

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah sakit menjadi tempat berkumpulnya banyak orang, termasuk pasien dan keluarga pasien, sehingga menjadikan rumah sakit menjadi salah satu faktor bertumbuh pesatnya bakteri dan mikroorganisme (Zuhri Ramdhani et al., 2020). Bakteri dan mikroorganisme akan tumbuh dengan cepat pada alat makan pasien jika digunakan secara bergantian dan terus – menerus. Peralatan makan yang tidak bersih menjadi faktor penyebaran penularan penyakit, karena mikroorganisme yang terdapat pada alat makan dapat menularkan penyakit melalui makanan (Marisdayana et al., 2017). Peralatan makan yang baik harus memenuhi syarat bahwa bakteri yang terkandung tidak boleh melebihi dari 100 koloni/cm² dan tidak mengandung bakteri *Escherichia Coli* (Trisnajati et al., n.d., 2018). Pada alat makan juga ditemukan bakteri *Staphylococcus Aureus* (Alhabsyi et al., 2016). Bakteri *E. coli* tergolong bakteri Gram negatif, yang mempunyai lapisan pelindung dinding sel lebih tipis daripada bakteri Gram positif *S. Aureus* (Rianti et al., 2021). Bakteri gram positif mempunyai dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan tebal tanpa lapisan lipoprotein atau lipopolisakarida, sedangkan bakteri gram negatif memiliki dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan tipis yang dibungkus oleh lapisan lipoprotein atau lipopolisakarida (Karimela et al., 2017). Membran *S. Aureus* tersusun oleh protein dan lipid, sedangkan membran luar *E. Coli* terdiri dari lipopolisakarida, fosfolipid, dan lipoprotein (Astuti et al., 2017). Kedua bakteri tersebut dapat menyebabkan gejala penyakit seperti diare, radang usus, infeksi perut, dan penyakit saluran pencernaan lainnya (A. R. Hakim, 2020).

Sterilisasi merupakan proses pengolahan alat yang bertujuan untuk memusnahkan semua mikroorganisme, salah satunya yaitu spora bakteri yang sangat resisten (Rakhmatullah et al., 2015). Diantara semua organisme hidup, yang paling resisten pada proses sterilisasi adalah spora bakteri. Metode sterilisasi panas kering (*dry heat*) menjadi salah satu metode yang sering di pakai untuk sterilisasi alat makan. Pada sterilisasi kering (oven), penetrasi panas lambat sehingga memerlukan waktu yang lama, dan memerlukan suhu yang tinggi sehingga

dapat merusak bahan karet (Sulistiani et al., 2021). Oleh karena itu, dibutuhkan metode alternatif yang efektif untuk inaktivasi bakteri, salah satunya dengan metode fotoinaktivasi.

Fotodinamik inaktivasi adalah metode penghambatan aktivitas metabolisme sel yang memanfaatkan interaksi antara cahaya dengan molekul fotosensitizer sehingga menyebabkan kematian sel bakteri (Astuti et al., 2020). Hal ini dimanfaatkan untuk menghancurkan sel target dengan cara oksidasi yang menyebabkan lisis sel dan inaktivasi protein membran (Pereira et al., 2018). Ada tiga faktor yang menjadi penyebab berhasilnya proses fotodinamik untuk inaktivasi sel yaitu, adanya sumber cahaya, fotosensitizer, dan radikal bebas (Rusydi, 2015). Secara alami, beberapa jenis bakteri dapat menghasilkan porfirin endogen, yaitu molekul pengabsorpsi cahaya yang bersifat fotosensitizer. Fotosensitizer mampu menyerap energi cahaya pada panjang gelombang tertentu, serta menghasilkan spesi oksigen radikal (ROS) (Indrawati et al., 2021). ROS dapat menyebabkan kerusakan pompa K^+ yang dianggap sebagai langkah awal kematian sel (Astuti et al., 2017). Kombinasi antara cahaya dan fotosensitizer dengan spektrum yang sesuai akan menyebabkan fotoinaktivasi sel bakteri. Pada bakteri gram negatif, fotoinaktivasi dapat merusak struktur membran luar bakteri (Sperandio et al., 2013).

LED inframerah merupakan dioda yang dapat memancarkan cahaya dengan panjang gelombang 780 nm - 10^6 nm. Karakteristik yang dimiliki gelombang inframerah sebagai cahaya yaitu mudah diserap material organik (Hakim et al., 2021). Pada saat terjadi penyinaran, cahaya inframerah akan cepat diserap oleh material organik dalam bakteri, sehingga temperatur pada bakteri naik dengan cepat (Hamanaka et al., 2006). LED inframerah memiliki tegangan maju yang lebih rendah dan arus listrik yang lebih tinggi dari pada LED cahaya tampak (Basalamah, 2015). LED inframerah dapat merusak dinding sel dan lapisan peptidoglikan yang melindungi bakteri sehingga seluruh struktur sel yang ada di dalamnya dapat hancur (Rianti et al., 2021).

Medan magnet merupakan salah satu besaran fisis yang mendeskripsikan keadaan di dalam suatu bahan atau ruang. Medan magnetik didefinisikan sebagai daerah yang di dalamnya masih dipengaruhi oleh gaya magnetik. Jumlah sel bakteri

dan karakteristik pertumbuhan pada substrat media dipengaruhi oleh paparan medan magnet (Hernawati et al., 2016). Medan magnet memiliki efek inaktivasi pada bakteri *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* dan *Saccharomyces cerevisiae* (Qian et al., 2016). Pada fotoinaktivasi, medan magnet berperan dalam proses fotofisika atau berperan dalam kerusakan membran. Pada sel bakteri *E. Coli* dan *S. Aureus* yang diberi perlakuan medan magnet memiliki permukaan yang kasar, dapat menurunkan viabilitas sel dan dapat memecah dinding sel sehingga membran sel menjadi rusak (Qian et al., 2016). Pada sel bakteri *E. Coli*, Kombinasi cahaya dan medan magnet akan meningkatkan fotoinaktivasi pada bakteri patogen (Wibowo & Astuti, 2012).

Pada Penelitian yang dilakukan oleh Rianti (2021) menyatakan bahwa pemaparan dengan menggunakan LED inframerah dengan panjang gelombang 940 nm dengan daya 1 mW dan pada jarak 1 cm dapat menurunkan koloni bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus Aureus*. Penelitian yang dilakukan oleh Al-fawwaz (2015) menggunakan medan magnet 80 mT dapat menurunkan jumlah koloni bakteri *E. Coli* sebesar 75% dan *S. Aureus* sebesar 65%. Sedangkan penelitian lain yang dilakukan oleh Wibowo & Astuti (2013) menyatakan bahwa kombinasi LED hijau dengan panjang gelombang 541 nm pada dosis energi penyinaran 15 J/cm^2 dan kuat medan magnet frekuensi rendah 1,8 mT optimal untuk fotoinaktivasi bakteri pencemar air (*Escherichia coli*). Penelitian tersebut dapat menurunkan presentase koloni bakteri *Escherichia coli* sebesar 80%.

Berdasarkan penelitian – penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi sumber cahaya LED dengan medan magnet memiliki potensi mereduksi bakteri lebih besar dibandingkan dengan penggunaan LED inframerah saja. Sehingga, penelitian ini menggunakan LED inframerah dan kombinasi aktivasi medan magnet permanen.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas LED inframerah dengan aktivasi medan magnet permanen, serta rapat energi yang optimal pada pemaparan LED inframerah untuk fotoinaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus* secara in vitro.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, dapat di rumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah pemaparan LED inframerah dengan medan magnet permanen berpengaruh terhadap inaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus* ?
2. Berapakah lama waktu pemaparan LED inframerah dengan medan magnet permanen yang optimal untuk inaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan LED inframerah dengan panjang gelombang dalam rentang 949 – 964 nm.
2. Menggunakan medan magnet permanen neodymium sebesar 30 – 50 mT.
3. Bakteri yang digunakan adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh medan magnet permanen dan LED inframerah terhadap inaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*.
2. Menentukan lama waktu pemaparan yang maksimal untuk inaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini di harapkan memberikan manfaat, diantaranya :

1.5.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan informasi tentang pengaruh medan magnet permanen, dan LED inframerah terhadap inaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*.

2. Memberikan informasi mengenai lama waktu pemaparan yang maksimal untuk inaktivasi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus*.

1.5.2 Manfaat Praktis

Dapat mengembangkan ilmu yang telah dipelajari untuk diaplikasikan dalam teknologi sterilisasi makanan/medis.