

UJI TOKSISITAS IPAL KOMUNAL DENGAN DENGAN METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY (WET) MENGGUNAKAN HEWAN UJI *DAPHNIA MAGNA* DI KECAMATAN BANGUNTAPAN, BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Aditya Rahajeng Puspitasari¹ Mei 2018

¹ Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
adityarahajengp@gmail.com

Keywords:

Wastewater Treatment
Plant,
LC₅₀,
WET,
Daphnia Magna.

*Abstract: Waste Water Treatment Plant was built as an effort to reduce the level of pollution that can occur along the river in Yogyakarta. Based on the monitoring of BLH, there are 47 WWTP that still do not meet the quality standard. It shows the level of efficiency WWTP is still low, so it is necessary to evaluate the performance of WWTP. On this research aims to analyze the value of LC₅₀ on the WWTP against *Daphnia magna*, and analyze the relationship of physical and chemical parameters to *Daphnia magna*. The Test was using by WET method. The Test is done through 2 stages, namely preliminary test and definitive test. Data on the number of deaths of *Daphnia magna* were analyzed using the Karber Spearman Method. The values of LC₅₀ are WWTP of Dokaran 1,18% in influent and 2,22% in effluent; WWTP of Grojogan 5,78% in influent and 2,3% in effluent WWTP of Pamotan Lor 1,98% in influent and 2,11% in effluent; WWTP of Nglebeng 1,15% in influent and 1,33% in effluent. The measured physical and chemical parameters consist of BOD, COD, TSS, ammonia, and oils and fats. The results of research shows physical and COD values are most accurate with LC₅₀.*

Kata Kunci:

IPAL Komunal,
LC₅₀,
WET,
Daphnia Magna.

*Abstrak: IPAL Komunal dibangun sebagai upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran yang bisa terjadi di sepanjang sungai di Yogyakarta. Berdasarkan pemantauan Badan Lingkungan Hidup (BLH), terdapat 47 IPAL yang masih belum memenuhi baku mutu. Hal ini menunjukkan tingkat efisiensi IPAL Komunal yang masih rendah sehingga diperlukan adanya evaluasi terhadap kinerja IPAL. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai LC₅₀ pada limbah cair IPAL Komunal terhadap *Daphnia magna*, serta menganalisis hubungan kualitas air terhadap *Daphnia magna*. Pengujian dilakukan menggunakan metode WET. Pengujian dilakukan melalui 2 tahap, yaitu uji pendahuluan dan uji definitif. Data jumlah kematian *Daphnia magna* dianalisis menggunakan Metode *Spearman Karber*. Nilai LC₅₀ yang diperoleh diantaranya yaitu influen 1,6% dan efluen 2,22% di IPAL Dokaran; influen 5,78% dan efluen 2,30% di IPAL Grojogan; influen 1,98% dan efluen 1,33% di IPAL Pamotan Lor; influen 1,15% dan efluen 1,33% di IPAL Nglebeng. Parameter fisik dan kimia yang diukur diantaranya, BOD, COD, TSS, amonia, serta minyak dan lemak. Hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu parameter fisik dan kimia masih belum memenuhi baku mutu air limbah dan nilai COD paling berpengaruh terhadap nilai LC₅₀.*

1. Pendahuluan

Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi instalasi pengolahan air limbah komunal di Indonesia semakin maju. Pencemaran air yang diakibatkan oleh limbah industri kecil maupun limbah domestik membutuhkan usaha yang layak dalam menerapkan teknologi baru untuk mengatasi permasalahan lingkungan. IPAL komunal menjadi alternatif yang dapat digunakan. Daerah Istimewa Yogyakarta telah menerapkan pembangunan IPAL Komunal sebagai upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran yang bisa terjadi di sepanjang Sungai Code, Sungai Gadjah Wong, dan Sungai Winongo.

Berdasarkan data pemantauan Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta pada tahun 2016 menunjukkan bahwa 41 IPAL Komunal belum memenuhi standar baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi IPAL Komunal yang telah berjalan belum tercapai. Efluen air limbah dari IPAL Komunal yang seperti inilah yang berdampak pada pencemaran sungai yang ada di DIY.

Air limbah domestik yang dialirkan ke sungai akan berdampak pada komponen makhluk hidup didalam dan sekitarnya. Oleh karena itu, tidak hanya parameter fisika dan kimia yang penting untuk diperhatikan, namun juga nilai toksisitas terhadap makhluk hidup terutama organisme perairan yang terpengaruh langsung oleh limbah. Maka diperlukan uji yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar nilai toksisitas dari efluen IPAL Komunal terhadap makhluk hidup. Salah satu uji yang dapat digunakan adalah uji toksisitas akut. Uji ini memperhitungkan keseluruhan kandungan dan kondisi dari efluen (SECTAC, 2004). Pemilihan hewan uji ini dilakukan atas

dasar dapat dikultur dilaboratorium, mempresentasikan komunitas zooplankton yang memegang peranan dalam rantai makanan, dan sensitif dibandingkan invertebrata lainnya (Joana et.al, 2010).

2. Metode penelitian

2.1 Pengambilan Contoh Uji

Sampling air limbah mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.59, 2008) tentang Air dan Air Limbah, Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Contoh uji diambil pada lokasi sebelum dan setelah IPAL Komunal.

Tabel 2. 1 Parameter Uji Air Limbah di Lokasi Pengambilan Contoh Uji

| No | Parameter | Unit | Metode | Acuan |
|----|-----------|------|---------------------------|--|
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 1 | pH | - | pH-meter | SNI 06-6989.11-2004 |
| 2 | Suhu | °C | Termometer | SNI 06-6989.23-2005 |
| 3 | DO | mg/L | Membrane electrode method | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005 (4500-O G) |

2.2 *Daphnia Magna*

Bibit *Daphnia* yang akan dikultur diperoleh dari Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya, Cangkringan. Bibit yang diperoleh berusia ± 1 minggu. Pengkulturan *Daphnia* dilakukan selama ± 2 minggu. Dalam rentang waktu tersebut *Daphnia* akan mengalami siklus hidup dari telur, anak remaja hingga dewasa. Anak remaja tersebut disebut juga dengan

neonet (usia < 24 jam). *Neonet* inilah yang akan digunakan dalam pengujian toksisitas..

Selama pemeliharaan, *Daphnia* diberi makan dengan *Fermipan* minimal 2 hari sekali. Air yang digunakan pada media kultur harus diaerasi terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan kadar oksigen terlarut. Selain itu, pada proses pengkulturan dilakukan pengukuran fisik yaitu temperatur, derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO).

2.3 Aklimatisasi

Aklimatisasi *Daphnia Magna* dilakukan untuk mengkondisikan hewan uji pada media kultur agar dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru. Sebelum pengujian, *Daphnia* diberi makan fermipan. *Daphnia* diaklimatisasi selama 2 jam, namun jika dalam waktu tersebut *Daphnia* mengalami kematian mencapai 10% sebelum pengujian maka *Daphnia* tidak akan digunakan (Tivany, 2017).

Pada umumnya *daphnia* dapat hidup pada kondisi DO diatas 3 mg/l (Ebert,2005). Suhu yang masih dapat ditoleransi oleh *Daphnia* bervariasi sesuai pada lingkungan yang ada. *Daphnia* umumnya dapat hidup optimal dengan kisaran suhu 22-31° C (Radini, 2004). Sedangkan kisaran derajat keasaman (pH) pada daphnia yang masih dapat ditolerir adalah 7,2-8,5 (Clare, 2002).

2.4 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji definitif atau uji toksisitas sesungguhnya (Tivany, 2017).

Setelah *Daphnia* melalui proses aklimatisasi, *Daphnia* kemudian dipindahkan ke reaktor toksisitas dengan konsentrasi pengenceran yang bervariasi, diantaranya 6,25 %; 12,5 %; 25 %; 50 %; dan 100 % (US EPA, 2000), untuk influen maupun effluen seluruh IPAL komunal. Dilakukan pula pengujian pada konsentrasi 0% sebagai konsentrasi kontrol (Fleming, 2004).

Hewan uji yang digunakan berjumlah 5 ekor *Daphnia Magna* dalam 40 ml air pada masing-masing konsentrasi (US EPA, 2002). Kemudian dilakukan pengamatan terhadap kematian hewan uji selama 24 jam.

2.5 Uji Toksisitas

Uji Toksisitas Akut dilakukan selama 96 jam dengan konsentrasi yang didapatkan pada uji pendahuluan. Hasil uji dapat diterima jika ketahanan hewan uji pada reaktor kontrol $\leq 90\%$. Jika pengujian ketahanan pada reaktor kontrol kurang dari 90% maka harus dilakukan pengujian ulang (US EPA, 1991). Selama masa pengujian, nilai derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), dan temperatur diukur sebagai parameter fisik yang mungkin dapat berpengaruh pada kematian hewan uji.

2.6 Analisis Data

Metode untuk menentukan LC_{50} tergantung hasil yang didapat pada pengujiannya. Jika terdapat nilai mortalitas parsial saat proses replikasi, maka dapat digunakan metode *Probit* untuk menentukan nilai LC_{50} (Biesinger et.al, 1987). Hubungan konsentrasi-respon digambarkan melalui Metode Least Square antara \log_{10} konsentrasi limbah (x) dan nilai probit (y). Data direkomendasikan untuk dianalisis menggunakan program komputer (*software* komputer *EPA Probit Analysis Program Used for Calculating LC/ EC Values Version 1.5*) (US EPA, 2002).

Metode Spearman-Karber digunakan ketika data tidak meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi limbah namun terjadi kematian sebagian pada larutan uji. Metode ini merapikan/ menyesuaikan data yang menurun sehingga data menjadi konstan (US EPA, 2002). Metode Trimmed Spearman-Karber hanya digunakan ketika syarat untuk Metode Probit dan Spearman-Karber tidak terpenuhi. Sedangkan Metode Grafik digunakan ketika data hanya terdiri dari 0% dan 100% kematian (tidak ada kematian sebagian) (US EPA, 2002).

Toxic Unit (TU) adalah ukuran toksisitas pada suatu effluen sebagai penentu satuan toksisitas akut (TUa) atau toksisitas kronis (TUc). Semakin besar TU , semakin besar tingkat toksisitasnya. *Toxic Unit-acute* merupakan timbal-balik konsentrasi effluen 100 kali yang menyebabkan 50% dari organisme mati pada uji toksisitas akut.

$$TUa = 100/ LC_{50}$$

$TUa = Toxic Unit acute$

LC_{50} = Konsentrasi kematian 50% populasi
(US EPA, 2010)

Menurut Persoone (1999) klasifikasi berdasarkan nilai TUa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Klasifikasi Berdasarkan Penilaian Toksisitas

| No | Kelas | Tingkat Toksisitas | <i>Toxic Unit</i> |
|----|-----------|----------------------------|-------------------|
| | (1) | (2) | (3) |
| 1 | Class I | No acute toxicity | <1 |
| 2 | Class II | Significant acute toxicity | 1-10 |
| 3 | Class III | High acute toxicity | 10-100 |
| 4 | Class IV | Very high acute toxicity | >100 |

Sumber: Vaajasaari, 2005

Kemudian, nilai LC_{50} yang telah diperoleh dikaitkan dengan hasil pengujian parameter fisik dan kimia IPAL Komunal. Untuk mengetahui hubungan antara parameter fisik dan kimia dengan nilai toksisitas digunakan metode analisis sederhana (*Bivariate Correlation*) menggunakan aplikasi SPSS versi 23. Didalam SPSS terdapat tiga metode korelasi sederhana (*bivariate correlation*) diantaranya *Pearson Correlation*, *Kendall's tau*, dan *Spearman Correlation*.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Karakteristik air limbah

Karakteristik air limbah terdiri dari karakteristik fisika, kimia, dan biologi yang dapat menunjukkan kualitas dari air limbah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air limbah melalui pengujian beberapa parameter fisik dan kimia.

Parameter tersebut diantaranya, Amonia, BOD, COD, TSS, serta Minyak dan Lemak. Berikut hasil pengujian parameter fisik dan kimia.

Tabel 3.1 Hasil pengujian influen dan efluen air limbah

| No. | IPAL | Sampel | Amonia (mg/L) | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | TSS (mg/L) | Minyak Lemak (mg/L) |
|-----|------------------|---------|---------------|------------|------------|------------|---------------------|
| 1 | IPAL Dokaran | Influen | 38,35 | 483,87 | 153,75 | 671,67 | 197,00 |
| | | Efluen | 37,17 | 68,55 | 143,75 | 483,33 | 39,00 |
| 2 | IPAL Grojogan | Influen | 40,00 | 282,26 | 352,50 | 1205,00 | 606,00 |
| | | Efluen | 37,64 | 56,45 | 122,50 | 303,33 | 177,00 |
| 3 | IPAL Pamotan Lor | Influen | 12,00 | 967,74 | 410,00 | 323,33 | 130,00 |
| | | Efluen | 11,44 | 84,68 | 222,50 | 185,00 | 91,00 |
| 4 | IPAL Nglebeng | Influen | 9,84 | 483,87 | 235,00 | 273,33 | 86,00 |
| | | Efluen | 6,54 | 16,13 | 167,50 | 115,00 | 14,00 |
| 5 | IPAL Sukunan II | Influen | 3,51 | 201,61 | 500,00 | 80,00 | 4,00 |
| | | Efluen | 2,85 | 92,74 | 331,25 | 16,67 | 1,00 |

3.2 Aklimatisasi

Dari hasil pengamatan selama 2 jam, *Daphnia magna* masih bertahan hidup 100%, yang artinya tidak ada kematian yang terjadi selama kurun waktu tersebut. Menurut (US EPA, 1991) kematian mencapai 10% sebelum pengujian tidak dapat digunakan untuk uji toksisitas. Sehingga *Daphnia magna* yang diaklimatisasi layak digunakan untuk uji toksisitas.

3.3 Uji Pendahuluan

Hasil pengamatan yang dilakukan selama 24 jam menunjukkan jumlah kematian hewan uji yang relatif tidak signifikan, bahkan influen maupun efluen air limbah tidak mampu mematikan populasi *Daphnia Magna* hingga konsentrasi tertinggi yaitu 100% pada IPAL Sukunan. Konsentrasi yang dapat digunakan untuk uji toksisitas berkisar antara 0-100% pada kelima IPAL.

Sehingga diperoleh nilai variasi konsentrasi pada masing-masing IPAL adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Variasi Konsentrasi Untuk Uji Toksisitas

| Nama IPAL | Konsentrasi Pengenceran | |
|-------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | Influen | Efluen |
| Dokaran | 0%; 50%; 59,46%; 71%; 84%; 100% | 0%; 50%; 59,46%; 71%; 84%; 100% |
| Grojogan | 0%; 50%; 59,46%; 71%; 84%; 100% | 0%; 50%; 59,46%; 71%; 84%; 100% |
| Pamotan Lor | 12,5%; 26,02%; 35,36%; 59,46%; 100% | 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100% |
| Nglebeng | 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100% | 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100% |
| Sukunan | 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100% | 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100% |

3.4 Uji Toksisitas

Pada pengujian toksisitas akut selama 4 hari, diamati kematian hewan uji setiap 24 jam. Dari pengamatan tersebut diperoleh nilai mortalitas kematian *Daphnia magna* serta data pengukuran nilai pH, suhu, dan DO. Mortalitas kematian tersebut digunakan untuk menentukan nilai LC₅₀ menggunakan metode *spearman karber*.

Dari hasil pengamatan mortalitas kematian hewan uji diperoleh nilai LC₅₀ seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Nilai LC₅₀

| Nama IPAL | Nilai LC ₅₀ | |
|-------------|------------------------|----------|
| | influent | effluent |
| Dokaran | 1,60 | 2,22 |
| Grojogan | 5,78 | 2,30 |
| Pamotan Lor | 1,98 | 1,33 |
| Nglebengan | 1,15 | 1,33 |
| Sukunan | 1,00 | 1,00 |

Dari masing-masing parameter yang diukur pada saat pengujian, dapat dilihat bahwa dari kelima IPAL yang diuji memiliki rentang nilai pH, suhu, dan DO yang tidak jauh berbeda sehingga dapat menunjang kehidupan *Daphnia magna*. Dari hasil perhitungan LC₅₀ diperoleh nilai Tua sebagai berikut.

Tabel 3.3 Nilai Tua

| Nama IPAL | Nilai TUa | |
|-------------|-----------|--------|
| | Influen | Efluen |
| Dokaran | 62,57 | 45,05 |
| Grojogan | 17,30 | 43,4 |
| Pamotan Lor | 50,54 | 75,03 |
| Nglebeng | 87,06 | 75,03 |
| Sukunan | - | - |

Berdasarkan tabel 2.3 tentang klasifikasi berdasarkan penilaian toksisitas, air limbah IPAL komunal di Kecamatan Banguntapan termasuk dalam kategori *High Acute Toxicity* untuk influen dan efluen IPAL, sedangkan IPAL komunal Sukunan termasuk dalam kategori *No Acute Toxicity*.

3.5 Analisis hubungan antara parameter fisik dan kimia dengan nilai toksisitas

Hasil pengujian parameter fisik dan kimia yang diperoleh dianalisis pengaruhnya terhadap kematian hewan uji pada uji toksisitas akut. Jika dibuat korelasi antara kedua variabel tersebut melalui SPSS versi 23 didapatkan nilai korelasi sebagai berikut.

Tabel 3.4 Analisis korelasi influen IPAL

| | | Amonia | TSS | BOD | COD | Minyak & Lemak |
|------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| LC ₅₀ | Pearson Correlation | 0,72 | 0,936* | -0,079 | -0,089 | 0,991* |
| | Sig. (2-tailed) | 0,168 | 0,019 | 0,899 | 0,887 | 0,001 |
| | N | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Pada tabel diatas, terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi terjadi antara TSS dengan LC₅₀, yaitu dengan nilai 0,936 atau 93,6%. Artinya terdapat hubungan searah yang kuat antara nilai TSS dengan LC₅₀, semakin tinggi nilai TSS maka akan semakin tinggi pula nilai LC₅₀. Semakin tinggi konsentrasi pengenceran LC₅₀ menunjukkan bahwa air limbah semakin tidak toksik sehingga dapat dikatakan nilai TSS yang tinggi tidak mempengaruhi kematian *Daphnia Magna*. Analisis hubungan TSS dengan nilai LC₅₀ pada pengujian toksisitas terhadap *Daphnia Magna* jarang dilakukan. Namun menurut hasil penelitian Hayatul dan Esmiralda (2003), jumlah TSS yang berlebih menyebabkan penyumbatan insang ikan sehingga asupan oksigen berkurang karena tertutupi oleh lapisan padatan dan mengakibatkan kematian pada ikan. Hal tersebut tidak dapat terjadi pada *Daphnia Magna* karena morfologi tubuh *Daphnia* yang hampir tidak terlihat (Pennak, 1989), sehingga tidak memungkinkan masuknya TSS pada saluran pernapasan *Daphnia*. Sedangkan untuk hubungan antara minyak dan lemak dengan nilai LC₅₀ relatif sama dengan TSS. Minyak dan lemak yang masuk ke perairan akan membentuk lapisan berbentuk padatan (Alfrida et.al, 2016). Untuk hubungan parameter lainnya dengan nilai LC₅₀ memiliki nilai signifikansi > 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang berarti antara

parameter lainnya terhadap nilai LC₅₀. Sedangkan untuk analisis korelasi pada efluen air limbah diperoleh nilai sebagai berikut.

Tabel 3.5 Analisis korelasi efluen IPAL

| | | Amonia | TSS | BOD | COD | Minyak & Lemak |
|------------------|---------------------|--------|-------|--------|---------|----------------|
| | Pearson Correlation | 0,880* | 0,875 | -0,361 | -0,907* | 0,642 |
| LC ₅₀ | Sig. (2-tailed) | 0,049 | 0,052 | 0,55 | 0,034 | 0,243 |
| | N | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai LC₅₀ yang diperoleh diantaranya yaitu influen 1,6% dan efluen 2,22% di IPAL Dokaran; influen 5,78% dan efluen 2,30% di IPAL Grojogan; influen 1,98% dan efluen 1,33% di IPAL Pamotan Lor; influen 1,15% dan efluen 1,33% di IPAL Nglebeng.
2. Berdasarkan hasil analisis hubungan karakteristik air limbah terhadap nilai LC₅₀ disimpulkan bahwa parameter COD yang paling mempengaruhi nilai LC₅₀.

5. Daftar pustaka

Alfrida E.South, Ernawati Nazir. 2016. *Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (grey water) Pada Salah Satu Perumahan Menengah keatas yang Berada di Tangerang Selatan*. Ecolab Vol.10, No.2, 47-102.

Anonim. 2009. *Daphnia and Moina: Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/03.pdf>. (diunduh pada 25 Mei 2018).

Badan Lingkungan Hidup. 2016. *Evaluasi IPAL Komunal Yogyakarta*.

Badan Standarisasi Nasional : 698910. 2008. *Air dan Air Limbah*. Jakarta.

Biesinger, et.al. 1987. *Procedure For Conducting Daphnia Magna Toxicity Bioassays*. EPA/600/8-87/011. Environmental Monitoring and Support Laboratory Cincinnati, OH 57 pp.

Clare, J. 2002. *Daphnia an Aquarist's guide*. Version 3.2. USA.

Ebert, D. 2005. *Ecology Epidemiology and evolution of paratism in Daphnia*. University of Basel. Switzerland.

EPA. 1992. *Methods For Measuring The Acute Toxicity Of Efluen And Receiving Waters To Freshwater And Marine Organisms*. Ohio : USEPA

EPA. 2000. *Method Guidance and Recommendations for Whole Efluen Toxicity (WET) Testing (40 CFR Part 136)*. USEPA.

Elly Yuniarti Sani. 2006. *Tesis Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob*. Universitas Dipenogoro Semarang.

Hayatul Husni dan Esmiralda, MT. 2003. *Uji Toksisitas Limbah Cair Tahu terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio Lin)*. Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas.

H Movahedian, B Bina, GH Asghari. 2005. *Toxicity Evaluation of Wastewater Treatment Plant Efluens Using Daphnia magna*. Vol.2, No.2, pp.1-4.

Jin Sung Ra, Hyun Ko Kim, Nam Ik Chang, Sang Dong Kim. 2007. *Whole Effluent Toxicity (WET) Tests on Waste Water Treatment Plants With Daphnia magna and Salenastrum capricornutum*. Environmental Monitoring Assessment (2007) 129: 107-113.

Jing-Sung Ra, Tae Yong Jeong, Sun Hong Lee, San Don Kim. 2015. *Application of toxicity identification evaluation procedure to toxic industrial effluent in South Korea*. Page 1-7.

Joana Febrita, Dwina Roosmini. 2010. *Uji Toksisitas Akut Efluen IPAL Industri Pelapisan Logam Menggunakan Daphnia Magna Sebagai Evaluasi Kinerja IPAL*. Bandung: ITB.

- Leung YFJ. 2009. *Reproduction of the zooplankton, Daphnia carinata and Moina australiensis: implication as live food for aquaculture and utilisation of nutrients loads in effluent, 189*. University of Adelaide. Adelaide.
- Pennak, R.W. 1989. *Coleantera. Freshwater Invertebrates of United State: Ptozoa to Mollusca*. 3rd Edition. New York: Jhon Willey & Sons. Inc., New York.
- Persoone, G. Marsalek, B. Bilinova, I.Torokne, A. Zarina, D.Manusadzianas, L.Nalecz-Jawecki, G.Tofan, L. Stepanova, N.Tothova, L. Kolar. 2003. *A Practical and User-Friendly Toxicity Classification System with Microbiotests For Natural Waters and Wastewaters*. Environmental Toxicity, 18 (6): 392-402.
- Radini, D.N., Gede Suantika, Taufikurrohman. 2004. *Optimasi Suhu, pH, serta jenis pakan pada kultur Daphnia sp*. Jurnal Ilmiah Biologi: Ekologi dan Biodivertasi Tropika. (II): 23-28.
- R.Taruna Adisuasono, Irawan Wisnu Wardana, Endro Sutrisno. 2013. *Penurunan Konsentrasi Amonia dalam Limbah Cair Domestik dengan Teknologi Kolam (Pond) – Biofilm Menggunakan Media Biofilter Pipa Pvc Sarang Tawon dan Bata Ringan*. Fakultas Teknik, Universitas Dipenogoro.
- SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry). 2004. *Whole Effluent Toxicity Testing*. Pentacola.
- Sutomo. 1989. *Pengaruh Amonia Terhadap Ikan dalam Budidaya Sistem Tertutup*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta. Oseana, Volume XIV, Nomor 1 : 19 – 26.
- Tivany Edwin, Taufiq Ihsan, Windy Pratiwi. 2017. *Uji Toksisitas Akut Logam Timbal (Pb), Krom (Cr), dan Cobalt (Co) terhadap Daphnia magna*. Universitas Andalas.
- USEPA (United States Of Environmental Protection Agency). 2002. *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluen and Receiving Water to Freshwater and Marine Organism, fifth edition*. EPA. Washington DC.
- Wira Susi Sihaloho. 2009. *Analisa Kandungan Amonia dari Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit*. FMIPA, Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Ya Ching Lee, Liang Ming Whang, Minh Huy Ngo, Te-Hao Chen, Hai-Hsuan Cheng. 2016. *Acute Toxicity assessment of TFT-LCD wastewater using Daphnia similis and Cyprinus carpio*. Published by Elsevier.
- Yulianti P. 1985. *Daphnia sp. Sebagai Makanan Benih Ikan Mas*. Balai Pengembangan Perikanan Darat – Direktorat Jenderal Perikanan. Bogor.