

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas industri, rumah tangga maupun pertanian dapat memberikan efek yang negatif terhadap lingkungan, salah satunya adalah pencemaran terhadap air. Pencemaran air merupakan salah satu permasalahan yang harus diperhatikan karena dapat menurunkan kualitas air, sehingga berdampak pada kesehatan manusia. Pencemaran tersebut disebabkan oleh kandungan zat, unsur atau senyawa pencemar yang terdapat pada limbah cair, salah satunya nitrogen (Djuwansah et al. 2009).

Nitrogen (N) dapat ditemukan pada hampir setiap perairan dalam bermacam-macam bentuk. Amoniak (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang terionisasi menjadi ammonium (NH_4^+) dalam air, sehingga dapat dikatakan bahwa NH_4 dalam keadaan basa adalah amoniak (NH_3). Amoniak dari air permukaan berasal dari air limbah (limbah industri pertanian, kimia, tekstil, kulit, makanan, kehutanan) dan tinja. Selain itu, amoniak juga berasal dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis dari air alam, buangan domestik ataupun non domestik (Al-Nozaily et al. 2000).

Pencemaran oleh limbah domestik seperti residu pupuk yang mengandung nitrogen, limbah rumah tangga dan sampah organik hewan maupun manusia, dapat meningkatkan kadar ammonium di dalam air. Meningkatnya kandungan ammonium di dalam air terjadi karena adanya proses pengkayaan unsur hara, sehingga apabila dibuang langsung ke badan air dapat mengakibatkan *eutrofikasi*. Jika kandungan ammonium di perairan sudah tinggi, maka kualitas air akan menurun, air berubah menjadi keruh, oksigen terlarut rendah, timbul gas-gas beracun dan bahan beracun (Sugiura et al. 2004). Menurut Said, konsentrasi ammonium pada limbah domestik berkisar antara 10-158 mg- NH_4 /L (Said, 2008).

Pengolahan sangat diperlukan sebelum limbah dibuang ke badan air untuk meminimumkan dampak terhadap lingkungan. Pengolahan air buangan dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Pengolahan dengan cara biologi

banyak dipilih dan diaplikasikan dalam pengolahan air limbah baik di industri, rumah sakit dan lain-lain. Salah satu pengolahan yang digunakan untuk penyisihan amonia adalah dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi (Barnard et al. 2005).

Dalam proses nitrifikasi-denitrifikasi, bakteri nitrifikasi mengoksidasi amonia menjadi nitrat dalam kondisi aerob, nitrat selanjutnya dikonversi menjadi gas dinitrogen, dengan menggunakan karbon organik sebagai elektron aseptor (Ren Cun Jin et al. 2012). Pengolahan dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi lebih ramah lingkungan karena dilakukan menggunakan bakteri dalam prosesnya. Namun, proses pengolahan limbah dengan nitrifikasi-denitrifikasi juga memiliki kekurangan, yaitu aktivitasnya akan terganggu dalam kondisi pH asam sehingga membutuhkan penambahan zat kapur (EPA 2010), menghasilkan lumpur yang banyak dan tidak ekonomis karena membutuhkan biaya energi aerasi untuk proses nitrifikasi serta tambahan bahan organik seperti methanol sebagai karbon dan sumber energi untuk bakteri pada proses denitrifikasi (Ahn 2006).

Proses *anaerobic ammonium oxidation* (anammox) menjadi alternatif yang lebih efektif dalam penyisihan nitrogen secara biologi dibandingkan dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi. Proses anammox menjadi salah satu teknologi baru dalam pengolahan air limbah. Pada proses tersebut, nitrit digunakan sebagai aseptor elektron dalam konversi ammonium menjadi gas nitrogen dan karbon organik tidak dibutuhkan dalam proses ini karena ammonium digunakan sebagai donor elektron dalam reduksi nitrit (Ren Cun Jin et al. 2012). Proses anammox menyisihkan ammonium dalam kondisi anaerob dengan menghasilkan lebih sedikit biomassa. Anammox memiliki kemampuan tingkat penyisihan nitrogen yang lebih tinggi, biaya operasional yang lebih rendah dan kebutuhan ruang yang lebih kecil. Selain itu, proses Anammox jika dibandingkan dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi lebih efektif karena anammox dapat mereduksi aerasi hingga 64%, karbon organik 100% dan produksi lumpur 80-90% (Van Loosdrecht, 2008).

Sejak awal ditemukannya, 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 dengan tingkat karbon/nitrogen (C/N) rendah, seperti air lindi, air limbah industri, limbah cair farmasi dan jenis limbah lainnya (Zhang et al. 2016). Bakteri anammox mempunyai waktu generasi yang lama, kisaran 10-30 hari (Van De Graaf et al. 1996). Saat ini waktu generasi paling cepat ditemukan 3-5 jam (Ali et al. 2015). Bakteri tersebut untuk menyisihkan nitrogen dalam reaktor mempunyai 3 bentuk, yaitu granul (Bagchi et al. 2016), *suspended sludge* (Lotti et al. 2014) dan biofilm dengan media sebagai tempat lekat dan tumbuh. Media yang pernah digunakan seperti non-wooven (Wang et al. 2013), membran, *sponge* (Zulkarnaini et al. 2018) dan PVA-SA gel (Tuyen et al. 2018).

Penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi penyisihan nitrogen menggunakan proses anammox dengan media botol minuman kemasan pada reaktor *Up-flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) sehingga bisa diaplikasikan untuk menyisihkan nitrogen dari air limbah artifisial domestik. Proses anammox belum pernah dilakukan di Indonesia terutama dalam menyisihkan nitrogen pada limbah domestik. Namun rendahnya konsentrasi ammonium pada limbah domestik menjadi tantangan dalam pengembangan proses anammox, karena biasanya proses tersebut dioperasikan untuk mengolah air limbah berkonsentrasi tinggi yaitu 1000 g-N/L (Strous et al. 1999).

Selama pengoperasian, penurunan *Hydraulic Retention Time* (HRT) dari 24 jam ke 12 jamakan memperbesar *Nitrogen Loading Rate* (NLR) yang bertujuan untuk meningkatkan penyisihan nitrogen dan membuat bakteri tumbuh cepat (Tuyen et al. 2018). Selain itu, reaktor dilengkapi dengan media botol minuman kemasan yang digunakan sebagai tempat lekat dan tumbuh bakteri anammox. Botol minuman bekas dipilih agar dapat ditingkatkan nilai gunanya untuk pengolahan air limbah dan sifatnya yang sulit terdegradasi, sehingga dapat digunakan dalam waktu yang lama. Selain itu, juga diharapkan mampu meningkatkan waktu retensi antara air limbah dan biomassa.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah menyisihkan nitrogen dengan bakteri anammox menggunakan reaktor UASB dengan memanfaatkan media botol minuman kemasan sebagai media lekat.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox dari limbah artifisial pada reaktor UASB dengan memanfaatkan media botol minuman kemasan sebagai media lekat, seperti:

1. Menentukan *Nitrogen Removal Rate* (NRR);
2. Menentukan *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE);
3. Menentukan *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair sehingga dapat menangani permasalahan pencemaran air;
2. Memanfaatkan limbah botol minuman kemasan sebagai alternatif media lekat yang digunakan dalam reaktor UASB untuk menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- 1 Percobaan dilakukan menggunakan reaktor UASB;
- 2 Percobaan menggunakan limbah artifisial domestik;
- 3 Percobaan menggunakan botol minuman kemasan sebagai media lekat bakteri anammox spesies *Candidatus Brocadia*;
- 4 Percobaan dilakukan dengan pada suhu ruangan;
- 5 Percobaan dilakukan dengan memvariasikan HRT yaitu 24 jam dan 12 jam;
- 6 Parameter yang diamati adalah pH, suhu, NH_4^+ , NO_2^- dan NO_3^- .

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, botol minuman kemasan sebagai media 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 pembahasannya.

BAB V PENUTUP

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

