

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di alam terdapat ribuan jenis bakteri dan setiap jenis mempunyai sifat-sifat sendiri. Sebagian besar dari jenis bakteri tersebut tidak berbahaya bagi manusia, bahkan ada yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti bakteri pencernaan *Lactobacillus bulgaricus* yang digunakan dalam pembuatan youghurt, dan lain-lain (Alaerts dan Santika, 1984). Namun, terdapat juga bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia (bersifat patogen) seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella typhosa* (bakteri gram negatif) yang menyebabkan keracunan pada bahan pangan melalui kontaminasi pada peralatan yang berhubungan langsung dengan bahan pangan tersebut.

Salah satu peralatan yang penggunaannya sangat luas tetapi permukaannya rentan terkontaminasi bakteri adalah peralatan yang dibuat dari bahan polimer, seperti bahan kemasan makanan dan minuman. Penggunaan bahan polimer sebagai kemasan makanan dan minuman segar perlu mendapat perhatian karena makanan dan minuman segar umumnya sangat rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis, sementara polimer yang digunakan sebagai kemasan tak memiliki sifat antibakteri. Contoh paling jelas adalah kemasan yang terbuat dari polipropilen (PP). Polimer ini dimanfaatkan secara luas karena diketahui memiliki sifat yang

mudah dibentuk, ringan, awet, lentur, dan murah (Peacock, 2000). Kelemahan praktis polimer ini adalah tidak adanya sifat antibakteri dan kemampuannya mengadsorpsi protein, sehingga permukaannya menjadi lingkungan yang baik bagi pertumbuhan bakteri.

Luasnya penggunaan bahan polimer, termasuk polipropilen (PP), dan adanya ancaman kontaminasi mikrobiologis dalam penggunaannya telah mendorong berkembangnya upaya untuk merekayasa permukaan polimer agar mempunyai sifat antibakteri. Salah satu perwujudan upaya tersebut adalah penempelan gugus pengemban sifat antibakteri pada permukaan polimer. Untuk tujuan tersebut, beberapa metode telah dikembangkan, antara lain blending (Paul and Bucknall, 2000), IPN (*Interpenetrating Polymer Networking*), dan grafting (Rohman, 2006).

Dari berbagai metode diatas, metode grafting merupakan metode yang paling luas dimanfaatkan karena memiliki sejumlah keunggulan dibanding yang lain. Metode grafting diketahui efisien dan efektif untuk memodifikasi dan membuat polimer memiliki sifat yang diinginkan dalam pemanfaatannya (Kubota *et al.*, 2000).

Kelebihan metode grafting ini adalah polimer dapat difungsionalisasi berdasarkan sifat yang dimiliki monomer yang terikat secara kovalen ke polimer substrat tanpa mempengaruhi struktur dasar polimer induk. Kunci utama untuk melakukan polimerisasi grafting adalah dengan membentuk situs aktif berupa radikal bebas atau ion terlebih dahulu pada polimer induk. Pembentukan situs aktif pada polimer induk dapat dilakukan dengan dua cara, yakni metode kimia dan metode fisika. Dengan metode kimia, pembentukan radikal terjadi akibat abstraksi atom hidrogen oleh radikal inisiator seperti BPO (dibenzoilperoksida), AIBN (azobisisobutironitril) (Irwan *et al.*, 2002), atau bahan pengoksidasi seperti garam

cerium (Mi *et al*, 1998). Sedangkan pembentukan situs aktif dengan metode fisika dapat dilakukan dengan berbagai cara, meliputi radiasi laser, elektron beam, sinar UV, plasma dan radiasi energi tinggi seperti sinar-X.

Luasnya pemanfaatan polipropilen (PP) sebagai kemasan makanan dan minuman serta keunggulan metode grafting merupakan dasar upaya modifikasi permukaan plastik kemasan dengan metode grafting. Pada penelitian ini, grafting dilakukan dengan radiasi gamma sebagai tahap inisiasi. Grafting dengan menggunakan radiasi gamma cenderung lebih cepat dan dapat bersaing langsung dengan homopolimerisasi dari monomer-monomer. Hal ini disebabkan radiasi energi tidak selektif, efisiensi grafting diperoleh hanya jika polimer substrat dapat berinteraksi lebih cepat dengan radiasi gamma dibandingkan dengan monomer (Dworjanyn *et al.*, 1993). Selain itu, teknik ini juga memiliki keuntungan yaitu minimnya kontaminan zat kimia pada polimer induk. Modifikasi polimer dengan teknik ini dapat dilakukan pada polimer berbentuk film/membran, karena teknik ini tidak terpengaruh oleh masalah reologi polimer yang mungkin timbul sebagai akibat gugus yang digraftingkan pada sampel.

Selain polimer induk, faktor penentu unjuk kerja suatu polimer antibakteri adalah jenis monomer yang dicangkokkan pada polimer tersebut. Dewasa ini, berbagai senyawa yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri telah dikenal, antara lain kitosan (Annissa, 2007), glisidil metakrilat dan 4-vinilpiridin (Juan *et al.*, 2000). Pada penelitian ini, senyawa yang digunakan adalah 4-vinilpiridin dikarenakan kemudahannya membentuk ikatan kovalen dengan polimer induk dibandingkan senyawa yang lain (Apriati, 2010). 4-vinilpiridin merupakan senyawa polikationik (*polycationic antibacterial*) yang telah dikembangkan dan

pemanfaatannya mampu menangani beragam bakteri patogen (Shevenko and Engel, 1998; Lee *et al.*, 1998; Cen *et al.*, 2004). Atom nitrogen yang dimiliki dapat di kuaternasi dengan cara yang sederhana menghasilkan kation poliammonium yang bersifat sebagai antibakterial. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, 4-vinilpiridin memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Juan *et al.*, 2000; Tiller *et al.*, 2002; Cen *et al.*, 2004).

Pada penelitian sebelumnya (Apriati, 2010) telah dilakukan grafting 4-vinilpiridin pada film polietilen (PE) dengan penekanan pada kajian faktor-faktor yang mempengaruhi persen grafting antara lain dosis radiasi, konsentrasi monomer, jenis pelarut, suhu, dan waktu. Pada penelitian tersebut, 4-vinilpiridin berhasil digrafting pada permukaan film polietilen (PE) berdasarkan hasil karakterisasinya dengan menggunakan FT-IR. Selain itu, uji aktivitas antibakteri dengan menggunakan metode difusi agar, menunjukkan polipropilen tergrafting 4-vinilpiridin memiliki kemampuan daya hambat terhadap bakteri patogen. Pada penelitian ini, grafting akan dilakukan pada bahan polimer yaitu polipropilen (PP) yang berbentuk kemasan minuman agar dapat langsung diaplikasikan dalam pemanfaatannya sebagai antibakteri. Grafting dilakukan melalui pengontrolan faktor-faktor yang mempengaruhi persen grafting seperti pada penelitian sebelumnya. Selanjutnya, akan ditentukan pengaruh persen grafting dan kuaternasi dari polipropilen tergrafting 4-vinilpiridin terhadap kemampuannya sebagai antibakterial.

Untuk mengevaluasi kemampuan antibakterial dari polipropilen (PP) tergrafting 4-vinilpiridin dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode *Colony Forming*

Units (CFU's). Dengan metode ini, dapat diketahui apakah polipropilen (PP) tergrafting 4-vinilpiridin mampu menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh bakteri patogen yang ada dalam sampel minuman. Metode ini dianggap lebih baik dibandingkan metode difusi agar yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Apriati, 2010) yang hanya memberikan informasi diameter daya hambat bakteri dan tanpa menggunakan substrat. Pada penelitian ini, digunakan substrat bahan minuman, yakni air baku, susu hewani, dan susu nabati.

Untuk mengevaluasi reaksi polimerisasi grafting 4-vinilpiridin pada polipropilen (PP) dikarakterisasi dengan FTIR yang mampu menunjukkan perubahan gugus yang terjadi pada permukaan polipropilen (PP).

1.2. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui jumlah 4-vinilpiridin yang paling optimum tergrafting pada polipropilen (PP) tanpa harus mengubah struktur polimer.
2. Mempelajari aktivitas antibakteri polipropilen (PP) tergrafting 4-vinilpiridin terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhosa*.
3. Mengetahui pengaruh kuaternasi 4-vinilpiridin yang tergrafting pada polipropilen (PP) terhadap aktivitas antibakteri.

1.3. Manfaat

Dari rangkaian percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini diharapkan diperoleh berbagai informasi ilmiah yang bermanfaat sebagai landasan bagi pengembangan plastik kemasan antibakteri hingga skala yang lebih luas.