

**UJI TOKSISITAS IPAL KOMUNAL DI KECAMATAN BANGUNTAPAN,  
BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TERHADAP  
*Macrobrachium Rosenbergii* MENGGUNAKAN METODE *WHOLE  
EFFLUENT TOXICITY (WET)***

Haliza Winda Munvika<sup>(1)</sup>  
Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia  
haliza004@gmail.com

---

**Keywords:** *Domestic wastewater discharged into water bodies can decrease the quality of water bodies. Communal wastewater treatment plant makes a healthy environment through domestic wastewater management and improving the quality of water bodies. To know the impact of effluent of communal wastewater treatment plant on aquatic biota then testing physical and chemical parameters, besides physical and chemical parameters required biomonitoring, biomonitoring is one of effort to find out the response of organism about the change of water environment quality so do toxicity test. Toxicity test conducted using Whole Effluent Toxicity method and use test animal macrobrachium rosenbergii on Communal wastewater treatment in Banguntapan sub-district i.e Communal wastewater treatment Dokaran, Grojogan, Pamotan Lor, Nglebeng and Sukunan as comparison. Toxicity test was performed for 96 hours, this research is aimed to determine the LC50 and to analyze the relation of physical chemical parameter of toxicity. The results of five wastewater treatment plant conducted research the longer of the exposure time is more toxic. The lowest value of LC50 is influent of WWTP Nglebeng which is 12,36% and at effluent of WWTP Pamotan Lor 13,29%.*

---

**Kata kunci:** Air limbah yang dibuang ke badan air dapat menurunkan kualitas badan air. IPAL Komunal mewujudkan lingkungan yang sehat melalui pengelolaan air limbah domestik, serta meningkatkan kualitas pada badan air. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan oleh *effluent* IPAL Komunal terhadap biota akuatik maka dilakukan pengujian parameter fisik dan kimia, selain parameter fisik kimia diperlukan biomonitoring, biomonitoring merupakan salah satu upaya untuk mengetahui respon organisme terhadap perubahan kualitas lingkungan perairan dengan melakukan uji toksisitas. Uji toksisitas yang dilakukan menggunakan metode *Whole Effluent Toxicity* dengan menggunakan hewan uji *macrobrachium rosenbergii* pada IPAL yang ada di Kecamatan Banguntapan yaitu IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor dan IPAL Nglebeng, serta IPAL Sukunan sebagai pembanding. Uji Toksisitas dilakukan selama 96 jam, penelitian ini bertujuan mengetahui LC<sub>50</sub> dan menganalisis hubungan parameter fisika kimia terhadap toksisitas. Hasilnya dari lima IPAL yang dilakukan pengujian semakin lama waktu pemaparan semakin kecil nilai LC<sub>50</sub>nya atau semakin toksik. Nilai LC<sub>50</sub> terendah yaitu pada influen IPAL Nglebeng yaitu 12,36% dan pada efluen IPAL Pamotan Lor sebesar 13,29%.

---

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk di Indonesia yang semakin meningkat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan, pengolahan limbah skala rumah tangga biasanya masih menggunakan tangki septik, dengan kondisi pemukiman sekarang sudah tidak efektif lagi menggunakan tangki septik. Di Kabupaten Bantul pengelolaan limbah dilakukan secara onsite atau penanganan air limbah domestik dilakukan secara individual menggunakan septic tank disisi lain banyak warga yang masih menggunakan sumur air dangkal sebagai sumber air minum sehingga keadaan ini menyebabkan kekhawatiran. Seiring dengan perkembangan masyarakat, saat ini pengolahan limbah di Kabupaten Bantul sudah dilakukan secara offsite, salah satunya adalah adanya IPAL Komunal (Nawasis, 2014).

Dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang terjadi saat ini dibutuhkan alternatif teknologi, salah satunya adalah IPAL Komunal. IPAL Komunal sebagai pengganti tangki septik memiliki kelebihan yaitu mewujudkan lingkungan yang sehat melalui pengelolaan limbah domestik, serta meningkatkan kualitas pada badan air (Nafi'ah, 2015). Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal (IPAL Komunal), merupakan sistem pengolahan air limbah rumah tangga (domestik) yang dilakukan secara terpusat yaitu adanya bangunan yang difungsikan untuk memproses air limbah domestik yang digunakan bersama-sama (beberapa KK) (Prisanto et al, 2015).

Air limbah yang dibuang ke badan air dapat menurunkan kualitas badan air. Dengan adanya IPAL, air limbah rumah tangga dapat diolah terlebih dahulu sehingga dapat menurunkan bahaya air limbah rumah tangga terhadap lingkungan sekitar dan badan air

(Affandi, 2013) Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan oleh effluent IPAL Komunal terhadap biota akuatik maka dilakukan pengujian parameter fisik dan kimia, selain parameter fisik kimia diperlukan biomonitoring, biomonitoring merupakan salah satu upaya untuk mengetahui respon organisme terhadap perubahan kualitas lingkungan perairan (Komarawidjaja et al, 2006). Salah satu metodenya yaitu uji Whole Effluent Toxicity (WET). Whole Effluent Toxicity (WET) yaitu uji toksisitas untuk mengetahui efek toksik dari effluent IPAL Komunal (Marshall, 2016).

Hewan yang digunakan sebagai hewan uji dalam uji Whole Effluent Toxicity (WET) adalah *Macrobrachium Rosenbergii*. *Macrobrachium Rosenbergii* digunakan sebagai hewan uji dikarenakan *Macrobrachium Rosenbergii* memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan lingkungan yang terjadi. Apabila terdapat udang pada sungai tersebut, bisa dikatakan sungai tersebut tidak tercemar. *Macrobrachium Rosenbergii* memiliki sensitivitas terhadap ammonia, ammonia merupakan salah satu parameter yang diuji untuk mengetahui kualitas dari air limbah IPAL Komunal. (Sary, 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah : Menentukan nilai  $LC_{50}$  pada influen dan efluen IPAL Komunal di Kecamatan Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta melalui uji toksisitas menggunakan hewan uji *Macrobrachium Rosenbergii*. Menganalisis pengaruh parameter fisika kimia terhadap mortalitas hewan uji di Kecamatan Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta melalui uji toksisitas pada air limbah menggunakan hewan uji *Macrobrachium Rosenbergii*

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian secara umum akan ditunjukkan melalui diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian menggambarkan garis besar tahapan yang akan dilakukan selama penelitian. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar alir pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 2.1 dibawah ini. Monitoring dan evaluasi ini dilaksanakan dalam kurun waktu tiga bulan dimulai pada bulan Februari 2018 sampai dengan April 2018.

### 2.1. Pengambilan Sampel

Alat dan bahan sampling digunakan untuk melakukan pengambilan sampel di lapangan. Berdasarkan SNI 6989.59 : 2008, alat dan bahan yang digunakan untuk mengambil sampel air limbah, yaitu pH meter, alat pengukur DO, termometer, dan wadah sampel.

### 2.2. *Macrobrachium rosenbergii*

*Macrobrachium Rosenbergii* yang digunakan sebagai hewan uji didapatkan dari Unit Kerja Budidaya Air Payau (UKBAP) yang terletak di Pantai Samas, Bantul, D.I. Yogyakarta, pengambilan benur Udang Galah di UKBAP Samas dikarenakan satu-satunya penyedia bibit Udang Galah yang ada di D.I. Yogyakarta. benur Udang Galah yang di ambil yaitu benur dengan usia 30-33 hari. Selama pemeliharaan diberi makan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore. Makanan yang diberikan ialah pakan buatan yaitu denol.

### 2.3. Aklimatisasi

Sebelum dilakukan pengujian, hewan uji terlebih dahulu diaklimatisasi selama 7 hari di laboratorium. Hal ini dilakukan bertujuan supaya hewan uji dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda pada laboratorium dengan kondisi asal. Hewan uji diaklimatisasi pada akuarium dengan volume

10 liter (Verma, 2012). Pada tahap aklimatisasi, kematian hewan uji tidak boleh lebih dari 10%. Selama proses aklimatisasi hal-hal yang harus diperhatikan adalah kadar DO dalam air, suhu air dan pH.

### 2.4. Uji Pendahuluan

Pada proses running yang pertama adalah melakukan uji pendahuluan, pada uji pendahuluan pengamatan dilakukan selama 24 jam pada konsentrasi larutan 0; 6,25; 12,5; 25; 50 dan 100. Pada uji pendahuluan hewan uji yang digunakan 20 ekor dengan volume larutan 2000 ml.

### 2.5. Uji Toksisitas

Pada uji toksisitas dilakukan pengamatan setiap 24 jam selama 4 hari (96 jam), konsentrasi larutan ditentukan dengan melihat hasil dari uji pendahuluan. Pada uji toksisitas dan uji pendahuluan ini hewan uji yang digunakan yaitu *Macrobrachium Rosenbergii* yang sudah mencapai umur 40 hari dengan ukuran 9-10 mm. pengujian dilakukan pada akuarium dengan ukuran 15cm x 15cm x 20cm atau volume 4.5 liter. Pada uji toksisitas volume larutan yang digunakan yaitu 1000 ml dengan jumlah hewan uji sebanyak 20 ekor pada (Satapornvanit, 2008). Dilakukan pengujian LC<sub>50</sub> dan dilakukan pengamatan. Ketika pengujian hal-hal yang diperhatikan adalah kadar DO didalam air, pH dan suhu air.

### 2.6. Analisis Data

Pada pengolahan data ini, data yang diambil yaitu konsentrasi pada LC<sub>50</sub>, jumlah hewan uji dan jumlah hewan uji yang mati ketika pengujian. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan beberapa metode sesuai dengan EPA, ada empat metode yaitu metode Probit, Trimmed Spearman Karber, Spearman Karber dan Graphical. Penentuan metode untuk menentukan LC<sub>50</sub> berdasarkan

pada hasil data yang diperoleh (US EPA, 2002).

Hasil dari pengujian toksisitas yaitu mendapatkan nilai LC<sub>50</sub>. Selanjutnya hasil tersebut diubah dalam bentuk *Toxic Unit* akut (TUa) dengan rumus  $TU = (100)/LC_{50}$ . Hasil nilai TU dikategorikan pada kelas-kelas berdasarkan pada tingginya nilai TUa (Persoone, 2003).

Setelah dilakukan perhitungan LC50 dan mendapatkan nilai LC50. Untuk mengetahui hubungan antara parameter fisika kimia dengan nilai LC50 maka digunakan analisis menggunakan aplikasi SPSS. Metode yang digunakan adalah metode analisis regresi linear berganda. Analisis regresi merupakan salah satu cara analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengetahui hubungan antara beberapa variabel (Gozhali, 2006).

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakteristik Air Limbah

Kacamatan Banguntapan, Kabupaten bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta telah mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berbasis komunal, ada beberapa IPAL komunal yang ada di Kacamatan Banguntapan yaitu IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor dan IPAL Ngelebeng. Unit pengolahan IPAL komunal di Banguntapan menggunakan unit pengolahan ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*). Selain IPAL komunal di Kecamatan Banguntapan, terpadat IPAL di Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman yaitu IPAL Sukunan yang digunakan sebagai pembanding dari IPAL komunal yang ada di Banguntapan. IPAL Sukunan menggunakan teknologi *contact aeration*. Berikut adalah hasil penelitian IPAL komunal yang ada di Kecamatan Banguntapan dan IPAL Sukunan.

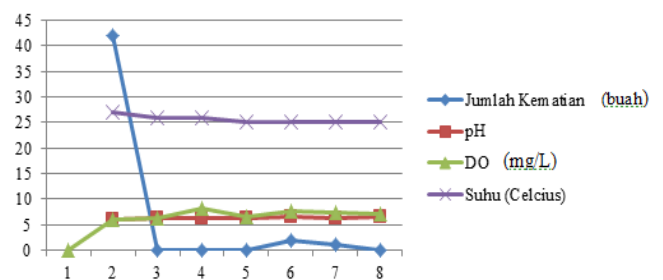
Parameter yang diuji yaitu BOD, COD, TSS, Amonia, Minyak Lemak dan pH.

Tabel. 3.1. Hasil Pengujian Pada Influen dan Efluen

No.	Kec	IPAL	Sampel	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Amoniak (mg/L)	Minyak Lemak (mg/L)	pH
1	Banguntapan	IPAL Dokaran	Influen	483.87	153.75	671.67	38.35	197.00	7.10
			Efluen	68.55	143.75	483.33	37.17	39.00	7.10
2	Banguntapan	IPAL Grojogan	Influen	282.26	352.50	1205.00	40.00	606.00	7.10
			Efluen	56.45	122.50	303.33	37.64	177.00	7.10
3	Banguntapan	IPAL Pamotan	Influen	967.74	410.00	323.33	12.00	130.00	7.40
			Efluen	84.68	222.50	185.00	11.44	91.00	7.00
4	Banguntapan	IPAL Ngelebeng	Influen	483.87	235.00	273.33	9.84	86.00	7.20
			Efluen	16.13	167.50	115.00	6.54	14.00	7.10
5	Sukunan	IPAL Sukunan	Influen	201.61	500.00	80.00	3.51	4.00	7.00
			Efluen	92.74	331.25	16.67	2.85	1.00	7.00

#### 3.2. Aklimatisasi

Mortalitas pada aklimatisasi tidak boleh lebih dari 10% apabila melebihi maka aklimatisasi dianggap gagal. Hal yang harus diperhatikan adalah oksigen terlarut, suhu dan pH. DO harus berada pada sekitar 4-9 mg/L, pH berada pada rentang 6-8,5 dan suhu 27-30°C.



Gambar 3.1. Grafik Aklimatisasi selama 7 hari

#### 3.3.Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan (*range finding test*) dilakukan untuk mencari nilai konsentrasi pada uji toksisitas (*definitive test*). Uji pendahuluan (*range finding test*) dilakukan selama 24 jam dan dilihat mortalitas dari hewan uji. Dari nilai mortalitas yang didapatkan melalui uji pendahuluan (*range finding test*) bisa diketahui ambang batas atas dan ambang batas bawah dalam penentuan kisaran konsentrasi untuk uji toksisitas akut (*definitive test*) (Supriyono.2008).

Tabel 3.2. Konsentrasi untuk Uji Toksisitas

Nama IPAL	% Pengenceran	
	Influen	Efluen
IPAL Dokaran	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%	12,5%; 21,02%; 35,36%; 59,46%; 100%
IPAL Grojogan	6,25%; 10,51%; 17,68%; 29,73%; 50%	12,5%; 21,02%; 35,36%; 59,46%; 100%
IPAL Pamotan Lor	6,25%; 11,63%; 21,65%; 40,3%; 75%	6,25%; 11,63%; 21,65%; 40,3%; 75%
IPAL Nglebeng	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%	12,5%; 21,02%; 35,36%; 59,46%; 100%
IPAL Sukunan	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%	12,5%; 21,02%; 35,36%; 59,46%; 100%

### 3.2. Toksisitas Akut (*Whole Effluent Toxicity*)

Pengujian toksisitas akut menggunakan metode WET untuk mengetahui tingkat toksisitas pada efluen IPAL Komunal dan apakah aman apabila masuk pada badan air selain dilihat dari parameter fisik kimia. Pengujian dilakukan selama 96 jam (4 hari). Pada pengujian toksisitas akut IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor, IPAL Ngelebeng dan IPAL Sukunan respon hewan uji terhadap perlakuan menunjukkan mortalitas tinggi, kemudian mortalitas digunakan untuk mengetahui nilai  $LC_{50}$ , metode yang digunakan untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  adalah probit dan spearman karber. Hal yang diperhatikan selama pengujian yaitu nilai DO, pH dan suhu, berikut ini nilai  $LC_{50}$  dan  $TU_a$

Tabel 3.3. Nilai  $LC_{50}$  dan  $TU_a$ 

Nama IPAL	Nilai $LC_{50}$		Nilai $TU_a$	
	Influen	Efluen	Influen	Efluen
Dokaran	13.90	19.68	7.20	5.08
Grojogan	13.04	18.65	7.67	5.36
Pamotan Lor	12.52	13.29	7.99	7.52
Nglebeng	12.36	15.88	8.09	6.30
Sukunan	28.04	33.14	3.57	3.02

Pada waktu paparan 96 jam pada IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor, IPAL Nglebeng dan IPAL Sukunan nilai *Toxic Unit* (TU) semua masuk dalam kategori *significant acute toxicity*.

### 3.4. Hubungan Parameter dengan $LC_{50}$

Setelah melakukan analisis menggunakan metode regresi linier berganda maka didapatkan hasil yaitu apabila dilihat dari nilai R pada tabel 4.14. Model Summary dilihat dari nilai R nya parameter fisika kimia dengan  $LC_{50}$  memiliki hubungan yang kuat yaitu sebesar 81,7%. Tetapi apabila dilihat dari membandingkan F-tabel dengan F-hitung maka parameter fisika kimia dengan  $LC_{50}$  tidak memiliki hubungan, serta apabila membandingkan T-tabel dengan T-hitung maka parameter fisika kimia dengan  $LC_{50}$  juga tidak memiliki hubungan.

Apabila dilihat dari *pattern* perbandingan antara nilai parameter fisik kimia dan nilai  $LC_{50}$ , maka nilai parameter fisik kimia mempengaruhi nilai  $LC_{50}$ . Nilai parameter fisika kimia yang melebihi baku mutu maka diperlukan pengujian WET untuk mengetahui tingkat toksisitasnya. Terdapat senyawa-senyawa lain yang menyebabkan toksisitas yang tidak diketahui penyebabnya secara pasti dan mengakibatkan mortalitas pada hewan uji.

## 4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari pengujian toksisitas dan menghitung nilai  $LC_{50}$  pada IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor, IPAL Nglebeng dan IPAL Sukunan semakin lama pemaparan maka semakin toksik. Nilai  $LC_{50}$  yang paling rendah yaitu pada influen IPAL Nglebeng yaitu 12,36%

dan pada efluen IPAL Pamotan Lor sebesar 13,29%.

2. Setelah dilakukan analisis menggunakan linier berganda dapat disimpulkan bahwa semua parameter memiliki hubungan tetapi hubungannya tidak signifikan..

#### 4.1. Saran

Beberapa saran untuk mendukung pengembangan penelitian kedepannya:

1. Melakukan pengujian toksisitas pada IPAL komunal yang lain
2. Membandingkan beberapa metode perhitungan LC<sub>50</sub> yang lain apakah polanya sama atau berbeda

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Yusdi Vari, Henna Rya Sunoko dan Kismartini. 2013. **Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat di Kota Probolinggo**. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
- Agustira, Riyanda, Kemala Sari Lubis, Jamilah. 2013. **Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka**. ISSN No. 2337- 6597
- Arsal. 2015. **Sekilas Tentang Biologi Udang Galah (Macrobrachium Rosenbergii)**. <http://lasunapa.blogspot.co.id/2015/02/sekilas-tentang-biologi-udang-galah-macrobrachium-rosenbergii.html>. Diakses pada tanggal 28 Maret 2018
- Azizah, Siti Nur. 2010. **Ketahanan Tiga Strain udang Galah *Macrobrachium Rosenbergii* Terhadap Surfaktan Detergen Alkyl Sulfate**. Institut Pertanian Bogor
- Azwar, Saifuddin. 2005. **Signifikan atau Sangat Signifikan**. Bulletin Psikologi UGM Vo. 13 No. 1.
- Boyd, C. E. 1982. **Water Quality Management for Ponds Fish Culture**. Elsevier Scientific Publishing Co. New York.
- Chapman, Peterm. 2000. **Whole Effluent Toxicity Testing—Usefulness, Level Of Protection, And Risk Assessment**. Evs Environment Consultants, 195 Pemberton Avenue, North Vancouver, British Columbia V7p 2r4, Canada
- Connel, D. W. Dan G. J Miller. 1995. **Kimia dan Ekotoksilogi Pencemaran**. Alih Bahasa oleh Koestoer, Y. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Dirjen Cipta Karya. 2016. **Pembangunan Infrastruktur Sanimas Islamic Development Bank**.
- Djami, Moudy E.U. 2016. **Pengolahan dan Analisis Data**. <https://moudyamo.wordpress.com/2016/02/20/p-9-pengolahan-dan-analisis-data/>. Diakses pada tanggal 14 Mei 2018.
- Gozhali.I. 2006. **Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS**. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Harris, Haji Adam. 2013. **Benih udang Galah**. <http://adamarowana.blogspot.co.id/2013/04/benih-udang-galah.html>. Diakses pada tanggal 12 April 2018.
- Iskandar, Sofyan, Ika Fransisca, Eri Arianto dan Adri Ruslan. 2016. **Sistem Pengelolaan Air Limbah domestik- Terpusat Skala Permukiman**. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman
- Junaidi. 2010. **Titik Presentase Distribusi F**. <http://junaidichaniago.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 15 Juni 2018.

- Junaidi. 2010. **Titik Presentase Distribusi T.** <http://junaidichaniago.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 15 Juni 2018.
- Kaoud, HA dan A Rezk. 2011. **Effect of Exposure To Cadmium On The Tropical Freshwater Prawn *Macrobrachium Rosenbergii*.** African Journal of Aquatic Science 2011, 36(3): 253–260
- Komarawidjaja, Wage dan Titiresmi. 2006 . **Teknik Biomonitoring-Sebagai Alternatif “Tool” Pemantauan Kualitas Lingkungan Perairan.** ISSN 1441 – 318X. Jakarta
- Lafontaine, Anne, Dominique Baiwir, Célia Joaquim-Justo, Edwin De Pauw, Soazig Lemoine, Céline Boulangé-Lecomte , Joëlle Forget-Leray, Jean-Pierre Thomé dan Eric Gismondi. 2017. **Proteomic Response of *Macrobrachium Rosenbergii* Hepatopancreas Exposed To Chlordecone: Identification Of Endocrine Disruption Biomarkers.** Ecotoxicology and Environmental Safety 141 (2017) 306–314 ElsevierMarshall,
- Murtidjo, Bambang Agus. 1992. **Budidaya Udang Galah Sistem Monokultur.** Kanisius. Yogyakarta
- Nafi’ah, Binti Azizaton. 2015. **Implementasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal: Model Tata Kelola Lingkungan Deliberatif Dalam Good Environmental Governance Di Kota Blitar.** ISSN 2303 - 341X
- Nawasis. **Buku Putih Sanitasi Kabupaten Bantul.** [ppsp.nawasis.info/dokumen/perencanaan/sanitasi/pokja/bp/kab.bantul/Bab%20IV.pdf](http://ppsp.nawasis.info/dokumen/perencanaan/sanitasi/pokja/bp/kab.bantul/Bab%20IV.pdf) nawasis kabupaten bantul 2017. Diakses pada tanggal 4 Februari 2018.
- New MB. 2002. **Freshwater Prawn Farming, a Manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*.** FAO Tech. Paper. P.215.
- Olisogi B.A, Bello dan B.O Adebola. 2006. **Toxic Effect of Aldrin and Copper Sulphate on Freshwater Prawn.** J. Fish Int. 1(1-2) :12-16. Nigeria
- Pong-Masak, P.R. 2003. **Toksisitas Akut, Biokonsentrasi,dan Bioeliminasi serta Waktu Paruh Insektisida Triklorfon pada Udang Windu, *Penaeus monodon*Fab.** [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Prisanto, Denny Eko, Bagyo Yanuwadi dan Soemarno. 2015. **Studi Pengelolaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Domestik Komunal di Kota Blitar, Jawa Timur.** J-PAL, Vol. 6, No. 1 ISSN: 2087-3522
- Randall. 2016. **Whole Effluent Toxicity Testing Guidance and Test Review Criteria.** Washington State Department of Ecology
- Sahubawa, Latif. 2011. **Analisa dan Prediksi Beban Pencemaran Limbah Cair Pabrik Pengalengan Ikan.** J. Manusia dan Lingkungan Vol 18. No. 1
- Santoso, Limin. 2010. **Kajian Toksisitas Dan Bioakumulasi Surfaktan Deterjen Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Pada Juvenil Udang Galah (*Macrobrachium Rosenbergii*).** Institut Pertanian Bogor
- Sary, Intan Rahima. 2012. **Parameter Kimia dalam Budidaya Perairan.** <https://intan80.wordpress.com/2012/05/11/parameter-kimia-dalam-budidaya-perairan-part-1/>. Diakses pada tanggal 11 Desember 2017

- Sembel, Danjte Terno. 2015. **Toksikologi Lingkungan**. CV. ANDI OFFSET. Yogyakarta
- Satapornvanit, Kriengkrai, D.J. Baird dan D.C. Little. 2009. **Laboratory Toxicity Test And Post-Exposure Feeding Inhibition Using The Giant Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii***. Elsevier
- SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry). 2004. **Whole Effluent Toxicity Testing**. Pentacola.
- Supriyono. Eddy , Berlianti , Dan Kukul Nirmala. 2008. **Studi Mengenai Toksisitas Surfaktan Deterjen, Alkyl Sulfate (As), Terhadap Post Larva Udang Windu *penaeus monodon fabr.*** Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. Jilid 15, Nomor 2: 141-148
- Tatangindatu, Frits, Ockstan Kalesaran, Robert Rompas, 2013. **Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa**. Vol. 1 No. 2 : 8-19
- US EPA. 1991. **Technical Support Document For Water Quality Based Toxic Control**. Washington DC, USA: US EPA Office of Water
- USEPA (United States of Environmental Protection Agency). (2002). **Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluent and Receiving Water to Freshwater and Marine Organism**, fifth edit ion. EPA. Washington DC
- Verma, Ravi Shanker. 2012. **Acute Toxicity of Nickel to Freshwater Prawn**. Tubitak. India.
- Yi, Xianliang. Eunhee Kim, Hun-Je Jo, Daniel Schlenk, Jinho Jung. 2009. **A Toxicity Monitoring Study on Identification And Reduction of Toxicants From A Wastewater Treatment Plant**. Ecotoxicology and Environmental Safety. Elsevier.