

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Amonium merupakan salah satu dari bentuk senyawa nitrogen yang terdapat dalam air limbah. Bentuk nitrogen organik diubah secara perlahan oleh proses biokimia alami pada kondisi asam menjadi amonium. Pengolahan limbah yang belum efektif untuk menurunkan kandungan amonium dan nitrat dapat berpotensi mencemari badan air apabila konsentrasi amonium di atas baku mutu. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, konsentrasi amonium dalam air yang diperbolehkan yaitu 0,1 mg/L untuk kelas 1, 0,2 mg/L untuk kelas 2 dan 0,5 mg/L untuk kelas 3. Sedangkan untuk parameter total nitrogen yang merupakan jumlah dari nitrat-nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit-nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonium-nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$), konsentrasi yang diperbolehkan yaitu 15 mg/L untuk kelas 1 dan 2, dan 25 mg/L untuk kelas 3. Tingginya konsentrasi amonium merupakan salah satu penyebab terjadinya eutrofikasi pada badan air dimana akan terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dan adanya kompetisi antara biota air dan mikroorganisme dalam menggunakan oksigen. Hal ini dapat mengakibatkan kematian pada ikan, udang, remis dan sebagainya jika konsentrasi oksigen terlarut dalam air kurang dari 2 mg/L (Wijaya & Putra, 2021).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh limbah terhadap lingkungan yaitu dengan melakukan pengolahan. Salah satu pengolahan yang digunakan untuk penyisihan amonium adalah proses nitrifikasi-denitrifikasi. Pada proses nitrifikasi, terjadi proses oksidasi senyawa amonium menjadi nitrit, kemudian nitrit diubah menjadi nitrat dalam kondisi aerobik. Sedangkan pada proses denitrifikasi, nitrat dikonversi menjadi gas nitrogen dalam kondisi anoksik. Selain nitrifikasi-denitrifikasi, terdapat sejumlah proses yang juga dapat mengoksidasi amonium menjadi gas nitrogen, yaitu *anaerobic amonium oxidation* (anammox). Anammox adalah proses penyisihan nitrogen dimana nitrit berfungsi sebagai penerima elektron dalam konversi amonium menjadi gas nitrogen pada kondisi anaerobik. Proses anammox menjadi alternatif yang lebih efektif

dalam penyisihan nitrogen secara biologi dibandingkan dengan nitrifikasi-denitrifikasi. Dalam proses ini tidak membutuhkan karbon organik karena amonium digunakan sebagai donor elektron (Kartal et al., 2011).

Selain itu, penggunaan tanaman *Equisetum hyemale* sebagai metode fitoremediasi juga berguna untuk menurunkan kadar bahan pencemar di lingkungan. Akar tanaman *Equisetum hyemale* akan menyerap nutrisi berupa amonium dan nitrat untuk pertumbuhan sehingga jumlah nitrogen dalam air limbah berkurang (M. S. Prayitno, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nugraha, A. S., & IW, H. R. (2015), efisiensi penurunan kadar BOD₅ pada limbah cair tahu menggunakan tanaman Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dengan media lahan basah buatan aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow Wetlands*) sebesar 89,99%.

Salah satu teknologi pengolahan berbasis lahan basah (*wetland*) yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar amonium dalam limbah yaitu dengan *Tidal Flow Constructed Wetlands* (TFCW). TFCW beroperasi dengan terus mengisi dan menguras lahan basah dengan air limbah. Pada saat pasang, reaktor akan tergenang air sehingga terbentuk kondisi anaerobik. Kemudian pada saat surut terjadi transfer oksigen dari atmosfer ke reaktor sehingga terbentuk kondisi aerobik. Menurut Borkar & Mahatme, (2015), lahan basah buatan telah menunjukkan bahwa adanya kemampuan untuk mengolah berbagai jenis limbah, salah satunya dapat mengolah kandungan amonium.

Pengolahan limbah cair secara biologis pada *Tidal Flow Constructed Wetlands* bertujuan untuk menurunkan komponen terlarut dengan memanfaatkan mikroba dan/atau tanaman. Mikroorganisme yang ada akan menggunakan bahan organik sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Kombinasi proses-proses ini dilakukan agar penurunan kadar amonium dalam air jauh lebih efektif sehingga dapat memenuhi baku mutu, yaitu 0,2 mg/L untuk kelas 2 sesuai PP Nomor 22 Tahun 2021. Interaksi antara proses nitrifikasi dan anammox dapat terlihat dalam penggunaan satu reaktor yang tidak terpisah dan hanya dibatasi dengan zona berbeda. Perancangan zonasi oksik dan anoksik dilakukan agar bakteri nitrifikasi sebagai bakteri aerobik dan bakteri anammox sebagai bakteri anaerobik autotrof dapat melakukan aktivitas secara bersamaan. Bakteri anammox dan denitrifikasi

mampu merubah amonium dalam kondisi anoksik menjadi gas nitrogen. Selain itu, dengan menggabungkan proses-proses ini dalam satu operasi reaktor, akan memerlukan biaya lebih sedikit dibandingkan penggunaan dua reaktor yang berbeda untuk masing-masing proses. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyisihan amonium oleh reaktor *Tidal Flow Constructed Wetlands* menggunakan proses anammox dan nitrifikasi-denitrifikasi dengan tanaman *Equisetum hyemale*. Metode penyisihan ini diharapkan nantinya dapat diaplikasikan untuk menyisihkan kandungan amonium dari air limbah di perairan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menyisihkan amonium menggunakan proses anammox dan nitrifikasi-denitrifikasi pada *Tidal Flow Constructed Wetlands*.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis kinerja *Tidal Flow Constructed Wetlands* menggunakan proses anammox dan nitrifikasi-denitrifikasi terhadap penyisihan amonium.
2. Menganalisis kinerja *Tidal Flow Constructed Wetlands* dalam penyisihan amonium dengan siklus 10 jam tergenang dan 2 jam kering.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Menjadi alternatif teknologi dalam menyisihkan amonium pada air buangan sehingga dapat menangani permasalahan pencemaran air;
2. Mengetahui efisiensi *Tidal Flow Constructed Wetlands* menggunakan proses anammox dan nitrifikasi-denitrifikasi terhadap penyisihan amonium.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini antara lain :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan dan Laboratorium Penelitian Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas;
2. Penelitian dilakukan untuk menyisihkan amonium menggunakan reaktor *Tidal Flow Constructed Wetlands* yang dialirkan limbah artifisial (substrat);
3. Penelitian menggunakan limbah artifisial dengan konsentrasi amonium 70 mg-N/L (Tchobanoglous et al., 2003). Air limbah dialirkan bergantian dalam satu

periode secara pasang surut dengan variasi waktu tergenang 10 jam dan kering selama 2 jam. Sistem *batch* aliran pasang surut *inflow* dan *outflow* substrat dikendalikan oleh pompa yang diatur menggunakan kontrol pompa;

4. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan ukuran reaktor menggunakan *beaker glass* berkapasitas 1 liter (diameter 10 cm dan tinggi 15 cm);
5. Penelitian dilakukan menggunakan proses anammox dan nitrifikasi-denitrifikasi dengan tambahan tanaman *Equisetum hyemale* dan kontrol tanpa penambahan bakteri pada reaktor.

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 senyawa amonium, proses penyisihan amonium menggunakan proses anammox dan nitrifikasi-denitrifikasi, sistem *constructed wetlands*, *tidal flow constructed wetlands*, media *constructed wetlands* dan tumbuhan *Equisetum hyemale*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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

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 diuraikan.