbah yang menimbulkan efek terkecil (kematian 20% populasi) adalah air dengan konsentrasi limbah 0,25% sedangkan batas konsentrasi minimum yang mengakibatkan kematian 100% populasi adalah air toksikan yang mengandung limbah dengan konsentrasi 5%. Efek perubahan struktural tubuh dari biota uji akibat adanya limbah selain kematian adalah adanya logam berat Cr yang terserap dan diakumulasikan dalam tubuh biota uji dengan konsentrasi yang bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi limbah yang dipajankan. Adanya perubahan histopatologi insang yaitu dengan bentuk *hyperplasia lamella* insang, dimana semakin besar konsentrasi limbah yang dipajankan ke biota maka tingkat *hyperplasia* insang semakin besar. Nilai BCF pada ikan mujair sebesar $\pm 0,063$.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1999). Peraturan Pemerintah No 85 Tahun 1999 tentang **Perubahan Peratur-**

an Pemerintah No 18 Tahun 1999 tentang Pengolahan Limbah B3.

Connell, D.W dan Miller, G.J. (1995). **Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.** Diterjemahkan oleh Yantikoestoer. UI Press. Jakarta.

Hasyim, E. dan Isminingsih, G. (2002). **Pengolahan Limbah Pencelupan dan Pencapan Kain Poliester Mangandung Zat Warna Dispersi Golongan Azo, Secara Fisika-kimia-Biologi.** *Jurnal Kimia Lingkungan.* Vol. 4. (1). Hal. 35-40.

Makruf, F.H. (2003). **Uji Toksisitas Sub Letal Air Limbah Industri Menggunakan Ikan Nila Sebagai Alat Pemantauan Biologis.** Tesis. Jurusan Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya

Mangkoediharjo, S. (1999). **Ekotoksikologi dan Keteknikan.** Jurusan Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya.

PP No. 82 tahun 2001 tentang **Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.**