KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kami panjatkan atas selesainya laporan penelitian ini. Kami sebagai tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Rektor selaku Pimpinan Universitas Padjadjaran dan Ketua Lembaga Penelitian yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian sebagai tugas TriDarma Perguruan Tinggi.

Selain itu terima kasih pula kami ucapkan kepada mahasiswi Rizki Masfufah, Intan dan Rina Febriani yang telah membantu penelitian. Semoga pengalaman penelitian memberikan wawasan ilmu pengetahuan kepada kita semua

Bandung November 2007

Tim peneliti

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Selain mendatangkan manfaat bagi kemakmuran masyarakat, berkembangnya industri penyamakan kulit telah menimbulkan dampak negatif seperti meningkatnya limbah industri yang berbentuk padat, cair ataupun gas. Berdasarkan PP No.19/1994 limbah tersebut termasuk jenis limbah bahan berbahaya dan beracun.

Pada dasarnya industri penyamakan kulit bertujuan untuk mengubah kulit hewan menjadi lembaran-lembaran kulit jadi yang siap dipergunakan untuk bahan baku produk kulit seperti jaket, sepatu, tas, kerajinan, dan lain-lain. Prosesnya sendiri terbagi dalam 3 tahapan yaitu tahap persiapan (*beamhouse process*), tahap penyamakan (*tanning*), dan tahap penyelesaian (*finishing*) termasuk pewarnaan dan pembuatan struktur permukaan (Anonimous, 1998). Masing-masing proses menghasilkan limbah yang jenis dan kandungannya berbeda tergantung dari zat-zat kimia yang digunakan pada tiap proses.

Salah satu sentra industri penyamakan kulit yang terkenal terdapat di Desa Sukaregang, Kecamatan Garut Kota, Kabupaten Garut. Di Kabupaten Garut sendiri terdapat sekitar 548 unit usaha penyamakan kulit yang tersebar di lima kecamatan berbeda yaitu Karangpawitan, Garut Kota, Cibiuk, Samarang, dan Limbangan .

Permasalahan limbah industri kulit di Sukaregang sampai saat ini belum menemukan jalan keluarnya. Beberapa industri besar memiliki sistem IPAL untuk menangani limbahnya, namun masih banyak pula industri dengan skala rumah tangga membuang langsung limbahnya ke sungai. Limbah ini jika bersentuhan langsung dengan kulit manusia dapat menimbulkan rasa gatal, panas, kulit kering dan keras

Mengingat besarnya pengaruh dan akibat yang ditimbulkan oleh limbah industri penyamakan kulit ini, maka dilakukan suatu penelitian untuk menguji

toksisitas limbah cair penyamakan kulit terhadap organisme, khususnya organisme air. Hal ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) no.85 tahun 1999 tentang limbah B3, yang mengharuskan dilakukannya pengujian berbagai limbah secara TCLP (*Toxicity Concentration Leaching Procedure*) dan *bioassay* untuk menentukan limbah tersebut tergolong B3 (Soemirat, 2003). Peraturan Pemerintah tersebut juga menentukan diperlukan atau tidaknya uji *bioassay* lanjutan untuk melihat efek kronis suatu zat B3. Pengamatan pada uji lanjutan umumnya hanya dilakukan terhadap beberapa efek seperti reproduksi, pertumbuhan (morfometri), dan mortalitas (Soemirat, 2003).

Penelitian mengenai limbah cair industri penyamakan kulit sendiri telah dilakukan sebelumnya menggunakan tumbuhan tingkat rendah *Chlorella* sp. dan *Lemna perpusilla*. Hadiyati (2004) menyatakan bahwa limbah cair penyamakan kulit berpengaruh terhadap penurunan populasi dan pertumbuhan *Chlorella* sp. dan *Lemna perpusilla.* Namun demikian, informasi mengenai toksisitas limbah ini terhadap hewan masih sangat diperlukan, mengingat diversitas organisme hewan di ekosistem air sangat tinggi.

Salah satu organisme hewan yang memegang peranan penting di dalam ekosistem perairan adalah *Daphnia* sp. Penelitian ini menggunakan hewan uji *D. carinata* karena *Daphnia* sp. merupakan organisme yang telah digunakan sebagai standar dalam uji toksisitas (EPA, 1991). Organisme ini tergolong ke dalam kelas Crustacea yang sensitif terhadap berbagai jenis zat pencemar dan termasuk spesies yang memegang peranan penting dalam ekosistem perairan karena merupakan sumber makanan pada ekosistem perairan.

Permasalahan yang dapat ditarik adalah apakah limbah cair industri penyamakan kulit bersifat toksik, menurunkan kemampuan reproduksi dan pertumbuhan terhadap *D. carinata* King.

1.2. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dampak racun limbah cair industri penyamakan kulit terhadap organisme hewan air, melalui pengujian terhadap *D. carinata*, sehingga dapat dilakukan usaha-usaha penanggulangan limbah cair tersebut.

1.3. Kerangka pemikiran

Industri penyamakan kulit yang menggunakan proses *chrome tanning* menghasilkan limbah cair yang mengandung Krom. Krom yang dihasilkan adalah Krom bervalensi 3^+ (trivalen) yang diperoleh dari proses penyamakan Krom (*chrome tanning*). Limbah cair maupun lumpur yang mengandung Krom trivalen ini dapat membahayakan lingkungan karena Krom trivalen dapat berubah menjadi Krom heksavalen pada kondisi basa yang merupakan jenis limbah B3 yang dapat membahayakan bagi kesehatan (Anonimous, 2006). Krom dengan senyawa bervalensi enam lebih berbahaya bila dibandingkan dengan Krom yang bervalensi tiga karena jika Krom ini terpapar dapat menyebabkan kanker pada kulit dan saluran pencernaan.

Hasil analisis limbah cair tersebut kandungan kromiumnya 2021 ppm, kandungan sulfida sekitar 200-800 mg/l, kandungan nitrogen sekitar 200-1000 mg/l, BOD sekitar 900-6000 mg/l, COD sekitar 800-43000 mg/l. Selain itu juga, air limbah industri penyamakan kulit mengandung lemak yang sangat tinggi

Hal tersebut diatas sangat tidak sesuai dengan batasan yang ditetapkan oleh UNEP (*United Nations Environment Program*). Karakteristik air buangan untuk industri penyamakan kulit menurut UNEP (1991) berada di kisaran sebagai berikut:

kandungan kromium sekitar 76 mg/l, kandungan sulfida sekitar 64 mg/l, BOD sekitar 1600 mg/l, dan COD sekitar 4600 mg/l.

Bau yang dikeluarkan limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari pembusukan material organik berupa Hidrogen sulfida yang dilepaskan selama proses penghilangan bulu, dan amonia yang dilepaskan pada proses pengapuran (Anonimous, 1998).

Untuk mengetahui toksisitas limbah cair industri penyamakan kulit dapat dilakukan pengujian secara biologi atau secara *bioassay*. Uji secara biologi digunakan karena kondisi percobaan dapat diawasi dan respon makhluk hidup yang diuji dapat diamati lebih lanjut. Uji ini juga digunakan untuk pemantauan (monitoring) berkala suatu limbah (Dhahiyat dan Djuangsih, 1997).

Dalam penelitian ini digunakan *D. carinata* sebagai hewan uji karena *D. carinata* merupakan salah satu organisme perairan yang berperan penting dalam rantai makanan sebagai konsumen primer dan merupakan makanan ikan. *D. carinata* juga merupakan organisme yang sensitif terhadap adanya zat pencemar juga mudah untuk dikultur. *Daphnia* sp. telah diujikan kepada 500 jenis senyawa kimia, dan organisme ini merupakan salah satu organisme uji yang paling sering digunakan dalam toksikologi lingkungan perairan (Dhahiyat dan Djuangsih, 1997).

1.4.Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap faktor tunggal, berupa uji hayati cara statis (*static bioassay*) menurut standar APHA (1995). Penelitian dibagi menjadi dua tahapan yaitu

uji toksisitas akut (LC50-48 jam) dan uji toksisitas kronis terhadap kemampuan reproduksi dan pertumbuhan yang disertai dengan perubahan morfometri.

Uji toksisitas akut (LC50-48 jam) dilakukan dengan memberikan perlakuan terhadap organisme uji dengan lima kombinasi konsentrasi limbah cair berdasarkan hasil uji batas kisaran kritis (*Critical Range Test*) dengan 3 kali pengulangan. Parameter yang diamati adalah kematian *D. carinata* King. Analisis data digunakan metode analisis probit. Untuk uji reproduksi dilakukan dengan memberikan perlakuan terhadap organisme uji dengan lima kombinasi konsentrasi limbah cair yang didapatkan dari penurunan konsentrasi hasil LC50-48 jam yang dianggap tidak mematikan. Parameter yang diukur adalah jumlah neonate yang dilahirkan dan frekuensi anakan selama 21 hari. Pengamatan morfometri *D. carinata* dilakukan selama uji reproduksi berlangsung. Data yang diperoleh diolah dengan Analisis Varians (ANAVA) dan jika signifikan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

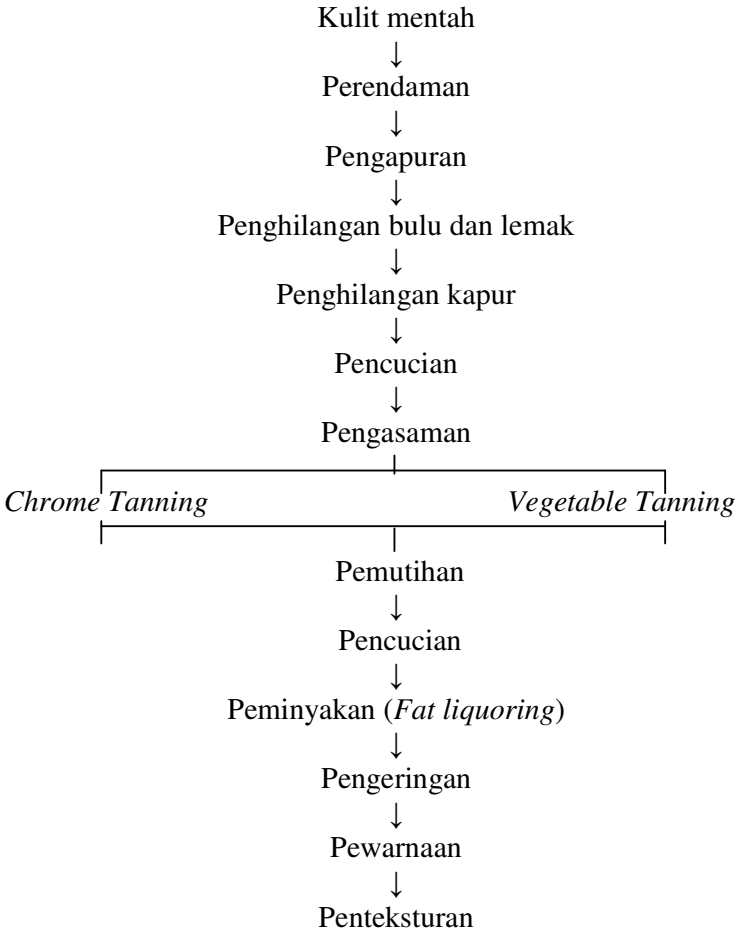
1.5.Lokasi dan Waktu Peneltian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan, Jurusan Biologi FMIPA Unpad Jatinangor. Waktu penelitian dilakukan dari bulan April 2007 hingga selesai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Metode yang digunakan pada industri penyamakan kulit ada dua macam yaitu penyamakan menggunakan bahan alami berupa serat *Mimosa* sp (*vegetable tanning*) dan penyamakan menggunakan bahan kimia berupa Kromium (*Chrome tanning*). Metode yang umum dipakai saat ini adalah metode *Chrome tanning* karena prosesnya lebih mudah jika dibandingkan metode *vegetable tanning*.

Secara garis besar, proses penyamakan kulit dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Penyamakan Kulit

2.1.Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit menghasilkan limbah, baik padat, cair, maupun gas. Karakteristik limbah cair yang berbeda pada tiap prosesnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah:

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit

No	Proses	Bahan	Karakteristik Limbah Cair
1	Perendaman	Air, Sodium Hipoklorida	Mengandung Sodium Hipoklorida
2	Pengapuran	Air, Air Kapur (Kalsium Hidroksida)	Bersifat basa
3	Pembuangan bulu	Air, Sodium Sulfida	Bersifat alkalin, limbah Hidrogen Sulfida
4	Penghilangan kapur	Enzim, Garam Amonium	Bersifat basa, limbah gas amonia
5	Pencucian	Air	Bersifat basa
6	Pengasaman	Air, Asam Sulfur, Sodium Klorida	Bersifat asam
7	Proses Krom	Krom dioksida, Sodium Klorida, Sodium Bikarbonat	Bersifat asam mengandung Krom Trivalen
8	Pemutihan	Air, Natrium Karbonat, Asam Sulfat	Bersifat asam
9	Pencucian	Air	Bersifat asam, mengandung Krom
10	*Fat Liquoring*	Minyak	Mengandung minyak
11	Pemucatan	Bahan pemucat	Mengandung zat pemucat

Sumber: Anonim, 2006

2.2. Pengaruh Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Terhadap Perairan

Kegiatan industri yang menghasilkan bahan pencemar berupa zat organik akan menyebabkan perubahan kualitas perairan dan menimbulkan gangguan pada ekosistem perairan. Sementara itu, limbah yang mengandung bahan-bahan beracun yang tergolong logam berat dapat langsung mematikan kehidupan organisme air (Mulyanto, 1992).

Limbah cair industri penyamakan kulit mengandung amonium, sulfida, sulfat, klorida, minyak dan lemak, kromium dan logam lain (aluminium, zirconium, dan kadmium) serta zat terlarut lainnya (Bosnic *et al*., 2000).

Nitrogen dalam limbah dihasilkan dari proses pengasaman serta dari protein yang terkandung dalam kulit. Kandungan nitrogen yang tinggi dapat menyebabkan *algal bloom* sehingga menghambat pertumbuhan tanaman air lainnya. Sulfida diperoleh akibat penggunaan sodium sulfida dan sodium hidrosulfida. Adanya sulfida ditandai dengan terciumnya bau busuk dari limbah (Bosnic *et al*., 2000).

Minyak dan lemak diperoleh dari struktur alami kulit. Jika masuk kedalam perairan akan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk, hal ini akan menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis tanaman air (Bosnic *et al*., 2000) dan juga menghalangi difusi oksigen dari udara.

Klorida dalam limbah diperoleh dari penggunaan sodium klorida. Zat ini bersifat stabil dan terlarut sehingga tidak mudah hilang baik melalui suatu perlakuan maupun secara alami. Pada permukaan air, klorida dapat menghambat pertumbuhan tanaman, bakteri, dan ikan, serta dalam konsentrasi yang tinggi dapat merusak struktur sel. Badan air dengan kadar klorida yang tinggi tidak dapat digunakan sebagai air minum, selain itu juga tidak baik untuk irigasi (Bosnic *et al*., 2000).

Kromium merupakan bahan yang penting dalam proses penyamakan kulit. Kromium digunakan sebagai *tanning agents* dan juga untuk pencelupan, namun sebagian besar keluar kembali dan terkandung dalam limbah. Dengan konsentrasi yang rendah, kromium dapat menyebabkan kematian pada Daphnia serta menghambat proses fotosintesis pada tanaman, sehingga dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan dalam ekosistem perairan (Bosnic *et al*., 2000).

Logam lainnya yang terkandung dalam limbah penyamakan kulit antara lain alumunium dan kadmium. Alumunium dapat menghambat pertumbuhan alga dan Crustacea meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Sedangkan kadmium apabila terakumulasi dalam tubuh organisme dapat menimbulkan efek kronik, dan jika perairan yang mengandung kadmium tersebut digunakan sebagai sumber air minum dapat menyebabkan kerapuhan pada tulang (Bosnic *et al*., 2000).

2.2 Uji Hayati (*Bioassay*)

Uji hayati (*bioassay*) adalah uji yang digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu zat atau bahan yang bersifat toksik terhadap organisme. Melalui suatu uji hayati dapat diketahui pengaruh langsung maupun tidak langsung dari bahan yang diuji dengan melihat akibat yang ditimbulkannya (Bellan, 1981).

Menurut APHA (1975) dalam Salim (1992), uji hayati dapat jugsa didefinisikan sebagai percobaan yang menggunakan organisme hidup untuk mengetahui atau mengukur adanya pengaruh dari satu senyawa atau lebih, faktor lingkungan dan kombinasi lainnya serta reaksinya terhadap senyawa kimia.

Efek toksik terhadap makhluk hidup dikategorikan menjadi pengaruh letal (toksisitas akut) dan pengaruh subletal (toksisitas kronik). Toksisitas akut terjadi pada dosis tinggi, waktu pemaparan pendek dengan efek parah dan mendadak, serta mengenai organ absorpsi dan ekskresi. Toksisitas kronik terjadi pada dosis rendah,

waktu pemaparan menahun, gejala tidak mendadak, dengan efek dapat parah atau tidak (Oginawati, 2002).

Kegunaan uji hayati sangat erat hubungannya dengan toksisitas air buangan. Menurut Henderson, *et al.* (1967) dalam Wardojo (1975), pendugaan dan pengujian secara biologis lebih praktis dan murah serta dapat memecahkan masalah polusi dengan baik, dan atau sebagai indikator serta parameter kualitas air suatu perairan.

Ada beberapa cara dalam melakukan uji hayati menurut APHA (Rand, 1995) yaitu:

1. Berdasarkan waktu, uji hayati diklasifikasikan menjadi uji hayati jangka pendek, uji hayati jangka menengah, dan uji hayati jangka panjang,
2. Berdasarkan metode penambahan larutan atau cara aliran larutan, uji hayati diklasifikasikan menjadi uji hayati statik (*static bioassay*), uji hayati pergantian larutan (*renewal bioassay*), dan uji hayati mengalir (*flow through bioassay*),
3. Berdasarkan waktu dan tujuan, uji hayati diklasifikasikan menjadi uji kualitas air limbah, uji bahan atau satu jenis bahan kimia, toksisitas dan daya tahan organisme uji dan pertumbuhannya.

Istilah-istilah yang sering digunakan dalam uji hayati antara lain:

a. *Lethal Concentration* (LC), yaitu perkiraan konsentrasi toksikan yang menyebabkan kematian sejumlah tertentu organisme uji. Biasanya didefinisikan sebagai nilai tengah (50%) konsentrasi letal atau nilai LC50, contohnya LC50-48 jam berarti konsentrasi yang mematikan 50% organisme yang didedahkan selama 48 jam.
b. *Effective Concentration* (EC), yaitu perkiraan konsentrasi toksikan yang menimbulkan efek spesifik tertentu pada sejumlah organisme uji. Efek tersebut biasanya bersifat subletal, seperti terjadinya perubahan laju pernafasan atau

kehilangan keseimbangan, contohnya EC50-96 jam berarti konsentrasi efektif bagi 50% organisme uji untuk keadaan setimbang selama 96 jam.

c. *Inhibiting Concentration* (IC), yaitu perkiraan konsentrasi toksikan yang menyebabkan persentase penghambatan khusus atau pengrusakan terhadap sejumlah fungsi biologis, contohnya IC25 berarti konsentrasi yang diperkirakan mereduksi 25% pertumbuhan larva ikan.

d. *Safe Concentration* (SC), yaitu konsentrasi suatu senyawa kimia yang tidak memberikan pengaruh negatif atau berbahaya setelah periode pengujian sekurang-kurangnya satu generasi. Nilai SC ini digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan suatu baku mutu kualitas air terhadap senyawa tersebut.

Kegunaaan uji hayati di dalam toksikologi lingkungan menurut APHA, AWWA, dan WEF (1995) diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi lingkungan yang cocok untuk kehidupan organisme perairan.
2. Mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap toksisitas limbah.
3. Menentukan toksisitas limbah terhadap organisme uji.
4. Sensitivitas organisme perairan terhadap limbah dan zat pencemar.
5. Mengetahui efektifitas metode pengolahan limbah
6. Persyaratan effluent yang memenuhi standard kualitas air dalam izin membuang suatu limbah.

Uji hayati (*bioassay*) yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah uji hayati jangka pendek dengan metode uji hayati statik dan dilakukan untuk mengetahui toksisitas dan daya tahan organisme uji dan pertumbuhannya.

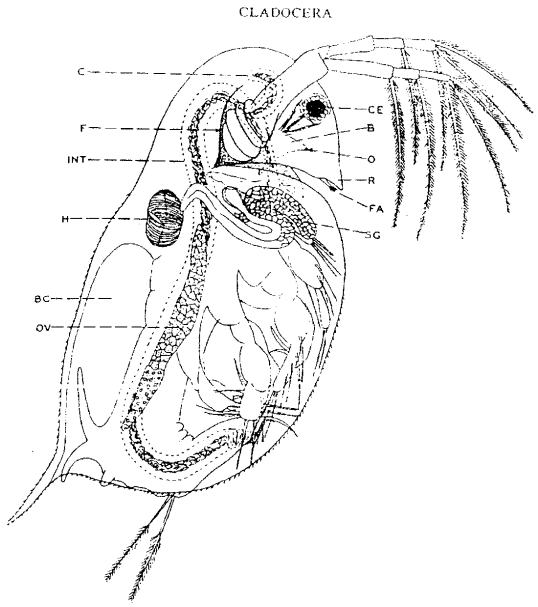
#

2.3 *D. carinata* Sebagai Organisme Uji

Daphnia sp. merupakan komponen utama zooplankton air tawar dan juga herbivora paling dominan di badan-badan air. Organisme ini ditemukan di kolam, sungai, atau tempat-tempat dimana kesadahan air sangat bervariasi (EPA, 1991).

Daphnia sp. telah diujikan kepada 500 jenis senyawa kimia, dan merupakan organisme uji yang paling sering digunakan dalam toksikologi lingkungan perairan (Dhahiyat dan Djuangsih, 1997).

Daphnia sp. memiliki panjang tubuh antara 0,2 sampai 3,2 mm. Tubuhnya tidak jelas bersegmen, pada sebagian spesies, bagian thoraks dan abdomen ditutupi rangka luar berbentuk bivalve. Struktur bagian kepala yang terlihat menonjol adalah mata majemuk yang besar. Mulut organisme ini terletak di dekat sambungan kepala dan tubuh. Abdomen biasanya mengarah ke depan sehingga bagian dorsal adalah bagian belakang (Pennak, 1953).



Gambar 2.2 Anatomi *Daphnia* sp. Betina

Keterangan:

C : Mata Majemuk	F : Fornik	OV : Ovarium
B : Otak	R : Paruh	FA : Antena Pertama
BC : Kantung Pengeraman	H : Jantung	SG : Kelenjar Rangka
INT : Usus Kecil	O : Ocellus	

Daphnia sp. lebih dikenal sebagai kutu air karena kemiripan bentuk dan cara bergeraknya yang menyerupai seekor kutu. Organisme dari golongan Cladocera ini pergerakannya menggunakan "kaki" yang sering disebut sebagai antena dengan gerakan meloncat seperti kutu.

Daphnia sp. berkembang biak secara aseksual yaitu parthenogenesis, dimana telur yang dihasilkannya ditampung dalam kantung telur yang terletak di punggung. Seekor *Daphnia* sp. betina dapat menghasilkan larva setiap 2 atau 3 hari sekali. Perkembangan larva sampai dewasa sangat dipengaruhi kondisi lingkungan.

Apabila keadaan lingkungan kurang baik maka induk betina akan menghasilkan keturunan individu jantan yang akan mengawini induk-induk betina, sehingga akan menghasilkan telur-telur yang lebih besar daripada telur-telur parthenogenetik. Telur hasil perkawinan itu mengandung kuning telur yang lebih banyak. Embrio dalam keadaan istirahat dan terbungkus didalam cangkang efipium dapat bertahan dalam lingkungan yang buruk sampai beberapa waktu, dan jika keadaan lingkungan telah membaik, embrio didalam efipium itu akan menetas menjadi individu baru (Djarijah, 1995 dalam Kania, 2005).

Selama hidupnya *Daphnia* sp. mengalami empat periode yaitu telur, juvenil, remaja, dan dewasa. Segmentasi terjadi sesaat setelah telur dilepas ke *brood chamber*. Setelah kurang lebih 2 hari instar juvenil pertama yang bentuknya mirip Daphnia sp. dewasa dilepas dari *brood chamber*. Jumlah instar pada stadia juvenil hanya sedikit. Banyaknya instar dewasa lebih bervariasi daripada instar juvenil. Periode dari satu

instar dewasa sangat beragam, dapat mencapai beberapa hari sampai minggu, walaupun dalam kondisi yang baik sekitar dua hari (Pennak, 1989).

Pada akhir setiap instar dewasa *Daphnia* sp. terdapat peristiwa berurutan yang berlangsung cepat, biasanya terjadi dalam beberapa menit sampai beberapa jam, yaitu keluarnya anak dari *brood chamber*, ganti kulit, pertambahan ukuran, dan lepasnya sekelompok telur baru ke *brood chamber* (Pennak, 1989). Jumlah anak Daphnia sp. selama hidup adalah 10-20 ekor, rata-rata selang waktu tiap kali beranak adalah 2 hari (Anonimous, 1984).

Uji reproduksi *D. carinata* yang akan dilakukan berdasarkan pada beberapa kriteria menurut *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD, 1996) yaitu:

1. Spesies yang digunakan adalah *Daphnia* sp.
2. Uji reproduksi berlangsung selama 21 hari
3. Untuk uji semi statik, jumlah hewan yang digunakan untuk setiap konsentrasi uji yang dibagi kedalam 4 kelompok yang masing-masing terdiri dari 10 hewan uji
4. Untuk lebih spesifik disarankan lebih diperhatikan terhadap media uji dan kondisi saat pemberian pakan.

Uji reproduksi dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh dari limbah cair industri penyamakan kulit terhadap kemampuan reproduksi *D. carinata*, sedangkan pengukuran morfometri dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari pertumbuhan morfometri *D. carinata* terhadap jumlah anakan yang dihasilkan tiap kali bereproduksi. Hal ini penting untuk mengetahui bagaimana kondisi *D. carinata* tersebut di habitatnya, dan mengetahui kemampuan spesies tersebut untuk bertahan hidup dalam rangka menjaga keseimbangan ekosistem.

Daphnia dengan makanan yang cukup akan tumbuh lebih pesat. Neonate *Daphnia* yang lemah dan tidak berhasil mendapatkan makanan akan mati sedangkan yang kuat akan terus mencari makanan dan pertumbuhannya berkembang dengan baik. Terlalu banyak individu dalam perairan yang tidak sebanding dengan ketersediaan makanan akan menyebabkan terjadinya kompetisi. Keberhasilan mendapatkan makanan akan menetukan pertumbuhan. Oleh karena itu dalam satu keturunan akan didapatkan ukuran yang bervariasi

III. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium, saringan, aerator, pipet tetes, *beaker glass*, timbangan analitik, gelas ukur, volume pipet, pipet tetes, batang pengaduk, penggerus, mikroskop cahaya, *object glass*, *blender*, termometer air raksa, *SCT meter*, pH meter, DO meter.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *D. carinata* sebagai organisme uji yang diperoleh dan dikembangbiakkan di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Jurusan Biologi Unpad, limbah cair industri penyamakan kulit yang didapat dari salah satu perusahaan penyamakan kulit di Sukaregang Garut, air tanah, tanah lembang, kotoran kambing, akuades, ragi (fermipan), makanan ikan.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental berupa uji hayati cara statis (*static bioassay*) menurut standar APHA (1995), yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Faktor yang diujikan adalah neonate *D. carinata* dalam enam taraf konsentrasi limbah cair industri penyamakan kulit (K). Konsentrasi limbah didapat dari uji pendahuluan (*Critical Range Test*). Setiap perlakuan diulang tiga kali, sehingga jumlah keseluruhan satuan percobaan adalah 18 plot percobaan. Penelitian dibagi menjadi dua tahapan yaitu uji toksisitas akut (LC50-48 jam) dan uji toksisitas kronis terhadap kemampuan reproduksi dan perubahan morfometri *D. carinata*. Sebagai data tambahan, dilakukan pengukuran parameter fisik dan kimia terhadap sampel berupa nilai suhu, pH, dan DO.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial tunggal dengan 5 konsentrasi perlakuan limbah cair industri penyamakan kulit (A, B, C, D) dan 1 kontrol (F), masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati adalah jumlah kematian *D. carinata*, jumlah kelahiran neonate serta morfometri neonate.

3.4 Persiapan dan Pemeliharaan *D. carinata* sebagai Organisme Uji

- Media Kultur *D. carinata*

D. carinata sebagai organisme uji dikultur dalam aquarium dengan media berupa campuran air tanah dengan kotoran kambing. Untuk membuat 1 lt media kultur, digunakan 5 gr kotoran kambing, 25 gr tanah dan 1 lt air tanah yang ditempatkan dalam satu wadah lalu diaduk hingga tercampur kemudian ditutup dan disimpan selama 2 hari pada suhu kamar agar gas-gas yang terdapat dalam kotoran kambing keluar secara sempurna. Campuran kemudian disaring sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang didapat digunakan setelah satu minggu atau lebih, kemudian diencerkan 6-8 kali dengan air tanah. Media kultur diganti satu atau dua kali seminggu dengan terus menerus diaerasi (Dhahiyat dan Djuangsih, 1997).

- Pakan *D. carinata*

D. carinata yang digunakan sebagai hewan uji harus memiliki kondisi yang baik dan sehat. Oleh karena itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan termasuk pemberian pakannya secara teratur.

Pakan yang diberikan berupa campuran antara makanan ikan dengan ragi (fermipan). Untuk mendapatkan 800 ml makanan *D. carinata* diperlukan 12 gr makanan ikan dan 3 gr ragi yang dilarutkan dalam 400 ml akuades. Bahan-bahan tersebut dihaluskan sampai homogen menggunakan *blender*. Setelah rata, campuran

tersebut kemudian ditambahkan 600 ml akuades dan didiamkan selama 10 menit agar endapan terbentuk sempurna. Setelah itu, 800 ml cairan bagian atas diambil sedangkan 200 ml berupa endapan dibuang. Sediaan makanan ini disimpan pada lemari es dan dipergunakan selama satu minggu (Dhahiyat dan Djuangsih, 1997).

3.5 Persiapan Bahan Uji

Larutan uji dapat dibuat dengan menggunakan metode pembuatan konsentrasi larutan. Untuk membuat 1% larutan uji dibutuhkan 1 ml sampel bahan uji (limbah cair industri penyamakan kulit) yang dimasukkan kedalam gelas bejana berisi 99 ml air tanah. Air tanah yang digunakan adalah yang telah diaerasi ± 2 jam sampai jenuh. Larutan tersebut kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai homogen. Larutan uji yang telah dibuat dapat langsung digunakan dalam uji hayati setelah 30 menit.

3.6 Uji Toksisitas Akut (LC50-48 jam) *D. carinata*

1. Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji lanjutan, yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50%.

Konsentrasi yang digunakan pada uji ini adalah konsentrasi dengan kelipatan 10 (seri logaritma). Sebagai pembanding digunakan kontrol. Uji ini dilakukan dengan menggunakan 6 buah *beaker glass* 250 ml, dengan volume larutan uji sebanyak 150 ml. Neonate *D. carinata* didedahkan ke dalam setiap *beaker glass*, masing-masing sebanyak 10 ekor.

Uji batas kisaran kritis ini dilakukan selama 48 jam. Jumlah *D. carinata* yang mati dihitung pada jam ke-24 dan ke-48. Total *D. carinata* yang mati selama 48 jam menjadi dasar dalam penentuan lima konsentrasi larutan untuk uji lanjutan.

2. Uji Lanjutan

Pada uji lanjutan, dilakukan 3 kali pengulangan untuk setiap konsentrasi yang telah ditentukan termasuk kontrol. Bejana uji yang digunakan adalah *beaker glass* 250 ml dengan volume larutan uji sebanyak 150 ml. Setelah pembuatan konsentrasi dilakukan, kemudian 10 ekor neonate *D. carinata* didedahkan kedalam setiap *beaker glass* yang berisi larutan uji dengan konsentrasi yang berbeda secara acak, yaitu memindahkan 1 ekor kedalam *beaker glass* no.1, mengambil lagi 1 ekor dan dimasukkan ke dalam bejana gelas no.2, demikian seterusnya sampai seluruh *beaker* terisi masing-masing 10 ekor (Dhahiyat dan Djuangsih, 1997). Pengamatan jumlah individu yang mati dilakukan selama 24 & 48jam, dan pada akhir pengamatan dihitung jumlah total individu yang mati.

3.7 Uji Reproduksi *D. carinata*

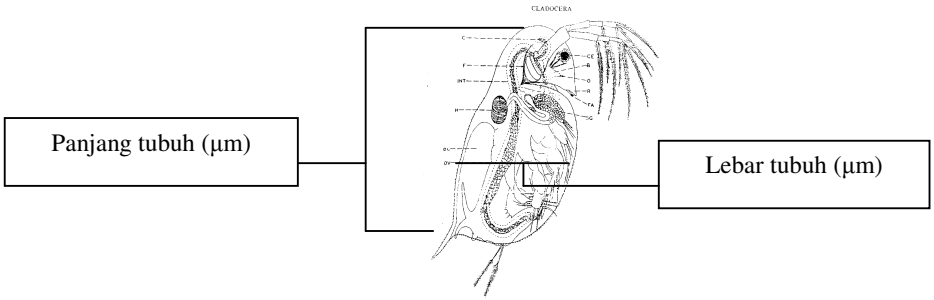
Untuk mewakili toksisitas kronis yang diamati adalah kuantitas perkembangbiakannya (reproduksi). Penentuan tingkat perkembangbiakan *D. carinata* dilakukan setelah nilai LC50-48 jam diketahui. Konsentrasi uji yang digunakan adalah hasil penurunan konsentrasi yang digunakan dalam uji toksisitas akut (LC50-48 jam) yang diperkirakan tidak menyebabkan kematian terhadap *D. carinata*. Uji reproduksi ini dilakukan dengan memberikan lima kombinasi konsentrasi termasuk kontrol dan pengulangan sebanyak 5 kali. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *beaker glass* 250 ml dengan volume larutan total setiap beaker glass adalah 150 ml.

Pada uji reproduksi ini, seekor neonate *D. carinata* didedahkan pada tiap *beaker glass*. *D. carinata* diberi pakan kira-kira 4 tetes pipet setiap hari dan penggantian media uji dilakukan secara periodik setiap 2 hari sekali. Setelah beranak, induk dipindahkan ke dalam *beaker glass* lain yang konsentrasinya sama.

Uji reproduksi dilakukan pada suhu ruangan, dan tanpa aerasi. Pengamatan dilakukan setiap hari pada waktu yang sama. Parameter yang diamati adalah jumlah neonate yang lahir dari setiap induk dan frekuensi anakan dalam waktu 21 hari (Rand, 1995).

3.8 Pengamatan Morfometri *D. carinata*

Selain pengamatan terhadap daya reproduksi, juga dilakukan pengamatan terhadap morfometri (ukuran panjang dan lebar tubuh) *D. carinata*. Morfometri diamati selama uji reproduksi berlangsung, dengan perlakuan yang sama, yaitu empat perlakuan limbah dan kontrol. Pengukuran dilakukan terhadap 5 ekor neonate untuk setiap ulangan pada masing-masing konsentrasi yang diambil secara acak. Panjang tubuh diukur mulai dari ujung kepala sampai ekor, sedangkan lebar tubuh diukur berdasarkan lebar abdomen *D. carinata*. Pengukuran dilakukan menggunakan mikrometer dibawah mikroskop. Cara pengukuran morfometri *D.carinata* menurut Grant dan Bayly (1981) adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Cara Pengukuran Morfometri *D. carinata*

3.9 Pengukuran parameter fisik dan kimia air

Penentuan parameter fisik dan kimia seperti suhu, pH, dan DO dilakukan sebelum pendedahan *D. carinata* dan setelah pengujian berlangsung. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer air raksa dan pH dengan menggunakan pH meter, sedangkan untuk mengukur oksigen yang terlarut (DO) digunakan DO meter.

Analisis Data

Untuk mengetahui nilai LC50-48 jam pada uji toksisitas akut digunakan analisis data probit menggunakan perangkat Software Microprobit versi 3.0. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh limbah cair industri penyamakan kulit terhadap daya reproduksi dan morfometri *D. carinata* King. digunakan Analisis Varians (ANAVA) dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan dilakukan uji Duncan dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan program SPSS 15.0.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Toksisitas Akut (LC50-48 jam) Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Terhadap *D. carinata*

Hasil uji toksisitas akut yang terdiri dari persentase kematian *D. carinata* pada berbagai konsentrasi limbah cair industri penyamakan kulit ditampilkan pada Tabel 4.1,. Untuk nilai LC50-48 jam limbah cair industri penyamakan kulit terdapat pada Tabel 4.2,

Berikut ini merupakan tabel persentase kematian *D. carinata* pada limbah cair industri penyamakan kulit dengan berbagai konsentrasi yang berbeda.

Tabel 4.1 Persentase Kematian *D. carinata* pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

No.	Konsentrasi Larutan Uji (%)	Persentase Kematian (%)	
		24 jam	48 jam
1	0	0	0
2	0,1	0	16,67
3	0,18	10,00	36,67
4	0,32	20,00	56,67
5	0,56	16,67	60,00
6	1	23,33	70,00

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas, terlihat bahwa jumlah kematian 50% organisme uji pada limbah cair industri penyamakan kulit selama 48 jam terdapat pada interval konsentrasi 0,18 – 0,32%.

Tabel 4.2 Nilai LC50 Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Sampel	Nilai LC50-48 jam (%)
Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit	0,35

Tabel 4.2 menunjukkan nilai LC50-48 jam limbah industri penyamakan kulit yang diperoleh dengan probit analisis yaitu sebesar 0,35 %. Mengacu pada kriteria tingkatan racun menurut IMCO, FAO, UNESCO, WMO dan *Group of Experts* (1973)

yang disajikan pada lampiran 2, maka tingkat toksisitas limbah industri penyamakan kulit dapat dikategorikan ke dalam kriteria toksik rendah.

Toksisitas ini kemungkinan disebabkan oleh adanya kandungan berbagai senyawa dan logam berat yang terdapat pada limbah. Limbah cair industri penyamakan kulit adalah limbah yang memiliki karakteristik seperti yang tertera pada tabel 2.1. Adanya kandungan minyak yang terdapat dalam limbah tersebut akan menghambat dan mempengaruhi kehidupan *D. carinata,* karena akan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga sirkulasi udara menjadi terhambat.

Selain mengandung minyak dan lemak, kandungan logam berat dalam limbah cair industri penyamakan kulit juga dapat menyebabkan kematian *D. carinata.* Kandungan beberapa logam berat dalam limbah dapat membahayakan kehidupan di tiap tingkat organisme biotis dan dapat menyebabkan mutasi pada tingkat biomolekuler (Wilkinson, 1997).

Berdasarkan hasil analisis Pusat Penelitian Sumber Daya Alam (2007) seperti tertera pada lampiran X, limbah cair industri penyamakan kulit mengandung Kromium yang tergolong logam berat. Nilai Kromium total limbah cair industri penyamakan kulit adalah sebesar 2011,4 ppm. Jika nilai tersebut dikonversikan, maka kadar Kromium yang terdapat pada konsentrasi limbah 0,3% sebagai hasil LC50-48 jam adalah sebesar 6,03 ppm. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Kuykendall, et al. (2005) dimana nilai LC50-48 jam Kromium terhadap invertebrata akuatik berada pada rentang 0,66-64 ppm.

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh *D. carinata* melalui berbagai cara diantaranya difusi permukaan kulit, konsumsi oksigen yang terkontaminasi , ataupun air dari medium yang diberi perlakuan. Logam berat tersebut kemudian akan terakumulasi dalam tubuh *D. carinata.*

Akumulasi logam berat pada invertebrata dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu penyerapan logam, pendistribusian logam dalam tubuh, serta pengekskresian logam (LaPoint dan Greg-Smith, 1993). Akumulasi dapat juga terjadi karena logam berat yang masuk ke dalam tubuh membentuk senyawa kompleks dengan zat organik yang ada di dalam tubuh. Akibatnya, logam terfiksasi dan tidak disekresi, sehingga pada konsentrasi tertentu semua logam berat berpengaruh negatif yaitu bersifat toksik dan dapat mematikan organisme (Riani, 2004).

Menurut Moore dan Ramamoorthy (1984) serta Helawell (1986), ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat toksisitas suatu bahan, yaitu berupa keadaan kimia fisik lingkungan (DO, pH, dan temperatur) dan kandungan bahan tersebut. Selain itu, lamanya uji serta spesies *Daphnia* yang digunakan juga dapat mempengaruhi tingkat toksisitas suatu bahan (Dhahiyat, 1999).

Pennak (1953) menyatakan bahwa *D. carinata* menyerap bahan-bahan organik dan anorganik oleh permukaan tubuhnya. Kematian *D. carinata* dapat disebabkan karena masuknya limbah cair industri penyamakan kulit ke dalam tubuh melalui eksoskeleton yang merupakan akumulator jaringan terbesar. Bagian eksoskeleton tersebut dilindungi oleh karapaks yang dibutuhkan *Daphnia* untuk mencegah bahan toksik masuk kedalam tubuhnya (Darmono,1995). Menurut Alabaster (1982), salah satu cara yang digunakan oleh *D. carinata* dalam mempertahankan hidupnya pada medium yang bersifat toksik adalah dengan cara molting atau pergantian cangkang, seperti yang teramati pada penelitian ini.

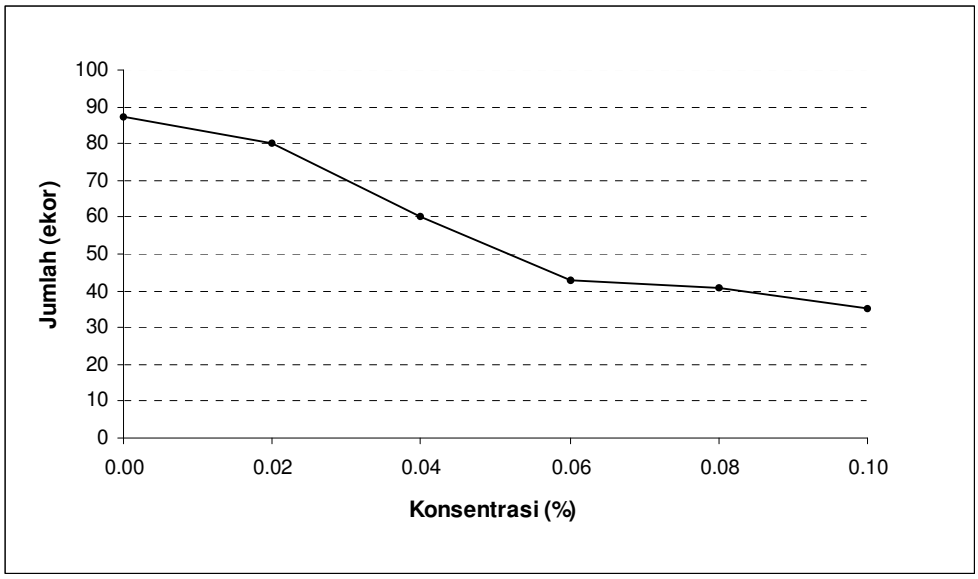
4.2 Uji Toksisitas Kronis Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Terhadap *D. carinata*

4.2.1 Daya Reproduksi *D. carinata*

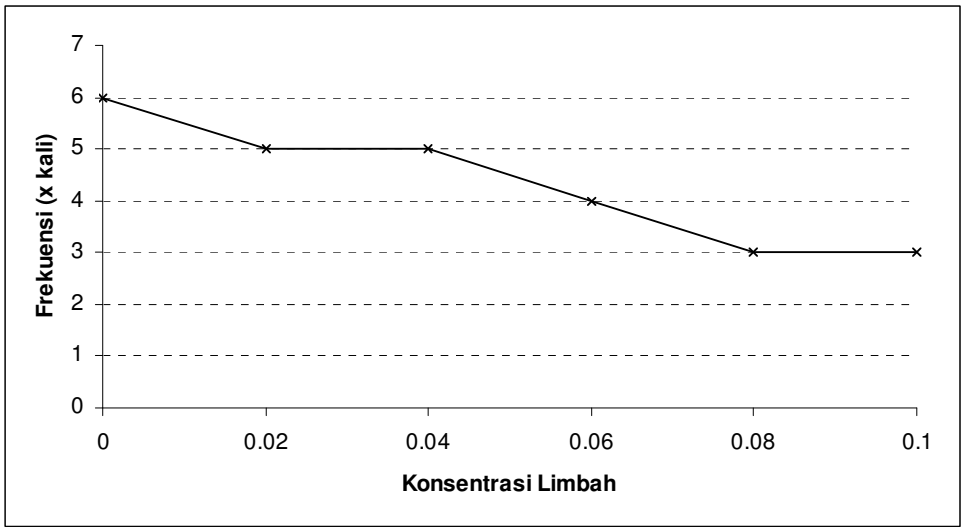
Rata-rata jumlah neonate dan frekuensi reproduksi *D. carinata* yang dihasilkan pada uji toksisitas kronis limbah cair industri penyamakan kulit dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedangkan untuk data selengkapnya terdapat pada Lampiran 5.

Tabel 4.3 Rata-rata Jumlah Neonate dan Frekuensi Reproduksi *D. carinata* pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Konsentrasi (%)	Rata-rata Jumlah Neonate *)	Frekuensi Reproduksi
Kontrol	87 ± 4,7	6 kali
0,02	80 ± 8,3	5 kali
0,04	60 ± 5,3	5 kali
0,06	43 ± 9,9	4 kali
0,08	41 ± 12,2	3 kali
0,1	35 ± 3,2	3 kali



Grafik 4.1 Pengaruh konsentrasi limbah terhadap Rata-rata Jumlah Neonate



Grafik 4.2. Pengaruh konsentrasi limbah terhadap frekuensi anakan

Pada kontrol, neonate pertama kali lahir pada hari ke-8 dan ke-9 dengan frekuensi reproduksi sebanyak 6 kali selama 21 hari pengujian. Pada perlakuan limbah cair industri penyamakan kulit dengan konsentrasi 0,02% dan 0,04%, neonate dihasilkan pertama kali pada hari ke-8 sampai hari ke-11 dengan frekuensi reproduksi sebanyak 5 kali, sedangkan pada konsentrasi 0,06% dan 0,08% neonate dihasilkan pada hari ke-10 sampai hari ke-12 dengan frekuensi reproduksi berturut-turut sebanyak 4 kali dan 3 kali. Pada konsentrasi 0,1% neonate paling lambat lahir yaitu pada hari ke-11 sampai hari-14 dengan frekuensi reproduksi sebanyak 3 kali.

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah neonate terbesar terdapat pada konsentrasi 0% (kontrol) yaitu sebanyak 87 neonate, sedangkan rata-rata jumlah neonate terkecil terdapat pada konsentrasi 0,1% yaitu sebanyak 35 neonate. Selain itu juga, perbedaan terlihat pada frekuensi kelahiran neonate oleh induk. *D. carinata* pada kontrol memiliki frekuensi kelahiran yang lebih tinggi dengan frekuensi rata-rata 6 kali kelahiran jika dibandingkan dengan perlakuan dengan frekuensi rata-rata 3-5 kali kelahiran.

Grafik 4.1 dan Grafik 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perlakuan limbah maka semakin sedikit jumlah neonate yang dilahirkan dan semakin kecil pula nilai frekuensi reproduksinya. Hal ini dapat diartikan bahwa konsentrasi berbanding terbalik dengan jumlah neonate yang dilahirkan dan frekuensi reproduksi *D. carinata.*

Keadaaan media hidup yang kurang mendukung karena adanya bahan toksik dalam limbah cair industri penyamakan kulit akan mengakibatkan telur yang dihasilkan *D. carinata* sedikit jumlahnya. *Daphnia* sp. merupakan hewan akuatik yang sensitif terhadap pencemaran air (EPS, 1990), sehingga *Daphnia* akan berkembang biak dengan optimal pada lingkungan atau media hidup yang mendukung proses perkembangbiakannya.

Logam berat yang terkandung dalam limbah cair industri penyamakan kulit juga dapat menjadi penyebab menurunnya produksi telur *D. carinata*. Dhahiyat (2001) mengungkapkan bahwa uji kronik logam berat Kromium (Cr IV) terhadap *D. magna* Strauss selama 21 hari memperlihatkan kecenderungan penurunan jumlahneonate yang dilahirkan. Jumlah neonate yang dihasilkan pada kontrol lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan (Cr IV).

Selain kondisi lingkungan dan kandungan logam berat dalam limbah, faktor lain yang juga berpengaruh terhadap perkembangbiakan Daphnia sp. adalah makanan. Menurut Stuart et al., (1931) dalam Chumaedi dan R. Djadjadireja (1982), di bawah kondisi percobaan, makanan lebih berpengaruh terhadap proses perkembangbiakan *D. carinata*, sehingga hal ini akan mempengaruhi jumlah neonate yang dihasilkan.

Untuk melihat signifikansi pengaruh limbah cair industri penyamakan kulit terhadap rata-rata jumlah neonate yang dihasilkan dan frekuensi kelahirannya dilakukan uji Anava dengan taraf kepercayaan 95% (α=0,05), apabila hasil pengujian

signifikan atau masing-masing perlakuan berbeda secara nyata, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

Berdasarkan hasil uji Anava mengenai pengaruh limbah cair industri penyamakan kulit terhadap jumlah rata-rata neonate yang dihasilkan oleh *D. carinata* selama 21 hari dengan menggunakan program SPSS 12.0, diperoleh hasil yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,006 (<0,05), sehingga dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Begitu pula dengan hasil uji Anava mengenai pengaruh limbah cair industri penyamakan kulit terhadap frekuensi reproduksi *D. carinata* yang menunjukkan hasil signifikan dengan nilai signifikansi 0,000 (<0,05) sehingga dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 masing-masing menunjukkan hasil uji jarak berganda Duncan pengaruh limbah cair industri penyamakan kulit terhadap rata-rata jumlah neonate dan frekuensi reproduksi *D. carinata*.

Tabel 4.4 Hasil Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Terhadap Rata-rata Jumlah Neonate *D. carinata*

No.	Konsentrasi (%)	Rata-rata	Signifikansi
1	0,06	9,86	a
2	0,1	11,14	a
3	0,04	11,70	ab
4	0,08	11,83	abc
5	0	14,04	bc
6	0,02	14,40	c

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh berbeda nyata antara kontrol dengan perlakuan limbah konsentrasi 0,06% dan 0,1% yang ditunjukkan dengan berbedanya huruf signifikansi diantara konsentrasi tersebut. Tabel tersebut juga memperlihatkan bahwa konsentrasi 0,04%; 0,06%; 0,08%; dan 0,1% memiliki signifikansi huruf yang sama. Hal ini berarti konsentrasi-konsentrasi tersebut bila dibandingkan akan memberikan pengaruh yang sama terhadap rata-rata

jumlah neonate, tetapi apabila dibandingkan dengan kontrol dan konsentrasi 0,02% maka akan memperlihatkan pengaruh yang berbeda.

Tabel 4.5 Hasil Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Terhadap Frekuensi Reproduksi *D. carinata*

No.	Konsentrasi (%)	Rata-rata	Signifikansi
1	0,08	3,4	a
2	0,1	3,4	a
3	0,06	4,4	ab
4	0,04	5,2	bc
5	0,02	5,4	bc
6	0	6,2	c

Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa konsentrasi 0,06%; 0,08%; dan 0,1% memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kontrol, sedangkan konsentrasi 0,02% dan 0,04% memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Hal ini berarti limbah cair industri penyamakan kulit pada konsentrasi 0,06%; 0,08%; dan 0,1% memiliki pengaruh terhadap frekuensi reproduksi *D. carinata*.

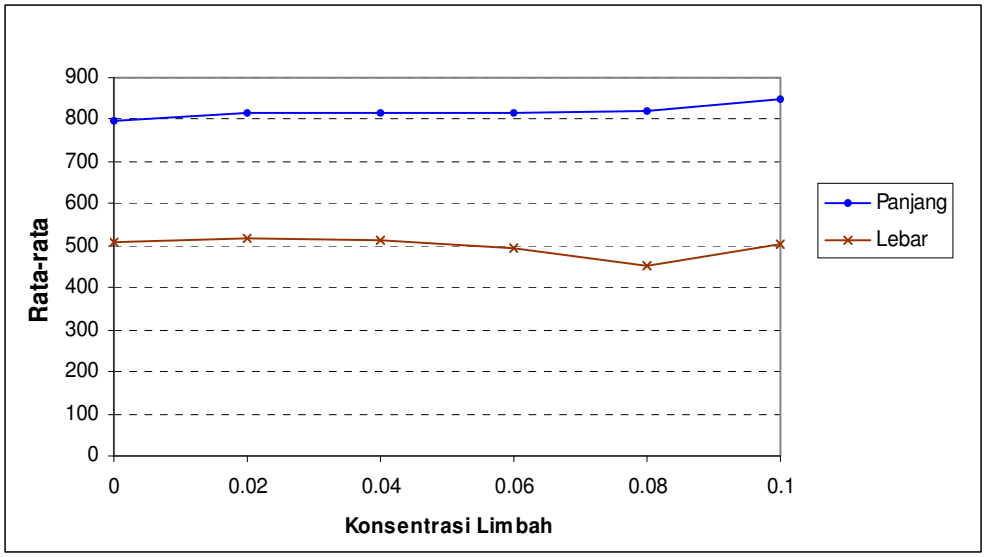
4.2.2 Morfometri *D. carinata*

Nilai rata-rata ukuran panjang dan lebar neonate *D. carinata* yang dihasilkan pada uji toksisitas kronis limbah cair industri penyamakan kulit dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rata-rata Panjang dan Lebar Tubuh Neonate *D. carinata* pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Konsentrasi (%)	Rata-rata Panjang Neonate *)	Rata-rata Lebar Neonate *)
Kontrol	799,4 ± 12,88	506,6 ± 14,36
0,02	815,0 ± 26,54	519,2 ± 18,68
0,04	815,7 ± 07,72	512,6 ± 16,33
0,06	817,6 ± 28,05	495,0 ± 14,89
0,08	822,5 ± 28,12	489,0 ± 21,70
0,1	830,0 ± 24,62	503,8 ± 07,96

*) Rata-rata ± Standar Deviasi



Grafik 4.3 Rata-rata Ukuran Panjang dan Lebar Neonate *D. carinata* pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama 21 hari pengamatan seperti yang disajikan pada Tabel 4.4, terlihat bahwa nilai rata-rata ukuran panjang tubuh neonate yang dilahirkan *D. carinata* pada perlakuan limbah berbagai konsentrasi lebih besar jika dibandingkan kontrol. Rata-rata ukuran panjang tubuh pada media limbah cair industri penyamakan kulit berbagai konsentrasi berada pada rentang nilai 815-850µm, sedangkan rata-rata ukuran panjang tubuh pada kontrol adalah sebesar 799,4 µm. Perbedaan rata-rata tersebut menunjukkan bahwa ukuran panjang tubuh *D. carinata* pada kontrol lebih pendek jika dibandingkan dengan ukuran panjang tubuh perlakuan.

Dari Grafik 4.3 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi perlakuan limbah maka semakin panjang ukuran tubuh *D. carinata*. Namun tidak demikian halnya dengan lebar tubuh. Dari grafik tersebut tidak terlihat adanya hubungan konsentrasi dengan ukuran lebar tubuh.

Jika dibandingkan dengan jumlah neonate yang dilahirkan, maka terdapat suatu hubungan yang sinergis, yakni semakin tinggi konsentrasi limbah maka semakin sedikit jumlah neonate yang dilahirkan, namun semakin panjang ukuran tubuhnya. Hal ini diduga berhubungan dengan kapasitas kantung telur (*brood chamber*) sebagai

tempat penyimpanan telur *D. carinata*. Pada kontrol, telur yang dihasilkan jumlahnya banyak, sehingga ukuran neonate lebih kecil-kecil jika dibandingkan pada perlakuan yang jumlah telurnya lebih sedikit.

Selain itu, faktor lain yang menjadi penyebab neonate *D. carinata* lebih pendek adalah nutrisi yang diperoleh selama masa kehamilan. Telur pada *D. carinata* yang diberi perlakuan jumlahnya lebih sedikit sehingga nutrisi yang didapatkan oleh setiap telur tersebut akan lebih banyak jika dibandingkan telur pada *D. carinata* kontrol yang lebih banyak jumlahnya. Schwart dan Ballinger dalam Dhahiyat (1997) menyatakan bahwa *Daphnia* akan memiliki ukuran anakan yang besar bila mendapatkan kuantitas dan kualitas makanan yang baik.

Pengukuran Parameter Fisik-Kimia Medium Uji *D. carinata*

Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi kehidupan suatu organisme termasuk *D. carinata*. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengukuran dan analisis beberapa parameter fisika dan kimia medium uji yang digunakan yaitu suhu, kadar oksigen terlarut (DO), dan derajat keasaman (pH). Tabel 4.3 dibawah ini merupakan kisaran parameter fisik-kimia yang diukur sebelum dan setelah penelitian.

Tabel 4.3 Kisaran Nilai Parameter Fisik-Kimia Medium Uji *D. carinata*

Parameter	Nilai	
	Awal	Akhir
Suhu (°C)	24 – 24,5	24 – 24,5
pH	7,04 – 7,16	7,09 – 7,21
DO (mg/l)	5,4 – 6,8	5,0 – 6,5

4.3.1 Suhu

Kehidupan *D. carinata* sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama suhu. Menurut EPS (1992), suhu optimal air dalam kultur *D. carinata* berada pada

kisaran 24°C sampai 26°C. Kisaran tersebut merupakan kisaran suhu yang paling baik untuk pertumbuhan, perkembangan, serta tingkat reproduksi *D. carinata*. Suhu medium uji berada pada rentang 24 - 24,5°C sehingga dapat dikategorikan normal.

Daphnia sp. merupakan invertebrata air yang sangat peka terhadap perubahan suhu terutama saat perkembangan larva hingga dewasa (Djarijah, 1995). Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan *Daphnia* sp. Hal ini berkaitan dengan enzim dalam tubuh *Daphnia* yang kinerjanya dipengaruhi oleh suhu, dimana enzim akan bekerja dengan baik pada kisaran suhu normal.

Menurut EPA (1991), *D. carinata* merupakan hewan yang dapat dikembangbiakkan dalam rentang suhu yang luas, namun harus tetap dilindungi dari perubahan suhu yang mendadak karena dapat menyebabkan kematian.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Selain suhu, *D. carinata* memerlukan pH yang sesuai untuk hidup dan berkembang biak. pH optimum agar *D. carinata* dapat bertahan hidup berada pada kisaran 6 – 8,5. Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa pH medium uji yang digunakan berada pada rentang 7,04 – 7,21. Hal ini menunjukkan bahwa medium tersebut mendukung kehidupan *D. carinata*.

Berdasarkan EPS (1990), kondisi air yang terlalu asam akan menghambat pembentukan kulit baru, sedangkan bila terlalu basa akan mengakibatkan *D. carinata* menjadi lebih sensitif sehingga kehidupannya dapat terganggu. Perubahan pH yang terjadi selama pengujian dapat disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi yang digunakan dan pengaruh pemberian pakan yang mengandung ragi. Selain itu juga ekskresi dari *D. carinata* dapat menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perubahan pH.

4.3.3 Oksigen Terlarut

Kadar oksigen terlarut berpengaruh terhadap fisiologis organisme air seperti *D. carinata*, terutama pada proses respirasi. Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa kisaran nilai DO mengalami penurunan pada akhir uji. Hal ini terjadi karena adanya penggunaan oksigen oleh *D. carinata.*

D. carinata masih dapat bertahan hidup pada kandungan oksigen terlarut 3-5 mg/l. Namun APHA (1995) menyarankan agar kandungan oksigen terlarut didalam media uji lebih besar dari 6 mg/l. Hal ini dikarenakan kadar DO paling rendah untuk dapat hidup dengan baik bagi organisme adalah 4-10 mg/l (EPS, 1990).

Kadar oksigen terlarut pada pengujian limbah cair industri penyamakan kulit ini berada pada kisaran 5,0-6,8 mg/l. Nilai tersebut menunjukkan bahwa bahwa kadar oksigen terlarut dalam larutan uji berada pada kisaran normal untuk kelangsungan hidup *D. carinata*.

V. .KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Nilai toksisitas akut LC50-48 jam limbah cair industri penyamakan kulit adalah 0,3% atau 3000 ppm dan berdasarkan standar uji toksisitas menurut IMCO, FAO, UNESCO, WMO dan *Groups of Experts* (1973) termasuk dalam kategori racun
2. Hasil uji reproduksi memperlihatkan bahwa limbah cair industri penyamakan kulit dapat menurunkan daya reproduksi *D. carinata*. Jumlah rata-rata neonate yang dihasilkan pada kontrol adalah 87 sedangkan pada perlakuan berbagai konsentrasi limbah berkisar antara 35 sampai 80.
3. Hasil pengamatan terhadap morfometri *D. carinata* menunjukkan bahwa limbah cair industri penyamakan kulit dapat menghambat pertumbuhan panjang tubuh *D. carinata* tetapi tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan lebar tubuhnya.

5.2 Saran

Pihak pengelola perusahaan penyamakan kulit sebaiknya dapat meminimalisir l Selain itu disarankan pula untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan uji toksisitas kronis terhadap kelainan bentuk, jumlah telur dalam *brood chamber*, kerusakan organ tubuh serta kandungan logam yang terdapat dalam tubuh *D. carinata*. Tidak menutup kemungkinan jika penelitian dilakukan terhadap hewan uji yang berbeda, sehingga akan didapatkan informasi yang lebih banyak mengenai konsentrasi yang aman dalam penanganan limbah cair industri penyamakan kulit.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. 1984. *Kultur Makanan Alami Daphnia sp.* Departemen Pertanian. Direktorat Jendral Perikanan. Balai Budidaya Air Tawar Sukabumi, Sukabumi.

_____. 1995. *Teknologi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).* PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri, Bogor.

_____. 1997. *Leather Tanning*. Food and Agricultural Journal. Section 9.15. Diakses melalui http://www.epa.govttnchie/1ap42/ch09/finalc9s15.pdf pada tanggal 7 Februari 2007.

_____. 1998. *Tanning and Leather Finishing*. Pollution and Abatement Handbook. WORLD BANK GROUP.

_____. 1999. *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat*. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tk.I Jawa Barat No. 6. Bandung.

_____. 2006. *Pengolahan dan Pemanfaatan Industri Penyamakan Kulit*. Pemerintah Daerah Kota Garut. Diakses melalui http://www.garut.go.id/static/khas/produk/kulit.php pada tanggal 7 Februari 2007.

APHA. 1995. *Standard methods for The Examination of Water and Waste Water*. 19th edition. American Public Health Association, Washington.

ASTM. 1988. *Standard Guide for Conducting Renewal Life-Cycle Toxicity Test with Daphnia magna*. Annual Book of The American Society for Testing and Material Standards.

Bajza, Z. and Ivana V. 2000. *Water Quality Analysis of Mixtures Obtained from Tannery Waste Effluents*. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety 50, 15-18. Academic Press, Croatia.

BAPEDALDA. 2001. *Himpunan Peraturan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta : Pemerintah Propinsi DKI Jakarta.

Bellan, G. 1981. *Manual of Method in Aquatic Environment Research*. Part 7. Selected Bioassay for The Mediteranian. UNEP. Join coordinated Project on Pollution in The Mediteranian. Roma.

Borradaile, L.A. and F.A. Potts. 1963. *The Invertebrata A Manual for The Use Of Student*. Cambridge At The University Press, Cambridge.

Bosnic M., J. Buljan, and R.P. Daniels. 2000. *Pollutants in Tannery Effluents*. UNIDO, New York.

Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Dhahiyat, Y. dan N. Djuangsih. 1997. *Uji Hayati (Bioassay); LC50 (Acute Toxicity Test) Menggunakan Daphnia dan Ikan. PPSDAL-LP*. Unpad, Bandung.

Dhahiyat, Y. 1999. *The Acute Static Test of Chromium (Cr IV) and Cadmium Cd2+) on Daphnia magna Strauss*. Jurnal Biologi Indonesia II (5):227-234.

EPA. 1991. *Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism*. 4th Edition. United States Enviromental Protection Agency, Washington.

Grant, J.W.G., I.A.E. Bayly. 1981. *Predator Induction of Crests in Morphs of The Daphnia carinata King complex*. Journal of Limnology and Oceanography, 26(2), page 201-218. American Society of Limnology and Oceanography, Victoria.

Hadiyati, L. 2004. *Uji Toksisitas Limbah Cair Penyamakan Kulit Terhadap Chlorella sp dan Lemna perpusilla*. Karya Ilmiah Belum Dipublikasikan. Jurusan Biologi FMIPA Unpad, Jatinangor.

Kuykendall, J.R., K.L. Miller, K.N. Mellinger, A.V. Chain. 2005. *Waterborne and Dietary Hexavalen Chromium Exposure Causes DNA protein Crosslink (DPX) Formation in Erythrosites of Largemouth Bass (Micropterus salmoides).* Aquatic Toxicology 78 (1):27-31, Ohio.

LaPoint, T., P.W. Greg-Smith. 1993. *Ecotoxicology of Metals in Invertebrata*. Editted by R. Dallinger and P.S. Rainbow, Lewis Publisher.

Moore, J.W and S. Ramamoorthy. 1984. *Heavy Metals in Natural Water Applied*. Monitoring and Impact Assessment. Springer-Verlag. New York-Berlin-Heidelberg-Tokyo.

Mulyanto. 1992. *Lingkungan Hidup Untuk Ikan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

OECD. 1996. *Guidelines for Testing of Chemicals; Daphnia magna Reproduction Test*. Revised Draft Document. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.

Pennak, R.W. 1953. *Freshwater Invertebrates of United States*. The Ronald Press, New York.

Pennak, R.W. 1989. *Freshwater Invertebrates of United States*: *Protozoa to Mollusca*. Third Edition. John Wiley&Sons Inc, Singapore.

Rand, M. C., A. E. Greenberg, and M.J. Taras. 1975. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Fourteenth Edition. APHA, AWWA, Washington.

Rand, G.M. 1995. *Fundamentals of Aquatic Toxicology Effects, Environmental Fate and Risk Assesment*. Second Edition. Taylor&Francis Press, USA.

Riani, E. 2004. *Dampak Bahan Pencemar Terhadap Kecacatan dan Kepunahan Organisme Laut*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor. Diakses melalui http://www.republika.co.id/asp. pada tanggal 24 Juli 2007.

Soemirat, J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Sumarri dan Mutholib. 2003. *Alat Penyerap Cemaran Gas H_2S yang Diemisikan Oleh Limbah Padat Pabrik Penyamakan Kulit*. Universitas Negeri Malang. Diakses melalui http://p3m.dikti.org/vucer9/01030s.html pada tanggal 7 Februari 2007.

United Nations Environment Program (UNEP). 1991. *Tanneries and the Environment*. Industry and Environment Office. First Edition. UNEP, Paris.

Wardojo, S. T.H. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air (Water Quality Management)*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Wardojo, S. T.H. 1977. *Panduan Uji Biologis Untuk Evaluasi Toksisitas Minyak dan Dispersant*. Kontrak Ilmiah No. 05/UBK/PLH/LMGB/75. Proyek Study Lingkungan Hidup – Lemigas, Jakarta.

Wilkinson. 1997. *Chromium Encyclopedia of Science and Technology*. McGrow Hill, New York.

UJI TOKSISITAS LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT TERHADAP REPRODUKSI DAN PERTUMBUHAN *Daphnia carinata* King.

ABSTRAK

Penelitian tingkat toksisitas akut LC50-48 jam limbah cair industri penyamakan kulit, daya reproduksi dan pertumbuhan *D. carinata* King telah dilakukan. Nilai LC50-48 jam diperoleh dengan menggunakan Minitab Probit Analysis. Parameter yang digunakan dalam uji toksisitas kronis adalah jumlah neonate dan frekuensi kelahiran neonate yang dihitung selama 21 hari pengamatan. Pengukuran panjang dan lebar tubuh neonate dilakukan selama uji toksisitas kronis berlangsung.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LC50-48 jam limbah cair industri penyamakan kulit adalah sebesar 3500ppm. Berdasarkan ketentuan standar uji toksisitas LC50-48 jam menurut IMCO, FAO, UNESCO, WMO dan *Groups of Experts* (1973), limbah cair industri penyamakan kulit termasuk ke dalam kategori racun Hasil uji toksisitas kronis menunjukkan neonate *D. carinata* pada limbah cair industri penyamakan kulit berjumlah 12 ekor dengan frekuensi reproduksi 3-5 kali dan ukuran panjang serta lebar tubuh adalah 823,4 µm dan 508,3 µm.

Kata Kunci : Limbah cair industri penyamakan kulit, LC50-48 jam, *Daphnia carinata* King., toksisitas akut, toksisitas kronis.

TOXICITY TEST OF TANNERY LIQUID WASTE DISPOSAL TO REPRODUCTION *Daphnia carinata* King.

ABSTRACT

A biological test of tannery liquid waste disposal to D. carinata has been done. Parameters that observed for chronic toxicity were total of neonate and frequency of brood during 21 days. Neonate sizes (length and width) measured during the chronic test. Data analysis for chronic toxicity used Anova test and if the result is significant, continued by Duncan test. The result show that LC50 value of tannery liquid waste disposal is amount 3500 ppm. Based on toxicity test standard by IMCO, FAO, UNESCO, WMO dan Groups of Experts (1973), tannery liquid waste disposal classified as toxic category. For chronic test result, total neonate of D.carinata in tannery liquid waste disposal is amount 12 with frequency of brood 3-5 times, the length and width are 823,4 µm dan 508,3 µm.

Key words : Tannery liquid waste disposal, LC50-48 hours, Daphnia carinata King., Acute toxicity, Chronic toxicity.