

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum IPAL



Gambar 4.1. IPAL Dokaran

IPAL komunal Dokaran dibangun pada tahun 2012. Apabila dihitung hingga tahun ini maka usia IPAL komunal Dokaran adalah 6 tahun. IPAL komunal Dokaran memiliki kapasitas layanan yaitu ± 100 KK. Teknologi yang digunakan adalah ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan jumlah sekat yaitu 9/7 sekat dan untuk periode desainnya seumur hidup. Permasalahan yang terjadi karena adanya IPAL ini adalah bau.



Gambar 4.2. IPAL Grojogan

IPAL komunal Grojogan dibangun pada tahun 2013. Apabila dihitung hingga tahun ini maka usia IPAL komunal Grojogan adalah 5 tahun. IPAL komunal Grojogan memiliki kapasitas layanan yaitu 90 KK. Teknologi yang

digunakan adalah ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan jumlah sekat yaitu 9 sekat dan untuk periode desainnya yaitu 20 tahun. Berdasarkan dari pemantauan DinKes dan BLH air limbah domestik yang dihasilkan memiliki kadar detergen atau sabun yang tinggi.



Gambar 4.3. IPAL Pamotan Lor

IPAL komunal Pamotan Lor dibangun pada tahun 2012. Apabila dihitung hingga tahun ini maka usia IPAL komunal Pamotan Lor adalah 6 tahun. IPAL komunal Pamotan Lor memiliki kapasitas layanan yaitu 60-70 KK. Teknologi yang digunakan adalah ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan jumlah sekat yaitu 5 sekat. Permasalahan yang terjadi karena adanya IPAL ini adalah sampah, dikarenakan area sekitar IPAL merupakan tempat pembuangan sampah.



Gambar 4.4. IPAL Nglebeng

IPAL komunal Nglebeng dibangun pada tahun 2014. Apabila dihitung hingga tahun ini maka usia IPAL komunal Nglebeng adalah 4 tahun. IPAL

komunal Ngelebeg memiliki kapasitas layanan yaitu 70-80 KK. Teknologi yang digunakan adalah ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan jumlah sekat yaitu 9 sekat dan untuk periode desainnya seumur hidup.



Gambar 4.5. IPAL Sukunan

IPAL komunal Sukunan dibangun pada tahun 2008. Apabila dihitung hingga tahun ini maka usia IPAL komunal Sukunan adalah 10 tahun. IPAL komunal Sukunan memiliki kapasitas layanan yaitu 25-30 KK. Teknologi yang digunakan adalah *Contact Aeration*. IPAL Sukunan ini digunakan sebagai IPAL Pembanding. Untuk melihat bagaimana perbedaan antara IPAL yang menggunakan teknologi anaerob dan teknologi aerob dalam hal efektivitas IPAL dan pada uji toksisitasnya.

4.2. Parameter Fisika dan Kimia

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 Ngelebeg. Unit pengolahan IPAL komunal di Banguntapan menggunakan unit pengolahan ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*). Selain IPAL komunal di Kecamatan Banguntapan, terdapat 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.

Tabel 4.1 Hasil Penelitian IPAL di Kecamatan Banguntapan

No.	IPAL	BOD (mg/L)		COD (mg/L)		TSS (mg/L)		Amoniak (mg/L)		Minyak Lemak (mg/L)		pH	
		Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen
1	IPAL DOKARAN	483.87	68.55	153.75	143.75	671.67	483.33	38.35	37.17	197.00	39.00	7.10	7.10
2	IPAL GROJOGAN	282.26	56.45	352.50	122.50	1205.00	303.33	40.00	37.64	606.00	177.00	7.10	7.10
3	IPAL PAMOTAN LOR	967.74	84.68	410.00	222.50	323.33	185.00	12.00	11.44	130.00	11.44	7.40	7
4	IPAL NGLBENG	483.87	16.13	235.00	167.50	273.33	115.00	9.84	6.54	86.00	14.00	7.20	7.1

Tabel 4.2 Hasil Penelitian IPAL Sukunan

No.	IPAL	BOD (mg/L)		COD (mg/L)		TSS (mg/L)		Amoniak (mg/L)		Minyak Lemak (mg/L)		pH	
		Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen	Influen	Efluen
1	IPAL SUKUNAN	201.61	92.74	500.00	331.25	80.00	16.67	3.51	2.85	4.00	1.00	7	7

Hasil penelitian parameter fisika dan kimia IPAL komunal di Kecamatan banguntapan dan IPAL Sukunan kemudian dibandingkan dengan PerMen LHK No. 68 Tahun 2016 dan PerDa D.I. Yogyakarta. Berikut baku mutu limbah domestik menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016

Tabel 4.3 Baku Mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10

Sumber : Permen LHK No. 68 Tahun 2016

Apabila dibandingkan dengan baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016 maka hasil peneitian pada IPAL Dokaran semua parameter pada influen dan efluen kecuali pH melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk pHnya normal karena berada pada nilai 6-9. Pada IPAL Grojogan semua parameter pada influen dan efluen kecuali pH melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk pHnya normal karena berada pada nilai 6-9. Pada IPAL Pamotan Lor semua parameter pada influen dan efluen kecuali pH melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk pHnya normal karena berada pada nilai 6-9. Pada IPAL Nglebeng parameter BOD pada influen, COD, TSS dan minyak lemak melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk BOD pada efluen dan ammonia berada dibawah baku mutu, serta pH berada pada kisaran normal. Pada IPAL Sukunan parameter BOD, COD dan TSS melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk ammonia dan minyak lemak berada dibawah baku mutu, serta pH berada pada kisaran normal. Selanjutnya berdasarkan PerDa D.I.Y No. 7 Tahun 2016

Tabel 4.4 Baku Mutu PerDa DIY No. 7 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH		6-9
BOD	mg/L	75
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	75
Minyak dan Lemak	mg/L	10

Sumber : PerDa DIY No. 7 Tahun 2016

Apabila dibandingkan dengan PerDa DIY No. 7 Tahun 2016 maka hasil peneitian pada IPAL Dokaran parameter BOD pada influen, TSS dan minyak lemak melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk BOD pada efluen dan COD berada dibawah baku mutu, serta pHnya normal karena berada pada nilai 6-9. IPAL Grojogan parameter BOD dan COD pada influen, TSS dan minyak lemak melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk BOD dan COD pada efluen berada dibawah baku mutu, serta pHnya normal karena berada pada nilai 6-9. Pada IPAL Pamotan Lor semua parameter pada influen dan efluen kecuali pH melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk pHnya normal karena berada pada nilai 6-9. Pada IPAL Ngelebeng semua parameter kecuali pH pada influen melebihi baku mutu sedangkan untuk parameter pada efluen dan berada dibawah baku mutu, serta pH berada pada kisaran normal. Pada IPAL Sukunan parameter BOD, COD dan TSS influen melebihi baku mutu yang telah ditentukan sedangkan untuk minyak lemak berada dibawah baku mutu, serta pH berada pada kisaran normal.

Dapat diketahui bahwa kandungan BOD tertinggi terdapat pada IPAL Pamotan Lor. BOD yang tinggi menunjukkan kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik didalam air limbah juga tinggi. Banyaknya mikroorganisme dalam air menyebabkan terjadinya defisit oksigen, sehingga BOD berhubungan dengan kadar DO dalam air (Tatangindatu, 2013). Kandungan COD tertinggi terdapat pada IPAL Pamotan Lor. *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi berpengaruh pada jumlah oksigen yang

dibutuhkan dalam proses penguraian bahan organik yang terdapat dalam air limbah (Agustira, et.al, 2013). Kandungan TSS tertinggi terdapat pada IPAL Grojogan. Total padatan yang tersuspensi dalam air menyebabkan kekeruhan apabila masuk ke badan air sehingga berbahaya bagi biota air (Agustira, et.al, 2013). Kandungan Ammonia tertinggi terdapat pada IPAL Grojogan, kandungan ammonia yang baik bagi biota air adalah dibawah 1 ppm, apabila lebih dari itu dapat mempengaruhi daya serap hemoglobin terhadap oksigen sehingga dapat mengakibatkan sesak napas sehingga berbahaya bagi biota air (Tatangindatu, 2013). Kandungan minyak dan lemak tertinggi terdapat pada IPAL Grojogan, tinggi rendahnya minyak lemak yang terdapat pada air limbah tergantung dari karakteristik limbah yang masuk kedalam IPAL. Kadar minyak dan lemak yang tinggi mengakibatkan kekeruhan apabila masuk ke badan air.

Tabel 4.5 Hasil Penelitian Efektivitas IPAL di Kecamatan Banguntapan

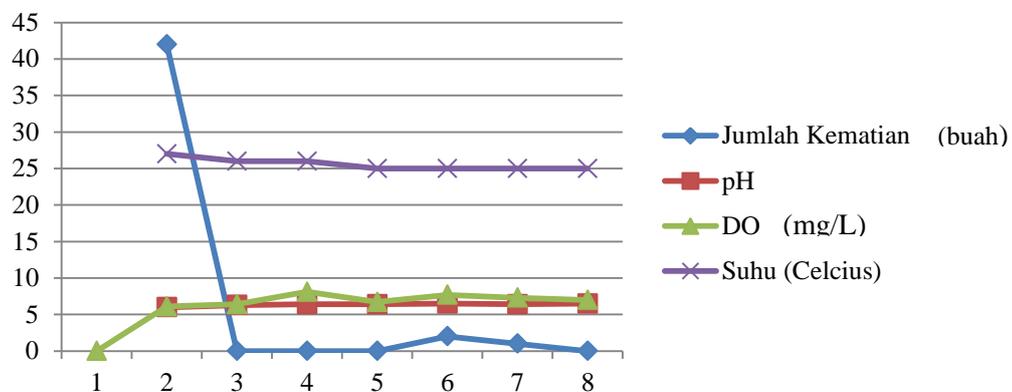
No.	IPAL	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Amoniak (mg/L)	Minyak Lemak (mg/L)	Rata-Rata Efektivitas
1	IPAL DOKARAN	86%	7%	28%	3%	80%	41%
2	IPAL GROJOGAN	80%	65%	75%	6%	71%	59%
3	IPAL PAMOTAN LOR	91%	46%	43%	5%	30%	43%
4	IPAL NGLBENG	97%	29%	58%	34%	84%	60%
5	IPAL SUKUNAN II	54%	34%	79%	19%	75%	52%

Tabel 4.5 menunjukkan bagaimana efektivitas IPAL komunal apabila dilihat dari parameter fisika kimianya. Efektivitas IPAL tertinggi yaitu pada IPAL Nglebeng yaitu sebesar 60% dan efektivitas IPAL terendah yaitu pada IPAL Dokaran yaitu sebesar 41%. Selain itu IPAL Sukunan yang dijadikan sebagai IPAL pembanding dan menggunakan teknologi pengolahan yang berbeda yaitu teknologi *contactor aeration*, efektivitas IPAL Sukunan yaitu sebesar 52%. Hal-hal yang mempengaruhi efektivitas IPAL yaitu perawatan dari operator IPAL sendiri seperti peyedotan lumpur dan monitoring IPAL.

Dari Parameter fisika dan kimia inilah kemudian dapat diketahui parameter spesifik apa yang mengakibatkan toksik pada biota air. Pengujian toksisitas dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang paling mempengaruhi hewan uji. Hewan uji yang digunakan dalam uji toksisitas ini adalah *macrobrachium rosenbergii*.

4.3. Toksisitas Akut (*Whole Effluent Toxicity*)

Sebelum uji pendahuluan dan uji toksisitas dilakukan aklimatisasi hewan uji selama 7 hari setiap pengujian IPAL, data aklimatisasi sebagai berikut



Gambar 4.6. Aklimatisasi Hewan Uji

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.

Pada pengujian toksisitas akut dilakukan dua tahapan yaitu uji pendahuluan dan uji toksisitas. Uji pendahuluan dilakukan selama 24 jam pada konsentrasi larutan 0; 6,25; 12,5; 25; 50 dan 100 selanjutnya hasil pada uji pendahuluan adalah menentukan konsentrasi baru untuk uji toksisitas. Uji toksisitas akut dilakukan selama 96 jam dan pengukuran dilakukan setiap 24 jam (USEPA, 2002).

4.3.1. 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).

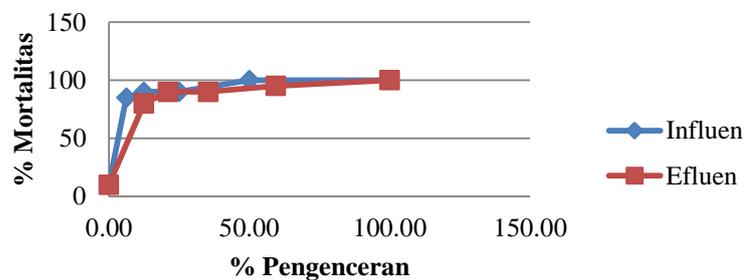
Pada IPAL Dokaran persen pengenceran yang didapatkan yaitu pada influen ambang batas bawahnya 6,25% dan ambang batas atasnya 100%, pada effluen ambang batas bawahnya 12,5% dan ambang batas atasnya 100%. Pada IPAL Grojogan persen pengenceran yang didapatkan yaitu pada influen ambang batas bawahnya 6,25% dan ambang batas atasnya 50%, pada effluen ambang batas bawahnya 12,5% dan ambang batas atasnya 100%. Pada IPAL Pamotan Lor persen pengenceran yang didapatkan yaitu pada influen ambang batas bawahnya 6,25% dan ambang batas atasnya 75%, pada effluen ambang batas bawahnya 6,25% dan ambang batas atasnya 75%. Pada IPAL Nglebeng persen pengenceran yang didapatkan yaitu pada influen ambang batas bawahnya 6,25% dan ambang batas atasnya 100%, pada effluen ambang batas bawahnya 12,5% dan ambang batas atasnya 100%. Pada IPAL Sukunan persen pengenceran yang didapatkan yaitu pada influen ambang batas bawahnya 6,25% dan ambang batas atasnya 100%, pada effluen ambang batas bawahnya 12,5% dan ambang batas atasnya 100%. Persen pengenceran pada setiap IPAL dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.6. Nilai Pengenceran Pada Setiap IPAL

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%

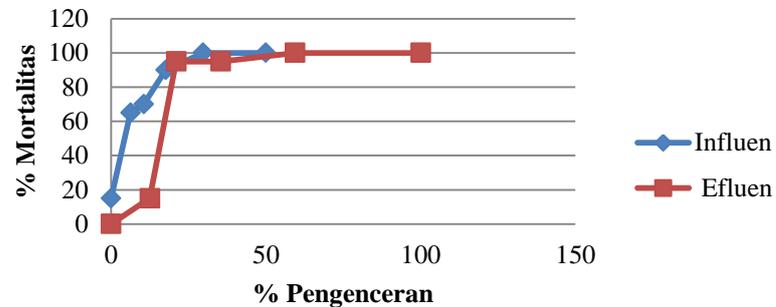
4.3.2. Uji Toksisitas Akut

Setelah uji pendahuluan selama 24 jam serta memperoleh nilai pengenceran yang baru maka dilakukan pengujian toksisitas akut. Pengujian toksisitas akut menggunakan metode WET untuk mengetahui tingkat toksisitas pada efluen IPAL Kominal dan apakah aman apabila masuk pada badan air selain dilihat dari parameter fisik kimia. Pada pengujian toksisitas akut IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor, IPAL Ngelebeng dan IPAL Sukunan respon hewan uji terhadap perlakuan menunjukkan mortalitas tinggi. Semakin lama durasi pengujian mortalitas semakin tinggi, serta semakin tinggi konsentrasi air limbah mortalitas hewan uji juga semakin tinggi, hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Santoso 2010 dan Azizah 2010. Hal yang harus diperhatikan saat pengujian yaitu DO, pH dan suhu air, karena apabila tidak diperhatikan bisa saja hewan uji mati bukan dikarenakan toksik tetapi karena salah dari perawatan selama uji toksik berlangsung.



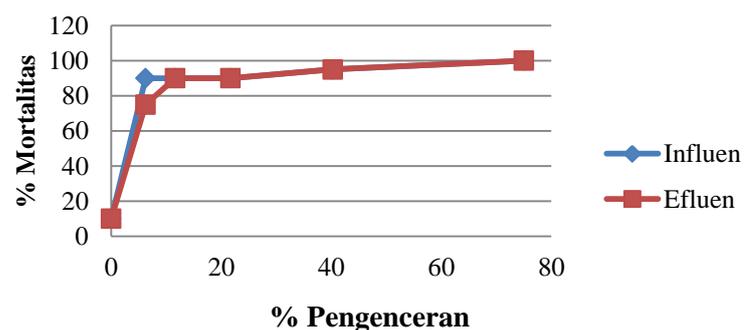
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Mortalitas dan Pengenceran Pada Influen dan efluen IPAL Dokaran (96 jam)

Pada IPAL Dokaran selama pengujian kadar DO berkisar diantar 5,5 sampai 7.1 mg/L, suhu berada pada sekitar 25-26 dan pH berkisar pada 7,8 sampai 8,5. Semakin tinggi nilai pengenceran maka semakin rendah kadar DO, sedangkan pH dan suhu berada pada sekitar 7-8 dan 25-27 tidak terpengaruh oleh tinggi rendahnya konsentrasi atau nilai pengenceran. Mortalitas terus mengalami kenaikan setiap pengenceran air limbah semakin tinggi dan waktu paparan yang semakin lama.



Gambar 4.8. Grafik Hubungan Mortalitas dan Pengenceran Pada Influen dan efluen IPAL Grojogan (96 jam)

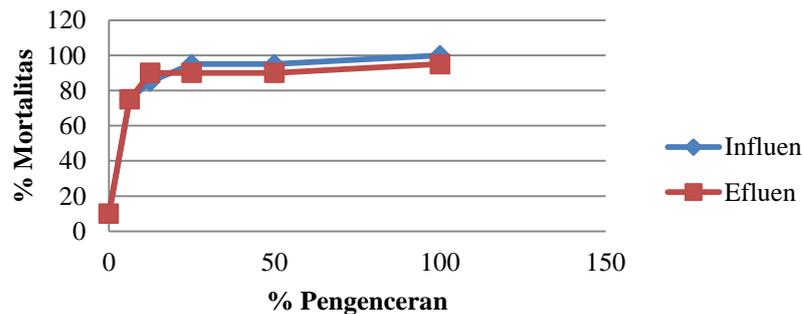
Pada IPAL Grojogan selama pengujian kadar DO berkisar diantar 4,4 sampai 6,8 mg/L, suhu berada pada sekitar 25-26 dan pH berkisar pada 8,4 sampai 9. Semakin tinggi nilai pengenceran maka semakin rendah kadar DO, sedangkan suhu berada 25-27 tidak terpengaruh oleh tinggi rendahnya konsentrasi dan pH tertinggi berada pada nilai pengenceran tertinggi. Mortalitas terus mengalami kenaikan setiap pengenceran air limbah semakin tinggi dan waktu paparan yang semakin lama.



Gambar 4.9. Grafik Hubungan Mortalitas dan Pengenceran Pada Influen dan efluen IPAL Pamotan Lor (96 jam)

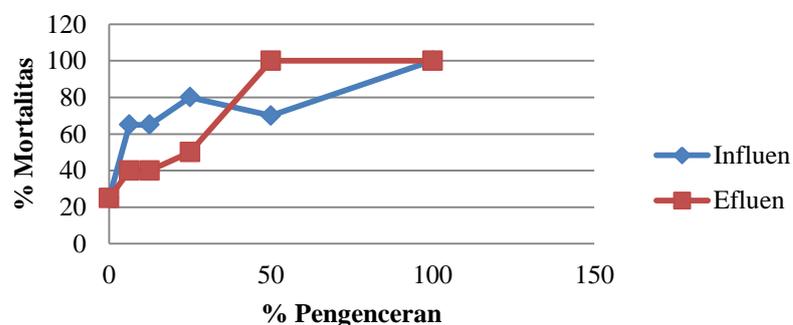
Pada IPAL Pamotan Lor selama pengujian kadar DO berkisar diantar 5,4 sampai 7,5 mg/L, suhu berada pada sekitar 25-26 dan pH berkisar pada 7,2 sampai

8.4. Semakin tinggi nilai pengenceran semakin rendah kadar DO, sedangkan suhu berada 25-27 dan nilai pH tidak terpengaruh oleh tinggi rendahnya nilai pengenceran. Mortalitas terus mengalami kenaikan setiap pengenceran air limbah semakin tinggi dan waktu paparan yang semakin lama.



Gambar 4.10. Grafik Hubungan Mortalitas dan Pengenceran Pada Influen dan efluen IPAL Ngelebeng (96 jam)

Pada IPAL Ngelebeng selama pengujian kadar DO berkisar diantar 4.8 sampai 7,3 mg/L, suhu berada pada sekitar 25-26 dan pH berkisar pada 7 sampai 8,3. Semakin tinggi nilai pengenceran semakin rendah kadar DO, sedangkan suhu berada 25-27 dan nilai pH tidak terpengaruh oleh tinggi rendahnya nilai pengenceran. Mortalitas terus mengalami kenaikan setiap pengenceran air limbah semakin tinggi dan waktu paparan yang semakin lama.



Gambar 4.11. Grafik Hubungan Mortalitas dan Pengenceran Pada Influen (a) dan efluen(b) IPAL Sukunan (96 jam)

IPAL Sukunan merupakan IPAL pembanding yang menggunakan teknologi *contact aeration*, IPAL pembanding menggunakan teknologi aerobik sedangkan untuk IPAL yang diuji menggunakan teknologi *anaerobic*. Dapat diketahui terjadi mortalitas yang terus meningkat pada pengujian toksisitas akut pada IPAL Sukunan tetapi ketika masuk 96 jam pengujian tidak ada kematian pada efluen IPAL Sukunan. Kematian total atau 100% hewan uji pada nilai pengenceran tertinggi yaitu nilai pengenceran 100% air limbah setelah 24 jam pengujian dan selanjutnya konsentrasi 50% setelah pengujian 48 jam. Pada IPAL Sukunan selama pengujian kadar DO berkisar diantar 4.4 sampai 6,5 mg/L, suhu berada pada sekitar 25-26 dan pH berkisar pada 6 sampai 7 (menggunakan indikator universal). Semakin tinggi nilai pengenceran semakin rendah kadar DO, sedangkan suhu berada 25-27 dan nilai pH tidak terpengaruh oleh tinggi rendahnya konsentrasi. Mortalitas terus mengalami kenaikan setiap pengenceran air limbah semakin tinggi dan waktu paparan yang semakin lama.

Suhu yang optimum untuk memelihara udang galah adalah 26°C-29°C, suhu mempengaruhi dari pertumbuhan udang galah apabila suhu semakin optimal maka proses molting dan pertumbuhan semakin cepat (New,2002). Dapat dilihat pada penjelasan di paragraf sebelumnya hasil dari penelitian pada IPAL Dokaran, Grojogan, Pamotan Lor, Nglebeng dan Sukunan semuanya memiliki suhu yang mendekati kisaran suhu optimum untuk memelihara udang galah. Kandungan Dissolved Oksigen (DO) yang sesuai dengan pertumbuhan udang galah yaitu diatas 3 mg/L (New,2002). Hasil dari penelitian pada IPAL Dokaran, Grojogan, Pamotan Lor, Nglebeng dan Sukunan semua kadar DO didalam air pada saat pengujian yaitu diatas 3 mg/L. Menurut Boyd 1982 kandungan pH yaitu sebesar 5-9 dapat dikatakan masih normal dan masih dapat menunjang kehidupan pada organisme perairan. Hasil dari penelitian pada IPAL Dokaran, Grojogan, Pamotan Lor, Nglebeng dan Sukunan semua kandungan pH dalam air berada pada kisaran 5-9. Apabila di dibandingkan antara IPAL yang ada di Kecamatan Banguntapan dan IPAL Sukunan yang memiliki teknologi yang berbeda yaitu *anaerob* dan *aerob* mortalitasnya sama yaitu semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi mortalitasnya.

4.3.3. *Lethal Concentration (LC₅₀)*

Uji *lethal concentration (LC₅₀)*. *LC₅₀ (lethal concentration)* adalah 50% konsentrasi mematikan. Perkiraan konsentrasi yang menyebabkan kematian 50% dalam jumlah organisme uji yang bertahan hidup (EPA, 1991). Pada pengolahan data ini, data yang diambil yaitu konsentrasi pada *LC₅₀*, 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 (EPA, 2002). Pada penelitian ini menggunakan 2 metode untuk penentuan nilai *LC₅₀* sesuai dengan pola data yang akan dihitung. karena data hasil penelitian yang dilakukan sesuai dengan metode probit dan metode spearman karber. Pengukuran nilai *LC₅₀* digunakan untuk mencari tingkat keamanan dari racun atau polutan (Connell and Miller, 1995)

Hasil perhitungan *LC₅₀* air limbah IPAL komunal terhadap benur *macrobrachium rosenbergii* pada waktu pemaparan 24, 48, 72 dan 96 jam menghasilkan data yang beragam tetapi bisa dilihat semakin lama waktu pemaparan menunjukkan semakin toksik, data *LC₅₀* pada influen dan efluen IPAL Dokaran, IPAL Grojogan, IPAL Pamotan Lor, IPAL Glebeng dan IPAL Sukunan dapat dilihat berikut ini

Pada IPAL Dokaran metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai *LC₅₀* adalah menggunakan metode probit karena pola data yang terus naik. Hasil *LC₅₀* dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin toksik terhadap hewan uji *macrobrachium rosenbergii*. Nilai yang didapatkan pada perhitungan *LC₅₀* pada waktu 24, 48, 72 dan 96 jam yaitu nilai pada influen 28,52 %, 14,14 %, 12,66 % dan 13,9 %. nilai pada efluen yaitu 39,74 %, 27,65 %, 20,14 % dan 19,67 %. nilai probit yang dihasilkan antara influen dan efluen dapat dibandingkan yaitu bisa dilihat influen lebih toksik daripada efluen.

Pada IPAL Grojogan metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai *LC₅₀* adalah menggunakan metode probit dan metode spearman karber. karena pola data yang terus naik dan pada waktu pemaparan 48 jam pola data yang didapatkan naik turun sehingga harus menggunakan metode spearman karber .

Hasil LC_{50} dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin toksik terhadap hewan uji *macrobrachium rosenbergii* tetapi pada waktu pemaparan 48 jam dengan menggunakan metode spearman karber hasil LC_{50} yang didapatkan lebih toksik dibandingkan dengan waktu pemaparan 24, 72 dan 96 jam pada influen dan effluen. Nilai yang didapatkan pada perhitungan LC_{50} pada waktu 24, 48, 72 dan 96 jam yaitu nilai pada influen 17,05 %, 4,72 %, 11,49 % dan 13,044 %. nilai pada effluen yaitu 27,256 %, 4,52 %, 16.36 % dan 18,64%. nilai probit yang dihasilkan antara influen dan effluen dapat dilihat influen lebih toksik dibanding effluen.

Pada IPAL Pamotan Lor metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai LC_{50} adalah menggunakan metode probit dan metode spearman karber sama seperti IPAL Grojogan karena pola data yang terus naik dan pada waktu pemaparan 48 jam pola data yang didapatkan naik turun sehingga harus menggunakan metode spearman karber. Hasil LC_{50} dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin toksik terhadap hewan uji *macrobrachium rosenbergii*. Nilai yang didapatkan pada perhitungan LC_{50} pada waktu 24, 48, 72 dan 96 jam yaitu nilai pada influen 24,16 %, 14,79 %, 17,55 % dan 12,51 %. nilai pada effluen yaitu 29,547 %, 14,41 %, 18,13 % dan 13,29 %. nilai probit yang dihasilkan antara influen dan effluen dapat dilihat influen lebih toksik dibanding effluen.

Pada IPAL Ngelebeng metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai LC_{50} adalah menggunakan metode probit karena pola data yang terus naik. Hasil LC_{50} dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin toksik terhadap hewan uji *macrobrachium rosenbergii*. Nilai yang didapatkan pada perhitungan LC_{50} pada waktu 24, 48, 72 dan 96 jam yaitu nilai pada influen 32,84 %, 18,34%, 17,12 % dan 14,58 %. nilai pada effluen yaitu 40,56 %, 25,53%, 18,02 % dan 15,88 %. nilai probit yang dihasilkan antara influen dan effluen dapat dibandingkan yaitu bisa dilihat influen lebih toksik daripada effluen.

Pada IPAL Sukunan metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai LC_{50} adalah menggunakan metode probit dan metode spearman karber karena pola data yang terus naik dan pola data yang didapatkan naik turun sehingga harus

menggunakan metode spearman karber. Metode probit digunakan influen waktu pemaparan 72 jam dan efluen 48, 72 dan 96 jam. Metode spearman karber digunakan influen waktu pemaparan 24, 48 dan 96 jam serta efluen 24 jam. Hasil LC_{50} dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin toksik terhadap hewan uji *macrobrachium rosenbergii* pada influen IPAL Sukunan dan berbanding terbalik dengan hasil efluen IPAL Sukunan. Nilai yang didapatkan pada perhitungan LC_{50} pada waktu 24, 48, 72 dan 96 jam yaitu nilai pada influen 34,14%; 32%; 54,66 % dan 28,04%. nilai pada efluen yaitu 38,41; 30,06 %; 33,13 % dan 33,13 %. nilai probit yang dihasilkan antara influen dan efluen dapat dilihat influen lebih toksik dibanding efluen.

Menurut Koeman (1978) bahwa kepekaan terhadap suatu zat beracun bisa bervariasi tergantung dari jenis zat bercunnya dan individu atau jenis hewan uji. Pada suatu sistem yang tercemar, makhluk hidup dapat beradaptasi salha satunya menyebabkan adaptasi genetik sehingga makhluk hidup dapat menjadi lebih toleransi terhadap pencemaran. Menurut Santoso (2010) Nilai LC_{50} semakin lama semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu paparan, hal ini berarti bahwa hewan uji akan mengalami kematian lebih cepat terpapar toksikan yang konsentrasinya tinggi.

Apabila dibandingkan antara nilai LC_{50} dengan kualitas efluen IPAL komunal di Kecamatan Banguntapan maupun IPAL pembanding di Sukunan serta dari sisi teknologinya. Nilai LC_{50} pada waktu paparan 96 jam pada IPAL Komunal di Banguntapan rata-rata memiliki nilai pada kisaran 12% sampai 18% dengan teknologi ABR, sebagai IPAL pembanding yang menggunakan teknologi Contact Aeration memiliki nilai LC_{50} pada waktu paparan 96 jam yaitu 28,04% dan 33% yang berarti nilai LC_{50} lebih besar yang berarti lebih tidak toksik. Apabila dilihat dari kualitas efluennya, kualitas efluen pada IPAL Sukunan dapat dikatakan cukup bagus karena beberapa parameter memenuhi baku mutu apabila dibandingkan dengan IPAL pada Kecamatan Banguntapan.

4.3.4. Toxicity Unit (TU)

Penentuan nilai *Toxicity Unit* (TU) yaitu dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: $(100)/LC_{50}$. Nilai Toxicity Unit (TU) pada setiap IPAL data dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.7. Nilai TU pada IPAL Dokaran

Waktu (jam)	Influen		Efluen	
	LC50	TU	LC50	TU
24	28.52	3.51	39.74	2.52
48	14.14	7.07	27.65	3.62
72	12.66	7.90	20.14	4.97
96	13.90	7.20	19.68	5.08

Pada tabel diatas menunjukkan semakin lama waktu paparan nilai TU semakin besar, dapat diartikan bahwa semakin lama pemaparan maka semakin toksik. Pada waktu paparan 24 sampai 96 jam pada influen dan efluen nilai TU pada IPAL Dokaran masuk dalam kategori kelas II yaitu *significant acute toxicity*.

Tabel 4.8. Nilai TU pada IPAL Grojogan

Waktu (jam)	Influen		Efluen	
	LC50	TU	LC50	TU
24	17.05	5.87	27.26	3.67
48	4.72	21.19	4.52	22.12
72	11.50	8.70	16.37	6.11
96	13.04	7.67	18.65	5.36

Pada tabel diatas menunjukan bahwa pada IPAL Grojogan semakin lama waktu paparan maka nilai TU semakin besar, dapat diartikan bahwa semakin lama waktu paparan maka semakin toksik. Pada waktu pemaparan 48 jam nilai TU pada IPAL Grojogan masuk dalam kategori kelas 3 yaitu *high acute toxicity*. Hal ini diduga karena tingginya minyak lemak pada IPAL Grojogan. Sedangkan pada waktu pemaparan 24, 72 dan 96 jam masuk kategori kelas II yaitu *significant acute toxicity*.

Tabel 4.9. Nilai TU pada IPAL Pamotan Lor

Waktu (jam)	Influen		Efluen	
	LC50	TU	LC50	TU
24	24.16	4.14	29.55	3.38
48	14.79	6.76	14.41	6.94
72	17.56	5.70	18.13	5.52
96	12.52	7.99	13.29	7.52

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa pada IPAL Pamotan Lor semakin lama waktu paparan maka nilai TU semakin besar, dapat diartikan bahwa semakin lama waktu paparan maka semakin toksik. Pada waktu pemaparan 24, 48, 72 dan 96 jam nilai TU pada IPAL Pamotan Lor masuk dalam kategori kelas II yaitu *significant acute toxicity*.

Tabel 4.10. Nilai TU pada IPAL Nglebeng

Waktu (jam)	Influen		Efluen	
	LC 50	TU	LC 50	TU
24	32.85	3.04	40.56	2.47
48	18.34	5.45	25.53	3.92
72	10.15	9.85	18.02	5.55
96	12.36	8.09	15.88	6.30

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa pada IPAL Nglebeng semakin lama waktu paparan maka nilai TU semakin besar, dapat diartikan bahwa semakin lama waktu paparan maka semakin toksik. Pada waktu pemaparan 24, 48, 72 dan 96 jam di influen nilai TU pada IPAL Nglebeng masuk dalam kategori kelas II yaitu *significant acute toxicity*.

Tabel 4.11. Nilai TU pada IPAL Sukunan

Waktu (jam)	Influen		Efluen	
	LC 50	TU	LC 50	TU
24	34.14	2.93	38.41	2.60
48	32.00	3.13	30.06	3.33
72	54.66	1.83	33.14	3.02
96	28.04	3.57	33.14	3.02

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa pada IPAL Sukunan semakin lama waktu paparan maka nilai TU semakin besar, dapat diartikan bahwa semakin lama waktu paparan maka semakin toksik. Pada waktu pemaparan 24, 48, 72 dan 96 jam nilai TU pada IPAL Pamotan Lor masuk dalam kategori kelas II yaitu *significant acute toxicity*. 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*.

4.4. Keterkaitan Nilai Toksisitas (IC₅₀) Terhadap Parameter Fisika Kimia

Apabila limbah IPAL Komunal pada influen dan efluen parameter fisika dan kimianya dibandingkan pada baku mutu sesuai PerMen LHK No. 68 Tahun 2016. Influen juga dibandingkan dengan baku mutu dengan asumsi hasil dari ifluen merupakan air limbah tanpa pengolahan dan masuk ke badan air. Hasil dari pengujian dan parameter apa saja yang melebihi baku mutu dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 4.12 Parameter Fisika dan Kimia Pada Influen

No.	IPAL	Sampel	BOD	COD	TSS	NH3	Minyak Lemak	pH	LC50
1	IPAL Dokaran	Influen	483.87	153.75	671.67	38.35	197	7.1	13.89
2	IPAL Grojogan	Influen	282.26	352.5	1205	40	606	7.1	13.04
3	IPAL Pamotan Lor	Influen	967.74	410	323.33	12	130	7.4	12.52
4	IPAL Nglebeng	Influen	483.87	235	273.33	9.84	86	7.2	14.58
5	IPAL Sukunan II	Influen	201.61	500	80	3.51	4	7	28.04

Tabel 4.13 Parameter Fisika dan Kimia Pada Efluen

No.	IPAL	Sampel	BOD	COD	TSS	NH3	Minyak Lemak	pH	LC50
1	IPAL Dokaran	Efluen	68.55	143.75	483.33	37.17	39	7.1	19.67
2	IPAL Grojogan	Efluen	56.45	122.5	303.33	37.64	177	7.1	18.64
3	IPAL Pamotan Lor	Efluen	84.68	222.5	185	11.44	91	7.4	13.29
4	IPAL Nglebeng	Efluen	16.13	167.5	115	6.54	14	7.2	13.43
5	IPAL Sukunan II	Efluen	92.74	331.25	16.67	2.85	1	7	33.14

Keterangan: Font berwarna merah artinya melebihi baku mutu

4.4.1. Hasil Korelasi Parameter Fisika Kimia dan Nilai LC₅₀

Tabel 4.14 Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.817 ^a	.668	.253	6.17640	1.610
a. Predictors: (Constant), MINYAK LEMAK, COD, BOD, AMONIA, TSS					
b. Dependent Variable: LC50					

Sumber: Analisis Data

Setelah melakukan analisis menggunakan metode regresi linier berganda maka didapatkan hasil seperti tabel 4.14. Pada tabel 4.14 Didapatkan nilai R sebesar 0.817 apabila dijadikan persen maka menjadi 81,7 %, hal ini dapat diartikan bahwa nilai BOD, COD, TSS, Amonia dan minyak lemak mempunyai hubungan yang sangat kuat. Apabila dilihat dari nilai eror pada tabel 4.14, nilai errornya yaitu sebesar 6.176, nilai eror merupakan nilai yang menunjukkan keakuratan data apabila data tersebut semakin mendekati nol maka data tersebut semakin akurat. Nilai eror yang didapat dari hasil analisis jauh diatas nol sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat keakuratannya kurang.

Tabel 4.15 ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	306.851	5	61.370	1.609	.333 ^b
	Residual	152.592	4	38.148		
	Total	459.443	9			
a. Dependent Variable: LC50						
b. Predictors: (Constant), MINYAK LEMAK, COD, BOD, AMONIA, TSS						

Sumber: Analisis Data

Pada tabel 4.15. Didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,33% hal ini dapat dikatakan bahwa variable BOD, COD, TSS, Amonia dan minyak lemak memiliki hubungan yang kuat tetapi hubungan tersebut tidak signifikan karena hubungan itu dapat dikatakan signifikan apabila nilai sig. tidak lebih dari 0,05. Cara selanjutnya yaitu membandingkan F tabel dengan F hitung, nilai F-hitung adalah nilai F yang dihasilkan dari analisis yang terdapat pada tabel 4.15 yaitu 1,609. Sedangkan nilai F-tabel didapat dari menghitung jumlah df, df yang harus dicari adalah df1 dan df2, rumus $df1=k-1$ dan $df2=n-k$, dimana k adalah jumlah variable bebas dan n adalah jumlah sampel. Maka jumlah $df1=5-1=4$ dan $df2=10-5=5$, dengan nilai $df1=4$ dan $df2=5$ maka ditarik garis horizontal dan vertikal pada tabel distribusi F, didapatkan nilai F tabel sebesar 5,192168. Maka dapat disimpulkan bahwa $F_{tabel} > F_{hitung}$, sehingga seluruh variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen.

Tabel 4.16 Koefisien

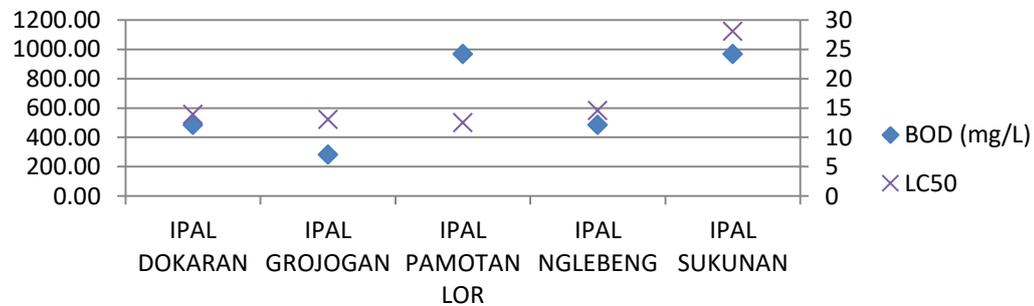
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.322	8.699		.957	.393
	AMONIA	.317	.290	.714	1.094	.336
	TSS	-.014	.021	-.717	-.695	.525
	BOD	-.012	.008	-.503	-1.538	.199
	COD	.049	.024	.875	2.017	.114
	MINYAK LEMAK	-.007	.033	-.171	-.201	.851
a. Dependent Variable: LC50						

Sumber: Analisis Data

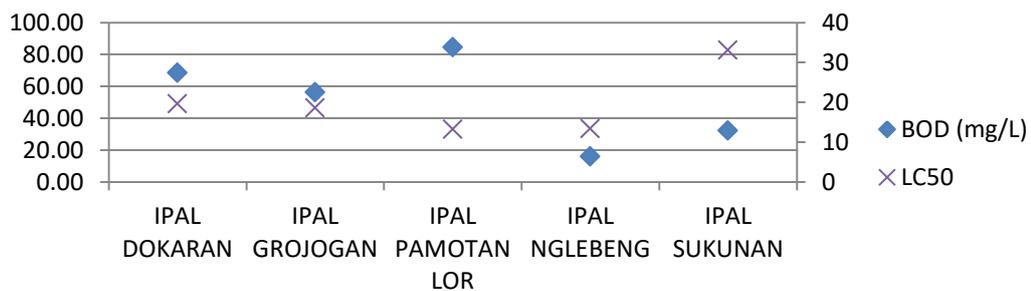
Cara lainnya yaitu dengan menghitung T-tabel. T hitung didapatkan dari hasil analisis yang terdapat pada tabel 4. Sedangkan T-tabel didapatkan dengan rumus $df=n-k-1$ jadi $df = 10-5-1 =4$, setelah itu nilai df yang didapatkan dilihat pada tabel distribusi T. maka nilai T-tabel yang didapatkan menggunakan tabel dstibusi T yaitu 2,131847. Sehingga dapat disimpulkan bahwa $T_{tabel} > T_{hitung}$ maka dapat dikatakan semua parameter tidak berpengaruh secara signifikan terhadap LC_{50} .

Kesimpulannya 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.

4.4.2. Perbandingan nilai LC_{50} Dengan Parameter Fisika Kimia Pada Influen Dan Efluen IPAL

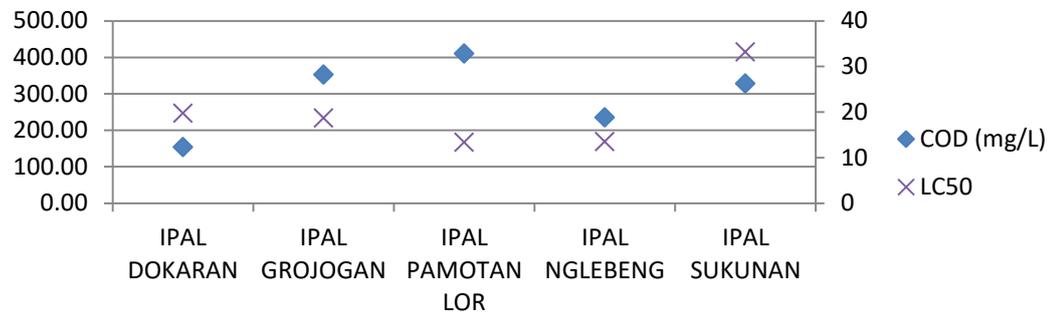


(a)

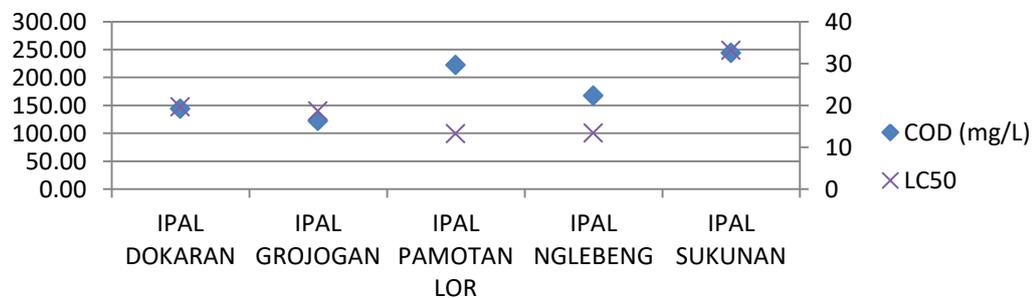


(b)

Gambar 4.12. Perbandingan LC_{50} dan BOD pada (a) influen dan (b) efluen IPAL. Pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa apabila kadar BOD tinggi maka nilai LC_{50} rendah karena semakin rendah nilai LC_{50} maka semakin toksik, hal ini sesuai pada semua IPAL, seperti kadar BOD pada IPAL Pamotan Lor terbilang tinggi dan nilai LC_{50} nya rendah berarti semakin toksik. Tetapi pada influen IPAL Sukunan kadar BOD tinggi dan nilai LC_{50} juga tinggi yang berarti kurang toksik. Kandungan BOD didalam air yang sesuai untuk hidup udang galah yaitu 25-39,1 mg/L (Farkhan,2016). Karena kadar BOD pada semua IPAL baik pada influen maupun efluen terbilang tinggi kecuali pada IPAL Nglebeng saja yang memenuhi baku mutu. Sehingga diduga BOD mempengaruhi mortalitas pada hewan uji karena kadar BOD yang tinggi pada influen dan efluen.



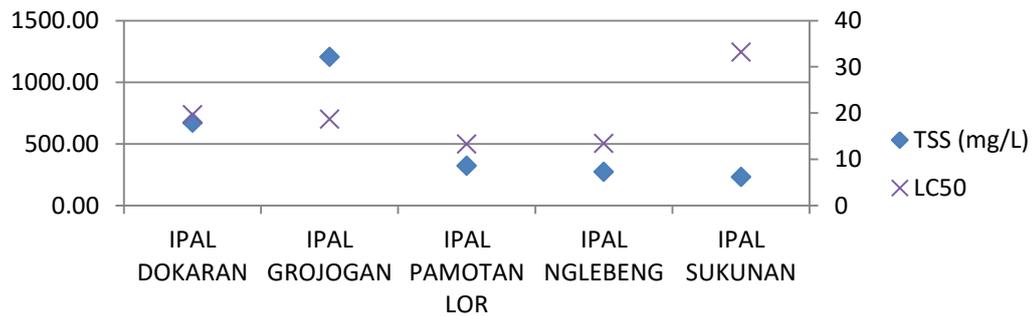
(a)



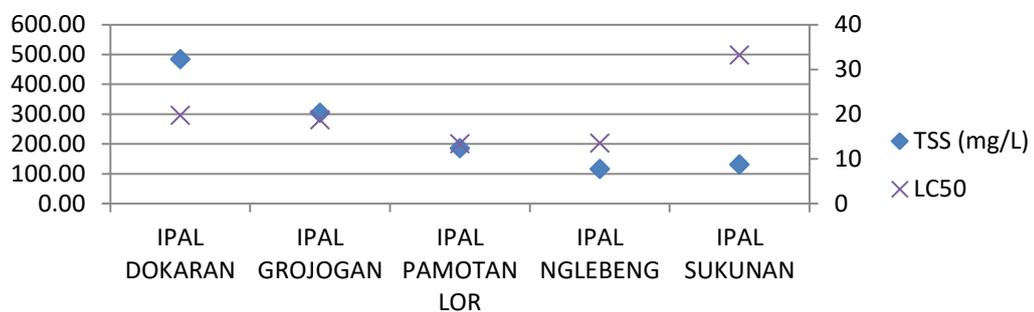
(b)

Gambar 4.13.perbandingan LC_{50} dan COD pada (a) influen dan (b) efluen IPAL

Pada gambar diatas dapat dijelaskan yaitu apabila kadar COD tinggi maka nilai LC_{50} nya kecil, tetapi pada IPAL Sukunan tidak sesuai karena nilai LC_{50} nya tinggi dan kadar CODnya tinggi. Kadar COD yang sesuai untuk hidup udang yaitu pada kisaran 40-80 mg/L (Farkhan,2016). Dari hasil analisis pada influen dan efluen IPAL, kadar COD pada semua IPAL tidak ada yang memenuhi baku mutu. Sehingga diduga COD merupakan salah satu parameter yang menyebabkan mortalitas pada hewan uji.



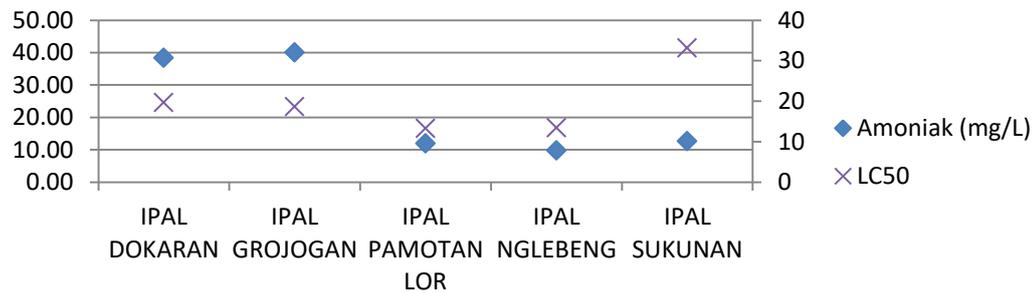
(a)



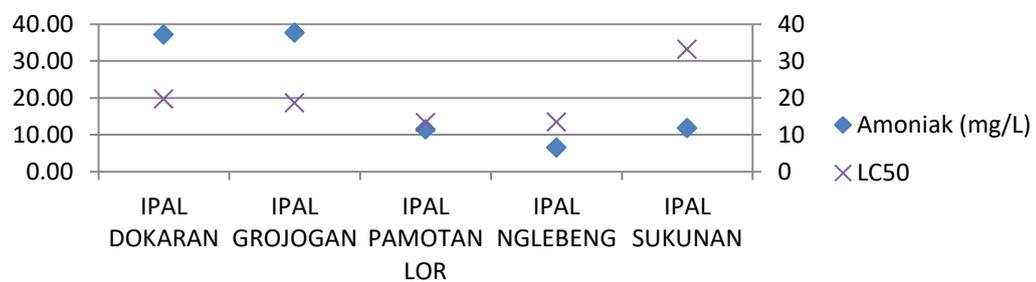
(b)

Gambar 4.14. Perbandingan LC₅₀ dan TSS pada (a) influen dan (b) efluen IPAL

Pada gambar diatas dapat dijelaskan yaitu apabila kadar TSS tinggi maka nilai LC₅₀nya kecil. Kadar TSS yang sesuai untuk hidup udang yaitu pada kisaran <400 mg/L (Farkhan,2016). Dari hasil analisis pada influen dan efluen IPAL, kadar TSS yang memenuhi baku mutu hanya pada IPAL Sukunan, dan selain IPAL Sukunan tidak memenuhi baku mutu. Sehingga diduga TSS merupakan salah satu parameter yang menyebabkan mortalitas pada hewan uji.



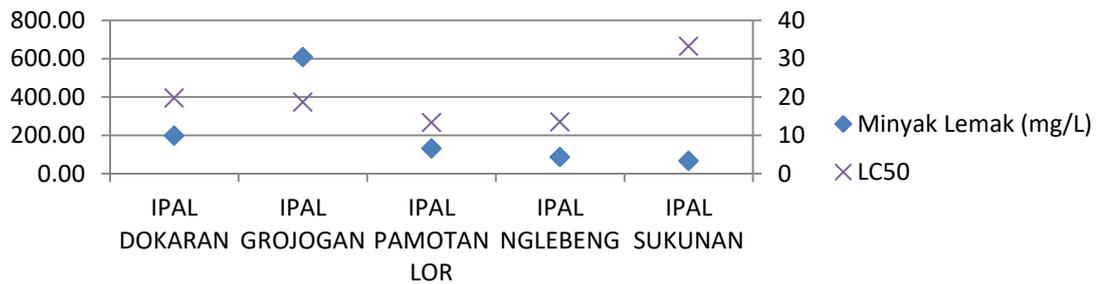
(a)



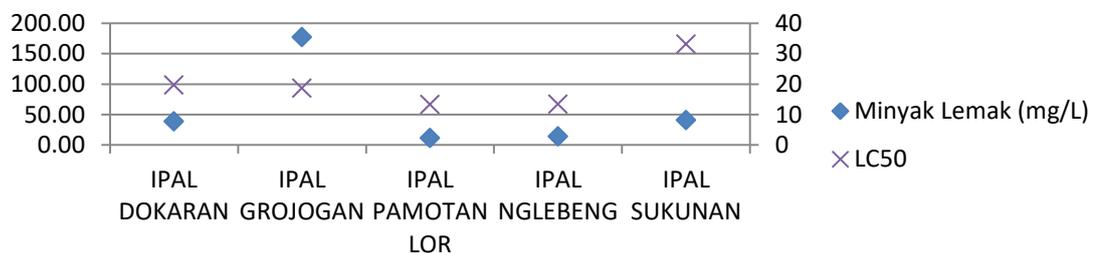
(b)

Gambar 4.15. Perbandingan LC₅₀ dan Amoniak pada (a)influen dan (b) efluen IPAL

Pada gambar diatas dapat dijelaskan yaitu apabila kadar Amonia tinggi maka nilai LC₅₀nya kecil begitupun sebaliknya. Kadar Amonia yang sesuai untuk hidup udang yaitu pada kisaran 0,2-0,8 mg/L (Farkhan,2016). Dari hasil analisis pada influen dan efluen IPAL, kadar Amonia yang memenuhi baku mutu hanya pada IPAL Sukunan selain itu kadar amonia melebihi baku mutu. Sehingga diduga Amonia merupakan salah satu parameter yang menyebabkan mortalitas pada hewan uji.



(a)



(b)

Gambar 4.16. Perbandingan LC_{50} dan Minyak lemak pada (a) influen dan (b) efluen IPAL

Pada gambar diatas dapat dijelaskan yaitu apabila kadar minyak lemak tinggi maka nilai LC_{50} nya kecil begitupun sebaliknya. Minyak lemak merupakan senyawa organik yang tidak mudah terurai, sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan oksigen yang ada pada badan air atau berpengaruh pada oksigen terlarut dalam air menyebabkan DO dalam air turun (Sahubawa,2011). Kadar minyak lemak pada IPAL Sukunan saja yang memenuhi baku mutu, selain itu semua IPAL memiliki kadar minyak lemak yang tinggi terutama pada IPAL Grojogan dan Dokaran. Tetapi selama pengujian toksik untuk mengatur kadar DO digunakan aerator sehingga kemungkinan kecil apabila kadar DO sebagai penyebab kematian hewan uji.

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.

4.5. Pengaruh Limbah IPAL Terhadap Tingkah Laku Hewan Uji Selama Pengujian Toksisitas

Pengamatan dilakukan saat benur udang dimasukkan ke dalam reaktor yang telah dimasukkan toksikan dengan beberapa konsentrasi tertentu. Pengamatan dilakukan apakah ada perubahan-perubahan yang terjadi pada hewan uji. Tingkah laku hewan uji yang diamati yaitu gerakan dari benur udang, cara berenang, respon dari benur udang dan perubahan warna tubuh. (Effendi, 2011)

Saat *macrobrachium rosenbergii* dimasukkan ke dalam reaktor uji pada konsentrasi air limbah $\leq 50\%$ tingkah laku hewan uji normal. Gerakan dan cara berenang udang masih baik dan normal. Tetapi pada saat pengujian pada IPAL Grojogan pada konsentrasi 50% tingkah laku hewan uji tidak normal, hewan uji menjadi agresif dan berenang secara acak dan loncat keluar reaktor, respon seperti itu diduga dikarenakan pengaruh dari toksikan yang menyerang sistem saraf pusat pada hewan uji. (Pong-Masak, 2003).

. Dapat dilihat dari segi tingkah laku *macrobrachium rosenbergii* akan menjadi agresif ketika mengalami stress, hal itu terjadi ketika hewan uji dimasukkan pada air limbah konsentrasi 100%, *macrobrachium rosenbergii* berenang secara acak dan loncat keluar reaktor pada saat menit pertama dimasukkan dan akan mati semua ketika 24 jam pengujian. Pada konsentrasi 6,25%; 12,5%; 25% dan 50% setelah beberapa jam pengujian pergerakan hewan uji menjadi menurun. *macrobrachium rosenbergii* yang mati diakibatkan kekurangan oksigen terlihat dari ciri-ciri tubuhnya yang bewarna merah muda. Dilihat dari warnanya hewan uji yang masih hidup setelah 96 jam warna tubuhnya berubah menjadi lebih gelap dibandingkan dari warna tubunya sebelum pengujian yang cenderung bening.