

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum IPAL

Dalam menentukan lokasi penelitian, perlu dilakukan analisis data sekunder. Data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya bagian Direktorat (SATKER PLP-BM) Satuan Kerja Penyehatan Lingkungan Permukiman Berbasis Masyarakat. Data tersebut berisi bahwa Dinas PU membangun 119 IPAL Komunal menggunakan teknologi ABR. Dalam menentukan lokasi penelitian digunakan 2 variabel yaitu cakupan layanan dan usia IPAL. Kriteria cakupan layanan yang digunakan yaitu 85 KK, sedangkan usia IPAL yaitu 5 tahun, oleh karena itu didapat data yang sesuai dengan cakupan layanan <85 KK dan ≥ 85 KK serta usia IPAL yang <5 tahun dan ≥ 5 tahun adalah IPAL Komunal yang ada di Kabupaten Bantul. Sehingga, penelitian dilakukan di Yogyakarta dengan sampel yang berasal dari IPAL Komunal di Kecamatan Bantul, yaitu 3 (tiga) IPAL di Desa Bantul, 1 (satu) IPAL lainnya di Desa Sabdodadi, Kabupaten Bantul, serta sebagai pembanding IPAL Komunal Sukunan di Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.1.1 IPAL Komunal Manding Serut

IPAL Komunal Manding Serut terletak di Desa Sabdodadi, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. IPAL ini dibangun pada tahun 2014 dengan teknologi pengolahan ABR yang mempunyai 7 (tujuh) sekat didalamnya. Cakupan pelayanan IPAL ini sebanyak 66 Sambungan Rumah (SR) atau 80 KK dengan kapasitas 264 jiwa. Biaya perawatan didapat dari penarikan dana sebesar Rp 5.000,-/bulan untuk setiap Sambungan Rumah (SR). Pemantauan pada IPAL ini dilakukan 2 bulan sekali oleh Dinas PUPR D.I. Yogyakarta.



Gambar 4. 1 IPAL Komunal Manding Serut

4.1.2 IPAL Komunal Babadan I

IPAL Komunal Babadan I dibangun di Desa Bantul, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul pada tahun 2012 dengan kapasitas 200-300 KK dengan teknologi pengolahan ABR dengan sekat sebanyak 8 sekat. Pemantauan dilakukan oleh Dinas PUPR D.I. Yogyakarta. Sampai saat ini cakupan layanan IPAL Babadan I sebanyak 100 KK.



Gambar 4. 2 IPAL Komunal Babadan I

4.1.3 IPAL Komunal Babadan II

IPAL Komunal Babadan II dibangun di Desa Bantul, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul pada tahun 2013 dengan kapasitas 300 KK. Hingga saat ini telah melayani 90 KK. Teknologi yang digunakan pada IPAL ini yaitu ABR dengan sekat sebanyak 6 sekat. Pemantauan dan pengawasan dilakukan oleh BLH D.I. Yogyakarta.



Gambar 4. 3 IPAL Komunal Babadan II

4.1.4 IPAL Manden (Babadan III)

IPAL Komunal Babadan III dibangun sejak tahun 2012 di Desa Bantul, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul dengan kapasitas layanan 100 KK. Ipal ini dibangun menggunakan teknologi ABR dengan sekat 7 buah. Hingga saat ini sudah melayani 80 KK. Pemantauan dan pengawasan dilakukan oleh BLH D.I. Yogyakarta.



Gambar 4. 4 IPAL Komunal Babadan III

4.1.5 IPAL Komunal Sukunan

IPAL Komunal Sukunan dibangun pada tahun 2008 di Desa Sukunan, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman oleh PUSTEKLIM. IPAL ini dibangun dengan teknologi *Aerobic Filter* dan *Contact Aeration*. IPAL ini melayani sekitar 15 KK.



Gambar 4. 5 IPAL Komunal Sukunan

4.2 Kualitas Air Limbah

Kualitas air limbah domestik dapat dilihat dari beberapa parameter fisik kimia yang terkandung dalam air limbah. Parameter fisik kimia yang diuji diantaranya, BOD, COD, TSS, Amoniak, Minyak & Lemak, serta pH. Adapun tabel hasil pengujian parameter fisik kimia pada IPAL Komunal yang ada di Kecamatan Bantul. Adapun hasil pengujian parameter fisik kimia yang ada pada IPAL di Kecamatan Bantul, sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Parameter Fisika Kimia Air Limbah (Efluen)

IPAL	Teknologi	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	NH3 (mg/L)	M&L (mg/L)	pH
Baku Mutu PermenLHK No. 68 Tahun 2016		30	100	30	5	10	6 s.d. 9
Baku Mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016		75	200	75	-	10	6 s.d. 9

IPAL	Teknologi	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	M&L (mg/L)	pH
IPAL Manding Serut	ABR	12	308	73	0,39	127	6
IPAL Babadan I	ABR	28	260	160	0,38	130	7
IPAL Babadan II	ABR	93	248	188	23	40	7,1
IPAL Manden	ABR	105	375	215	23	37	7,2
IPAL Sukunan	Blower	93	331	17	3	1	7

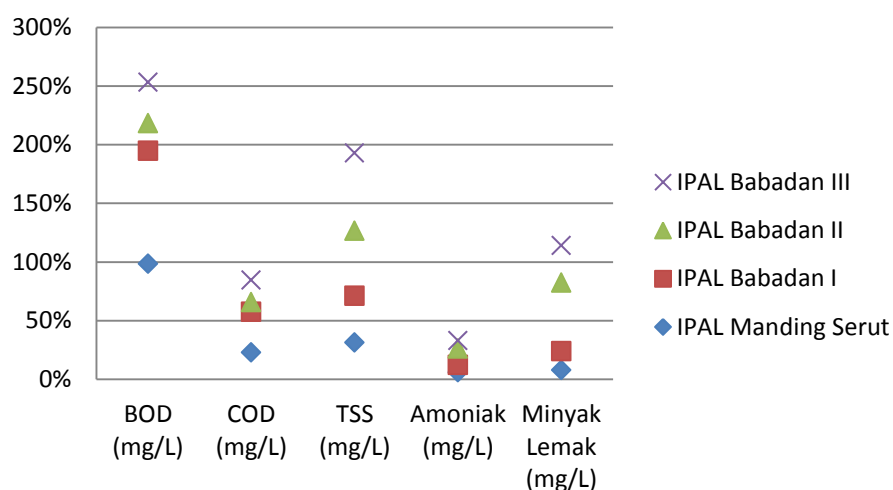
Sumber: Analisis Data

Dari Tabel 4.1 diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kualitas air limbah pada IPAL Komunal yang ada di Kecamatan Bantul sebagian besar melebihi baku mutu, baik dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PerMenLHK) No. 68 Tahun 2016 maupun Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016. Parameter yang melebihi baku mutu diantaranya adalah BOD, COD, TSS, amoniak, dan minyak lemak. Sedangkan, parameter yang kurang dari baku mutu yaitu pH dan amoniak. Jika dilihat dari kadar masing-masing parameter, maka IPAL Komunal yang memiliki kadar BOD yang lebih dari baku mutu yaitu IPAL Babadan II, IPAL Manden (Babadan III), dan IPAL Sukunan. Untuk kadar COD, semua IPAL Komunal di Kecamatan Bantul dan IPAL Sukunan memiliki kadar COD yang melebihi baku mutu. Kadar TSS yang melebihi baku mutu terdapat pada IPAL Manding Serut, IPAL Babadan I, IPAL Babadan II, dan IPAL Manden (Babadan III). IPAL Komunal yang memiliki kadar amoniak yang melebihi baku mutu yaitu IPAL Babadan II dan IPAL Manden (Babadan III). Kadar minyak dan lemak yang melebihi baku mutu terdapat pada IPAL Manding Serut, IPAL Babadan I, IPAL Babadan II, dan IPAL Manden (Babadan III). Sedangkan, untuk nilai pH pada semua IPAL Komunal yang diteliti serta IPAL pembanding memiliki nilai pH kurang dari baku mutu.

Berdasarkan Tabel 4.1, teknologi yang digunakan dari setiap IPAL komunal mempengaruhi kualitas efluen yang dihasilkan. Pada IPAL Komunal yang menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) diperoleh kualitas efluen yang masih melebihi baku mutu. Menurut (Tanaka, 2015), sistem pengolahan air limbah ABR membutuhkan debit aliran air limbah yang kontinu

(konstan). Sedangkan, pada IPAL yang menggunakan teknologi ABR memiliki debit yang fluktuatif. Hal ini yang menyebabkan saat pengambilan sampel menggunakan metode *Composite Sample*. Pengolahan air limbah dengan sistem ABR memerlukan unit pra pengolahan yang berguna untuk meratakan dan menyisihkan beban organik, serta memisahkan lemak dan padatan dari air limbah (Hastuti, 2017). Hal yang perlu diperhatikan pada unit pra pengolahan yaitu waktu detensi tidak lebih dari 1,5 jam, sehingga tidak akan terjadi pelarutan kembali bahan organik yang dapat menyebabkan permasalahan bau dan turunnya penyisihan BOD (Davis, 2015). Berdasarkan observasi lapangan, IPAL Komunal Babadan I, Babadan II, dan Babadan III tidak mempunyai unit pra pengolahan atau unit penyaringan. Hal ini menyebabkan tingginya kadar TSS pada influen maupun efluen IPAL. Selain itu, konfigurasi sekat yang terdapat pada IPAL mempengaruhi distribusi aliran yang dihasilkan. Distribusi aliran yang terdapat pada IPAL berpengaruh dengan lamanya waktu retensi pada proses pengolahan. Rendahnya waktu retensi menyebabkan rendahnya efisiensi BOD dan COD pada efluen (Hastuti, 2017). Untuk mencapai kecepatan aliran yang rendah, perbandingan rasio *up-flow* dan *down-flow* pada penempatan sekat ditengah kompartemen yaitu 2 : 1 (Foxon et. al, 2006). Jumlah sekat pada IPAL Manding Serut dan IPAL Babadan III yaitu 7 (tujuh) sekat, IPAL Babadan I berjumlah 8 (delapan) sekat, serta IPAL Babadan II berjumlah 6 (enam) sekat. Untuk mendegradasi padatan, sistem ABR minimal mempunyai 3 (tiga) kompartemen (Matsuo, 2001). Nilai pH yang dihasilkan pada efluen IPAL (6-7) rata-rata mempunyai nilai netral, hal ini disebabkan karena adanya proses resirkulasi. Resirkulasi pada IPAL dengan sistem ABR dapat mengatasi pH rendah yang disebabkan oleh konsentrasi air limbah awal yang tinggi (Liu, et.al, 2010). Selain itu, resirkulasi dapat mengencerkan air limbah dan mengurangi kadar amonium (NH_4N) yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat pengaruhnya dengan kadar amoniak yang dihasilkan pada efluen IPAL Manding Serut dan IPAL Babadan I berturut-turut yaitu 0,39 mg/L dan 0,38 mg/L. Sedangkan, pada efluen IPAL Komunal Sukunan yang menggunakan teknologi blower (*Biofilter Anaerob Aerob*) diperoleh hasil pengujian kualitas air limbah yang melebihi baku mutu

yaitu BOD dan COD, sedangkan kadar TSS, NH₃, dan Minyak Lemak sudah memenuhi baku mutu. Menurut (Wahyuni, 2016) prosentase penurunan BOD pada teknologi blower tanpa koagulan diperoleh hasil tertinggi yaitu 86,5% dan penurunan BOD terendah yaitu 35%. Sedangkan, prosentase penurunan COD tertinggi yaitu 83% dan penurunan COD terendah yaitu 30%. IPAL Komunal Sukunan menggunakan teknologi blower tanpa adanya penambahan koagulan. Prosentase penurunan BOD dan COD yang dihasilkan pada efluen IPAL Sukunan rendah yaitu sekitar 54% (BOD) dan 33,75% (COD). Oleh karena itu, kadar BOD dan COD yang dihasilkan pada efluen IPAL masih melebihi baku mutu. Berdasarkan (Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Mudik dan Sarana Kesehatan, 2011) proses pengolahan air limbah menggunakan teknologi *biofilter anaerob-aerob* dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik. Oleh karena itu kadar TSS yang dihasilkan pada IPAL Sukunan memenuhi baku mutu. Prosentase penurunan kadar NH₃ pada IPAL dengan teknologi biofilter anaerob-aerob mencapai 99,13% (Yudha, 2013). Hal ini disebabkan mikroorganisme tidak mendapat suplai makanan dan oksigen yang mencukupi. Suplai makanan dan oksigen yang tidak mencukupi menyebabkan terjadinya proses nitrifikasi oleh mikroorganisme aerob (Widayat et.al, 2010) yang mengakibatkan terjadinya penurunan kadar NH₃ pada IPAL Sukunan.



Gambar 4. 6 Grafik Removal Parameter Fisik-Kimia
IPAL Komunal di Kecamatan Bantul

Pada Gambar 4.6 diatas dapat dilihat removal parameter fisik-kimia pada IPAL Komunal di Kecamatan Bantul dapat dikatakan kurang efektif. Karena, sebagian besar persen removal pada IPAL di Kecamatan Bantul rata-rata dibawah 60%. Menurut (Septyani, 2016) rendahnya efisiensi removal dapat disebabkan oleh faktor dari pengolahan biologis anaerobik, yaitu pada kondisi dimana mikroorganisme mengalami kematian karena adanya persaingan antar populasi. Hal ini mengakibatkan, laju kematian mikroorganisme lebih tinggi daripada laju pertumbuhannya (Septyani, 2016). Persen removal BOD paling tinggi sampai paling rendah yaitu IPAL Manding Serut, IPAL Babadan I, dan IPAL Manden (Babadan III), dan IPAL Babadan II dengan nilai masing-masing 98%, 97%, 35%, dan 23%. Urutan persen removal COD paling tinggi sampai rendah yaitu IPAL Babadan I, IPAL Manding Serut, IPAL Manden, dan IPAL Babadan II dengan nilai masing-masing 35%, 23%, 19%, dan 8%. Persen removal parameter TSS yang paling tinggi sampai rendah yaitu IPAL Manden, IPAL Babadan II, IPAL Babadan I, dan IPAL Manding Serut dengan nilai masing-masing 66%, 55%, 40%, dan 31%. Kemudian, untuk parameter amoniak yaitu IPAL Babadan II, IPAL Manden, IPAL Manding Serut, dan IPAL Babadan dengan nilai masing-masing yaitu, 14%, 7%, 6%, dan 6%. Sedangkan untuk persen removal parameter minyak dan lemak yaitu, IPAL Babadan II, IPAL Manden, IPAL Babadan I, dan IPAL Manding Serut dengan nilai masing-masing 58%, 31%, 16%, dan 8%.

4.3 Pengujian Toksisitas

Pengujian toksisitas dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya yaitu proses aklimatisasi, *Range Finding Test*, dan *Definitif Test*. Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian *Daphnia magna* dengan lingkungan baru (laboratorium) (Christin, 2015). Uji pendahuluan merupakan tahapan dilakukan pengujian toksisitas terhadap *Daphnia magna* untuk mengetahui konsentrasi air limbah yang menyebabkan kematian 50% pada *Daphnia magna* dalam waktu 24 jam. Setelah itu, dilakukan pengujian toksisitas pada *Daphnia magna* dengan konsentrasi baru yang sudah didapatkan pada uji pendahuluan. Pengujian

toksistas akut dilakukan dalam waktu satu sampai dengan empat hari untuk mendapatkan nilai LC50 pada kematian hewan uji (Husni, 2011).

4.3.1 Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan tahapan untuk menyesuaikan hewan uji (*Daphnia magna*) dengan lingkungan baru (laboratorium) (Christin, 2015). Tahapan ini dilakukan selama satu hari pada setiap uji pendahuluan dan uji toksistas. Selama aklimatisasi dilakukan pengukuran pH, Suhu, dan *Dissolved Oxygen* (DO) (Christin, 2015). Dari hasil pengujian didapat nilai pH 5,9-6,5, artinya *Daphnia* masih berada dalam batas optimum pH untuk hidup yaitu 6-9 (USEPA, 2002). Nilai Suhu didapat 25-27⁰C masih dalam batas toleransi kehidupan *Daphnia* yaitu kisaran 18⁰C-29⁰C. Sedangkan, nilai DO didapat sekitar 5,9-8,3 mg/L, maka *Daphnia* masih bisa hidup pada kadar minimum DO yaitu 3,5 mg/L, sedangkan kadar DO optimum untuk kehidupan *Daphnia* yaitu antara 4,2-5,1 mg/L (USEPA, 2002).

4.3.2 Uji Pendahuluan (*Range Finding Test*)

Uji pendahuluan (*Range Finding Test*) dilakukan untuk menentukan konsentrasi air limbah IPAL Komunal tertinggi yang dapat menyebabkan kematian total *Daphnia* dan konsentrasi terendah yang tidak menyebabkan kematian total *Daphnia* selama 24 jam. Konsentrasi yang digunakan dalam uji pendahuluan menurut (USEPA, 2002) yaitu 6,25%, 12,5%, 25%, 50%, 100% dan satu konsentrasi 0% (blanko). Selama pengujian dilakukan pengukuran pH, suhu, dan DO saat 0 jam dan setelah 24 jam dilakukan pengukuran kematian, pH, suhu, dan DO (Christin, 2015). Hewan uji yang digunakan pada uji pendahuluan yaitu 5 buah per gelas untuk mempermudah agar kita dapat mengetahui 50% kematian hewan uji (USEPA, 2002). Dari hasil pengujian didapat konsentrasi yang sama untuk pengujian *Definitif Test* pada influen dan efluen IPAL Manding Serut yaitu 6,25% konsentrasi terendah dan 100% untuk konsentrasi tertinggi. IPAL Babadan I dan IPAL Babadan II diperoleh konsentrasi baru yang sama untuk pengujian *Definitif Test* 6,25% konsentrasi terendah dan 100% untuk konsentrasi tertinggi untuk influen dan 12,5% konsentrasi terendah dan 100% untuk konsentrasi

tertinggi untuk efluen. Sedangkan IPAL Babadan III dan IPAL Sukunan (Pemanding) didapat konsentrasi yang sama untuk pengujian *Definitif Test* pada influen dan efluen IPAL yaitu 6,25% konsentrasi terendah dan 100% untuk konsentrasi tertinggi. Adapun hasil dari *Range Finding Test* pada setiap IPAL Komunal dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Konsentrasi Hasil *Range Finding Test*

IPAL	Konsentrasi Hasil <i>Range Finding Test</i>	
	Influen	Efluen
Manding Serut	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%
Babadan I	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%	12,5%; 21,02%; 35,36%; 59,46%; 100%
Babadan II	6,25%; 12,5%; 25%; 50%; 100%	12,5%; 21,02%; 35,36%; 59,46%; 100%
Babadan III	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%

Sumber: Analisis Data

4.3.3 Uji Definitif (*Definitif Test*)

Definitif Test dilakukan selama 96 jam, dimana setiap 24 jam dilakukan pengukuran DO, pH, suhu, dan kematian pada setiap konsentrasi (Christin, 2015). Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai LC50 pada *Daphnia* yang telah terpapar air limbah. Konsentrasi yang digunakan pada *Definitif Test* yaitu lima konsentrasi baru yang didapatkan dari *Range Finding Test* (USEPA, 2002).

4.3.3.1 Nilai LC50

Nilai LC50 dihitung menggunakan metode yang sesuai dengan data mortalitas yang didapat pada uji toksisitas (USEPA, 2002). Berdasarkan Gambar 3.3 serta data mortalitas yang didapatkan saat pengujian toksisitas, maka nilai LC50 dihitung menggunakan metode menggunakan Metode Spearman-Kärber dan Metode Trimmed Spearman-Kärber. Untuk mengetahui tingkat toksisitas dari air limbah yang diuji, maka digunakan kriteria toksisitas untuk pengujian dalam laboratorium sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Kriteria Toksisitas Untuk Pengujian Laboratorium (EPA, 2002)

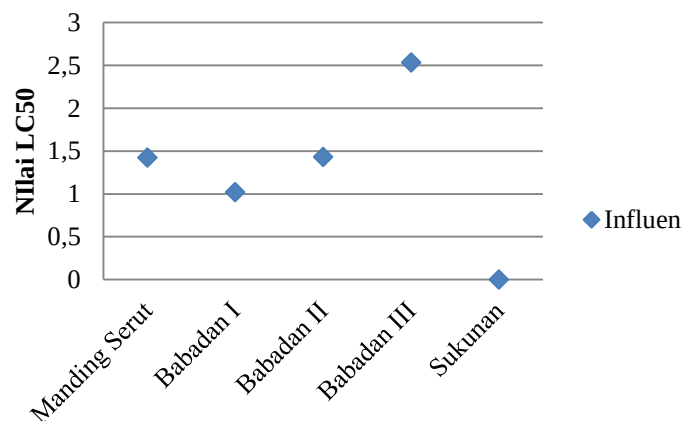
Nilai LC50	Tingkat Toksisitas
<1	Sangat tinggi
1—10	Tinggi
>10—100	Sedang
>100	Rendah

Tabel 4. 4 Nilai LC50 pada Influen dan Efluen IPAL Komunal

IPAL Komunal	Nilai LC50	
	Influen	Efluen
Manding Serut	1,42	4,89
Babadan I	1,02	2,04
Babadan II	1,43	1,02
Babadan III	2,53	1,78
Sukunan	-	-

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan hasil pengamatan, nilai LC50 pada influen 96 pada IPAL Komunal di Kecamatan Bantul adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 7 Nilai LC50 pada Influen IPAL Komunal

Berdasarkan Gambar 4.7 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai LC50 paling rendah sampai paling tinggi berturut-turut yaitu ada pada IPAL Komunal Babadan I (1,02%), IPAL Komunal Manding Serut (1,42%), IPAL Komunal Babadan II (1,43%), IPAL Komunal Babadan III (2,53%), dan IPAL Komunal Sukunan (0%) dapat dilihat pada Tabel 4.4 IPAL ini tidak mempunyai nilai LC50,

dikarenakan selama 96 jam pengujian toksisitas, tidak ada kematian pada organisme uji.

Pengujian parameter kualitas air pada influen IPAL Komunal Babadan I didapatkan nilai pH rerata yaitu 8,28, nilai rerata suhu yaitu 26,1 °C, dan kadar DO 4 mg/L. Apabila dibandingkan dengan nilai optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai PH (8,28) berada dalam kisaran pH optimum yaitu 6,5-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai suhu (26,1°C)) melebihi suhu optimum yaitu 22-31°C (Clare, 2002). Sedangkan nilai DO (4 mg/L) melebihi dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).

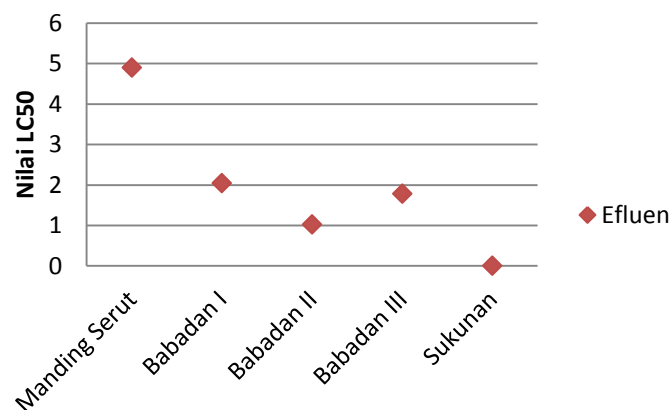
Pada pengujian toksisitas influen IPAL Komunal Manding Serut diperoleh nilai pH rerata yaitu 8,5, suhu rerata yaitu 26,6°C, dan rerata DO yaitu 3,8 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH yaitu pada kondisi optimum yaitu dalam rentang 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai Suhu pada saat pengujian masih berada pada kisaran suhu optimum (22-31°C) untuk kehidupan *Daphnia* (Clare, 2002). Sedangkan, nilai DO melebihi kadar DO minimum (3,5 mg/L) dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003). Pada IPAL Manding Serut tidak ada pengaruh pengujian kualitas air dengan kematian 50% *Daphnia*. Karena, nilai pengujian kualitas air untuk IPAL Manding Serut masih berada pada kondisi optimum bagi kehidupan *Daphnia*. Sedangkan, yang menyebabkan kematian 50% pada *Daphnia* yaitu kesalahan ketika pemberian pakan saat pengujian toksisitas akut. Menurut (Sulasingkin, 2003) ketersediaan pakan yang sesuai dengan jumlah individu *Daphnia* mempengaruhi kelimpahan dan jumlah *Daphnia*. Selain itu, kurangnya nutrisi pakan pada media kultur akan mengakibatkan kompetisi antar individu *Daphnia* dalam mendapatkan makanan (Gunawanti, 2000). Menurut (Mubarak, 2009), apabila pemberian pakan berlebih dapat mengakibatkan dekomposisi bahan organik dalam air yang mengakibatkan bertambahnya kandungan amoniak dalam air limbah.

Pengujian kualitas air pada influen IPAL Komunal Babadan II didapatkan nilai pH rerata yaitu 8, suhu rerata yaitu 26°C, dan nilai DO rerata yaitu 4 mg/L.

Jika dibandingkan dengan nilai optimum pada parameter kualitas air bagi kehidupan *Daphnia*, maka nilai PH berada dalam kisaran pH optimum yaitu 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai suhu rerata masih berada pada kisaran suhu optimum bagi kehidupan *Daphnia* yaitu 22-31⁰C (Clare, 2002). Sedangkan nilai DO melebihi dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).

Pada pengujian toksisitas IPAL Komunal Babadan III diperoleh nilai rerata pH yaitu 8,5, suhu yaitu 26⁰C, dan kadar oksigen yaitu 6 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH masih dalam kisaran pH optimum yaitu 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai suhu pada saat pengujian melebihi suhu optimum (22-31⁰C) (Clare, 2002). Sedangkan nilai DO pada saat pengujian melebihi kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) yaitu 6 mg/L (Mokoginta, 2003).

Pengujian parameter kualitas air pada influen IPAL Komunal Sukunan didapatkan nilai pH rerata yaitu 7, suhu rerata yaitu 26⁰C, dan kadar oksigen yaitu 4 mg/L. Jika dibandingkan dengan nilai dari parameter optimum bagi kehidupan *Daphnia* maka nilai pH masih dalam kisaran pH optimum yaitu 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai suhu (26⁰C) masih berada pada kisaran suhu optimum yaitu 22-31⁰C (Clare, 2002). Sedangkan, nilai kadar oksigen (4 mg/L) melebihi dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).



Gambar 4. 8 Nilai LC50 pada Efluen IPAL Komunal

Berdasarkan Gambar 4.8 nilai LC50 pada efluen IPAL Komunal di Kecamatan Bantul dari yang paling rendah sampai paling tinggi yaitu IPAL Komunal Babadan II (1,02%), IPAL Komunal Babadan III (1,78%), IPAL Komunal Babadan I (2,04%), IPAL Komunal Manding Serut (4,89%), dan IPAL Komunal Sukunan (0%) dapat dilihat pada tabel 4.4 IPAL ini tidak mempunyai nilai LC50, dikarenakan selama 96 jam pengujian toksisitas, tidak ada kematian pada organisme uji.

Pengujian toksisitas efluen IPAL Komunal Babadan II diperoleh nilai pH rerata yaitu 7,2, suhu rerata yaitu 26⁰C, dan DO rerata yaitu 5 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH (7,2) yaitu pada kondisi optimum yaitu dalam rentang 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai Suhu (26⁰C) pada saat pengujian masih berada pada kisaran suhu optimum (22-31⁰C) (Clare, 2002). Nilai DO (5 mg/L) berada pada kisaran kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).

Pengujian toksisitas efluen IPAL Komunal Babadan III diperoleh nilai pH rerata yaitu 8,48, suhu rerata yaitu 26⁰C, dan DO rerata yaitu 6 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH (8,48) yaitu pada kondisi optimum yaitu dalam rentang 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai Suhu (26⁰C) pada saat pengujian melebihi suhu optimum (22-31⁰C) (Clare, 2002). Nilai DO (6 mg/L) melebihi dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan lebih dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).

Pengujian toksisitas efluen IPAL Komunal Babadan I diperoleh nilai pH rerata yaitu 8,4, suhu rerata yaitu 26⁰C, dan DO rerata yaitu 3,2 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH (8,4) yaitu pada kondisi optimum yaitu dalam rentang 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai Suhu (26⁰C) pada saat pengujian masih berada pada kisaran suhu optimum (22-31⁰C) (Clare, 2002). Nilai DO (3,2 mg/L) kurang dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).

Pada pengujian toksisitas efluen IPAL Komunal Manding Serut diperoleh nilai pH rerata yaitu 8,3, suhu rerata yaitu 26⁰C, dan rerata DO yaitu 3,8 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH yaitu pada kondisi optimum yaitu dalam rentang 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai Suhu pada saat pengujian melebihi suhu optimum (22-31⁰C) untuk kehidupan *Daphnia* (Clare, 2002). Nilai DO (3,8 mg/L) melebihi dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003). Pengujian toksisitas efluen IPAL Komunal Sukunan diperoleh nilai pH rerata yaitu 7, suhu rerata yaitu 26⁰C, dan DO rerata yaitu 4 mg/L. Jika dibandingkan dengan parameter kualitas air optimum untuk kehidupan *Daphnia*, maka nilai pH (7) yaitu pada kondisi optimum yaitu dalam rentang 6,6-8,5 (Setiawan, 2006). Nilai Suhu (26⁰C) pada saat pengujian masih berada pada kisaran suhu optimum (22-31⁰C) (Clare, 2002). Nilai DO (4 mg/L) melebihi dari kadar oksigen minimum yaitu 3,5 mg/L dan kurang dari kadar DO optimum (4,2-5,1 mg/L) untuk kehidupan *Daphnia* (Mokoginta, 2003).

Kadar BOD dan COD yang terkandung dalam air limbah mempengaruhi kadar oksigen terlarut (DO) pada air limbah tersebut. Semakin tinggi kadar BOD dan COD yang dihasilkan. Maka, semakin kecil kadar oksigen yang dihasilkan. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah kadar BOD dan COD yang dihasilkan, maka kadar oksigen yang dihasilkan akan semakin tinggi (Wulandari, 2016).

4.3.3.2 Toxic Units (TU)

Toxic Units adalah nilai timbal balik dari konsentrasi limbah dengan banyaknya kematian 50% pada *Daphnia*. Untuk mengetahui tingkat TU dapat dilihat kriteria nilai TU menurut (Henan et.al, 2012) yaitu :

Tabel 4. 5 Kategori Toksisitas dilihat dari kadar TU

TU	Kategori
< 3	<i>non toxic</i>
3 - 10	<i>slightly toxic</i>
10- 50	<i>toxic</i>

TU	Kategori
50- 100	<i>very toxic</i>
> 100	<i>extremely toxic</i>

Adapun nilai TU pada IPAL Komunal di Kecamatan Bantul adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Nilai TU IPAL Komunal Di Kecamatan Bantul

Nilai TU		
IPAL Komunal	Influen	Efluen
Manding Serut	70,44	20,46
Babadan I	97,98	49,01
Babadan II	70,01	97,98
Babadan III	39,50	56,30
Sukunan	-	-

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan Tabel 4.6 diatas, nilai TU pada influen IPAL Manding Serut yaitu 70,44, sedangkan pada efluen didapat nilai TU sebesar 20,46. Pada IPAL Babadan I nilai TU pada influen didapat 97,98, sedangkan pada efluen nilai TU sebesar 49,01. Nilai TU yang didapat pada influen IPAL Komunal Babadan II yaitu 70,01, sedangkan nilai efluen didapat sebesar 97,98. Nilai TU pada influen IPAL Komunal Babadan III didapat sebesar 39,50, sedangkan nilai TU pada efluen yaitu 56,30. Sedangkan, pada influen dan efluen IPAL Komunal Sukunan tidak mempunyai nilai TU dikarenakan selama 96 jam pengujian toksisitas tidak ada organisme uji yang mati. Berdasarkan kategori toksisitas pada Tabel 4.5, maka influen (TU=70,44) dan efluen (TU=20,46) IPAL Manding Serut masuk kedalam kategori *very toxic* dan *toxic* berturut-turut. Pada influen (TU=97,98) IPAL Babadan I termasuk dalam kategori *very toxic*, sedangkan pada efluen (TU=49,01) IPAL Babadan I masuk kedalam kategori *toxic*. Pada influen (TU=70,01) dan efluen (TU=97,98) IPAL Babadan II masuk kedalam kategori *very toxic*. Pada influen (TU=39,50) IPAL Babadan III masuk kedalam kategori *toxic*, sedangkan pada efluen (TU=56,30) IPAL Babadan III masuk kedalam kategori *very toxic*.

Pada Tabel 4.6 dapat dilihat nilai TU pada efluen IPAL Babadan II dan IPAL Babadan III lebih besar dibandingkan dengan nilai influennya. Hal ini disebabkan oleh kedua IPAL ini mempunyai efektivitas rendah dalam menyisihkan parameter fisika kimia yaitu sebesar 32%, selain itu kedua IPAL tidak berjalan dikarenakan kadar minyak dan lemak pada kedua IPAL tinggi, serta cara *maintenance* yang salah. Oleh karena itu penurunan efisiensi pada kedua IPAL sangat lama.

Berdasarkan observasi dapat dilihat pada Gambar 4.9 ketika pengambilan sampel air limbah pada influen IPAL Babadan II ditemukan bahwa tidak adanya filter (unit pra pengolahan) air limbah sebelum masuk pada pengolahan IPAL. Pengolahan air limbah dengan sistem ABR memerlukan unit pra pengolahan yang berguna untuk meratakan dan menyisihkan beban organik, serta memisahkan lemak dan padatan dari air limbah (Hastuti, 2017). Hal ini menyebabkan tebalnya padatan yang menimbulkan kadar TSS yang tinggi pada influen IPAL. Sedangkan, pada IPAL Babadan III ditemukan kadar TSS yang sangat tinggi.



Gambar 4. 9 IPAL Babadan II

4.4 Keterkaitan Nilai Toksisitas (LC50) dengan Parameter Fisika Kimia

Parameter fisika kimia pada air limbah sangat berpengaruh terhadap nilai toksisitas yang dihasilkan. Adapun parameter fisika kimia yang diuji selama penelitian yaitu, BOD, COD, TSS, Amoniak, Minyak Lemak, dan pH.

Tabel 4. 7 Nilai Parameter Fisik Kimia dan LC50 pada Efluen IPAL

IPAL	BOD	COD	TSS	NH3	M&L	LC50
Manding Serut	12,097	307,5	73,33	0,39	127	4,89
Babadan I	28,23	260	160	0,4	130	2,04
Babadan II	92,74	247,5	188,33	22,83	40	1,02
Babadan III	104,83	375	215	22,7	37	1,78
Sukunan	92,74	331,25	16,67	2,8	1	-

Sumber : Analisis Data

Tabel 4. 8 Nilai Parameter Fisik Kimia dan LC50 pada Influen IPAL

IPAL	BOD	COD	TSS	NH3	M&L	LC50
Manding Serut	725,81	398,75	106,67	0,42	138	1,42
Babadan I	806,45	397,50	266,67	0,40	155	1,02
Babadan II	120,97	270,00	421,67	26,48	96	1,43
Babadan III	161,29	461,25	636,67	24,36	54	2,53
Sukunan	201,61	500,00	80,00	3,51	4	0

Sumber : Analisis Data

4.4.1 Hasil Korelasi Antara Nilai LC50 Dan Parameter Fisik Kimia pada Influen dan Efluen IPAL

Tabel 4. 9 Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,874 ^a	,764	,469	1,02393	3,581
a. Predictors: (Constant), MINYAK, TSS, COD, BOD, NH3					
b. Dependent Variable: LC50					

Sumber : Analisis Data

Dari Tabel 4.9, didapatkan nilai R sebesar 0,874 atau sekitar 87,4%. Artinya, nilai BOD, COD, TSS, NH3, dan Minyak Lemak mempunyai hubungan yang sangat kuat sesuai Tabel 3.1 Pedoman Interpretasi Korelasi. Selanjutnya, apabila dilihat dari nilai eror yang dihasilkan yaitu sebesar 1,02393. Nilai ini

menunjukkan tingkat keakuratan model regresi. Semakin mendekati nol, maka model regresi yang dihasilkan semakin akurat.

Tabel 4. 10 ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13,574	5	2,715	2,589	,189 ^b
	Residual	4,194	4	1,048		
	Total	17,767	9			
a. Dependent Variable: LC50						
b. Predictors: (Constant), MINYAK, TSS, COD, BOD, NH3						

Sumber : Analisis Data

Berdasarkan Tabel 4.10 didapatkan nilai signifikansi diperoleh sebesar 0,189. Maka, dapat disimpulkan bahwa variabel BOD, COD, TSS, NH3, dan Minyak Lemak berhubungan kuat akan tetapi tidak berpengaruh secara signifikan. Karena, nilai Sig. lebih dari nilai alfa = 0,05. Kemudian, membandingkan nilai F hitung dengan Ftabel. Nilai Fhitung adalah nilai F yang dihasilkan pada Tabel 4.10 diatas, sedangkan nilai Ftabel adalah nilai F yang dihasilkan dari rumus $df1 = k-1$, $df2 = n-k$, n adalah jumlah sampel sedangkan nilai k adalah jumlah variabel bebas. Kemudian berdasarkan jumlah variabel dan jumlah sampel, didapatkan nilai $df1 = 5-1 = 4$, $df2 = 10-5 = 5$. Berdasarkan tabel distribusi F pada lampiran 7, didapatkan nilai Ftabel sebesar 5,192168. Maka, dapat disimpulkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, artinya seluruh variabel independen tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen.

Tabel 4. 11 Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-3,898	2,975		-1,310	,260
	BOD	-,005	,002	-1,091	-2,858	,046
	COD	,011	,007	,704	1,610	,183
	TSS	-,003	,004	-,406	-,760	,490
	NH3	,060	,068	,503	,883	,427

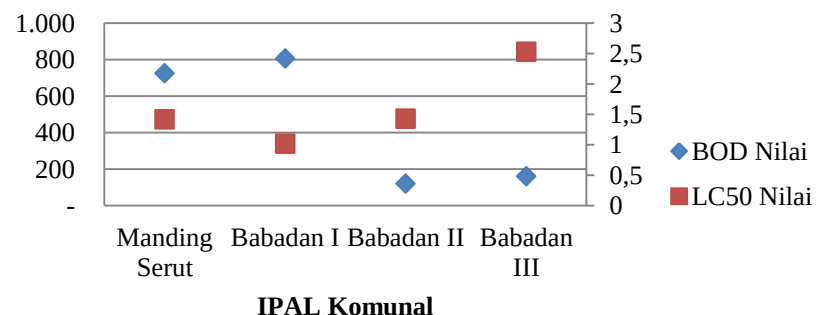
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
MINYAK	,035	,012	1,440	2,848	,047
Dependent Variable : LC50					

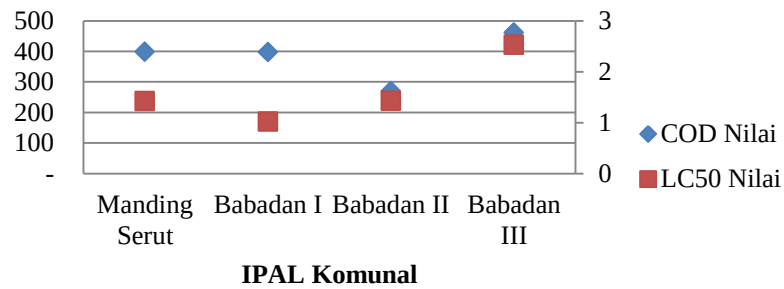
Sumber : Analisis Data

Berdasarkan Tabel 4.11, didapatkan nilai Thitung dari tiap variabel independen. Untuk mendapatkan nilai signifikansi dapat dilakukan lagi dengan membandingkan nilai Thitung dan Ttabel. Thitung adalah nilai T yang dihasilkan pada Tabel 4.11 diatas. Sedangkan Ttabel diperoleh dari rumus $df = n - k - 1$. Dari rumus tersebut, didapatkan nilai $df = 10 - 5 - 1 = 4$. Selanjutnya, berdasarkan tabel distribusi T pada lampiran 7, didapatkan nilai Ttabel sebesar 2,131847. Maka, dapat disimpulkan sebagian besar nilai Ttabel > Thitung, kecuali nilai Ttabel pada variabel Minyak Lemak Ttabel < Thitung. Artinya dari semua variabel independen kecuali Minyak Lemak mempunyai pengaruh yang tidak signifikan terhadap nilai LC50 karena nilai Ttabel > Thitung. Sebaliknya, variabel Minyak Lemak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap nilai LC50 karena nilai Ttabel < Thitung. Berdasarkan nilai regresi, didapatkan persamaan dari nilai B yang terdapat pada Tabel 4.11 yaitu $Y = -3,898 - 0,005X_1 + 0,011X_2 - 0,003X_3 + 0,060X_4 + 0,035X_5$.

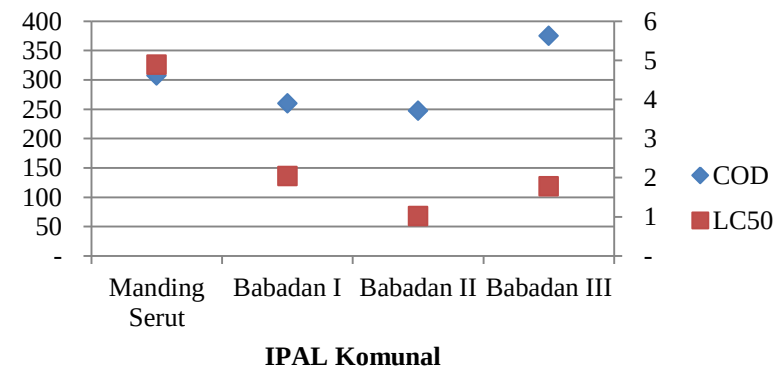
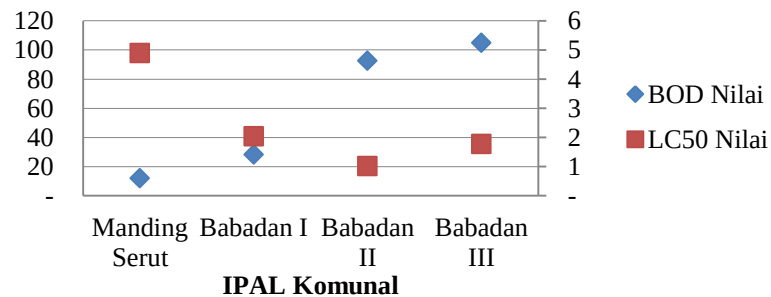
4.4.2 Hubungan LC50 Terhadap Nilai Parameter Fisik Kimia

a) BOD dan COD





Gambar 4. 10 Hubungan Nilai LC50 dengan BOD dan COD pada Influen IPAL

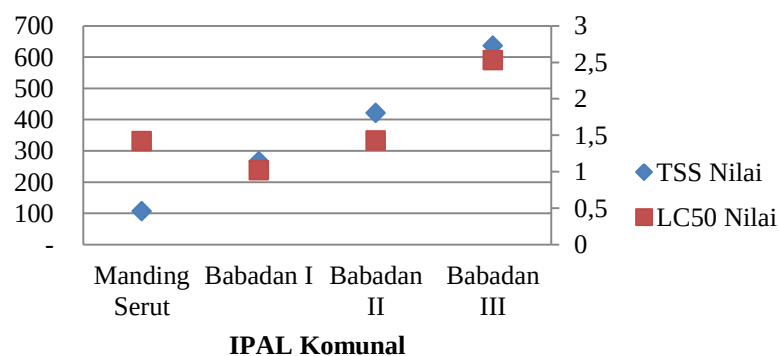


Gambar 4. 11 Hubungan Nilai LC50 dengan BOD dan COD pada Efluen IPAL

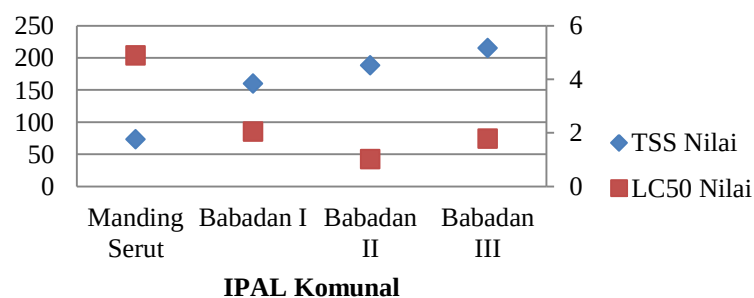
Berdasarkan Tabel 4.10 dan 4.11, semakin tinggi nilai BOD dan COD maka nilai LC50 semakin rendah (semakin toksik). Kecuali, nilai COD pada influen IPAL Babadan II dan Babadan III, serta pada efluen IPAL Manding Serut semakin tinggi nilai COD, nilai LC50 semakin tinggi (tidak toksik). Berdasarkan (Doraja, et.al, 2012) turunnya nilai COD menyebabkan rendahnya zat organik yang terkandung dalam air limbah tersebut. Selain itu, menurut (Ahmad, 2011), semakin lama waktu tinggal air limbah dalam suatu wadah atau bak pengolahan,

semakin lama waktu kontak mikroorganisme untuk mendegradasi polutan dalam air limbah, sehingga bahan organik yang terdegradasi semakin banyak. BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai zat organik tersuspensi dan terlarut dalam air limbah. COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam air limbah (Metcalf *and* Eddy, 2003). Menurut (Doraja, et.al, 2012), semakin tinggi kadar BOD dan COD yang dihasilkan, maka semakin rendah kadar oksigen yang ada pada air limbah tersebut. Kadar oksigen mempengaruhi fisiologis pada *Daphnia magna*, terutama dalam proses respirasi. Hal ini yang menyebabkan banyaknya hewan uji yang mati dalam waktu singkat (Wulandari, 2016).

b) TSS



Gambar 4. 12 Hubungan Nilai LC50 dengan TSS pada Influen IPAL

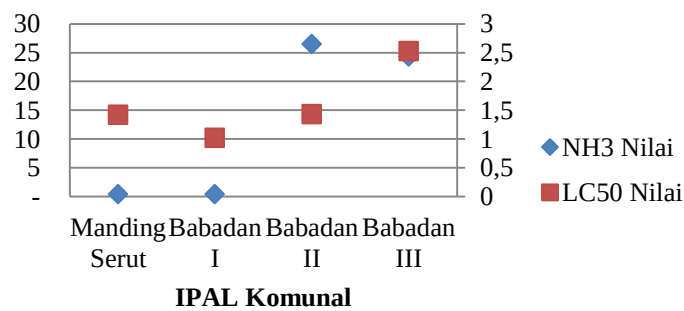


Gambar 4. 13 Hubungan Nilai LC50 dengan TSS pada Efluen IPAL

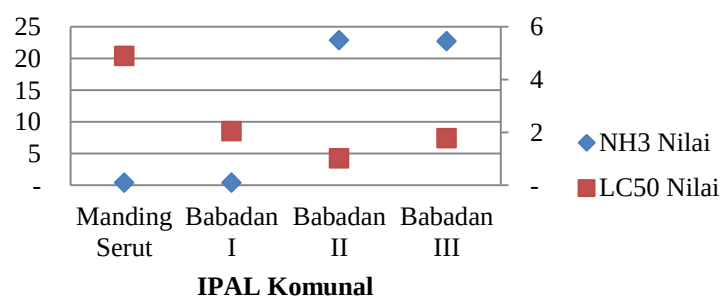
Berdasarkan Tabel 4.12 dan 4.13, dapat dilihat perbedaan yang sangat signifikan. Pada influen IPAL, semakin tinggi kandungan TSS semakin tinggi nilai LC50 yang dihasilkan, sedangkan pada efluen IPAL semakin tinggi nilai

TSS semakin rendah nilai LC50 yang dihasilkan (semakin toksik). Nilai LC50 pada influen tidak toksik, sementara ketika keluar dari proses pengolahan nilai toksisitasnya menjadi semakin toksik. Hal ini dapat disebabkan terdapat parameter lain yang tidak diuji yang menyebabkan kematian pada *Daphnia magna*. Menurut (Wulandari, 2016), semakin tinggi nilai TSS pada suatu air limbah, maka semakin tinggi tingkat kematian pada *Daphnia*. Tingginya nilai TSS menyebabkan rendahnya kandungan oksigen terlarut pada air limbah, sehingga mengurangi difusi oksigen kedalam air. Selain itu, TSS juga dapat menghalangi proses penyaringan makanan pada *Daphnia*. Karena, *Daphnia* merupakan organisme akuatik yang memperoleh makanan dengan cara disaring (*filter feeder*).

c) NH3



Gambar 4. 14 Hubungan Nilai LC50 dengan NH3 pada Influen IPAL

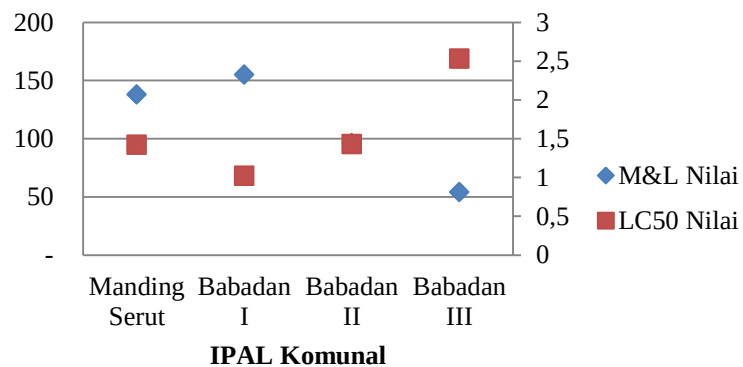


Gambar 4. 15 Hubungan Nilai LC50 dengan NH3 pada Efluen IPAL

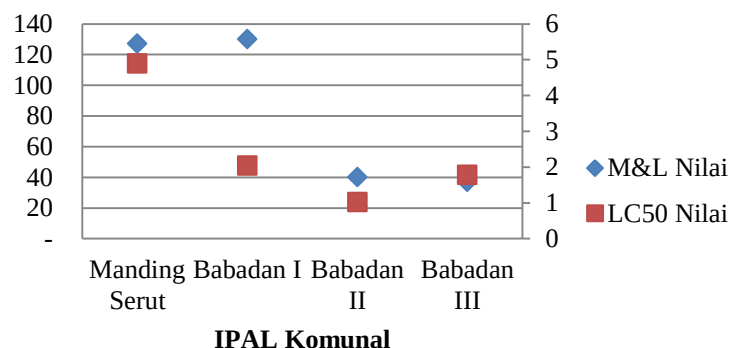
Berdasarkan Tabel 4.14 dan 4.15, didapatkan pada influen IPAL semakin tinggi nilai NH3, semakin tinggi nilai LC50 yang dihasilkan (tidak toksik). Sementara, pada efluen IPAL semakin tinggi nilai NH3, semakin rendah nilai LC50 yang dihasilkan (semakin toksik). Menurut (Husni, 2011), konsentrasi

amoniak dapat dijadikan indikasi pencemaran suatu air limbah industri, domestik dan *runoff* pertanian. Karena, konsentrasi amoniak berbanding terbalik dengan nilai kematian pada *Daphnia*. Amoniak masuk kedalam tubuh *Daphnia* dan mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah (Wulandari, 2016). Hal ini yang menyebabkan kematian *Daphnia*.

d) Minyak dan Lemak



Gambar 4. 16 Hubungan Nilai LC50 dengan Minyak dan Lemak pada Influen IPAL



Gambar 4. 17 Hubungan Nilai LC50 dengan Minyak Lemak pada Efluen IPAL

Berdasarkan Tabel 4.16 dan 4.17, didapatkan nilai bertolak belakang dengan parameter sebelumnya. Pada influen IPAL didapatkan bahwa semakin tinggi kadar Minyak dan Lemak, semakin rendah nilai LC50 yang dihasilkan (semakin toksik). Sementara, pada efluen IPAL semakin tinggi kadar Minyak Lemak yang dihasilkan, semakin tinggi nilai LC50 yang dihasilkan (tidak toksik). Hal ini dapat disebabkan oleh tingkat sensitifitas *Daphnia* terhadap Minyak Lemak. Menurut (Wetlake et.al, 1983), hasil mortalitas *Daphnia magna* dengan

pemberian sampel air limbah yang mengandung minyak lemak didapatkan nilai LC50 pada waktu 48 jam 75,6 %, 72 jam 46,5 %, pada hari ke 10 s/d 14 didapatkan nilai LC50 6,4%. Sehingga, tidak diperoleh kematian 50% pada *Daphnia magna*. Hal ini dapat disebabkan oleh tingkat sensitifitas *Daphnia* meningkat ketika pergantian kulit, sedangkan hanya beberapa *Daphnia* yang melakukan pergantian kulit setelah 24 jam, karena sebagian besar *Daphnia* melakukan pergantian kulit setelah 48 jam (Green, J., et.al, 1989). Oleh karena itu, ketika pengujian 96 jam sensitifitas *Daphnia* berada pada kondisi rendah, hal ini yang menyebabkan Minyak Lemak pada efluen IPAL tidak menyebabkan toksik terhadap *Daphnia magna*.