

**ANALISIS TOKSISITAS AKUT
EFLUEN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI
DI KOTA CIMAHI**

**ACUTE TOXICITY ANALYSIS OF
INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT PLANT
EFFLUENTS IN CIMAHI**

^{1*}Intan Iriani Womsiwor, ²Dwina Roosmini

^{1,2} Program Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132

*intan_027@yahoo.com

Abstrak: Pengukuran toksisitas efluen Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan hal yang penting dilakukan sebagai usaha untuk menjaga kualitas badan air permukaan. Pada pengukuran toksisitas dapat diketahui respon gabungan dari unsur atau senyawa yang ada dalam efluen. *Daphnia sp* dan *Moina sp* adalah organisme yang biasa dipakai dalam uji toksisitas. Tujuan dari studi ini adalah penentuan toksisitas (LC50) efluen IPAL industri Cat, Farmasi, Pelapisan Logam, Penyamakan Kulit, dan Tekstil, serta Kegiatan Rumah Sakit di Kota Cimahi serta membandingkan *Daphnia sp* dan *Moina sp* sebagai organisme uji dalam uji toksisitas efluen. Uji toksisitas akut pada efluen IPAL, mendapatkan hasil yang bervariasi, namun tetap dapat diketahui bahwa industri farmasi menghasilkan efluen paling toksik (1,171 % efluen) dan kegiatan rumah sakit menghasilkan efluen yang tidak toksik. Secara keseluruhan pada efluen IPAL, *Daphnia sp* menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan *Moina sp*.

Kata Kunci: Uji Toksisitas, *Daphnia sp*, *Moina sp*, Efluen, IPAL, Kota Cimahi.

Abstract: Toxicity test is an important parameter in wastewater plant effluent as it provides the whole response of the test organisms to all compounds in water body. *Daphnia sp* and *Moina sp* is the commonly used in toxicity test. The objective of this study was to examined the toxicity level (LC50) of the effluent were taken from painting, pharmaceutical, electroplating, leather tanning, and textile industries, also from hospital activity in Cimahi. The second objective was to compared the sensitivity level of *Daphnia sp* and *Moina sp* as the test organisms. The acute toxicity test showed that pharmaceutical industry effluent was most toxic (1.171 % effluent) of all the effluents tested, and the lowest was hospital activity effluent. Overall, *Daphnia sp* was more sensitive than *Moina sp*.

Keywords : Toxicity Test, *Daphnia sp*, *Moina sp*, Wastewater Treatment Plant, Effluent, Cimahi

1. PENDAHULUAN

Pendirian IPAL secara umum berfungsi untuk mengurangi pencemar organik, logam berat, padatan tersuspensi, dan warna air limbah sebelum dibuang ke badan air. Masalah yang terjadi adalah pengolahan yang dilakukan tidak selalu optimal, sehingga tetap menyebabkan pencemaran air (Movahedian dkk., 2005).

Pemerintah Indonesia telah mengatur mengenai Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) bagi kegiatan industri, yang dituangkan dalam bentuk Kep-51/MenLH/10/1995, begitupula dengan Pemerintah Provinsi Jawa Barat telah mengatur didalam Kep-06/KepDa Tk I Jabar/1999. Kenyataan yang ada, BMLC belum sepenuhnya tercapai oleh sebagian besar industri. Sebagai langkah pendukung dicetuskanlah Program Kali Bersih (Prokasih) pada tahun 1989, sebagai kegiatan pemantauan serta pembinaan terhadap kegiatan industri yang merupakan salah satu sumber pencemar yang cukup potensial. Tujuannya adalah menjadikan beban limbah cair dari sumber pencemar turun sampai minimal memenuhi BMLC dan meningkatnya kualitas air sungai pada setiap ruas sungai Prokasih sampai minimal memenuhi Baku Mutu Air (BMA) (BPLHD, 2005). Lokasi pemantauan Prokasih tersebar di Daerah Aliran Sungai (DAS)-DAS Jawa Barat, termasuk DAS Citarum yang anak-anak sungainya melewati Kota Cimahi, dimana terdapat sekitar 300 industri dan kegiatan, yang mayoritas adalah industri tekstil.

Di beberapa negara, sudah dikembangkan suatu metode untuk menguji kelayakan suatu efluen yang tidak hanya berpatokan pada karakter fisika dan kimianya saja, tetapi juga pada toksisitasnya. Hal ini dilakukan, walaupun efluen memenuhi semua persyaratan fisika-kimia tetapi belum mempertimbangkan toksisitasnya yang bias menyebabkan pengaruh negatif pada badan air penerima (Movahedian dkk., 2005). Jalan paling baik untuk mengevaluasi pengaruh toksisitas efluen adalah dengan menggunakan uji biotoksitas (Tchobanoglous dan Burton, 1991).

Di Indonesia belum dilakukan langkah untuk menguji toksisitas efluen, terlihat dari BMLC yang hanya mengatur berdasarkan pengujian parameter fisika dan kimia saja. Sebagai tahap awal, dapat dilakukan studi untuk mengetahui toksisitas akuatik secara gabungan yang dikenal sebagai uji WET (*Whole Effluent Toxicity*) yang mengukur toksisitas gabungan senyawa yang terdapat dalam efluen. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa pembuangan efluen IPAL tidak mempunyai dampak negatif pada ekosistem akuatik. Uji WET dilakukan dengan organisme air untuk memperkirakan toksisitas akut dan kronis dari efluen atau badan air (USEPA, 2002).

Organisme perairan tawar yang biasa digunakan untuk pengujian toksisitas adalah *Daphnia sp* dan *Moina sp* karena organisme ini telah memenuhi standar internasional sebagai organisme uji dalam pelaksanaan uji hayati. *Daphnia sp* dan *Moina sp* termasuk dalam famili Daphnidae, merupakan Crustacea (udang-udangan) kecil yang hidup diperairan tawar dan dapat ditemukan di perairan tropis (Delbaere dan Dhert, 1996 dalam Lavens dan Sorgeloos, 1996). Penggunaan *Daphnia sp* dan *Moina sp* menguntungkan sebab ukurannya kecil dan sesuai untuk pengujian di laboratorium, mempunyai kemampuan reproduksi yang tinggi, dan mewakili suatu tingkat ekologi dalam rantai makanan (sebagai konsumen tingkat pertama (herbivora)) (Burton, 2000; Kashian dan Dodson, 2002). Dengan melakukan uji hayati waktu yang digunakan relatif singkat, mempunyai standar internasional dan tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang tidak menentu sehingga relatif lebih mudah untuk diinterpretasikan (Burton, 2000).

Pengujian ini diharapkan dapat melihat efek secara langsung akibat pencemaran terutama yang dihasilkan oleh IPAL beberapa industri di Kota Cimahi terhadap biota yang hidup di ekosistem perairan. Oleh karena itu, evaluasi toksisitas pada efluen IPAL beberapa industri di Kota Cimahi dilakukan sebagai parameter penting dalam menjaga kualitas air limbah karena hal ini bersifat mengetahui respon kompleks organisme uji terhadap semua senyawa dalam air (Movahedian, 2005). Penggunaan *Daphnia sp* secara luas telah direkomendasikan untuk digunakan dalam *monitoring*, demikian juga *Moina sp* yang tergabung pada famili yang sama, keduanya banyak terdapat di perairan tawar Indonesia dan telah digunakan dalam uji toksisitas senyawa kimia dan efluen yang kompleks. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan toksisitas (LC50) efluen IPAL industri Cat, Farmasi, Pelapisan Logam,

Penyamakan Kulit, dan Tekstil, serta Kegiatan Rumah Sakit di Kota Cimahi. Selain itu juga membandingkan *Daphnia sp* dan *Moina sp* sebagai organisme uji dalam uji toksisitas efluen.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode WET dengan tipe uji toksisitas akut secara statis untuk menentukan LC50 efluen IPAL. Pengamatan kematian atau immobilitas organisme uji dilakukan selama 24 jam. Efluen IPAL yang digunakan berasal dari beberapa jenis industri dan kegiatan di Kota Cimahi, yaitu: Industri Cat, Pelapisan Logam, Farmasi, Penyamakan Kulit, Rumah Sakit, dan Tekstil. Masingmasing botol *vial* yang digunakan bervolume 100 mL, diisi sebanyak 40 mL efluen (beserta seri pengencerannya). Besarnya populasi adalah 8 ekor, yang berumur 72 ja. Parameter biologi dari organisme uji yang diamati adalah kematian sebanyak 50% dari jumlah organisme uji (populasi) (USEPA, 1991; Liu dkk., 2002; Ningsih, 2005; Rand & Petrocelli, 1985).

Uji toksisitas dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap *range finding test*, kemudian melakukan *definitive test*. Uji tahap pertama digunakan untuk mempersempit rentang konsentrasi dari bahan toksik yang akan diujikan pada tahap selanjutnya dilaksanakan *definitive test*. Minimal seri konsentrasi yang digunakan adalah 5 seri, yaitu: 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; dan 100% efluen dengan satu kontrol 0 % efluen. Kemudian jika sudah didapatkan *range* nilai toksisitas, maka dilakukan *definitive test* dengan membuat 5 seri konsentrasi pada range nilai toksisitas yang ditemukan. (USEPA, 2002; Liu dkk., 2002; Ningsih, 2005; Rand & Petrocelli, 1985).

Analisis sampel dilakukan dengan mengevaluasi parameter fisika dan kimia yang berkaitan dengan perkembangan dan toksisitas terhadap organisme uji. Adapun parameter-parameter tersebut dikelompokkan dalam: (1) Unsur Fisika: Temperatur, TSS, Kekeuhan, Salinitas, Konduktifitas, Alkalinitas; (2) Unsur Anorganik Bukan Logam: pH, Oksigen Terlarut, Amonium, Amonia; (3) Unsur Organik : BOD5, COD, Minyak & Lemak, Fenol; (3) Logam : Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Ni, Pb, Zn. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan Metode *Probit Program Version 1.5* dan Metode *Trimmed Sperman-Karber Program Version 1.5*.

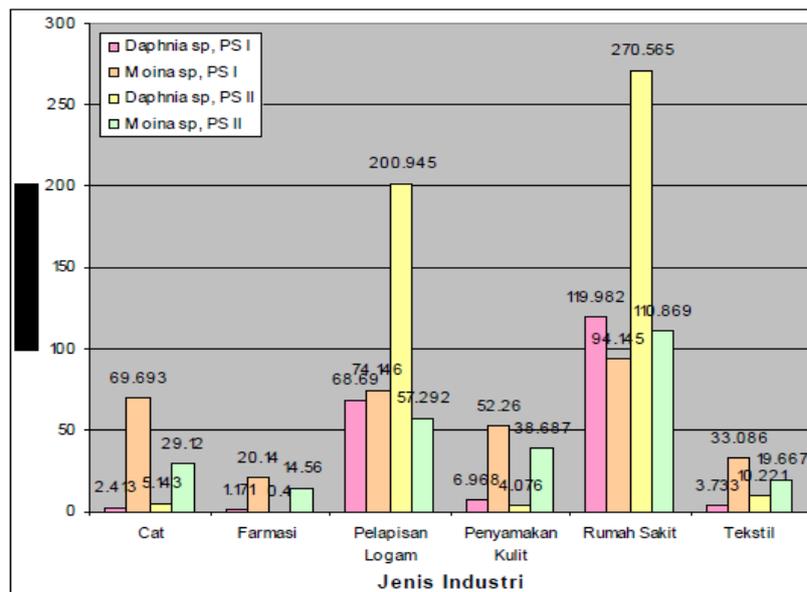
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Toksisitas Efluen berbagai Jenis Industri dan Kegiatan

Uji toksisitas dilakukan pada efluen IPAL (6 jenis toksikan) dengan dua periode pengambilan sampel. Periode pengambilan sampel pertama disebut PS I, dilaksanakan pada tanggal 28 November hingga 15 Desember 2005. Sedangkan periode pengambilan sampel kedua disebut PS II, dilaksanakan pada 21 hingga 29 Desember 2005. Angka persen (%) efluen yang bernilai rendah menunjukkan tingginya nilai toksisitas suatu sampel pada organisme uji. Range tingkat toksisitas pada PS I sangat lebar, yaitu antara 119,982 – 1,171 % efluen pada *Daphnia sp* dan 264,473 – 20,140% efluen pada *Moina sp*. Demikian juga pada PS II, 270,565 – 0,4% efluen pada *Daphnia sp* dan 110,869 – 14,56 % efluen pada *Moina sp*.

Sesuai dengan **Gambar 1**, pada PS I, *Daphnia sp* paling sensitif terhadap efluen IPAL industri farmasi (1,171 % efluen), kemudian berturut-turut industri cat (2,413 % efluen), tekstil (3,733 % efluen), penyamakan kulit (6,968 % efluen), pelapisan logam (68,690 % efluen), dan kemudian kegiatan rumah sakit (119,982 % efluen). Sedangkan *Moina sp* pada PS I, menunjukan urutan kesensitifannya pada efluen IPAL industri farmasi (20,140 % efluen), tekstil (33,086 % efluen), penyamakan kulit (52,260 % efluen), cat (69,693 % efluen), pelapisan logam (74,146 % efluen), dan kegiatan rumah sakit (94,145 % efluen). *Daphnia* pada PS II paling sensitif terhadap efluen IPAL industri farmasi (0,4 % efluen), berikutnya pada industri penyamakan kulit (4,076 % efluen), cat (5,143 % efluen), tekstil (10,221 % efluen), pelapisan logam (200,945 % efluen), dan rumah sakit (270,565 % efluen). Sedangkan urutan kesensitifan *Moina sp* pada PS II adalah pada efluen IPAL industri farmasi (14,56% efluen), tekstil (19,667% efluen), cat (29,12% efluen), pelapisan logam(57,292% efluen), penyamakan kulit (57,292% efluen), dan kegiatan rumah sakit (110,869% efluen).

Pada PS I dan PS II, *Daphnia sp* lebih sensitif dibandingkan dengan *Moina sp*, kecuali pada PS II industri pelapisan logam dan kegiatan rumah sakit (PS I dan PS II). Dengan nilai yang jauh berbeda, kedua organisme ini mempunyai kesensitivan terhadap efluen IPAL beberapa jenis industri dan kegiatan di Kota Cimahi. Karakter dan jenis efluen sangat berpengaruh terhadap respon masing-masing jenis organisme uji. Menurut Arnold dkk. (1996) dalam Sánchez-Bayo (2006), adanya pengaruh penambahan dan bahkan adanya sinergi bisa didapatkan dari banyak campuran yang ada, jadi respon terhadap jenis individu yang diperoleh akan berbeda dengan standar uji hayati (Sánchez-Bayo, 2006). Perbedaan fisiologis antar jenis dan strain bisa menjelaskan sebagian kekurangan hubungan ini, yaitu adanya perbedaan laju uptake antara jenis sebagai penyebab yang lebih tepat. Beberapa variasi mungkin mengacu pada strain yang resistan (Barata dkk., 2001) atau pilihan larutan dalam uji hayati (Calleja dan Persoone, 1993). Ketidakkampuan banyak organisme akuatik untuk memetabolisme senyawa adalah disebabkan oleh kesensitifan mereka yang tinggi, yang tergantung pada isoform dari enzim P450 dan mungkin sistem detoksifikasi yang lain dalam organisme tersebut (Walker dkk., 2001 dalam Sánchez-Bayo, 2006). Pada penelitian yang pernah dilakukan menyebutkan bahwa *Daphnia magna* lebih sensitif pada 89% polutan dan 94% pada kontaminan yang lebih toksik sebagai wakil spesies dibanding kutu air yang lain. Sehingga jenis organisme ini bisa tetap dipertahankan untuk digunakan dalam polusi yang berupa campuran efluen (Kikuchi dkk., 2000; Kiss dkk., 2003 dalam Sánchez- Bayo, 2006).



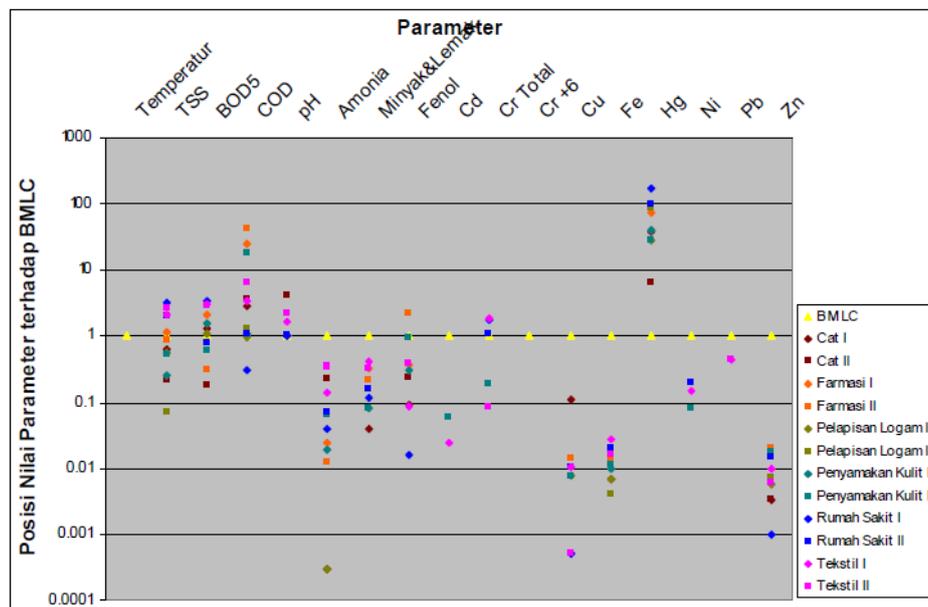
Gambar 1. Pengaruh Jenis Industri dan Kegiatan terhadap Tingkat Toksisitas Organisme Uji

Secara keseluruhan, hanya efluen IPAL kegiatan rumah sakit yang tidak memberikan pengaruh toksik pada kedua organisme uji, karena nilai yang ditunjukkan melebihi 100% efluen, sedangkan industri farmasi selalu memberikan nilai toksisitas tertinggi. Secara umum yang dapat mempengaruhi hasil dari sebuah uji toksisitas adalah metabolisme, jenis zat, adanya sifat bahan kimia lain, jenis organisme uji, dan kemungkinan lainnya seperti suhu, pH, konduktifitas (Hellawel, 1986 dalam Dhahiyat, 1999). Pada toksisitas respon organisme uji dipengaruhi pula oleh karakteristik bahan kimia, fisiologi spesies, dan metabolisme. Pengaruh unsur-unsur toksik pada organism adalah tergantung dosis (Rand, 1995), dan pada dosis organisme akuatik yang secara langsung berhubungan pada waktu paparan pada konsentrasi tertentu (Newman, 1998 dalam Sánchez-Bayo, 2006). Perbedaan kesensitifan antara *Daphnia* dan *Moina* pada jenis industri tertentu dipengaruhi oleh adanya unsur atau senyawa spesifik yang kompleks dan sulit

untuk diidentifikasi, sehingga dikatakan bahwa toksisitas dalam efluen IPAL bersifat gabungan. Menurut Sugiharto (1987), limbah cair industri yang dihasilkan sangat bervariasi tergantung dari jenis dan ukuran industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, dan derajat pengolahan air limbah yang ada. Pengaruh jumlah produksi dalam perusahaan juga yang mengakibatkan konsentrasi materi-materi kimia maupun fisika, serta kurang efektifnya pengolahan dalam IPAL juga merupakan penentu nilai toksisitas

Pengaruh Efluen yang Melebihi Baku Mutu Limbah Cair Industri terhadap Tingkat Toksisitas

Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) yang sudah ditetapkan dalam Kep-06/KepDa Tk I Jabar/1999 merupakan standar yang harus ditaati, walaupun masih terdapat beberapa parameter yang keberadaannya melebihi BMLC. Konsentrasi TSS terlihat melebihi BMLC pada efluen IPAL farmasi PS I, rumah sakit PS I & II, dan tekstil PS I & II. Parameter TSS merupakan penunjuk konsentrasi padatan tersuspensi dalam efluen. Padatan jenis ini akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi kehidupan *Daphnia sp* dan *Moina sp* yang membutuhkan cahaya sebesar 10-20 uE/m²/s atau 50-100 ft-c dalam perkembangannya (USEPA, 2002). Padatan ini bersifat kompleks yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang merupakan hasil proses produksi yang tidak efisien. Bahan-bahan inilah yang diindikasikan bersifat toksik bagi organisme, karena pada dasarnya *Daphnia* dan *Moina* merupakan *filter feeders* yang mempunyai sifat tidak selektif terhadap bahan makanan (Delbaere dan Dhert, 1996 dalam Lavens dan Sorgeloos, 1996). Dengan demikian bahan toksikpun tidak akan terseleksi dengan baik ketika dikonsumsi. Crustacea ini tidak bisa membedakan makanan dengan partikel dari “rasa”nya, sehingga adanya bahan tertentu dalam konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi pengambilan makanan partikel makanan dari air (Delbaere dan Dhert, 1996 dalam Lavens dan Sorgeloos, 1996).



Gambar 2. Perbandingan Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) dengan Efluen IPAL pada Pengambilan Sampel (PS) I dan II beberapa Jenis Industri/Kegiatan di Kota Cimahi

Hampir semua industri pada PS I menghasilkan efluen yang mempunyai BOD5 diatas baku mutu, kecuali pada kegiatan rumah sakit. Sedangkan pada PS II hanya efluen IPAL industri tekstil yang melebihi ambang batas. Seluruh efluen IPAL menunjukkan konsentrasi COD yang melebihi baku mutu, kecuali pada pelapisan logam PS I.

Konsentrasi COD dan BOD yang tinggi menunjukkan adanya bahan organik dan anorganik yang tereduksi secara biologi maupun kimia yang sulit untuk diidentifikasi dan bisa saja menjadi penyebab toksisitas dari efluen. Tingginya konsentrasi BOD dan COD mengakibatkan turunnya konsentrasi oksigen terlarut, hal ini berhubungan dengan tingginya kebutuhan oksigen untuk menguraiakan bahan dalam efluen secara biologi maupun kimia. *Daphnia* dan *Moina* sangat tergantung pada konsentrasi oksigen terlarut yang cukup, yaitu minimum 3,5 mg/L untuk *Daphnia sp* (Delbaere dan Dhert, 1996 dalam Lavens dan Sorgeloos, 1996) dan 6 mg/L untuk *Moina sp* (Vidal, 1975), jika tidak maka organisme ini mengalami kesulitan bernafas. Hal tersebut akan mempengaruhi kemampuan mereka untuk melakukan aktifitas menyaring makanan, karena aktifitas menyaring makanan dan oksigen dilakukan secara bersamaan (Pirow dk., 2001). Hal lain yang dapat ditunjukkan oleh nilai BOD dan COD adalah mengenai perbandingan nilainya. Apabila BOD/COD rendah, maka menunjukkan bahwa efluen terdapat dalam bahan organik maupun anorganik yang sulit terurai oleh mikroorganisme. Artinya bahan ini bersifat toksik bagi mikroorganisme pengurai senyawa atau unsur kimia yang terdapat dalam efluen IPAL. Pada dasarnya, COD bisa dicurigai sebagai penunjuk segala hal termasuk toksisitas efluen pada *Daphnia* dan *Moina*.

Efluen IPAL industri tekstil pada PS I & II dan cat pada PS II menghasilkan pH yang masih diatas BMLC. Menurut beberapa penelitian, kondisi pH yang sesuai sebagai habitat *Daphnia sp* adalah 6,5 – 8,5 (Pennak, 1989) atau 6 - 10 (Anonim, 2002), demikian *Moina sp* juga bertahan hidup dalam pH alkali sangat rendah (Vidal, 1975), yaitu 7,8 (Sipaúba-Tavares dan Bachion, 2002). Tebbut (1978) menyatakan bahwa kenaikan pH dari 7,4 sampai 8,0 akan meningkatkan dua kali daya racun ammonium. Kelarutan logam-logam dalam air akan semakin kecil pada pH yang tinggi, sehingga logam yang berbentuk sebagai senyawa yang menampakkan kekeruhan dalam air dan menjebak padatan tersebut dalam karapasnya. Hal ini mengganggu pergerakan cladocera ini dalam mencari makan dan berespirasi. Keadaan air yang basa juga dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik. Menurut Kuhn dan Kuche (1956), Banat (1936), Schaperlaus (1956) dalam Alabaster dan Llyod (1980), ion hidroksil dapat merusak insang dan epitel kulit.

Hanya efluen industri Farmasi PS II yang menghasilkan konsentrasi fenol melebihi BMLC. Fenol adalah senyawa yang banyak terdapat dalam senyawa antara proses industri, termasuk farmasi selain terjadi secara natural. Nilai rata-rata dalam penelitian Sánchez-Bayo (2006) toksisitas akut fenol adalah 6 mg/L dalam kelas Branchiopoda (dalam kelas ini termasuk *Daphnia* dan *Moina*). Pengujian LC50-24 jam juga pernah dilakukan oleh Persoone (1998) menggunakan *Daphnia magna* menginformasikan nilai 43,76 % fenol bersifat toksik. Dalam efluen IPAL semua industri konsentrasi ini jauh lebih kecil dari penelitian diatas, bahkan dari BMLC.

Kromium total pada kegiatan rumah sakit PS I&II dan industri tekstil PS I yang mempunyai konsentrasi diatas baku mutu. Sedangkan merkuri merupakan parameter yang terbanyak yang keberadaanya melebihi ambang batas, yaitu hampir disemua efluen IPAL industri dan kegiatan pada PS I maupun II. Dalam konsentrasi yang sangat rendah (*trace*) logam dibutuhkan oleh makhluk hidup, namun logam akan berpengaruh ketika dalam jumlah besar atau melebihi toleransi (Palar, 1994). Pengaruh logam berat terhadap *Daphnia* dan *Moina* terlihat ketika terjadi akumulasi, terutama pada bagian karapaksnya (Darmono, 1994). Secara fisiologis diduga pengaruh keberadaan logam *Daphnia* dan *Moina* dalam sampel efluen IPAL mempengaruhi pembentukan *haemoglobin* pada kedua organisme uji, karena ion-ion logam akan mengganggu kerja enzim, sehingga oksigen dalam sirkulasi tubuhnya berkurang (Darmono, 1994).

Dengan demikian, nilai toksisitas sebesar 2,413% dan 69,693% efluen pada *Daphnia sp* dan *Moina sp* pada PS I dalam efluen industri cat diindikasikan oleh tingginya konsentrasi BOD5, COD, dan merkuri yang melebihi BMLC. Sedangkan kematian sejumlah 50% *Daphnia* dan *Moina* pada 68,69% dan 74,146% efluen IPAL industri pelapisan logam lebih dikarenakan tingginya konsentrasi BOD dan merkuri. Efluen IPAL industri penyamakan kulit bersifat toksik dengan melihat konsentrasi BOD5, COD, dan merkurnya. Industri tekstil juga merupakan

penyumbang polutan toksik berupa keberadaan pH, konsentrasi TSS, BOD5, COD, kromium total melalui efluen yang melebihi BMLC. Hanya kegiatan rumah sakit yang menghasilkan konsentrasi TSS, amonium, COD, kromium total, dan merkuri diatas BMLC namun tidak mengakibatkan kematian organisme uji dengan pemaparan 100% efluen.

Efluen IPAL industri cat pada PS II memperlihatkan toksisitas sebesar 5,143 dan 29,12 % efluen, secara berurutan pada *Daphnia* dan *Moina* diindikasikan oleh parameter pH, COD, dan merkuri yang melebihi BMLC. Demikian juga industri farmasi yang mempunyai konsentrasi COD dan fenol yang terlalu tinggi dari BMLC merupakan efluen paling toksik dalam studi ini. Pada efluen IPAL industri pelapisan logam menunjukkan konsentrasi COD dan merkuri yang melebihi baku mutu. Toksisitas efluen IPAL penyamakan kulit diindikasikan oleh tingginya konsentrasi amonium, COD, dan erkurinya. Sedangkan pada efluen IPAL industri tekstil yang menyebabkan kematian lebih dari 80% organisme uji, ternyata melebihi BMLC dari parameter TSS, pH, BOD, dan COD. Toksisitas tidak terjadi pada efluen IPAL kegiatan rumah sakit pada kedua organisme uji, walaupun efluen IPALnya melebihi baku mutu pada parameter TSS, amonium, COD, kromium total, dan merkuri. Demikian juga efluen IPAL pada industry pelapisan logam terhadap *Daphnia sp*, walaupun mempunyai konsentrasi COD dan merkuri yang melebihi BMLC.

Toksisitas yang ditimbulkan tergantung pada jenis organisme, jenis polutan, konsentrasi, kondisi lingkungan dan lamanya pemaparan. Karena gabungan beberapa unsur atau senyawa toksik dapat bersifat sinergi atau antagonis pada toksisitas yang ditimbulkannya. Tidak menutup kemungkinan bagi senyawa atau unsur yang tidak diatur dalam standar provinsi ini menjadi tidak mempunyai pengaruh terhadap toksisitas efluen IPAL pada organisme uji. Toksisitas bersifat gabungan, yang belum diketahui unsur atau senyawa penyebab secara pasti pada kematian kedua organisme ini. Hal ini ditunjukkan oleh kegiatan rumah sakit dan industri pelapisan logam yang tidak menghasilkan toksisitas, walaupun konsentrasi parameter tertentu bahkan lebih tinggi dari industri yang menimbulkan toksisitas tertinggi.

4. KESIMPULAN

Toksisitas efluen tertinggi terdapat pada efluen IPAL industri dan kegiatan Farmasi PS II (0,4); kemudian diikuti oleh Farmasi PS I (1,171 % efluen); Cat PS I (2,413% efluen); Tekstil PS I (3,733% efluen); Penyamakan Kulit PS II (4,076% efluen); Cat PS II (5,143% efluen); Penyamakan Kulit PS I (6,968% efluen), Tekstil PS II (10,221% efluen); Pelapisan Logam PS I (68,69% efluen), Rumah Sakit PS I (119,982% efluen), Pelapisan Logam PS II (200,945% efluen); dan Rumah Sakit PS II (270,565% efluen) menggunakan organisme uji *Daphnia sp*.

Moina sp menunjukkan toksisitas efluen dengan urutan tertinggi pada efluen IPAL industri dan kegiatan: Farmasi PS II (14,56 % efluen); Tekstil PS II (19,667% efluen); Farmasi PS I (20,14% efluen); Cat PS II (29,12% efluen); Tekstil PS I (33,086% efluen); Penyamakan Kulit PS II (38,687% efluen); Penyamakan Kulit PS I (52,26% efluen); Pelapisan Logam PS II (57,292% efluen); Cat PS I (69,693% efluen); Pelapisan Logam PS I (74,146% efluen); Rumah Sakit PS II (110,869% efluen); dan Rumah Sakit PS I (94,145% efluen).

Secara keseluruhan pada efluen IPAL, *Daphnia sp* menunjukkan kesensitifan yang lebih tinggi dibandingkan *Moina sp*, kecuali PS II di industri pelapisan logam dan kegiatan rumah sakit (PS I dan PS II).

Semua efluen IPAL PS I yang diukur CODnya melebihi BMLC, demikian juga BOD5nya kecuali pada kegiatan rumah sakit. Pada PS II, semua COD yang diukur melebihi BMLC, namun hanya efluen industri tekstil yang melebihi pengukuran BOD5. Hampir semua efluen IPAL melebihi konsentrasi merkuri dari BMLC, kecuali pada industri farmasi PS II dan Tekstil PS I dan II. Konsentrasi kromium total yang melebihi BMLC hanya pada industri tekstil PS I dan kegiatan rumah sakit PS I dan II. pH yang melebihi BMLC hanya terdapat pada efluen industri cat PS II dan Teksti PS I dan II. Sedangkan yang TSS yang melebihi BMLC terdapat pada efluen IPAL industri dan kegiatan farmasi PS I, rumah sakit PS I dan II, dan tekstil PS I dan II.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabaster, J.S dan R.Llyod. 1980. Water Criteria for Freshwater Fish. Butterworth. London.
- Alaerts, G dan Santika, S.S. 1987. Metoda Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonim. 2002. WARD'S Natural Science. Working with Daphnia. Ward's Natural Science Establishment, Inc. New York.
- BPLHD (Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah) Provinsi Jawa Barat. 2005. Rencana Induk Prokasi. Bandung.
- Barata, C., Baird, D.J., Soares, A.M.V.M., Guilhermino, L. 2001. Biochemical Factor Contributing to Response Variation among Resistant and Sensitive Clones of *Daphnia magna* Starus Exposed to Ethyl Parathion. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 49, 155 – 163.
- Burton, G. A. 2000. Ecotoxicology Lecture on Line. Tersedia dalam: <http://www.wright.edu/~alburton>
- Calleja, M.C., Persoone, G. 1993. The Influent Solvents on the Acute Toxicity of Some Lipophilic Chemicals to Aquatic Invertebrates. *Chemosphere* 26, 2007 – 2022.
- Dhahiyat, Y. 1999. The Acute Static Test of Chromium (Cr VI) and Cadmium (Cd²⁺) on *Daphnia magna* Straus. *Jurnal Biologi Indonesia*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Lavens, P. dan Sorgeloos, P. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nation. New York.
- Liu, M.C; Chen, C. M; Cheng, H. Y. Su, Y. C. Hung, T.Y. 2002. Toxicity of Different Industrial Effluents in Taiwan: A Comparison of Sensitivity of *Daphnia similis* and Microtox®. Wiley Periodicals, Inc. *Environmental Toxicology* 17, 93 - 97. Taiwan, Republic of China.
- Movahedian, H; Bina, B; Asghari, G.H. 2005. Toxicity Evaluation of Wastewater Treatment Plant Effluents Using *Daphnia magna*. *Iranian Journal Environmental Health Science Engineering* Vol. 2, No. 2, pp. 1-4. Isfahan, Iran.
- Ningsih, R.L. 2005. Evaluasi Identifikasi Toksisitas Fasa I sebagai Bagian dari Evaluasi Reduksi Toksisitas pada Efluen Instalasi Pengolahan Air Limbah (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air Limbah Cisirung). Tesis. Unpublish. Program Studi Pengelolaan Lingkungan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Pirow, R., Wollinger, F., dan Paul, R.J. 1999. The Importance of the Feeding Current for Oxygen Uptake in the Water Flea *Daphnia magna*. *The Journal of Experimental Biology* 202, 553-562.
- Rand, G.M., Petrocelli, S.R. 1985. *Fundamental of aquatic Toxicology*. Hemisphere Publishing Corporation. Washington.
- Sanches-Bayo, F. 2006. Comparative Acute Toxicity of Organic Pollutants and Reference Values for Crustaceans. I. Branchiopoda, Copepoda, and Ostracoda. *Elsevier. Environmental Pollution* 139, 385 – 420. Japan.
- Sipaúba-Tavares, L.H dan Bachion, M.A. 2002. Population Growth and Development of Two Species of Cladocera, *Moina micrura* and *Diaphanosoma birgei*, in Laboratory. *Brazilian Journal of Biology* v.62 n.4a. São Carlos.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. McGraw-Hill, Inc. Singapore.
- Tebbut, T. H. Y. 1978. *Principles of Environmental Science*. McGraw Hill Book. New York.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia. Jakarta
- USEPA. 2002. *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluent and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism*. Fourth Edition. EPA 600 4-90 027. Washington, DC.
- Vidal, I.L. 1972. *Moina sp.* (Cladocera: Moinidae) in a Sewage Plant, Wellington, Referred to *Moina tenuicornis sars*, 1896 (Note). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 7 (3): 253-9. Wellington, New Zealand.