

4x

RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
1996/1997
 Jakarta, 18 - 19 Februari 1997

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDI)

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 18 - 19 Februari 1997 / Penyunting, Munsiah Maha (ed.). - Jakarta : Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1997. 3 jil. : 30 cm.

BUKU 1

**PROSES RADIASI DAN
GEOHIDROLOGI**

ISBN 979-95390-3-x (Jil. 3)
 ISBN 979-95390-2-1 (Jil. 2)
 ISBN 979-95390-1-3 (Jil. 1)
 ISBN 979-95390-0-2 (no. jil. lengkap)

1. Isotop - Kongres. I. Judul II. Maha, Munsiah

241.388

BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
 JL. CINERE PASAR JUMAT KOTAK POS 7002 JKSKL JAKARTA 12070, INDONESIA
 TEL. 7690709 - KAWAT/CABLE: JUMATOM - TELEX 47113 CAIRCA IA FAX. 7691607

Penyunting : KPTP PAIR

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Ir. Munsiah Maha | Ketua merangkap Anggota |
| 2. Ir. F. Sundardi | Wakil Ketua merangkap Anggota |
| 3. Dr. Ir. Moch. Ismachin | Anggota |
| 4. Ir. Elsje L. Sisworo, MS | Anggota |
| 5. Ir. Wandowo | Anggota |
| 6. Drs. Made Sumatra, MS | Anggota |
| 7. Dr. Ir. Mugiono | Anggota |
| 8. Dr. Yanti Sabarinah Soebiyanto | Anggota |
| 9. Dra. C. Hendratno | Anggota |

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 18 - 19 Februari 1997 / Penyunting, Munsiah Maha (et al.) -- Jakarta : Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1997.
3 jil. ; 30 cm

- Isi Jil. 1. Proses radiasi dan geohidrologi
2. Pertanian
3. Peternakan, Biologi, dan Kimia

ISBN 979-95390-0-5 (no. jil. lengkap)

ISBN 979-95390-1-3 (jil. 1)

ISBN 979-95390-2-1 (jil. 2)

ISBN 979-95390-3-x (jil. 3)

1. Isotop - Kongres I. Judul II. Maha, Munsiah

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi

Jl. Cinere Pasar Jumat

Kotak Pos 7002 JKSKL

Jakarta 12070

PENGANTAR

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) ke-9 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional pada tanggal 18 - 19 Februari 1997 bertujuan untuk menyebarluaskan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Proses Radiasi, Geohidrologi, Pertanian, Peternakan, Biologi, dan Kimia. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang ini dapat diketahui dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait untuk kepentingan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan ilmiah kali ini dihadiri oleh 148 orang peserta yang terdiri dari para ilmuwan, dan peneliti, serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua makalah utama yang dibawakan oleh pejabat senior, yaitu tentang Peluang dan tantangan bioteknologi tanaman nasional menjelang abad 21, dan Upaya pengamanan bendungan dengan kemungkinan aplikasi teknologi isotop. Selanjutnya, dibahas sebanyak 65 makalah hasil penelitian yang dibagi dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara paralel.

Penerbitan risalah pertemuan ilmiah ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan di masa mendatang.

Penyunting,

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	vii
Sambutan Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional	viii
MAKALAH UNDANGAN	
Peluang dan tantangan bioteknologi tanaman Nasional menjelang abad 21 G.A. WATTIMENA	1
Upaya pengamanan bendungan dengan kemungkinan aplikasi teknologi isotop A. HAFIED A. GANY	15
MAKALAH PESERTA	
Status dan prospek Litbang proses radiasi di PAIR-BATAN RAHAYUNINGSIH CHOSDU	19
Sifat fisik dan mekanik campuran akrilat-vinil eter yang diiradiasi berkas elektron SUGIARTO DANU dan TAKASHI SASAKI	23
Kopolimerisasi tempel monomer N-butil akrilat dan metil metakrilat pada kulit kras sapi dengan radiasi berkas elektron KADARIJAH, MADE SUMARTI, MARGA UTAMA, dan DWI WAHINI	33
Pengaruh radiasi berkas elektron dan antioksidan terhadap sifat fisik film polietilen ISNI MARLIJANTI, ANIK SUNARNI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT T.M.R.	39
Sifat fisik dan mekanik film kopolimer karet alam stirena iradiasi setelah didaur ulang MARSONGKO dan MARGA UTAMA	45
Kadar sisa NBA dalam lateks karet alam vulkanisasi radiasi HERWINARNI SOEKARNO	53
Studi pembuatan karet remah dari lateks alam iradiasi dan kopolimernya secara kimia MARGA UTAMA, SITI BUNDARI, dan H. SOESARSONO WIJANDI	63
Pengaruh radiasi berkas elektron terhadap sifat fisika campuran LDPE-karet alam SUDRADJAT ISKANDAR, FUMIO YOSHII, dan KEIZO MAKUUCHI	71
Evaluasi lateks alam iradiasi untuk produksi kondom skala pabrik YANTI S. SABARINAH, MARGA UTAMA, dan SASTRAVIQAYA	85
Kemungkinan pemakaian kopolimer lateks karet alam stiren untuk sarung tangan listrik MADE SUMARTI, MARGA UTAMA dan SRI SUSILAWATI	91
Pengaruh kadar monomer dan ekstender dalam kopolimerisasi lateks karet alam stirene terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam (<i>Pinus merkusit</i>) ADI SANTOSO dan MARGA UTAMA	97
Pelapisan permukaan kayu jeungjing (<i>Paraserianthes falcaria</i> (L) Nielsen) menggunakan resin akrilat dengan radiasi ultra violet GATOT SUHARIYONO, SUGIARTO DANU, DARSONO, DAN MONDJO	101

Pelapisan permukaan kayu meranti (<i>Parashorea Spp</i>) dengan resin uretan akrilat secara radiasi DARSONO, ŠUGIARTO DANU, dan ANIK SUNARNI	111
Problema dalam introduksi teknologi lateks alam vulkanisasi radiasi (LAVR) sebagai teknologi tepat guna untuk masyarakat golongan ekonomi lemah WIWIK SOFIARTI	117
Pengekangan obat dalam matriks hidrogel PVA-ko-NIPAAM hasil iradiasi ERIZAL, HASAN R., SILVIA S., dan RAHAYU C.	121
Sintesa etilen diamin tetra metil fosfanat sebagai ligan untuk radionuklida M. YANIS MUSDJA, SRI HASTINI, dan PUJI WIDAWATI	129
Pengaruh iradiasi gamma dan jenis pengemas pada mutu dan masa simpan bakpia dan dodol RINDY P. TANDINDARTO, dan ROSALINA SINAGA	137
Status teknologi isotop dalam bidang Industri, Hidrologi, dan Sedimentologi di Indonesia WANDOWO	147
Metode ekstraksi gas karbon dioksida dari senyawa sulfat untuk pengukuran rasio isotop oksigen EVARISTA RISTIN P.I., ZAINAL ABIDIN, dan DJIONO	153
Studi komparasi kandungan isotop alam pada presipitasi meteorik untuk recharge air tanah di beberapa wilayah Indonesia DJIONO, ZAINAL ABIDIN, dan ALIP	157
Inventarisasi komposisi isotop alam air tanah di daerah karst Wonosari dan sekitarnya WIBAGYO, WANDOWO, dan INDROJONO	163
Teknik radiopenurut untuk mempelajari karakteristik air tanah dangkal di PPTA Pasar Jumat SYAFALNI, SATRIO, INDROJONO, dan DARMAN	171
.....	175
.....	177
.....	183
.....	191
.....	197
.....	101

SIFAT FISIK DAN MEKANIK FILM KOPOLIMER KARET ALAM STIRENA IRADIASI SETELAH DIDAUR ULANG

Marsongko*, dan Marga Utama*

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

SIFAT FISIK DAN MEKANIK FILM KOPOLIMER KARET ALAM STIRENA IRADIASI SETELAH DIDAUR ULANG. Proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam pada dosis iradiasi 30 kGy dengan laju dosis iradiasi 5 dan 0,48 kGy/jam dan dengan kadar stirena 50 dan 100 psk, telah dipelajari. Sifat lateks (pH, kadar padatan, kekentalan, derajat konversi, dan kandungan polimer), sifat film karet sebelum dan sesudah didaur ulang (modulus, tegangan putus, perpanjangan putus, perpanjangan tetap) dan suhu dekomposisi telah dievaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa pada umumnya modulus, dan perpanjangan tetap film karet sebelum didaur ulang lebih rendah daripada setelah didaur ulang, sedang tegangan putus dan perpanjangan putus bernilai sebaliknya, sementara itu nilai suhu dekomposisi relatif sama. Ada kecenderungan bahwa tegangan putus film hasil daur ulang kopolimer karet alam stirena yang diproses dengan laju dosis 5 kGy/jam memiliki tegangan putus lebih rendah daripada yang diproses dengan menggunakan laju dosis 0,48 kGy/jam. Akan tetapi setelah didaur yang kedua kalinya, maka tegangan putus relatif sama untuk semua kopolimer karet alam dari semua perlakuan (9,2 - 9,5 MPa).

ABSTRACT

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF IRRADIATED NATURAL RUBBER STYRENE COPOLYMER AFTER RECYCLING. Radiation copolymerization of styrene into natural rubber latex at the irradiation dose of 30 kGy, with dose rate of 5 and 0.48 kGy/hour, and concentration of styrene 50 and 100 phr (part hundred ration of rubber) has been studied. The properties of latex (pH, total solid content, viscosity, degree of conversion, and degree of grafting), film properties before and after recycling (modulus, tensile strength, elongation at break, and permanent set) and decomposition temperature were evaluated. The results showed that modulus and permanent set of the recycled film were higher than before recycling, but the tensile strength and elongation at break were lower, while the decomposition temperature was quite the same. There was a tendency that copolymer film from the high dose rate (5 kGy/h) had lower tensile strength compared with the low dose rate (0.48 kGy). However after the second recycling, the tensile strength of films from all the treatments were quite the same (9.2 - 9.5 MPa).

PENDAHULUAN

Studi proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam telah dipelajari oleh beberapa peneliti terdahulu, dengan tujuan antara lain memperbaiki sifat fisik dan mekanik karet alam yang bersangkutan, yaitu tegangan putus, modulus, kekerasan, dan kestabilan termal (1 - 4), sedang sifat daur ulang dari kopolimer tersebut belum dipelajari.

Penggunaan kopolimer karet alam-stirena untuk karet busa, cat emulsi, dan karet timbal untuk penahan sinar-X telah dipelajari, dan hasilnya cukup memenuhi standar pemakaian (5 - 6).

Polistirena adalah jenis polimer yang bersifat termoplastik, sifatnya keras, kaku, agak getas, titik lelehnya rendah, bening dan mudah dicetak (7, 8). Sebaliknya karet alam adalah jenis polimer termoset, sangat elastis, kuat, dan lunak (9). Apabila karet alam dikopolimerisasi dengan stirena, maka diharapkan kopolimer karet alam-stirena yang terjadi terdiri dari fraksi lunak (karet alam) dan fraksi keras (polistirena), yang diharapkan mempunyai sifat termoplastik, yaitu dapat dicetak dalam keadaan panas.

Untuk membuktikan hipotesis tersebut, maka dalam penelitian ini akan diuji sifat fisik dan mekanik film

karet dari kopolimer karet alam-stirena hasil proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam dengan laju dosis radiasi dan kadar monomer bervariasi.

Tujuan penelitian ini ialah mengevaluasi sifat fisik dan mekanik film karet dari kopolimer karet alam-stirena sebelum dan sesudah didaur ulang.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan yang digunakan ialah lateks karet alam dari perkebunan karet Pasir Waringin, Serang, dengan kadar karet kering sekitar 60 %, Neoflex buatan PT. Polekao, dan stirena teknis buatan Jepang.

Alat. Iradiator Panorama Serba Guna buatan India dengan aktivitas sumber radiasi ⁶⁰Co 80 kCi, pada tahun 1994 digunakan sebagai sarana iradiasi. Untuk menguji kualitas lateks digunakan pH meter buatan Singapore, visconic tipe EMD untuk mengukur kekentalan, dan Strongph-R1 (Toyoseiki Co. Ltd.) untuk mengukur modulus, tegangan putus dan perpanjangan putus masing-masing buatan Jepang. Untuk proses mastikasi digunakan roll mill buatan Jepang.

Metode. Satu liter lateks pekat dengan kadar karet kering sekitar 40 % diaduk pelan-pelan, selama pengadukan dimasukkan sedikit demi sedikit 50 % emulsi stirena dengan kadar 50 psk atau 100 psk. Pengadukan dilakukan terus selama 1 jam. Selesai pengadukan kemudian campuran diiradiasi pada dosis 30 kGy dengan laju dosis iradiasi 0,48 dan 5 kGy/jam. Kopolimer lateks alam-stirena yang terjadi dievaluasi kualitasnya, yaitu pH, kekentalan. Disamping itu dievaluasi pula modulus, tegangan putus dan perpanjangan putus dilm karet dari kopolimer lateks karet alam-stirena tersebut sebelum dan sesudah didaur ulang.

Teknik daur ulang adalah sebagai berikut. Lateks kopolimer stirene dibuat film, lalu setelah kering film direndam dalam air selama 1 hari dan dipanaskan dalam oven selama 1 jam (sampai transparan), kemudian diukur perpanjangan putus dan tegangan putusnya. Film tersebut dimastikasi 20x putaran pada suhu 140°C dan dibuat film pres dengan tekanan 200 kg/cm² pada suhu 170°C lalu diuji sifat fisik dan mekaniknya. Selanjutnya, film yang sudah dipres diuji sifat fisik dan mekaniknya (tegangan putus, perpanjangan putus, modulus 300 %, dan kekerasan), lalu sisanya didaur ulang lagi dengan kondisi yang sama seperti pembuatan film pres pertama. Film pres kedua diuji lagi sifat fisiknya seperti pada film pres pertama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Kopolimerisasi Radiasi. Dua faktor penting pada proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam pada dosis 30 kGy, yaitu : laju dosis (0,48 dan 5 kGy/jam) dan kadar monomer (50 dan 100 psk) telah diteliti. Table 1 menyajikan nilai derajat konversi dari proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam.

Tabel 1. Derajat konversi (%) kopolimer lateks karet alam yang diproses dengan kadar monomer dan laju dosis iradiasi berbeda. Dosis iradiasi 30 kGy

Laju dosis, kGy/jam	Kadar stirena, psk	
	50	100
0,48	93,750	86,400
5,00	86,000	90,000

Ternyata ada kecenderungan bahwa derajat konversi yang diperoleh pada laju dosis rendah, nilainya lebih tinggi daripada yang diperoleh pada laju dosis lebih tinggi, tetapi tidak dipengaruhi oleh kadar monomer. Hal ini sesuai dengan hasil temuan SUNDARDI dkk. (4) yang melaporkan bahwa kecepatan konversi (Rc) pada proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam sangat dipengaruhi oleh waktu reaksi, yaitu dengan naiknya waktu reaksi kopolimerisasi, maka akan didapat Rc yang lebih tinggi.

Sifat Kopolimer Lateks Karet Alam. Seperti telah dilaporkan oleh peneliti terdahulu, lateks karet alam mengandung lemak, protein, dan karbohidrat sekitar 2 %. Apabila lateks karet alam ini diiradiasi maka protein dan lemak terdekomposisi menjadi asam lemah, yang mengakibatkan pH menurun (10, 11). Hal yang sama terjadi pula pada proses kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam lateks karet alam, yaitu pH lateks alam sebelum diproses adalah 10,4 lalu setelah dikopolimerisasi radiasi dengan stirena pH menurun menjadi 10,16 s/d 10,19 bila diproses pada laju dosis 0,48 kGy/jam, dan akan menurun lagi menjadi 9,81 - 9,96 bila laju dosis dinaikkan 5 kGy/jam (Tabel 2). Ada kecenderungan bahwa dengan menggunakan laju dosis yang lebih tinggi dapat menyebabkan lateks lebih asam.

Tabel 2. Sifat kopolimer lateks karet alam stirena yang diproses pada kadar monomer dan laju dosis iradiasi berbeda dengan dosis iradiasi 30 kGy

Laju dosis, kGy/jam	Kadar stirena psk	Sifat lateks			
		pH	Keken-talan,Cp	Kadar padatan, %	Kadar polistirena,%
5,00	50	9,96	21,37	45,95	43,00
	100	9,81	14,85	45,00	90,00
0,48	50	10,19	13,50	47,00	46,87
	100	10,16	7,3	44,00	86,00

Di samping itu ada kecenderungan pula bahwa pada laju dosis yang sama kekentalan lateks dipengaruhi oleh nilai kadar padatan, yaitu dengan naiknya kadar padatan kekentalan meningkat. Hal ini disebabkan karena bila kandungan padatan di dalam cairan makin banyak akan menyebabkan larutan lebih pekat.

Sifat Film Karet. Bentuk grafik hubungan antara perpanjangan dengan tegangan film karet dari kopolimer karet alam-stirena disajikan di Gambar 1 dan 2, sedang bentuk grafik bermacam-macam jenis monomer menurut DANIELS (11) disajikan di Gambar 3. Secara umum bentuk grafik kopolimer karet alam dalam stirena mirip dengan grafik termoplastik elastomer. Hal ini memberikan gambaran bahwa kopolimer karet alam dapat digunakan sebagai bahan dasar termoplastik elastomer. Untuk memperkuat dugaan ini, Gambar 4 dan 5 menyajikan termogram DSC karet alam, dan polistirena (Gambar 4), dan kopolimer karet alam stirena (Gambar 5). Ternyata kopolimer karet alam stirena mempunyai bentuk grafik seperti termoplastik, yaitu mempunyai nilai Tm, sedang karet alam tidak. Dari sini dapat diduga bahwa kopolimer lateks alam-stirena bersifat termoplastik.

Tabel 3 menyajikan sifat fisik dan mekanik film karet sebelum dan sesudah didaur ulang sampai dua kali, dan Tabel 4 menyajikan sifat fisik dan mekanik termoplastik elastomer yang beredar di pasar menurut BENYAMIN A. WAKER (13).

Tabel 3. Sifat fisik dan mekanik film karet kopolimer karet alam stirena sebelum dan sesudah didaur ulang

Sifat	Laju dosis, kGy/jam	Kadar stirena, psk	Sebelum dan setelah didaur ulang		
			Sebelum daur ulang	Setelah daur ulang 1X	2X
Modulus 300%, MPa	0,48 5,00	50	2,5	7,8	8,3
		100	4,0	18,8	7,4
		100	1,7	12,2	9,2
Tegangan putus, MPa	0,48 5,00	50	19,1	9,8	9,5
		100	22,1	18,8	9,5
		100	17,0	12,0	9,2
Perpanjangan putus, %	0,48	50	650	366	333
		100	666	300	138
	5,00	50	666	388	333
		100	733	200	141
Perpanjangan tetap, %	0,48	50	13	33	33
		100	30	63	61
	5,00	50	16	36	36
		100	33	76	76
Kekerasan, Shore A.	0,48	50	-	-	-
		100	61	80	74
	5,00	50	45	60	56
		100	-	-	-
Energi degradasi	0,48	50	246	186	202
		100	376	367	374
Suhu dekomposisi	0,48	50	431	438	438
		100	435	437	439

Tabel 4. Sifat fisik dan mekanik termoplastik elastomer yang beredar di pasar

Sifat	Sifat fisik dan mekanik termoplastik elastomer yang beredar di pasar									
	SIS kra-ton 1107	SEBS kra-ton 2109	SEBS kra-ton 9275	SBS kra-ton 1102	SBS TPR 1600	SBS kra-prene 1101	SBS sol-prene 416	SBS sol-prene 411	SBS sol-prene 414	SBS TPBOK Dutrol 0,87
Berat jenis, g/ml	0,92	0,94	0,90	0,94	0,88	0,94	-	0,94	0,95	0,87
Modulus 300%, MPa	0,60	2,00	-	2,7	-	2,7	-	2,7	3,4	-
Tegangan putus, MPa	21,3	6,5	7,5	31,7	4,5	31,7	17,7	19,3	27,5	11,8
Perpanjangan putus, %	1300	800	700	2,0	880	800	700	750	750	250
Kekerasan, Shore A.	37	45	55	62	67	71	76	80	90	95

Dari kedua tabel tersebut terlihat bahwa kopolimer karet alam stirena sebelum didaur ulang tegangan putusnya cukup tinggi, yaitu bernilai 17 - 25 MPa, tetapi setelah didaur ulang satu kali, turun menjadi antara 9 sampai 18 MPa, dan setelah didaur ulang 2 kali turun lagi menjadi 9,2 - 9,5 MPa. Perpanjangan putus film karet sebelum didaur ulang lebih tinggi daripada setelah didaur ulang untuk semua perlakuan baik laju dosis iradiasi maupun kadar monomer. Modulus setelah didaur ulang lebih tinggi daripada sebelum didaur ulang, sedangkan energi degradasi dan suhu dekomposisi relatif sama (Tabel 3). Turunnya tegangan putus atau perpanjangan putus disebabkan karena daya adhesif antara partikel menurun (12), sedang naiknya modulus disebabkan karena partikel makin kompak akibat adanya mastikasi dan pengepresan pada waktu proses daur ulang.

Bila dibandingkan dengan termoplastik elastomer karet yang beredar di pasar (Tabel 4), tegangan putus dan

perpanjangan putus kopolimer karet alam sebelum didaur ulang setara dengan SBS Solprene 411 namun lebih lunak, dan setelah didaur ulang turun menjadi seperti SBS TPR 1600 atau TPBOK Dutrol.

KESIMPULAN

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa kopolimer karet alam yang diproses dengan dosis iradiasi 30 kGy, kadar monomer 50 dan 100 psk dan laju dosis iradiasi bervariasi (0,48 dan 5,00 kGy/jam) dapat didaur ulang.

Tegangan putus dan perpanjangan putus kopolimer lateks karet alam stirena sebelum didaur ulang lebih tinggi daripada setelah didaur ulang, sedang modulus dan perpanjangan tetap sebaliknya. Sementara itu nilai energi degradasi dan suhu dekomposisi relatif sama.

DAFTAR PUSTAKA

1. COOPER, W., JAUGHAN, G., MILLER, S., and FIELDER, M., Graft copolymer natural rubber latex using visible ultra violet and gamma rays initiation, *J. Polymer Sci.* XXXIV (1959) 651.
2. COOPER, W., SEWEL, P.R., and JAUGHAN, G., Radiation graft copolymerization in aqueous dispersion, *J. Polymer. Sci.* XLL (1959) 167.
3. PENDLE, T.D., Properties and application at block and graft copolymer at natural rubber latex, *Assoc. Int. Sheet No. 87, Natural Rubber Latex Producer Association* (1972).
4. SUNDARDI, F., and SOFIARTI, W., Radiation graft copolymerization of styrene on natural rubber latex, *Majalah BATAN XVII 3* (1984) 89.
5. UTAMA, M., HERWINARNI, KADARIJAH, SUMARTI, M., MARSONGKO, dan RISWIYANTO, "Pengembangan pemakaian lateks karet alam melalui teknologi kopolimerisasi radiasi", *KIPNAS VI, Serpong 11 - 15 Sept.* (1995).
6. ATMODJO, S.M., UTAMA, M., dan TRI HARYANTO, "Daya serap radiasi nuklir karet timbal dari kopolimer karet alam stiren", *Prosiding Simposium Polimer, HPI, Jakarta* (1995).
7. BRANDRUP, and IMERGUT, E.H., *Polymer Handbook*, John Wiley & Sons, New York (1989).
8. GAIT, A.J., *Handbook Plastic and Synthetic Rubber*, Pergamon Press, New York (1970).
9. WINSPEAR GEORGE, G., *The Vanderbilt Rubber Handbook*, RT. Vanderbilt Company, Inc, New York (1968).

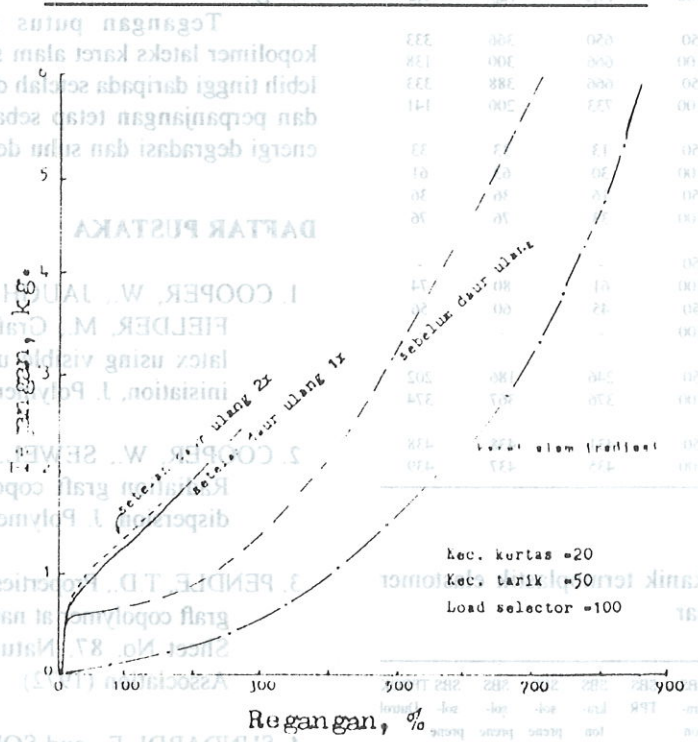
10. THOMAS, E.V., "Effect of non-rubber solids and stabilizing agents on radiation vulcanization of natural rubber latex." Proceeding of the Int. Sym. on Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex, Tokyo (1990) 178.

11. SUKRI BIN H.J. AB. WAHAB, MAKUUCHI, K., DEVENDRA, R., "Effect of heating and leaching on mechanical properties of radiation vulcanized natural rubber latex film", Proceeding of the Int.

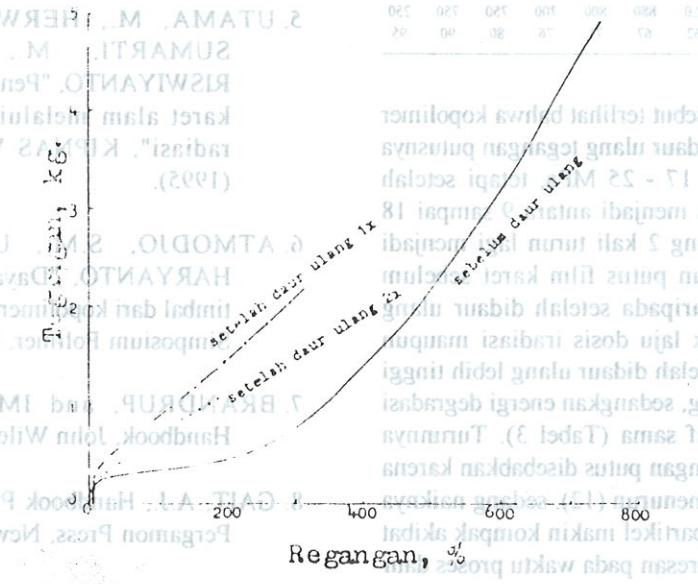
Sym. on Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex, Tokyo (1990) 216.

12. DANIELS, A., Polymers Structure and Properties, Technomic Publishing Co. Ltd., Pensylvania (1989).

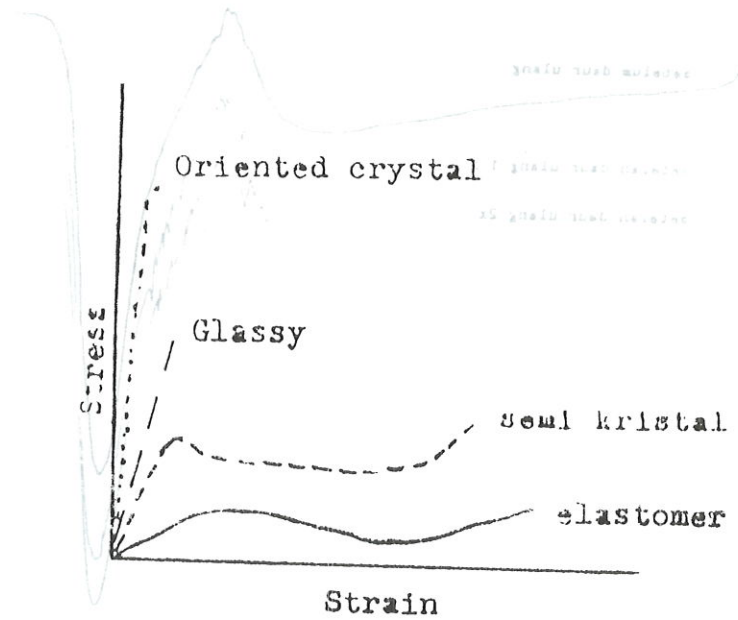
13. BENJAMIN A. WAKER, Handbook of Thermoplastic Elastomer, Van Nostrand Reinhold Co., New York (1979).



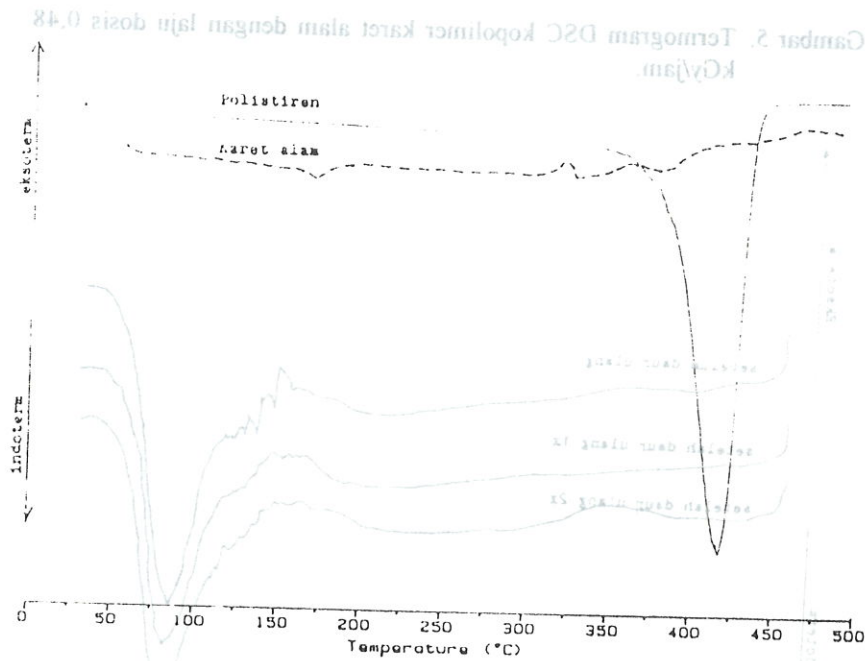
Gambar 1. Hubungan antara perpanjangan dengan tegangan pada kopolimer karet alam stirena (100 psk).



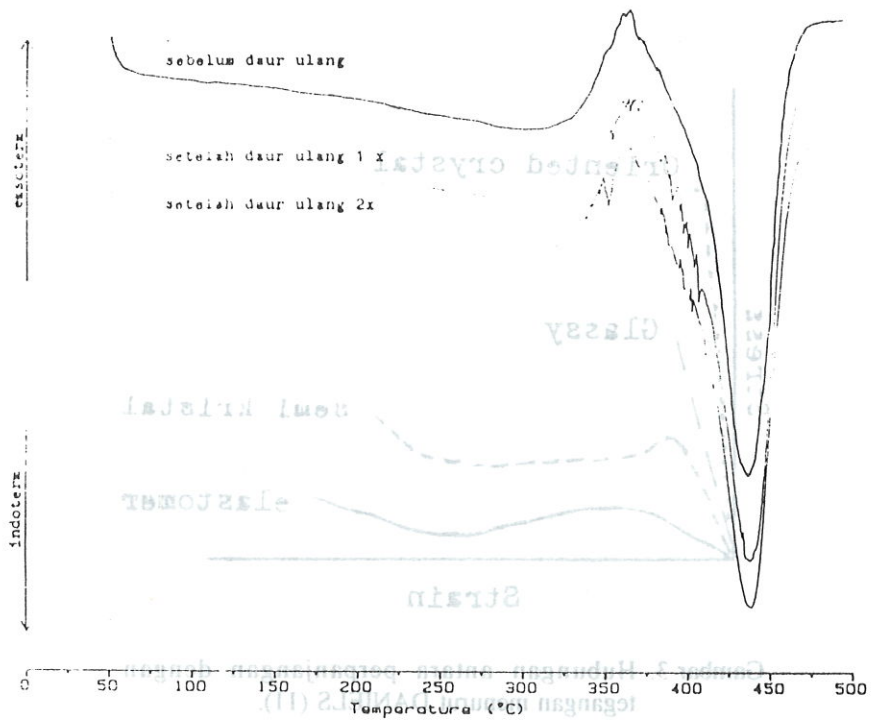
Gambar 2. Hubungan antara perpanjangan dengan tegangan pada kopolimer karet alam stirena (50 psk).



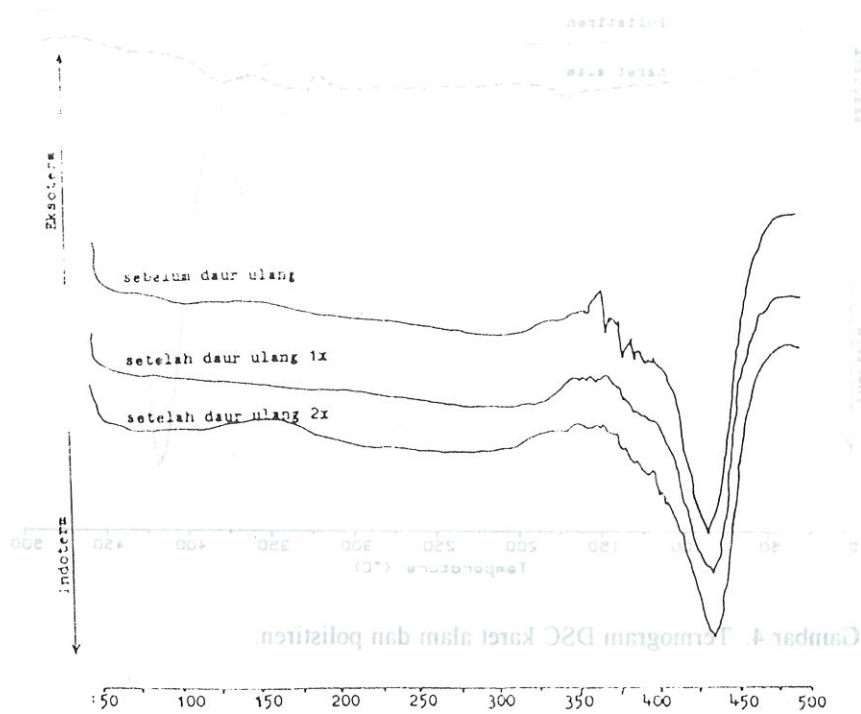
Gambar 3. Hubungan antara perpanjangan dengan tegangan menurut DANIELS (11).



Gambar 4. Termogram DSC karet alam dan polistiren.



Gambar 5. Termogram DSC kopolimer karet alam dengan laju dosis 0,48 kGy/jam.



Gambar 6. Termogram DSC kopolimer karet alam dengan laju dosis 5 kGy/jam.

DISKUSI

WIWIK S.

Apakah dalam proses kopolimerisasi reaksi yang terjadi ada hubungannya G-value radikal ?

MARSONGKO

Dengan sendirinya ada, misalnya G-value karet alam sekitar 1, stiren 0,1 dan nBA 17, dst. Cuma disini belum dipelajari

Z. IRAWATI

Pada suhu berapa emulsi stiren + lateks alam diiradiasi dengan dosis 30 kGy ? Hal ini mengingat pengaruh suhu terhadap sifat fisik-kimiawi kemungkinannya akan nyata untuk kelanjutan proses berikutnya ?

MARSONGKO

Radiasi lateks alam + stiren diradiasi pada dosis 30 kGy pada suhu ruang.

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Bagaimana tindak lanjut penelitian ini ?
2. Kira-kira barang-barang apa yang dapat dibuat dengan hasil penelitian ini setelah diketahui sifat-sifat yang dimilikinya ?
3. Bagaimana aspek ekonomisnya ?

MARSONGKO

1. Akan dilanjutkan dalam bentuk sol sepatu, yaitu dengan cara dicetak.
2. Dalam bentuk lateks karet kopolimer dapat dibuat karet busa, cat emulsi. Dalam bentuk karet sol sepatu.
3. Belum dipelajari.

BASRIL ABBAS

Dikatakan bahwa pengadukan emulsi stiren dan karet alam dilakukan pelan-pelan. Apakah tidak sebaiknya pengadukan dilakukan dalam kecepatan tertentu dan sehingga akan didapatkan hasil yang tertentu pula, karena bila tujuan kita adalah fabrikasi maka sebaiknya kita mempunyai *Standard Operating Procedure (SOP)* yang benar.

MARSONGKO

Terima kasih atas sarannya. Hal ini akan kami coba.

HERWINARNI

Daur ulang kopolimer karet alam-stiren-iradiasi.

1. Berapa suhu kecepatan degradasi maksimum (Tm) ?
2. Kecepatan dari 0,48 kGy/j. berapa jaraknya pada iradiator lateks ?
3. Setelah didaur ulang ke-2 kalinya sifat fisik untuk tegangan putus relatif sama untuk semua kopolimer karet alam, mengapa ?

MARSONGKO

1. Kecepatan degradasi maksimum (Tm) tidak ada (maaf dalam makalah/abstrak) belum diralat, yang ada adalah suhu dekomposisi.
2. Saya tidak mengetahui dengan pasti, karena bergantung pada aktivitas sumber.
3. Kemungkinan daya rekat antara partikel sama.

ERIZAL

1. Setahu saya penelitian yang berkaitan dengan latek iradiasi ini cukup berlangsung lama. Apakah penelitian-penelitian yang telah dilakukan itu telah menghasilkan suatu atau malah mungkin banyak produk yang patut ditonjolkan ?
Seandainya memang tidak ada suatu produk yang patut ditonjolkan, kendala-kendala apa saja yang perlu diatasi untuk memacu latek iradiasi untuk go public ?
2. Atau malah mungkin disebabkan karena penelitian ini terikat pada suatu sasaran saja misalnya kondom ?

MARSONGKO

1. Pada prinsipnya teknologi telah siap.
2. Untuk alih teknologi ke industri perlu dana besar. Contoh : untuk pabrik kondom sekali proses memerlukan 1 minggu, diperlukan dana sekitar 100 sampai dengan 200 juta rupiah, dana ini bila mungkin dapat diatasi melalui RUSNAS atau RUK.

DJIONO

Apakah yang menyebabkan perubahan fisik dan mekanik terutama modulus, perpanjangan, dan perpanjangan putus didalam proses daur ulang kopolimer. Dengan variabel 2 kali kecepatan dosis apakah kecenderungan merupakan hubungan linear seperti yang Saudara simpulkan ?

MARSONGKO

Kopolimer lateks karet alam stiren setelah melalui mastikasi dan pengepresan partikel-partikel makin kompak sehingga menyebabkan perubahan sifat fisik dan mekanik. Memang kalau dua titik tidak bisa, minimal 3 titik.

