

PAIR/P.296/198

KOPOLIMERISASI RADIASI STIREN PADA
LATEKS ALAM IRADIASI

Arlis Zubir, Marga Utama,
dan F. Sundardi

Arlis Zubir*, Marga Utama*, dan F. Sundardi*

ABSTRAK

KOPOLIMERISASI RADIASI STIREN PADA LATEKS ALAM IRADIASI. Kopolimerisasi radiasi stiren dengan konsentrasi rendah pada lateks alam iradiasi telah diteliti. Pengamatan pengaruh dosis iradiasi dan konsentrasi stiren dilakukan terhadap pH dan kekentalan lateks serta sifat-sifat mekanik film karet hasil kopolimerisasi, misalnya modulus, tegangan putus, perpanjangan putus, perpanjangan tetap, dan kekerasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi dan penambahan stiren dapat meningkatkan modulus dan tegangan putus film karet. Dosis iradiasi optimal berkisar antara satu sampai dua kGy dengan konsentrasi stiren 2 phr. Pada kondisi ini tegangan putus film karet meningkat dari 166 kg/cm² menjadi sekitar 200 kg/cm² dan setelah film karet disimpan selama 6 bulan tegangan putus naik mencapai 257 kg/cm².

ABSTRACT

RADIATION COPOLYMERIZATION OF STYRENE IN IRRADIATED NATURAL LATEX. Study of radiation copolymerization of styrene with low concentration on irradiated natural latex has been carried out. The effect of irradiation dose and concentration of styrene was observed on pH, viscosity of latex and mechanical properties of rubber film such as modulus, tensile strength, elongation at break, permanent set, hardness. Results of the experiment showed that irradiation dose and addition of styrene improved the modulus and tensile strength of the rubber film. The optimum dose run between one and two kGy styrene concentration of 2 phr. In this condition maximum tensile strength of 166 kg/cm² to 200 kg/cm² was realizable. After six month of storage tensile strength increased from 200 kg/cm² to 257 kg/cm².

PENDAHULUAN

Studi tentang lateks alam iradiasi di Indonesia dimulai sejak tahun 1974 di samping bertujuan memperbaiki sifat-sifat lateks alam juga dimaksudkan untuk memperpanjang daya simpannya, misalnya walaupun disimpan sampai 6 bulan lateks alam iradiasi masih stabil (1).

Lateks alam iradiasi dapat digunakan untuk pembuatan barang-barang karet antara lain sarung tangan, balon udara, boneka, dan topeng. Barang karet yang dibuat dari lateks alam yang divulkani-

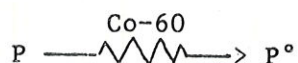
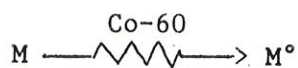
sasi radiasi gamma ⁶⁰Co memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan lateks alam vulkanisasi belerang, di antaranya barang karet yang dihasilkan tidak mengandung bahan kimia yang beracun (2).

MARGA UTAMA (3) melakukan penelitian pemakaian lateks alam iradiasi oleh pengrajin karet di Jakarta dan Jawa Barat yang memproduksi balon udara, sarung tangan, bola bledar, topeng, dan benang karet. Hasil pengamatan selama beberapa bulan menunjukkan, barang karet dari lateks alam iradiasi tanpa bahan pewarna ditumbuhi jamur dan lengket. Akan tetapi, hal tersebut tidak

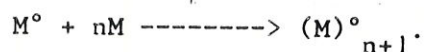
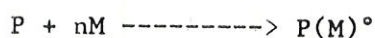
* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

terjadi pada barang karet yang berwarna. Hal ini diduga karena dalam lateks alam iradiasi tersebut masih ada ikatan tak jenuh rantai poliisopren. Selain itu, diduga dalam bahan pewarna terkandung zat anti jamur. Salah satu cara yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat lateks alam iradiasi ialah dengan metode kopolimerisasi radiasi monomer pada lateks alam iradiasi. Mekanisme reaksi kopolimerisasi radiasi adalah sebagai berikut (4).

Inisiasi :



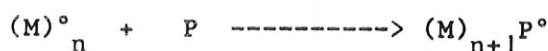
Propagasi :



Terminasi :



Adisi :



di mana : $R^\circ = \text{radikal } P^\circ, P(M)^\circ, \text{ atau } (M)^\circ_{n+1}$

$P = \text{rantai poliisoprena}$

karet alam

$P^\circ = \text{radikal } P$

$M = \text{monomer}$

$M^\circ = \text{radikal } M$

Diharapkan ikatan yang terbentuk antara radikal monomer stiren dengan ikatan tak jenuh rantai poliisoprena lateks alam iradiasi dapat mengurangi atau menghindarkan pelengkakan dan pertumbuhan jamur pada karet alam hasil kopolimerisasi.

TATA KERJA

Bahan. Lateks alam iradiasi yang disimpan lebih dari 6 bulan, monomer stiren yang dimurnikan dengan pencucian (5).

Alat. Irradiator lateks ^{60}Co kapasitas 190.000 Curie untuk meradiasi lateks. Instron Testing Machine untuk mengukur sifat-sifat fisik mekanik film karet hasil kopolimerisasi. pH meter Fisher Model 230 A dan viscosimeter VISCONIC-Tokyo Keiki.

Metode. Proses kopolimerisasi radiasi dilakukan dengan mencampur monomer stiren dengan lateks alam iradiasi dengan konsentrasi 2, 4, 6, dan 8 psk (per seratus karet). Campuran diaduk sampai homogen lalu diradiasi pada dosis 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 kGy sambil dialiri gas nitrogen. Setelah radiasi, pH dan kekentalan lateks diukur kemudian dituang ke dalam plat gelas untuk mendapatkan film karet yang akan diukur

sifat fisik mekaniknya. Setelah kering pada suhu ruang, film karet lalu dicuci dengan air kemudian dipanaskan dalam oven pada 70°C selama 1 jam. Sebagian film karet dibuat dumb-bell untuk pengukuran tegangan putus, modulus, perpanjangan putus, dan perpanjangan tetap. Sebagian lainnya dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan selama enam bulan untuk pengamatan pertumbuhan jamur dan pelengkutan serta pengaruh penyimpanan film karet terhadap sifat fisik mekanik. Pengukuran sesuai dengan ASTM D 412-80 (6).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada Tabel 1 memperlihatkan hasil pengamatan pengaruh iradiasi dan penambahan monomer stiren terhadap kekentalan lateks alam iradiasi. Iradiasi dan penambahan stiren menyebabkan lateks semakin kental. Pada dosis iradiasi 6 kGy dengan stiren 8 psk kekentalan lateks adalah 151 cp. Hal ini diduga karena terjadi perubahan muatan protein lateks sebagai akibat penambahan stiren sehingga kekentalan lateks meningkat. Kekentalan lateks alam iradiasi adalah sekitar 71 cp. Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa dosis iradiasi dan penambahan stiren tidak berpengaruh terhadap pH lateks hasil kopolimerisasi.

Pengaruh penyimpanan terhadap kekentalan lateks stiren dapat dilihat pada Tabel 2. Lateks yang mengandung

stiren 8 psk dan diradiasi pada dosis 6 kGy lalu disimpan selama 6 bulan kekentalannya semakin meningkat karena terjadi degradasi lapisan protein. Di samping itu mungkin juga disebabkan oleh pembentukan HCl akibat terjadinya radiolisis CCl_4 yang ditambahkan ke dalam lateks alam sebelum iradiasi.

Pengaruh iradiasi dan penambahan stiren terhadap modulus 300% dan 600% dapat dilihat pada Tabel 3. Semakin tinggi dosis iradiasi dan konsentrasi stiren dalam lateks modulus 300% juga meningkat. Pada dosis iradiasi 5 kGy dengan stiren 8 psk modulus 300% mencapai 21 kg/cm^2 . Modulus 300% lateks iradiasi adalah 17 kg/cm^2 . Iradiasi dan penambahan stiren juga berpengaruh terhadap modulus 600%. Pada dosis iradiasi 5 kGy dengan stiren 6 psk modulus 600% mencapai 90 kg/cm^2 . Modulus 600% lateks alam iradiasi tanpa stiren adalah 61 kg/cm^2 . Pengaruh penyimpanan film karet terhadap modulus 300% dan 600% disajikan pada Tabel 4. Film karet yang mengandung stiren setelah disimpan selama 6 bulan mengalami penurunan modulus 300% dan 600% kecuali untuk film karet yang mengandung stiren lebih dari 6 psk dengan dosis iradiasi di atas 3 kGy, yang mengalami kenaikan. Hal ini diduga di samping disebabkan oleh pembentukan ikatan silang antara molekul-molekul poliisopren karet juga karena terjadi proses kopolimerisasi antara karet alam dengan stiren.

Hasil pengamatan pengaruh iradiasi dan penambahan stiren terhadap tegangan putus film karet dikemukakan di Tabel 5. Iradiasi lateks yang mengandung stiren menyebabkan tegangan putus cenderung meningkat. Tegangan putus lateks alam iradiasi tanpa stiren adalah sekitar 166 kg/cm^2 , yang ternyata tidak mengalami kenaikan meskipun diradiasi lagi dengan dosis sampai 6 kGy. Pada dosis iradiasi antara satu sampai dua kGy dengan konsentrasi stiren 2 psk tegangan putus naik menjadi sekitar 200 kg/cm^2 . Pengaruh penyimpanan film karet terhadap tegangan putus dapat dilihat pada Tabel 4. Film karet yang mengandung stiren lebih dari 2 psk setelah disimpan selama 6 bulan mengalami petegangan putus kecuali pada dosis iradiasi 1 kGy. Akan tetapi, yang mengandung stiren 2 psk dengan dosis iradiasi antara 1 sampai 6 kGy tegangan putusnya cenderung meningkat dan mencapai maksimum pada dosis iradiasi 2 kGy, yaitu naik dari sekitar 200 kg/cm^2 menjadi 257 kg/cm^2 . Meningkatnya nilai tegangan putus ini disebabkan semakin kuatnya daya adesif antara partikel karet.

Tabel 3 menunjukkan bahwa iradiasi dan penambahan stiren tidak berpengaruh terhadap perpanjangan putus, perpanjangan tetap, dan kekerasan. Tetapi setelah film karet disimpan selama 6 bulan, pada umumnya perpanjangan putus cenderung meningkat sedangkan perpanjangan tetap dan kekerasan relatif sama (Tabel 4).

Hasil pengamatan secara visual menunjukkan setelah penyimpanan selama enam bulan pada film karet tidak terlihat pertumbuhan jamur dan tidak terjadi pelengketan.

KESIMPULAN

Kopolimerisasi radiasi stiren pada lateks alam iradiasi dapat menaikkan modulus dan tegangan putus film karet hasil kopolimerisasi radiasi. Kenaikan dosis iradiasi dan konsentrasi stiren tidak berpengaruh terhadap perpanjangan putus, perpanjangan tetap, dan kekerasan film karet. Dosis iradiasi optimum adalah 1 - 2 kGy dengan konsentrasi stiren maksimum 2 psk. Pada kondisi ini tegangan putus film karet naik dari 166 kg/cm^2 menjadi sekitar 200 kg/cm^2 .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dian Iramani, Walujo, dan rekan-rekan di Instalasi Fasilitas Iradiasi yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. UTAMA, M., Pembuatan lateks alam pravulkanisasi radiasi, *Majalah BATAN*, XVIII 3 (1985) 56.
2. SUNDARDI F., UTAMA M., dan SOEPARMO, Pembuatan barang-barang karet dari lateks pekat yang divulkanisasi secara radiasi (PPPJ/T.43/1974), Pusat Penelitian Pasar Jumat,

BATAN, Jakarta (1974).

Polymer System, John Wiley & Son.,
New York (1962).

3. UTAMA, M., "Studi pemakaian lateks alam iradiasi untuk pembuatan barang karet di tujuh pengrajin karet", Proses Radiasi (Risalah Seminar Nasional, Jakarta, 1985), Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta (1986) 87.
4. CHAPIRO, A., Radiation Chemistry of
5. BLOUT, E.R., HOHENSTEIN, W.P., and MARK, H., Monomer Styrene, Interscience, Inc., New York (1949).
6. Amer. Standards Testing and Materials, Annuals Book of ASTM D 412-80, ASTM, Philadelphia (1982).

Tabel 1. Karakteristik lateks alam iradiasi yang dikopolimerisasi dengan stiren.

Perlakuan		Hasil pengamatan	
Dosis iradiasi (kGy)	Konsentrasi stiren (psk)	pH	Kekentalan (cp)
0	0	9,80	71,21
0	2	9,90	72,28
	4	9,68	86,85
	6	9,78	91,41
	8	9,80	135,07
1	2	9,88	69,04
	4	9,84	88,53
	6	9,75	98,98
	8	9,83	137,92
2	2	9,80	84,04
	4	9,77	98,75
	6	9,78	114,18
	8	9,69	137,46
3	2	9,86	83,35
	4	9,65	97,18
	6	9,80	116,31
	8	9,71	140,00
4	2	9,78	84,24
	4	9,68	96,37
	6	9,75	114,68
	8	9,70	141,40
5	2	9,88	81,83
	4	9,65	98,94
	6	9,65	118,52
	8	9,68	141,30
6	2	9,86	87,85
	4	9,68	101,78
	6	9,80	118,40
	8	9,55	151,16

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi stiren terhadap kekentalan lateks. Dosis iradiasi 6 kGy.

Konsentrasi stiren (psk)	Kekentalan	
	nol bulan	enam bulan
2	87,8	136,4
4	101,8	168,5
6	118,4	114,3
8	151,0	184,2

Tabel 3. Hasil pengamatan karakteristik film karet alam iradiasi yang dikopolimerisasi dengan stiren

Dosis (kGy)	Konsentrasi stiren (psk)	Modulus 300% (kg/cm ²)	Modulus 600% (kg/cm ²)	Tegangan putus (kg/cm ²)	Perpanjangan putus (%)	Perpanjangan tetap (%)	Kekerasan (shore)
0	0	17	61	166	751	5,0	44,5
	2	16	62	222	775	6,6	43,5
	4	18	73	184	723	3,3	45,5
	6	19	84	168	700	3,3	46,5
	8	19	76	217	768	5,0	46,5
1	2	17	57	204	774	6,7	44
	4	18	72	174	728	3,3	46
	6	19	84	180	703	3,3	46,5
	8	19	82	218	760	5,0	46,5
2	2	15	56	201	785	8,3	45
	4	17	76	187	717	5,0	46
	6	18	78	199	723	3,3	46,5
	8	19	80	218	748	5,0	46,5
3	2	16	57	207	778	8,3	44
	4	19	83	185	717	5,0	46
	6	19	86	213	728	3,3	46,6
	8	19	78	188	714	5,0	46,5
4	2	16	56	217	786	8,3	43
	4	19	79	182	728	5,0	46
	6	19	89	214	751	3,3	46
	8	20	80	194	720	5,0	46,5
5	2	15	55	215	786	7,0	44
	4	20	80	185	714	5,0	46,5
	6	19	90	210	717	3,3	46
	8	21	84	196	720	5,0	46,6
6	2	16	61	211	793	8,3	45
	4	19	78	192	706	5,0	46
	6	18	81	214	728	3,3	46,5
	8	21	85	196	726	5,0	46,5

Tabel 4. Karakteristik film karet alam iradiasi yang dikopolimerisasi dengan stiren setelah penyimpanan selama enam bulan.

Dosis (kGy)	Konsentrasi stiren (psk)	Modulus 300% (kg/cm ²)	Modulus 600% (kg/cm ²)	Tegangan putus (kg/cm ²)	Perpanjangan putus (%)	Perpanjangan tetap (%)	Kekerasan (shore)
0	2	14	46	253	828	5,0	45
	4	14	55	208	785	5,8	45
	6	16	49	195	800	3,3	43
	8	15	48	172	793	3,3	46
1	2	14	50	260	852	3,3	45
	4	15	49	179	793	5,0	45,5
	6	18	53	226	814	4,1	43,5
	8	14	52	152	764	4,1	46
2	2	14	49	257	852	3,3	45
	4	15	48	177	785	3,3	45
	6	17	59	214	814	3,3	43,5
	8	14	56	158	792	4,0	45
3	2	14	46	216	837	3,3	46
	4	15	55	165	757	5,8	44
	6	16	57	221	814	3,3	42
	8	16	56	167	778	3,3	45
4	2	14	46	219	838	3,3	46
	4	15	58	169	785	5,7	43
	6	16	56	229	814	5,8	42,5
	8	16	101	156	653	5,0	45
5	2	14	45	228	852	3,3	46
	4	15	57	169	785	4,0	45,5
	6	17	48	199	828	3,3	46
	8	28	97	164	752	5,0	46
6	2	14	46	244	866	3,3	46
	4	15	52	176	757	5,8	43,5
	6	17	47	195	806	5,0	46
	8	28	98	189	725	5,0	45