

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Agroindustri makanan merupakan salah satu sektor industri yang melibatkan produksi dan pengolahan makanan yang berasal dari bahan baku hasil pertanian. Industri pengolahan tahu adalah salah satu contoh sektor agroindustri makanan yang diminati oleh masyarakat. Kegiatan produksi tahu menghasilkan limbah cair yang lebih banyak dari limbah padat. Hal ini berisiko mencemari perairan karena kandungan organiknya yang tinggi. Air limbah dari produksi agro industri makanan seperti tahu dapat diolah secara anaerobik. Pengolahan ini memiliki kelebihan lebih ekonomis karena lumpur yang dihasilkan lebih sedikit, hemat energi karena tidak membutuhkan aerasi dari oksigen, dan menghasilkan biogas yang dapat dijadikan energi terbarukan. Akan tetapi, pengolahan ini memiliki kelemahan karena efluen yang dihasilkan masih mengandung *nutrient* (N dan P) yang tinggi. Sebagian besar bahan organik akan dikonversi menjadi gas metana, sedangkan nitrogen dan fosfor tidak akan hilang dalam proses pengolahan ini (Campos et al., 2019).

Persoalan *nutrient* yang masih tertinggal pada efluen unit pengolahan anaerobik juga dialami pada instalasi yang dibangun oleh Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) di salah satu sentra pabrik tahu Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang. Unit pengolahan anaerobik ini dapat menyisihkan kandungan organik yang tinggi pada air limbah tahu hingga menjadi 50 mg/L. Konsentrasi COD tersebut telah memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai, yaitu sebesar 300 mg/L. Akan tetapi, pengolahan tersebut masih menyisakan kandungan amonium dan fosfat yang tinggi pada efluennya, yaitu  $178 \pm 21$  mg  $\text{NH}_4^+$ -N/L dan  $79 \pm 13$  mg P/L. Konsentrasi amonium dan fosfat tersebut masih belum sesuai dengan baku mutu air limbah industri pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 yaitu 10 mg/L untuk amonium dan pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yaitu 1 mg/L untuk fosfat.

Nitrogen dan fosfor merupakan *nutrient* esensial bagi makhluk hidup dan lingkungan. *Nutrient* ini terdapat pada air limbah dan dapat dimanfaatkan kembali.

Tingginya kandungan N dan P pada efluen unit pengolahan masih menjadi ancaman jika langsung dibuang ke perairan karena dapat menyebabkan eutrofikasi. Selain itu, kristal *struvite* dari pengendapan fosfor pada instalasi pengolahan air limbah dapat meningkatkan biaya operasional IPAL. Oleh karena itu, konsentrasi N dan P yang masih tinggi ini perlu diolah kembali. Pengolahan lanjutan untuk menyisihkan N dan P dapat dilakukan dengan proses presipitasi *struvite* untuk mengolah P dan *Partial Nitritation/Anammox* (PN/A) untuk mengolah N.

Presipitasi *struvite* dapat menyisihkan 90% fosfor dan sebagian kecil amonia sebesar 4-20% dengan menghasilkan kristal *struvite* yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk (Adnan, 2002; Booker et al., 1999; Fattah, 2004). PN/A dapat menyisihkan nitrogen saja dengan efisiensi penyisihan hingga 90% dengan efluen akhir dengan konsentrasi fosfor yang tinggi (Kosari, 2011). Dibandingkan melakukan pengolahan N dan P secara terpisah dalam satu waktu, proses presipitasi *struvite* dapat dikombinasikan dengan proses PN/A untuk mengolah kedua *nutrient* dalam satu waktu secara bersamaan. Hal ini akan lebih efektif dan efisien dalam segi biaya dan waktu operasional.

Penelitian mengenai kombinasi presipitasi *struvite* dan PN/A pernah dilakukan sebelumnya. Kombinasi dari dua proses ini dapat menjadi solusi yang lebih efisien dibandingkan mengolahnya secara terpisah. Penggabungan proses ini telah berhasil dilakukan pada sentrat IPAL Annacis di British Columbia dengan rata-rata penyisihan amonium >70% dan fosfat >90% (Kalam, 2015). Pengolahan ini cocok dipilih sebagai opsi pengolahan tersier untuk mengolah *nutrient* seperti nitrogen dan fosfor yang berlebih. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian serupa untuk menerapkan pengolahan dengan kombinasi proses ini untuk mengolah air limbah yang ada di Indonesia. Pada penelitian ini diteliti bagaimana penyisihan amonium dari efluen unit pengolahan anaerobik air limbah industri tahu menggunakan kombinasi proses ini.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.2.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah menganalisis penyisihan amonium pada air limbah artifisial yang mengacu pada efluen pengolahan anaerobik industri

tahu di sentra pengrajin tahu di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang yang didirikan oleh BRIN.

### **1.2.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis konsentrasi amonium, nitrit, dan nitrat pada efluen proses presipitasi *struvite* dan PN/A;
2. Menganalisis efisiensi penyisihan amonium menggunakan reaktor dengan kombinasi proses presipitasi *struvite* dan PN/A;
3. Menganalisis kinerja reaktor PN/A dalam penyisihan nitrogen.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada beberapa pihak, yaitu:

1. Menjadi salah satu alternatif teknologi pengolahan tersier dari unit pengolahan anaerobik yang masih mengandung *nutrient* pada efluennya sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan;
2. Menjadi referensi dengan memberikan informasi mengenai penyisihan amonium menggunakan kombinasi sistem presipitasi *struvite* dan PN/A kepada peneliti selanjutnya agar dapat dikembangkan untuk pengolahan air limbah di lapangan;
3. Meningkatkan nilai guna sedotan plastik sebagai media lekat bakteri Anammox.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Percobaan menggunakan inokulum campuran pada reaktor PN/A berupa *Ammonia Oxidizing Bacteria* (AOB) dari lumpur Muara Panjalinan untuk proses *partial nitrification* dan bakteri Anammox spesies *Candidatus Brocadia fulgida* dari Talago Koto Baru untuk proses Anammox;
2. Media lekat yang digunakan adalah sedotan plastik sebagai media penyangga biomassa bakteri Anammox dan AOB dalam reaktor PN/A;
3. Percobaan dilakukan dengan menggunakan reaktor dengan kombinasi proses presipitasi *struvite* – PN/A;
4. Percobaan dilakukan dengan HRT 7,5 jam pada suhu ambien dan tanpa pengaturan pH;

5. Pompa peristaltik digunakan untuk memompakan air limbah artifisial dan larutan  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dengan *flow rate* reaktor 1 sebesar 3,5 mL/menit dan reaktor 2 sebesar 2 mL/menit;
6. Percobaan menggunakan air limbah artifisial dengan konsentrasi amonium 180 mg/L dan fosfat 80 mg/L yang merujuk pada efluen unit pengolahan anaerobik yang didirikan oleh BRIN;
7. Parameter yang diamati adalah suhu, pH, *Dissolve Oxygen* (DO), konsentrasi  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ , dan  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ;
8. Parameter yang dihitung untuk proses PN/A adalah *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE), *Nitrogen Loading Rate* (NLR), *Nitrogen Removal Rate* (NRR), *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE), dan untuk proses presipitasi *struvite* adalah efisiensi penyisihan amonium;
9. Pengujian parameter yang dilakukan adalah amonium ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) (SNI 06-2479-1991), nitrit ( $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ) (SNI 06-6989.9-2004), nitrat ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ) (APHA Method 4500- $\text{NO}_3$ , 2017), pH (SNI 06-6989.11-2004), DO (SNI 06-2425-1991), dan suhu (SNI 06-6989.23-2005).

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan uraian garis besar tugas akhir ini adalah:

#### **BAB I      PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II     TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang landasan teori dari berbagai referensi dan literatur yang terkait dengan nitrogen, proses presipitasi *struvite*, proses *Partial Nitrification/Anammox* (PN/A), dan penelitian terdahulu.

#### **BAB III    METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, tahapan penelitian, dan konfigurasi reaktor penelitian.

#### **BAB IV    HASIL DAN PEMBAHASAN**



Bab ini berisikan hasil analisis konsentrasi amonium, nitrit, dan nitrat, serta penyisihan nitrogen.

## **BAB V     PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

