

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dewasa ini telah membantu perekonomian Indonesia. Di sisi lain, perkembangan ini telah menyebabkan pencemaran lingkungan sebagai akibat dari buangan industri yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Salah satu industri skala kecil dan menengah yang mengalami perkembangan pesat adalah industri tahu. Saat ini, ada 84.000 pabrik tahu di Indonesia, yang dapat memproduksi lebih dari 2,56 juta ton per tahun, terutama di Pulau Jawa. Industri tahu merupakan industri yang menghasilkan limbah berupa limbah padat dan cair. Industri tahu biasanya merupakan industri rumah tangga yang membuang hasil limbahnya secara langsung ke lingkungan tanpa diproses, sehingga sangat berpotensi menimbulkan pencemaran (Indriyati & Susanto, 2012).

Pengolahan limbah industri tahu secara anaerobik menggunakan *anaerobic digester* merupakan teknologi yang paling banyak diterapkan untuk pengolahan limbah agro industri makanan. Dibandingkan dengan pengolahan air limbah aerobik konvensional, pengolahan air limbah anaerobik memiliki keunggulan operasional yaitu menghemat biaya investasi. Namun, pengolahan limbah secara anaerobik ini memiliki kelemahan diantaranya yaitu menghasilkan efluen yang memiliki jumlah padatan dan *nutrient* (N dan P) yang tinggi dan tidak memenuhi baku mutu untuk langsung dibuang ke badan air (Ma et al., 2018).

Unit pengolah anaerobik air limbah industri tahu yang dibuat oleh LIPI sejak 2017 di salah satu sentra pabrik tahu di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang, juga mengalami masalah efluen N dan P yang tinggi. Sebelum dibangunnya unit pengolah limbah anaerobik di Sumedang, air limbah tahu dibuang begitu saja ke sungai di selatan dusun tanpa diolah dan menimbulkan pencemaran air. Unit pengolah anaerobik ini dapat menyisihkan kandungan organik yang tinggi pada air limbah tahu, yaitu COD  $10.440 \pm 1.936$  mg/L dengan efisiensi penyisihan  $95 \pm 0,27\%$ . Namun, masalah saat ini adalah kandungan N dan P yang tinggi dalam efluen unit pengolah limbah anaerobik, yaitu sebesar  $178 \pm 21$  mg  $\text{NH}_4^+$ -N/L dan

79±13 mg P/L. Konsentrasi N dan P ini tidak memenuhi baku mutu air limbah industri pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 kelas III yaitu 0,5 mg/L untuk amonium dan pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yaitu 1 mg/L untuk fosfat.

Tingginya kandungan N dan P pada efluen unit pengolahan dari air limbah dapat menjadi ancaman terjadinya *eutrofikasi* di badan air penerima. Kombinasi proses *Partial Nitritation Anammox* (PN/A) dan proses presipitasi *struvite* dapat menghilangkan *nutrient* (N dan P) secara bersamaan, dimana proses *Partial Nitritation Anammox* (PN/A) dapat menyisihkan N dan proses presipitasi *struvite* dapat menyisihkan P (Kalam, 2015). Proses *Partial Nitritation Anammox* (PN/A) merupakan proses dimana setengah influen amonium dikonversi menjadi nitrit oleh *Ammonia Oxidizing Bacteria* (AOB), kemudian hasil produksi nitrit dan sisa amonium dikonversi menjadi gas N<sub>2</sub> oleh bakteri Anammox (Qiao et al., 2013). Proses PN/A dapat menyisihkan 85-90% amonium, tetapi masih meninggalkan konsentrasi fosfor yang tinggi dalam air limbah yang diolah (Kosari, 2011; Wu, 2012). Sedangkan, proses presipitasi *struvite* dapat menyisihkan 90% fosfor dan amonia sebesar 4-20% dengan menghasilkan kristal *struvite* yang dapat diolah menjadi pupuk (Adnan, 2002; Booker et al., 1999; Fattah, 2004). Menggabungkan proses *Partial Nitritation Anammox* (PN/A) dengan proses presipitasi *struvite* dapat mengelola N dan P secara bersamaan, serta lebih efisien dan efektif dalam segi biaya dan waktu operasional (Hassan, 2013).

Pada penelitian ini proses *Partial Nitritation Anammox* (PN/A) akan menyisihkan amonium, dan proses presipitasi *struvite* akan menyisihkan amonium dan fosfor. Pada proses PN/A menggunakan sedotan plastik sebagai media lekat untuk inokulum campuran. Sedotan plastik dipilih sebagai media lekat agar dapat ditingkatkan nilai gunanya seperti dengan penggunaan pada pengolahan air limbah dan selain itu juga karena dapat digunakan dalam waktu yang lama karena sifatnya yang sulit untuk teregradasi (Zulkarnaini et al., 2021). Beberapa penelitian sebelumnya telah meneliti mengenai sistem pengolahan air limbah dengan menggabungkan proses *Partial Nitritation Anammox* (PN/A) dan proses presipitasi *struvite*, diantaranya yaitu, mengidentifikasi proses yang terjadi, parameter optimal, dan merancang reaktor menggunakan berbagai macam media lekat bakteri. Oleh

karena itu, pada penelitian ini akan meneliti penyisihan amonium [dan fosfor dari kombinasi dua proses ini dengan karakteristik air limbah yang berbeda dan kondisi lingkungan di Indonesia.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah menganalisis kinerja penyisihan amonium dari air limbah artifisial yang mengacu pada efluen unit pengolahan anaerobik air limbah industri tahu di sentra tahu di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja penyisihan amonium pada proses *Partial Nitritation* Anammox (PN/A) dengan konsentrasi amonium sebesar 180 mg-N/L;
2. Menganalisis kinerja penyisihan amonium dan fosfor pada proses presipitasi *struvite* dengan konsentrasi amonium dan fosfor sebesar 180 mg-N/L dan 80 mg-P/L;
3. Menganalisis kinerja penyisihan amonium dengan kombinasi proses *Partial Nitritation* Anammox (PN/A) dan presipitasi *struvite*.

## 1.3 Manfaat Penelitian

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

1. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan amonium dan fosfor dari unit pengolahan anaerobik air limbah industri tahu yang masih mengandung *nutrient* pada efluennya sehingga dapat menangani permasalahan pencemaran air;
2. Mengetahui kinerja perancangan reaktor dengan kombinasi proses *Partial Nitritation* Anammox (PN/A) dan proses presipitasi *struvite* pada upaya penyisihan amonium dan fosfor dari efluen unit pengolahan anaerobik air limbah industri tahu;

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan menggunakan inokulum campuran berupa bakteri Anammox spesies *Candidatus Brocadia fulgida* yang sudah diinokulasi dan dikultivasi dari Talago Koto Baru-Padang Panjang dan bakteri *Ammonia Oxidizing Bacteria* (AOB) yang berasal dari lumpur Muara Panjalinan yang dikultivasi terlebih dahulu;
2. Percobaan dilakukan dengan media lekat berupa sedotan plastik sebagai media penyangga biomassa bakteri anammox dan AOB pada reaktor dengan proses PN/A;
3. Percobaan menggunakan air limbah artifisial yang mengacu pada efluen unit pengolahan anaerobik air limbah industri tahu di sentra pengrajin tahu Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang yang didirikan oleh LIPI dengan konsentrasi fosfor 80 mg-P/L dan amonium 180 mg-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L;
4. Percobaan menggunakan reaktor dengan kombinasi proses *Partial Nitrification* Anammox (PN/A) dengan HRT 11,90 jam dan proses presipitasi *struvite* dengan HRT 15,56 jam;
5. Proses presipitasi *struvite* ditambahkan reagen kimia berupa larutan MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O dan rasio Mg:N:P yang digunakan adalah 1:2,25:1;
6. Parameter yang diamati adalah NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, PO<sub>4</sub>-P, *Dissolved Oxygen* (DO), suhu dan pH;
7. Parameter yang dihitung adalah *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE), *Nitrogen Loading Rate* (NLR), *Nitrogen Removal Rate* (NRR), *Amonium Conversion Efficiency* (ACE) dan Efisiensi penyisihan fosfor;
8. Uji Spektrofotometri untuk penentuan parameter uji Amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (SNI 06-2479-1991) Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) (SNI 06-6989.9-2004), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (APHA 2017), Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) (SNI 06-6989.31-2005);

## 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 air limbah industri tahu, nitrogen, proses penyisihan nitrogen, proses anammox, presipitasi *struvite*, *Partial Nitrification* Anammox (PN/A), kombinasi proses PN/A dan presipitasi *struvite* dan penelitian terdahulu

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian tahapan penelitian yang terdiri dari pengambilan sampel inokulum, persiapan peralatan, pembuatan substrat, pengoperasian reaktor, metode analisis dan perhitungan kinerja penyisihan amonium.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil pengujian di laboratorium, pengolahan data, dan pembahasan dari hasil pengujian.

## **BAB V PENUTUP**

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

