

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan industri, rumah tangga, maupun pertanian dapat memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan yaitu menyebabkan pencemaran terhadap air. Permasalahan dalam pencemaran air mengakibatkan penurunan terhadap kualitas air yang berdampak pada kesehatan manusia, sehingga hal ini menjadi salah satu permasalahan yang perlu untuk diperhatikan. Pencemaran air tersebut disebabkan oleh kandungan zat, unsur atau senyawa pencemar yang terdapat pada air limbah. Salah satunya nitrogen (Djuwansah et al., 2009).

Nitrogen (N) dapat ditemukan pada hampir setiap perairan dalam bermacam-macam bentuk. Senyawa amonium dan nitrit adalah bentuk lain dari nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik terdiri dari amonia ( $\text{NH}_3$ ), amonium ( $\text{NH}_4$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dan nitrogen ( $\text{N}_2$ ) (Hastuti, 2011). Amonia dari air permukaan berasal dari air limbah (limbah industri pertanian, kimia, tekstil, kulit, makanan, kehutanan) dan tinja (Al-Nozaily et al., 2000).

Untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan, maka pengolahan terhadap air limbah sangat diperlukan sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan air limbah bisa dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Pengolahan dengan cara biologi banyak dipilih dan digunakan dalam pengolahan air limbah baik di industri, rumah sakit dan lain-lain. Pengolahan yang digunakan untuk penyisihan amonia salah satunya adalah dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi (Barnard & Leadley, 2005).

Dalam proses nitrifikasi-denitrifikasi, bakteri nitrifikasi mengoksidasi amonia menjadi nitrat dalam kondisi aerob, nitrat selanjutnya dikonversi menjadi gas nitrogen, dengan menggunakan karbon organik sebagai penerima elektron (van de Graaf et al., 1996). Akan tetapi, proses nitrifikasi-denitrifikasi dalam pengolahan air limbah memiliki kekurangan, yaitu aktivitasnya akan terganggu dalam kondisi pH asam sehingga membutuhkan penambahan zat kapur. Sehingga menghasilkan lumpur yang banyak dan tidak ekonomis karena membutuhkan biaya energi aerasi untuk menjaga kondisi

aerob pada proses nitrifikasi serta tambahan bahan organik seperti metanol sebagai karbon dan sumber energi untuk bakteri pada proses denitrifikasi (Ahn, 2006).

Pada tahun 1995 dikembangkanlah proses penyisihan nitrogen secara anaerobik yang disebut dengan proses *Anaerobic Ammonium Oxidation* (anammox). Proses anammox menjadi alternatif yang lebih efektif dalam penyisihan nitrogen secara biologi dibandingkan dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi. Proses anammox menyisihkan amonium dalam kondisi anaerobik. Bakteri anammox akan mengoksidasi amonium menjadi gas nitrogen dengan menggunakan nitrit sebagai penerima elektron. Kelebihan dari proses anammox yaitu memiliki tingkat penyisihan amonium yang tinggi hingga 100%, biaya operasional rendah dan kebutuhan ruang yang lebih kecil. Sejak pertama ditemukannya, proses anammox telah diteliti secara luas sebagai metode yang menjanjikan untuk menghilangkan nitrogen. Proses anammox telah berhasil diterapkan pada skala laboratorium, skala pilot dan skala besar untuk pengolahan air limbah yang kaya akan amonium, seperti air lindi, air limbah industri, air limbah farmasi dan jenis air limbah lainnya (Jin et al., 2012).

Penelitian mengenai proses anammox di Indonesia masih sedikit dan perlu pengembangan lebih lanjut. Penelitian terbaru di Indonesia yang dilakukan oleh Putra et al., 2020 telah berhasil melakukan *start-up* proses anammox dengan operasional pada suhu ruangan di daerah tropis menggunakan inokulum berupa lumpur dari Telaga Koto Baru. Keberhasilan penelitian ini dilihat pada perubahan konsentrasi amonium, nitrit, dan nitrat pada efluen serta biofilm berwarna merah yang merupakan ciri khas bakteri anammox. Penyisihan nitrogen dari penelitian Putra et al., 2020 yang dilaksanakan selama 200 hari menghasilkan nilai NRR 0,303 kg-N/m<sup>3</sup>.d; nilai NRE 91,92% dan nilai ACE 98,19%. Biomasa yang berhasil ditemukan oleh Putra akan digunakan pada penelitian ini. Sebagai pembanding kinerja biomasa tersebut, maka juga digunakan biomasa lain yaitu bakteri *Candidatus Brocadia sinica* yang telah di kultivasi pada laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas. Bakteri *Candidatus Brocadia sinica* sudah pernah digunakan pada penelitian Almi, Ermaliza, dan Putra tahun 2019.

Biomasa anammox untuk menyisihkan nitrogen dalam reaktor mempunyai 3 bentuk, yaitu granular (Ali et al., 2014), *suspended sludge* (Isaka et al., 2007) dan biofilm (Oshiki et al., 2011a) dengan *nitrogen removal rate* (NRR) optimum masing-masing adalah 76,7 kg-N/m<sup>3</sup>/d, 11,5 kg-N/m<sup>3</sup>/d, dan 26,0 kg-N/m<sup>3</sup>/d. Berdasarkan beberapa percobaan di atas, nilai laju penyisihan nitrogen paling baik dilakukan pada penelitian dengan menggunakan granular bakteri anammox. Selain itu, granular bakteri anammox memberikan nilai retensi biomasa yang sangat baik, mudah beradaptasi, dan kapasitas yang sangat baik untuk menahan *shock loading* (Strous et al., 1999). Berdasarkan kemampuannya yang mudah beradaptasi, maka dipilihlah biomasa berupa granular dalam penelitian ini. Akan tetapi, bentuk ini memiliki masalah terhadap biomasa yang mengapung akibat gelembung gas yang dihasilkan dan rentan terbawa ke efluen (*wash-out*). Pengapungan biomasa ini dapat diatasi dengan adanya media lekat untuk menahan bakteri anammox. Media lekat yang pernah digunakan seperti *non-woven* (Wang et al., 2013), *membrane* dan *sponge* (Zulkarnaini et al., 2018), arang bambu (C. Chen et al., 2012) dan PVA-SA gel (Tuyen et al., 2018). Media lain yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai media lekat adalah batu apung.

Letak Indonesia yang berada di atas lempeng vulkanis Eurasia-Australia-Pasifik (*Ring of fire*) menjadikan Indonesia memiliki deposit bahan galian mineral non-logam yang melimpah salah satunya adalah batu apung. Batu apung merupakan mineral alam yang berasal dari gunung berapi dan terbentuk akibat pendinginan secara cepat gas-gas dan material-material vulkanis. Struktur batu apung tersusun atas rongga-rongga yang terbentuk dari gelembung udara yang terperangkap dalam lava saat terjadi pembekuan (Ridha dan Darminto, 2016). Salah satu lokasi tempat ditemukannya batu apung di daerah Sumatra Barat adalah di Sungai Pasak, Kota Pariaman. Batu apung di sini merupakan sisa kegiatan penambangan pasir oleh masyarakat sekitar yang ditumpuk di sepanjang tepi sungai-sungai sekitar 1-5 kilogram per hari penambangan. Struktur batu apung yang berongga telah digunakan dan dimanfaatkan dalam menyisihkan nitrogen sebagai adsorben untuk nitrat (Sari, 2016), nitrit (Abdullah, 2016), dan amonium (Pratiwi, 2017) dengan efisiensi penyisihan sebesar 40-78%. Berdasarkan potensi yang dimiliki batu apung dengan strukturnya yang berpori, mudah ditemukan di alam dan

kemampuannya dalam penyisihan nitrogen, maka digunakanlah batu apung sebagai media lekat bakteri anammox dalam penelitian ini.

Pemanfaatan batu apung sebagai media lekat bakteri anammox ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga ini menjadi topik yang menarik untuk diteliti. Perlu dilakukannya penelitian untuk membuktikan pengaruh batu apung terhadap proses anammox ini. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan batu apung sebagai media dan mengamati pengaruh penambahan batu apung terhadap kinerja dan efisiensi penyisihan nitrogen pada reaktor.

Penyisihan nitrogen yang dilakukan dengan proses anammox ini akan dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometri. Sehingga melalui penelitian ini dapat diketahui seberapa besar efisiensi dan kemampuan penyisihan nitrogen menggunakan proses anammox dengan batu apung sebagai media lekat pada reaktor UASB agar dapat digunakan untuk menyisihkan nitrogen dari air limbah.

### **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menyisihkan nitrogen oleh bakteri anammox dengan menggunakan batu apung sebagai media lekat pada reaktor UASB.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menganalisis kinerja penyisihan nitrogen menggunakan inokulum bakteri anammox yang berbeda pada reaktor UASB.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan batu apung sebagai media lekat terhadap penyisihan nitrogen.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

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

1. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada air limbah sehingga dapat menangani permasalahan pencemaran air;

2. Pemanfaatan sumber daya alam batu apung sebagai media lekat anammox yang digunakan dalam reaktor UASB untuk menyisihkan senyawa nitrogen pada air limbah;

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan menggunakan reaktor UASB yang dialirkan substrat secara kontinu;
2. Percobaan menggunakan air limbah artifisial dengan konsentrasi amonium dan nitrit 100 mg-N/L;
3. Percobaan dilakukan pada tiga reaktor dengan setiap reaktor berisikan batu apung sebanyak 20 mL. Reaktor pertama menggunakan bakteri spesies *Candidatus Brocadia sinica*, reaktor kedua menggunakan bakteri anammox baru dari inokulum Talago Koto Baru dan reaktor ketiga tanpa menggunakan bakteri anammox;
4. Percobaan dilakukan pada suhu ruangan;
5. Percobaan dilakukan dengan *Hydraulic Retention Time* (HRT) 12 jam;
6. Parameter yang diamati adalah konsentrasi  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ , *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE), *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE), *Nitrogen Loading Rate* (NLR), *Nitrogen Removal Rate* (NRR);
7. Metode analisis  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , dan  $\text{NO}_3^-$  menggunakan Spektrofotometri;
8. Percobaan dilakukan dari tanggal 29 Maret – 29 April 2020.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan 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 membahas tentang parameter kimia nitrogen, proses anammox, batu apung sebagai media lekat dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, metode analisis di laboratorium serta lokasi dan waktu penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasan.

## **BAB V PENUTUP**

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

