TA/TL/2024/1795

TUGAS AKHIR

UJI TOKSISITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL MENDIRO TERHADAP IKAN ZEBRA (*DANIO RERIO*) MENGGUNAKAN *METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY* (*WET*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Srata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Hasna Maharani Khoirunisa

20513186

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2024

TUGAS AKHIR

UJI TOKSISITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL MEDIRO TERHADAP IKAN ZEBRA (*DANIO RERIO*) *MENGGUNAKAN WHOLE EFFLUEN TOXICITY* (WET)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Srata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun oleh:

Hasna Maharani Khoirunisa

20513186

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing,

Any Juliani S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal: 30 – 05 - 2024

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal: 24 - 06 - 2024

HALAMAN PENGESAHAN

UJI TOKSISITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL MENDIRO TERHADAP IKAN ZEBRA (*DANIO RERIO*) MENGGUNAKAN *METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY* (*WET*)

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Kamis
Tanggal: 30 Mei 2024

Disusun oleh:

HASNA MAHARANI KHOIRUNISA
20513186

Tim Penguji:

Any Juliani S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. ( )

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M. Eng. ( )

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. ( )

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan je;as dicantumkan sebagai acuan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penellitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 30 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Hasna Maharani Khoirunisa

NIM: 20513186

PRAKATA

Bismillahirrahmannirrahim

Dengan mengucapkan Syukur atas kehadirat Allah SWT. atas segala Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "UJI TOKSISITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL MENDIRO TERHADAP IKAN ZEBRA (DANIO RERIO) MENGGUNAKAN METODE *WHOLE EFFLUENT TOXICITY* (WET)".

Penyusunan Tugas Akhir ini memiliki tujuan guna memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Islam Indonesia. bukan hanya itu, Tugas Akhir ini disusun guna untuk memperluas pengetahuan mengenai uji toksisitas. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah senantiasa mendukung dan membantu. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. yang selalu memberikan kelancaran dan kesabaran selama pelaksanaan Tugas Akhir ini dari awal hingga akhir.
2. Ibu Rini Fadhilah dan Bapak Mardiyatmo selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan mendukung baik secara moril maupun materil dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Any Juliani S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII dan dosen pembimbing yang selalu membimbing serta memberikan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M. Eng. selaku Dosen penguji 1 dan Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII dan seluruh dosen Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII serta Mas Heriyanto, A.Md selaku staff admin Prodi Teknik Lingkungan UII.

6. Laboran di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII yang telah membimbing dan membantu selama penelitian dan Laboratorium Praklinik FMIPA UII yang telah mengizinkan peminjaman tempat dan membantu penelitian.
7. Pihak IPAL Komunal Mendiro yang telah mengizinkan dan bersedia membantu untuk pengambilan sampel.
8. Rekan penulis Dini dan Gigin yang selalu membantu dan mendukung dari awal hingga akhir perkuliahan dan penelitian yang telah dilakukan.
9. Rekan penulis bumbeh, PBM, penghuni kerajaan dan rekan – rekan lain yang selalu memberikan semangat dan do'a nya.
10. Rekan – rekan angkatan 2020 yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan hingga penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu – persatu.

Penulis menyadaari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Yogyakarta, 30 Mei 2024

Hasna Maharani Khoirunisa

ABSTRACT

If domestic wastewater is directly discharged into water bodies without being treated first, it will cause the water quality to decline and disrupt aquatic biota, therefore domestic wastewater must be treated first at a Wastewater Treatment Plant (IPAL). Communal IPAL is a suitable solution for domestic wastewater treatment. To determine the impact that will be caused, it is necessary to test physical, chemical parameters and toxicity levels. This research aimed to determine the LC50 value in the Mendiro Communal WWTP influent and effluent using the Whole Effluent Toxicity (WET) method using zebrafish (Danio rerio). The WET test consists of a preliminary test carried out for 24 hours and followed by a toxicity test carried out for 24, 48, 72 and 96 hours. The LC50 value at Mendiro Communal WWTP can be calculated using the probit method. Based on the analysis results, the LC50 value for the Mendiro Communal WWTP influent was 4%, while the LC50 value for the effluent could not be calculated because there were no deaths in the test animals during testing.

Keywords: WET, Toxicity Test, LC50, Zebra Fish, Communal WWTP

ABSTRAK

Apabila air limbah domestik langsung dibuang ke badan air tanpa diolah terlebih dahulu akan menyebabkan kualitas air menurun hingga mengganggu biota air, oleh sebab itu air limbah domestik wajib diolah terlebih dahulu di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL komunal adalah solusi yang cocok untuk pengolahan air limbah domestic. Untuk mengetahui dampak yang akan disebabkan maka perlu dilakukan pengujian parameter fisik, kimia, serta tingkat toksisitas. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai LC50 pada influen dan efluen IPAL Komunal Mendiro dengan metode Whole Effluent Toxicity (WET) dengan menggunakan ikan zebra (danio rerio). Uji WET terdiri dari uji pendahuluan yang dilakukan selama 24 jam dan dilanjutkan dengan uji toksisitas yang dilakukan selama 24, 48, 72, dan 96 jam. Nilai LC50 pada IPAL Komunal Mendiro dapat dihitung menggunakan metode probit. Berdasarkan hasil analisis nilai LC50 pada influen IPAL Komunal Mendiro sebesar 4% sedangkan pada efluen tidak dapat dihitung nilai LC50 nya dikarenakan tidak terdapat kematian pada hewan uji selama pengujian.

Kata kunci : WET, Uji Toksisitas, LC50, Ikan Zebra, IPAL Komunal

DAFTAR ISI

ABSTRACT **ii**
ABSTRAK **iii**
DAFTAR GAMBAR **vi**
DAFTAR TABEL **vii**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 3
BAB II **4**
TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.2 Uji Toksisitas 7
2.3 Whole Effluent Toxicity (WET) 8
2.4 Penelitian Terdahulu 10
BAB III **15**
METODE PENELITIAN **15**
3.1 Waktu dan Lokasi 15
3.2 Alat dan Bahan 15
3.3 Prosedur Analisis Data 16
3.4 Pengumpulan Data 17
BAB IV **25**
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA **25**
4.1 Karakteristik Air Limbah 25
4.2 Uji Toksisitas 28
4.2.1 Aklimatisasi Hewan Uji 28
4.2.2 Uji Pendahuluan 29
4.2.3 Uji Toksisitas 31
4.2.4 Konsentrasi Kematian (LC_{50}) 36
4.2.5 *Toxicity Unit acute* (TUa) 39
4.3 Pengaruh Karakteristik Air Limbah dengan Tingkat Toksisitas Hewan

Uji 40
BAB V 44
KESIMPULAN DAN SARAN.....44
5.1. Kesimpulan 44
5.2. Saran 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3 1 Diagram Alir Penelitian 17
Gambar 3 2 Diagram Alir Proses Aklimatisasi 19
Gambar 3 3 Diagram Alir Uji Pendahuluan dan Uji Toksisitas 21
Gambar 3 4 Diagram Alir Metode 24
Gambar 4. 1 Grafik Aklimatisasi Ikan Zebra 28
Gambar 4. 2 Grafik LC50 Pada Efluen IPAL Komunal Mendrio 35
Gambar 4. 3 Grafik LC50 Pada Influen IPAL Komunal Mendiro 36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik 4
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah 5
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....11
Tabel 3. 1 SNI dan Metode Parameter Uji Air Limbah 23
Tabel 4. 1 Data Kualitas Efluen IPAL Komunal Mendiro 25
Tabel 4. 2 Data Kualitas Influen dan Efluen IPAL Komunal Manding Serut dan IPAL Komunal Nglebeng.....26
Tabel 4. 3 Data pH Pada Efluen IPAL Komunal Mendiro.....28
Tabel 4. 4 Uji Pendahuluan Ikan Zebra Pada Influen 29
Tabel 4. 5 Uji Pendahuluan Ikan Zebra Pada Efluen 29
Tabel 4. 6 pH, Suhu, dan DO Selama Uji Pendahuluan Sampel Influen 30
Tabel 4. 7 pH, Suhu, dan DO Selama Uji Pendahuluan Sampel Efluen 30
Tabel 4. 8 Data pH , Suhu, dan DO Selama Pengujian WET Pada Influen IPAL ...31
Tabel 4. 9 Data pH , Suhu, dan DO Selama Pengujian WET Pada Efluen IPAL 32
Tabel 4. 10 Nilai LC50.....37
Tabel 4. 11 Perbandingan Kelas Kategori Dalam Pencemaran.....39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktifitas domestik atau rumah tangga merupakan penyumbang terbesar bagi penurunan kualitas lingkungan, karena bahan yang dihasilkan mengandung zat yang berbahaya, yang apabila dibuang ke badan air secara langsung maka akan menyebabkan perairan akan tercemar serta akan mengganggu biota air. Pengujian parameter fisik dan kimia pada air limbah dapat dibandingkan dengan Permen LHK No. 68 Tahun 2016 BAKU MUTU LIMBAH DOMESTIK dan Perda DIY No.7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

IPAL Komunal adalah pilihan alternatif yang dapat dipilih karena perawatannya yang lebih mudah serta dilihat dari aspek biaya juga lebih murah, baik untuk konstruksi maupun perawatan IPALnya. IPAL merupakan sistem pengolahan air limbah domestik yang digunakan secara komunal agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan sesuai dengan baku mutu lingkungan (Karyadi Lukman, 2010). Oleh sebab itu perlu dilakukan pengujian mengenai toksisitas pada IPAL Domestik tersebut.

Pengujian toksisitas ialah pengujian yang membutuhkan hewan uji yang digunakan untuk pemantauan secara biologi dan pemeriksaan toksikologi diperairan. Pengujian toksisitas perlu dilakukan guna untuk memperkirakan seberapa parahnya senyawa yang terkandung pada suatu sampel terhadap material biologi. Selain itu uji toksisitas perlu dilakukan guna untuk memastikan keamanan suatu zat atau bahan kimia yang nantinya akan dibuang atau dilepaskan ke lingkungan apakah sudah aman baik untuk lingkungan maupun makhluk hidup yang ada disekitar lokasi tersebut. Pemantuan secara fisika dan kimia saja tidak cukup untuk mengetahui efek parameter yang ada sudah memenuhi baku mutu atau belum. Oleh karena itu diperlukan pemantauan secara biologi juga untuk melihat dampaknya bagi makhluk hidup yang ada diperairan.

Uji toksisitas yang akan dilakukan ialah menggunakan metode *Whole Effluent Toxicity* (WET). Pengujian WET memiliki tujuan untuk melacak, memonitor,

megindentifikasi sumber toksisitas dalam air limbah domestik atau industri (USEPA, 1991). Metode WET digunakan hanya untuk dampak yang bersifat akut hingga berdampak langsung tanpa membutuhkan waktu yang lama terhadap hewan uji. Pengujian dengan metode WET ini bertujuan untuk menentukan bahwa efluen yang dihasilkan pada IPAL tidak bersifat toksik atau tidak memiliki dampak negative terhadap badan air yang menjadi tujuan akhir pembuangan air hasil dari pengolahan air limbah tersebut (Womsiwor & Roosmini, 2009). Hewan uji yang digunakan ialah Ikan Zebra. Ikan zebra merupakan salah satu hewan uji yang cocok untuk digunakan sebagai hewan uji pada uji WET dikarenakan ikan zebra dapat menahan suatu bahan kimia maupun toksisitas yang tinggi di dalam air (Ahmad Affandi & Yusoff Ishak, 2019).

Penggunaan ikan zebra sendiri biasanya banyak digunakan untuk pengujian toksisitas pada suatu obat. Ikan zebra sendiri adalah salah satu ikan yang terbukti mempunyai hasil yang baik pada hasil uji toksisitas pada hewan mamalia, selain itu ikan zebra dengan manusia juga memiliki tingkat konservasi yang tinggi persamaannya yakni sebesar 75%. Alasan pemilihan ikan zebra karena merupakan hewan uji toksisitas yang memiliki karakteristik mudah dalam perawatannya, mempunyai respon yang baik terhadap toksisitas yang diberikan, dan mempunyai kemampuan reproduksi yang baik (Indriyanti, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas maka dapat menemukan rumusan masalah yakni:

1) Kualitas influen dan efluen pada air limbah IPAL Komunal Mendiro.
2) Tingkat toksisitas air limbah terhadap ikan zebra (*Danio rerio*) menggunakan metode *Whole Effluent Toxicity* (WET).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1) Menguji serta menganalisis nilai tingkat toksisitas (LC50) influen dan efluen dari air limbah IPAL Komunal Mendiro dengan metode *Whole Effluent Toxicity* (WET).

2) Mengetahui pengaruh toksisitas limbah IPAL Komunal Mendiro terhadap ikan zebra (*Danio rerio*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1) Manfaat Teoritis

   Dapat bermanfaat dalam studi teknik lingkungan terkait toksikologi dan permasalahan air limbah.

2) Manfaat Praktis

   Dapat menjadi rekomendasi untuk evaluasi, optimalisasi, dan pengembangan terhadap kinerja IPAL, serta dapat digunakan untuk acuan pada penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1) Uji toksisitas IPAL dilakukan menggunakan metode Whole Effluent Toxicity (WET)
2) Uji toksisitas dilakukan dengan menggunakan hewan uji yakni ikan zebra (*Danio rerio*)
3) Parameter yang akan diuji ialah LC50.
4) Lokasi yang digunakan untuk penelitian adalah Laboratorium Praklinik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang KM 14,5.
5) Sampel yang akan digunakan dalam pengujian adalah air limbah influen dan effluen dari IPAL Komunal Mendiro.
6) Pengujian toksisitas dilakukan selama 96 jam dan dicek secara berkala setiap 24 jam

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah air yang mengandung sisa kegiatan domestik atau rumah tangga. Air limbah domestik terdiri dari dua yaitu *grey water* dan *black water*. *Grey water* adalah air limbah seperti air bekas mencuci, air kotor yang berasal dari *floor drain* toilet dan wastafel, sedangkan *black water* adalah air limbah yang terdapat kotoran manusianya. Air limbah sendiri biasanya terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lain (Suoth, 2016). Setiap air limbah harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan air limbah juga perlu disesuaikan dengan baku mutu yang telah ditentukan yakni dalam Permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, berikut ini adalah baku mutu yang telah ditentukan:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	**Satuan**	**Kadar Maksimum**
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/org/hari	100

Sumber: Permen LHK No.68 Tahun 2016

Bukan hanya dalam Permen LHK No. 68 Tahun 2016, baku mutu air limbah juga ditentukan dalam Perda DIY No. 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu

Air Limbah berikut ini adalah baku mutu yang telah ditentukan:

Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	**Satuan**	**Kadar Maksimum**
BOD	mg/L	75
COD	mg/L	200
TDS	mg/L	2000
TSS	mg/L	75
Minyak & Lemak	mg/L	10
Detergen	mg/L	5
Suhu	℃	±3
pH	-	6 – 9
Coliform	MPN/100mL	10000

Sumber: Perda DIY No. 7 Tahun 2016

Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal adalah sistem pegolahan air limbah yang dilakukan dengan cara terpusat untuk memproses limbah cair domestik agar lebih aman pada saat dibuang ke badan air. Karakteristik limbah cair berdasarkan Metcalf & Eddy (2003) dibagi menjadi beberapa karakteristik, yakni sebagai berikut:

1) Karakteristik Fisika

   Dalam karakteristik fisika terdapat beberapa parameter, yaitu:

   - Padatan (*solid*)

     Padatan adalah berbagai macam zat padat yang berasal dari material kasar hingga menjadi material kolodial.

   - Bau (*odor*)

     Bau yang dihasilkan oleh air limbah biasanya berbentuk gas yang dihasilkan dari penguraian zat organik yang terkandung pada air limbah bau yang biasanya muncul ialah Hidrogen Sulfida (H2S).

   - Warna (*color*)

Warna pada limbah cair biasanya dikarenakan oleh zat organik dan algae. Semakin pekat warnanya, semakin banyak kandungan berbagai macam polutan didalam air limbah tersebut (Sugiharto, 1987).

- Suhu/Temperatur

  Temperatur pada air limbah biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur pada udara setempat.

- Kekeruhan (*turbidity*)

  Kekeruhan dapat terjadi dikarenakan adanya zat koloid, zat – zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda atau zat lain yang melayang serta dikarenakan oleh zat – zat yang terurai oleh mikroorganisme.

2) Karakteristik Kimia

Dalam karakteristik kimia terdapat beberapa parameter, yaitu:

- *Biological Oxygen Demand* (BOD)

  BOD merupakan total oksigen yang diperlukan untuk mengurai zat organik yang tersuspensi dan yang terlarut didalam air oleh bakteri aerob.

- *Chemical Oxygen Demand* (COD)

  COD merupakan total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat – zat organik yang ada didalam air limbah.

- Protein

  Protein merupakan molekul yang kompleks yang mengandung oksigen, karbon, dan hidrogen, serta terdiri dari susunan asam amino dan merupakan bahan pembentuk sel dan inti sel (Metcalf & Eddy, 2003).

- Karbohidrat

  Karbohidrat merupakan zat yang terdiri dari selulosa, pati, gula. Karbohidrat juga memiliki sifat tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri dan relatif stabil.

- Minyak dan lemak

  Minyak dan lemak adalah komponen yang terdiri dari hidrogen dan karbon, serta memiliki sifat tidak dapat larut didalam air.

- Deterjen

Deterjen meruakan bahan yang digunakan sebagai pembersih.

- Derajat keasaman (pH)

  Derajat keasaman (pH) adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat keasaman dan kebasaan suatu air limbah (Metcalf and Eddy, 2003).

3) Karakteristik Biologi

Pada karakteristik biologi, air limbah domestik dapat dilihat dari mikrooeganisme atau bakteri yang banyak pada air limbah tersebut. Mikroorganisme sendiri mempunyai peranan penting terhadap pengolahan limbah cair secara biologi, namun terdapat mikroorganisme yang membahayakan bagi kehidupan manusia (Sa'adah Nur Rahmi & Winarti, 2009).

2.2 Uji Toksisitas

Toksisitas adalah kemampuan zat racun dalam merusak saat masuk ke dalam senyawa atau suatu tubuh maupun organ yang rentan (Soemirat, 2003). Toksisitas dapat dipengaruhi oleh komposisi dan jenis dan konsentrasi toksik, durasi dan frekuensi pemaparan, sifat dari lingkungan dan spesies biota penerimanya. Toksisitas juga dapat menyebabkan efek yang buruk yani dapat merubah fungsi dasar ataupun bentuk secara akut, kronis, maupun sub-kronis dan efek yang dihasilkan dapat bersifat pulih serta tidak dapat pulih kembali (Husni & MT, 2010).

Uji toksisitas adalah pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan data dosis-respon dari efek toksik pada suatu zat pencemar terhadap sistem biologi. Data yang sudah diperoleh tersebut dapat digunakan sebagai informasi bagaimana tingkat paparan zat toksik terhadap manusia, sehingga penggunaan dosisnya dapat ditentukan atau disesuaikan. Uji toksisitas adalah cara yang dapat mewakili untuk mengestimasi secara sederhana berapa besarnya bahaya yang di timbulkan oleh air limbah. Uji toksisitas juga dapat dilaksanakan dengan dua cara yaitu uji kualitatif dan uji kuantitatif. Uji secara kualitatif adalah pengujian yang didasarkan pada gejala suatu penyakit yang timbul sehingga dapat diketahui zat toksik yang meracuni hewan uji maupun manusia sedangkan uji secara kuantitatif dilakukan

dengan hewan uji sehingga dapat diketahui seberapa dosis aman dari zat toksik yang digunakan apabila dipaparkan ke hewan uji (Soemirat, 2003).

Pengujian toksisitas ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh influen dan efluen yang dihasilkan pada instalasi pengolahan limbah terhadap badan air. Pengujian juga dapat dilakukan di laboratorium ataupun di temat pengambilan sampel langsung (*on site*). Data yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan nilai *Letal Concentration 50* (LC50), *No Observed Effect Concentration* (NOEC), *Inhibition Concentration 50* (IC50) atau *Inhibition Concentration* (IC25) (EPA, 1992).

2.3 Whole Effluent Toxicity (WET)

Whole Effluent Toxicity (WET) merupakan evaluasi identifikasi toksisitas uji awal untuk dianalisa secara spesifik serta untuk mengetahui efek samping dari organisme yang dipaparkan oleh limbah. *Whole Effluent Toxicity* (WET) mengacu pada efek toksik terhadap organisme akuatik dari segala macam polutan yang terkandung pada air limbah. Uji W*hole Effluent Toxicity* (WET) bertujuan untuk mengidentifikasi, melacak dan memantau sumber toksisitas di aliran limbah domestik atau industri (USEPA, 1991).

WET ini juga salah satu cara untuk mengimplementasikan larangan untuk membuang polutan beracun. Uji toksisitas perairan dilakukan untuk menentukan hubungan antara kontaminan kimiawi dan organisme air dan tingkat efek kimiawi pada organisme. Waktu yang panjang pada dampak bisa terjadi, mulai dari kematian cepat hingga efek sublethal atau dalam beberapa kasus tidak ada efek yang bisa dilihat sama sekali (Moriarty, 1999). Menurut EPA uji WET berfungsi untuk mengukur dampak air limbah terhadap kemampuan organisme uji tertentu untuk bertahan hidup, tumbuh, bereproduksi.

Whole effluent toxicity (WET) dapat diartikan sebagai efek berbahaya maupun toksisitas bagi populasi organisme perairan yang disebabkan oleh paparan efluen. pengujian dapat diuji di laboratorium dengan memaparkan efluen kepada organisme dengan uji WET. Uji WET digunakan untuk mengukur efek kombinasi dari seluruh senyawa di dalam efluen (SETAC, 2004). Jika

dibandingkan dengan analisa kimia saja, metode WET memiliki kelebihan yaitu dapat mengukur efek biologi dari zat kimia di dalam limbah cair (Yi et al., 2009). Menurut Ra et al. (2007) meskipun efluen yang dilepaskan pada suatu IPAL telah memenuhi baku mutu efluen yang berlaku, namun melalui uji WET masih ditemukannya toksisitas biologi. Oleh sebab itu disarankan untuk melakukan dua pendekatan, pemantauan secara fisika dan kimia serta pemantauan toksisitas secara biologis sebelum air limbah dibuang ke air baku.

Pada umumnya hewan uji yang digunakan dalam metode pengujian *Whole Effluent Toxicity* (WET) ini ialah *Daphnia* atau kutu air, *Mysids* atau udang, *Artemia s*. atau udang pada air asin, *Pimehales p.* atau ikan. Namun pada penelitian ini digunakan ikan zebra atau *zebrafish* (*Danio rerio*). Alasan digunakannya ikan zebra ini ialah karena ikan zebra biasa digunakan untuk pengujian yang pengamatannya tidak memerlukan pengamatan pada organ dengan kondisi masih hidup, serta dengan mempertimbangkan kelebihannya yakni mudah dalam perawatan maupun pemeliharaannya. Ikan zebra yang sering digunakan adalah jenis ikan zebra biasa dan jenis trangenik. Penggunaan ikan zebra sendiri sangat praktis walaupun membutuhkan suasana pemeliharaan yang cukup banyak (Indriyanti, 2020).

Tahapan uji WET menurut USEPA (2002) adalah:

1) Persiapan influen dan efluen sampel air yang digunakan untuk uji toksisitas.
2) Uji preliminary toksisitas *range-finding.*
3) Uji toksisitas *Multi-Concentration* (*Definitive*). Pengujian LC50 selama 24 jam dengan konsentrasi 6,25%, 12,5%, 25%, 50%,, dan 100%.
4) Uji air. Biasanya uji air dilakukan dengan konsentrasi 100% atau kontrol.
5) Jumlah organisme uji.
6) Uji replika.
7) Menunggu uji organisme.
8) Pemberian makan
9) Uji temperatur.
10) Stres. Yakni dengan mengurangi stres atau gangguan pada ikan.

11) Dissolved Oxygen Concentration.
12) Durasi uji.

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian pengujian toksisitas infuen dan effluen ini diperlukan kajian yang berasal dari penelitian terdahulu. Berikut ini adalah tabel mengenai penelitian terdahulu pengujian toksisitas pada IPAL.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

Referensi	**Hewan Uji**	**Limbah**	**Hasil**
(Rahmawati, 2018)	Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*)	Influen dan Efluen IPAL Komunal Manding Serut, Babadan I & II, Manden, dan Sukunan	LC50 tertinggi: - Babadan II = 15,16% - Manden = 5,27% Nili TUa : - Babadan II = 6,6 - Manden = 18,98 Menurut penelitian yang dilakukan semakin tinggi angka kematian dapat disebabkan oleh lama waktu paparan. Metode analisis data yang digunakan adalah metode *Probit* apabila kematian hewan uji mengalami peningkatan di setiap konsentrasi dan semakin tinggi konsentrasi akan semakin tinggi pula kematiannya dan metode *Sperman-Karber* apabila terjadi penurunan tingkat dikematian pada konsentrasi tertentu tanpa melihat kematian pada kontrol.
(Khotimah et al., 2018)	*Daphnia Magna*	Influen dan efluen IPAL Komunal Manding Serut, Babadan I & II, Manden, dan	Nilai LC50: - Babadan III = 0,79% Nilai TUa: - Babadan III = 56,30%

Referensi	Hewan Uji	Limbah	Hasil
		Sukunan	Berdasarkan hasil penelitian ini, hubungan antara nilai LC50 dengan karakteristik parameter pada sampel ditunjukkan pada parameter minyak dan lemak yang disebabkan oleh unit pengolahan IPAL yang keefektivitasannya kurang dalam menyisihkan parameter tersebut.
(Prawira Karva et al., 2018)	*Daphnia Magna*	Influen dan efluen IPAL Komunal Mendiro	Nilai LC50 minggu 4: - Influen= 9,10% - Efluen= 6,40% Nilai Tua: - Influen= 10,98 - Efluen= 15,61 Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat kematian hewan uji secara tidak merata yang menyebabkan terjadi perubahan pada konsentrasi pengenceran limbah dalam uji toksisitas.

Referensi	Hewan Uji	Limbah	Hasil
(Winda Munvika, 2018)	Udang (*Macrobrachium rosenbergii*)	Influen dan efluen IPAL Dokaran, Grojogan, Pamotan, Nglebeng, dan Sukunan	Nilai LC50 Dokaran: - Influen= 13,90% - Efluen= 19,68% Nilai Tua: - Influen= 7,20 - Efluen= 5,08 Berdasarkan pengujian yang dilakukan, respon hewan uji terhadap perlakukan memperlihatkan mortalitas tinggi, dan mortalitas tersebut diigunakan untuk mengetahui nilai LC50. Pada pengujian ini mendapatkan bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin kecil pula nilai LC50nya atau semakin toksik sampelnya.
(Affandi Ahmad, et al., 2019)	Ikan Zebra (*Danio rerio*)	Efluen limbah tambang timah	Nilai LC50 jam ke-96 = 14,21% Berdasarkan pengujian yang dilakukann mortalitas ikan yang dihasilkan disebabkan oleh rendahnya pH pada limbah pertambangan timah.

Pada penelitian yang akan dilakukan ini akan dilakukan penelitian terhadap IPAL Komunal Mendiro. Terdapat beberapa alasan dalam pemilihan topik tersebut, yakni terdapat beberapa penelitian yang sebelumnya sudah pernah membahas terkait topik ini, namun terdapat perbedaan hasil dari penelitian terdahulu.

Pada penelitian yang sebelumnya telah dilakukan telah banyak yang membahas tentang metode *Whole Effluen Toxicity* (WET) yang digunakan dalam pengujian toksisitas terhadap air limbah, namun hewan uji yang digunakan beragam seperti udang galah, *daphnia magna*, dan ikan zebra. Parameter yang umumnya diujikan pada sampel air limbah adalah COD, BOD, TSS, Amonia, Minyak dan Lemak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Khotimah (2018) bahwa nilai LC50 untuk influen dan efluen dari IPAL Komunal Manding Serut sebesar 0,14 & 0,28, Babadan I sebesar 1,94 & 0,41, Babadan II sebesar 1,15 & 0,7, dan Sukunan tidak memiliki nilai LC50 sedangkan untuk nilai TUa dari IPAL Komunal Manding Serut sebesar 70,44 & 20,46, Babadan I sebesar 97,98 & 49,01, Babadan II sebesar 70,01 & 97,98, dan Sukunan tidak memiliki nilai TUa dikarenakan tidak ada hewan uji yang mengalami kematian selama pengamatan.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmawati (2018) bahwa hasil LC50 untuk influen dan efluen dari IPAL Komunal Manding Serut sebesar 25,71 & 30,33, Babadan I sebesar 49,22 & 67,81, Babadan II sebesar 20,16 & 41,32, Sukunan sebesar 34,14 & 38,41, sedangkan untuk nilai TUa dari IPAL Komunal Manding Serut sebesar 3,89 & 3,3, Babadan I sebesar 2,03 & 1,47, Babadan II sebesar 4,96 & 2,42, dan Sukunan sebesar 2,93 & 2,6. Dengan demikian, penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2018) memiliki perbedaan terhadap penelitian yang dilakukan oleh Khotimah (2018) yakni pada pengamatan terhadap IPAL Sukunan yang terdapat nilai LC50 yang dihasilkakan sedangkan pada pengamatan yang dilakukan oleh Khotimah (2018) tidak terdapat nilai LC50 yang disebabkan tidak adanya kematian hewan uji.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan sampling ini dilakukan pada outlet IPAL Komunal Mendiro. Ipal Komunal Mendiro berlokasi di Padukuhan Mendiro, Desa Sukoharjo, RT/RW 02/27, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Provinsi Yogyakarta. Daerah dukuh Mendiro sendiri merupakan salah satu daerah pemukiman yang masih menggunakan sistem septictank pada masing – masing rumah, oleh karena itu diuatlah IPAL Komunal Mendiro tersebut. Ipal Komunal Mendiro melayani kurang lebih 68 KK terdiri dari 61 Sambungan Rumah (SR) serta dikelola oleh Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM-Sanimas Ngudi Mulyo). Pada IPAL ini menggunakan beberapa teknologi untuk pengolahan air limbahnya yakni bak pemisah, *Anaerobic Baffled Reactor*, *Horizontal Gravel Filter*, *Rotating Biological Contractor*, kolam uji, dan stabilisasi.

Lokasi penelitian akan dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan serta Laboratorium Praklinik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Februari 2024.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

- DO meter
- pH meter
- Light meter
- Thermometer
- Alat pengukur COD
- Erlenmeyer
- Gelas ukur

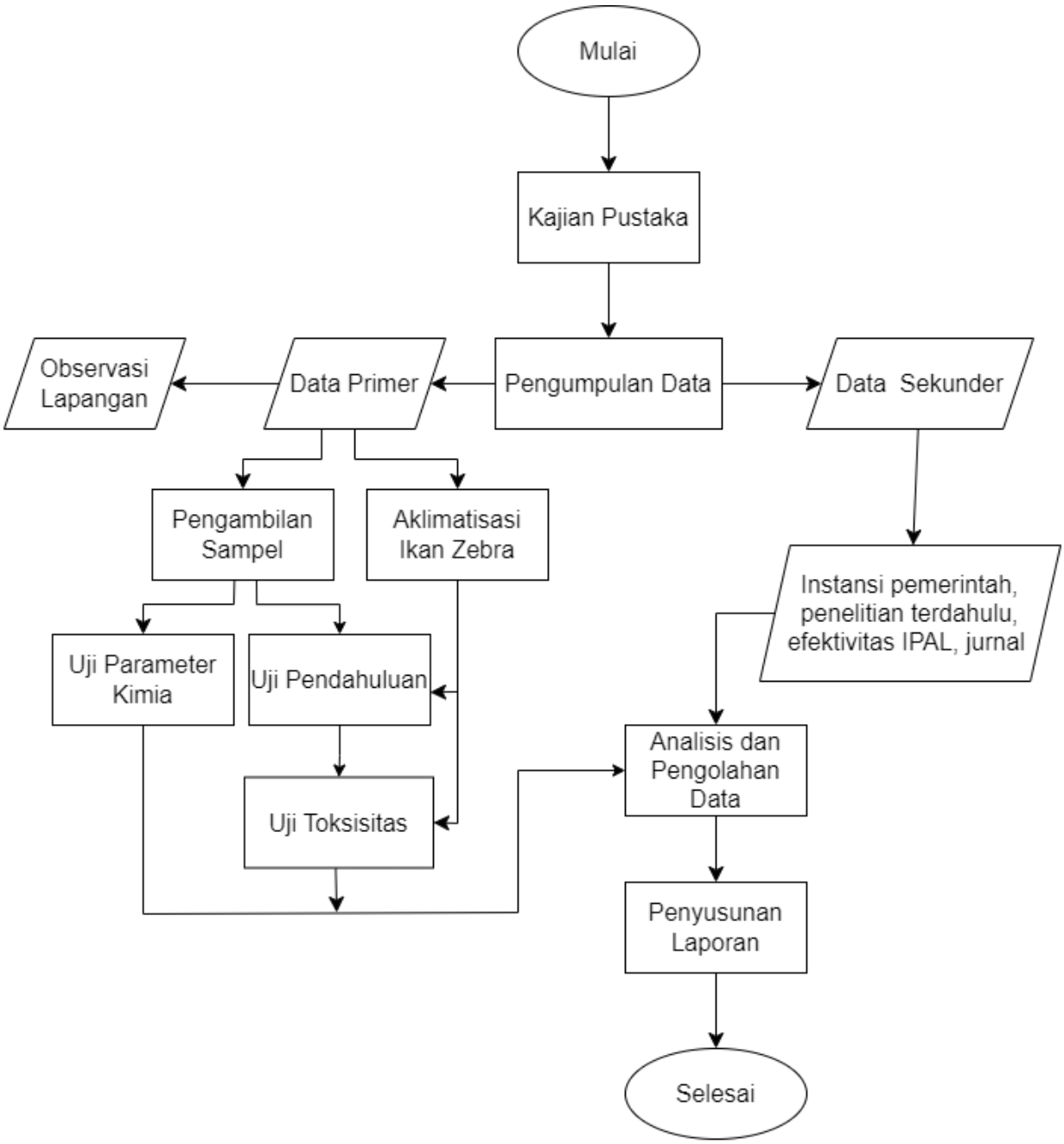
- Pipet
- Tangki atau bak uji sebanyak 20 buah

3.2.2 Bahan

- Ikan zebra (zebra *fish*) sebanyak 200 ekor
- Influent dan effluent air limbah IPAL Komunal Mendiro
- Aquades

3.3 Prosedur Analisis Data

Prosedur analisis data dapat ditunjukkan dalam diagram alir penelitian. Berikut ini adalah diagram alir penelitian yang dilakukan pada penelitian ini



Gambar 3 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Pengumpulan Data

a. Data Primer

Pada tahap ini dilakukan observasi lapangan, yakni untuk menentukan titik sampling dan bagaimana pengelolaan IPAL tersebut dan dilakukan pengambilan data berupa pengambilan sampel efluen air limbah dengan

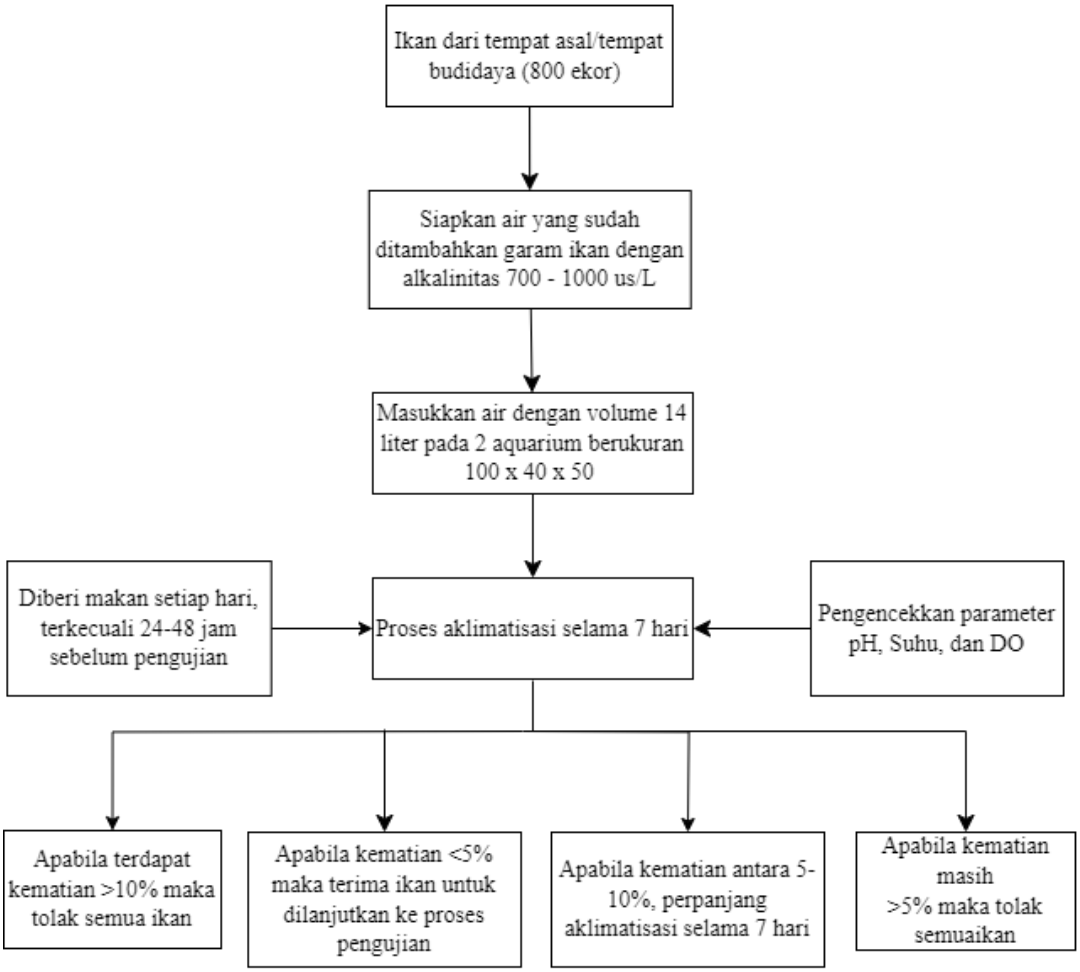
acuan SNI 698959-2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah serta dilakukan pengujian sampel dilaboratorium, yakni pengujian parameter kimia dan pengujian toksisitas. Dalam SNI tersebut sudah dituliskan persyaratan mengenai alat sampling yang boleh digunakan, wadah yang akan digunakan untuk penyimpanan sampel, serta lamanya penyimpanan sampel.

Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada 3 waktu dalam sehari yang disetiap jamnya mewakili pada jam – jam puncak seperti pada jam 08.00 mewakili jam pagi (00.00 – 08.00), 12.00 mewakili jam sore (12.00 – 16.00), serta jam 17.00 mewakili jam malam (17.00 – 23.00). Dalam pengambilan sampel juga harus mengukur pH, suhu, dan *Dissolved Oxygen* (DO), hal tersebut penting untuk dilakukan sebab ketiga parameter tersebut sangat berpengaruh pada air dan hewan uji itu sendiri.

b. Data Sekunder

Ditahap ini dilakukan pencarian referensi literatur, mulai dari berbagai jurnal hingga dari Instansi Pemerintah serta informasi berdasarkan penanggung jawab pihak IPAL Komunal Mendiro guna membantu saat pengujian dan pembuatan laporan.

3.5 Aklimatisasi Ikan Zebra



Gambar 3 2 Diagram Alir Proses Aklimatisasi

Sumber: Modul Praktikum Toksikologi 2020

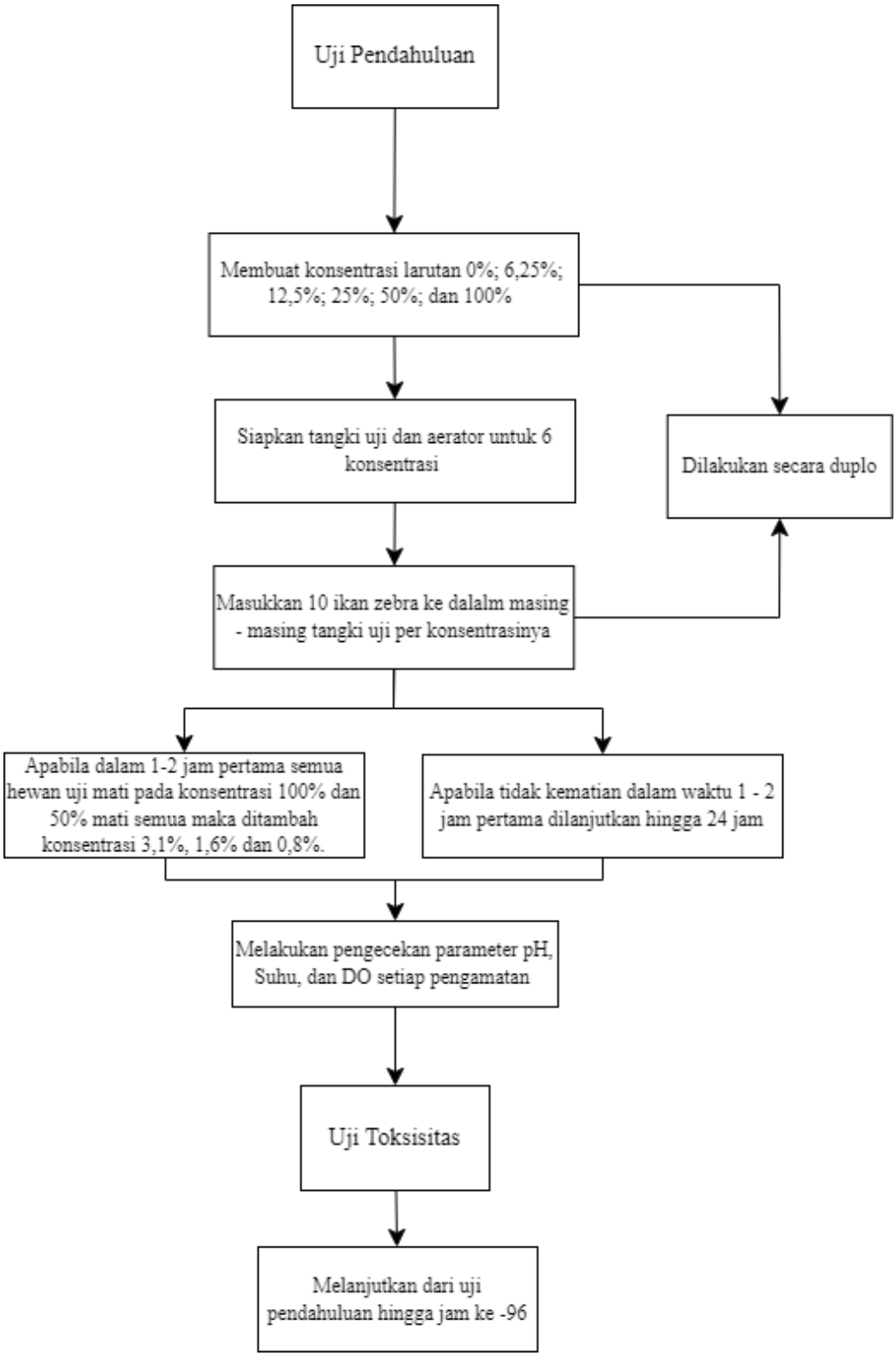
Aklimatisasi adalah tahap untuk penyesuaian kondisi hewan uji dari tempat asal ke tempat uji. Berdasarkan diagram alir pada gambar 3.2 proses aklimatisasi dilakukan selama 7 hari. Proses aklimatisasi ini dilakukan sebelum melakukan uji pendahuluan. Pada tahap ini ikan zebra akan diberi pakan berupa pelet setiap harinya dan dilakukan pengecekan *Dissolved Oxygen* (DO), suhu serta pH. Nilai DO yang dibutuhkan pada proses aklimatisasi adalah berkisar pada 4 – 9 mg/L, untuk suhu sekitar 27 – 30℃ dan pH berada di rentang 6 – 8,5. Proses aklimatisasi juga harus memperhatikan

mortalitasnya, yakni kematian pada hewan uji tidak boleh lebih dari 10% dan apabila mortalitas melebihi dari 10% maka harus menolak ikan dan dianggap gagal, namun apabila kematian antara 5 – 10% maka diharuskan memperpanjang masa aklimatitsasi selama 7 hari, dan apabila kematian masih tetap lebih dari 5% maka dianggap gagal pula.

Tahap ini sangat penting karena sebelum melakukan pengujian, hewan uji yaitu ikan zebra harus di aklimatitasi terlebih dahulu selama 7 hari di laboratorium. Hal ini dilakukan guna ikan zebra dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Menurut (Ocde/Oecd, 2019) pada tahap ini harus memperhatikan kadar DO, suhu, dan pH dalam air. Pada tahap aklimatisasi Ikan zebra juga harus diberi makan secara rutin, namun saat akan dilakukan pengujian maka ikan zebra tidak boleh diberi makan selama 24 hingga 48 jam sebelum pengujian. Pada saat aklimatisasi, kematian hewan uji tidak boleh lebih dari 10%. Aklimatisasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa tangki uji guna untuk menghindari apabila terdapat tangki uji yang tidak memenui syarat pengujian maka sudah memiliki cadangan.

Penggunaan ikan zebra untuk pengujian toksisitas limbah tersebut di karenakan ikan zebra mampu menerima bahan kimia atau toksisitas yang tinggi pada perairan serta memiliki waktu yang singkat untuk regenerasi sehingga cocok untuk diuji selama siklus hidupnya. (Ahmad Affandi & Yusoff Ishak, 2019)

3.6 Uji Pendahuluan



Gambar 3 3 Diagram Alir Uji Pendahuluan dan Uji Toksisitas

Sumber: Modul Praktikum Toksikologi 2020

Menurut USEPA (2002) pada tahap uji pendahuluan dilakukan selama 24 jam dengan konsentrasi larutan 0% (kontrol); 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; dan 100% untuk mengetahui perkiraan konsentrasi yang menyebabkan kematian pada hewan uji dan harus dilakukan secara duplo atau dua kali pengulangan. Pada uji pendahuluan ini harus diatas 90% atau sama dengan maksimal 1 hewan uji yang mati. Uji pendahulan ini dilakukan guna untuk mengetahui pada konsentrasi berapa yang menyebabkan ikan zebra mati terbanyak dan konsentrasi berapa yang tidak menyebabkan kematian. Hewan uji yang digunakan pada uii pendahuluan ini ialah menggunakan 10 ikan zebra pada 1 tangki.

3.7 Uji Parameter

Data pengujian parameter pada efluen IPAL diperlukan sebagai penunjang pengujian toksisitas pada ikan zebra. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68/Menlk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik parameter yang harus diperhatikan yaitu BOD, COD, TSS, pH, amonia, serta minyak dan lemak, sedangkan menurut Peraturan Daerah D. I. Yogyakarta Nomor 6 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah parameter yang harus diperhatikan adalah BOD, COD, TDS, TSS, Minyak dan lemak, suhu, serta pH.

Dalam pengujian parameter terdapat beberapa syarat terkait penyimpanan sampel yakni berdasarkan SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah yaitu untuk BOD hanya bertahan selama 6 jam setelah sampling, COD hanya tahan selama 7 hari setelah sampling, TSS dan TDS hanya tahan selama 24 jam setelah sampling, minyak dan lemak dapat bertahan selama 1 bulan setelah sampling, serta amonia dapat bertahan selama 7 hari setelah sampling. Pengujian masing – masing parameter dapat mengacu pada beberapa SNI terait yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 1 SNI dan Metode Parameter Uji Air Limbah

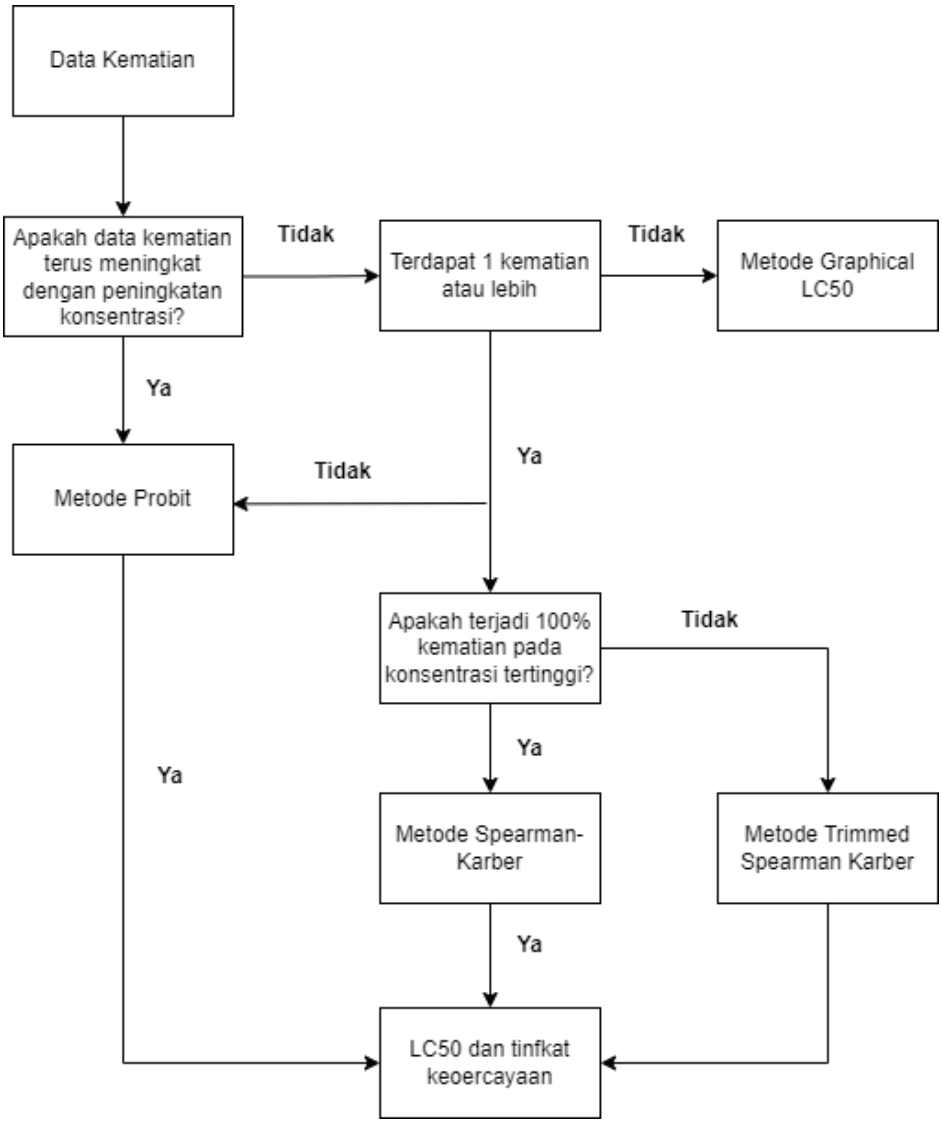
Parameter	Satuan	Metode	Acuan
BOD	mg/L	Titrasi secara Iodometri (Modifikasi Azida)	SNI 6989.72-2009
COD	mg/L	Spektrofotometri	SNI 6989.2-2009
TSS & TDS	mg/L	Gravimetri	SNI 6989.3-2004
Minyak dan Lemak	mg/L	Gravimetri	SNI 6989.10-2011
Amoniak	mg/L	Spektrofotometri	SNI 6989.30-2005

3.8 Uji Toksisitas

Menurut OECD (2019) uji toksisitas dilakukan selama 96 jam dan pada pengamatan 24 jam pertama dilakukan minimal 2 kali pengamatan dalam interval 3 jam, lalu pada pengamatan hari ke-2 hingga ke-4 sebaiknya diamati dua kali yakni pada pagi dan sore hari. Uji toksisitas baru dapat dilakukan setelah melakukan uji pendahuluan. Untuk mengetahui konsentrasi yang banyak menyebabkan kematian ditentukan dari hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan tersebut. Pengujian dilakukan pada bak atau tangki uji yang dilakukan secara duplo pada masing - masing konsentrasi pengenceran. Pengujian ini dilakukan dengan metode statis, yakni dengan tidak mengganti larutan uji selama berlangsungnya pengujian serta harus dikontrol setiap 24 jam. Hasil dari pengujian ini dapat dikatakan berhasil apabila memiliki tingkat 90%. Dalam pengujian toksisitas ini menggunakan ikan zebra yang diletakkan pada tangki uji atau akuarium sebanyak 10 ekor per tangki dan selama masa pengujian tetap menggunakan aerator. Selama uji toksisitas berjalan perlu mengecek beberapa parameter yakni pH, DO, suhu, jumlah ikan zebra yang mati, serta penampakan ikan (karakteristik dan sifat).

3.9 Analisis dan Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data primer dan sekunder, dapat dilakukan pengolahan data. Data yang digunakan adalah konsentrasi LC50 dan jumlah hewan uji termasuk yang mati saat pengujian. Pengolahan data dilakukan dengan metode yang disarankan oleh EPA, yakni metode Probit, Trimmed Spearmen Karber, Spearmen Karber dan Graphical. Dalam penentuan penggunaan metode yang akan digunakan untuk mengetahui nilai LC50 dapat melihat dari skema dibawah ini:



Gambar 3 4 Diagram Alir Metode

Sumber: USEPA 2002

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Karakteristik Air Limbah

Parameter yang di uji untuk mendapatkan hasil dari kualitas efluen dan influen IPAL Mendiro adalah COD, BOD, TSS, TDS, Amonia, serta Minyak & lemak. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada efluen dengan parameter – parameter tersebut maka didapatkan data seperti pada tabel 4.1 dimana untuk keseluruhan parameter sudah memenuhi baku mutu terkecuali pada parameter BOD dan COD. Sedangkan untuk kualitas parameter influen didapatkan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh Rahmawati (2018) serta Winda (2018) dengan hewan uji udang galah seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Data Kualitas Efluen IPAL Komunal Mendiro

NO.	Parameter	Hasil Pengujian Efluen (mg/L)	Baku Mutu (Kadar Maksimum) (mg/L)		Hasil Baku Mutu (mg/L)
			Perda DIY No. 7 Tahun 2016	Permen LHK No. 68 Tahun 2016	
1	BOD	35.112	75	30	Tidak Memenuhi
2	COD	184,477	200	100	Tidak Memenuhi
3	TDS	1.048	2000	-	Memenuhi
4	TSS	0.184	75	30	Memenuhi
5	Amonia	0.094	-	10	Memenuhi
6	Minyak & Lemak	0.0837	10	5	Memenuhi
7	pH	6 - 7	6 - 9	6 - 9	Memenuhi

Sumber: Analisis data

Tabel 4. 2 Data Kualitas Influen dan Efluen IPAL Komunal Manding Serut dan IPAL Komunal Nglebeng

NO.	Parameter	Kualitas Influen (mg/L		Kualitas Efluen (mg/L)		Baku Mutu (Kadar Maksimum) (mg/L)	Hasil Baku Mutu (mg/L)
		Rahmawati (2018)	Winda Munvika (2018)	Rahmawati (2018)	Winda Munvika (2018)	Permen LHK No. 68 Tahun 2016	
1	BOD	725,81	483,87	12,10	16,13	30	Tidak Memenuhi
2	COD	398,75	235,00	307,50	167,50	100	Tidak Memenuhi
3	TSS	106,67	273,33	73,33	273,33	30	Tidak Memenuhi
4	Amonia	0,42	9,84	0,39	115,00	10	Memenuhi
5	Minyak & Lemak	138,00	86,00	127,00	14,00	5	Tidak Memenuhi

Berdasarkan tabel 4.1 hasil analisis data yang diperoleh dari pengujian parameter kadar BOD dan COD yang belum memenuhi baku mutu pada efluen IPAL Mendiro hal tersebut dapat disebabkan oleh beban pengolahan yang besar seperti kandungan parameter yang diterima oleh inlet IPAL. Kadar BOD yang tinggi juga dapat disebabkan oleh Masyarakat yang membuang sisa makanan ke saluran yang menyambung pada IPAL, serta dapat disebabkan oleh mikroorganisme yang belum matang untuk menguraian zat organik sehingga proses yang dihasilkan tidak efektif (Prawira Karva et al., 2018). Sedangkan untuk parameter COD yang tinggi dapat disebabkan oleh meningkatnya kadar DO serta menurunnya pH yang nantinya akan mengakibatkan laju pertumbuhan bakteri yang nantinya akan digunakan untuk menguraikan COD (Prawira Karva et al., 2018).

Berdasarkan tabel 4.2 Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmawati (2018) pada influen IPAL Komunal Manding Serut terdapat beberapa parameter yang masih belum memenuhi baku mutu Permen LHK

Nomor 68 Tahun 2016 seperti parameter BOD, COD, TSS, dan Minyak & Lemak. Penyebab tingginya parameter BOD dan COD sama dengan penyebab pada efluen sedangkan tingginya parameter TSS dapat disebabkan oleh total padatan – padatan yang tersuspensi dan menyebabkan kekeruhan serta untuk parameter minyak dan lemak tergantung pada kandungan minyak dan lemak yang dibuang oleh masyarakat ke saluran yang terhubung oleh IPAL. Sementara itu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Winda Munvika (2018) pada influen IPAL Komunal Nglebeng tedapat beberapa parameter yang melebihi baku mutu yakni BOD, COD, TSS, dan Minyak & Lemak.

Dalam perbandingan tersebut digunakan IPAL Komunal Manding Serut dan IPAL Komunal Nglebeng sebab IPAL tersebut memiliki kesamaan dalam penggunaan teknologinya yakni sama – sama menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Filter* (ABR). Menurut (Prawira Karva et al., 2018) efisiensi pengolahan BOD yang dihasilkan dari IPAL Komunal Mendiro sebesar 89%, efisiensi pengolahan untuk COD sebesar 56%, efisiensi pengolahan untuk TSS sebesar -0,44%. Sementara menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Winda Munvika (2018) efektivitas pada parameter BOD di IPAL Komunal Nglebeng sebesar 97%, parameter COD sebesar 29%, parameter TSS sebesar 58%, parameter amoniak sebesar 34%, serta parameter minyak dan lemak sebesar 84%.

Perbedaan nilai atau hasil pada konsentrasi parameter pada air limbah tersebut dapat disebabkan oleh air limbah yang masuk adalah hasil dari aktivitas masyarakat yang secara umum dapat naik maupun turun dan pasti akan memiliki kenaikan pada jam puncak yakni pagi hari dan sore hari.

Pengukuran parameter suhu, pH, dan DO dilakukan dalam tiga waktu pada saat sampling guna mengetahui rata – rata parameter tersebut dalam waktu sehari dengan mempertimbangkan jam puncak pada IPAL. Pengukuran pH juga diperlukan sebab air limbah yang diambil akan digunakan untuk uji parameter Dimana harus diawetkan dengan menggunakan beberapa bahan kimia dengan syarat – syarat tertentu sesuai dengan SNI yang digunakan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada saat sampling maka dapat dihasilkan data seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data pH Pada Efluen IPAL Komunal Mendiro

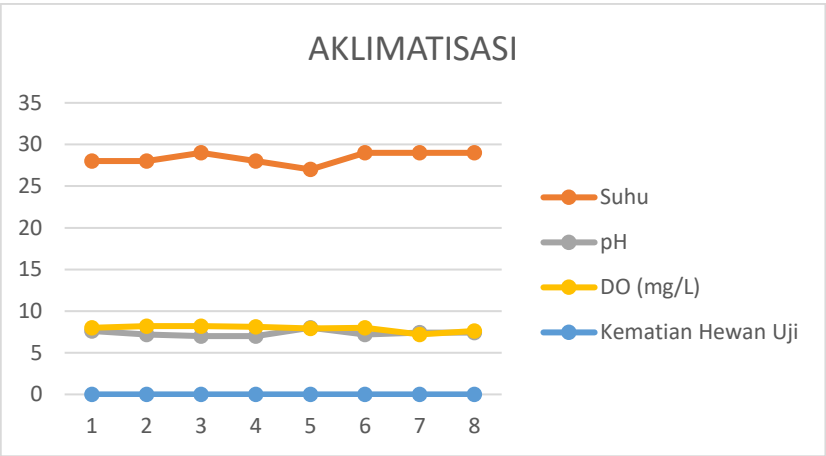
Nama Ipal	Sampel	pH		
		Pagi	Siang	Sore
IPAL KOMUNAL MENDIRO	efluen	7.8	7.55	7.11

Sumber: analisis data

4.2 Uji Toksisitas

4.2.1 Aklimatisasi Hewan Uji

Dalam proses aklimatisasi yang telah dilakukan maka dapat diperoleh hasil bahwa selama proses aklimatitasi selama 7 hari tidak ada ikan zebra yang mengalami kematian atau tidak terdapat mortalitas. Selama proses aklimatisasi juga diperlukan pengecekkan parameter suhu, pH, dan DO. Setelah dilakukan pengecekan dalam proses aklimatisasi memiliki rata-rata suhu 28,4 ℃; rata-rata pH sebesar 7,35; dan rata-rata DO sebesar 7,9 mg/L. Perubahan suhu pada suhu dapat diakibatkan dari kondisi ruangan tempat pengujian yang terdapat pendingin ruangan, dan perubahan pH dapat diakibatkan dari proses biologi yang dihasilkan oleh ikan dan dapat disebabkan oleh suhu, sedangkan untuk perubahan pada DO dapat disebabkan oleh respirasi ikan dan juga dapat disebabkan oleh suhu serta kandungan bahan organiknya.



Gambar 4. 1 Grafik Aklimatisasi Ikan Zebra

4.2.2 Uji Pendahuluan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka pada sampel influen IPAL Komunal Mendiro tidak terdapat kematian dapat dilihat pada Tabel 4.5 serta pada sampel efluen IPAL Komunal Mendiro juga tidak terdapat kematian dalam uji pendahuluan yang telah dilakukan seperti yang tertera pada tabel 4.6 sehingga tidak diperlukan membuat konsentrasi baru untuk uji toksisitasnya, dan dapat langsung dilanjutkan dari uji pendahluan ke uji toksisitas. Sedangkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmawati (2018) pada sampel influen dan efluen diharuskan menambah konsentrasi baru pada uji toksisitas dikarenakan pada uji pendahuluan memiliki kematian pada konsentrasi 50% dan 100% hal tersebut dikarenakan rendahnya kadar DO pada air yang menyebabkan hewan uji yang digunakan yakni udang galah mengalami gejala sakit dan menjadi lemah.

Tabel 4. 4 Uji Pendahuluan Ikan Zebra Pada Influen

Tangki 1						
Jam	100%	50%	25%	12,5%	6,25%	0%
0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0

Sumber: analisis data

Tabel 4. 5 Uji Pendahuluan Ikan Zebra Pada Efluen

Tangki 1						
Jam	100%	50%	25%	12,5%	6,25%	0%
0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
Tangki 2						
Jam	100%	50%	25%	12,5%	6,25%	0%
0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0

Sumber: analisis data

Menurut OECD (2019) selama melakukan pengujian perlu mengukur pH, suhu, dan DO karena ketiga parameter tersebut sangat penting dan berpengaaruh terhadap kondisi ikan selama pengamatan. Berdasarkan data pH, suhu, dan DO pada sampel influen yang didapatkan pada tabel 4.7 sedangkan data pH, suhu, dan DO pada sampel efluen dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 6 pH, Suhu, dan DO Selama Uji Pendahuluan Sampel Influen

Jam	Konsentrasi (%)	Tangki 1		
		pH	Suhu (C)	DO (mg/L)
0	0	6.11	28.7	7.54
	6.25	6.19	28.7	7.23
	12.5	6.84	28.8	6.86
	25	7.2	28.8	6.64
	50	7.73	28.7	6.83
	100	7.92	28.7	5.9
24	0	6.13	28.8	7.58
	6.25	6.22	28.8	7.24
	12.5	6.91	29	6.88
	25	7.9	28.9	6.7
	50	7.93	28.9	6.84
	100	7.96	29	6

Sumber: analisis data

Tabel 4. 7 pH, Suhu, dan DO Selama Uji Pendahuluan Sampel Efluen

Jam	Konsentrasi (%)	Tangki 1			Tangki 2		
		pH	Suhu (C)	DO (mg/L)	pH	Suhu (C)	DO (mg/L)
0	0	6	23.6	7.71	6	22.8	8.23
	6.25	6	23.4	7.96	6	22.8	8.28
	12.5	6	22.5	8.25	6	23	7.16
	25	6	22.1	8	6	22.3	8.41
	50	6	21.2	8.17	6	21.1	8.65
	100	6	20.2	8.18	6	20.3	8.41
24	0	6	23.8	7.72	6	22.8	8.23
	6.25	6	23.5	7.95	6	22.8	8.28

	12.5	6	22.5	8.29	6	23	7.16
	25	6	22.1	8.11	6	22.3	8.41
	50	6	21.3	8.17	6	21.6	8.65
	100	6	20.2	8.18	6	20.4	8.41

Sumber: analisis data

4.2.3 Uji Toksisitas

Uji toksisitas dilakukan langsung setelah uji pendahuluan selesai. Selama pengujian uji toksisitas juga diperlukan pengecekkan parameter pH, suhu, dan DO karena ketiga parameter tersebut juga berpengaruh terhadap kondisi air maupun ikan zebra. Pengukuran ketiga parameter pada influen dan efluen tersebut dilakukan selama pengamatan 96 jam seperti pada tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4. 8 Data pH, Suhu, dan DO Selama Pengujian WET Pada Influen IPAL

Jam	Konsentrasi (%)	Tangki 1		
		pH	Suhu (C)	DO (mg/L)
0	0	7.88	28.2	7.57
	6.25	7.7	28.5	7.22
	12.5	7.61	28.6	7.31
	25	7.86	28.6	7.44
	50	8.29	28.7	7.06
	100	8.52	28.7	6.1
24	0	7.62	28.5	7.55
	6.25	7.59	28.2	7.19
	12.5	7.52	28.5	7.26
	25	7.82	28.4	6.42
	50	8.2	28.3	7
	100	8.41	28.3	5.88
48	0	8.03	28.1	7.25
	6.25	7.81	27.8	7.88
	12.5	7.59	28.1	7.42
	25	7.89	28.3	6.26
	50	8.24	28.3	7.35
	100	8.43	28.1	6.43
72	0	7.91	28.3	6.81
	6.25	7.83	28	7.71
	12.5	7.72	28.1	7.35
	25	7.83	28.3	7.33

Jam	Konsentrasi (%)	Tangki 1		
		pH	Suhu (C)	DO (mg/L)
	50	8.21	28.2	7.48
	100	8.44	28.1	7.3
96	0	7.97	27.8	6.83
	6.25	7.89	27.2	7.93
	12.5	7.76	27.5	6.54
	25	7.85	27.8	6.91
	50	8.25	27.7	7.06
	100	8.46	27.6	7.25

Sumber: analisis data

Tabel 4. 9 Data pH , Suhu, dan DO Selama Pengujian WET Pada Efluen IPAL

Jam	Konsentrasi (%)	Tangki 1			Tangki 2		
		pH	Suhu (C)	DO (mg/L)	pH	Suhu (C)	DO (mg/L)
0	0	6	26.4	7.47	6	26.8	7.22
	6.25	6	25.5	7.52	6	26.2	6.35
	12.5	6	25.6	7.73	6	25.6	7
	25	6	25.8	7.8	6	25.8	7.5
	50	6	26.1	8.04	6	25.8	7.75
	100	6	26.5	7.8	6	26.5	7.5
24	0	6	26.4	7.47	6	26.8	7.22
	6.25	6	25.1	7.97	6	26	6.82
	12.5	6	25.1	7.7	6	25.5	6.99
	25	6	25.6	7.78	6	25.7	7.73
	50	6	25.7	8.04	6	25.7	7.73
	100	6	26.3	7.75	6	26.2	7.34
48	0	6	23.7	7.97	6	24.2	7.2
	6.25	6	25.7	7.31	6	26.1	6.27
	12.5	6	25.8	7.62	6	26.1	6.88
	25	6	26	7.71	6	26	7.77
	50	6	26.2	7.99	6	26.4	7.6
	100	6	26.5	7.66	6	26.5	7.15
72	0	6	26.5	7.51	6	26.5	7.71
	6.25	6	26.2	7.75	6	27	6.33
	12.5	6	26.5	7.65	6	26.7	7.08
	25	6	26.5	7.93	6	26.5	7.87
	50	6	26.7	7.79	6	26.8	7.85
	100	6	27	7.91	6	27.1	7.89
96	0	6	24.8	8.19	6	26.3	7.07

Jam	Konsentrasi (%)	Tangki 1			Tangki 2		
		pH	Suhu (C)	DO (mg/L)	pH	Suhu (C)	DO (mg/L)
	6.25	6	26.7	6.93	6	26.8	6.33
	12.5	6	26.5	7.68	6	26.8	7.05
	25	6	26.6	7.43	6	26.7	7.73
	50	6	26.8	7.67	6	26.9	7.89
	100	6	27.1	7.86	6	27.1	7.34

Sumber: analisis data

Berdasarkan hasil dari pengamatan pH pada sampel influen selama uji WET didapatkan bahwa pada konsentrasi 50% dan 100% memiliki pH yang relatif paling tinggi yakni mencapai 8, hal ini dapat disebabkan oleh bahan organik yang terdapat pada sampel. Semakin tinggi konsentrasi pengenceran maka semakin tinggi bahan organiknya sebab pada sampel influen ini terdapat dekomposisi bahan organik seperti sisa makanan dan kotoran manusia. Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan suhu pada sampel influen termasuk berfluktuasi namun masih diangka yang sama, yakni pada jam ke- 0 sampai ke-72 sebesar 28 ℃ dan pada jam ke- 96 sebesar 27 ℃ disebabkan oleh penggunaan pendingin ruangan yang tak tentu lama menyalanya serta dikarenakan lampu yang setiap hari nyala pada ruang uji. Sementara pengamatan DO pada sampel influen cukup berfluktuasi pada setiap konsentrasi dan disetiap jamnya, hal ini dapat disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik yang disebabkan oleh pakan dan kotoran ikan yang dapat menyebabkan kadar oksigen menurun (Izzati, 2010).

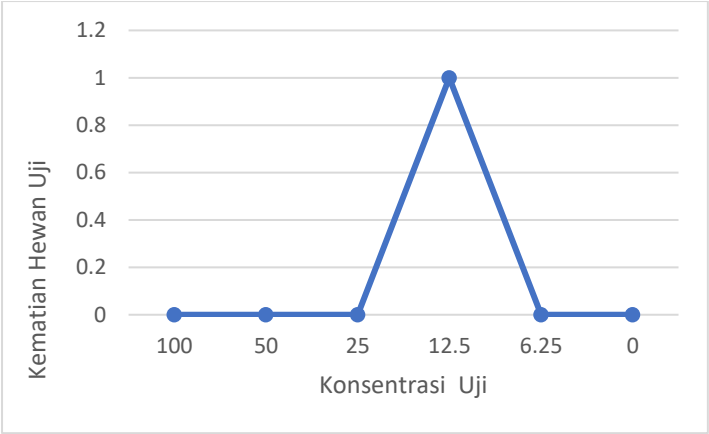
Sementara hasil dari pengamatan pH pada sampel efluen selama uji WET mendapatkan hasil angka yang sama pada setiap konsentrasinya hal ini disebabkan karena penggunaan alat ukur yang berbeda pada saat mengukur sampel influen. Pada sampel efluen ini hanya menggunakan pH universal sedangkan pada sampel influen menggunakan pH meter. Selain itu berdasarkan hasil pengamatan suhu dan DO pada efluen juga menghasilkan data yang berfluktuasi dengan alasan yang sama pula dengan influen.

Berdasarkan dari hasil uji WET yang dilakukan maka diketahui

bahwa tidak ada metode analisis yang dapat digunakan pada efluen IPAL karena hanya memiliki kematian pada satu konsentrasi rendah yakni pada konsentrasi 12,5% yang disebabkan oleh *human error*. Dapat disimpulkan pula bahwa efluen pada IPAL Komunal Mendiro tidak toksik terhadap ikan zebra dikarenakan pada IPAL tersebut juga sudah memiliki kolam yang berisi ikan pada kolam efluen.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Prawira Karva et al (2018) pada efluen dengan hewan uji *daphnia* dengan IPAL yang sama yakni IPAL Komunal Mendiro terdapat satu kematian hewan uji atau mortalitas pada konsentrasi 6,25% dan 25%. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan *daphnia* lebih sensitif atau rentan mati dibandingkan dengan ikan zebra, sebab daphnia magna lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan sedangkan ikan zebra cenderung lebih mampu beradaptasi dan bertahan hidup pada perubahan lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2018) pada efluen IPAL Komunal Manding Serut memiliki kematian hewan uji udang galah pada semua konsentrasi dimulai dari jam ke- 24, yakni pada konsentrasi 100%, 59,46%, 35,36%, 21,02%, 12,5%, 0%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2018) nilai LC50 pada IPAL Komunal Manding Serut sampel influen dan efluen mengalami penurunan pada saat waktu paparan 24 – 72 jam dan meningkat pada jam ke- 96, hal ini dapat disebabkan oleh lama dari paparan hewan uji dengan sampel, semakin lama waktu paparan maka akan semakin tinggi pula angka kematian udang galah.

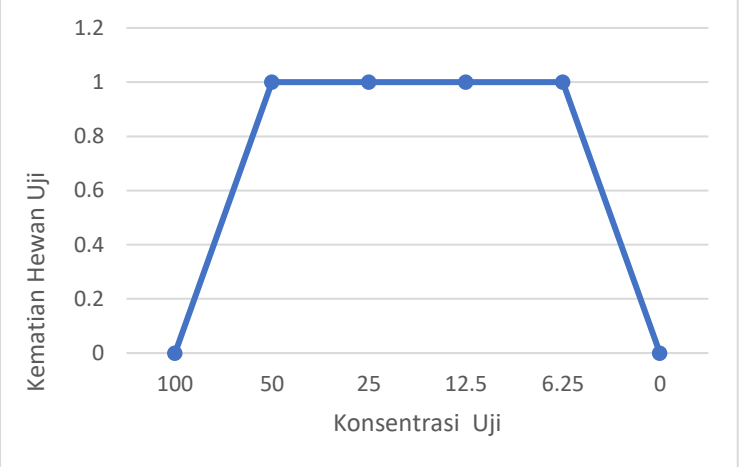


Gambar 4. 2 Grafik LC50 Pada Efluen IPAL Komunal Mendrio

Berdasarkan hasil pengujianyang telah dilakukan pada influen IPAL Komunal Mendiro memiliki kematian pada beberapa konsentrasi pengenceran yakni pada pengamatan di 24 jam pertama terdapat 1 kematian ikan pada konsentrasi 12,5%, pada pengamatan jam ke 48 terdapat 1 kematian pada konsentrasi 50%, sedangkan pada jam ke-72 tidak ada kematian sementara pada jam ke-96 terdapat 1 kematian pada konsentrasi 6,25% dan 1 kematian pada konsentrasi 25%. Pada kematian tersebut masing – masing dapat disebabkan oleh kondisi ikan zebra yang melemah akibat dari lamanya paparan dari air limbah, sebab air limbah pada sampel influen memiliki kadar amonia yang cukup tinggi. Menurut Prawira Karva et al (2018) kadar amonia yang terdapat pada influen IPAL Komunal Mendiro melebihi baku mutu yakni sebesar 72,79 mg/L. Kadar amonia yang tinggi dapat menyebabkan ikan zebra menjadi stres, apabila terlalu lama terpapar maka akan menyebabkan ikan zebra menjadi mati. Amonia merupakan salah satu senyawa yang bersifat toksik dan akan menyebabkan dampak buruk terhadap kesehatan ikan (Levit, 2010). Sedangkan pada konsentrasi 100% tidak ada kematian hal ini bisa terjadi karena kondisi air yang sangat pas untuk ikan zebra hidup yakni untuk pH diantara 7 – 9 dan pada pengujian yang telah dilakukan memiliki rata – rata pH sebesar 8,45, untuk suhu berada dikisaran 26 – 29 °C dan pada pengujian memiliki rata – rata suhu sebesar 28 °C, serta pada DO harus >5 ppm dan pada pengujian yang telah dilakukan

memiliki rata – rata nilai DO sebesar 6,6.

Ikan zebra pada konsentrasi 100% ini memiliki sedikit perubahan sifat yaitu yang pada awalnya ikan zebra bersifat sangat lincah dan pada pengamatan di jam ke- 96 terdapat beberapa ikan zebra yang bergerak sangat lambat dan cenderung diam, sedangkan untuk ikan zebra pada konsentrasi lain . Ketika ikan zebra ditempatkan pada suatu lingkungan diluar batas toleransinya, maka akan mempengaruhi aktivitas ikan dan bahkan ikan akan mengalami stress (Virakawugi Adisty et al., 2020). Namun, hal ini tidak dapat divalidasi sebab pada pengujian influen tidak dilakukan secara duplo seperti pada sampel efluen, dimana tidak dapat diketahui pada masing – masing kedua tangki pada konsentrasi berapa yang paling banyak menyebabkan kematian. Menurut Dr. Jana Koth ikan zebra memiliki kemampuan untuk meregerenasi jaringan yang rusak (Pope, 2013). Sedangkan berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh Rahmawati (2018) pada influen terdapat kematian pada konsentrasi 100%, 59,46%, 35,36%, 21,02%, 12,5%, 0% .



Gambar 4. 3 Grafik LC50 Pada Influen IPAL Komunal Mendiro

4.2.4 Konsentrasi Kematian (LC_{50})

Berdasarkan hasil dari pengujian toksisitas yang sudah dilakukan maka dapat dilakukan analisis menggunakan metode probit untuk

mengetahui nilai LC50 nya. Analisis probit dihitung menggunakan excel yakni dengan mencari % mortalitas yang kemudian dikonversi menggunakan tabel probit lalu mencari nilai regresi linear dengan persamaan Y = aX + b. Analisis probit ini digunakan untuk menghitung nilai LC50 hanya pada sampel influen sebab pada sampel efluen tidak memiliki mortalitas sehingga tidak dapat dihitung LC50 nya. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai LC50 pada efluen IPAL Komunal Mendiro menggunakan metode probit:

Tabel 4. 10 Nilai LC50

Contoh Uji	LC50
Influen	3.793228
Efluen	Tidak dapat ditentukan

Sumber: analisis data

Berdasarkan mortalitas yang didapatkan maka didapatkan pula nilai LC50 pada pengujian toksisitas influen IPAL Mendiro sebesar 3,79% dan dapat dibulatkan menjadi 4%, yang artinya konsentrasi air limbah yang dapat menyebabkan kematian pada hewan uji 50% ialah sekitar 4%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmawati (2018) menggunakan limbah IPAL Komunal Manding Serut terhadap udang galah dengan variasi konsentrasi 100%, 59,46%, 35.36%, 21,02%, 12,05%, 0% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam pada influen sebesar 35,97 dan pada efluen sebesar 35,95. Nilai LC50 di IPAL Komunal Manding Serut pada influen dan efluen mengalami penurunan pada saat waktu paparan 24 – 72 jam dan meningkat pada saat 96 jam, hal ini disebabkan oleh sampel yang semakin lama waktu paparan tidak bersifat akut melainkan kronis (Rahmawati, 2018).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Prawira Karva et al (2018) menggunakan limbah IPAL Komunal Mendiro terhadap *daphnia magna* dengan variasi konsentrasi pada influen 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 0% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam sebesar 2,94, sedangkan pada efluen menggunakan variasi konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, 0% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam sebesar 2,18. Berdasarkan analisis

yang dilakukan dapat diketahui bahwa parameter yang berpengaruh secara signifikan untuk nilai toksisitas adalah parameter COD dan amonia.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Winda Munvika (2018) menggunakan limbah IPAL Komunal Nglebeng terhadap udang galah dengan variasi konsentrasi pada influen 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam sebesar 12,36. Sedangkan pada efluen menggunakan variasi konsentrasi 100%, 59,46%, 35,36%, 21,02%, 12,5%, 0% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam sebesar 15,88. Menurut Winda Munvika (2010) IPAL Komunal Ngelebeng memiliki respon hewan uji terhadap perlakuan menunjukkan mortalitas tinggi. Semakin lama durasi pengujian maka mortalitas akan semakin tinggi, serta apabila semakin tinggi konsentrasi air limbah maka mortalitas hewan uji juga akan semakin tinggi.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Khotimah et al (2018) menggunakan limbah IPAL Komunal Manding Serut terhadap *daphnia magna* dengan variasi konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 0% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam sebesar 0,14, sedangkan pada efluen sebesar 0,28. Berdasarkan hasil analisis parameter yang sangat berhubungan pada kematian hewan uji pada sampel influen dan efluen adalah minyak dan lemak serta BOD.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Iriani Womsiwor et al (2009) menggunakan efluen limbah industri cat terhadap daphnia magna dengan variasi konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 0% mendapatkan nilai LC50 sebesar 2,413. Mortalitas yang terjadi disebabkan oleh tingginya konsentrasi BOD5, COD, dan merkuri yang melebihi baku mutu. Perbedaan kesensitifan antara *Daphnia* pada jenis industri tertentu dipengaruhi oleh adanya unsur atau senyawa spesifik yang kompleks dan sulit untuk diidentifikasi, sehingga dikatakan bahwa toksisitas dalam efluen IPAL bersifat gabungan (Iriani Womsiwor et al., 2009).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Dwi Putra et al (2019) menggunakan limbah cair rumah makan terhadap ikan mas dengan variasi konsentrasi 0,8%, 0,7%, 0,6%, 0,5%, 0,4% secara duplo mendapatkan nilai

rata- rata LC50 sebesar 0,614. Perbedaan kematian pada uji duplo yang dilakukan dapat dipengaruhi oleh perbedaan daya tahan tubuh pada masing – masing ikan mas (Dwi Putra et al., 2019).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ahmad Affandi et al (2019) menggunakan limbah penambangan timah terhadap ikan zebra dengan variasi konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,12%, 0% mendapatkan nilai LC50 selama 96 jam sebesar 14,21. Pada sampel efluen 25% memiliki pH yang sangat rendah yakni 4,91 sehingga hal tersebut dapat menyebabkan kematian sebagian besar pada biota air. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sharma (2003) dan Slaninova et al (2014) pengaruh pH yang rendah dapat merusak insang dan menunjukkan peningkatan kematian pada ikan. Oleh karena itu dapat diketahui bahwa kematian ikan zebra disebabkan oleh rendahnya pH dari limbah pertambangan timah.

4.2.5 *Toxicity Unit acute* (TUa)

Dalam perhitungan untuk mengetahui besar nilai TUa pada influen dan efluen air limbah IPAL Komunal Mendiro dapat menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$\frac{\mathbf{100}}{\boldsymbol{LC_{50}}}$$

Dalam perhitungan ini dapat diketahui bahwa semakin rendah nilai LC50 maka akan semakin tinggi untuk nilai TUa nya, dan sebaliknya apabila nilai LC50 nya tinggi maka akan semakin rendah nilai TUa nya.

Menurut Persoone et al. (2003) terdapat perbandingan kelas dalam pencemaran, yakni:

Tabel 4. 11 Perbandingan Kelas Kategori Dalam Pencemaran

Kelas	Nilai TUa	Kategori
Kelas 1	TUa < 0,4	Tidak ada toksisitas akut
Kelas 2	TUa diantara 0,4 < TUa < 1	Toksisitas akut ringan

Kelas 3	TUa diantara 1 < TUa <10	Toksisitas akut
Kelas 4	TUa diantara 10 < TUa <100	Sangat toksisitas akut
Kelas 5	TUa > 100	Sangat tinggi toksisitas akut

Sumber: Persoone, 2003

Berdasarkan pengujian WET yang telah dilakukan pada sampel efluen IPAL Komunal Mendiro maka diketahui bahwa sampel efluen tidak memiliki nilai TUa sebab tidak terjadi kematian selama pengujian berlangung. Sedangkan pada ifluen didapatkan nilai TUa sebesar 25 dan berdasarkan perbandingan kategori pencemaran diatas termasuk ke dalam kategori kelas 4 yakni sangat toksisitas akut.

Terdapat beberapa hasil mengenai nilai TUa yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti berdasarkan penelitian WET yang telah dilakukan oleh Rahmawati (2018) nilai TUa pada influen IPAL Komunal Manding Serut sebesar 2,78 dan nilai TUa pada efluen sebesar 2,78 dimana termasuk ke dalam kategori kelas 3 yakni toksisitas akut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Prawira Karva (2018) memiliki nilai TUa pada influen IPAL Komunal Mendiro sebesar 33,97 dan nilai TUa pada efluen sebesar 45,90 dimana baik untuk influen maupun efluen termasuk ke dalam kategori kelas 4 yakni sangat toksisitas akut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Winda Munvika (2018) IPAL Komunal Nglebeng memiliki nilai TUa yang besar seiring lamanya waktu paparan, dan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu paparan maka akan semakin toksik pula. Nilai TUa pada influen jam ke 24 sebesar 3,04 dan pada jam ke 96 sebesar 8,09 sedangkan nilai TUa pada jam ke 24 pada efluen sebesar 2,47 dan pada jam ke 96 sebesar 6,30 dimana termasuk ke dalam kategori kelas 3 yakni toksisitas akut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Khotimah (2018) memiliki nilai TUa pada influen IPAL Komunal Manding Serut sebesar 70,44 dan pada efluen sebesar 20,46 dimana termasuk ke dalam kategori kelas 4 yakni sangat toksisitas akut.

4.3 Pengaruh Karakteristik Air Limbah dengan Tingkat Toksisitas Hewan Uji

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada parameter fisika dan kimia maka dapat diketahui keterkaitannya terhadap hewan uji yakni didapatkan bahwa parameter pada efluen atau outlet sudah memenuhi baku mutu yang telah dipersyaratkan dan pada pengujian WET tidak ada kematian pada hewan uji. Hal ini dapat disebabkan oleh teknologi pengolahan pada IPAL yang digunakan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Teknik Pengairan ; Putri & Hardiansyah (2022) efektivitas penurunan kadar BOD adalah 70,72%, COD sebesar 78,33%, dan TSS 98,12%. Pada IPAL Mendiro ini menggunakan teknologi tambahan berupa RBC, dengan adanya tambahan teknologi tersebut maka dapat membantu untuk menurunkan 85,84% untuk parameter BOD, 34,61% untuk parameter COD, dan 66,66% untuk parameter TSS.

Sementara pada sampel influen selama pengujian terdapat kematian atau mortalitas pada hewan uji. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Karva (2018) parameter yang belum memenuhi baku mutu adalah BOD, COD, dan amonia. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diidikasikan toksisitas yang ditimbulkan pada ikan zebra dapat berasal dari parameter yang belum memenuhi baku mutu tersebut. Kadar BOD yang tinggi dapat menyebabkan air keruh dan akan menyebabkan kadar oksigen terlarut turun sehingga ikan akan kekurangan oksigen terlarut (anoxia) (Azizid Daroini et al., 2020). Kadar COD yang tinggi juga dapat menyebabkan air kekurangan kadar oksigen sebab bahan organik akan memerlukan oksigen untuk penguraian (Utami & Puspitaningrum, 2022). Serta kadar amonia yang tinggi juga akan menyebabkan kerusakan organ dalam ikan, menyebabkan turunnya sistem kekebalan ikan, merubah perilaku ikan, hingga mengganggu pada pertumbuhan dan perkembangan ikan. Tingginya tingkat kekeruhan dapat menyebabkan terganggunya proses osmoregulasi, penglihatan dan sistem pernafasan ikan. Ketika kekeruhan terlalu tinggi, kadar oksigen akan turun dan ikan akan mengalami stres yang disebabkan oleh banyaknya partikel dan bahan organik terlarut di dalam air (Febri et al., 2020). Ikan yang tidak dapat mengontrol proses osmoregulasi yang terjadi pada tubuhnya akan menyebabkan stres yang dapat berujung pada kematian (Su et al., 2022). Proses osmoregulasi sendiri merupakan proses dimana ikan mengatur keseimbangan air dan garam

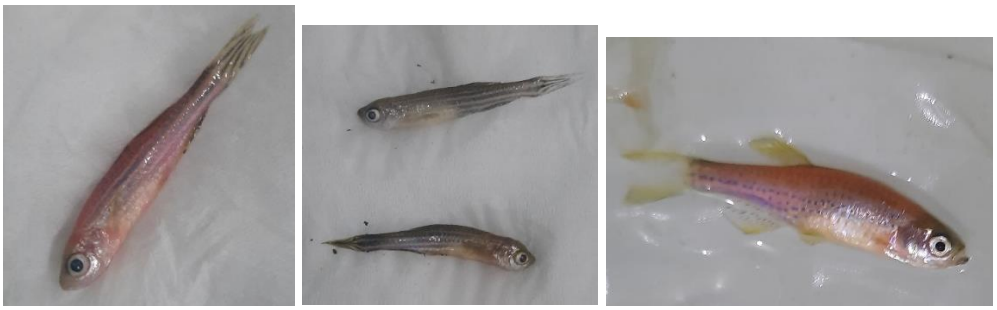
dalam tubuhnya (Nurhaida et al., 2023)

Terdapat dua faktor yang mempunyai pengaruh terhadap metabolisme ikan, yakni faktor ekstrinsik dan faktor instrinsik. Pada faktor ekstrinsik yang mempengaruhi metabolisme ikan meliputi suhu, salinitas, pakan, konsentrasi oksigen, turbiditas, dan lainnya, sedangkan pada faktor instrinsik yang mempengaruhi metabolisme pada ikan adalah hormon, parasit, agen stres, infeksi penyakit, dan lainnya (Putri Pane et al., 2023).

Suhu merupakan salah satu parameter yang berperan penting terhadap metabolisme dan proses fisiologi ikan. Suhu yang berfluktuasi akan mempengaruhi fisiologis ikan seperti pertumbuhan, metabolisme, reproduksi, dan lainnya (Islam et al., 2019; Volkoff & Rønnestad, 2020). Peningkatan suhu yang terjadi pada air akan menyebabkan penurunan jumlah oksigen yang tersedia untuk ikan (Jain et al., 2013). Sedangkan pada suhu air yang lebih tinggi dapat menyebabkan ikan akan menggunakan sebagian besar energi yang tersimpan pada tubuhnya untuk menyesuaikan diri dengan habitatnya yang kurang mendukung dan dapat merusak pertukaran zat atau metabolisme ikan (Neubauer & Andersen, 2019).

Toksisitas yang muncul biasanya tergantung dari jenis polutan, konsentrasinya, kondisi lingkungan, lama pemaparan, serta hewan uji yang digunakan. Pada pengujian yang telah dilakukan tidak ada perbedaan ikan sebelum diuji dan setelah diuji. Pada sebelumnya ikan zebra memiliki sifat yang sangat lincah dan memiliki karakteristik warna cenderung merah muda pekat bergaris hitam tipis, setelah dilakukan pengujian pada ikan zebra dengan sampel influen masih memiliki persamaan sifat dan karakteristik yang relatif sama, sedangkan untuk ikan yang terpapar oleh sampel influen memiliki garis hitam lebih terlihat tebal dan sedikit berwarna lebih pucat. Berdasarkan gambar 4.4 gambar (a) adalah hewan uji ikan zebra sebelum mendapatkan perlakuan uji, dengan ciri – ciri memiliki warna merah muda cerah dan memiliki garis – garis hitam yang tipis, dan gambar (b) merupakan ikan zebra yang telah dilakukan pengujian dengan sampel influen dengan perubahan warna yang awalnya memiliki warna merah muda cerah menjadi warna putih pucat dan memiliki garis

– garis hitam yang menjadi lebih tebal atau pekat. Untuk ikan yang berada diatas adalah contoh kematian ikan pada konsentrasi 6,25% dan ikan yang berada dibawah adalah contoh kematian ikan pada konsentrasi 25%. Sedangkan untuk gambar (c) adalah hewan uji ikan zebra setelah mendapatkan perlakuan uji menggunakan sampel efluen dengan karakteristik yang sama dengan ikan sebelum pengujian.



(a) (b) (c)

Gambar 4.4 Ikan Zebra sebelum pengujian (a), ikan zebra sesudah pengujian dengan sampel influen (b), dan ikan zebra sesudah pengujian dengan sampel efluen (c)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Semua parameter yang diuji pada sampel efluen terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu yang telah dipersyaratkan. Pada sampel efluen IPAL hanya satu ikan zebra yang mati selama proses WET berjalan yang disebabkan oleh *human error*, sehingga tidak dapat dihitung mortalitas serta LC50 nya, sedangkan untuk sampel influen IPAL terdapat satu kematian pada masing – masing konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, dan 6,25%. Serta didapatkan nilai LC50 sebesar 25 dan termasuk ke dalam kelas 4 dan berkategori sangat tercemar akut.
2. Tingkat toksisitas biasanya sangat berpengaruh terhadap hewan uji, namun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tidak terlalu berpengaruh secara signifikan seperti dalam hal sifat dan karakteristik ikan zebra.

5.2. Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk mendukung penelitian ke depannya, yakni sebagai berikut:

1. Memperbanyak penelitian terkait WET dengan menggunakan ikan zebra guna memperjelas apakah ikan zebra sensitif terhadap parameter yang terdapat di air limbah.
2. Melakukan pengujian parameter yang belum pernah diuji pada air limbah IPAL.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Affandi, F., & Yusoff Ishak, M. (2019). *Whole Effluent Toxicity (WET) Testing of Tin Mining Effluent and Receiving Water*. https://www.researchgate.net/publication/335234214

Azizid Daroini, T., Apri Arisandi Program Studi Ilmu Kelautan, dan, Pertanian, F., Trunojoyo Madura Jl Raya Telang, U., Kamal, K., & Madura, B. (2020). *ANALISIS BOD (BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND) DI PERAIRAN DESA PRANCAK KECAMATAN SEPULU, BANGKALAN*. https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037

Febri, S. P., Antoni, A., Rasuldi, R., Sinaga, A., Haser, T. F., Syahril, M., & Nazlia, S. (2020). Adaptasi waktu pencahayaan sebagai strategi peningkatan pertumbuhan ikan bawal air tawar (Colossoma macropomum). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, *7*(2), 68. https://doi.org/10.29103/aa.v7i2.2509

Husni, H., & MT, E. (2010). *Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu*.

Indriyanti, N. (2020). Zebrafish (Danio rerio) Sebagai Model Hewan Coba pada Pengujian Aktivitas Obat. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, *11*, 80–83. https://doi.org/10.25026/mpc.v11i1.398

Islam, Md. A., Uddin, Md. H., Uddin, Md. J., & Shahjahan, Md. (2019). Temperature changes influenced the growth performance and physiological functions of Thai pangas Pangasianodon hypophthalmus. *Aquaculture Reports*, *13*, 100179. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100179

Jain, S., Sharma, G., & Mathur, Y. P. (2013). *Effects of temperature variations on fish in lakes*. www.ijert.org

Karyadi Lukman. (2010). *PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PROGRAM INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) KOMUNAL DI RT 30 RW 07*.

Khotimah, K. N., Yulianto, A., & Rahmawati, S. (2018). *UJI TOKSISITAS IPAL KOMUNAL DI KECAMATAN BANTUL MENGGUNAKAN METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY (WET) PADA Daphnia Magna*.

Moriarty, F. (1999). *Ecotoxicology : the study of pollutants in ecosystems*.

Nurhaida, AS, W., Irmayani, Astriya, Nur, M. R., Fikri, M., & Amrullah, S. H. (2023). *SISTEM EKSKRESI DAN OSMOREGULASI IKAN*.

Ocde/Oecd. (2019). *Section 2 Effects on Biotic Systems OECD GUIDELINE FOR TESTING OF CHEMICALS*. http://www.oecd.org/termsandconditions/.

Perda DIY No.7 Tahun 2016 tentang Baku mutu Air Limbah. (n.d.).

Permen LHK No. 68 Tahun 2016 BAKU MUTU LIMBAH DOMESTIK. (n.d.).

Persoone, G., Marsalek, B., Blinova, I., Törökne, A., Zarina, D., Manusadzianas, L., Nalecz-Jawecki, G., Tofan, L., Stepanova, N., Tothova, L., & Kolar, B. (2003). A practical and user-friendly toxicity classification system with microbiotests for natural waters and wastewaters. *Environmental Toxicology*, *18*(6), 395–402. https://doi.org/10.1002/tox.10141

Pope Laurence. (2013). Heart, heal thyself! No problem, says the zebrafish.

Prawira Karva, F., Yulianto, A., & Rachmawati, S. (2018). *UJI TOKSISITAS IPAL KOMUNAL DI DUSUN MENDIRO TERHADAP DAPHNIA MAGNA DENGAN MENGGUNAKAN METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY (WET) THE TOXICITY TEST FOR COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT AT MENDIRO VILLAGE TOWARD DAPHNIA MAGNA USING WHOLE EFFLUENT TOXICITY METHOD (WET)*.

Putri Pane, E., Arfiati, D., Josara Apriliyanti, F., Studi Ilmu Perikanan dan Kelautan, P., Perikanan dan Ilmu Kelautan, F., Brawijaya, U., Manajemen Sumberdaya Perairan, J., & Studi Budidaya Perairan, P. (2023). Review: Respon Fisiologis Ikan terhadap Lingkungan Hidupnya Review: Physiological Response of Fish to Its Environment. In *Jurnal Aquatik, Oktober* (Vol. 6, Issue 2). http://ejurnal.undana.ac.id/jaqu/index

Rahmawati, B. (2018). *UJI TOKSISITAS IPAL KOMUNAL KECAMATAN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TERHADAP Macrobrachium rosenbergii MENGGUNAKAN METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY (WET)*.

Sa'adah Nur Rahmi, & Winarti, P. (2009). *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK MENGGUNAKAN LUMPUR AKTIF PROSES ANAEROB*.

SNI 698959-2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. (n.d.).

Soemirat, Juli. 2003. Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta : Gajah Mada University Press Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta : Universitas Indonesia

Teknik Pengairan ; Putri, J., & Hardiansyah, N. M. (2022). Analisis Perbandingan IPAL Komunal Berdasarkan Penerapan Teknologi Ditinjau dari Parameter BOD, COD, dan TSS. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, *2022*(2), 183–194. https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.05

USEPA. (2002). *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms Fifth Edition*.

Utami, E. S., & Puspitaningrum, C. (2022). KARAKTERISTIK DISTRIBUSI COD TERKAIT AKTIVITAS KJA DI PERAIRAN WADUK CIRATA, JAWA BARAT. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, *4*(2), 121. https://doi.org/10.15578/bjsj.v4i2.11510

Volkoff, H., & Rønnestad, I. (2020). Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *Temperature*, *7*(4), 307–320. https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1765950

Winda Munvika, H. (2018). *UJI TOKSISITAS IPAL KOMUNAL DI KECAMATAN BANGUNTAPAN, BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TERHADAP Macrobrachium Rosenbergii MENGGUNAKAN METODE WHOLE EFFLUENT TOXICITY (WET)*.

Womsiwor, I. I., & Roosmini, D. (2009). ANALISIS TOKSISITAS AKUT EFLUEN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI DI KOTA CIMAHI ACUTE TOXICITY ANALYSIS OF INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT PLANT EFFLUENTS IN CIMAHI. In *Jurnal Teknik Lingkungan* (Vol. 15).

Lampiran I

Aklimatisasi Hewan Uji

Selama 7 hari hewan uji akan diukur kualitas airnya seperti temperature, oksigen terlarut dalam air, serta alkalinitasnya. Kematian hewan uji selama aklimatisasi dicatat agar dapat diketahui populasi hewan uji untuk mengetahui diperlukan atau tidak dalam pergantian populasi. Berikut merupakan data hasil aklimatisasi:

Table 1 Data Aklimatisasi

Waktu (hari)	Suhu	pH	DO (mg/L)	Kematian
0	28	7.6	8	0
1	28	7.2	8.2	0
2	29	7	8.2	0
3	28	7	8.1	0
4	27	8	7.9	0
5	29	7.2	8	0
6	29	7.4	7.2	0
7	29	7.4	7.6	0
Rata-Rata	28.38	7.35	7.9	0

Menurut SNI 01-6486.3-2000, menjelaskan bahwa kualitas air untuk kandungan oksigen terlarut (DO) > 5 mg/L ; suhu berkisar 28 – 30°C ; dan pH berkisar 7 – 8,5.

Pada proses aklimatisasi, tidak terdapat hewan uji yang mengalami kematian.

$$\% \text{ Kematian} = \frac{0\ ekor}{800\ ekor}\ x\ 100\%$$

$$= 0\%$$

Ikan mampu bertahan ≥ 90% populasi, sehingga dapat dikategorikan sehat dan dapat digunakan pada proses pengujian.

LAMPIRAN II

Dokumentasi



Gambar Inlet



Gambar Outlet