

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anaerobic ammonium oxidation (anammox) adalah suatu proses konversi amonium menjadi gas nitrogen menggunakan nitrit sebagai akseptor elektron dalam kondisi anaerobik (Graaf dkk., 1996). Aplikasi proses anammox pada pengolahan air limbah untuk menyisihkan amonium dalam kondisi anaerobik membutuhkan lebih sedikit oksigen, menghasilkan sedikit lumpur, tidak membutuhkan karbon organik, membutuhkan ruang yang kecil dan biaya operasional lebih murah dibandingkan proses nitrifikasi-denitrifikasi (Lotti dkk., 2014).

Berbagai reaktor telah digunakan dalam berbagai penelitian anammox yaitu *Fluidized Bed Reactor* (FBR), *Membrane Bioreactor* (MBR), *Sequencing Batch Reactor* (SBR), *Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), *Anaerobic Baffled Biofilm Reactor* (ABBR) (Kumar dkk., 2016) dengan bantuan media lekat non organik seperti *non-woven* (Wang dkk., 2013), membran, *sponge* (Zulkarnaini dkk., 2018), PVA-SA gel (Tuyen dkk., 2018), dan bantuan media organik seperti bola bambu berongga (Tang dkk., 2011), ampas tebu (Zulkarnaini dkk., 2021), ijuk (Ermaliza, 2019) dan arang bambu (Chen dkk., 2012). Penambahan media lekat akan menimbulkan kontak yang lebih intensif antara bakteri anammox dengan substrat karena tempat bakteri untuk tumbuh dan berkembang bertambah luas, sehingga bakteri bekerja lebih optimal dan nitrogen yang disisihkan lebih tinggi (Zulkarnaini, 2020).

Penelitian yang dilakukan Zulkarnaini dkk., (2021), menggunakan bakteri anammox genus *Candidatus Brocadia sinica* berhasil menyisihkan nitrogen dengan tingkat penyisihan antara 69-92% menggunakan reaktor *Up-flow anaerobic sludge blanked* (UASB) pada suhu ambien dengan bantuan media lekat ampas tebu (Zulkarnaini dkk., 2021). Nilai *Nitrogen Loading Rate* (NLR) yang diperoleh berkisar antara 0,14-0,56 kg-N/m³.h dan nilai *Nitrogen Removal Rate* (NRR) optimum berkisar antara 0,113-0,430 kg-N/m³.h pada variasi *Hydraulic Retention time* (HRT) antara 6 jam hingga 24 jam.

Berdasarkan penelitian Zulkarnaini dkk., (2021) yang menggunakan media ampas tebu dan Ermaliza, (2019) menggunakan media ijuk diperoleh nilai penyisihan nitrogen sebesar 85% dan 72% pada rentang konsentrasi nitrat 70-150 mg/L pada reaktor UASB. Reaktor UASB memiliki beberapa kelebihan seperti memiliki pemisah cairan dan padatan untuk memisahkan gas, air dan biomassa. Biomassa membentuk granul dalam UASB, yang selanjutnya mendukung retensi biomassa di reaktor (Lettinga dkk., 1984). Reaktor UASB umumnya memiliki tingkat penyisihan lebih tinggi dibandingkan dengan jenis reaktor lainnya. Tingkat penyisihan nitrogen pada reaktor anammox mencapai 76 kg-N/m³.h dan aktivitas anammox spesifik yang dicapai dalam reaktor UASB 5,6 kg-N/kg-VSS.h (Tang dkk., 2011).

Ampas tebu memiliki banyak manfaat, seperti pemanfaatannya dalam pembuatan pupuk organik dan pakan ternak melalui proses fermentasi. Ampas tebu juga berpotensi digunakan sebagai media lekat bakteri karena tidak mudah larut dalam air, sehubungan komposisinya yang terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Allita dkk., 2018). Namun ampas tebu juga memiliki kekurangan seperti terjadinya pelapukan akibat aktivitas mikroorganisme lain setelah digunakan lebih dari 90 hari (Zulkarnaini dkk., 2021). Hal ini menyebabkan tingkat *chemical oxygen demand* (COD) dalam reaktor meningkat yang menyebabkan turunya kinerja bakteri anammox yang ditandai dengan perubahan warna bakteri dari warna merah menjadi warna coklat kemerahan. Penelitian Zulkarnaini dkk., (2021) hari ke-96, diketahui bakteri anammox mengalami penurunan kinerja drastis dengan nilai NRE dari 60% menjadi 42% saat konsentrasi COD 140,8 mg/L. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Chen dkk., (2016) nilai COD melebihi 284 mg/L dapat memperburuk kinerja anammox. Molinuevo dkk. (2009) menyatakan konsentrasi COD melebihi 292 mg/L menghambat proses anammox secara total. Namun menurut Tang dkk. (2011) proses anammox mulai terhambat saat rasio COD: NO₂⁻-N ≥ 1,67 dan saat rasio COD: NO₂⁻-N ≥ 2,92 proses anammox hampir tidak terjadi (Tang dkk., 2011).

Ampas tebu berfungsi sebagai media lekat bakteri anammox dari Telaga Koto Baru pada reaktor UASB. Konsentrasi nitrogen selama penelitian diatur 150 mg/L dan suhu diatur pada suhu ambien dengan rentang suhu 25-28°C. Hal ini

dikarenakan penelitian-penelitian sebelumnya sebagian besar dilakukan di daerah subtropik ataupun daerah dengan iklim sedang. Penelitian ini untuk mempelajari atau membuktikan peranan ampas tebu sebagai media lekat sehingga dilakukan penelitian dengan variasi konfigurasi reaktor UASB. Reaktor 1 berisi ampas tebu saja, reaktor 2 berisi bakteri anammox dan ampas tebu, dan reaktor 3 berisi bakteri anammox saja. Pengukuran COD pada penelitian kali ini dilakukan dari awal untuk menganalisis pengaruhnya terhadap penyisihan nitrogen dan proses anammox. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan kinerja antara reaktor yang berisi bakteri anammox dan ampas tebu dengan reaktor yang berisi bakteri anammox tanpa ampas tebu.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian tugas akhir ini adalah menguji kinerja reaktor UASB dengan variasi konfigurasi reaktor dan ampas tebu sebagai media lekat alternatif pada penyisihan nitrogen dengan proses anammox.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja penyisihan nitrogen pada variasi konfigurasi reaktor dengan nilai *Ammonium Conversion Efficiency (ACE)*, *Nitrogen Removal Efficiency (NRE)*, *Nitrogen Loading Rate (NLR)* dan *Nitrogen Removal Rate (NRR)*;
2. Menganalisis nilai COD dan dampaknya terhadap kinerja penyisihan nitrogen oleh bakteri anammox dari limbah artifisial pada reaktor UASB dengan memanfaatkan media ampas tebu sebagai media lekat;
3. Menganalisis pengaruh penggunaan ampas tebu pada reaktor UASB terhadap penyisihan nitrogen.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan nilai guna dan ekonomis ampas tebu sebagai media lekat pada reaktor proses anammox;

- Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan senyawa nitrogen pada limbah cair dalam upaya pengendalian pencemaran air.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- Percobaan menggunakan 3 reaktor, reaktor pertama berisi ampas tebu (sebagai kontrol), reaktor kedua berisi ampas tebu dan bakteri anammox dan reaktor ketiga berisi bakteri anammox tanpa media lekat;
- Percobaan menggunakan ampas tebu sebagai media lekat dalam reaktor *Up-flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) secara kontinu;
- Percobaan menggunakan air limbah artifisial dengan konsentrasi amonium dan nitrit 150 mg-N/L, HRT yang digunakan 6 jam, dan menggunakan suhu ambien 23-28°C;
- Parameter yang diamati yaitu pH, amonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$), Nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) dan COD;
- Analisis amonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) dan nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) menggunakan spektrofotometri, sedangkan COD menggunakan titrimetri;
- Kinerja penyisihan nitrogen berdasarkan perhitungan *nitrogen loading rate* (NLR), *nitrogen removal rate* (NRR), *ammonium conversion efficiency* (ACE), dan *nitrogen removal efficiency* (NRE).

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 parameter kimia nitrogen, proses anammox, ampas tebu sebagai media, reaktor UASB 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 disertai dengan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang diuraikan.

