

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah domestik merupakan air yang telah dipakai oleh masyarakat ataupun komunitas yang mana air tersebut mengandung berbagai campuran material. Air limbah domestik tersebut tersusun atas *black water* (kotoran manusia) dan *grey water* (sisa cucian piring, cucian pakaian, dan sisa makanan). Air limbah domestik mengandung bahan organik, nitrogen, fosfor (P), karbon, patogen, minyak, lemak. Jumlah zat kimia yang ada pada air limbah domestik sangatlah beragam sehingga dalam pengolahan limbah tersebut para insinyur menggunakan parameter khusus untuk mengategorikan air limbah (Mara, 2003).

Amonium dalam air limbah berasal dari hasil pemecahan protein dan asam amino pada limbah organik (Pressley dkk., 1972). Amonium menurunkan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/ DO*) yang berdampak buruk terhadap ekosistem perairan. Amonium juga dapat berkontribusi terhadap terjadinya eutrofikasi dan menjadi toksik pada biota perairan (Constantine, 2006). Batas ambang kadar amonium sebagai N pada efluen yang diperbolehkan sebesar 10 mg/l jika mengacu pada Permen LHK No. 68 Tahun 2016 pada Lampiran I tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (PERMEN LHK NO 68, 2016), sehingga untuk mencapai baku mutu tersebut dibutuhkan teknologi pengolahan air limbah untuk menyisihkan amonium.

Terdapat berbagai cara dalam proses penyisihan nitrogen secara biologis. Seperti nitrifikasi-denitrifikasi dan anammox. Awalnya, untuk menyisihkan amonium, digunakan proses konvensional nitrifikasi-denitrifikasi yang berlangsung dua tahap yaitu oksidasi amonium menjadi nitrit lalu nitrit menjadi nitrat dalam kondisi aerob, kemudian nitrat direduksi menjadi gas nitrogen (N_2) dalam kondisi anaerob dengan membutuhkan karbon organik. Proses anammox menyisihkan amonium dalam sistem autotrof dengan menghasilkan sedikit biomassa. Amonium digunakan sebagai donor elektron dalam reduksi nitrit sehingga karbon dioksida tidak dibutuhkan dalam sistem ini (Jetten dkk., 1997).

Proses anammox memiliki banyak keuntungan sehingga dinilai lebih baik kinerja penyisihan nitrogennya dibandingkan dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi. Keuntungan yang didapatkan dengan memanfaatkan proses anammox adalah dapat mengurangi lumpur yang dihasilkan dalam proses hingga 90% yang dapat menghemat biaya pengolahan lumpur, sedikit menghasilkan N_2O yang merupakan agen penyebab rumah kaca, mereduksi kebutuhan oksigen hingga 60%, serta tidak membutuhkan penambahan karbon organik (Lotti dkk., 2014). Proses anammox bekerja pada rentang suhu 20-43°C dan bekerja secara optimal di suhu 37°C pada bakteri spesies *Candidatus Brocadia sinica*, akan tetapi telah dilakukan penelitian tentang anammox pada konsentrasi amonium dan suhu rendah (Oshiki dkk., 2011).

Beberapa penelitian mengenai anammox di Indonesia juga telah dilakukan sebelumnya menggunakan bakteri spesies *Candidatus Brocadia sinica* dari *Kanazawa University* yang dioperasikan pada reaktor UASB di suhu ambien dengan HRT 12 jam menggunakan variasi/tanpa media lekat selama 78 hari (Zulkarnaini dkk., 2019; Zulkarnaini 2020; Zulkarnaini dkk., 2021). Penelitian Zulkarnaini dkk., (2020) tanpa media lekat mendapatkan NRE dan ACE optimal masing-masing 77% dan 82%; penelitian Zulkarnaini dkk., (2021) dengan media lekat plastik mendapatkan NRE dan ACE optimal masing-masing 70% dan 75%; dan penelitian Zulkarnaini dkk., (2019) dengan media lekat ijuk mendapatkan NRE dan ACE optimal masing-masing 72% dan 69%. Berdasarkan penjabaran hasil dari masing-masing penelitian, penelitian yang dilakukan oleh Zulkarnaini dkk., (2021) dengan media lekat plastik mendapatkan nilai kinerja penyisihan nitrogen tertinggi dengan NRE 70% dan ACE 75%.

Penelitian terbaru anammox telah dilakukan oleh Putra dkk., (2020) dengan menggunakan inokulum dari lumpur Talago Koto Baru yang telah dikultivasi pada reaktor *filter bioreactor* (FtBR) suhu ambien dengan HRT 24 jam. Hal ini merupakan kultivasi bakteri anammox pertama kalinya di Indonesia. Operasional dari reaktor tersebut dilakukan selama 140 hari dan berhasil menyisihkan nitrogen tinggi dengan NRR sebesar 0,271 kg-N/m³.h, NRE sebesar 91,92%; dan ACE sebesar 97,07% (Putra dkk., 2020). Hasil ini jauh lebih baik daripada penelitian Zulkarnaini dkk., (2021) dengan media lekat plastik hanya mendapatkan NRE dan

ACE optimal masing-masing sebesar 70% dan 75%. Penelitian ini juga telah berhasil mengidentifikasi 4 spesies bakteri anammox yaitu *Candidatus Brocadia fulgida*, *Candidatus Brocadia caroliensis*, *Candidatus Brocadia sinica* dan *Candidatus Anammoxoglobus propionicus* (Zulkarnaini, 2020).

Pada proses kultivasi inokulum terdapat 2 reaktor FtBR yang dioperasikan dalam proses kultivasi inokulum yang dioperasikan pada suhu berbeda. Reaktor FtBR 1 dioperasikan pada suhu ambien dan telah diuji kinerja penyisihan nitrogennya oleh Zulfa, (2020) dan Rasyida, (2020), sedangkan FtBR 2 dioperasikan pada suhu 35°C dan belum diuji kinerja penyisihan nitrogennya. Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya menggunakan inokulum dari Talago Koto Baru yang telah dikultivasi pada reaktor FtBR di suhu 35°C. Hal ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap kinerja penyisihan nitrogen dengan limbah artifisial yang mengacu pada karakteristik limbah domestik sebagai sumber nitrogen.

Penelitian ini dioperasikan pada suhu 25°C dikarenakan bakteri anammox dikategorikan sebagai bakteri mesofilik (dapat berkembang pada suhu sedang) di mana suhu pertumbuhan bakteri anammox, terutama spesies *Candidatus Brocadia Sinica*, berkisar antara 25-45°C (Oshiki dkk., 2011). Bakteri anammox juga memiliki kemampuan beradaptasi terhadap suhu dan lingkungannya dengan melakukan proses aklimatisasi terlebih dahulu (Dosta dkk., 2008). Sehingga diharapkan proses anammox dapat berjalan secara optimal.

Penelitian ini juga dioperasikan dengan menggunakan reaktor UASB dikarenakan reaktor tersebut sejauh ini merupakan sistem anaerobik berkecepatan tinggi yang paling banyak digunakan untuk pengolahan air limbah domestik dan industri. Hal ini diperkuat dengan banyaknya penelitian yang menggunakan reaktor tersebut dalam pengoperasiannya. Penelitian ini diharapkan akan menjadi suatu alternatif baru dalam pengolahan limbah nitrogen yang lebih baik.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox. Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menganalisis pada hari ke berapa penyisihan nitrogen oleh bakteri

anammox dari Talago Koto Baru, Tanah Datar, Indonesia pada suhu 25°C menggunakan reaktor UASB mencapai tingkat penyisihan optimumnya beserta besaran nilai penyisihannya.

1.3 Manfaat Penelitian

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

1. Menjadi salah satu teknologi alternatif dalam melakukan penyisihan nitrogen pada air limbah sehingga permasalahan pencemaran air dapat ditangani;
2. Memberikan wawasan baru mengenai pengaruh suhu 25°C pada proses anammox terhadap efisiensi penyisihan nitrogen dalam pengolahan air limbah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan dengan pemanfaatan reaktor UASB
2. Percobaan menggunakan bakteri anammox dari Talago Koto Baru yaitu *Candidatus Brocadia fulgida*, *Candidatus Brocadia caroliensis*, *Candidatus Brocadia sinica* dan *Candidatus Anammoxoglobus propionicus*;
3. Percobaan menggunakan limbah artifisial;
4. Percobaan dilakukan pada suhu 25°C;
5. Percobaan dilakukan dengan pada HRT 12 jam;
6. Parameter yang diamati adalah pH, suhu, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ dan $\text{NO}_3^-\text{-N}$.
7. *Specific Anammox Activity (SAA)* diukur melalui eksperimen secara *batch*. Hal ini bertujuan untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen per biomasa bakteri anammox.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dari 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, 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 yang disertai dengan pembahasan.

BAB V PENUTUP

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

