

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang`

Air limbah merupakan satu dari banyaknya contoh pencemar lingkungan yang dapat menyebabkan masalah serius dan harus segera ditangani karena mobilitasnya yang sangat tinggi (Satria dkk., 2019). Senyawa nitrogen seperti amonium dan nitrit merupakan zat yang dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam sistem perairan (Melki dkk., 2018). Pembuangan senyawa-senyawa ini ke perairan tanpa pengolahan yang tepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam sistem ekologi alami yang meningkatkan eutrofikasi (Assefa dkk., 2019). Sistem pengolahan sangat diperlukan untuk mengolah limbah cair sehingga dapat menyisihkan kadar amonia, sehingga efluennya dapat memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke badan air penerima (Fitriana dan Warmadewanthi., 2016). Kadar amonium dalam air limbah domestik di Indonesia diatur dalam regulasi Peraturan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dengan kadar maksimum sebesar 10 mg/L.

Terdapat metode konvensional yang sebelumnya dimanfaatkan untuk menyisihkan nitrogen dari air limbah yaitu proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses nitrifikasi akan mengubah amonium menjadi nitrit, yang kemudian akan berubah menjadi nitrat dalam kondisi aerobik. Proses kedua yaitu denitrifikasi yang akan mereduksi nitrat menjadi gas nitrogen oleh denitrifier, menggunakan elektron yang berasal dari bahan organik dalam kondisi anaerobik (Ma dkk., 2016). Proses nitrifikasi-denitrifikasi saat ini dapat digantikan dengan proses *anaerobic ammonium oxidation* (anammox). Proses anammox mampu mengkonversi amonium menjadi gas nitrogen (N₂) menggunakan nitrit sebagai akseptor elektron dalam kondisi anaerob (Kartal dkk., 2012). Jika dibandingkan dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi, proses anammox mampu mengurangi pemanasan global serta menghasilkan produksi lumpur hingga 90%. (Ali dkk., 2014). Bakteri anammox dapat ditemukan di habitat alami dan habitat buatan seperti sungai, danau, muara, akuifer air tanah, lahan basah, sawah, tanah, dan air laut. (Qian dkk., 2018).

Ada beberapa jenis reaktor telah dioperasikan dalam proses anammox diantaranya *up-flow biofilter* (UBF), *filter bioreactor* (FtBR), *sequencing batch reactor* (SBR), *rotating biological contactor* (RBC), *membrane bioreactor* (MBR), *air lift reactor* (ALR), *up-flow anaerobic sludge blanket* (UASB) (Kumar dkk.,2016). Reaktor UASB mengolah air limbah menggunakan mikroorganisme anaerobik sebagai bantuan yang memiliki sistem pemisah antara gas, air, dan padatan. Reaktor UASB memiliki tingkat penyisihan nitrogen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan reaktor SBR dan jenis reaktor lainnya. Reaktor ini memiliki keunggulan sebagai reaktor yang paling efektif dan stabil dalam pembiakan bakteri anammox karena memiliki konfigurasi aliran keatas (*up-flow*) dengan kemampuan pengendapan lumpur yang baik. (Zulkarnaini., 2020).

Penelitian proses anammox menggunakan media lekat dengan pengaturan suhu ruangan selama 78 hari dilakukan oleh Ermaliza (2019) mendapatkan kinerja maksimum yaitu *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE) 76% dan *Ammonium Removal Efficiency* (ACE) 79%. Penelitian yang menggunakan bakteri dari talago Koto Baru tanpa media lekat dengan HRT yang diatur 12 jam dilakukan oleh Bestari (2021) dan Aslam (2021). Pengoperasian menggunakan reaktor UASB selama 48 hari dan suhu yang di atur dalam inkubator adalah 30°C untuk penelitian Bestari (2021) menghasilkan nilai NLR 0,344 kg-N/m³.hari, NRR 0,297 kg-N/m³.hari, NRE 92 %, dan ACE 74% dan 35°C. Penelitian Aslam (2021), mendapatkan nilai NLR, 0,344 kg-N/m³.hari, nilai NRR 0,294 kg-N/m³.hari nilai NRE dan ACE 93 % dan 94% dengan konsentrasi yang diatur adalah 70 mg-N/L.

Penelitian mengenai proses anammox dengan suhu ambien pada daerah tropis juga sudah diuji kinerjanya dengan membandingkan kinerja bakteri *Candidatus Brocadia sinica* oleh Zulfa (2020) menggunakan media lekat batu apung menggunakan reaktor UASB dengan lama pengoperasian 31 hari. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini mendapat kinerja yang lebih baik yaitu dengan nilai 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%. Pada penelitian yang dilakukan reaktor akan dioperasikan pada inkubator yang diatur menggunakan termostat pada suhu 30°C dan 35°C menggunakan reaktor UASB dan bakteri anammox yang sebelumnya sudah di kultivasi pada

reaktor MBR menggunakan suhu ambien. Pengoperasian dilakukan dengan variasi suhu 30°C dan 35°C yang masing-masing akan dibatasi waktu pengoperasian dua minggu dalam percobaannya. Hal ini bertujuan untuk melihat kinerja penyisihan nitrogen terhadap pengaruh suhu yang telah diatur yaitu 30°C dan 35°C menggunakan bakteri *Candidatus Brocadia fulgida* sebagai inokulum dengan suhu yang diatur adalah pada suhu mesofilik. Setiap suhu akan terbagi menjadi dua periode dengan periode pertama yaitu hari ke-1 hingga ke-15 dan periode kedua hari ke-16 hingga hari ke-30. Pengoperasian penyisihan nitrogen pada penelitian yang dilakukan menggunakan reaktor UASB dikarenakan keunggulannya sebagai reaktor yang efektif dan juga stabil sehingga cocok digunakan untuk pengoperasian penelitian yang menggunakan bakteri granular. UASB memiliki konfigurasi stabil yang berguna untuk mencegah penghambatan substrat akibat adanya *shock loading* konsentrasi nitrit, sehingga reaktor ini mampu berkontribusi pada konsentrasi biomassa yang tinggi (Zulkarnaini., 2020).

Kinerja penyisihan nitrogen sangat dipengaruhi oleh spesies yang digunakan dan kondisi operasional reaktor, salah satunya parameter suhu seperti bakteri genus *Candidatus Brocadia sinica* yang optimal pada suhu 37°C. Bakteri anammox genus *candidatus* memiliki masa pertumbuhannya optimumnya pada suhu 30°C-40°C (Oshiki dkk., 2011). Percobaan ini akan dilakukan dengan HRT 6 jam. Zulkarnaini dkk (2020) menyatakan bahwa nilai HRT akan sangat mempengaruhi kinerja penyisihan nitrogen. HRT yang kecil akan mempengaruhi nilai NRR (*Nitrogen Removal Rate*). Apabila HRT kecil, laju aliran dalam reaktor akan besar sehingga pembebanan nitrogen yang masuk ke dalam reaktor juga akan semakin besar. Sebaliknya jika HRT yang digunakan besar maka akan menyebabkan laju aliran dalam reaktor kecil.

Melalui penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai pengaruh suhu 30°C dan 35°C pada proses anammox menggunakan spesies *Candidatus Brocadia fulgida* terhadap efisiensi penyisihan senyawa nitrogen khususnya amonium, nitrit, dan nitrat dalam pengolahan air limbah. Pengoperasian akan dilakukan pada suhu 30°C dan 35°C dengan HRT 6 jam untuk melihat pada suhu berapa yang paling optimum disaat suhu yang diatur pada suhu yang tinggi. Selain itu diharapkan penyisihan nitrogen menggunakan

bakteri anammox ini mampu menjadi salah satu alternatif teknologi dalam upaya penyisihan nitrogen pada air limbah sehingga aman bagi lingkungan. Melalui penelitian ini diharapkan proses penyisihan nitrogen dengan bakteri *Candidatus Brocadia fulgida* dapat menjadi solusi dalam pengendalian pencemaran air.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki bermaksud untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox *Candidatus Brocadia fulgida* dari Muara Panjalinan menggunakan reaktor UASB yang akan dioperasikan pada inkubator dengan suhu diatur sebesar 30°C dan 35°C dengan HRT 6 Jam. Masing-masing penelitian akan dibatasi waktu dua minggu pada periode pertama dari hari ke-1 hingga ke-15 dan periode kedua hari ke-16 hingga hari ke-16. Sedangkan tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis pada hari keberapa terjadinya penyisihan senyawa nitrogen optimum oleh bakteri *Candidatus Brocadia fulgida* yang diuji pada suhu 30°C dan 35°C menggunakan reaktor UASB tanpa didahului proses *start-up*.

1.3 Manfaat Penelitian

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

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh suhu 30°C dan 35°C pada proses anammox terhadap efisiensi penyisihan senyawa nitrogen dalam pengolahan limbah;
2. Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada air limbah sebagai solusi dalam upaya pengendalian pencemaran air;
3. Menjadi solusi dalam upaya pengendalian pencemar nitrogen di lingkungan perairan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan menggunakan bakteri *Candidatus Brocadia fulgida* dari Muara Panjalinan yang telah dikultivasi menggunakan MBR pada suhu ambien;

2. Percobaan dilakukan menggunakan limbah artifisial pada reaktor UASB;
3. Percobaan dilakukan dengan mengatur suhu menggunakan termostat dengan suhu 30°C dan 35°C pada inkubator;
4. HTR yang akan digunakan pada percobaan adalah HRT 6 jam;
5. Beberapa parameter yang diamati yaitu pH yang diukur menggunakan pH meter digital tester, suhu yang diukur menggunakan termometer batang 110°C kemudian amonium, nitrat dan nitrit;
6. Metode analisis secara spektrofotometri menggunakan spektrofotometri 2600 UV-VIS SHIMADZU sebagai penentuan parameter nitrogen pada uji amonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) menggunakan SNI 06-6989.30-2005, parameter uji nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) dengan SNI 06-6989.9-2004, dan parameter uji nitrat sebagai hasil proses anammox dengan APHA 2017;
7. Parameter yang dianalisis adalah *nitrogen removal rate* (NRR), *nitrogen removal efficiency* (NRE), *ammonium conversion efficiency* (ACE), dan *nitrogen loading rate* (NLR);

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisikan penjelasan terhadap latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka ini membahas tentang parameter kimia nitrogen, senyawa nitrogen, dampak nitrogen pada manusia, dampak nitrogen pada lingkungan, proses anammox, serta teori-teori pendukung lainnya berdasarkan referensi dan literatur yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan pada pengoperasian reaktor, dimulai dari merakit reaktor, kemudian mengukur bakteri sebanyak 15 mL, mengatur HRT pada pompa peristaltik menjadi 6 jam untuk pengoperasian reaktor. Metode analisis yang akan digunakan adalah nessler dan menggunakan spektrofotometri 2600 UV-VIS SHIMADZU untuk analisis sampel. Analisis sampel amonium, nitrat, nitrit dilakukan pada sampel larutan influen (substrat) dan effluen. Pengukuran pH menggunakan pH meter. Termometer batang 110°C digunakan untuk memastikan kondisi suhu dalam inkubator.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab hasil dan pembahasan ini berisikan analisis dari hasil penelitian disertai dengan pembahasan terkait penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

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

