

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sumber pencemaran nitrogen berasal dari limbah domestik maupun non domestik. Air limbah non domestik yang berasal dari industri seperti industri karet, makanan, pupuk dan penyamakan kulit menghasilkan nitrogen dengan kadar yang tinggi. Kadar ammonium yang dihasilkan dari limbah industri penyamakan kulit berkisar antara 75-135 mg-N/L (Calheiros et al., 2007). Pencemaran oleh pupuk nitrogen, limbah cair industri, ammonia anhidrat seperti sampah organik hewan maupun manusia, dapat meningkatkan kadar ammonium di dalam air. Kandungan nitrogen yang tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi pada badan air penerima (Herlambang & Marsidi, 2003).

Senyawa nitrogen dapat disisihkan dari air limbah dengan berbagai proses fisika, kimia dan biologi. Penyisihan nitrogen secara fisika dapat dilakukan dengan proses adsorpsi, namun penyisihan nitrogen secara biologis lebih efektif, relatif murah dan telah digunakan secara luas untuk mendukung proses fisika (Ahn, 2006). Secara konvensional penyisihan nitrogen dengan proses biologi menggunakan proses nitrifikasi-denitrifikasi. Dalam proses nitrifikasi-denitrifikasi, ammonia dioksidasi menjadi nitrat dalam kondisi aerob, nitrat selanjutnya dikonversi menjadi gas dinitrogen, dengan menggunakan karbon organik sebagai penerima elektron (Jin et al., 2012). Namun, proses pengolahan limbah dengan nitrifikasi-denitrifikasi memiliki kekurangan, yaitu membutuhkan biaya yang tinggi, menghasilkan lumpur yang banyak dan tidak ekonomis karena membutuhkan tambahan karbon organik seperti methanol (Ningtyas, 2015).

Proses oksidasi ammonium secara anaerob yang disebut *Anaerobic Ammonium Oxidation* (Anammox) mulai dikembangkan tahun 1990-an di TU-Delft, Belanda. Pada proses ini nitrit digunakan sebagai penerima elektron dalam konversi ammonium menjadi gas nitrogen (Jetten et al., 1998). Anammox menjadi alternatif penyisihan nitrogen biologis yang inovatif dibandingkan dengan teknologi nitrifikasi-denitrifikasi konvensional, karena laju penyisihan nitrogen (NRR) yang lebih tinggi, biaya operasional yang lebih rendah dan kebutuhan

ruang yang lebih kecil. Jika dibandingkan dengan proses konvensional, proses Anammox lebih efektif karena dapat mengurangi aerasi hingga 64%, kebutuhan karbon organik 100% dan produksi lumpur 80-90% (Van Loosdrecht, 2008).

Proses Anammox telah berhasil diterapkan pada skala laboratorium, skala pilot dan / atau skala besar untuk pengolahan air limbah yang kaya amonium, seperti air lindi, air limbah industri, limbah cair farmasi dan jenis limbah lainnya (Jin et al., 2012). Berbagai variasi telah dilakukan dalam penelitian Anammox seperti variasi jenis reaktor yang digunakan yaitu, *membrane bioreactor (MBR)*, *fluidized bed reactor*, *Sequencing batch reactor (SBR)*, *up-flow anaerobic sludge blanket (UASB)* dan modifikasi lainnya (Kumar et al., 2016). Namun penggunaan reaktor UASB memiliki kelebihan dibanding reaktor lain seperti kebutuhan lahan yang sedikit, biaya konstruksi dan pengoperasian rendah, produksi lumpur rendah dan lain-lain (Carlos, 2007).

Media yang sering digunakan dalam penelitian proses Anammox adalah media non organik seperti, non-wooven (Zhang et al., 2013), membran, *sponge* (Zulkarnaini et al., 2018) dan PVA-SA gel (Tuyen et al., 2018). Meskipun penggunaan media organik dalam penelitian proses Anammox masih sedikit dilakukan, penggunaan media bola bambu berongga (Chen et al., 2010) dan arang bambu (C. Chen et al., 2012) dapat mempercepat proses *start-up* Anammox. Hal tersebut menjelaskan bahwa penggunaan media organik juga memiliki keunggulan. Tebu merupakan salah satu komoditas pertanian yang besar di Indonesia dengan luas areal sekitar 420,15 ribu hektar (Badan Pusat Statistik, 2017). Tebu merupakan hasil pertanian yang dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri gula, namun dalam proses produksinya dihasilkan limbah berupa ampas tebu. Ampas tebu tidak dapat larut dalam air karena sebagian besar kandungannya terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Yosephine et al., 2012). Kandungan tersebut juga terdapat pada bambu (Fatriasari & Euis, 2008) dan membuat ampas tebu cocok dijadikan sebagai media lekat. Selain dapat meningkatkan kinerja pengolahan penggunaan ampas tebu sebagai media lekat juga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis ampas tebu. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan media ampas tebu sebagai media lekat dan tumbuh bakteri Anammox.

Reaktor Anammox sebagian besar dioperasikan dengan suhu besar dari 30°C dengan suhu optimal berada pada rentang 30°C sampai 40°C (Strous et al., 1999). Namun menurut Chen et al. (2010) bakteri Anammox dapat menyesuaikan dengan suhu rendah melalui aklimatisasi. Saat ini, di dunia lebih dari 114 reaktor Anammox sudah dioperasikan terutama di Eropa, Cina dan Amerika yang merupakan kawasan beriklim sedang dan subtropis (Ali & Okabe, 2015). Pengaplikasian proses Anammox di kawasan beriklim tropis baru terdapat di Negara Brazil, sedangkan di Indonesia belum ada penelitian terkait Anammox yang dilakukan. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar penyisihan nitrogen menggunakan bakteri Anammox dengan media ampas tebu pada Reaktor UASB di daerah tropis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengolahan untuk penyisihan Nitrogen yang menggantikan proses penyisihan nitrogen secara konvensional.

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

Maksud penelitian tugas akhir ini adalah memberikan alternatif penyisihan nitrogen dengan proses Anammox menggunakan reaktor UASB dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai media lekat.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri Anammox dari limbah artifisial pada reaktor UASB dengan memanfaatkan media ampas tebu sebagai media lekat;

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan nilai guna dan ekonomis ampas tebu sebagai media lekat pada reaktor proses Anammox;
2. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair dalam upaya pengendalian pencemaran air.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- 1 Percobaan menggunakan bakteri Anammox spesies *Candidatus Brocadia* berbentuk granular;

- 2 Percobaan menggunakan ampas tebu sebagai media lekat dalam reaktor *up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB) secara kontinu;
- 3 Percobaan menggunakan air limbah artifisial dengan konsentrasi ammonium dan nitrit 70-150 mg-N/L;
- 4 Percobaan dilakukan dengan pada suhu ruangan di daerah tropis dengan rentang 23-28 °C;
- 5 Parameter yang diamati yaitu pH, suhu,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  dan COD;
- 6 Metode analisis  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$  menggunakan Spektrofotometri sedangkan COD menggunakan Titrimetri;
- 7 Kinerja penyisihan yang dianalisis yaitu laju penyisihan nitrogen, efisiensi konversi ammonium dan efisiensi penyisihan nitrogen.

### 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, ampas tebu sebagai media, reaktor UASB 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 artifisial, 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 stoikiometri, konsentrasi nitrogen selama pengoperasian, faktor penghambat, kinerja penyisihan nitrogen, dan lain-lain.

#### **BAB V PENUTUP**

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

