

KOPOLIMERISASI TEMPEL MONOMER MMA PADA
LATEKS KARET ALAM SECARA RADIASI
PENGARUH WAKTU PENDIAMAN
DAN ADITIF

Kadarijah, F. Sundardi, K. Makuuchi,
dan S. Isk dan S. Iskandar

KOPOLIMERISASI TEMPEL MONOMER MMA PADA LATEKS KARET ALAM SECARA RADIASI PENGARUH WAKTU PENDIAMAN DAN ADITIF

Kadarijah*, F. Sundardi*, K. Makuuchi**, dan S. Iskandar*

ABSTRAK

KOPOLIMERISASI TEMPEL MONOMER METILMETAKRILAT PADA LATEKS KARET ALAM SECARA RADIASI. PENGARUH WAKTU PENDIAMAN DAN ADITIF. Pengaruh waktu pendiaman dan aditif pada kopolimerisasi tempel monomer MMA pada lateks karet alam secara radiasi telah dipelajari. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa, kekentalan campuran lateks karet alam - MMA sebelum ataupun sesudah radiasi cenderung naik bersamaan dengan naiknya waktu peandiaman. Pengaruh aditif, seperti CCl_4 , etanol, 4-metoksifenol, dan 8-oktil mercaptan, juga telah dipelajari. Penambahan CCl_4 ternyata sangat mempengaruhi reaksi kopolimerisasi pada awal radiasi, tetapi tidak demikian pada penambahan etanol, 4-metoksifenol maupun 8-oktil mercaptan. Kenaikan penambahan CCl_4 juga menaikkan konversi. Kekentalan Mooney film karet kopolimer tempel-PMMA naik dengan naiknya kandungan CCl_4 dan dosis radiasi. Akan tetapi, penambahan 4-metoksifenol maupun 8-oktil mercaptan diperoleh kekentalan Mooney makin menurun.

ABSTRACT

RADIATION GRAFT COPOLYMERIZATION OF METHYLMETHACRYLATE ONTO NATURAL RUBBER LATEX. EFFECT OF STANDING TIME AND ADDITIVES. Effect of standing time and additives on radiation graft copolymerization of methylmethacrylate onto natural rubber have been studied. It appears that viscosity of NRL-MMA mixture before and after irradiation increases with increasing in standing time. The influence of additives such as CCl_4 , ethanol, 4-methoxyphenol and 8-octyl mercaptan also have been studied. It is found that CCl_4 much influence the conversion in the begining of irradiation but did not so for another additives. The conversion increases with increasing in CCl_4 concentration. The Mooney viscosity of grafted film increases with increasing in irraadiation dose and concentration of CCl_4 . The Mooney viscosity decreases with increasing in 4-methoxyphenol and 8-octyl mercaptan addition.

PENDAHULUAN

Proses kopolimerisasi tempel monomer metilmetakrilat pada lateks karet alam secara radiasi telah banyak dipelajari oleh beberapa peneliti (1, 2, 3, 4.). Partikel karet mudah mengembang di dalam monomer metilmetakrilat sehingga partikel karet akan membesar dan diduga menyebabkan naiknya kekentalan campuran lateks karet alam-MMA. Oleh karena itu, pengaruh waktu pendiaman campuran la-

teks KA-MMA sebelum dan sesudah radiasi perlu dipelajari. Selain pengaruh pendiaman campuran lateks KA-MMA sebelum radiasi, pengaruh beberapa aditif (bahan pemeka) yang bersifat sebagai radikal forming agent ataupun radikal scavenger pada proses kopolimerisasi tempel monomer MMA pada lateks karet alam perlu dipelajari.

Percobaan yang lalu menunjukkan bahwa dosis radiasi untuk kopolimerisasi tempel radiasi monomer MMA pada lateks karet alam ialah sekitar 3 kGy untuk mencapai konversi sekitar 75%

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN
** Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI

(5). Penambahan bahan pemeka yang mempunyai G value lebih tinggi dari karet alam maupun MMA, misalnya CCl_4 atau radical scavenger, diharapkan dosis radiasi yang diperlukan lebih rendah. Penambahan aditif dalam campuran lateks KA-MMA diduga juga, selain mempengaruhi kecepatan polimerisasi, akan mempengaruhi sifat-sifat film kopolimer karet.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi pengaruh aditif terhadap kecepatan reaksi polimerisasi serta sifat-sifat fisik lateks dan filmnya.

TATA KERJA

Bahan Penelitian. Lateks karet alam yang digunakan untuk percobaan diperoleh dari Perkebunan Karet Pasir Waringin, Jawa Barat, yang berkadar karet keringnya sekitar 60% dan kekentalannya 50 cP. Larutan amonia dalam air (1.5%) dipergunakan untuk pengenceran. Monomer metilmetakrilat yang dipergunakan dicuci lebih dahulu dengan larutan NaOH 5% kemudian disuling pada tekanan rendah. Karbontetrakhlorida, etanol, 4-metok-sifenol dan 8-oktil merkaptan digunakan tanpa pemurnian.

Peralatan. Iradiasi dilakukan dalam iradiator Panorama 60 Co, Laju dosis dikalibrasi dengan Fricke dosimeter. Kekentalan campuran lateks karet alam - monomer yang belum diradiasi dan yang sudah diradiasi diukur dengan Vis-

cometer Van Gils dan Visconic. Pembuatan kompon vulkanisat karet-PMMA digunakan Test Mixing Roll Machine dan Press Machine, sedangkan sifat fisik film vulkanisat diukur dengan Instron Tensile Tester 1122. Kekentalan film karet - PMMA diukur dengan viscometer Mooney dan partikel karet-PMMA dilihat dengan elektron mikroskop.

Metode. Kopolimer tempel lateks karet alam-PMMA dibuat dengan mencampurkan monomer metilmetakrilat sebanyak 30 gram dan mengandung 0,5 gram asam oleat ke dalam 161 gram lateks karet alam yang diencerkan dengan 45 gram larutan amonia 1.5%. Campuran tersebut diaduk selama satu jam kemudian disaring dan diradiasi. Waktu pendiaman (standing time) adalah 0, 3, 6, 9, 12, 18, dan 24 jam. Laju dosis yang digunakan satu kGy, sedangkan dosis radiasi nya sampai tiga kGy. Kekentalan serta jumlah padatan dari lateks kopolimer diukur, kemudian dibuat film karet yang selanjutnya dibuat kompon vulkanisat yang mengandung 1% ZnO, 1% ZDC dan 1% sulfur. Pembuatan film vulkanisat dilakukan dengan Test Press selama 60 menit pada suhu 100°C. Sifat fisik film vulkanisat diukur dengan Instron Tester.

Aditif yang digunakan dalam percobaan ini adalah CCl_4 , etanol, 4-metok-sifenol, dan 8-oktil merkaptan. Konentrasi CCl_4 yang ditambahkan antara 0 sampai dengan 5 pks, sedangkan penambahan etanol dari 0 sampai dengan 2.5

psk. Konsentrasi 4-metoksifenol dan 8-oktil merkaptan yang ditambahkan 0,25 dan 0,50 psk. Dosis radiasi yang digunakan sampai dengan 3 kGy, selanjutnya sifat fisik lateks dan film karet kopolimer diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh waktu pendiaman (standing time) campuran lateks karet alam dan MMA sebelum dan sesudah iradiasi disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa kekentalan lateks sebelum dan sesudah radiasi naik dengan bertambahnya waktu pendiaman. Hal ini dapat diterangkan bahwa karet mudah mengembang di dalam monomer MMA. Partikel karet yang mengembang akan menyebabkan naiknya kekentalan campuran lateks-MMA sebelum radiasi. Dalam suasana alkali seperti dalam lateks karet alam, monomer MMA cenderung terhidrolisis menjadi asam dan alkohol. Senyawa tersebut juga akan mengganggu kestabilan campuran lateks karet alam-MMA sebelum radiasi dan menaikkan kekentalan campuran. Naiknya kekentalan sebelum radiasi akan menyebabkan naiknya kekentalan sesudah radiasi.

Sifat fisik film vulkanisat karet-PMMA disajikan pada Tabel 2. Sifat fisik film vulkanisat tidak banyak terpengaruh oleh waktu pendiaman (standing time).

Tabel 3 - 14 menunjukkan pengaruh

aditif CCl_4 , etanol, 4-metoksifenol, dan 8-oktil merkaptan terhadap sifat-sifat lateks dan film karet-PMMA kopolimer. Tabel 3 dan 4 memperlihatkan pengaruh radiasi, CCl_4 , dan etanol. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa, penambahan CCl_4 5 psk pada dosis radiasi 3 kGy kekentalan lateks karet-PMMA hanya naik sedikit bila dibandingkan dengan penambahan etanol 2.5 psk pada dosis radiasi yang sama.

Pengaruh CCl_4 dan etanol terhadap konversi disajikan pada Tabel 5 dan 6. Penambahan CCl_4 sangat mempengaruhi kecepatan reaksi polimerisasi pada awal iradiasi. Penambahan CCl_4 sebanyak 5 psk pada dosis 0.6 kGy konversi sudah mencapai 39.5% dibandingkan 2.9% untuk penambahan 1 psk CCl_4 pada dosis radiasi yang sama.

Kekuatan tarik film karet kopolimer disajikan pada Tabel 7 dan 8. Kekuatan tarik film naik dengan naiknya dosis radiasi. Bertambahnya konsentrasi CCl_4 memberi sedikit kenaikan pada kekuatan tarik film, sedangkan etanol tidak memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik.

Kekentalan Mooney film karet kopolimer disajikan pada Tabel 9 dan 10. Radiasi dan penambahan CCl_4 sangat mempengaruhi kekentalan Mooney film karet-kopolimer. Konsentrasi CCl_4 5 psk dan dosis radiasi 3 kGy diperoleh nilai Mooney 251 (ML. 1+4) dibandingkan dengan nilai Mooney 184 (ML. 1+4) untuk kontrol.

(tanpa CCl_4). Penambahan etanol sampai dengan 2.5 pks tidak mempengaruhi nilai Mooney film karetnya.

Tabel 11 dan 12 menunjukkan fraksi tak larut film karet kopolimer dalam aseton. Penambahan CCl_4 maupun etanol tidak mempengaruhi fraksi tak larut dalam aseton.

Pengaruh 8-oktil merkaptan terhadap kecepatan reaksi polimerisasi dan sifat lateks serta film karet kopolimer dapat dilihat pada Tabel 13. Penambahan 8-oktil merkaptan ternyata menurunkan kecepatan reaksi polimerisasi. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi 8-oktil merkaptan 0.5 pks konversi hanya mencapai sekitar 63% dibandingkan dengan 83% bila tidak ditambah 8-oktil merkaptan, pada dosis radiasi yang sama 3 kGy. 8-Oktil merkaptan sebagai chain transfer agent dapat menghambat reaksi polimerisasi. Dapat dilihat pula bahwa, kekentalan lateks kopolimer naik dengan bertambahnya konsentrasi 8-oktil merkaptan, sedangkan kekuatan tarik dan kekentalan Mooney film karet kopolimer cenderung menurun. Penambahan 8-oktil merkaptan sangat mempengaruhi jumlah fraksi tak larut dalam aseton. Fraksi tak larut dalam aseton turun dengan naiknya konsentrasi 8-oktil merkaptan. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan homo-PMMA bertambah.

Tabel 14 menunjukkan pengaruh 4-metoksifenol terhadap kecepatan reaksi polimerisasi dan sifat lateks serta

film karet kopolimer. 4-Metoksifenol hanya sedikit mempengaruhi kecepatan reaksi polimerisasi dan kekentalan lateks kopolimer. Kekuatan tarik dan kekentalan Mooney film karet kopolimer sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol. Penambahan 4-metoksifenol juga tidak memberikan perbedaan yang berarti pada jumlah fraksi tak larut setelah ekstraksi dengan aseton. Mikrograf eletron mikroskop partikel karet kopolimer dapat dilihat pada gambar 1, 2, 4, 5, dan 6.

KESIMPULAN

Waktu pendiaman (standing time) tidak banyak mempengaruhi kecepatan reaksi kopolimerisasi tempel maupun sifat fisika film karet kopolimer. Dengan demikian, untuk pembuatan lateks karet alam kopolimer, campuran lateks karet alam - MMA tidak perlu didiamkan lebih dahulu, dapat langsung diradiasi setelah pengadukan selama 1 jam.

Dari empat macam bahan aditif yang dipelajari, ternyata hanya CCl_4 yang sangat mempengaruhi kecepatan reaksi kopolimerisasi tempel monomer MMA pada lateks karet alam. Konsentrasi CCl_4 5 pks pada dosis 1.8 kGy, konversi sudah mencapai sekitar 88%.

DAFTAR PUSTAKA

1. COOPER, W., VAUGHAN, G., MILLER, S., and FIELDER, M., Graft copolymer

- from natural rubber latex using visible, ultra violet and gamma ray initiation, J. Polym. Sci. XXXIV (1959) 651.
2. COCKBAIN, E.G., PENDLE. T.D., and TURNER, T.D, Formation of graft copolymer by gamma irradiation of natural rubber latex and methylmethacrylate, J. Polym. Sci. XXXIX (1959) 419.
3. COOPER, W., SEWELL, P.R., and VAUGHAN, G., Radiation graft copolymerization in aqueous dispersion, J. Polym. Sci., XLL (1959) 167.
4. AUGIER, D.J., and TURNER, D.T., Graft interpolymer formed by gamma irradiation of methylmethacrylate and natural rubber mixtures, J. Polym. Sci. XLL (1949) 167.
5. SUNDARDI, F., and KADARIJAH, Radiation grafting of methylmethacrylate monomer on natural rubber latex, (PAIR/T118/1983), Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta (1983).
6. COOPER, W., and VAUGHAN, G., The Kinetics of graft copolymerization, J. Polym. Sci. XXXVII (1959) 241.

Tabel 1. Pengaruh waktu pendiaman terhadap kekentalan campuran lateks sebelum dan sesudah radiasi, konsentrasi MMA 30 phr, dosis radiasi 3 kGy.

Waktu pendiaman (jam)	Sebelum radiasi		Sesudah radiasi		Konversi (%)
	Kekentalan (mPa.S)	Kandungan padatan (%)	Kekentalan (mPa.S)	Kandungan padatan (%)	
0	22.4	43.2	28.4	54.7	89.0
3	28.8	43.6	87.2	54.5	83.3
6	33.7	43.2	58.0	54.2	85.5
9	37.9	43.2	64.1	54.2	84.4
12	38.7	43.4	95.7	54.4	84.2
15	43.9	43.4	191.2	54.2	82.6
18	154.4	43.9	534.5	54.4	79.4
24	143.2	44.2	54.1	54.1	74.1

Tabel 2. Sifat fisika vulkanisat film karet kopolimer.

Waktu pendiaman (jam)	Kekuatan tarik (kg/cm ²)	Perpanjangan putus (%)	Perpanjangan tetap (%)	Ketahanan sobek
				(kg/cm ²)
0	211.37	960	30.0	11.97
3	237.28	976	30.84	11.93
6	266.91	1044	30.0	12.10
9	245.44	1032	30.84	11.48
12	227.69	1004	30.84	13.10
15	222.56	992	30.0	11.68
18	251.77	1028	30.0	12.88
24	191.30	960	30.0	13.83

Tabel 3. Pengaruh radiasi dan CCl₄ terhadap kekentalan lateks kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekentalan, mPa.S					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	17.4	16.8	15.9	19.1	19.1	18.9
0.6	18.6	19.3	19.1	20.0	21.4	21.8
1.2	22.0	19.8	21.2	20.0	20.5	20.6
1.8	20.1	20.2	20.8	20.3	21.5	22.3
2.4	22.3	21.8	19.8	21.2	20.1	20.0
3.0	21.3	20.7	21.8	21.4	21.4	20.9

* Konsentrasi CCl₄, psk.

Tabel 4. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap kekentalan lateks kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekentalan, mPa.S					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	19.1	19.6	19.4	18.7	17.0	19.3
0.6	18.4	19.6	19.1	19.2	19.2	17.8
1.2	21.1	21.1	21.2	19.2	20.2	20.3
1.8	20.8	21.1	20.9	20.5	22.1	21.5
2.4	21.8	21.4	21.9	21.8	22.0	22.5
3.0	21.9	22.1	21.5	22.5	22.0	23.0

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 5. Pengaruh radiasi dan CCl_4 terhadap konversi.

Dosis radiasi (kGy)	Konversi, %					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	-	-	-	-	-	-
0.6	-	2.7	3.9	17.6	24.8	39.5
1.2	38.8	61.5	62.9	70.2	70.1	77.0
1.8	65.7	77.1	78.2	83.4	82.7	88.2
2.4	76.1	83.0	84.2	86.4	86.1	88.2
3.0	80.4	86.9	85.9	88.2	87.8	89.5

* Konsentrasi CCl_4 , psk

Tabel 6. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap konversi.

Dosis radiasi (kGy)	Konversi					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	-	-	-	-	-	-
0.6	0.3	-	1.0	0.7	0.5	-
1.2	32.1	44.4	53.2	45.5	44.3	36.2
1.8	57.9	69.9	72.5	71.7	74.2	67.1
2.4	73.1	78.5	82.6	82.6	76.2	77.3
3.0	80.3	85.3	86.3	86.8	82.6	82.4

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 7. Pengaruh radiasi dan CCl_4 terhadap kekuatan tarik film karet kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekuatan tarik, kg/cm^2					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	34.0	33.9	31.5	30.0	34.9	34.2
0.6	40.8	32.0	30.4	34.1	38.3	53.3
1.2	52.6	64.1	51.6	73.7	86.1	80.9
1.8	62.7	70.7	68.4	86.6	84.1	92.6
2.4	73.1	34.8	96.6	95.1	86.7	107.9
3.0	51.2	86.0	99.8	80.5	99.5	99.0

* Konsentrasi CCl_4 , psk.

Tabel 8. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap kekuatan tarik film karet kopolimer.

Dosis Radiasi (kGy)	Kekuatan tarik, kg/cm^2					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	40.0	40.3	43.5	36.4	38.1	41.2
0.6	36.6	33.9	36.3	35.7	41.2	32.0
1.2	54.9	55.7	65.2	57.3	62.9	49.0
1.8	74.3	69.9	78.6	78.1	70.0	90.0
2.4	76.9	78.7	78.8	79.5	86.8	99.5
3.0	97.7	98.8	78.3	65.8	61.8	81.4

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 1. Pengaruh waktu pendiaman terhadap kekentalan campuran lateks sebelum dan sesudah radiasi, konsentrasi MMA 30 phr, dosis radiasi 3 kGy.

Waktu pendiaman (jam)	Sebelum radiasi		Sesudah radiasi		Konversi (%)
	Kekentalan (mPa.S)	Kandungan padatan (%)	Kekentalan (mPa.S)	Kandungan padatan (%)	
0	22.4	43.2	28.4	54.7	89.0
3	28.8	43.6	87.2	54.5	83.3
6	33.7	43.2	58.0	54.2	85.5
9	37.9	43.2	64.1	54.2	84.4
12	38.7	43.4	95.7	54.4	84.2
15	43.9	43.4	191.2	54.2	82.6
18	154.4	43.9	534.5	54.4	79.4
24	143.2	44.2	54.1	54.1	74.1

Tabel 2. Sifat fisika vulkanisat film karet kopolimer.

Waktu pendiaman (jam)	Kekuatan tarik (kg/cm ²)	Perpanjangan	Perpanjangan	Ketahanan sobek (kg/cm ²)
		putus (%)	tetap (%)	
0	211.37	960	30.0	11.97
3	237.28	976	30.84	11.93
6	266.91	1044	30.0	12.10
9	245.44	1032	30.84	11.48
12	227.69	1004	30.84	13.10
15	222.56	992	30.0	11.68
18	251.77	1028	30.0	12.88
24	191.30	960	30.0	13.83

Tabel 3. Pengaruh radiasi dan CCl_4 terhadap kekentalan lateks kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekentalan, mPa.S					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	17.4	16.8	15.9	19.1	19.1	18.9
0.6	18.6	19.3	19.1	20.0	21.4	21.8
1.2	22.0	19.8	21.2	20.0	20.5	20.6
1.8	20.1	20.2	20.8	20.3	21.5	22.3
2.4	22.3	21.8	19.8	21.2	20.1	20.0
3.0	21.3	20.7	21.8	21.4	21.4	20.9

* Konsentrasi CCl_4 , psk.

Tabel 4. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap kekentalan lateks kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekentalan, mPa.S					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	19.1	19.6	19.4	18.7	17.0	19.3
0.6	18.4	19.6	19.1	19.2	19.2	17.8
1.2	21.1	21.1	21.2	19.2	20.2	20.3
1.8	20.8	21.1	20.9	20.5	22.1	21.5
2.4	21.8	21.4	21.9	21.8	22.0	22.5
3.0	21.9	22.1	21.5	22.5	22.0	23.0

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 5. Pengaruh radiasi dan CCl_4 terhadap konversi.

Dosis radiasi (kGy)	Konversi, %					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	-	-	-	-	-	-
0.6	-	2.7	3.9	17.6	24.8	39.5
1.2	38.8	61.5	62.9	70.2	70.1	77.0
1.8	65.7	77.1	78.2	83.4	82.7	88.2
2.4	76.1	83.0	84.2	86.4	86.1	88.2
3.0	80.4	86.9	85.9	88.2	87.8	89.5

* Konsentrasi CCl_4 , psk

Tabel 6. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap konversi.

Dosis radiasi (kGy)	Konversi					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	-	-	-	-	-	-
0.6	0.3	-	1.0	0.7	0.5	-
1.2	32.1	44.4	53.2	45.5	44.3	36.2
1.8	57.9	69.9	72.5	71.7	74.2	67.1
2.4	73.1	78.5	82.6	82.6	76.2	77.3
3.0	80.3	85.3	86.3	86.8	82.6	82.4

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 7. Pengaruh radiasi dan CCl_4 terhadap kekuatan tarik film karet kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekuatan tarik, kg/cm^2					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	34.0	33.9	31.5	30.0	34.9	34.2
0.6	40.8	32.0	30.4	34.1	38.3	53.3
1.2	52.6	64.1	51.6	73.7	86.1	80.9
1.8	62.7	70.7	68.4	86.6	84.1	92.6
2.4	73.1	34.8	96.6	95.1	86.7	107.9
3.0	51.2	86.0	99.8	80.5	99.5	99.0

* Konsentrasi CCl_4 , psk.

Tabel 8. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap kekuatan tarik film karet kopolimer.

Dosis Radiasi (kGy)	Kekuatan tarik, kg/cm^2					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	40.0	40.3	43.5	36.4	38.1	41.2
0.6	36.6	33.9	36.3	35.7	41.2	32.0
1.2	54.9	55.7	65.2	57.3	62.9	49.0
1.8	74.3	69.9	78.6	78.1	70.0	90.0
2.4	76.9	78.7	78.8	79.5	86.8	99.5
3.0	97.7	98.8	78.3	65.8	61.8	81.4

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 9. Pengaruh radiasi dan CCl_4 terhadap kekentalan Mooney film karet kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekentalan Mooney (ML 1+4), Mooney					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	107.7	106.3	106.8	107.7	109.6	109.0
0.6	-	109.1	110.4	115.1	114.0	126.3
1.2	123.9	146.0	157.1	165.2	174.5	197.3
1.8	151.9	184.9	200.6	203.1	211.8	227.1
2.4	165.9	-	219.0	223.5	-	246.3
3.0	184.5	236.2	243.9	237.8	245.5	251.4

* Konsentrasi CCl_4 , psk.

Tabel 10. Pengaruh radiasi dan etanol terhadap kekentalan Mooney film karet kopolimer.

Dosis radiasi (kGy)	Kekentalan Mooney (ML 1+4), Mooney					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	105.8	107.6	108.2	107.3	106.7	106.2
0.6	109.0	-	108.5	109.1	-	109.3
1.2	125.5	125.3	132.1	124.1	124.6	122.0
1.8	-	148.9	158.9	146.0	149.7	152.4
2.4	175.4	155.6	166.0	167.7	167.7	172.3
3.0	189.9	188.6	177.1	184.2	188.1	194.1

* Konsentrasi etanol, psk.

Tabel 11. Pengaruh CCl_4 terhadap fraksi tak larut film karet kopolimer dalam aseton.

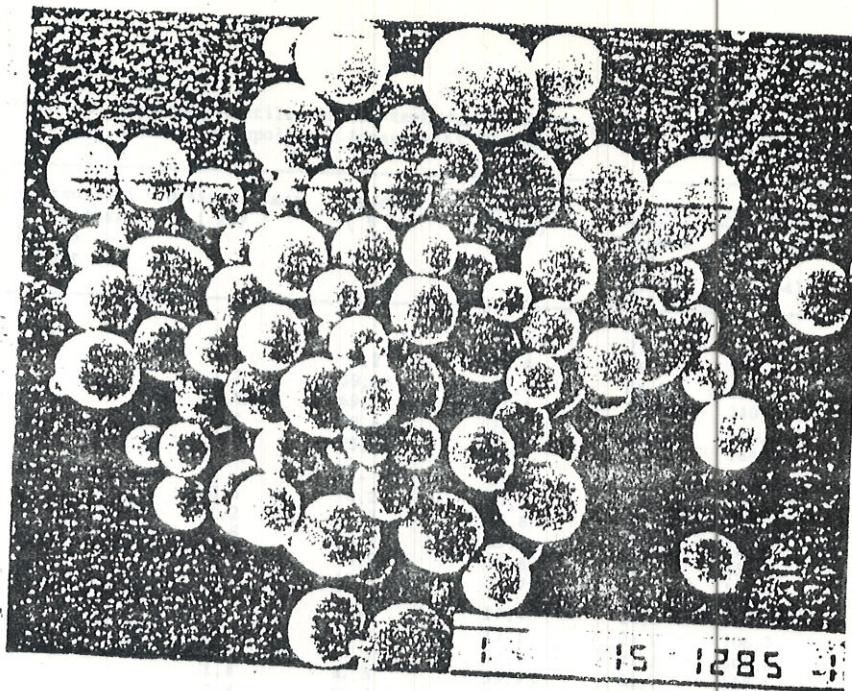
Dosis radiasi (kGy)	Fraksi tak larut, %					
	0*	1.0*	2.0*	3.0*	4.0*	5.0*
0	94.9	94.9	95.3	94.5	96.3	96.5
0.6	94.6	94.4	94.5	94.3	95.7	95.8
1.2	94.7	94.6	94.9	94.4	95.9	93.9
1.8	94.7	93.3	92.6	92.4	93.8	93.5
2.4	92.8	92.3	91.8	91.4	93.8	92.0
3.0	92.2	92.0	91.6	91.1	92.5	91.9

* Konsentrasi CCl_4 , psk.

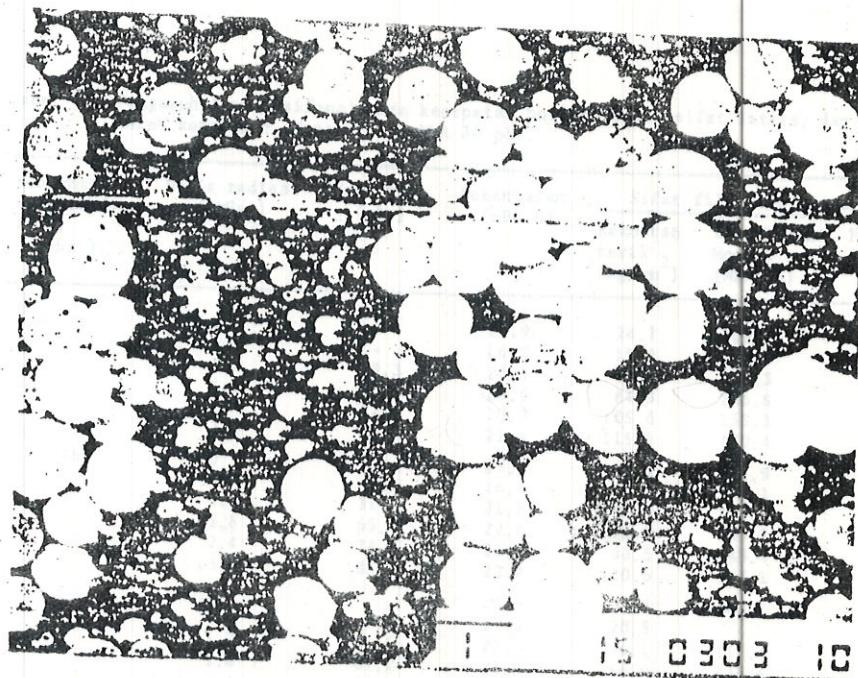
Tabel 12. Pengaruh etanol terhadap fraksi tak larut film karet kopolimer dalam aseton.

Dosis radiasi (kGy)	Fraksi tak larut, %					
	0*	0.5*	1.0*	1.5*	2.0*	2.5*
0	-	96.9	96.9	96.7	96.3	96.8
0.6	95.9	97.0	96.6	96.5	96.2	96.0
1.2	95.7	96.6	96.3	96.6	96.2	95.2
1.8	95.4	96.4	96.1	96.3	96.0	95.6
2.4	95.3	95.9	95.4	94.9	95.5	94.7
3.0	95.2	93.1	93.8	94.6	95.1	95.0

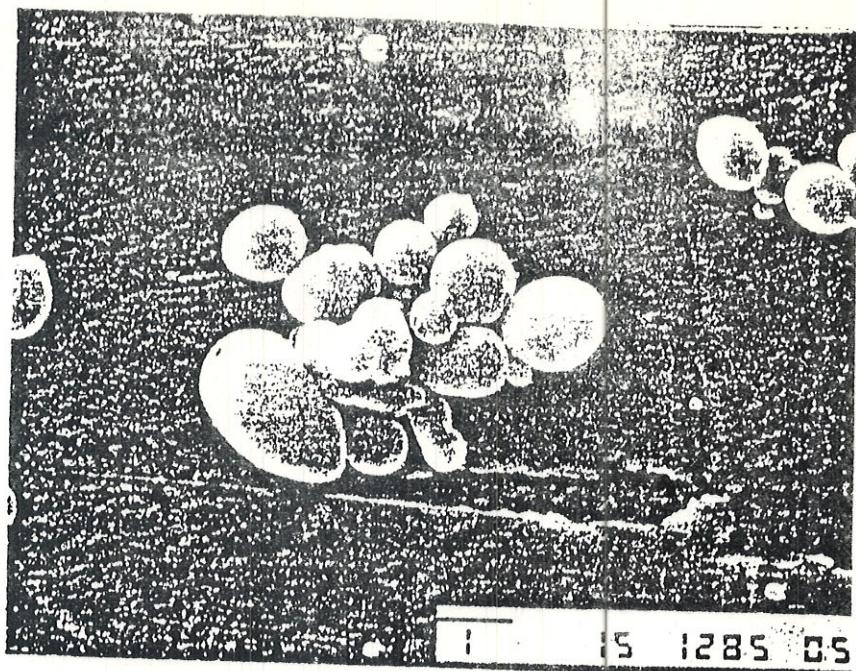
* Konsentrasi etanol, psk.



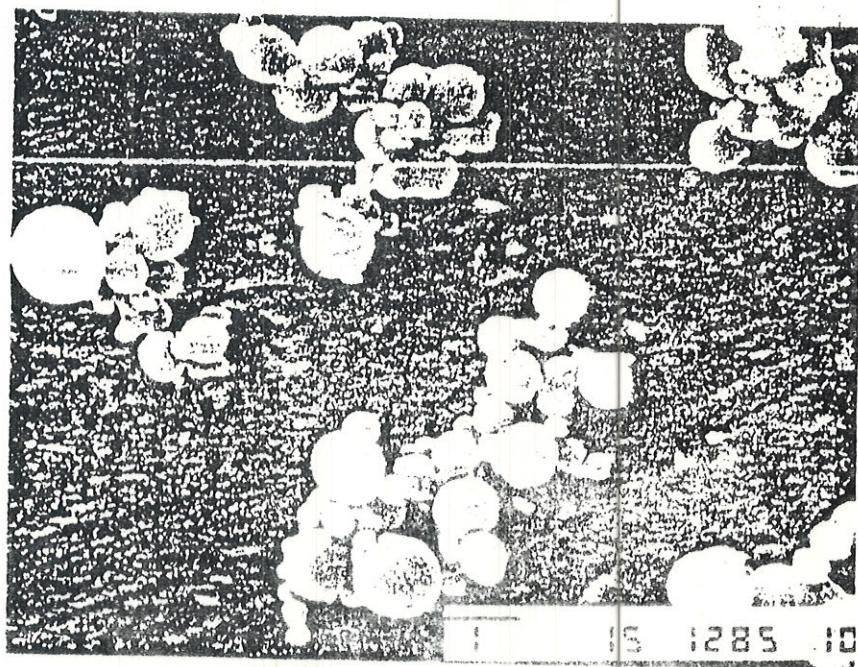
Gambar 1. Mikrograf partikel karet alam



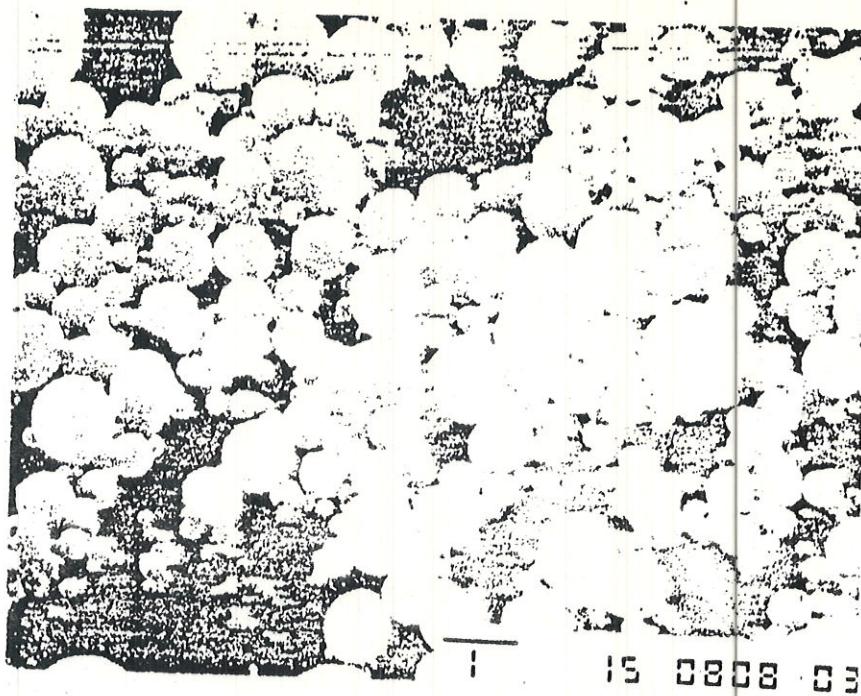
Gambar 2. Mikrograf partikel karet kopolimer



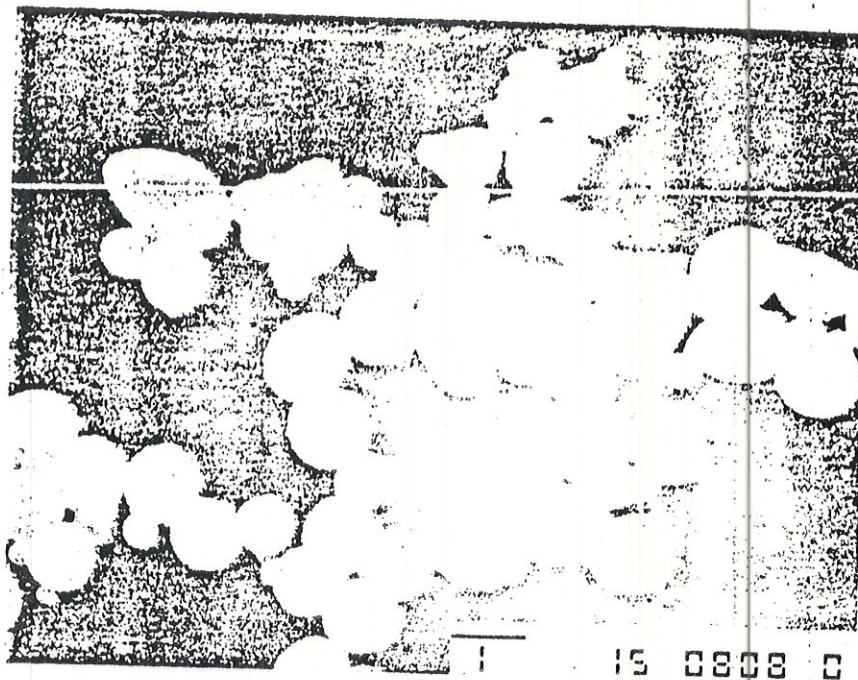
Gambar 3. Mikrograf partikel karet kopolimer yang mengandung CCl_4



Gambar 4. Mikrograf partikel karet kopolimer yang mengandung etanol



Gambar 5. Mikrograf partikel karet kopolimer yang mengandung 8-oktil merkaptan



Gambar 6. Mikrograf partikel karet kopolimer yang mengandung 4-metoksifenol