

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Bioenergi merupakan energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan di masyarakat. Salah satu bentuk bioenergi adalah biogas. Biogas merupakan salah satu produk yang berasal dari pengolahan air limbah secara anaerobik. Pengolahan air limbah secara anaerobik mempunyai kelebihan, yaitu produksi lumpur, jumlah energi yang digunakan yang sedikit, adanya potensi energi yang dapat dihasilkan dalam bentuk lain, dan sebagainya (Chen *et al.*, 2008). Namun, pengolahan air limbah secara anaerobik juga mempunyai kelemahan, yaitu stabilitas pengoperasiannya rendah (Dupla *et al.*, 2004).

Stabilitas pengolahan air limbah secara anaerobik dapat dilihat dari produksi gas metan dan asam organik yang dibentuk. Stabilitas tersebut berkaitan dengan aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme yang terlibat di dalamnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi stabilitas proses anaerob dapat berasal dari senyawa organik dan anorganik, seperti amonia, sulfida, ion logam, logam berat, bahan organik, dan sebagainya (Chen *et al.*, 2008). Namun, dari beberapa faktor tersebut menurut Gerardi (2003), amonia merupakan senyawa organik yang sering menghambat proses anaerob terutama dalam produksi biogas. Produksi biogas yang dibentuk akan berkurang dengan adanya inhibitor amonia dalam proses anaerob.

Konsentrasi amonia sebesar 50 – 200 mg/L dimanfaatkan sebagai nutrisi mikroorganisme. Konsentrasi amonia 200 – 1500 mg/L tidak terlalu membawa

pengaruh yang signifikan terhadap mikroorganisme. Sementara itu, konsentrasi amonia yang mempunyai sifat inhibitor dalam proses anaerob sebesar 1500 – 3000 mg/L (Angelidaki dan Ahring, 1993). Konsentrasi amonia akan bersifat toksik dalam proses anaerob bila konsentrasinya  $> 3000$  mg/L (Sung and Liu, 2003).

Bentuk amonia yang bersifat inhibitor dibedakan menjadi dua macam, yaitu TAN atau Total Amonia Nitrogen [T-NH<sub>3</sub>] dan amonia bebas [NH<sub>3</sub>]. Sifat inhibitor amonia dalam proses anaerobik tidak hanya dipengaruhi langsung oleh TAN, namun juga dipengaruhi oleh amonia bebas. Menurut beberapa penelitian yang dihimpun oleh Rajagopal *et al.*, (2013), konsentrasi amonia dalam bentuk TAN akan menghambat dalam rentang 1.500 – 7.000 mg/L, sedangkan jika dalam bentuk amonia bebas dapat menghambat mulai konsentrasi 1.200 mg/L atau bahkan bisa lebih rendah, tergantung dengan nilai pH serta suhu lingkungannya.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi sifat inhibitor amonia serta membuat sistem anaerob lebih stabil adalah menggunakan media. Media yang digunakan dapat berasal dari bahan organik dan bahan anorganik. Media yang biasa digunakan untuk mengurangi sifat inhibitor dari amonia, misalnya *clay* yang digunakan untuk menyisihkan kadar amonia pada rentang konsentrasi 3000 – 8000 mg/L pada air limbah peternakan babi (Hansen *et al.*, 1998). Penggunaan *activated carbon* untuk menyisihkan kadar amonia dengan kadar 4162 mg/L pada air limbah dari proses gasifikasi batubara (Nakhla *et al.*, 1999). Penggunaan *Carbon Fiber Textile* (CFT) yang digunakan untuk menyisihkan kadar amonia dengan rentang 350 – 6000 mg/L pada lumpur buatan

hasil fermentasi sampah domestik (Sasaki *et al.*, 2011). Penggunaan zeolit untuk menyisihkan kadar amonia dengan rentang konsentrasi 1740 – 4000 mg/L pada air limbah peternakan babi (Ho and Ho, 2012). Penggunaan media seperti CFT dan zeolit mempunyai kelemahan, yaitu biaya yang digunakan cukup mahal apabila diterapkan dalam pengolahan limbah skala besar.

Sementara itu, penggunaan batok kelapa sebagai media alternatif untuk menghasilkan produk biogas juga telah digunakan, seperti penelitian Raju dan Ramaligaiah (1997). Produk biogas yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu 972 m<sup>3</sup>/kg VS, akan tetapi penelitian tersebut tidak mengkaji hubungan tentang kemampuan penyisihan amonia dan produksi biogasnya. Sedangkan menurut Harahap (2013), penggunaan media menggunakan arang batok kelapa untuk menyisihkan kadar amonia sudah pernah dilakukan, tetapi kadar amonia yang disisihkan hanya pada rentang 19,78 mg/L hingga 39,12 mg/L dengan reaktor biofilter yang kontinu. Sedangkan penelitian yang menggunakan arang batok kelapa untuk menyisihkan amonia dengan konsentrasi  $\geq 1.500$  mg/L masih sedikit dilakukan.

Reaktor pengolahan air limbah secara anaerob terdiri dari beberapa macam, salah satunya *Anaerobic Fixed Bed Reactor*. *Anaerobic Fixed Bed Reactor* merupakan salah satu reaktor anaerob yang sesuai untuk pengolahan air limbah yang mempunyai bahan organik serta padatan terlarut yang tinggi (Tritt, 1992). Penggunaan tempurung kelapa sebagai media dalam *Anaerobic Fixed Bed Reactor* merupakan media terbaik dengan biaya rendah pada salah satu pengolahan air limbah, seperti penelitian Shete and Shinkar (2013). Namun, pada

penelitian tersebut batok kelapa yang digunakan tidak digunakan untuk menurunkan kadar amonia.

Faktor yang penting dalam penggunaan media adalah ukuran media, jenis media, massa media, dan sebagainya. Massa media merupakan salah satu faktor yang penting untuk menyisihkan kadar amonia. Ho and Ho (2012) menjelaskan pada penelitiannya, penggunaan zeolit dengan massa 20 gram per liter air limbah merupakan massa terbaik yang digunakan untuk mengurangi kadar amonia rentang konsentrasi 1740 – 4000 mg/L. Ukuran mesh media yang digunakan adalah mesh 20, sesuai penelitian Chou *et al.*, (2006), ukuran mesh 20 merupakan ukuran mesh terbaik untuk menyisihkan amonia sebesar 70 mg/L dari limbah urin binatang dengan menggunakan arang aktif. Selain kadar amonia, parameter dalam penelitian ini yang turut dipantau adalah COD (*Chemcial Oxygen Demand*), biogas, pH, dan suhu. Pada penelitian Ho and Ho (2012) menggunakan media zeolit, sedangkan penelitian yang menggunakan arang batok kelapa untuk menyisihkan kadar amonia dengan menggunakan variasi massa masih jarang dilakukan.

Berdasarkan pada beberapa penelitian diatas, penggunaan variasi massa arang batok kelapa untuk penyisihan kadar amonia diatas 1500 mg/L masih belum pernah dilakukan. Kadar amonia yang dimaksud disini adalah amonia dalam bentuk TAN. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan arang batok kelapa untuk menyisihkan kadar amonia pada konsentrasi TAN 1.500, 3.000, dan 4.500 mg/L dengan variasi massa 15, 20, dan 25 gram per liter air limbah menggunakan *Anaerobic Fixed Bed Reactor*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapakah persentase penyisihan kadar amonia dan COD pada konsentrasi TAN 1.500 mg/L menggunakan variasi massa arang aktif batok kelapa 15, 20, dan 25 gram tiap liter air limbah dengan ukuran mesh 20 pada *Anaerobic Fixed Bed Reactor* dalam waktu inkubasi 10 hari?
2. Berapakah persentase penyisihan kadar amonia dan COD pada konsentrasi TAN 3.000 mg/L menggunakan variasi massa arang aktif batok kelapa 15, 20, dan 25 gram tiap liter air limbah dengan ukuran mesh 20 pada *Anaerobic Fixed Bed Reactor* dalam waktu inkubasi 10 hari?
3. Berapakah persentase penyisihan kadar amonia dan COD pada konsentrasi TAN 4.500 mg/L menggunakan variasi massa arang aktif batok kelapa 15, 20, dan 25 gram tiap liter air limbah dengan ukuran mesh 20 pada *Anaerobic Fixed Bed Reactor* dalam waktu inkubasi 10 hari?
4. Berapakah besar koefisien determinasi variasi penggunaan massa arang aktif batok kelapa terhadap penyisihan kadar amonia dan COD dengan menggunakan *Anaerobic Fixed Bed Reactor*?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui persentase penyisihan kadar amonia dan COD pada konsentrasi TAN 1.500 mg/L menggunakan variasi massa arang aktif batok kelapa 15,

- 20, dan 25 gram tiap liter air limbah dengan ukuran mesh 20 pada *Anaerobic Fixed Bed Reactor* dalam waktu inkubasi 10 hari.
2. Mengetahui persentase penyisihan kadar amonia dan COD pada konsentrasi TAN 3.000 mg/L menggunakan variasi massa arang aktif batok kelapa 15, 20, dan 25 gram tiap liter air limbah dengan ukuran mesh 20 pada *Anaerobic Fixed Bed Reactor* dalam waktu inkubasi 10 hari.
  3. Mengetahui persentase penyisihan kadar amonia dan COD pada konsentrasi TAN 4.500 mg/L menggunakan variasi massa arang aktif batok kelapa 15, 20, dan 25 gram tiap liter air limbah dengan ukuran mesh 20 pada *Anaerobic Fixed Bed Reactor* dalam waktu inkubasi 10 hari.
  4. Mengetahui besar koefisien determinasi variasi penggunaan massa arang aktif batok kelapa terhadap penyisihan kadar amonia dan COD dengan menggunakan *Anaerobic Fixed Bed Reactor*.

### 1.3.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui efesiensi penyisihan kadar amonia dengan menggunakan variasi massa media arang aktif batok kelapa.
2. Dapat mengetahui massa terbaik untuk menyisihkan kadar amonia dengan menggunakan *Anaerobic Fixed Bed Reactor*.

#### **1.4 Hipotesis Kerja**

Terdapat hubungan antara variasi massa arang aktif batok kelapa dengan kemampuan penyisihan kadar amonia, yaitu dengan menggunakan massa media semakin besar akan menghasilkan efisiensi penyisihan kadar amonia yang tinggi.

