

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses *anaerobic ammonium oxidation* (anammox) memiliki peran penting dalam penyisihan nitrogen dari perairan secara anaerobik. Anammox merupakan proses oksidasi amonium secara biologis menjadi gas nitrogen (N_2) dengan nitrit sebagai penerima elektron. Proses anammox dilakukan oleh bakteri autotrof yang tidak memerlukan sumber karbon organik. Proses anammox lebih baik dibandingkan proses konvensional nitrifikasi dan denitrifikasi, karena tidak membutuhkan penambahan karbon organik, menghemat kebutuhan oksigen (aerasi) hingga 60% serta produksi lumpur yang lebih sedikit hingga 90% sehingga mengurangi biaya pengolahan lumpur, serta lebih sedikit menghasilkan N_2O yang merupakan salah satu gas penyebab pemanasan global (Strous dkk., 1999; Zulkarnaini dkk., 2019).

Saat ini, terdapat 7 genus bakteri anammox yang telah diketahui, yaitu *Candidatus Brocadia* (Kartal, van Niftrik, dkk., 2008), *Candidatus Kuenenia* (Schmid dkk., 2000), *Candidatus Scalindua* (Vossenberg dkk., 2008), *Candidatus Anammoxoglobus* (Kartal dkk., 2007), *Candidatus Jettenia* (Quan dkk., 2008), *Candidatus Brasilis* (Viancelli dkk., 2011) dan *Candidatus Anammoximicrobium* (Khramenkov dkk., 2013) dengan jumlah 22 spesies (Miao dkk., 2019). Merujuk kepada penelitian yang telah dilakukan Sánchez Guillén dkk. (2015) bahwa proses anammox dapat dilakukan pada suhu moderat ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $30\text{ }^{\circ}\text{C}$), menurut Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (Indonesia), (2022), Indonesia memiliki rentang suhu rata-rata ($26.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $27.3\text{ }^{\circ}\text{C}$) yang memiliki potensi ditemukannya bakteri anammox dengan melakukan kultivasi, identifikasi, dan karakteristik serta aplikasi untuk pengolahan air limbah. Untuk itu diperlukan reaktor yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Sistem reaktor merupakan hal yang penting dari setiap pengembangan bioproses, termasuk proses anammox. Hal tersebut merupakan faktor kunci yang menentukan operasi awal dan kestabilan dari proses anammox. Laju pertumbuhan yang sangat lambat dan produksi biomassa bakteri anammox yang rendah menjadi penyebab dari *start-up* proses anammox yang panjang, hingga lebih dari 2,5 tahun pada

reaktor anammox skala besar pertama di Rotherdam, Belanda (Zulkarnaini, 2021). *Start-up* proses anammox telah dilakukan pada beberapa reaktor seperti *Sequencing Batch Reactor* (SBR) (Zeng dkk., 2009), *Fixed Bed Reactor* (FBR) (Yuan Liu dkk., 2017), *Upflow Biofilter* (UBF) (R. C. Jin dkk., 2008), *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) (Jin dkk., 2012), *Membrane Bioreactor* (MBR) (Narita dkk., 2017), *Airlift Reactor* (Kim & Han, 2005), dan *Rotating Biological Contactor* (Pynaert dkk., 2004). Konfigurasi reaktor dengan retensi biomassa tinggi sangat penting untuk proses anammox, karena tingkat pertumbuhan yang lambat. *Membrane Bioreactor* (MBR) dapat mencegah proses inhibisi produk dan keluarnya sel yang tersuspensi (Tao dkk., 2012; Jagersma dkk., 2009). Beberapa studi telah membuktikan bahwa *Membrane Bioreactor* (MBR) yang terendam adalah reaktor yang sangat baik untuk meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme yang tumbuh secara lambat seperti bakteri anammox (Van Der Star dkk., 2008).

Putra dkk. (2020) telah melakukan kultivasi bakteri anammox dengan sumber inokulum dari lumpur Telaga Koto Baru menggunakan reaktor *filter bioreactor* (FtBR), kondisi operasional proses inkubasinya dilakukan pada suhu ambien dan suhu 35°C dengan HRT 24 jam. Kinerja penyisihan nitrogen maksimal pada kedua reaktor tersebut secara berturut-turut adalah 92% dan 91%. Percobaan ini berhasil mengidentifikasi 4 spesies bakteri anammox yakni *Candidatus Brocadia fulgida*, *Candidatus Brocadia caroliniensis*, *Candidatus Brocadia sinica* dan *Candidatus Anammoxoglobus propionicus* (Zulkarnaini, 2021).

Jika dilihat dari karakteristik fisiologis bakteri anammox, proses anammox dapat berlangsung pada rentang suhu 20-43°C. Suhu optimal proses anammox tergantung pada spesies, seperti *Candidatus Brocadia sinica* pada suhu 37 °C (Oshiki dkk., 2011). Pada penelitian ini dianalisis kinerja penyisihan nitrogen pada *Membrane Bioreactor* (MBR) dengan proses anammox menggunakan bakteri anammox (*Candidatus Brocadia fulgida*) yang telah dikultivasi dari lumpur Telaga Koto Baru, Tanah Datar, Sumatra Barat, Indonesia pada suhu ambien. Penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal untuk melakukan penelitian karakteristik bakteri anammox lebih lanjut dari peningkatan kemurnian bakteri anammox yang sudah dikultivasi. Hasil penelitian ini dapat menghasilkan sumber inokulum untuk aplikasi pengolahan air limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis kinerja penyisihan nitrogen dengan bakteri anammox dari Telaga Koto Baru. Adapun tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox dari Telaga Koto Baru pada suhu ambien menggunakan *Membrane Bioreactor* (MBR).

1.3 Manfaat Penelitian

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

1. Memperbanyak biomassa bakteri anammox untuk aplikasi pada pengolahan air limbah.
2. Memberikan informasi kinerja penyisihan nitrogen menggunakan *Membrane Bioreactor* (MBR)
3. Mengembangkan teknologi pengolahan air limbah biologis dalam penyisihan nitrogen dengan efisiensi tinggi yang ekonomis.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus sesuai dengan penelitian yang ingin dicapai, maka penulis menetapkan batasan permasalahannya mengenai:

1. Percobaan menggunakan biomassa bakteri anammox spesies *Candidatus Brocadia fulgidavdari* Telaga Koto Baru Kecamatan Koto X Kabupaten Tanah Datar.
2. Percobaan dilakukan menggunakan MBR.
3. Percobaan dilakukan pada suhu ambien.
4. Percobaan menggunakan substrat dengan konsentrasi amonium dan nitrit 70-250 mg-N/L masing-masingnya.
5. Percobaan dilakukan dengan *Hydraulic Retention Time* (HRT) 24 jam selama 48 hari.
6. Parameter yang diamati pada reaktor yaitu suhu, pH, konsentrasi $\text{NH}_4^+\text{-N}$, NO_2^- -N, NO_3^- -N, *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE), *Nitrogen Removal*

Efficiency (NRE), Nitrogen Loading Rate (NLR), dan Nitrogen Removal Rate (NRR).

7. Pengujian parameter amonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) dan nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) berdasarkan SNI 06-6989.30-2005, SNI 06-6989.9-2004, APHA 2017 menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan uraian garis besar 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 berisikan tentang landasan teori mengenai senyawa nitrogen, proses anammox, faktor yang memengaruhi proses anammox, jenis-jenis reaktor pada proses anammox, reaktor MBR, 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, substrat, pemasangan instalasi penelitian, percobaan dan pengoperasian reaktor serta metode analisis di laboratorium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil pengujian laboratorium dan pengolahan data disertai dengan pembahasan.

BAB V PENUTUP

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