

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dampak aktivitas manusia yang berasal dari industri, rumah tangga, maupun pertanian menyebabkan sebagian besar nitrogen antropogenik mengalami perubahan signifikan pada jumlah nitrogen di alam (Galloway *et al.* 2008). Salah satu masalah lingkungan yang terjadi adalah eutrofikasi pada badan perairan (Megumi, 2018). Eutrofikasi dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air, pertumbuhan lumut atau ganggang yang akan mengkonsumsi oksigen menyebabkan sediaan oksigen untuk biota air akan berkurang. Senyawa amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dominan di air buangan dan membutuhkan pengolahan sebelum dibuang untuk mencegah berkurangnya oksigen dan eutrofikasi badan air permukaan (Stearman and B George 2011).

Penyisihan amonium dan nitrat secara biologi biasanya dilakukan melalui proses nitrifikasi-denitrifikasi (Jin *et al.* 2007). Selama proses nitrifikasi, amonium dioksidasi menjadi nitrat dalam kondisi aerob sedangkan denitrifikasi adalah proses nitrat direduksi menjadi gas nitrogen dalam kondisi anaerob (Thakur and Medhi, 2019). Namun, proses penyisihan ammonia dengan nitrifikasi-denitrifikasi juga memiliki kekurangan yaitu menghasilkan lumpur  $\pm 3\text{g N}$  dan tidak ekonomis karena membutuhkan tambahan karbon organik komersial  $\pm 58,07\text{ g COD/g N}$  dalam satu kali proses nitrifikasi-denitrifikasi (Driessen and Kruit 2016). Namun seiring perkembangan waktu penyisihan amonium juga dapat dilakukan dengan proses *anaerobic ammonium oxidation* (anammox).

Anammox pertama kali ditemukan pada tahun 1995 dalam reaktor denitrifikasi fluidized bed (Mulder *et al.* 1995). Dalam kondisi anoksik, amonium dioksidasi oleh bakteri anammox menjadi gas nitrogen menggunakan nitrit sebagai penerima elektron (Van De Graaf *et al.* 1996). Teknologi alternatif penyisihan amonium dengan proses anammox merupakan pengembangan dari proses konvensional nitrifikasi-denitrifikasi yang memiliki keunggulan yaitu *nitrogen removal rate*

(NRR) yang tinggi, biaya operasional yang lebih rendah karena mengurangi 60% aerasi, lahan yang dibutuhkan lebih kecil, lumpur yang dihasilkan lebih sedikit, dan tidak membutuhkan karbon organik (M. Jetten et al. 2005). Sejak pertama kali ditemukan, anammox telah diteliti secara luas dan telah berhasil diterapkan pada skala laboratorium, skala percontohan (*pilot project*) dan skala besar (*full scale*) untuk pengolahan air limbah yang mengandung amonium, seperti supernatan pengolahan lumpur, air lindi lahan urug, air limbah soda, air limbah monosodium glutamat, air limbah farmasi dan jenis air limbah lainnya (Lackner, Gilbert, and Vlaeminck 2014)

Proses anammox tergantung pada substrat, di mana jumlah amonium dan nitrit yang cukup harus tersedia. Berbeda dengan amonium, nitrit jarang tersedia pada air limbah. Oleh karena itu, proses parsial nitrifikasi (nitritasi) diperlukan untuk mengubah amonium menjadi nitrit terlebih dahulu untuk mendapatkan rasio amonium dengan nitrit yang tepat. Sistem parsial nitrifikasi (nitritasi)-anammox dapat dioperasikan baik dalam satu reaktor atau dalam dua reaktor terpisah yang dibuat secara seri. Karena proses ini membutuhkan adanya bakteri *aerobic ammonium oxidizing* (AOB) dan bakteri anammox, kombinasi parsial nitrifikasi dan proses anammox dalam reaktor tunggal disebut dengan proses CANON (*completely autotrophic nitrogen removal over nitrite*) (Hao, Heijnen, and Van Loosdrecht 2002).

Proses satu tahap dikembangkan untuk pengolahan air limbah yang mengandung amonia karena konsumsi energinya yang rendah dan pembentukan lumpur yang lebih rendah. Tantangan reaktor tunggal biofilm nitritasi-anammox adalah untuk menyediakan dan memelihara lingkungan yang sesuai untuk mikroorganisme dengan pertumbuhan lambat, yaitu AOB dan bakteri anammox serta menekan pertumbuhan *Nitrite Oxidation Bacteria* (NOB). Dalam proses anammox membutuhkan media lekat seperti *non-wooven*, membran, filter, *sponge* dan PVA-SA gel yang berguna untuk penunjang pertumbuhan bakteri anammox. Augusto et al., (2018) telah melakukan penelitian tentang penyisihan nitrogen satu tahap menggunakan proses anammox dan parsial nitritasi pada membran-aerasi reaktor biofilm menggunakan reaktor anammox tunggal dengan hasil *Nitrogen Loading*

*Rate* (NLR) 50 g-N/(m<sup>3</sup>·hari) penyisihan maksimum nitrogen adalah 78±6% pada suhu operasional 30±1°.

Zulkarnaini et al., (2018) juga melakukan penelitian tentang penyisihan nitrogen dengan dua aliran *inflow* pada reaktor tunggal biofilm nitritasi-anammox, satu aliran ke bagian dalam filter dan aliran kedua ke bagian luar filter dengan menggunakan kombinasi media lekat *string wound filter* dan media *sponge* dengan hasil *Nitrogen Removal Rate* (NRR) 0,228 kg-N/(m<sup>3</sup>·hari) pada *nitrogen loading rate* NLR 0,5 kg-N/(m<sup>3</sup>·hari). Namun, pada saat penelitian kombinasi penggunaan media *sponge* dan *string wound filter* terjadi *clogging* akibat pertumbuhan bakteri. Media lekat berbahan plastik juga digunakan dalam pengolahan air limbah dan proses anammox. Media plastik sarang tawon dengan proses biofilter sudah banyak dilakukan untuk pengolahan air buangan rumah tangga maupun air limbah industri (Said and Sya'bani 2014).

Maka dalam penelitian ini, dilakukan modifikasi reaktor nitritasi-anammox tunggal Zulkarnaini et al. (2018), dengan membuat saluran langsung pada bagian bawah reaktor untuk mencegah terjadinya *clogging*/penyumbatan dan penambahan media plastik berbentuk sarang tawon untuk meningkatkan kontak air limbah dengan bakteri anammox dalam penyisihan nitrogen. Reaktor dibagi menjadi 2 kompartemen, kompartemen pertama diberikan aerasi pada rongga bagian dalam filter, kompartemen kedua tanpa aerasi pada bagian luar filter dengan menggunakan. Pada penelitian ini reaktor dioperasikan pada suhu ambien. Reaktor dioperasikan 2 buah, reaktor 1 tanpa tambahan media plastik dan reaktor 2 dengan penambahan media plastik pada bagian luar filter.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian penelitian ini adalah penyisihan amonium dengan proses nitritasi-anammox menggunakan reaktor tunggal dengan *string wound filter* dan plastik sebagai media lekat.

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menganalisis kinerja penyisihan nitrogen selama proses *start-up* pada reaktor tunggal biofilm nitritasi-anammox dengan perbedaan inokulum dan media lekat pada suhu ambien di daerah tropis, Padang, Sumatera Barat.

2. Mengidentifikasi komunitas mikroba dengan metode *Next Generation Sequencing* (NGS) menggunakan *Illumina Miseq Sequencing*.

### 1.3 Manfaat Penelitian

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 masalah pencemaran air.
2. Menjadi langkah awal bagi penelitian eksplorasi bakteri anammox yang berasal dari lingkungan Indonesia.

### 1.4 Batasan Masalah/Ruang Lingkup

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Reaktor yang digunakan menggunakan sistem reaktor nitrifikasi-anammox tunggal.
2. Percobaan pada Reaktor 1 menggunakan bakteri anammox yang berhasil di kultivasi dari Telaga Koto Baru berbentuk granular sebagai biakan dan untuk biakan AOB berasal dari lumpur Telaga Koto Baru;
3. Percobaan pada Reaktor 2 biakan bakteri anammox dan biakan AOB berasal dari lumpur Telaga Koto Baru;
4. Percobaan pada Reaktor 1 menggunakan media lekat berupa *string wound filter* dan plastik;
5. Percobaan pada Reaktor 2 menggunakan media lekat berupa *string wound filter* ;
6. Air limbah artifisial yang digunakan dengan konsentrasi amonium tinggi (150 mg-N/L);
7. Parameter yang diamati yaitu pH, suhu, konsentrasi  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ , *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE), *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE) dan *Nitrogen Removal Rate* (NRR);
8. Metode analisis  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ , dan  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  menggunakan Spektrofotometri berdasarkan SNI dan APHA;
9. DO yang digunakan dikontrol  $< 2,3$  mg/L;
10. HRT yang digunakan yaitu 12 jam

## 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 pencemaran limbah, parameter kimia nitrogen, proses anammox, *string wound filter* sebagai media, reaktor tunggal biofilm nitritasi-anammox dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, tahapan penelitian yang dilakukan seperti persiapan bakteri, media lekat, limbah cair, pemasangan instalasi penelitian, percobaan dan pengoperasian reaktor serta metode analisis di laboratorium.

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

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasan seperti konsentrasi nitrogen selama pengoperasian, kinerja penyisihan nitrogen, analisis komunitas mikroba dan lain-lain.

### **BAB V           PENUTUP**

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