

**DEGRADASI POLIBLEN [POLI(KAPROLAKTON) DAN  
POLI(ASAM GLIKOLAT)]**

**RIO ANDRIYUDHA**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2007**

## ABSTRAK

RIO ANDRIYUDHA. Degradasi Poliblen [Poli(kaprolakton) dan Poli(asamglikolat)]. Dibimbing oleh TETTY KEMALA dan ACHMAD SJAHRIZA.

Poli(kaprolakton) (PCL) dan poli(asam glikolat) (PGA) merupakan bahan polimer yang banyak digunakan untuk kebutuhan medis. Poliblen PCL dengan PGA adalah campuran PCL dengan PGA secara fisik. Penelitian ini menggunakan empat komposisi PCL dan PGA yang berbeda, yaitu sebesar 50%:50%, 65%:35%, 85%:15%, dan 95%:5%. PCL merupakan bahan dengan komposisi yang paling tinggi dari poliblen. Hasil penelitian menunjukkan film poliblen yang dihasilkan dari empat komposisi yang berbeda bersifat kompatibel. Hasil interpretasi mikroskop fotostereo menunjukkan film poliblen untuk setiap komposisi memiliki permukaan yang homogen sebelum direndam dan permukaan yang tidak homogen sesudah direndam selama 2 bulan dalam larutan buffer fosfat salin dengan pH 7.4. Pengukuran nilai viskositas instrinsik menunjukkan film poliblen dengan komposisi 50%:50% memiliki bobot molekul paling tinggi, komposisi 85%:15%, dan 95%:5% memiliki bobot molekul sama, dan komposisi 65%:15% memiliki bobot molekul paling rendah. Komposisi 50%:50% mengalami penurunan viskositas instrinsik paling tinggi yaitu 57.52%, kemudian komposisi 85%:15%, 65%:35%, dan 95%:5% yaitu sebesar 38.61%, 37.11%, dan 35.35%, sedangkan dari pengukuran bobot film poliblen untuk komposisi 85%:15% mengalami penurunan bobot paling tinggi yaitu 0.13% kemudian komposisi 50%:50% dan 65%:35% mengalami penurunan bobot yang sama besar, dan komposisi 95%:5% mengalami penurunan bobot paling rendah yaitu sebesar 0.07% selama masa degradasi.

## ABSTRACT

RIO ANDRIYUDHA. Degradation of Polyblend [Poly(caprolactone) and Poly(glycolic acid)]. Under the direction of TETTY KEMALA and ACHMAD SJAHRIZA.

Poly(caprolactone) (PCL) and poly(glycolic acid) (PGA) are polymer fabric commonly used for medical purpose. Polyblend PCL with PGA is physical blending of PCL and PGA. This research used four different compositions of PCL and PGA, which had value of 50%:50%, 65%:35%, 80%:20%, and 95%:5%. PCL was fabric whose composition is the bigger in polyblend. The result have shown that polyblend film resulted from four different composition was compatible. The photostereo microscope interpretation result have shown that polyblend film for each composition had homogeneous surface before soaked and not homogeneous surface after being soaked for two months in buffer phosphate saline solution with pH 7.4. The measurement of intrinsic viscosity have shown that polyblend film with composition 50%:50% had the highest weight molecule, composition 85%:15%, and 95%:5% had the same weight molecule and composition 65%:15% had the lowest weight molecule. Composition 50%:50% had the most intrinsic viscosity decreased measured 57.52%, composition 85%:15%, 65%:35% and 95%:5% decreased measured 38.61, 37.11%, and 35.35%, while based on measurement of polyblend weight for composition 85%:15% had the most weight decreased measured 0.13%, then composition 50%:50% and 65%:35% had the same weight decreased and the composition 95%:5% had the less weight decreased measured 0.07% during degradation.

**DEGRADASI POLIBLEN [POLI(KAPROLAKTON) DAN  
POLI(ASAM GLIKOLAT)]**

**RIO ANDRIYUDHA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada  
Departemen Kimia

**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2007**

Judul : Degradasi Poliblen [Poli(kaprolakton) dan Poli(asam glikolat)]  
Nama : Rio Andriyudha  
NIM : G44203037

Menyetujui:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Tetty Kemala, M.Si**  
NIP 132 232 787

**Drs. Achmad Sjahriza**  
NIP 131 842 413

Mengetahui:

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor,

**Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS**  
NIP 131 473 999

Tanggal lulus:

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karuniaNya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2007 ini ialah kimia polimer, dengan judul Degradasi Poliblend [poli(kaprolakton) dan poli(asamglikolat)].

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Tetty Kemala M.Si dan Bapak Drs. Achmad Sjahriza selaku pembimbing atas bimbingan, dorongan semangat, dan ilmu yang diberikan kepada peneliti selama penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini. Terima kasih tak terhingga juga disampaikan kepada kedua orang tua (Papa dan Mama), kedua adikku Riezky dan Shella, serta seluruh keluarga yang memberikan dorongan semangat, bantuan materi, kesabaran, dan kasih sayang kepada penulis.

Terima kasih juga tak lupa penulis ucapkan kepada Bapak Syawal dan *Mbak* Nur atas segala fasilitas dan kemudahan yang telah diberikan. *Kak* Aqwin dan sahabatku di Al Ghifari terima kasih atas nasihat dan semangatnya. *Mas* Waras, *Mas* Anang, *Kak* Iqbal dan *Filo* atas fasilitas dan canda tawanya. Teman-temanku di Laboraturium Kimia Anorganik, Yayan, Diana, Uti dan teman-teman kimia 39, 40, dan 41 serta Amar terima kasih atas persahabatan dan kenangan indah, semoga Allah senantiasa membalas kebaikan semuanya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2007

*Rio Andriyudha*

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 25 Januari 1986 dari ayah Suyudi Rais dan ibu Maryati. Penulis merupakan putra pertama dari tiga bersaudara.

Tahun 2003 penulis lulus dari SMU Negeri 9 Bandar Lampung dan pada tahun yang sama lulus seleksi masuk IPB melalui jalur USMI. Penulis memilih Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia Dasar TPB tahun ajaran 2005/2006 dan 2007/2008, Biokimia 1 tahun ajaran 2006/2007, Kimia Anorganik II tahun ajaran 2006/2007, Kimia Organik program diploma tiga tahun ajaran 2006/2007 dan Kimia Pangan program diploma tiga tahun ajaran 2007/2008. Tahun 2006 penulis melaksanakan praktik lapangan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Cimanggu Bogor. Selain itu, pada tahun 2004 penulis aktif sebagai anggota DPM FMIPA IPB dan 2007 di Departemen Sosial DKM Al-Ghifari IPB.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
PENDAHULUAN .....	1
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
Polimer secara umum .....	1
Polimer Biodegradabel .....	2
Poli(kaprolakton) (PCL) .....	2
Poli(asam glikolat) (PGA) .....	2
Poliblen .....	2
Viskometri.....	3
<b>BAHAN DAN METODE</b>	
Bahan dan Alat .....	3
Metode Penelitian .....	3
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
Morfologi Film Poliblen.....	4
Perubahan Morfologi Permukaan Film Poliblen .....	5
Perubahan Viskositas Instrinsik dan Bobot Film Poliblen .....	6
<b>SIMPULAN DAN SARAN</b>	
Simpulan .....	8
Saran .....	8
DAFTAR PUSTAKA ... ..	8
LAMPIRAN .....	11

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
1 Susunan komposisi poliblen PCL dengan PGA.....	6
2 Penurunan viskositas instrinsik empat komposisi.....	12
3 Penurunan bobot film poliblen dalam persen .....	13

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
1 Bentuk dan struktur kimia PCL .....	2
2 Bentuk dan struktur kimia PGA.....	3
3 Film poliblend PCL dengan PGA dengan empat komposisi berbeda .....	5
4 Permukaan film poliblen sebelum degradasi .....	6
5 Permukaan film poliblen sesudah degradasi.....	7
6 Mekanisme hidrolisis poliester .....	7
7 Hubungan penurunan viskositas instrinsik terhadap waktu .....	8
8 Hubungan penurunan bobot film terhadap waktu.....	8

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
1 Diagram alir Pembuatan Buffer Fosfat pH 7.4 .....	13
2 Diagram alur penelitian .....	14
3 Data viskositas instrinsik empat komposisi setiap minggu.....	15
4 Data bobot film poliblend empat komposisi setiap minggu.....	15



## 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 sintetik 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 sintetik 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).

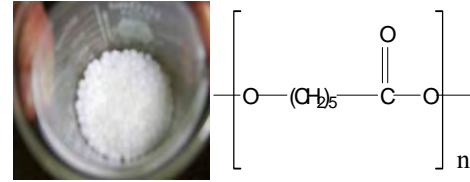
Kebanyakan dari polimer biodegradabel yang dipelajari berasal dari golongan poliester. Diantara poliasam- $\alpha$ -hidroksi seperti PGA, PLA dan kopolimernya mempunyai sejarah cukup panjang sebagai bahan sintetik biodegradabel (Shalaby 1998; Holland dan Tighe 1992; Hayashi 1994; Kohn dan Langer 1997; 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 penyalut 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.