

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahu salah satu makanan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Industri pabrik tahu pada proses pengolahannya akan menghasilkan limbah organik dapat berupa padatan ataupun cair. Limbah padat yang dihasilkan pada industri pabrik tahu pada umumnya dimanfaatkan untuk makanan ternak. Sementara itu, air limbah tahu biasanya langsung dibuang ke perairan sehingga mengakibatkan bau busuk pada aliran drainase di masyarakat dan mencemari sungai. Air limbah tahu memiliki kandungan BOD, COD, TSS, nitrogen, dan fosfor yang tinggi (Mulya et al., 2020). Air limbah tahu memiliki kadar amoniak yang tinggi. Pada lingkungan yang tercemar kadar amoniak di atas 0,1 mg/L akan mengakibatkan terganggunya ekosistem biota perairan, selain itu juga menimbulkan berbagai penyakit bagi manusia. Kandungan fosfat yang tinggi pun dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan tanaman air yang tidak terkendali, sehingga dapat mengganggu cahaya yang masuk ke perairan dan mengurangi distribusi oksigen untuk biota perairan (Rohman et al., 2018).

Air limbah industri tahu mengandung bahan organik yang tinggi, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan air limbah yang mengandung bahan organik umumnya menggunakan metode pengolahan secara biologis (Pratiwi et al., 2019). Pengolahan biologis yang dapat digunakan adalah pengolahan biologis berbasis biofilm. Jenis pengolahan biologis berbasis biofilm yang biasanya digunakan adalah *trickling filter*, *rotating biological contactors* (RBC), dan *granular media biofilters*. Akan tetapi, ada beberapa kelemahan dalam menggunakan proses pengolahan limbah berbasis biofilm tersebut antara lain volume kerja tidak efektif dengan *trickling filter*, kerusakan mekanis sering dialami RBC, dan *granular media biofilters* membutuhkan *backwash* sehingga pengoperasiannya sering berhenti. Oleh karena itu, untuk mengatasi kelemahan tersebut dapat dilakukan proses pengolahan limbah menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) (Pinjankar, 2017).

MBBR adalah pengolahan biologis kombinasi yang menggunakan konsep pertumbuhan tersuspensi seperti pada lumpur aktif konvensional dan melekat seperti pada biofilter (Ningtias et al., 2015). MBBR adalah proses lumpur aktif yang ditingkatkan dengan penambahan media (*carrier*) ke dalam reaktor aerasi. Media-media yang digunakan memiliki luas permukaan yang besar untuk meningkatkan kontak antara air limbah, udara dan mikroorganisme (Said & Santoso, 2015). Pengolahan menggunakan MBBR hanya membutuhkan lahan sedikit sehingga bisa mengurangi kebutuhan luas lahan untuk instalasi pengolahan limbah (Leyva-Díaz, et al., 2017). Keunggulan MBBR dibandingkan dengan teknologi pengolahan berbasis biofilm lainnya yaitu menggunakan seluruh volume tangki untuk pertumbuhan biomassa (Ødegaard, 2006), memiliki headloss rendah, tidak membutuhkan resirkulasi lumpur, dan dapat dioperasikan dalam kondisi *aerobic/oxic*, dan *anaerobic/anoxic* (Rusten, et al., 2008). Pada prinsipnya, MBBR menggunakan media yang terus bergerak dalam tangki aerasi sebagai tempat perkembangbiakan biomassa di permukaannya membentuk biofilm (Said & Santoso, 2015).

Mikroalga merupakan biomassa yang potensial digunakan dalam proses MBBR. Mikroalga menghasilkan Soluble Algal Products (SAP) ekstraseluler yang terdiri dari protein dan polisakarida yang berguna dalam proses melekatnya mikroalga pada permukaan media biocarrier (Wang et al., 2018). Mikroalga *Nannochloropsis oculata* adalah jenis mikroalga bersel tunggal yang termasuk dalam salah satu kelas *Eustigmatophyceae*, dengan ukuran 2–5 mikron, memiliki 2 flagela dimana salah satu flagela berambut tipis serta memiliki dinding sel yang tersusun dari selulosa. *Nannochloropsis sp.* sangat mudah untuk dibudidayakan terus menerus karena memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi dalam masa panen yang singkat (Widianingsih et al., 2011). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Utomo et al (2015), bahwa mikroalga *Nannochloropsis sp.* mampu menurunkan kandungan bahan organik berupa N-NH₃ sebesar 98%, P-PO₄ sebesar 89%, dan N-total sebesar 92% pada limbah cair karet remah. Penelitian dilakukan juga oleh Sofiyah & Suryawan (2021), bahwa mikroalga *Nannochloropsis oculata*

mampu menyisihkan parameter $\text{NH}_3\text{-N}$ sebesar 80% dan $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ sebesar 63,7% pada limbah domestik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses pengolahan menggunakan MBBR adalah kadar organik polutan (*organicloading rate*), jumlah mikroorganisme yang menempel di media biocarrier (*fill medium loading rate*), kadar kandungan oksigen terlarut di dalam air (*Dissolved Oxygen*), waktu tinggal yang dibutuhkan air limbah di dalam reaktor yang dipenuhi media biocarrier (*Hydraulic Loading Rate*), dan jumlah luas permukaan media *biocarrier* yang tersedia untuk tempat tumbuhnya biofilm (*spesific surface area*) (Said & Santoso, 2015).

Pada penelitian ini difokuskan untuk mengetahui kemampuan sistem MBBR dengan menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata* dalam meremoval kandungan amonia dan fosfat pada air limbah industri tahu dengan variasi media biocarrier dan waktu tinggal yang berbeda untuk melihat efesiensi penyisihan amonia dan fosfat yang optimum. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi untuk pengolahan bahan organik dengan agen biologis yang memiliki potensi removal tinggi dan mudah dibudidayakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah akan di kaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana pengaruh variasi media dan volume media terhadap penurunan kadar amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4) pada air limbah industri tahu pada sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata*?
- 2) Bagaimana pengaruh waktu sampling terhadap penurunan kadar amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4) pada air limbah industri tahu pada sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk mengetahui pengaruh variasi media dan volume media terhadap penurunan kadar amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4) pada air limbah industri

tahu pada sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata*

- 2) Untuk mengetahui pengaruh waktu sampling terhadap penurunan kadar amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4) pada air limbah industri tahu pada sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata*

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Memberikan informasi mengenai kemampuan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata* dalam mendegradasi amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4) yang terdapat pada air limbah industri tahu;
- 2) Memberikan alternatif teknologi pengolahan yang sederhana yaitu *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata* dalam menurunkan kadar amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4) yang terdapat pada air limbah industri tahu;
- 3) Memperbaiki kualitas lingkungan yang tercemar;
- 4) Sebagai rekomendasi dalam meningkatkan kualitas air yang tercemar amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4).

1.5 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Penelitian ini merupakan penelitian berskala laboratorium;
- 2) Sampel air limbah yang digunakan sebagai bahan baku adalah air limbah industri tahu di daerah Tambaksari, Surabaya;
- 3) Parameter yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan fosfat (PO_4);
- 4) Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan mikroalga *Nannochloropsis oculata*;
- 5) Media yang digunakan pada penelitian ini adalah media *bioball* dan spons (*biocube*) dengan variasi volum media 20%, 30%, dan 40% dari volume reaktor.