



PENDAHULUAN

Saat ini penelitian dalam bidang polimer telah terfokus pada peningkatan masa pakai polimer-polimer tertentu. Akan tetapi, keawetan bisa menghasilkan masalah-masalah. Akhir-akhir ini para ahli dan peneliti semakin meningkatkan perhatiannya terhadap sampah polimer yang merusak pemandangan. Meskipun saat ini polimer-polimer sintesis mewakili persentase yang relatif kecil dari semua sampah yang berbentuk padat, polimer tersebut tetap sangat merusak pemandangan, hal ini terjadi jika kita melihat dari segi pemakaiannya yang meluas dalam bidang pengemasan (Steven 2001).

Meskipun motivasi awal untuk mensintesis polimer-polimer degradabel timbul dari pertimbangan-pertimbangan yang bersifat ekologis, sekarang ini banyak penelitian diarahkan ke aplikasi-aplikasi pelepasan terkontrol. Pelepasan terkontrol, mengacu ke pemakaian bahan-bahan yang mengandung polimer untuk bidang pertanian, kedokteran, atau farmasi, yang dilepaskan ke lingkungan pada laju yang konstan untuk jangka waktu yang lama (Steven 2001).

Jenis poliester merupakan polimer yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan oleh kemudahannya didegradasi dengan mekanisme hidrolisis gugus ester. Dalam beberapa kasus, produk hasil degradasi dapat diserap kembali melalui jalur metabolisme. Oleh karena itu poliester menaruh peranan penting dalam perkembangan rekayasa jaringan (Hubble 1995; Thomson *et al.* 1995a; Yazemski *et al.* 1996; Wong dan Mooney 1997) dan rekayasa jaringan tulang (Kohn dan Langer 1997; Burg *et al.* 2000). Polimer biodegradabel seperti polikaprolakton dan poliasamglikolat banyak digunakan dalam bidang medis (Shalaby 1998; Holland dan Tighe 1992; Hayashi 1994; Kohn dan Langer 1997; Ashammakhi dan Rokkanen 1997). Penerapan utama pada bidang medis adalah sebagai bahan pembuat benang bedah, sistem pengangkutan obat, dan peralatan ortopedik (Behraves *et al.* 1999; Middleton dan Tipton 2000).

Poli(kaprolakton) (PCL) merupakan poliester alifatik yang biokompatibel. PCL digunakan sebagai penyalut obat karena mempunyai permeabilitas obat yang baik. Namun, PCL hanya sesuai untuk sistem penyalut obat jangka panjang, karena waktu degradasi yang lambat.

Poli(asam glikolat) (PGA) merupakan poliester alifatik sederhana. PGA biasa

digunakan dalam bidang medis sebagai mikrosfer, dan benang jahit dalam pembedahan dan mempunyai keunggulan lain dibandingkan dengan polimer lain karena waktu degradasinya relatif lebih cepat dalam tubuh sehingga akan lebih cepat dikeluarkan dari dalam tubuh setelah pengobatan selesai (Huh *et al.* 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati degradasi poliblen antara PCL dengan PGA dan mempelajari pola morfologi dan ketebalan film poliblen antara PCL dengan PGA selama masa degradasi. Pengujian degradasi dilakukan secara *in-vitro* selama 2 bulan. Sampel diamati setiap minggu dengan parameter yang akan diamati ialah perubahan morfologi permukaan film poliblen dan viskositas instrinsik.

TINJAUAN PUSTAKA

Polimer

Polymer berasal dari bahasa Yunani, yaitu *poly* berarti banyak dan *meros* yang berarti bagian atau unit. Istilah polimer biasanya digunakan untuk mendeskripsikan zat dengan berat molekul yang tinggi (Allock & Lampe 1981). Sehingga polimer didefinisikan sebagai suatu senyawa yang terdiri atas pengulangan unit kecil atau sederhana yang terikat dengan ikatan kovalen. Struktur unit ulang biasanya hampir sama dengan senyawa awal pembentuk polimer yang disebut monomer. Panjang rantai polimer dihitung berdasarkan jumlah satuan unit ulang yang terdapat dalam rantai yang disebut *degree of polymerization* atau derajat polimerisasi (DP) (Cowd 1991).

Polimer dapat dibedakan dalam tiga kelompok berdasarkan unit-unit ulang pada rantai molekul, yaitu polimer linear, polimer bercabang, dan polimer ikatan silang. Berdasarkan sumbernya polimer digolongkan ke dalam dua jenis yaitu polimer alam dan polimer sintetik. Polimer sintetik diklasifikasikan dalam dua golongan berdasarkan sifat termalnya yaitu termoplastik dan termoset. Yang termasuk golongan termoplastik antara lain polikaprolakton (PCL), poli(asam laktat) (PLA), polipropilen (PP), dan lain-lain. Sedangkan silikon termasuk golongan termoset. Perbedaan utama antara polimer termoplastik dengan termoset ialah termoplastik umumnya berstruktur linear sedangkan termoset berstruktur tiga dimensi.

Polimer Biodegradabel

Polimer biodegradabel yang berasal dari alam maupun sintetis dapat terhidrolisis dalam tubuh baik dengan reaksi enzimatik, non-enzimatik, maupun gabungan keduanya tanpa menghasilkan dampak yang merugikan dan pada akhirnya akan musnah melalui jalur ekskresi biasa. Berbagai jenis polimer biodegradabel baik yang berasal dari alam maupun sintetis telah dikaji untuk sistem penyaluran obat dalam waktu yang lama. Akan tetapi hanya sedikit di antaranya yang benar-benar biokompatibel. Polimer biodegradabel alami seperti *serum bovine albumin* (BSA), *human serum albumin* (HSA), kolagen, gelatin, dan hemoglobin telah dipelajari untuk digunakan dalam sistem penyaluran obat. Akan tetapi penggunaan bahan-bahan tersebut masih sangat terbatas dan harganya relatif mahal, serta masih diragukan kemurniannya (Jalil 1990).

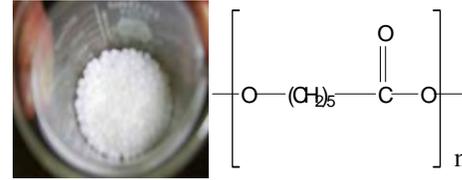
Kebanyakan dari polimer biodegradabel yang dipelajari berasal dari golongan poliester. Diantara poliasam- α -hidroksi seperti PGA, PLA dan kopolimernya mempunyai sejarah cukup panjang sebagai bahan sintetis biodegradabel (Shalaby 1998; Holland dan Tighe 1992; Hayashi 1994; Kohn dan Langer 1997; Ashammakhi dan Rokkanen 1997) dalam bidang medis. Polimer ini digunakan sebagai benang bedah (Cutright *et al.* 1971), piring, perlengkapan ortopedik (Mayer dan Hollinger 1995) dan transplantasi sel (Thomson *et al.* 1995b).

Poli(kaprolakton) (PCL)

Polikaprolakton merupakan jenis poliester yang paling banyak dipelajari dalam golongan poliester (Holland dan Tighe 1992; Hayashi 1994). PCL adalah polimer semikristalin dengan suhu transisi kaca (T_g) -60°C. Polimer ini memiliki suhu leleh rendah yaitu berkisar antara 59° sampai 64°C dan bersifat kompetibel bila dicampur dengan beberapa jenis polimer lain. PCL memiliki waktu degradasi yang lama bila dibandingkan dengan PGA dan digunakan sebagai bahan polimer untuk sistem penyalur obat yang tahan lama. Selain itu PCL bersifat non toksik (Kronenthal 1975).

Waktu degradasi PCL adalah dua sampai tiga tahun (Kronenthal 1975; Holland dan Tighe 1992; Middleton dan Tipton 2000). PCL dengan BM 50.000 g/mol akan terdegradasi sempurna secara *in-vitro* menjadi

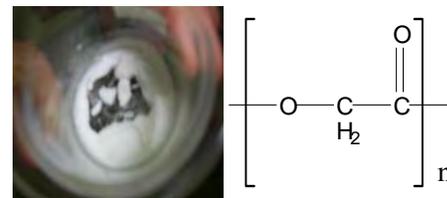
asam kaproat selama tiga tahun (Gabelnick 1983).



Gambar 1 Bentuk dan struktur kimia PCL.

Poli(asam glikolat) (PGA)

Poliasamglikolat merupakan polimer termoplastik dengan kristalinitas berkisar antara 46 sampai 50%. Suhu transisi kaca 36°C dan suhu lelehnya 225°C. Karena kristalinitasnya yang tinggi, PGA tidak larut dalam pelarut organik, kecuali pelarut organik berfluorosensi tinggi seperti heksafluoro isopropanol (Gunatillake dan Adhikari 2003).



Gambar 2 Bentuk dan struktur kimia PGA.

Waktu degradasi PGA adalah 6-12 bulan. Food and Drug Administration (FDA) mengizinkan PGA digunakan untuk kebutuhan klinik karena hasil degradasi PGA adalah asam glikolat. Asam glikolat merupakan senyawa alami yang ada dalam tubuh dan dikeluarkan dari tubuh melalui urin (William dan Mart 1977). Asam glikolat dalam tubuh diubah menjadi karbon dioksida dan air, dan dikeluarkan dari tubuh melalui sistem pernafasan (Gilding 1981). Selain itu asam glikolat dalam tubuh diubah menjadi gliksilat dengan bantuan enzim gliksilat oksidase, setelah itu gliksilat diubah menjadi glisin dengan bantuan enzim glisin transaminase (Hollinger 1983).

Poliblen

Proses blending dalam polimer dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu blending fisika dan blending kimia. Blending fisika yaitu pencampuran secara fisika antara dua jenis polimer atau lebih yang memiliki struktur berbeda dan tidak membentuk ikatan kovalen antara komponen-komponennya. Hasil pencampuran ini disebut poliblen.



Blending kimia yaitu pencampuran antara dua jenis polimer atau lebih yang memiliki struktur berbeda dan ditandai dengan terjadinya ikatan-ikatan kovalen antara polimer-polimer penyusunnya. Blending kimia akan menghasilkan kopolimer.

Interaksi yang terjadi dalam poliblen adalah ikatan Van der Waals, ikatan hidrogen atau interaksi dipol-dipol (Rabek 1980). Polimer ini bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat material yang diinginkan dan disesuaikan dengan keperluan. Poliblen komersial dapat dihasilkan dari polimer sintetik dengan polimer sintetik, polimer sintetik dengan polimer alam, dan polimer alam dengan polimer alam.

Poliblen yang dihasilkan berupa poliblen homogen dan poliblen heterogen. Poliblen homogen terlihat homogen dan transparan, mempunyai titik leleh tunggal dan sifat fisiknya sebanding dengan komposisi masing-masing komponen penyusunnya, sedangkan poliblen heterogen terlihat tidak jelas dan mempunyai beberapa titik leleh (Brown 1988).

Viskometri

Viskometri merupakan metode yang digunakan untuk menentukan ketahanan suatu cairan terhadap aliran (deformasi). Pengukuran-pengukuran viskositas larutan encer memberikan teknik yang paling sederhana dan paling banyak dipakai untuk menetapkan bobot molekul secara rutin. Viskositas diukur dengan cara menetapkan lamanya aliran sejumlah volume larutan melalui kapiler yang panjangnya tetap. Waktu alir dalam detik dicatat sebagai waktu untuk miniskus lewat antara dua tanda batas pada viskometer (Steven 2001). Selain itu, teknik ini dapat digunakan untuk menentukan massa molekul nisbi polimer dengan cara membandingkan viskositas larutan polimer terhadap viskositas pelarut. Metode yang biasa digunakan untuk pengukuran viskositas adalah viskometer Ostwald dan viskometer Ubbelohde. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah viskometer Ostwald.

Metode ini mengukur viskositas dengan cara membandingkan waktu alir pelarut dan larutan polimer pada berbagai kepekatan atau konsentrasi. Viskometer memiliki keunggulan, yaitu untuk mencapai berbagai konsentrasi, larutan polimer dapat diencerkan dalam viskometer dengan menambahkan sejumlah terukur pelarut. Pengukuran dilakukan dengan viskometer dalam penangas

air bersuhu tetap untuk mencegah naik turunnya viskositas akibat perubahan suhu (Steven 2001).

Pengukuran bobot molekul dengan metode ini didasarkan pada persamaan Mark-Houwink – Sakurada, yaitu:

$$[\eta] = k(Mv)^a$$

k dan a merupakan konstanta Mark-Houwink – Sakurada, $[\eta]$ adalah viskositas intrinsik, dan Mv merupakan bobot molekul viskositas. Nilai k dan a bukan merupakan tetapan yang bernilai mutlak. Konstanta tersebut tergantung pada polimer, pelarut, dan suhu (Steven 2001).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain poli(asam glikolat) (PGA), poli(kaprolakton) (PCL), kalium hidroksifosfat monobasa (KH_2PO_4) 0.2 M, kalium hidroksifosfat dibasa (K_2HPO_4) 0.2 M, aseton, dan akuades.

Alat yang digunakan antara lain alat-alat gelas, pH meter, *water bath*, *magnetic stierer*, viskometer oswald, *stopwatch*, *bulp*, dan mikroskop foto stereo.

Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri atas pembuatan buffer fosfat salin pH 7.4 (Lampiran 1), pembuatan film poliblen poli(kaprolakton) dengan poli(asam glikolat) dengan empat komposisi, karakterisasi degradasi film dari poliblen poli(kaprolakton) dengan poli(asam glikolat) menggunakan alat viskometer oswald dan mikroskop fotostereo (Lampiran 2).

Pembuatan Film Poliblen PCL-PGA (Suprayogi 2007)

Blend PLA dengan PCL disiapkan dengan komposisi yang berbeda, susunan komposisinya dapat dilihat pada Tabel 1. Pembuatan poliblen dilakukan dengan mencampurkan setiap bagian polimer, kemudian dilarutkan menggunakan pelarut aseton teknis sebanyak 10 ml. Larutan kemudian diaduk dengan *magnetic stierer* sampai bercampur merata selama kurang lebih 12 jam. Setelah itu, didiamkan sampai terbebas dari gelembung-gelembung udara dan dicetak diatas permukaan teflon. Cetakan tersebut kemudian diuapkan pada suhu ruang.