

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air limbah merupakan sisa dari suatu kegiatan seperti rumah tangga, rumah sakit, industri, dan kegiatan lainnya dalam wujud cair (Permen LH No. 5 Tahun 2014). Air limbah dapat bersifat berbahaya dan beracun bagi lingkungan. Untuk itu perlu adanya pengolahan air limbah yang bertujuan untuk menurunkan kandungan bahan organik dan bahan lainnya sehingga air limbah tersebut aman untuk dibuang ke badan air. Salah satu pengolahan air limbah yang dapat diaplikasikan adalah dengan menggunakan teknologi biogranular.

Teknologi biogranular telah berkembang sejak lama dalam pengolahan air limbah. Biogranular merupakan kumpulan dari mikroba yang terbentuk akibat dari *self-immobilization* mikroorganisme. Biogranular tersebut mengandung jutaan organisme per gram biomassa dengan tipe dan spesies yang berbeda-beda. Bakteri yang terdapat dalam granular memiliki peran masing-masing dalam pengolahan limbah industri. Proses biogranular melibatkan interaksi terhadap sel-sel yang meliputi proses biologi, fisika, dan kimia. Sementara itu proses pembentukan biogranular dapat dilakukan dengan granulasi secara aerobik dan anaerobik (Liu, 2004).

Pada umumnya pengolahan air limbah dengan granular dilakukan dengan menggunakan teknologi granulasi anaerobik (Alves, et al., 2000). Teknologi tersebut sering digunakan pada reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB). Namun teknologi granular anaerobik masih memiliki beberapa kekurangan, yakni membutuhkan waktu *start-up* yang lama dan tidak cocok diaplikasikan untuk air limbah dengan konsentrasi organik rendah (Liu, 2004). Permasalahan tersebut diatasi dengan mengembangkan teknologi baru yaitu granulasi secara aerobik dengan menggunakan *Sequencing Batch Reactor* (SBR) oleh beberapa peneliti (Jungles, 2013; Sajjad, 2014) dan telah digunakan untuk

mengolah air limbah yang mengandung konsentrasi organik tinggi, nitrogen, fosfor serta bahan kimia yang bersifat toksik (Moy et al, 2002).

Keuntungan dari granular aerobik dibandingkan dengan pengolahan lumpur aktif konvensional adalah memiliki bentuk yang beraturan, padat, struktur mikroba yang kuat, dan kemampuan pengendapan yang baik. Selain itu, granular aerobik juga memiliki kemampuan penyimpanan biomassa dan menahan beban muatan (*shock loadings*) yang baik, serta mampu bertahan pada air limbah yang mengandung kadar pencemar yang tinggi (de Kreuk and van Lossdrecht, 2004). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan granular diantaranya komposisi substrat, *Organic Loading Rate* (OLR), waktu pengendapan, *Hidraulic Retention Time* (HRT), *Aerobic Starvation*, kecepatan pertumbuhan mikroorganisme serta penambahan *divalent metal* yang dilaporkan dapat meningkatkan proses granulasi (Liu, 2004 dan Jiang et al., 2003).

Saat ini, berbagai peneliti telah mempelajari efek *divalent metal* seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{Mn}^{2+}$  dalam memperkuat granulasi. Jiang et al (2003) menggunakan air limbah yang mengandung 100 mg/l  $\text{Ca}^{2+}$  dan melaporkan bahwa waktu untuk kultivasi granular hanya membutuhkan waktu 16 hari, lebih cepat dibandingkan tanpa penambahan  $\text{Ca}^{2+}$  yaitu 32 hari. Selain itu, kemampuan pengendapan dan produksi ekstrapolimer seluler (EPS) lebih besar dibandingkan tanpa penambahan logam. Penelitian lain juga dilakukan oleh Li et al (2008) dengan menambahkan 10 mg/l  $\text{Mg}^{2+}$ . Secara signifikan waktu granulasi berkurang dari 32 hari menjadi 18 hari. Diameter granular yang terbentuk yaitu 2,9 mm dibandingkan tanpa penambahan  $\text{Mg}^{2+}$  yaitu 1,8 mm dan memiliki granular yang lebih padat dan kompak. Selain itu penambahan  $\text{Mg}^{2+}$  berpengaruh terhadap produksi EPS yang tinggi dan kemampuan pengendapan yang baik.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami lebih lanjut faktor yang mempengaruhi pembentukan granular secara aerobik dengan perlakuan penambahan *divalent metal* yakni ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Penambahan ion tersebut diharapkan dapat mempercepat proses pembentukan granular aerobik pada SBR.

## 1.2 Rumusan Masalah

Granular aerobik banyak memberikan keuntungan, tetapi mekanisme dari proses granular aerobik tersebut belum banyak diketahui dan menunjukkan stabilitas yang rendah. Selain itu, aplikasi granular aerobik sangat terbatas dalam pengolahan air limbah karena membutuhkan waktu untuk *start-up* pembentukan granular aerobik dari konvensional *activated sludge*.

## 1.3 Hipotesis

Penambahan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan mempercepat proses pembentukan granular aerobik, karena ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan berikatan dengan muatan negatif yang terdapat dalam permukaan bakteri dan molekul ekstraseluler polisakarida (EPS) sehingga dapat menaikkan agregat bakteri.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Menganalisa pengaruh penambahan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dalam pembentukan granular aerobik pada SBR
2. Mengidentifikasi karakteristik biomassa granular aerobik yang terbentuk

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait metode alternatif pengolahan limbah dengan konsentrasi yang tinggi
2. Memberikan informasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan granular aerobik pada SBR
3. Pengembangan sistem berbasis granular aerobik untuk dapat diaplikasikan dalam pengolahan air limbah

## 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dengan jumlah 3 buah reaktor. R1 = reaktor kontrol ; R2 = reaktor dengan penambahan 25 mg/l  $\text{Ca}^{2+}$  ; R3 = reaktor dengan penambahan 25 mg/l  $\text{Mg}^{2+}$ .
2. Sumber air limbah yang akan digunakan yakni limbah cair sintetis dan aseptat.
3. Parameter yang akan diteliti sebagai berikut:
  - Temperatur dan pH
  - *Dissolved Oxygen* (DO)
  - *Sludge Volume Index* (SVI)
  - Kecepatan pengendapan
  - Morfologi granular
  - Aspek rasio
  - *Scanning Electronic Microscope* (SEM)