

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Salah satu tugas utama institusi pelayanan kesehatan adalah berupaya untuk mencegah terjadinya infeksi bagi pasien dan petugas kesehatan. Keberadaan bakteri kontaminan sebagai penyebab infeksi sangat berpengaruh pada area yang seharusnya terjaga kesterilannya, seperti ruang operasi dan laboratorium serta peralatan medis yang ada. Bakteri kontaminan yang sering ditemukan pada peralatan medis salah satunya adalah *Bacillus subtilis* (Pusdiknakes, 1989). Adanya pusat sterilisasi dalam unit rumah sakit sangat diperlukan sebagai upaya mengendalikan terjadinya infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme (Anonim, 2009).

Sterilisasi merupakan suatu proses dengan metode tertentu baik secara kimia atau fisika yang dapat menghancurkan mikroba patogen termasuk endospora bakteri (Darmadi, 2008). Sterilisasi peralatan medis dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu berdasarkan metode kimia meliputi teknik desinfeksi, serta metode fisika meliputi, teknik penyaringan, pemanasan dan radiasi (Hollander, 1995 dalam Ariyadi dan Dewi, 2009). Proses desinfeksi menggunakan bahan kimia seperti Chlorine atau alkohol 70% hanya mampu membunuh sel vegetatif saja dan tidak mampu membunuh spora bakteri. Sehingga tidak efektif untuk proses sterilisasi (Dhirgo,2007). Sedangkan pada metode fisika, proses penyaringan menggunakan filter hanya terbatas untuk bakteri dengan ukuran tertentu saja dan tidak membunuh

bakteri melainkan hanya memisahkan bakteri tersebut dari suatu bahan, sehingga bakteri akan tetap hidup (Gabriel, 1988). Penggunaan autoklaf untuk teknik pemanasan yang kerap kali digunakan, seringkali terjadi masih adanya udara dalam autoklaf, sehingga suhu di dalam ruang tersebut akan turun, akibatnya proses sterilisasi menjadi tidak sempurna. Selain itu, terjadinya kegagalan kontak akibat tidak meratanya uap ke seluruh permukaan bahan menyebabkan kegagalan sterilisasi (Dhirgo,2007).

Teknik radiasi ionisasi yang biasa digunakan untuk sterilisasi adalah radiasi sinar gamma. Sinar gamma memiliki energi sangat tinggi yang dapat mengionisasi molekul bahan, sehingga dapat merusak bahan dan dapat menimbulkan mutasi pada organisme baik secara langsung maupun tidak langsung (Kappke *et al.*, 2005). Sedangkan radiasi non ionisasi yang selama ini digunakan adalah radiasi ultraviolet. Namun kelemahan dari sinar ultraviolet adalah daya penetrasinya lemah (Ariyadi dan Dewi,2009). Dengan demikian, diperlukan metode alternatif yang efektif untuk inaktivasi bakteri kontaminan, yaitu dengan menggunakan teknik fotodinamik.

Secara alamiah, beberapa bakteri menghasilkan endogen porfirin, yaitu molekul pengasorpsi cahaya yang bersifat fotosensitizer (peka terhadap cahaya). Setiap molekul porfirin memiliki kemampuan mengabsorpsi cahaya yang bergantung pada panjang gelombang tertentu (Papageorgiou *et al.*, 2000). Kombinasi cahaya dan fotosensitizer dengan spektrum yang sesuai akan menyebabkan fotoinaktivasi sel bakteri. Proses fotoinaktivasi diawali dengan mekanisme fotosensitasi yaitu penyerapan cahaya oleh porfirin yang selanjutnya mengaktifasi reaksi dalam substrat. Fotosensitasi ini bergantung

pada jenis dan kuantitas dari porfirin sebagai molekul penyerap cahaya (Nitzan *et al.*, 2004).

Kerusakan sel bakteri pada proses fotoinaktivasi didasarkan pada dua mekanisme, yaitu kerusakan DNA dan kerusakan membran sitoplasma. Penyinaran cahaya yang diserap oleh fotosensitizer akan memecah struktur DNA menjadi double-strained DNA, sehingga dapat menimbulkan kerusakan. Selain itu, fotoinaktivasi juga dapat mengakibatkan kebocoran sel atau inaktivasi sistem transport membran dan sistem enzim membran pada bakteri tersebut (Hamblin dan Hasan, 2003). Fenomena fisis yang terjadi pada proses fotoinaktivasi meliputi 3 tiga tahap, yaitu tahap fotofisika, berupa interaksi cahaya dengan molekul porfirin pada proses absorpsi foton dan diikuti dengan eksitasi elektron. Pada tahap fotokimia, terjadi perubahan energi dan struktur elektron sebagai akibat dari eksitasi elektron. Sedangkan tahap fotobiologi, melibatkan perubahan sel organisme akibat interaksi cahaya (Grossweiner, 2005). Menurut Nicorescu *et al.*, (2012), efek pemaparan cahaya pulsa (*pulsed light*) pada bakteri *Bacillus Subtilis* yang ditunjukkan oleh SEM, menyebabkan rusaknya struktur parietal bakteri tersebut. Salah satu penggunaan cahaya pulsa adalah *Light Emitting Diode* (LED).

LED merupakan bahan semikonduktor kompleks yang dapat mengkonversi energi listrik menjadi cahaya. LED termasuk sumber cahaya dengan rentang spektrum absorpsi porfirin tipe fotosensitizer. Kelebihan LED dibandingkan dengan sumber cahaya lain untuk fotoinaktivasi adalah karena hanya menghasilkan sejumlah kecil panas dalam cahaya yang ditimbulkan. LED menghasilkan cahaya dengan berbagai warna. Warna cahaya yang diemisikan

oleh LED bergantung pada komposisi material semikonduktor yang digunakan, baik inframerah, cahaya tampak maupun ultraviolet (Schubert, 2006).

Cahaya inframerah (700 nm – 10⁶ nm) memiliki karakteristik mudah diserap oleh bahan organik. Material organik dalam bakteri akan cepat menyerap cahaya inframerah saat terjadi proses penyinaran, sehingga kenaikan temperatur dalam bakteri akan terjadi semakin cepat pula (Hamanaka, 2005). Absorpsi energi radiasi oleh sel bakteri secara garis besar mempunyai dua efek yaitu kematian sel yang diindikasikan oleh tidak adanya kemampuan untuk membentuk koloni, atau mutasi yaitu perubahan pola genetik. Oleh karena itu, dapat diperkirakan bahwa mekanisme utama dari fotoinaktivasi bakteri dengan cahaya inframerah adalah pemanasan langsung ke mikroorganisme oleh penyinaran termal (Dhirgo, 2007).

Penelitian fotodinamik yang telah dilakukan sebelumnya membuktikan bahwa keberhasilan fotoinaktivasi pada bakteri ditentukan oleh kesesuaian panjang gelombang cahaya dengan spektrum serap porfirin. Berdasarkan penelitian Dhirgo *et al.*, (2007) yang menggunakan mesin pemanas inframerah *Elitech Vanguard 550 Watt* sebagai sterilisator selama 15 menit, menunjukkan terhambatnya pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* yang telah dibiakkan pada alat bedah sebagai objek perlakuan. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Hamanaka *et al.*, (2005) menyimpulkan bahwa penyinaran dengan mesin pemanas inframerah 950 nm berpotensi untuk fotoinaktivasi pada bakteri *Bacillus subtilis*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemaparan LED inframerah pada inaktivasi bakteri *Bacillus subtilis* sebagai upaya alternatif dan efektif untuk sterilisasi peralatan medis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, dapat dituliskan perumusan masalah:

1. Bagaimana pengaruh paparan cahaya LED inframerah terhadap bakteri *Bacillus subtilis*?
2. Berapa panjang gelombang LED inframerah yang optimal untuk fotoinaktivasi bakteri *Bacillus subtilis*?
3. Berapa jarak dan waktu pemaparan yang optimal untuk fotoinaktivasi bakteri *Bacillus subtilis*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories, sehingga pembahasan berdasarkan hasil eksperimen. Bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah *Bacillus subtilis*. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED inframerah dan LED merah.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh paparan cahaya LED inframerah terhadap bakteri *Bacillus subtilis*

2. Menentukan panjang gelombang optimal dari LED inframerah untuk inaktivasi bakteri *Bacillus subtilis*
3. Menentukan jarak dan waktu pemaparan LED inframerah yang optimal untuk inaktivasi bakteri *Bacillus subtilis*

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membantu proses pengembangan teknologi di bidang medis terutama fotoinaktivasi bakteri kontaminan
2. Menjadi acuan penelitian fotoinaktivasi tahap selanjutnya
3. Mengetahui dosis optimal penyinaran LED untuk inaktivasi bakteri