

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir, volume air limbah yang dibuang ke lingkungan semakin meningkat sejalan dengan perkembangan industri dan perdagangan. Air limbah domestik menjadi polutan terbesar yang masuk ke lingkungan sehingga memiliki kontribusi besar dalam meningkatkan pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan 60-80% dari air bersih yang digunakan akan dibuang ke lingkungan sebagai air limbah domestik (Susanthi dkk., 2018).

Menurut Peraturan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, salah satu parameter dominan pada air limbah domestik yaitu amonia (NH_3). Amonia (NH_3) dalam air limbah berbentuk amonium apabila (NH_4^+) yang apabila konsentrasinya berlebihan memiliki konsekuensi yang merugikan pada lingkungan perairan seperti terjadinya eutrofikasi, meningkatkan pertumbuhan alga (*algae bloom*), dan penurunan kualitas air (Dong dkk., 2019). Salah satu upaya dalam melindungi lingkungan perairan dari kerusakan yang lebih lanjut yaitu dengan melakukan pengawasan ketat terhadap standar efluen pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (Cao dkk., 2019). Sebagai contoh, Uni Eropa dan Amerika Utara menetapkan konsentrasi total nitrogen (TN) dari air limbah yang di akan buang ke lingkungan tidak lebih dari 3 mg/L (Wei dkk., 2014). Regulasi penetapan kadar amonia pada air limbah domestik di Indonesia tercantum dalam Peraturan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dengan kadar maksimum sebesar 10 mg/L.

Pengolahan biologis adalah proses paling umum yang digunakan untuk menyisahkan nitrogen dalam air limbah di instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Proses konvensional yang digunakan dalam menyisahkan nitrogen pada pengolahan biologis yaitu proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Jia & Yuan, 2016). Nitrifikasi adalah proses oksidasi amonium menjadi nitrit dan nitrat dalam kondisi aerobik. Sedangkan denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat menjadi gas N_2 dalam kondisi anaerobik. Proses nitrifikasi dan denitrifikasi memiliki beberapa kelemahan yaitu menghasilkan produk sampingan berupa *nitrous oxide* yang berkontribusi terjadinya efek rumah kaca

dan penipisan ozon (Wijaya dkk., 2017), membutuhkan sumber karbon organik tambahan seperti methanol karena keterbatasan keberadaan karbon organik pada air limbah (Xing & D., 2011), dan aerasi sebagai suplai oksigen pada proses nitrifikasi yang menghabiskan banyak energi (Jia & Yuan, 2016).

Proses *anaerobic ammonium oxidation* (anammox) menjadi langkah alternatif dalam penyisihan nitrogen secara biologis dibandingkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses anammox menggunakan nitrit sebagai penerima elektron dalam oksidasi amonium menjadi gas nitrogen dalam keadaan anaerobik menggunakan bakteri anammox yang bersifat kemolitotrof (mikroorganisme autotofik yang memperoleh energi dengan mengoksidasi senyawa anorganik) (Jin dkk., 2012). Dibandingkan dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi, penerapan anammox untuk menyisihkan nitrogen memiliki banyak keuntungan yaitu akan mengurangi biaya operasional hingga 90%, penurunan kebutuhan aerasi hingga 60%, tanpa membutuhkan penambahan sumber karbon organik, sedikit atau tidak adanya produksi gas NO_2 , dan 90% penurunan pembentukan lumpur (Li dkk., 2018). Proses ini menargetkan air limbah dengan konsentrasi amonium tinggi dan sedikit bahan organik (C/N rendah), seperti supernatan digesti lumpur. Anammox akan menggantikan langkah denitrifikasi konvensional sepenuhnya dan juga akan menghemat setengah dari biaya aerasi pada nitrifikasi (Jetten dkk., 2001).

Proses anammox telah banyak digunakan pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk mengolah air limbah dengan konsentrasi amonium tinggi (Tang dkk., 2011). Berbagai jenis reaktor yang telah dioperasikan dalam proses anammox diantaranya *sequencing batch reactor* (SBR), *filter bioreactor* (FtBR), *up-flow biofilter* (UBF), *up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB), *membrane bioreactor* (MBR), *air lift reactor* (ALR), dan *rotating biological contactor* (RBC) (Kumar dkk., 2016). Reaktor UASB merupakan teknologi anaerobik yang digunakan untuk mengolah air limbah dengan bantuan mikroorganisme anaerobik dengan sistem pemisah antara gas, air, dan padatan. Reaktor UASB dapat mencegah masalah flotasi biomassa dalam pengoperasiannya karena memiliki pemisah antara gas, air, dan biomassa. Bahkan biomassa berbentuk granular padat dapat mendukung retensi biomassa dalam reaktor UASB. Reaktor

UASB ini salah satu reaktor yang paling efektif dan stabil dalam pembiakkan bakteri anammox karena konfigurasi aliran keatas (*upflow*) yang memberikan kemampuan pengendapan lumpur yang baik dan menghasilkan efisiensi penyisihan nitrogen yang tinggi. Tingkat penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox pada UASB lebih tinggi dibandingkan dengan SBR dan jenis reaktor lainnya (Zulkarnaini, 2020).

Bakteri anammox telah berhasil dikultivasi dan diidentifikasi pertama kali di Indonesia oleh Putra dkk., (2020) menggunakan reaktor *filter bioreactor* (FtBR) dengan media lekat *string wood filter* yang dioperasikan pada suhu tropis. Bakteri anammox yang digunakan berasal dari Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar, Indonesia. Pada penelitian tersebut didapatkan nilai NRR sebesar 0,3905 kg-N/m³.h, NLR sebesar 0,271 kg-N/m³.h, ACE sebesar 97,07 % dan NRE sebesar 91,92%. Putra dkk., (2020) berhasil mengidentifikasi spesies bakteri anammox yaitu *Candidatus Brocadia fulgida*, *Candidatus Brocadia caroliniensis* dan *Candidatus Brocadia sinica* dengan inokulum lumpur Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar, Indonesia menggunakan *filter bioreactor* (FtBR) pada suhu ambien dan tambahan *Candidatus Anammoxoglobus propionicus* FtBR yang dioperasikan pada suhu 35°C. Zulfa (2020) melaporkan bahwa kinerja penyisihan nitrogen *Candidatus Brocadia sinica* yang berasal dari *Kanazawa University* lebih kecil daripada bakteri anammox dari Talago Koto Baru pada suhu ambien menggunakan reaktor UASB dengan media lekat batu apung selama 31 hari operasional. Hasil didapatkan efisiensi penyisihan nitrogen (NRE) *Ca. Brocadia sinica* sebesar 79,80% lebih kecil dari bakteri anammox dari Talago Koto Baru yaitu 92,46%. Penelitian ini akan menganalisis proses kinerja penyisihan nitrogen menggunakan reaktor UASB yang dioperasikan pada suhu 30°C menggunakan bakteri anammox dari Talago Koto Baru yang sudah dikultivasi pada suhu 35°C. Suhu 30°C dipilih karena pertumbuhan dan perkembangan bakteri anammox optimal dapat terjadi antara suhu 30°C - 40°C (Tang dkk., 2011). Ma dkk., (2013) melaporkan bahwa bakteri anammox dapat menyisihkan nitrogen pada air limbah artifisial pada suhu 30°C menggunakan reaktor UASB dengan nilai NRE 94,35% dan ACE 92,81%. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium menggunakan reaktor UASB yang merupakan salah satu reaktor yang paling efektif dan banyak digunakan dalam proses anammox.

Pengoperasian reaktor UASB ini dilakukan pada suhu 30°C dengan bakteri anammox yang berasal dari Talago Koto Baru yang memiliki jenis spesies yang berbeda tanpa menggunakan media lekat. Hal ini menjadi tantangan terbaru dalam penelitian ini karena pada penelitian sebelumnya dengan adanya media lekat dapat meningkatkan efisiensi penyisihan nitrogen. Bakteri anammox pada reaktor akan disuplai substrat secara kontinu dengan *hydraulic retention time* (HRT) 12 jam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi efisiensi penyisihan nitrogen dengan proses anammox pada suhu 30°C, sehingga menjadi suatu teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan dalam menyisihkan kandungan nitrogen air limbah domestik.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox dari Talago Koto Baru menggunakan reaktor UASB pada suhu 30°C dengan HRT 12 jam. Sedangkan tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menganalisis pada hari ke berapa terjadinya penyisihan senyawa nitrogen optimum oleh bakteri anammox dari Talago Koto Baru pada suhu 30°C menggunakan reaktor UASB.

1.3 Manfaat Penelitian

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

1. Memberikan informasi mengenai efisiensi penyisihan senyawa nitrogen dalam pengolahan air limbah menggunakan proses anammox pada suhu 30°C;
2. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada air limbah sebagai solusi dalam upaya pengendalian pencemaran air.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan menggunakan bakteri anammox dari Talago Koto Baru yang telah dikultivasi pada suhu 35°C;
2. Percobaan dilakukan menggunakan reaktor UASB;
3. Percobaan menggunakan limbah artifisial;
4. Percobaan dilakukan pada suhu 30°C;

5. Percobaan dilakukan menggunakan *hydraulic retention time* (HRT) 12 jam;
6. Parameter yang diamati adalah pH, suhu, NH_4^+N , NO_2^-N dan NO_3^-N ;
7. Parameter yang dianalisis adalah *nitrogen removal efficiency* (NRE), *nitrogen removal rate* (NRR), *nitrogen loading rate* (NLR), dan *ammonium conversion efficiency* (ACE);
8. Pengujian *specific anammox activity* (SAA) yang mencerminkan tingkat substrat yang dikonsumsi per biomassa melalui jalur anammox yang diukur dengan eksperimen secara *batch*.

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 senyawa nitrogen, proses anammox, reaktor UASB, serta 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 yang dilakukan disertai dengan pembahasan dan perbandingan dengan penelitian terkait.

BAB V PENUTUP

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