

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar limbah cair yang berasal dari industri, rumah tangga, maupun industri pertanian mengandung bahan pencemar seperti nitrogen. Efek negatif dari nitrogen yaitu eutrofikasi, eutrofikasi merupakan kondisi kadar bahan organik dalam perairan mengalami peningkatan, kondisi ini ditandai dengan terjadinya peningkatan fitoplankton serta pertumbuhan alga yang meningkat (*blooming algae*) (Simbohon, 2012). Apabila tidak dikendalikan, nitrogen akan memacu eutrofikasi yang memberikan efek negatif bagi lingkungan terutama perairan seperti terganggunya biota air, hal ini karena lumut atau ganggang yang akan mengkonsumsi oksigen sehingga ketersediaan oksigen berkurang (Stearman & B George, 2011).

Pemanfaatan bahan bakar fosil dan tingginya permintaan nitrogen di bidang pertanian dan industri menunjukkan bahwa umat manusia terus mengubah siklus N global. Sejumlah besar nitrogen antropogenik hilang ke lingkungan dan menyebabkan berbagai masalah, misalnya peningkatan kadar nitrat dalam air tawar dan peningkatan produksi oksida nitrat, yang dapat meningkatkan perubahan iklim global. Nitrogen pada air limbah perlu dihilangkan dengan metode fisika, kimia dan biologi sebelum dibuang ke perairan agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik pada lampiran I, kadar amonium sebagai N yang diperbolehkan di efluen yaitu 10 mg/L (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016).

Sebelumnya, penyisihan nitrogen biologis konvensional, nitrifikasi-denitrifikasi, digunakan untuk menyisihkan nitrogen dari air limbah. Pada proses ini terdapat dua tahapan yaitu: pertama proses nitrifikasi, dimana amonium dioksidasi menjadi nitrit, yang kemudian dioksidasi menjadi nitrat dalam kondisi aerobik. Dilanjutkan dengan proses kedua, denitrifikasi, nitrat direduksi menjadi gas nitrogen oleh denitrifier, menggunakan elektron yang disumbangkan oleh bahan organik dalam kondisi anaerobik. Proses ini membutuhkan energi yang signifikan untuk memasok oksigen untuk konsumsi *ammonium oxidation bacteria* (AOB) dan *nitrite oxidation*

bacteria (NOB), serta membutuhkan bahan organik untuk denitrifikasi (Ma dkk., 2016).

Saat ini proses nitrifikasi-denitrifikasi dapat digantikan dengan proses *anaerobic ammonia oxidation* (anammox). Anammox adalah suatu proses baru dimana nitrit digunakan sebagai penerima elektron dalam konversi amonium menjadi gas nitrogen. Proses anammox dalam menghilangkan amonium dalam sistem autotrof dengan menghasilkan sedikit biomassa. Karbon organik tidak dibutuhkan dalam sistem ini karena amonium digunakan sebagai pendonor elektron dalam reduksi nitrit (Sri Shalini & Joseph, 2012). Proses anammox terbukti lebih baik dari proses nitrifikasi-denitrifikasi, karena tidak membutuhkan penambahan karbon organik, menghemat kebutuhan oksigen (aerasi) hingga 60%, serta pengurangan produksi lumpur hingga 90% sehingga mengurangi biaya pengolahan lumpur serta lebih sedikit menghasilkan N₂O yang merupakan salah satu gas penyebab pemanasan global (Ali & Okabe, 2015).

Suhu memengaruhi pertumbuhan sel dan aktivitas metabolisme. Biasanya, sel-sel tumbuh lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi, sehingga proses anammox dibatasi untuk suhu yang tinggi (Ma dkk., 2016). Anammox dapat berlangsung pada suhu dari 6°C hingga 43°C; laju reaksi turun dengan cepat pada suhu yang lebih rendah dari 15°C atau lebih tinggi dari 40°C (Zhu dkk., 2008). Tingkat penyisihan nitrogen yang tinggi diperoleh sebesar 2,28 kg-N/m³.h dicapai dalam reaktor anammox yang mengolah limbah dengan suhu 16°C (Ma dkk., 2013). Namun, pada penelitian lain proses anammox dapat menyisihkan 0,465 kg-N/m³.h pada suhu 29°C dan pada suhu 12,5°C turun menjadi 0,046 kg-N/m³.h (Laureni dkk., 2015).

Penelitian terdahulu di Indonesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti, namun masih sedikit dan perlu pengembangan lebih lanjut. Bakteri *Candidatus Brocadia sinica* sudah pernah digunakan pada penelitian Almi. (2019), Ermaliza. (2019), Saputra. (2019) dan Putra. (2019). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ermaliza. (2019) yang memanfaatkan ijuk sebagai media lekat pada suhu ruangan pada reaktor (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) UASB selama 78 hari mendapatkan kinerja maksimum yaitu *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE) 76% dan *Ammonium Removal Efficiency* (ACE) 79%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan

Putra. (2019) selama 78 hari mendapatkan kinerja maksimum yaitu NRE 77% dan ACE 82% dan penelitian yang dilakukan oleh Saputra. (2019) selama 78 hari dengan memanfaatkan botol bekas sebagai media lekat pada *Hydraulic Retention Time* (HRT) 24 jam mendapatkan kinerja maksimum yaitu NRE 80% dan ACE 89%. Kinerja yang lebih baik dilakukan oleh Almi. (2019) menggunakan media lekat ampas tebu pada suhu ruangan pada reaktor UASB selama 125 hari dan mendapatkan kinerja maksimum yaitu NRE 85% dan ACE 88%.

Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Putra dkk. (2020) telah berhasil melakukan *start-up* proses anammox pada suhu ruangan di daerah tropik menggunakan inokulum berupa lumpur dari lingkungan Indonesia di Talago Koto Baru, Sumatera Barat, Indonesia dengan menggunakan reaktor *Flow-through Biofilm Reactor* (FtBR). Keberhasilan ini dilihat pada perubahan konsentrasi amonium, nitrit dan nitrat pada efluen serta biofilm berwarna merah yang merupakan ciri khas bakteri anammox. Reaktor dioperasikan selama 200 hari dengan kinerja maksimum pada suhu ruangan yaitu *Nitrogen Removal Rate* (NRR) 0,271 kg-N/m³.h; *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE) 91,92% dan *Ammonium Removal Efficiency* (ACE) 97,07%. Selain itu juga berhasil mengkultivasi 4 spesies bakteri anammox, yaitu *Candidatus Brocadia fulgida*, *Candidatus Brocadia caroliniensis*, *Candidatus Brocadia sinica*, *Candidatus Anammoxoglobus propionicus*. Bakteri anammox ini sudah diuji kinerjanya dengan membandingkan dengan *Candidatus Brocadia sinica* oleh Zulfa (2020) pada suhu ambien pada daerah tropis menggunakan media lekat batu apung pada reaktor UASB selama 31 hari dan mendapatkan kinerja yang lebih baik yaitu NRR 0,395 kg-N/m³; NRE 92,6% dan ACE 98,12% dibandingkan dengan *Candidatus Brocadia sinica* yaitu NRR 0,271 kg-N/m³; NRE 91,92% dan ACE 97,07%. Sedangkan untuk kinerja FtBR yang dioperasikan pada suhu 35°C masih belum pernah diuji, dengan komposisi spesies *Candidatus Brocadia sinica* 23,38% dan *Candidatus Brocadia fulgida* 13,58% (Putra dkk., 2020).

Reaktor akan dioperasikan pada inkubator yang diatur pada suhu 35°C dengan reaktor *Up Flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) menggunakan bakteri anammox yang sudah di kultivasi dari Talago Koto Baru, Tanah Datar, Sumatera Barat, Indonesia. Pengoperasian dengan suhu 35°C akan berpengaruh terhadap kinerja proses anammox, ini disebabkan karena adanya perbedaan spesies bakteri

jika suhunya berbeda. Hal ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh suhu terhadap kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox dari Talago Koto Baru terhadap suhu 35°C, serta untuk menetapkan pada suhu berapa anammox dapat tumbuh optimal. Penelitian ini menggunakan reaktor UASB dikarenakan merupakan salah satu reaktor yang paling efektif dan stabil untuk pembiakan anammox. Konfigurasi stabil dari UASB mencegah penghambatan substrat akibat *shock loading* konsentrasi nitrit, sehingga reaktor mampu berkontribusi pada konsentrasi biomassa yang tinggi (Zulkarnaini, 2020). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengolahan untuk menyisihkan nitrogen sebagai alternatif pengolahan nitrogen yang baru.

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 pada suhu 35°C. Adapun tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox dari Talago Koto Baru yang optimum terjadi pada hari ke berapa serta besaran nilai penyisihannya pada suhu operasional reaktor UASB 35°C.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi bagaimana pengaruh suhu 35°C pada proses anammox terhadap efisiensi penyisihan nitrogen;
2. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair sebagai 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 menggunakan limbah artifisial;
3. Percobaan dilakukan dengan menggunakan reaktor UASB;
4. Percobaan dilakukan pada suhu 35°C;
5. Percobaan dilakukan dengan HRT yaitu 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. Parameter yang dihitung adalah (*Nitrogen Removal Efficiency*) NRE, (*Nitrogen Removal Rate*) NRR, (*Nitrogen Loading Rate*) NLR dan (*Ammonium Conversion Efficiency*) ACE;
8. Pengujian *Specific Anammox Activity* (SAA) diukur melalui eksperimen secara *batch* dengan tujuan untuk mengukur kinerja penyisihan nitrogen oleh biomassa anammox.

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, 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, 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.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang diuraikan