

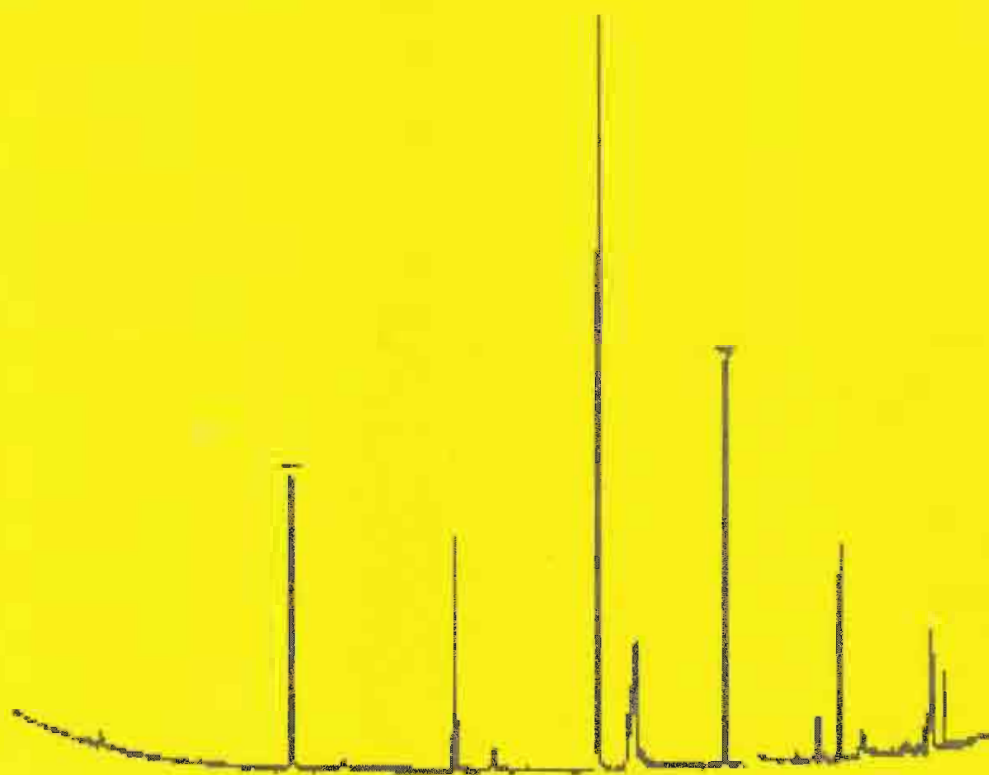


Suyanto

*Pengantar*

# KIMIA POLIMER

Edisi Revisi



## PENGANTAR KIMIA POLIMER

Pasal 72 Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta:

- (1) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
- (2) Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak memperbanyak penggunaan untuk kepentingan komersial suatu Program Komputer dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (4) Barangsiapa dengan sengaja melanggar Pasal 17 dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (5) Barangsiapa dengan sengaja melanggar Pasal 19, Pasal 20, atau Pasal 29 ayat (3) dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (6) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melanggar Pasal 24 atau Pasal 55 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (7) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melanggar Pasal 25 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (8) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melanggar Pasal 27 dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau denda paling banyak Rp150.000.000,00 (seratus lima puluh juta rupiah).
- (9) Barangsiapa dengan sengaja melanggar Pasal 28 dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp1.500.000.000,00 (satu miliar lima ratus juta rupiah).

*Pengantar*

# KIMIA POLIMER

Edisi Revisi

**Dr. Ir. Suyanto, M.Si.**



Pusat Penerbitan dan Percetakan UNAIR  
**Airlangga University Press**

**Pengantar kimia polimer**  
Suyanto

**Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog Dalam Terbitan (KDT)**

**Suyanto.**

Pengantar kimia polimer / Suyanto, - Cet.1  
-Surabaya: Airlangga University Press, 2016.  
255 hlm.: 23 cm.

ISBN 978-602-0820-85-9

1.Polimer

I. Judul

547.7

**Penerbit:**

Airlangga University Press  
Kampus C Unair, Mulyorejo Surabaya 60115  
Telp. (031) 5992246, 5992247 Fax. (031) 5992248 E-mail: [aup.unair@gmail.com](mailto:aup.unair@gmail.com)

ANGGOTA IKAPI: 001/JTI/95  
ANGGOTA APPTI: 001/KTA/APPTI/X/2012  
AUP 500/36.629/10.16 (0.005)

**Dicetak oleh:**

Pusat Penerbitan dan Percetakan (AUP)  
(OC 207/08.16/AUP-5E)

Cetakan pertama — 2016

Dilarang mengutip dan atau memperbanyak tanpa izin dari  
Penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun

# PRAKATA

Dewasa ini polimer merupakan bahan yang sangat penting, dan banyak digunakan untuk berbagai keperluan seperti bahan pembuatan lem, kasur busa, pipa, serat/tekstil, kantong, bahan konstruksi bagian tertentu pada mobil seperti bumper, vendor sampai sebagai bahan untuk membuat benang jahit operasi, tulang sendi dan gigi, lensa kontak, kapsul pengantar obat (*drug delivery*) maupun kapsul pengatur pelepasan obat (*drug release*) dan lain-lain.

Buku ini memuat hasil penelitian penulis yang dilengkapi dengan tinjauan pustaka yang dihimpun dari berbagai sumber/buku teks yang disusun kembali berdasarkan interpretasi penulis dalam bahasa Indonesia. Buku ini terdiri dari 10 Bab yaitu *Pendahuluan, Polimerisasi, Kopolimer, Penentuan Bobot Molekul Polimer, Cara-cara Polimerisasi, Polimer Pada Keadaan Padat, Polimer Buatan, Pemrosesan Polimer, Penggunaan Polimer Sintetik Pada Bidang Biomedis dan Penggunaan Biopolimer di Bidang Katalis dan Biomedis.*

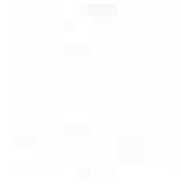
Buku ini dapat digunakan oleh *sejawat/dosen* pada program studi *Kimia, Fisika, Farmasi, Kedokteran Gigi, Material Sains, Teknik Kimia, Teknik Tekstil, Teknik Biomedik, Teknik Lingkungan* maupun program studi lain. Selain itu buku ini juga dapat digunakan oleh *para peneliti di bidang Polimer* serta *masyarakat umum/praktisi bisnis* di bidang Polimer.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi yang telah membiayai penelitian penulis dengan dana DIPA BOPTN 2015, sehingga hasil penelitian tersebut secara singkat tercantum dalam buku ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Editor dan seluruh staf Airlangga University Press, sehingga buku ini dapat dicetak dan diterbitkan.

Demi kesempurnaan buku ini di masa mendatang, tegur sapa dari para pembaca sangat diharapkan. Semoga buku ini bermanfaat.

Surabaya, Agustus 2016  
Penulis,

Suyanto



# DAFTAR ISI

Prakata .....	v
<b>BAB 1</b> PENDAHULUAN.....	1
Pengertian Polimer.....	1
Cara Memberi Nama Polimer .....	2
Penggolongan Polimer.....	2
Larutan Polimer.....	6
Pemisahan Fase dalam Larutan Polimer.....	18
Cara Menentukan Suhu Flory.....	20
Fraksionasi Polimer Berdasarkan Kelarutan .....	22
Rantai Polimer/Steriokimia.....	26
Antaraksi Molekuler.....	39
Penentuan Suhu Kaca Transisi.....	41
Suhu Kaca Transisi dan Panjang Rantai Polimer.....	43
<b>BAB 2</b> POLIMERISASI.....	45
Pengantar.....	45
Peranan Kimia pada Reaksi Polimerisasi.....	46
Reaksi Polimerisasi .....	49
Polimerisasi Kondensasi .....	50
Polimerisasi Adisi .....	55
Polimerisasi Ionik.....	68
Kinetika Polimerisasi Adisi.....	71
Kinetika Polimerisasi Ionik .....	75
Kinetika Polikondensasi .....	77
Kinetika dan Komposisi Kopolimer .....	83
<b>BAB 3</b> KOPOLIMER.....	83
Pengantar.....	83
Kopolimer Blok.....	92
Kopolimer Graft .....	97
Bobot Molekul Rerata, Jumlah, Berat dan Z .....	103



BAB 4	PENENTUAN BOBOT MOLEKUL POLIMER .....	103
	Bobot Molekul Rerata, Jumlah, Berat dan Z.....	103
	Kurva Distribusi .....	104
	Penentuan BM dengan Pengukuran Viskositas .....	105
	Penentuan BM Polimer dengan Pengukuran Penurunan Titik Beku dan Kenaikan Titik Didih.....	109
	Penentuan BM dengan Pengukuran Tekanan Osmosa .....	109
	Penentuan BM Secara Osmometri.....	111
	Penentuan BM dengan Cara Hamburan Cahaya.....	114
	Penentuan BM dengan Cara Ultrasentrifus dan Difusi ..	117
	Cara Polikondensasi .....	121
BAB 5	CARA-CARA POLIMERISASI .....	121
	Cara Polikondensasi .....	121
	Polimerisasi Adisi .....	122
	Polimerisasi pada Fasa Homogen.....	122
	Polimerisasi pada Fasa Heterogen.....	124
BAB 6	POLIMER PADA KEADAAN PADAT .....	133
	Pengantar.....	133
	Kekristalan .....	134
	Aliran dan Viskositas Leburan .....	138
	Kekuatan Polimer.....	140
	Karakterisasi Polimer .....	140
	Teknik Pengujian.....	141
BAB 7	POLIMER BUATAN .....	143
	Resin: Fenolik, Urea, Melamin dan Alkid.....	143
	Resin Epoksi.....	155
	Poliolenfin .....	161
	Poliester.....	166
	Penggunaan Poliester .....	166
	Polieter .....	168
	Penggunaan Polieter.....	169
	Polikaprolaktam .....	169
	Poliamida .....	171
	Teknologi Plastik.....	175
	Pencetakan ( <i>Molding</i> ) .....	175

BAB 8	PEMROSESAN POLIMER .....	175
	Teknologi Plastik .....	175
	Pencetakan ( <i>Molding</i> ) .....	175
	Metode Pemrosesan Lainnya .....	178
	Pembentukan .....	183
	Bahan Tambahan Lainnya .....	186
	Sifat Tekstil dan Kain Tenun .....	189
	Sifat Serat Tekstil .....	190
	Pengerjaan Akhir .....	201
	Teknologi Elastomer .....	203
BAB 9	PENGGUNAAN POLIMER SINTETIK PADA BIDANG BIOMEDIS	215
	Pengantar .....	215
	Bahan Biostabil .....	216
	Stabilitas Polimer di dalam Sistem Hidup .....	217
	Penggunaan Polimer Sintetik pada Cardiovascular .....	218
BAB 10	PENGGUNAAN BIOPOLIMER DI BIDANG KATALIS DAN BIOMEDIS .....	233
	Pendahuluan .....	233
	Biopolimer Turunan Kitosan sebagai Antibakteri .....	233
	Biopolimer Turunan Kitosan sebagai Katalis Heterogen Terfluidisasi .....	236
DAFTAR PUSTAKA .....		239

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### PENGERTIAN POLIMER<sup>1,2,3</sup>

Polimer adalah molukel besar, yang tersusun secara berulang dari unit kimia yang kecil dan sederhana. Unit kimia yang kecil dan sederhana itu disebut satuan penyusun (*repeating unit*). Satuan penyusun tersebut hampir sama dengan monomer, seperti pada Gambar 1.1.

Satuan penyusun itu tersusun secara berulang, sehingga terbentuk rantai polimer. Rantai polimer yang terbentuk tersebut dapat berupa rantai yang lurus, bercabang atau rantai yang berupa jaringan tiga dimensi.

Panjang rantai polimer adalah banyaknya satuan penyusun dalam suatu rantai dan panjang rantai polimer disebut juga derajat polimerisasi yang biasa disingkat dengan DP. Bobot molekul polimer (disingkat *bm*) adalah hasil kali antara derajat polimerisasi dengan bobot molekul satuan penyusunnya. Sebagai contoh bobot molekul poli(vinil klorida), yang satuan penyusunnya adalah  $\text{H}_2\text{C}-\text{CHCl}$ , dengan  $\text{bm} = 12 + 2 + 12 + 1 + 35,5 = 62,5$  dan derajat polimerisasinya 1000, sehingga bobot molekul poli(vinil klorida) adalah  $= 1000 \times 62,5 = 62.500$ . Beberapa polimer *bm* tinggi yang digunakan untuk plastik, karet, atau serat mempunyai *bm* di antara 10.000 sampai 1.000.000.

Pada umumnya, barang yang diproduksi secara besar-besaran dalam industri, sebelum diproduksi dalam skala komersial, dikembangkan lebih dahulu melalui studi laboratoris dalam skala kecil (penelitian), kemudian baru dilanjutkan ke pilot unit, dan selanjutnya diteruskan ke skala komersial. Tetapi banyak pula polimer yang langsung dikembangkan dalam industri dan diproduksi secara besar-besaran, sebelum struktur, sifat kimia dan sifat



**Gambar 1.1** Struktur monomer dan satuan penyusun vinil klorida.