

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Cair IPAL Komunal**

Air limbah dapat menyebabkan pencemaran jika tidak dikelola dengan baik, air limbah domestik terdiri dari *Grey Water* dan *Black Water*. Tingkat pencemaran air limbah Grey Water dalam kadar ringan dibandingkan dengan jenis air limbah lainnya. Sedangkan Black Water adalah air limbah rumah tangga yang terdapat kotoran manusianya. Kandungan lain dalam air limbah domestik adalah bahan organik, anorganik dan juga gas yang dapat menyebabkan penyakit. Bahan mikroorganisme juga sebagai indikator yang dapat menimbulkan bau. Air limbah sendiri biasanya terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lain (Suoth, 2016).

Limbah domestik yang paling dominan adalah jenis organik yang berupa kotoran manusia, hewan dan yang lain adalah limbah domestik anorganik yang diakibatkan oleh plastik serta penggunaan deterjen, sampo, cairan pemutih, pewangi dan bahan kimia lainnya. Limbah domestik jenis ini relatif lebih sulit untuk dihancurkan. Jika kuantitas dan intensitas limbah domestik ini masih dalam batas normal, alam masih mampu melakukan proses kimia, fisika, dan biologi secara alami. Namun, peningkatan populasi manusia telah menyebabkan peningkatan kuantitas dan intensitas pembuangan limbah domestik sehingga membuat proses penguraian limbah secara alami menjadi tidak seimbang.

Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal merupakan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara komunal agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan. Menurut Metcalf and Eddy (2003) karakteristik limbah cair tergolong dari karakteristik fisika, kimia dan biologi :

#### 1. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika terdiri dari *total solid*, bau, temperatur, densitas, warna, konduktivitas dan *turbidity*.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia terdiri dari bahan organik, bahan anorganik dan gas.

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi terdiri dari bakteri ataupun bentuk mikroorganisme lainnya.

Pengolahan air limbah harus di bandingkan dengan berdasarkan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik yang didalamnya mengenai parameter yang perlu di kelola untuk air limbah domestik berupa :

**Tabel 2. 1** Parameter Air Limbah

| Parameter                             | Keterangan  |
|---------------------------------------|---|
| <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> | Jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. |
| <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>   | Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan semua bahan organik dalam air.                   |
| <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>    | Total padatan yang terkandung didalam air yang tersaring.   |
| Minyak dan Lemak                      | Bahan bahan yang terdiri dari asam lemak yang terkandung didalam air.                             |
| Amonia                                | Kandungan nitrogen didalam air akibat proses oksidasi bakteri.                                    |

Banyak sekali teknologi pengolahan air limbah, diantaranya alah satu teknologi pengolah air limbah adalah *Anaerobic Baffled Reactor*. Teknologi ini banyak mendapat perhatian untuk pengolahan air limbah, banyak keuntungan penggunaan teknologi ABR ini tidak membutuhkan aerasi sehingga membutuhkan sedikit energi, produksi lumpur yang sangat rendah sehingga mengurangi pembiayaan perawatan, produksi biogas yang tinggi jika digunakan untuk bahan bakar, kebutuhan nutrisi untuk bakteri yang rendah, teknologi

menampung bahan organik yang tinggi dan menghemat tempat (Aqaneghad, 2016).

## 2.2 Uji Toksisitas

Pencemaran badan air sudah menjadi ancaman bagi organisme penghuni badan air. Banyak limbah domestik maupun industri yang secara langsung ataupun tidak langsung dibuang ke badan air sehingga akan berdampak kerusakan pada lingkungan. Kualitas air limbah secara global didasarkan oleh kontrol parameter BOD, COD, TSS, Minyak & lemak dan Amonia untuk pengolahan air limbah. Kontrol parameter fisik & kimia dalam badan air saja tidak cukup, mengingat kegiatan domestik ataupun yang menggunakan bahan kimia konsentrasi rendah tetapi berbahaya pada badan air. Pentingnya pengujian toksisitas ini mengingat mahal dan rumitnya pengujian fisika & kimia sehingga dengan pengujian secara biologis ini dapat menghemat waktu dan mengetahui efek yang dihasilkan. Pengujian toksisitas memberikan ukuran yang baik untuk melengkapi parameter fisik & kimia sebagai parameter pengukuran pencemaran air limbah (Tyagi, 2007).

Toksisitas merupakan kemampuan zat racun untuk merusak apabila masuk ke dalam senyawa atau tunuh organ. Toksisitas dipengaruhi beberapa faktor, antara lain komposisi dan jenis toksik, konsentrasi toksik, durasi dan frekuensi pemaparan, sifat lingkungan dan spesies biota penerima. Toksisitas dapat menimbulkan efek yang buruk berupa perubahan fungsi dasar maupun bentuk secara akut ataupun kronis maupun sub-kronis.

Uji Toksisitas dapat diartikan uji kemampuan racun (molekul) untuk menimbulkan kerusakan apabila masuk ke dalam tubuh dan lokasi organ yang rentan terhadapnya. Uji toksisitas merupakan suatu cara yang cukup representatif untuk mengestimasi besarnya bahaya yang di timbulkan oleh air limbah. Pendekatan uji toksisitas dilakukan dengan metode *Whole Effluent Toxicity* (WET) (Soemirat, 2005).

Uji toksisitas air yang juga dikenal dengan uji *bioassay* atau *Whole Effluent Toxicity* (WET) digunakan untuk memantau toksisitas air bungan. WET

adalah evaluasi efektivitas secara total terhadap dampak potensial yang terjadi dan memberikan ukuran keterkaitan terhadap air limbah dan air baku yang akan di buang nantinya.

*Whole Effluent Toxicity* digunakan untuk mengukur tingkatan atau batasan toksikologi dalam pembuangan air limbah olahan, berikut jenis jenis pengujian toksisitas :

- Uji Toksisitas Umum
- Uji TIE / TRE
- Uji WER
- Uji Toksisitas Sedimen
- Uji Toksisitas Khusus
- Uji Perkembangbiakan Alga Berbahaya

*Whole Effluent Toxicity* didefinisikan sebagai efek berbahaya atau toksisitas bagi populasi organisme perairan yang disebabkan paparan efluen. Toksisitas ini 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. Jika dibandingkan dengan analisa kimia saja, metode WET memiliki kelebihan yaitu dapat mengukur efek biologi dari zat kimia didalam limbah cair (Yi, 2009).

Manual metode WET menyarankan serangkaian pengenceran air limbah yaitu 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; dan 100%. Pengenceran ini dilakukan terlebih dahulu apabila hanya sedikit informasi yang diketahui terkait air limbah. Seri pengenceran ini penting untuk dilakukan agar memperoleh hasil yang tepat dan dapat diandalkan. Serangkaian pengenceran yang tepat dapat digunakan untuk mengidentifikasi secara akurat hubungan konsentrasi-respon serta meningkatkan ketepatan perkiraan konsentrasi efek dari hubungan tersebut.

Pengujian toksisitas pada umumnya menggunakan banyak jenis hewan uji yang meliputi :

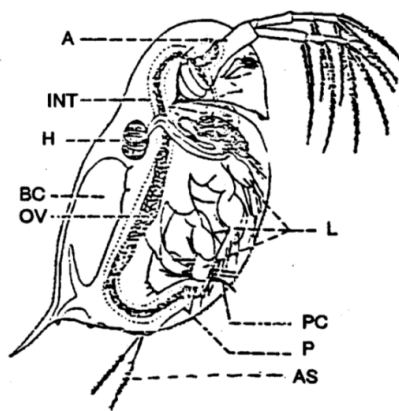
- Tes kronis akut dan jangka pendek menggunakan *Fathead minnow*, *Pimephales promelas*, *Freshwater cladoceran* dan *Ceriodaphnia dubia*.

- Tes Akut menggunakan *Freshwater cladocerans*, *Daphnia magna* dan *Daphnia pulex*
- Tes kronis jangka pendek menggunakan *Daphnia magna*.
- Studi pertumbuhan sel alga menggunakan alga hijau, *Pseudokirchneriella subcapitata*
- Tes akut dan kronis dengan ikan laut *Meidia beryllina*, *Atherinops affinis* dan *Cyprinodon variegatus*
- Tes akut dan kronis dengan udang Mysid, *Americamysis bahia*

Pada umumnya banyak hewan uji yang digunakan dalam metode pengujian *Whole Effluent Toxicity (WET)* ini seperti *Daphnia* atau kutu air, *Mysids* atau udang, *Artemia s.* atau udang pada air asin, *Pimehales p.* atau ikan. Karena, *Daphnia magna* mudah dibudidayakan dalam laboratorium, selain itu, *Daphnia magna* juga sangat sensitif terhadap berbagai polutan dan parameter fisik-kimia pada air limbah. *Daphnia magna* juga menjadi makanan para ikan atau hewan lainnya dan juga sebagai konsumen tingkat 1 dalam rantai makanan sehingga dipilih untuk menjadi hewan uji. Parameter fisik-kimia yang sensitif terhadap *Daphnia magna* yaitu pH, DO, Suhu, dan Amoniak (Kocbas, 2015). Selain itu *Daphnia Magna* merupakan organisme yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan sehingga dijadikan sebagai salah satu aspek monitoring pencemaran kualitas air baku (*early warning system*).

Menurut Ra(2006), meskipun air limbah IPAL sudah sesuai baku mutu yang dipersyaratkan untuk dibuang ke air baku tetapi pengujian biologis menggunakan *Daphnia magna* dan *S. capricornutum* masih relatif diperlukan. Oleh karena itu disarankan untuk menjalankan dua pendekatan, pemantauan berbasis fisika dan kimia serta pemantauan berbasis toksisitas biologis sebelum air limbah dibuang ke air baku. Hasil pemantauan secara garis besar menunjukkan korelasi yang diuji menurut 81 sampel. *S. capricornutum* lebih sensitif terhadap *Daphnia magna*, perbedaan sensitifitas dikaitkan dengan komposisi racun yang terkandung. *S. capricornutum* lebih sensitif terhadap herbisida dan fungisida, *Daphnia magna* lebih sensitif terhadap pestisida.

*Daphnia magna* dapat mengalami malformasi jika terpapar air limbah yang mengandung logam berat. Biasanya jaringan yang terganggu pada hewan uji ini ketika terpapar air limbah yang mengandung logam berat yaitu jaringan endokrin. Oleh karena itu, untuk meningkatkan perkembangbiakan *Daphnia magna* dapat dilakukan penambahan konsentrasi air limbah domestik (Tan-Duc, 2010).



Sumber : EPA, 2002

**Gambar 2. 1** *Daphnia Magna*



© 2002 John P. Clare (www.caudata.org)

Sumber : caudata.org

**Gambar 2. 2** *Daphnia Magna*

### 2.3 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan kajian kajian dari penelitian sebelumnya terkait topik yang akan di ujikan tersebut. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 mengenai penelitian terkait yang berhubungan tugas akhir ini.

**Tabel 2. 2** Penelitian Terdahulu

| <b>Nama Penulis</b>            | <b>Kesimpulan</b>   |
|--------------------------------|---|
| Jin Sung Ra , dkk.<br>2005     | Kadar logam berat menyumbang lebih dari 45% toksisitas gabungan, oleh karena itu efek racun yang dihasilkan dari bahan kimia lainnya mempengaruhi toksisitas biologis dalam perairan.   |
| Jin Sung Ra , dkk.<br>2006     | Pengujian WET pada IPAL besar harus dikontrol secara ketat, dengan mempertimbangkan <i>output</i> yang akan dibuang ke sungai. Oleh karena itu pemantauan karakteristik air secara kimia dan pemantauan tingkat toksisitas menjadi pertimbangan untuk mengelola IPAL agar aman di badan air.                |
| Krisna Adhitya W,<br>dkk. 2010 | Berdasarkan hasil pemerikaan tiap tiap istalasi pengolahan, terjadi penurunan terhadap nilai BOD, COD dan TSS. Berdasarkan pengujian LC <sub>50</sub> terjadi penurunan di tiap tiap instalasi, sehingga nilai konsentrasi berpengaruh terhadap nilai LC <sub>50</sub> .                                    |
| Hayatul Husni, dkk.<br>2010    | Berdasarkan hasil nalisis hubungan karakteristik terhadap LC <sub>50</sub> didapatkan bahwa nilai COD, TSS dan amonia mempengaruhi nilai LC <sub>50</sub> . Seiring kenaikan nilai COD, TSS serta amonia maka nilai LC <sub>50</sub> juga meningkat.  |
| Floria C, dkk. 2015            | Nilai LC <sub>50</sub> limbah cair tahu dengan analisis probit menunjukkan bahwa tingkat toksisitas yang dihasilkan oleh limbah cair tahu menyebabkan toksisitas akut.  |
| Ahmad Traju P, 2018            | Kemampuan IPAL komunal dalam menyisihkan kadar parameter fisika kimia dari air limbah belum semuanya bekerja secara efektif. IPAL komunal di klasifikasikan 5 kelompok berdasarkan efektivitasnya, 4 IPAL di Banguntapan cukup efektif (41% – 60%) dan 4 IPAL di Bantul bekerja kurang efektif (21% - 40%). |
| Aditya Rahajeng P,<br>2018     | Berdasarkan analisis hubungan parameter yang dilakukan terhadap nilai toksisitas yaitu melebihi baku mutu dan kematian hewan uji tidak selalu disebabkan oleh faktor tunggal, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter lain sebagai indikator tambahan.   |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Kurnia Nur K, 2018 | Menurut penelitian kurnia hubungan yang berpengaruh terjadi pada tingkat toksisitas dan parameter fisika kimia terjadi pada parameter BOD, COD dan Amonia, sehingga parameter tersebut menjadi kunci para toksisitas. Sedangkan parameter Minyak dan Lemak dan TSS tidak mempengaruhi tingkat toksisitas. |
|--------------------|---|

Pada penelitian kali ini peneliti melakukan penelitian terhadap IPAL komunal di dusun mendiro, pengujian toksisitas umumnya dilakukan pada IPAL industri. Parameter pendukung telah merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no 68 tahun 2016, pada penelitian terdahulu parameter yang diuji hanya BOD, COD, TSS. Metode *Whole Effluen Toxicity* (WET) digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan hewan uji *Daphnia Magna*.