

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air limbah domestik telah menjadi isu penting yang timbul sejalan dengan terus meningkatnya populasi manusia dan kemajuan pembangunan. Limbah domestik memiliki kandungan senyawa organik salah satunya senyawa nitrogen yang berasal dari limbah aktivitas dapur, kamar mandi, toilet dan cucian. Nitrogen adalah unsur yang memiliki nilai penting bagi kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Komponen nitrogen dalam limbah yang dapat menimbulkan polusi adalah ion ammonium (NH_4^+), ion nitrit (NO_2^-), dan ion nitrat (NO_3^-) (Widayat, Suprihatin, & Herlambang, 2010).

Kehadiran senyawa nitrogen yang tinggi dalam efluen air limbah dapat menimbulkan dampak negatif terhadap badan air penerima seperti dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut, memicu terjadinya eutrofikasi dan meningkatkan kadar toksisitas suatu badan air. Oleh karena itu perlu pengolahan sebelum dibuang ke badan air agar memenuhi kualitas baku mutu yang berlaku. Salah satu jenis pengolahan adalah pengolahan secara biologis yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi senyawa organik serta untuk menurunkan kandungan nitrogen didalam air limbah (Gerardi, 2002).

Proses konvensional untuk menghilangkan nitrogen pada limbah cair secara biologis dapat melalui 2 tahap yaitu nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses nitrifikasi menggunakan bakteri *nitrifier* yang memiliki kemampuan untuk mengoksidasi ammonium dan oksigen menjadi nitrit yang selanjutnya teroksidasi menjadi nitrat. Nitrifikasi dapat mudah terjadi jika kondisinya aerobik. Sedangkan proses denitrifikasi menggunakan bakteri heterotrof sehingga terjadi proses reduksi nitrat menjadi gas nitrogen. Nitrat (NO_3^-) yang digunakan sebagai akseptor elektron alternatif dalam respirasi anaerobik direduksi menjadi gas-gas nitrogen seperti N_2 , NO, atau N_2O (Darjamuni, 2003). Kedua proses tersebut memerlukan biaya pengeluaran yang besar seperti biaya energi aerasi untuk proses nitrifikasi dan sumber karbon organik eksternal untuk proses denitrifikasi (Szatkowska & Paulsrud, 2014).

Anammox adalah suatu proses dimana nitrit digunakan sebagai aseptor elektron dalam konversi ammonium menjadi gas nitrogen dan H₂O. Proses Anammox dapat menghilangkan ammonium dalam sistem autotrof dengan menghasilkan sedikit biomassa. Karbon organik tidak dibutuhkan dalam sistem ini karena ammonium digunakan sebagai donor elektron dalam reduksi nitrit (Karthikeyan & Joseph, 2009). Proses Anammox sebagai salah satu teknologi baru dan hemat biaya dalam proses pengolahan limbah terutama berkaitan dengan pengolahan air limbah yang mengandung kadar karbon per nitrogen (C/N) rendah karena memiliki tingkat konsumsi energi yang rendah, tidak ada kebutuhan sumber karbon eksternal dan lumpur yang sedikit (Xing et al., 2015). Proses Anammox jika dibandingkan dengan proses konvensional penyisihan nitrogen lainnya lebih efektif karena anammox dapat mereduksi aerasi hingga 64%, donor elektron eksogen 100% dan produksi lumpur 80-90% (Van Loosdrecht, 2008).

Bakteri anammox masuk dalam kategori bakteri dengan pertumbuhan lambat, dimana waktu penggandaan sekitar 10-14 hari, sel dihasilkan (*yield*) rendah (0,11 g VSS g⁻¹ NH₄⁺-N) dan sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan (Jin, Yang, Yu, & Zheng, 2012a). Berdasarkan karakteristik bakteri anammox, proses penyisihan nitrogen dari air limbah mencapai kondisi optimal pada rentang suhu 30-40°C, akan tetapi kinerja anammox proses tetap berlangsung pada suhu 20°C meskipun mengalami penurunan kinerja (T. Lotti et al., 2014)..

Penelitian terkait proses anammox ini sudah dilakukan dengan berbagai variasi operasional seperti jenis reaktor yang digunakan (*Fluidized Bed Reactor*, *Membrane Bioreactor* (MBR), *Sequencing Batch Reactor* (SBR), *Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), *Anaerobic Baffled Biofilm Reactor* (ABBR), *Anammox Gas Lift Reactor* dan modifikasi lainnya), mode operasi (*batch* dan *continue*), spesies bakteri (umumnya *Candidatus Brocadia* dan *Candidatus Kuenenia*), variasi substrat, suhu, pH, salinitas, menggunakan media (*non-woven*, membran, *sponge*, arang bambu, *Polyvinyl Alcoholsodium Alginate Gel Beads*, *Novel Acrylic Resin Material*, *Polyethylene Sponge Strips* dan *Spherical Plastic*) serta proses anammox sudah berhasil diaplikasikan pada 3 skala yaitu skala laboratorium, skala pilot dan skala besar.

Pada penelitian ini digunakan media berupa ijuk yang berfungsi sebagai tempat bakteri melekat dan tumbuh sehingga selama proses penyisihan akan terbentuk lapisan biofilm. Media ijuk ini dipilih karena sifatnya yang tahan lama, tahan air dan tidak mudah terurai (Widyawati, 2011). Selain itu, penelitian ini menggunakan jenis reaktor UASB karena reaktor jenis ini memiliki pemisah cairan solid untuk memisahkan gas, air dan biomassa. Biomassa membentuk granul dalam UASB, yang selanjutnya mendukung retensi biomassa di reaktor (Lettinga et al., 1984). Tingkat penyisihan yang dicapai dalam UASB lebih tinggi dibandingkan dengan jenis reaktor lainnya. Tingkat penyisihan nitrogen tertinggi adalah 76 kg-N/m^3 hari dan aktivitas anammox spesifik yang dicapai dalam reaktor UASB $5,6 \text{ kg-N/ kg-VSS/ hari}$ (Tang et al., 2011). Penelitian dilakukan pada suhu ruangan negara tropis dengan suhu $20\text{-}30^\circ\text{C}$. Hal ini dikarenakan penelitian-penelitian sebelumnya sebagian besar dilakukan di daerah subtropik (Mulder. A, 1995) ataupun daerah dengan iklim sedang (Isaka, Sumino, & Tsuneda, 2007) serta dilakukan pada skala laboratorium untuk mengetahui efisiensi penyisihan nitrogen menggunakan bakteri anammox dengan media ijuk pada reaktor UASB sehingga bisa diaplikasikan untuk pengolahan air limbah di Indonesia.

I.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menganalisis efisiensi penyisihan nitrogen pada air limbah domestik dengan menggunakan proses anammox memanfaatkan media ijuk pada aplikasi reaktor UASB.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan efisiensi penyisihan nitrogen dengan proses anammox dalam bentuk *biofilm* dari media ijuk.

I.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menjadi salah satu teknologi alternatif dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair sehingga dapat menangani permasalahan pencemaran air.

2. Memanfaatkan ijuk sebagai alternatif media lekat yang digunakan dalam reaktor *Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) untuk menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan menggunakan bakteri anammox berbentuk granular yaitu genus *Candidatus Brocadia*.
2. Percobaan menggunakan reaktor UASB.
3. Percobaan menggunakan ijuk sebagai media lekat.
4. Percobaan menggunakan limbah artifisial.
5. Percobaan dilakukan pada suhu ruangan di daerah tropis.
6. Parameter yang diamati pH, suhu, NH_4^+ , NO_2^- dan NO_3^-
7. Metode analisis nitrogen menggunakan Spektrofotometri.
8. Analisis perhitungan berupa *Nitrogen Removal Rate* (NRR), *Ammonium Conversion Efficiency* (ACE), *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE), *Free Amonia* (FA) dan *Free Nitrous Acid* (FNA).

I.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 air limbah secara umum, senyawa nitrogen di lingkungan, penyisihan nitrogen secara biologi, bakteri anammox, reaktor UASB, parameter-parameter yang akan dianalisis dan penelitian terkait penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, metode analisis di laboratorium, lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

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

