

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis ketersediaan air bersih akan menjadi salah satu permasalahan global dimasa yang akan datang untuk seluruh negara (Ying, et al., 2017) termasuk Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah peningkatan aktivitas manusia penghasil kontaminan yang mencemari lingkungan seperti pestisida, mineral, limbah industri farmasi dan petrokimia lainnya (Thakur, 2016). Hal ini sejalan dengan hasil *survey* lingkungan (WWAP (*United Nations World Water Assessment Programme*), 2017) yang menyatakan secara global 80% air limbah yang mengandung senyawa organik, anorganik, dan mikroorganisme patogen dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan yang memberikan dampak serius bagi kesehatan dan keselamatan masyarakat.

Secara umum, berbagai metode pemurnian dan pengolahan air telah diterapkan oleh instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Pengolahan air limbah secara kimiawi melalui proses koagulasi, flokulasi, dan penambahan desinfektan dilakukan untuk menghilangkan kontaminan air. Metode ini lebih berpotensi menghasilkan produk samping yang berbahaya (Gomez *et al.* dalam Cooper *et al.*, 2013). Hal ini menjadi salah satu alasan meningkatnya berbagai pengembangan teknologi pengolahan air yang efisien juga ramah lingkungan, diantaranya teknologi membran filtrasi. Teknologi ini telah terbukti dapat menghilangkan zat kontaminan serta memiliki banyak keunggulan daripada teknologi pemurnian air lainnya (desinfeksi, destilasi atau media filtrasi konvensional) karena lebih efektif secara teknis, biaya dan bebas kontaminasi (Pendergast dan Hoek, 2011; Cooper *et al.*, 2013).

Salah satu tantangan penggunaan membran dalam proses filtrasi adalah terjadinya fenomena *biofouling* (penyumbatan pori membran oleh *biofilm* yang dihasilkan mikroorganisme) (Meng, *et al.*, 2015). *Biofouling* terbukti menyebabkan penurunan fluks retentat sehingga meningkatkan *pressure driven* (energi) secara signifikan dan mengurangi usia membran (*lifetime*) akibat *feeding* membran oleh

mikroorganisme yang bersifat *irreversible* (Baker dan Dudley, 1998; Rahimi, Zinatizadeh, dan Zinadini, 2015).

Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengatasi *biofouling* pada membran seperti kontrol biologis menggunakan organisme inhibitor, metode elektrokinetik, *pre-treatment* air baku dengan koagulan atau biosidal (Baker dan Dudley, 1998), penggunaan nanopartikel perak (Ag^+), dan modifikasi matriks maupun permukaan membran (Nguyen, Roddick, dan Fan, 2012). Modifikasi dengan penambahan agen antibakteri pada matriks membran (*solution mixing*) (Cooper *et al.*, 2013) maupun permukaan membran (*grafting/coating*) (Rahimi, Zinatizadeh dan Zinadini, 2015, 2016) lebih diminati karena lebih aman, ekonomis, dan terbukti dapat mengatasi *biofouling* secara efisien (Meng *et al.*, 2014).

Kitosan merupakan polimer alam yang ramah lingkungan jika digunakan sebagai bahan prekursor membran karena bersifat biokompatibel (tidak berbahaya untuk makhluk hidup), *renewable*, dan *biodegradable* (Anitha *et al.* dalam Thakur, 2016). Ketersediaan yang melimpah dan keunggulan karakteristik yang dimiliki menjadikan kitosan berpotensi sebagai prekursor membran dibandingkan bahan lainnya seperti keramik (Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 , ZnO , dan SiO_2) dan polimer sintesis seperti *polyethersulfone* (PES), *polyvinylidene fluoride* (PVDF), dan *poly vinyl alcohol* (PVA) (Lee, Elam, dan Darling, 2016). Selain itu, membran berbasis kitosan memiliki sifat antibakteri (Ghaemi, Daraei dan Akhlaghi, 2018), permeabilitas, dan hidrofilitas yang baik sehingga tahan terhadap *fouling* namun membran kitosan memiliki stabilitas dan kekuatan mekanik yang rendah sehingga perlu dilakukan modifikasi pada proses pabrikasinya (Lee, Elam, dan Darling, 2016; Thakur dan Voicu, 2016). Modifikasi kitosan dengan penambahan material *crosslinker* PEG (polietilen glikol) dan *nanofiller* CNT (*carbon nanotube*) terbukti meningkatkan permeabilitas dan kekuatan mekanik membran secara signifikan (Khoerunnisa *et al.*, 2015, 2018).

Benzalkonium klorida (BZK), garam amonium kuarterner, adalah surfaktan kationik yang memiliki afinitas yang tinggi terhadap protein membran sehingga senyawa ini berpotensi sebagai agen antibakteri bahkan dalam konsentrasi yang rendah (Jaramillo *et al.*, 2012). Selain itu BZK lebih mudah didegradasi karena

BZK larut baik dalam pelarut polar seperti alkohol dan air (*water based*) (Badan POM, 2013). BZK sebagai agen antibakteri telah banyak digunakan dalam berbagai bidang khususnya dalam bidang kesehatan seperti pengawet larutan (Marple, Roland dan Benninger, 2004) , obat semprot hidung, obat tetes matas (*Information Studies*, 2016), obat antiseptik kulit (Kampf, 2018), dan agen *antifouling* membran (Coquelet *et al.*, 1996; Wei, Yang dan Hong, 2011). Penambahan BZK terbukti dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan sifat antibakteri dari film natrium alginat (Liu *et al.*, 2013), selain itu membran yang telah dimodifikasi dengan garam amonium kuarterner memiliki aktivitas antibakteri yang baik dan stabil sehingga dapat meminimalisir terjadinya *release* pada retentat (Taylor *et al.*, 2014).

Pada penelitian sebelumnya telah disintesis membran nanokomposit Kitosan/ PEG/ MWCNT/ BZK namun dispersi antibakteri BZK pada membran nanokomposit yang diperoleh tidak homogen akibat konsentrasi senyawa antibakteri yang ditambahkan pada membran lewat jenuh (Zahra, 2017). Hal ini menyebabkan hasil uji antibakteri yang tidak *reproducible* dan kemungkinan *leaching* antibakteri pada permeat dan retentat. Dalam penelitian ini dilakukan penyempurnaan proses preparasi membran nanokomposit antibakteri kitosan-BZK/ PEG/ MWCNT dimana proses sintesis menggunakan metode *solution mixing*. BZK ditambahkan secara *in situ* pada larutan kitosan untuk memperoleh distribusi agen antibakteri pada membran yang homogen. Secara khusus, aktivitas antibakteri dan karakteristik membran nanokomposit dikaji secara sistematis.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana aktivitas antibakteri membran nanokomposit Kitosan-BZK/ PEG/ MWCNT?
2. Bagaimana karakteristik membran nanokomposit Kitosan-BZK/ PEG/ MWCNT?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Aktivitas antibakteri membran nanokomposit Kitosan-BZK/ PEG/ MWCNT
2. Karakteristik membran nanokomposit Kitosan-BZK/ PEG/ MWCNT

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan:

1. Mengoptimalkan potensi membran nanokomposit kitosan/ PEG/ CNT dengan modifikasi benzalkonium klorida (BZK) sebagai membran filtrasi dan teknologi pemurnian air yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan sehingga dapat memberikan manfaat terhadap masyarakat terutama industri pengolahan air limbah serta mendorong pengembangan dan penggunaan membran filtrasi berbahan dasar polimer alam.
2. Memberikan inovasi yang dapat meningkatkan nilai guna dari hewan *Crustaceae* sebagai salah satu sumber kitosan yang merupakan biodiversitas Indonesia.