

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nitrogen adalah salah satu zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada perairan dan terdapat pada air limbah (Djuwansah et al. 2009). Kadar amonium di dalam air dapat meningkat karena limbah pencemar seperti limbah rumah tangga, residu pupuk, serta sampah organik dari hewan maupun manusia. Hal ini terjadi karena adanya proses pengayaan unsur hara yang dapat mengakibatkan eutrofikasi. Kualitas air akan menurun jika mengandung kadar amonium yang tinggi, hal ini menyebabkan air yang keruh, timbulnya gas beracun dan rendahnya kadar oksigen terlarut (Sugiura et al. 2004).

Pengolahan limbah sangat perlu pengolahan sebelum dibuang ke badan air, untuk mengurangi dampak nitrogen terhadap lingkungan. Salah satu pengolahan limbah yang digunakan amonium dalam air adalah nitrifikasi-denitrifikasi (Barnard & Leadley, 2005). Pada proses nitrifikasi-denitrifikasi ini, terjadi oksidasi amoniak oleh bakteri nitrifikasi menjadi nitrat dalam keadaan aerob, lalu dengan menggunakan karbon sebagai akseptor elektron nitrat di konversi menjadi gas nitrogen (van de Graaf et al., 1996). Akan tetapi, proses nitrifikasi-denitrifikasi dalam pengolahan air limbah memiliki beberapa kelemahan, yaitu kondisi pH asam dapat membuat aktivitasnya terganggu, sehingga dibutuhkan penambahan zat kapur yang dapat menghasilkan banyak lumpur. Selain itu biaya yang tidak ekonomis karena membutuhkan biaya energi aerasi untuk menjaga kondisi aerob pada proses nitrifikasi selain itu perlu ditambahkan bahan organik seperti metanol yang berperan menjadi sumber energi dan sumber karbon dalam proses nitrifikasi-denitrifikasi (Ahn, 2006).

Selain proses nitrifikasi-denitrifikasi, juga ditemukan proses *anaerobic ammonium oxidation* (anammox). Proses anammox, yang merupakan salah satu dari litotrof, yang sebelumnya sudah diprediksi oleh Broda pada tahun 1977 dan ditemukan pada tahun 1995 oleh Mulder (Kumar et al., 2016). Proses anammox berlangsung dengan bantuan bakteri anammox. Graff et al., (1996) memperkaya kultur anammox

menggunakan label  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_2^-$  sebagai simulasi pada FBR dan mendapatkan hasil bahwa gas  $\text{N}_2$  merupakan produk akhir yang dominan dari proses tersebut. Berdasarkan hasil eksperimen disimpulkan bahwa bakteri anammox mengoksidasi amonium dengan menggunakan nitrit sebagai penerima elektron menjadi gas nitrogen dalam keadaan anaerobik, proses ini juga menghasilkan sedikit nitrat dan biomassa (Kumar et al., 2016).

Pada proses anammox, reaktor *Up-Flow Anaerobik Sludge Blanket* (UASB) adalah salah satu reaktor yang mempunyai efisiensi yang tinggi hingga 70-90%, *high-rate reactor*, kebutuhan energi kecil dan persyaratan lahan yang lebih sedikit serta teknologi yang telah teruji. Teknologi UASB sudah digunakan pada berbagai pengolahan air limbah contohnya air limbah pengolahan kentang, industri gula, kertas, industri makanan, pengalengan daging dan sari buah, selain itu juga sudah tersebar di seluruh dunia (Laubscher et al., 2001).

Putra et al., (2020) dengan menggunakan inokulum lumpur yang berasal dari daerah tropis yaitu Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat berhasil melakukan *start-up* proses anammox pada suhu ruang di daerah tersebut yang merupakan daerah tropis. Keberhasilan tersebut terlihat dari perubahan konsentrasi nitrit, amonium dan nitrat pada efluen serta warna merah pada biofilm yang merupakan ciri khas dari bakteri anammox. Hasil penyisihan yang didapatkan Putra et al., (2020) yang dilaksanakan selama 200 hari dengan *Hydraulic Retention Time* (HRT) 24 jam menghasilkan *Nitrogen Removal Rate* (NRR) 0,303 kg-N/m<sup>3</sup>.d; *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE) 91,92% dan *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE) 98,9%. Zulfa, (2020) menggunakan inokulum tersebut dalam penelitiannya dengan reaktor anammox UASB menggunakan batu apung sebagai media lekat dengan HRT yang diturunkan menjadi 12 jam pada suhu ruangan. Hasil yang didapatkan lebih baik dari Putra et al., (2020) yaitu nilai NRR 0,395 kg-N/m<sup>3</sup>, ACE 98,12% dan NRE 92,6%. Melihat hasil penyisihan yang semakin baik disaat HRT diturunkan, maka penelitian ini mencoba menurunkan HRT menjadi 6 jam dan 3 jam, sehingga diharapkan dapat diketahui optimalisasi penyisihan nitrogen dengan menggunakan inokulum yang sama namun dengan HRT yang lebih kecil.

Penelitian ini memanfaatkan sedotan plastik yang merupakan salah satu limbah yang belum dimanfaatkan. Sedotan plastik dapat dihasilkan masyarakat sedikitnya 93 juta sedotan perhari di Indonesia. Hal ini menjadi membutuhkan perhatian khusus karena sampah sedotan plastik sulit didaur ulang karena dapat merusak dan mencemari perairan dan ekosistem laut (Action, 2017). Jin et al., (2008) sudah dilakukan penelitian menggunakan reaktor UASB menggunakan media lekat berbahan plastik berbentuk tali dengan luas permukaan spesifik  $400 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Efisiensi penyisihan nitrogennya mencapai 97% dalam 31 hari masa pengoperasian (Jin et al., 2008).

Zulkarnaini et al., (2021) juga dilakukan penelitian menggunakan plastik yang berasal dari botol minuman kemasan bekas berbahan plastik yang berbentuk gulungan-gulungan mirip dengan sedotan sebagai media lekat bakteri dalam proses anammox. Ketinggian media lekat yang digunakan yakni satu per tiga dari ketinggian reaktor dengan kinerja penyisihan nitrogen tertinggi yaitu 89% untuk ACE dan 80% untuk NRR pada HRT 24 jam, sedangkan pada HRT 12 jam nilai ACE 75% dan NRE 70%. Penelitian tersebut memilih botol minuman plastik bekas 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 tergradasi. Lalu, diharapkan waktu retensi antara biomassa dan air limbah dapat ditingkatkan dengan penggunaan plastik ini (Zulkarnaini et al., 2021). Berdasarkan hal tersebut, limbah sedotan plastik bekas dipilih sebagai media lekat dalam penelitian ini karena juga merupakan sampah yang dapat membahayakan lingkungan, serta untuk mengoptimisasi penyisihan nitrogen, selain menggunakan bakteri yang dikultivasi dari daerah tropis, juga ditambahkan ketinggian media lekat sampai sepuh reaktor, sehingga juga dapat dianalisis perbandingan penyisihan pada ketinggian pada reaktor yang berbeda setinggi 24 cm, yakni pada titik sampling dengan ketinggian sepertiga reaktor (8 cm), dua pertiga reaktor (16 cm) dan bagian atas reaktor (24 cm). Harapan dari hasil penelitian ini adalah dapat bermanfaat bagi pihak terkait seperti pemerintah atau industri dalam mengoptimisasi proses anammox sehingga dapat diaplikasikan pada penyisihan nitrogen dalam air limbah.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Tugas Akhir**

### **1.2.1 Maksud**

Maksud dari tugas akhir ini adalah untuk mengoptimalkan penyisihan nitrogen dengan proses anammox pada reaktor *up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB) dengan menggunakan sedotan plastik sebagai media lekat.

### **1.2.2 Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengoptimalkan penyisihan nitrogen dengan proses anammox pada reaktor *up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB) menggunakan media lekat sedotan plastik;
2. Menganalisis perbandingan penyisihan nitrogen terhadap ketinggian titik sampling dengan sedotan plastik bekas sebagai media lekat pada reaktor *up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB).

## **1.3 Manfaat Tugas Akhir**

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak industri dan pemerintah, yaitu untuk mengaplikasikan proses anammox dalam penyisihan nitrogen pada air limbah dan meningkatkan nilai guna limbah sedotan plastik.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Reaktor yang digunakan pada penelitian ini adalah *reaktor up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB);
2. Percobaan dilakukan dengan media lekat sedotan air mineral bekas berbahan plastik yang diisikan sepenuh reaktor;
3. Percobaan menggunakan bakteri anammox yang dikultivasi dari daerah tropis yaitu dari Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat;
4. Percobaan menggunakan limbah artifisial domestik pada konsentrasi masing-masing nitrit dan amonium 70 mg-N/L;
5. Percobaan dilakukan pada suhu ruangan pada rentang 18-28 °C;

6. Reaktor UASB yang digunakan memiliki ketinggian 24 cm, mempunyai 3 titik titik sampling pada ketinggian sepertiga reaktor (8 cm) dan dua per tiga reaktor (16 cm) dan bagian atas reaktor (24 cm);
7. Percobaan dilakukan dengan HRT 6 jam lalu dilanjutkan menjadi 3 jam;
8. Parameter yang diamati adalah amonium, nitrit dan nitrat;
9. Data yang dianalisis adalah NRR, NLR, NRE dan ACE;

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan, manfaat, batasan masalah tugas akhir dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang sejarah dan karakteristik bakteri anammox, reaktor UASB, jenis media lekat, anammox biofilm dan penelitian anammox di daerah tropis.

### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian berupa analisis kuantitatif dan analisis kualitatif.

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

Bab ini berisikan pembahasan dari hasil penelitian

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya.