

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang sangat pokok bagi manusia. Meningkatnya aktivitas manusia dan industri menyebabkan berbagai polutan fisika, kimia, dan biologi masuk ke dalam badan air dan mempengaruhi lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan teknologi pengolahan air yang efisien, ekonomis, serta ramah bagi lingkungan (Pandit dan Kumar, 2015).

Saat ini terdapat berbagai macam metode pengolahan air bersih, salah satunya adalah dengan cara pemisahan menggunakan membran filtrasi. Dibandingkan dengan pengolahan air secara kimiawi, penggunaan membran filtrasi memiliki banyak keunggulan antara lain hemat biaya, tidak diperlukan bahan kimia tambahan, pengoperasian yang sederhana serta ramah lingkungan. Membran filtrasi dapat menyaring bakteri, virus, koloid, serta makromolekul dari air bergantung dengan ukuran pori yang dimiliki. Namun terdapat permasalahan dalam penggunaan membran filtrasi yakni *fouling*. *Fouling* terjadi akibat interaksi antara agen penyebab *fouling* (*foulant*) dengan permukaan membran. *Fouling* bersifat merugikan karena menyebabkan pori membran tersumbat sehingga menurunkan harga fluks, efisiensi proses pemisahan, serta meningkatkan biaya produksi dan pemeliharaan membran. *Fouling* yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri disebut dengan *biofouling*. *Biofouling* bersifat lebih sulit untuk dibersihkan, dapat menyebabkan penyumbatan pori yang ireversibel, serta memperpendek *life time* membran dikarenakan degradasi material polimer organik oleh bakteri (Rahimi *et al.*, 2015). Salah satu strategi umum dalam pencegahan *biofouling* pada membran adalah melakukan *pre-treatment* larutan umpan dengan biosida. Namun cara ini dinilai kurang efektif dikarenakan tidak dapat menjamin bakteri mati seluruhnya, terutama pada larutan umpan yang berasal dari air limbah dimana terdapat kandungan nutrisi yang tinggi untuk pertumbuhan bakteri (Liu *et al.*, 2010).

Salah satu alternatif lain dalam mencegah *biofouling* adalah dengan cara inkorporasi agen antibakteri pada matriks polimer membran (Kochkodan dan Hilal, 2015). Agen antibakteri yang ditambahkan dapat berupa logam seperti Ag (Krishna Rao *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2012), oksida logam $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (Karkhanechi *et al.*, 2013), atau senyawa organik seperti NH_2 -MWCNT (Rahimi *et al.*, 2015).

Benzalkonium klorida merupakan salah satu senyawa amonium kuartener (QAC) yang sering digunakan sebagai biosida, surfaktan kationik dan agen transfer fasa (Lackner *et al.*, 2013). Selain itu, benzalkonium klorida juga banyak digunakan dalam bidang kosmetik dan sebagai pengawet salep topikal (Bataillon *et al.*, 2012). Dalam penggunaannya, senyawa amonium kuartener efektif terhadap berbagai bakteri, virus, dan jamur meskipun pada konsentrasi yang rendah (Gerba, 2015). Pelapisan permukaan oleh benzalkonium klorida diketahui dapat menurunkan pertumbuhan *biofilm* secara signifikan (Jaramillo *et al.*, 2012). Diantara agen antibakteri lainnya, inkorporasi polimer membran dengan agen antibakteri benzalkonium klorida menunjukkan aktivitas antibakteri yang baik, tahan lama, relatif aman dan ramah lingkungan (Zhang *et al.*, 2016; Park dan Kim, 2017).

Kitosan merupakan polimer organik turunan kitin dengan kelimpahan terbesar kedua di dunia. Kitosan bersifat ramah lingkungan karena dapat diperoleh dari ekstraksi cangkang krustasea. Saat ini, kitosan serta turunannya banyak digunakan dalam bidang kesehatan, pengolahan air, serta teknologi membran dikarenakan struktur kimianya yang mudah dimodifikasi, *biocompatible*, serta memiliki aktivitas antibakteri (Honarkar dan Barikani, 2009). Dari berbagai keunggulan tersebut, kitosan merupakan pilihan tepat sebagai bahan dasar membran. Disisi lain, kitosan memiliki kekuatan mekanik yang rendah sehingga dalam penggunaannya perlu ditambahkan zat aditif seperti PEG (polietilen glikol) sebagai agen pembentuk pori dan MWCNT (*multiwalled carbon nanotubes*) sebagai penambah kekuatan mekanik membran. Permeabilitas serta sifat mekanik membran berbasis kitosan diketahui meningkat secara signifikan setelah dilakukan penambahan zat aditif PEG dan MWCNT. Selain itu penambahan

MWCNT juga dapat meningkatkan aktivitas antibakteri membran (Rahimi *et al.*, 2015). Pada penelitian ini, dilakukan sintesis, pengujian karakteristik, pengujian antibakteri, serta kinerja membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida. Membran nanokomposit yang diperoleh diharapkan memiliki aktivitas antibakteri yang baik serta ketahanan terhadap *biofouling*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida?
2. Bagaimana aktivitas antibakteri membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida?
3. Bagaimana kinerja membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Karakteristik membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida
2. Aktivitas antibakteri membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida
3. Kinerja membran nanokomposit kitosan/ PEG/ MWCNT/ benzalkonium klorida.

1.4 Manfaat Penelitian

Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat serta material alternatif dalam pengembangan teknologi membran filtrasi antibakteri yang aman serta ramah lingkungan.