

PENGUJIAN TOKSISITAS LIMBAH PELUMAS TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)

ECOTOXICITY TEST OF LUBRICANT OIL RESIDUE TOWARDS GOLD FISH (*Cyprinus carpio*)

Joni Hermana dan Harry Indriati
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya
email: hermana@its.ac.id

Abstrak

Limbah pelumas, yang termasuk kategori limbah B3, belum diketahui perbedaan tingkat toksisitasnya apabila dibandingkan dengan toksisitas minyak pelumas. Karena itu telah dilakukan uji ekotoksitas dengan menggunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebagai biota uji. Penelitian ini menggunakan metoda acute toxicity test yang didahului dengan range finding test. Konsentrasi uji yang digunakan pada acute toxicity test sebesar 52,5-62,5% pada limbah pelumas dan 61,0-68,5% pada minyak pelumas. Hasil uji LC₅₀ selama 96 jam, pemajanan limbah pelumas terhadap ikan mas menunjukkan angka ($55,92 \pm 1,04$) mg/l, dan pemajanan minyak pelumas adalah sebesar ($64,80 \pm 1,03$) mg/l. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah pelumas lebih toksik daripada minyak pelumas. Selain itu, uji histopatologi menunjukkan bahwa baik limbah pelumas maupun minyak pelumas tersebut juga mengakibatkan kerusakan struktur tubuh ikan yang ditunjukkan pada perubahan histopatologi insang ikan berupa hiperplasia lamella.

Kata kunci: ikan mas, LC_{50,96}, limbah pelumas, histopatologi insang

Abstract

The toxicity level of oil waste has not been identified as compared to the toxicity of lubricant oil. Therefore, the toxicity of oil waste was determined by using Gold fish (*Cyprinus carpio*) in a lab-scale ecotoxicity. The acute toxicity test was used as a method during the experiment which proceeded by the range finding tests to determine LC₅₀ for 96 hours exposure. The concentration of 52,5 – 62,5% was applied for acute toxicity of oil waste and 61,0-68,5% was for lubricant oil. The result of experiment showed that LC₅₀ for oil waste was ($55,92 \pm 1,04$) mg/l and for lubricant oil was ($64,80 \pm 1,03$) mg/l, hence it could be concluded that oil waste was more toxic than lubricant oil. Further, histopathology test showed that both samples, oil waste and lubricant oil, caused structural damage to the fish, which was shown by histopathological change of fish gills in the form of hyperplasia lamella.

Keywords : gold fish, LC_{50,96}, oil waste, gills histopathology

1. PENDAHULUAN

Limbah pelumas adalah hasil dari pemanfaatan minyak pelumas (oli) dalam proses industri jasa pelayaran yang termasuk dalam kategori limbah B3 (PP No. 18/99) karena kombinasi kandungan hidrokarbon, logam dan bahan pengotor lain didalamnya. Pembuangan langsung limbah pelumas ini ke dalam badan air akan dapat mengakibatkan menipisnya kadar oksigen terlarut, meningkatkan kekeruhan, menimbulkan rasa yang menyengat pada jaringan yang dirasuki, perubahan perilaku biota, rangsangan metabolik maupun per-

tumbuhan menjadi terhambat, kematian pada larva dan bayi yang peka, bahkan pengurangan keberhasilan perkembangbiakan Connel dan Miller (1995).

Terdapat 2 hal yang sering menjadi pertanyaan, yaitu; pertama, apakah limbah pelumas ini mempunyai daya toksik yang lebih tinggi dari minyak pelumas sendiri, dan kedua, apakah metoda yang bisa digunakan untuk menguji tingkat toksisitasnya, mengingat kedua substansi tersebut adalah *lipophilic*. Karena itu perlu dilakukan uji toksisitas limbah pelumas ini terhadap biota uji, di-

bandingkan dengan uji toksisitas minyak pelumas pada kondisi yang sama. Pengamatannya berkaitan dengan tingkat kematian, perubahan struktural maupun fungsional biota uji yang digunakan (uji hispatologi), yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Persiapan Air Pengencer dan Sampel Limbah Pelumas

Persiapan uji dilakukan dengan melakukan analisis terhadap air PDAM yang digunakan sebagai pengencer dalam proses pengujian ikan, analisis limbah pelumas dan minyak pelumas (toksikan). Hasil analisis laboratorium untuk air pengencer disarikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Air PDAM Pengencer

Parameter	Kriteria air pengencer (*)	Air pengencer (**)
Total kesadahan	50-250 mg CaCO ₃ /L	197 mg CaCO ₃ /L
pH	6,0-8,5	7,26

Sumber : (*) OECD (1984)
(**) hasil analisis laboratorium

Pengambilan sampel dilakukan secara grab dari lokasi pembuangan. Hasil analisis awal laboratorium menunjukkan kandungan kimia sampel limbah pelumas terdiri atas 18,32% air; 2,43% minyak (hidrokarbon); 57,16% bahan organik; 8,65% SiO₂; 6,7% Al₂O₃; serta 5,23% CaO. Toksikan dianalisis terlebih dahulu setelah sebelumnya dilakukan ekstraksi pada limbah pelumas sehingga berbentuk cair sama seperti fase/bentuk minyak pelumas yang berbentuk cairan. Adapun hasil analisis yaitu diringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Toksikan

Parameter	Limbah Pelumas	Minyak Pelumas
pH	7,94	8,35
suhu (°C)	28,1	28,0
COD (mg/L)	536	634
TSS (mg/L)	2473	100
DO (mg/L)	1,08	2,7
Kadar hidrokarbon (mg/L)	1057,2	983000

Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi ini merupakan tahap pengkondisian ikan uji dengan air PDAM pengencer dilakukan selama 7 hari (Tabel 3) serta

dicermati nilai suhu, pH, dan DO yang terjadi (Alaerts dan Simestri, 1987). Dalam 2 hari pertama, diperiksa pula kesesuaiannya dengan OECD (1984) dalam Mangkoedihardjo (1999).

Metode Pemajanan

Pelaksanaan uji toksisitas ini menggunakan sistem statik (*static test*), dengan waktu pemajanan adalah jangka pendek yang cocok untuk memperkirakan *overall toxicity* (APHA, 1998 dalam Mangkoedihardjo, 1999), yaitu 96 jam.

Biota Uji Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ikan mas dipilih sebagai biota uji toksisitas dalam penelitian ini dengan pertimbangan memenuhi kriteria sebagai bioindikator, yaitu; (a) Tersedia dalam ukuran dan jumlah yang bervariasi, serta dapat hidup sepanjang tahun, (b) Mudah didapatkan dan harganya murah. (c) Mudah dikembangkan dalam skala laboratorium, (d) Berukuran relatif kecil, (e) Memiliki sensitivitas oksigen terlarut yang tinggi, dan (f) Rentan terhadap perubahan lingkungan

Tabel 3. Hasil Uji Awal Ikan Mas pada Tahap Aklimatisasi

Parameter uji	Satuan	Waktu Pemajanan (jam)						
		24	48	72	96	120	144	168
Sampel: Limbah Pelumas								
Kematian ikan uji	Ekor	11	15	14	17	9	5	4
pH	-	7,45	7,48	7,47	7,39	7,38	7,45	7,51
DO	mg/L	6,4	6,0	5,9	5,6	5,8	6,0	6,1
Suhu	°C	27,9	27,8	28,0	28,0	27,9	27,7	27,8
Sampel: Minyak Pelumas								
Kematian ikan uji	Ekor	7	12	13	18	10	6	3
pH	-	7,50	7,49	7,51	7,52	7,48	7,47	7,47
DO	mg/L	6,5	6,2	5,8	5,7	5,9	6,1	6,0
Suhu	°C	27,8	27,9	27,7	28,1	28,0	27,8	27,9

Uji Histopatologi Insang

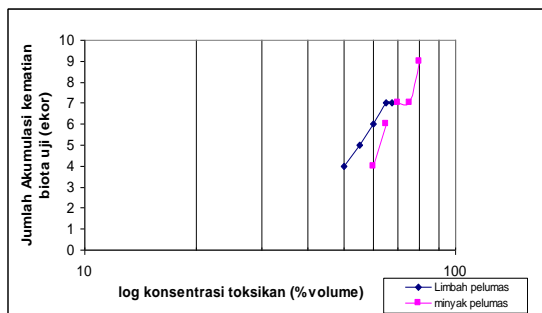
Dilakukan dengan mengamati kerusakan insang pada tahap *Lamella hyperplasia*, yaitu terjadi penambahan jumlah sel yang berawal dari lamella primer, berpindah dan menumpuk pada lamella sekunder, penambahan jumlah satu macam ataupun bermacam-macam sel yang lain. Sel epitel dapat bertambah tanpa penambahan jaringan ikat penunjangnya (Darmono, 1995); diamati secara mudah di bawah mikroskop dengan cara

membandingkannya dengan insang ikan pada kondisi normal. Sampel insang yang diambil sebelumnya dicuci dengan garam buffer formalin dan kemudian dibuatkan preparat untuk diamati secara mikroskopis. Pengamatan dilakukan di Laboratorium Mikroteknik Biologi UNAIR.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Uji Toksisitas Awal (Range Finding Test)

Tahap awal uji toksisitas adalah uji toksisitas pencarian kisaran konsentrasi toksikan. Kisaran konsentrasi toksikan pada uji toksisitas pada awalnya adalah 0%, 10%, 30%, 50%, 70%, dan 90% dari volume toksikan. Karena belum menemukan kisaran yang cocok, maka dilakukan uji toksisitas pencarian kisaran kedua. Pada uji toksisitas kedua, pencarian kisaran diulang dengan konsentrasi toksikan yang lebih kecil, yaitu 0%, 50%, 55%, 60%, 65%, dan 67,5% untuk limbah pelumas dan 60%, 65%, 70%, 75%, dan 80% untuk minyak pelumas. Selama pengujian dilakukan aerasi untuk menghindarkan kematian ikan akibat kekurangan oksigen, dan kondisi ikan mas dalam setiap wadah toksikan diamatikan serta dianalisis suhu, pH, dan DO. Hasil analisis reponse kematian biota tahap uji toksisitas kisaran kedua ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kematian Biota Uji Pencarian Kisaran Kedua

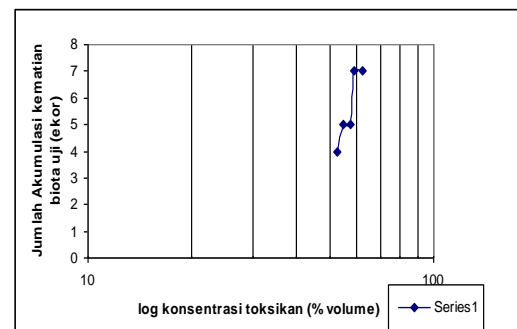
Kematian ikan mas dapat disebabkan karena sifat toksik dari toksikan dan kemampuan adaptasi rendah yang dimilikinya. Pada hasil analisis dan pengamatan di laboratorium, sebenarnya oksigen yang diberikan lebih dari cukup. Namun seperti dinyatakan oleh Gray (1994), keberadaan limbah pelumas dapat menimbulkan terhambatnya transfer oksigen ke dalam air dan dapat menimbulkan oligotrofikasi. Selain itu, hal juga ini membuktikan bahwa ikan mas adalah jenis ikan yang rentan

terhadap perubahan lingkungan yang ada (Lingga, 2003). Pengujian ini valid karena kematian ikan mas sebesar <10% terjadi pada konsentrasi 0% (kontrol).

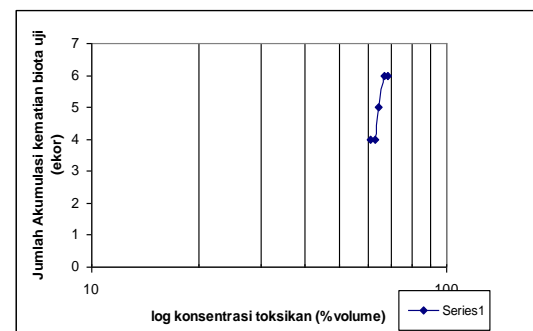
Uji Toksisitas Akut (*Acute Toxicity Testing*)

Tahap uji toksisitas akut, untuk mencari konsentrasi toksikan yang dapat menyebabkan efek kematian pada ikan mas menggunakan konsentrasi toksikan sebagai berikut:

- Untuk limbah pelumas pada kisaran konsentrasi toksikan 0%, 52,5%, 55%, 57,5%, 59%, dan 62,5% volume total toksikan (Gambar 2).
- Untuk minyak pelumas pada kisaran konsentrasi toksikan 0%, 61%, 63%, 64,5%, 67%, dan 68,5% volume total toksikan (Gambar 3).



Gambar 2. Hasil Uji Toksisitas Akut dengan Limbah Pelumas



Gambar 3. Hasil Uji Toksisitas Akut dengan Minyak Pelumas

Untuk mengetahui tingkat toksisitas limbah pelumas dan minyak pelumas pada ikan mas digunakan nilai *Median Lethal Concentration* (LC_{50}) berdasarkan hasil uji toksisitas akut selama 96 jam.

Nilai LC_{50} diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan Metode *Lithfield-Wilcoxon* (OECD, 1984). Data konsentrasi toksikan dan proporsi

respon yang akan digunakan pada perhitungan LC₅₀ ini disarikan pada Tabel 4 untuk limbah pelumas dan Tabel 5 untuk minyak pelumas di bawah ini.

Tabel 4. Data Mortalitas & Proporsi Respon pada Ikan Mas dengan Limbah Pelumas

Konse ntrasi Toksik an (%, K)	Juml ah biota uji (N)	Mort alitas biota	Pro por si Res pon Terk orek si (R)	Propor si Respon Harapa n (RH)	R-RH	Chi ²
0	10	0	0			
52,5	10	4	40	40,087	0,087	0,0003
55	10	5	50	47,334	2,666	0,0035
57,5	10	5	50	54,581	4,581	0,01
59	10	6	60	58,9292	1,0708	0,0005
62,5	10	7	70	69,075	0,925	0,0008
					9,3298	0,0151

Dari data tersebut, Chi² perhitungan = (jumlah Chi²)x(jumlah biota/jumlah variasi toksikan) = 0,0151 x (50/5) = 0.151

Tabel 5. Data Mortalitas & Proporsi Respon pada Ikan Mas dengan Minyak Pelumas

Konse ntrasi Toksik an (%, K)	Jumla h biota uji (N)	Mort alitas biota	Prop orsi Res pon Terk orek si (R)	Propors i Respon Harapa n (RH)	R - RH	Chi ²
0	10	0	0			
61	10	4	40	80.068	19.932	0,0024
63	10	5	40	43.444	43.444	0,0081
64,5	10	5	50	90.976	0.9024	0,00001
67	10	6	60	70.196	29.804	0,0036
68,5	10	6	60	17.728	102.204	0,052
					204.408	0,0661

Chi² perhitungan untuk minyak pelumas = (jumlah Chi²)x(jumlah biota/jumlah variasi toksikan)= 0.0661 x (50/5) = 0.661. Karena kedua data Chi² perhitungan < Chi² (95%) maka garis korelasi konsentrasi toksikan harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut. Sehingga kemudian didapat hasil LC_{50, 96 jam} toksikan limbah pelumas dan minyak pelumas pada ikan mas adalah masing-masing adalah (55,92 ± 1,04)% dan (64,80 ± 1,03)%.

Nilai LC₅₀ suatu toksikan mempunyai hubungan yang berbanding terbalik dengan tingkat toksisitasnya, artinya semakin besar nilai LC₅₀ maka tingkat toksisitas semakin kecil. Klasifikasikan hasil analisis toksikan effluen dalam

range 10-100% volume toksikan adalah termasuk kategori toksik akut lemah, dengan demikian baik limbah pelumas maupun minyak pelumas termasuk toksik akut lemah.

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan sifat toksik dari limbah pelumas dapat disebabkan oleh beberapa hal. Diantaranya oleh kemungkinan adanya bahan organik yang resisten terhadap proses biologis. Endapan di dasar wadah/ember yang mengandung sejumlah bahan organik yang kaya akan sulfat tetapi kurang akan nitrat dapat menstimulasi perkembangan bakteri pengurai sulfat. Bakteri tersebut menghasilkan hidrogen sulfida bersifat toksik dan dapat mengakibatkan kematian populasi ikan.

Kemungkinan lain sifat toksik pada limbah pelumas juga bisa disebabkan karena kandungan TSS pada toksikan dengan konsentrasi tertentu. Walaupun menurut Connel dan Miller (1995), TSS tinggi mempunyai kapasitas yang besar untuk mengasimilasi dan mendeaktivasi bahan toksik melalui adsorpsi di permukaannya yang luas. Analisisnya karena adanya perbedaan karakteristik antara kadar TSS yang tinggi (sebesar 2473 mg/L) pada toksikan limbah pelumas diduga berasal dari kotoran-kotoran pelumas bekas dan zat pengotornya yang sangat kompleks, terutama terdiri dari; lemak, minyak, logam, pasir/tanah, dan sebagainya. Sedangkan TSS (sebesar 100 mg/L) pada toksikan minyak pelumas berasal dari hidrokarbon murni, zat aditif, dan air. Partikel tersuspensi sebanyak 10,4 mg/L menurut Robert (1989) dalam Makruf (2003) menunjukkan tidak aman untuk ikan.

Efek lebih lanjut memungkinkan terjadinya kerusakan insang lebih parah karena material tersuspensi dapat menyebabkan iritasi sehingga memudahkan hidrokarbon untuk merusak sel-sel epitel insang. Pada sistem pernafasan ikan, hidrokarbon merusak sel-sel epitelium insang (Mitrovic, 1972 dalam Connel dan Miller, 1995). Pengaruh TSS dibuktikan pada toksisitas terhadap ikan salmon dengan TSS sebesar 137-395 mg/L menyebabkan salmon pindah ke daerah yang airnya lebih jernih.

Dengan demikian pengaruh toksisitas terhadap ikan mas dapat ditunjukkan pula melalui nilai COD dan TSS pada awal penelitian. Walaupun beberapa jenis ikan dapat hidup pada badan air

yang nilai COD dan TSS yang cukup besar. Hal ini dikarenakan ikan-ikan tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik terhadap bahan pencemar.

Karakteristik fisik dan kimia dari air juga sangat mempengaruhi kehidupan ikan. Pada pengujian ini, ketersediaan oksigen didukung oleh proses aerasi agar DO selama pengujian tidak mengalami gangguan transfer ke dalam air. Namun ada kalanya nilai DO mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan DO sudah mengalami kejenuhan dan kemungkinan adanya gangguan selama aerasi, seperti termampatkannya selang aerasi karena gelembung limbah pelumas maupun padatan tersuspensi di dalam air. Pada konsentrasi limbah pelumas rendah, oksigen tersedia cukup sedangkan pada konsentrasi tinggi mengalami gangguan.

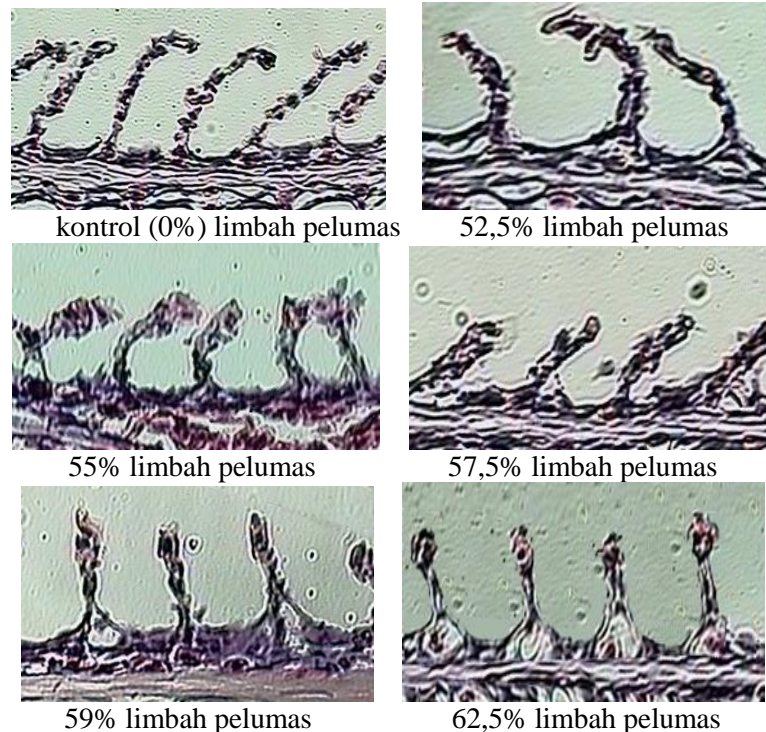
Kandungan bahan organik yang tinggi dalam air mengakibatkan terjadi penurunan pH. Sedangkan metabolisme ikan yang menghasilkan amoniak akan meningkatkan pH dalam air (Lingga, 2003).

Nilai pH total di dalam wadah cenderung stabil oleh karena produksi asam dan basa yang terjadi di dalam air dari aktivitas dan metabolisme ikan maupun kandungan bahan organik toksikan. Pada pH rendah, kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernapasan naik, dan selera makan akan berkurang (Ghufran dan Kordi, 2004).

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, suhu optimum bagi kehidupan ikan adalah 25-52 °C. Pada pengujian ini, suhu toksikan tidak begitu berpengaruh karena yaitu 26-28°C. Temperatur hidup ikan mas 25-30°C, maka dapat dipastikan suhu bukan faktor yang menyebabkan kematian ikan uji pada penelitian ini.

Hispatologi Insang

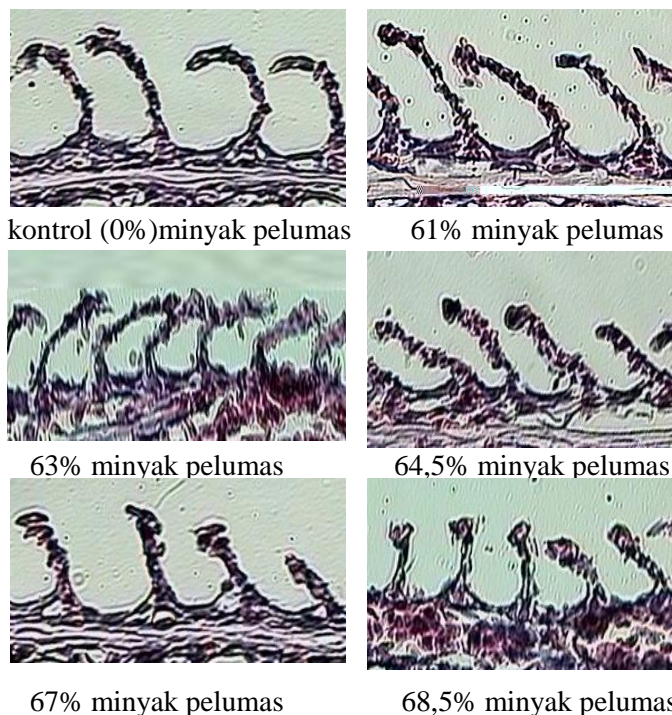
Berdasarkan uji histopatologi insang yang dilakukan, didapatkan bahwa struktur insang ikan mas yang tercemar oleh limbah pelumas dan minyak pelumas adalah seperti pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Histopatologi Insang Ikan Mas yang Terpapar Limbah Pelumas dengan Perbesaran 400x

Insang yang normal keadaan lamella sekundernya terdiri dari satu lapis sel saja, sedangkan pada keadaan hyperplasia akan terlihat sel-sel yang menumpuk.

Walaupun demikian, inti sel masih dapat diamati dengan jelas, sehingga dipastikan penebalan epitel lamella sekunder menunjukkan keadaan hyperplasia.



Gambar 8. Histopatologi Insang Ikan Mas yang Terpapar Minyak Pelumas dengan Perbesaran 400x

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat toksisitas limbah pelumas pada ikan mas adalah tergolong toksik akut lemah. Pada ikan mas $LC_{50,96 \text{ jam}}$ dengan limbah pelumas adalah $(55,92 \pm 1,03)$ mg/L toksikan dan pada ikan mas dengan minyak pelumas $(64,80 \pm 1,04)$ mg/L toksikan. Dengan pemajanan pada variasi konsentrasi yang sama, toksisitas limbah pelumas lebih tinggi daripada toksisitas minyak pelumas. Selain itu, efek perubahan struktural tubuh ikan mas akibat adanya limbah tersebut ialah adanya perubahan histopatologi insang dimana tingkat hyperplasia insang semakin besar akibat semakin besar konsentrasi limbah yang dipaparkan terhadap biota.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts G. dan Sumestri, S. S. (1987). **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional, Surabaya.

Connel, D. W. and Miller, G. J. (1995). **Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran**. UI Press. Jakarta.

Darmono (1995). **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. UI Press. Jakarta.

Ghuffran, H. dan Kordi, K. (2004). **Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan**. PT. Asdi Mahasatya. Jakarta.

Lingga, Pinus (2003). **Ikan Mas Kolam Air Deras**. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

Mangkoedihardjo, S. (1999). **Ekotoksikologi dan Keteknikan**. FTSP-Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

OECD (1984). **Proceedings of The International Workshop on Biological Testing of Effluents**. Canada.