

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembuangan air limbah mengandung nitrogen secara berlebihan dapat menyebabkan masalah ekologi yang serius seperti eutrofikasi, pertumbuhan ganggang, dan degradasi habitat di lingkungan perairan (Wang et al., 2017). Salah satu penyumbang air limbah mengandung nitrogen berada di sektor industri, khususnya industri skala rumah tangga seperti industri produksi tahu. Air limbah tahu merupakan salah satu jenis limbah organik yang bisa dikonversi menjadi biogas. Air limbah tahu mengandung zat organik yang cukup tinggi seperti protein (sekitar 65%), karbohidrat (sekitar 25%), dan lemak (sekitar 10%). Kandungan protein yang tinggi pada limbah organik ini memungkinkan bakteri untuk menggunakannya sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan biogas. Air limbah tahu pada umumnya mengandung COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang tinggi, sehingga jika air limbah organik tersebut mengalami dekomposisi dengan baik maka akan menghasilkan biogas yang maksimal. Hasil konversi zat organik menjadi gas metana mencapai 50% dengan menggunakan air limbah tahu, sehingga air limbah tahu berpotensi untuk dijadikan biogas (Nurjuwita et al., 2020).

Salah satu penghasil air limbah industri tahu ada di Dusun Giriharja, Desa Kebon jati Kabupaten Sumedang. Air limbah yang dihasilkan sebanyak 24 m<sup>3</sup>/hari dengan kapasitas produksi tahu sebanyak 3 ton/hari dari sembilan usaha produksi tahu. Jumlah air limbah tersebut didapatkan dari sembilan industri tahu yang ada di lokasi tersebut. Sentra industri tahu ini sudah dilengkapi dengan IPAL anaerob yang mampu mengubah kandungan organik pada air limbah menjadi gas metana yang bisa dimanfaatkan masyarakat di Dusun Giriharja tersebut. Akan tetapi hasil efluen dari IPAL ini masih menyisakan kandungan nitrogen yang cukup tinggi yaitu berkisar 180 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/L jika dibandingkan dengan Permen LHK No. 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Lampiran XLVII sebesar 10 mg/L efluen dari industri tahu masih melebihi baku mutu. Akibat kandungan nitrogen yang terlalu tinggi maka diperlukan pengolahan air limbah mengandung amonium yang ekonomis sebelum dibuang ke perairan (BRIN, 2022).

Sistem proses PN/A ini, nitrogen dihilangkan secara autotrofik dalam dua langkah. Pertama, amonium dioksidasi sebagian menjadi nitrit di bawah konsentrasi oksigen

rendah oleh *Ammonia Oxidizing Bacteria* (AOB). Langkah berikutnya, amonium dan nitrit diubah menjadi gas nitrogen ( $N_2$ ) oleh bakteri *anaerobic ammonium oxidation* (Anammox). Proses PN/A jika kita dibandingkan nitrifikasi-denitrifikasi maka akan lebih menguntungkan PN/A dalam mengurangi kebutuhan aerasi dan produksi lumpur (Li et al., 2019). Proses PN/A sudah banyak diterapkan di dunia pada instalasi pengolahan air limbah nyata seperti reaktor PN/A MBBR di Sweden yang mengolah air berlumpur (Christensson et al., 2013), IFAS di China (Han et al., 2020), SNAD di Jepang (Ishimoto et al., 2020), dan SBR di China (Zuo et al., 2020).

Proses PN/A menggunakan reaktor biologis karena menggunakan mikroba campuran (anammox dan AOB). Mikroba campuran ini akan tersuspensi di dalam air dan diberikan media lekat sebagai tempat melekat bakteri. Salah satu media lekat yang bisa digunakan adalah media lekat plastik sarang tawon. Media lekat ini banyak digunakan berbagai penelitian terdahulu seperti penelitian Sali et al. (2018) yang menggunakan reaktor biofilter media lekat tipe sarang tawon dalam pengolahan limbah cair mengandung nitrogen. Biasanya proses ini disebut dengan proses biofilter melekat, yang bisa digunakan dalam keadaan anaerob maupun proses secara aerob. Proses biofilter merupakan sebuah reaktor pengolahan biologis dengan kondisi mikroorganisme berkembang serta tumbuh melekat pada permukaan media lekat yang keras seperti plastik Said & Ruliasih, (2005).

Berdasarkan penjelasan di atas peneliti tertarik untuk menyelesaikan masalah air limbah mengandung amonium tinggi dengan menggunakan proses PN/A. Proses ini akan menggunakan reaktor jenis biofilter dengan sistem pengaliran air limbah dari bawah ke atas (*Up-flow*) sehingga reaktor dinamakan dengan nama *Up-Flow Biofilter* (UBF). Reaktor UBF ini dirancang dengan menambahkan media lekat bakteri berjenis media lekat plastik sarang tawon sebagai tempat melekat dan pembentukan biofilm bakteri dalam reaktor. Reaktor ini akan dialiri air limbah artifisial yang konsentrasi amonium mengacu kepada efluen IPAL industri tahu di Sumedang. Alasan penggunaan air limbah artifisial pada penelitian karena penggunaan air limbah asli bisa menyebabkan bakteri pada reaktor mati akibat zat-zat organik yang terkandung di air limbah dan penelitian yang dilakukan merupakan sebuah tahap start-up yang akan membuktikan apakah proses PN/A bisa menyisihkan air limbah yang mengandung amonium tinggi. Penelitian ini juga membuktikan peranan media sarang tawon sebagai media lekat bakteri apakah bakteri yang digunakan pada penelitian ini mampu melekat dan membentuk biofilm pada permukaan media lekat tersebut.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

### 1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengevaluasi performa penyisihan amonium pada reaktor UBF dan media lekat plastik sarang tawon sebagai opsi media lekat alternatif dalam proses Parsial Nitritasi/Anammox (PN/A).

### 1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi kinerja penyisihan amonium pada reaktor UBF dengan melihat *Amonium Conversion Efficiency* (ACE) dan *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE) serta jumlah *Nitrogen Loading Rate* (NLR) dan *Nitrogen Removal Rate* (NRR);
2. Menganalisis profil nitrogen selama operasional reaktor;

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan pemanfaatan media lekat plastik sarang tawon sebagai media lekat dalam proses PN/A;
2. Mengetahui kinerja perancangan reaktor UBF dengan proses PN/A menggunakan media lekat plastik sarang tawon dalam upaya penyisihan amonium;
3. Menjadi salah satu usulan teknologi pengolahan amonium pada efluen unit pengolahan air limbah tahu dalam upaya mengendalikan banyaknya akses nitrogen yang masuk ke perairan.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini mencakup:

1. Penggunaan reaktor satu tahap yang berisi bakteri anammox dan AOB dalam percobaan;
2. Penggunaan sarang tawon plastik sebagai media lekat bakteri dalam reaktor *Up-flow Biofilter* (UBF) secara kontinu;
3. Penggunaan air limbah artifisial (buatan) dengan konsentrasi amonium influen sebesar 180 mg-N/L dan *Hydraulic Retention Time* (HRT) pada diatur selama 12 jam dengan kondisi suhu ruangan Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan (Ambien);
4. Parameter yang dianalisis meliputi: amonium ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ), pH, DO, dan suhu;
5. Penggunaan spektrofotometer untuk analisis amonium ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ );

6. Penggunaan pH meter untuk analisis pH;
7. Penggunaan DO meter untuk analisis kadar oksigen terlarut (DO):
8. Penggunaan termometer untuk analisis suhu:
9. Evaluasi kinerja melibatkan analisis *Nitrogen Loading Rate* (NLR), *Amonium Conversion Efficiency* (ACE) dan *Nitrogen Removal Efficiency* (NRE);

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini melibatkan latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian ini dilakukan, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas topik-topik seperti industri tahu, siklus nitrogen, dampak nitrogen pada lingkungan, proses anammox, Proses Parsial Nitritasi/Anammox (PN/A), Reaktor Biofilter, media lekat yang digunakan, dan hasil penelitian terdahulu.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian mulai dari studi literatur, persiapan percobaan, operasional reaktor, hingga metode analisis data percobaan.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berfokus pada analisis hasil penelitian, disertai dengan pembahasan yang merinci temuan dan jawaban terhadap tujuan yang telah dijelaskan dalam BAB I.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini merangkum penelitian dengan menyajikan simpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dalam penelitian ini.