

P3TIR/P.176 /2003

PEMANFAATAN FILM KARET DARI ALAM
IRADIASI YANG TAHAN TERHADAP
PENGUSANGAN

Made Sumarti, dan Marga Utama

PEMBUATAN FILM KARET DARI LATEKS ALAM IRADIASI YANG TAHAN TERHADAP PENGUSANGAN

Made Sumarti, dan Marga Utama,
Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN, Jakarta
Jln. Cinere, Pasar Jumat P.O.Box 7002 JKSKL, Jakarta 12070

ABSTRAK

PEMBUATAN FILM KARET DARI LATEKS ALAM IRADIASI YANG TAHAN TERHADAP PENGUSANGAN. Penelitian untuk mempelajari pembuatan lateks alam iradiasi telah dilakukan menggunakan lateks alam pekat dengan kadar karet kering (KKK) sekitar 60 %. Lateks alam pekat dicampur dengan bahan pemeka berupa emulsi campuran n-BA dan CCl₄ dengan perbandingan berat 1 : 1; 2 : 1; 3 : 1; 1 : 2; dan 1 : 3 psk (perseratus bagian berat karet). Campuran tersebut diiradiasi sinar- γ Co 60 pada dosis iradiasi 20, 30, dan 40 kGy, kemudian ditambah dispersi *Zinc-N- diethyl dithiocarbamate* (ZDEC), *Zinc-N- dibuthyl dithiocarbamate* (ZDBC), *2-mercaptobenzothiazole* (MBT), *2,6 di-tert- buthyl p- cresol* (BHT), *4-methyl-6-tert buthylphenol* (Vulkanox BKF) dan Nonox SP sebanyak 0,5 psk. Film karet yang dihasilkan kemudian diusangkan dengan cara dipanaskan pada suhu 100° C selama 1, 6, dan 22 jam. Parameter yang diamati adalah sifat fisik dan mekanik film karet yang meliputi modulus-300%, modulus-600%, tegangan putus, dan perpanjangan putus sebelum dan sesudah diusangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan pemeka campuran n-BA dan CCl₄ dengan perbandingan 1 : 1 serta 1 : 3 psk pada dosis iradiasi 20 kGy setelah ditambah bahan aditif ZDBC atau Vulkanox BKF, kemudian diusangkan selama 22 jam kekuatan fisik dan mekanik film karet masih relatif stabil. Pada kondisi tersebut tegangan putus film karet pada penambahan n-BA dan CCl₄ dengan perbandingan 1 : 1 dan 1 : 3 sebelum dan sesudah dipanaskan masing-masing adalah: 28,59 – 23,85; 26,64 – 22,66 MPa serta 32,81 – 27,74; 30,70 – 27,54 MPa.

ABSTRACT.

PREPARATION OF AGING RESISTANT RUBBER FILM FROM IRRADIATED NATURAL LATEX. An experiment to study the preparation of irradiated natural rubber latex, has been done using the concentrated natural rubber latex with dry rubber content (DRC) of 60 %. The concentrated natural rubber latex was mixed with sensitizer material in the form of n-BA and CCl₄ with the ratio of 1 : 1; 2 : 1; 3 : 1; 1 : 2; and 1 : 3 part hundred ratio of rubber (phr). This mixture was irradiated using- γ ray of Co 60 at the dose of 20, 30, and 40 kGy, and added 0,5 phr dispersion of Zinc – N- diethyl dithiocarbamate (ZDEC), Zinc – N – dibuthyl dithiocarbamate (ZDBC), 2- mercaptobenzothiazole (MBT), 2,6 di-tert- buthyl p- cresol (BHT), 4 – methyl-6- tert – buthyl phenol (Vulkanox BKF) and Nonox SP. The rubber film obtained then was aging at 100° C for 1, 6, and 22 hours. Parameters observed

were the physical and mechanical characteristics of rubber film, before and after aging. The experimental results show that the addition of sensitizer of n-BA and CCl_4 with the ratio of 1 : 1 and 1 : 3 at the dose of 20 kGy and added with additive materials of ZDBC or Vulkanox BKF. Then aging for 22 hours, the physical and mechanical properties of rubber film relatively stable. Tensile strength of rubber films at addition of n-BA and CCl_4 with the ratio of 1 : 1 and 1 : 3 before and after heating were 28,59 – 23,85 ; 26,64 – 22,66 MPa and 32,81 – 27,74; 30,70 – 27,54 MPa.

Kata kunci: Lateks alam iradiasi, film karet, sinar- γ , pengusangan.

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya kebutuhan barang jadi karet terutama sarung tangan bedah, maka perkembangan industri dalam bidang tersebut semakin pesat. Menurut Marga Utama dan Herwinarni, bahwa hasil produk karet dari lateks alam iradiasi misalnya kondom dan sarung tangan bedah tahan terhadap pemanasan 70 °C selama 166 jam [1, 2]. Standar ASTM mensyaratkan bahwa pengusangan karet tidak saja dilakukan pada temperatur 70 °C selama 166 jam tetapi juga pemanasan pada 100 °C selama 22 jam. Dari hasil uji coba skala pabrik pada pembuatan sarung tangan dari lateks alam iradiasi dengan campuran n-BA dan CCl_4 (1 : 1) sebagai bahan pemeka, ternyata sifat fisik dan mekanik film karet tidak tahan terhadap pemanasan 100° C selama 22 jam, walaupun pada pemanasan 70° C selama 166 jam masih tahan [3]. Hal ini diduga karena ikatan silang antara poliisopren lateks alam iradiasi kurang sempurna. Berdasarkan data tersebut maka dalam makalah ini dilaporkan hasil penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan film karet dari lateks alam iradiasi yang tahan terhadap pengusangan, dengan menggunakan bahan pemeka campuran n-BA dan CCl_4 pada berbagai konsentrasi, yaitu: 1 : 1; 2 : 1; 3 : 1; 1 : 2; dan 1 : 3 serta beberapa macam bahan aditif, yaitu: *Zinc-N- diethyl dithiocarbamate* (ZDEC), *Zinc-N- dibuthyl dithiocarbamate*

(ZDBC), 2- mercaptobenzothiazole (MBT), 2,6 di-tert- buthyl p- cresol (BHT), 4-methyl-6-tert buthylphenol (Vulkanox BKF) dan Nonox SP [4].

BAHAN DAN METODE

Bahan. Sebagai bahan percobaan digunakan lateks alam pekat kualitas ASTM dengan KKK sekitar 60 %, dari PTP XI Pasir Waringin, Serang, Jawa Barat. Bahan pemeka, n-BA dan CCl_4 teknis, serta bahan aditif ZDEC, ZDBC, MBT, BHT, Vulkanox BKF, serta Nonox SP buatan Bayer.

Alat. Iradiasi dilakukan menggunakan sinar- γ Co 60 dari iradiator Panorama yang terletak di P3TIR – BATAN, Pasar Jumat, Jakarta. Pengusangan dilakukan menggunakan alat pemanas Gear oven buatan Toyoseiki Jepang, sedangkan pengujian sifat fisik dan mekanik film karet menggunakan alat Instron tester tipe 1122 buatan Inggris.

Metode Lateks alam pekat dengan kadar karet kering (KKK) sekitar 60 % ditambah emulsi bahan pemeka campuran n-BA dan CCl_4 pada berbagai konsentrasi, yaitu: 1 : 1; 2 : 1 ; 3 : 1 ; 1 : 2 ; dan 1 : 3, kemudian diiradiasi sinar- γ Co 60 pada dosis 20, 30, dan 40 kGy dan laju dosis 5 kGy/jam. Hasil lateks alam iradiasi tersebut ditambah masing-masing dengan dispersi ZDEC, ZDBC, MBT, BHT, Vulkanox BKF, dan Nonox SP sebanyak 0,5 psk. Campuran diaduk hingga homogen, dibuat film karet dengan cara dituangkan diatas plat kaca, kemudian dibiarkan pada suhu kamar hingga kering. Pengujian sifat fisik dan mekanik film karet sebelum dan sesudah diusangkan pada suhu 100° C selama 22 jam, meliputi modulus-300%, modulus-600%, tegangan putus, dan perpanjangan putus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk barang karet apabila dipakai dalam jangka waktu lama, sifat fisik dan mekaniknya akan menurun. Untuk mengetahui penurunan tegangan putus dilakukan pengujian ketahanan usang dengan pemanasan film karet di dalam oven pada suhu 100° C selama 22 jam. Waktu dan pemanasan sangat berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik film karet dari lateks alam iradiasi. Makin lama film karet dipanaskan, makin turun tegangan putus. Hal ini terjadi karena proses oksidasi pada ikatan tak jenuh rantai poliisopren yang belum mengadakan pengikatan silang dengan rantai poliisopren lainnya, sehingga film karet menjadi lengket atau rusak.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin tinggi dosis iradiasi, semakin tinggi nilai modulus-300% film karet yang dibuat dari campuran lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl₄ (1 : 1) sebelum pengusangan. Penambahan bahan pemeka nBA dan CCl₄ (1 : 3) menghasilkan film karet dengan nilai modulus-300% tertinggi pada dosis 20 kGy.

Pengaruh pengusangan pada suhu 100° C selama 1 jam belum terlihat , sedangkan pada beberapa contoh uji, nilai modulus-300% semakin tinggi. Hal ini disebabkan pemanasan selama 1 jam belum berpengaruh pada pengusangan film karet , sedangkan jumlah ikatan silang sebagian contoh uji bertambah akibat pemanasan. Tetapi, pada pengusangan selama 6 jam nilai modulus-300 % terlihat menurun, dan ada sebagian film karet yang sudah tidak dapat diuji.. Demikian pula pada pengusangan selama 22 jam, film karet dari lateks alam iradiasi dengan penambahan bahan aditif

ZDBC dan Vulkanox BKF masih relatif stabil, dibandingkan campuran bahan aditif yang lainnya.

Tabel 1. Pengaruh pengusangan film karet dari campuran bahan aditif dan lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl₄ terhadap modulus-300 % pada suhu 100° C.

PENGU SANGAN, JAM	DIS PERSI	BAHAN PEMEKA (n-BA : CCl ₄), psk														
		1 : 1			2 : 1			3 : 1			1 : 2			1 : 3		
		DOSIS IRADIASI, kGy														
		20	30	40	20	30	40	20		40	20	30	40	20	30	40
		MODULUS - 300 %, MPa														
0	A	1,02	1,28	1,34	1,10	1,44	1,42	1,41	1,65	1,29	0,72	1,45	1,28	1,79	1,24	1,31
	B	1,06	1,05	1,28	1,00	1,44	1,51	1,50	1,61	1,57	0,79	1,53	1,46	1,82	1,41	1,51
	C	1,05	1,23	1,23	1,05	1,52	1,52	1,54	1,61	1,46	0,73	1,39	1,47	1,79	1,30	1,54
	D	1,09	1,14	1,25	1,12	1,45	0,92	1,17	1,58	1,50	0,50	1,52	1,48	1,76	1,27	1,47
	E	0,91	1,15	1,35	1,02	1,34	1,13	1,40	1,65	1,53	0,83	1,42	1,35	1,61	1,63	1,44
	F	1,04	1,20	1,14	1,06	1,36	1,24	1,38	1,43	1,58	0,80	1,36	1,50	1,80	1,42	1,57
	G	1,05	1,29	1,27	1,03	1,37	1,11	1,46	1,35	1,50	0,86	1,38	1,30	1,67	1,38	1,53
1	A	0,99	1,21	1,28	1,01	1,53	1,37	1,40	1,39	1,30	0,64	1,26	1,23	1,68	1,38	1,41
	B	0,97	0,96	1,53	0,83	1,34	1,35	1,49	1,53	0,75	1,34	1,27	1,83	1,35	1,45	
	C	1,02	1,15	1,44	1,17	1,43	1,62	1,55	1,59	1,52	0,82	1,46	1,19	1,81	1,57	1,50
	D	0,87	0,99	1,30	1,07	1,28	0,85	1,24	1,44	1,34	0,51	1,29	1,12	1,57	1,26	1,46
	E	0,88	1,03	1,30	1,12	1,29	0,94	1,45	1,38	1,52	0,86	1,43	1,12	1,72	1,51	1,31
	F	0,89	1,12	1,33	1,03	1,35	1,05	1,50	1,61	1,71	0,84	1,47	1,09	1,83	1,57	1,45
	G	0,84	1,04	1,36	1,03	1,24	0,96	1,53	1,47	1,49	0,86	1,37	1,06	1,68	1,51	1,43
6	A	0,66	0,99	-	0,58	0,68	0,97	0,92	-	0,73	0,53	1,03	0,89	1,27	1,21	1,15
	B	1,04	1,13	0,92	0,74	0,56	0,67	1,44	-	1,64	0,97	1,05	1,12	1,17	-	-
	C	1,12	0,95	1,31	1,08	1,32	1,48	1,52	1,82	1,61	0,96	1,49	1,14	1,73	1,47	1,40
	D	0,61	0,47	1,18	1,09	1,08	0,81	1,16	1,41	1,41	0,74	1,25	1,06	1,40	1,13	1,21
	E	0,69	0,72	1,07	1,03	1,12	0,80	1,33	1,32	1,50	0,81	1,08	0,84	1,25	1,22	1,15
	F	0,95	1,12	1,27	0,97	1,23	1,09	1,65	1,61	1,68	0,94	1,48	1,24	1,81	1,44	1,42
	G	0,45	0,60	1,00	0,72	0,99	0,38	1,29	1,28	1,64	0,89	0,87	0,86	1,31	1,32	1,25
22	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	0,44	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14	0,62	-	1,23	-	-	-
	C	0,84	1,09	1,15	1,27	1,31	1,56	1,42	1,44	1,74	0,82	1,37	1,04	1,69	1,39	1,41
	D	-	-	0,76	0,48	-	-	-	-	1,47	0,52	-	0 34	-	-	1,07
	E	-	-	0,71-	0,49	0,58	-	1,12	0,87	1,33	0,54	-	0,33	0,74	-	0,56
	F	0,74	0,96	1,25	1,07	1,14	1,02	1,55	1,54	1,59	0,77	1,27	1,03	1,48	1,44	1,35
	G	-	-	-	-	-	-	0,78	1,09	0,95	0,63	-	0,71	-	0,92	-

Bahan aditif : A = Kontrol
B = ZDEC
C = ZDBC
D = MBT

E = BHT
F = Vulkanox BKF
G = Nonox SP

Pada Tabel 2 terlihat bahwa film karet dari campuran lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl₄ (1 : 3) serta penambahan bahan aditif ZDBC dan Vulkanox BKF mempunyai nilai modulus tertinggi sebelum diusangkan. Pengusangan pada suhu 100° C selama 6 dan 22 jam terlihat semua contoh uji

Tabel 2. Pengaruh pengusangan film karet dari campuran bahan aditif dan lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl₄ terhadap modulus-600 % pada suhu 100° C

PENGU SANGAN, JAM	DIS PERSI	BAHAN PEMEKA (n-BA : CCl ₄), psk														
		1 : 1			2 : 1			3 : 1			1 : 2			1 : 3		
		DOSIS IRADIASI, kGy														
		20	30	40	20	30	40	20	30	40	20	30	40	20	30	40
		MODULUS-600 %, MPa														
0	A	3,03	3,84	4,59	3,16	4,57	4,52	5,14	6,17	4,80	1,46	5,48	4,31	6,44	5,25	6,98
	B	3,60	3,62	4,99	2,93	4,66	4,87	5,48	6,33	6,37	1,85	5,28	5,66	7,13	6,15	8,33
	C	3,25	3,98	4,67	3,36	5,01	4,79	5,29	6,75	6,18	1,76	5,97	5,88	7,19	5,92	8,76
	D	2,97	3,40	3,59	3,45	3,92	2,23	3,61	6,02	5,47	0,85	4,50	5,29	6,64	4,40	7,23
	E	2,93	3,06	4,11	3,02	4,13	3,03	5,03	6,30	5,01	1,89	5,31	4,48	6,54	6,84	7,45
	F	3,04	3,34	3,99	3,07	4,13	2,93	5,19	5,76	6,55	2,51	5,19	5,44	6,98	6,48	8,90
	G	2,89	3,72	4,03	3,28	4,14	2,68	5,37	5,61	5,92	1,76	4,38	4,28	6,22	6,03	8,71
1	A	2,70	2,99	3,20	2,71	3,62	4,00	4,64	4,81	4,64	1,12	4,21	3,24	6,01	6,06	7,21
	B	3,20	2,89	4,09	2,28	4,29	4,19	5,45	5,30	5,27	1,78	4,70	4,63	8,22	5,11	7,41
	C	2,97	3,59	4,36	3,95	4,44	4,65	5,46	5,94	5,74	2,04	5,63	4,25	7,93	7,67	8,37
	D	2,07	2,71	3,44	3,49	3,73	2,99	4,01	6,08	4,97	1,01	4,54	3,12	6,03	4,68	7,49
	E	2,61	2,89	3,44	3,40	3,85	2,48	5,00	5,63	5,70	1,76	4,99	3,43	5,79	6,99	8,25
	F	3,22	3,58	4,01	3,16	4,03	3,63	5,13	6,40	6,10	2,05	5,44	3,89	7,68	7,58	7,98
	G	2,79	2,87	3,79	3,01	3,65	2,41	5,38	5,56	5,70	1,89	4,15	3,82	5,36	6,87	7,23
6	A	1,46	1,75	-	1,34	1,76	1,89	2,59	-	2,39	0,97	2,99	2,40	3,09	4,28	4,97
	B	3,24	3,44	2,84	2,03	1,54	1,88	5,17	-	7,60	2,05	3,23	3,73	2,55	-	-
	C	3,16	2,31	3,96	3,60	4,56	1,85	5,56	0,66	8,02	1,94	5,56	3,64	6,32	6,69	7,73
	D	1,41	1,32	3,20	3,06	3,31	1,86	3,98	0,53	6,04	1,14	3,27	3,47	4,82	3,75	5,66
	E	1,42	1,84	2,73	2,57	3,00	1,91	4,36	0,52	6,42	1,28	3,20	2,45	2,73	4,42	4,82
	F	2,61	3,33	3,53	2,89	3,35	2,70	5,18	0,64	8,00	2,22	5,44	4,21	5,70	6,77	7,95
	G	1,07	1,11	3,08	1,94	3,25	0,88	4,35	4,39	7,73	1,78	2,56	2,04	3,24	5,13	6,39
22	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-	1,17	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	4,04	1,16	-	3,75	-	-	-
	C	2,23	3,15	3,67	3,20	4,18	5,49	5,23	5,41	8,74	1,40	4,23	3,27	5,99	6,10	6,84
	D	-	-	2,10	1,22	-	-	-	-	4,96	0,88	-	0,69	-	-	3,88
	E	-	-	1,80	1,34	1,20	-	3,22	2,71	5,19	0,93	-	0,0,77	1,18	-	1,61
	F	1,71	2,58	3,44	2,59	3,06	2,21	5,03	5,97	7,31	1,58	3,79	2,76	4,38	6,69	6,61
	G	-	-	-	-	-	-	2,18	3,46	-	1,21	-	1,46	-	2,60	-

Bahan aditif : A = Kontrol
B = ZDEC
C = ZDBC
D = MBT

E = BHT
F = Vulkanox BKF
G = Nonox SP

mengalami penurunan nilai modulus-600%, sedangkan nilai tertinggi tetap sama dengan sebelum diusangkan. Untuk campuran lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl_4 (1 : 1) mempunyai nilai yang stabil walaupun mengalami penurunan setelah diusangkan. Pada pengusangan 100°C selama 22 jam terlihat pada penambahan bahan aditif ZDEC, MBT, BHT, dan Nonox SP banyak contoh uji yang tidak dapat diukur sifat fisik dan mekaniknya karena film karet sudah lengket dan rusak akibat terdegradasi pada waktu pemanasan.

Pada Tabel 3 sebelum pengusangan terlihat nilai tegangan putus tertinggi pada campuran bahan aditif ZDBC, Vulkanox BKF dan lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl_4 (1 : 3) serta (1 : 1) pada dosis iradiasi optimum 20 kGy. Tetapi, setelah pengusangan film selama 1 jam terlihat tegangan putus naik sedikit baik pada penambahan bahan aditif ZDBC maupun Vulkanox BKF. Hal ini kemungkinan disebabkan terjadi penambahan ikatan silang karena proses pemanasan.

Dengan penambahan bahan aditif ZDBC kemudian diusangkan pada pemanasan 100°C selama 22 jam, penurunan tegangan putus sekitar 16,4 %, sedang penambahan bahan aditif Vulkanox BKF penurunan tegangan putus sekitar 15 %. Contoh uji pada penambahan bahan aditif lainnya tidak dapat diukur, karena film karet sudah rusak atau terdegradasi.

Tabel 3. Pengaruh pengusangan film karet dari campuran bahan aditif dan lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl₄ terhadap tegangan putus pada suhu 100° C.

PENGU SANGAN, JAM	DIS PERSI	BAHAN PEMEKA (n-BA : CCl ₄), psk														
		1 : 1			2 : 1			3 : 1			1 : 2			1 : 3		
		DOSIS IRADIASI, kGy														
		20	30	40	20	30	40	20	30	40	20	30	40	20	30	40
TEGANGAN PUTUS , MPa																
0	A	27,8	24,0	24,0	22,6	21,2	19,0	20,1	18,2	12,9	17,5	20,4	23,0	29,1	21,5	14,5
	B	27,3	25,4	25,0	22,1	23,1	21,8	21,8	18,0	16,7	21,4	22,4	24,8	32,6	25,8	20,6
	C	28,5	26,1	25,8	24,8	23,5	20,7	21,7	17,5	14,8	19,1	22,8	25,3	32,8	23,4	20,6
	D	27,2	23,7	24,3	22,8	21,6	11,0	17,2	17,4	14,9	10,1	21,9	23,2	30,9	23,8	19,8
	E	25,3	23,9	23,9	22,4	20,9	13,2	19,9	16,2	13,6	19,7	22,4	21,9	30,9	24,1	19,0
	F	26,6	22,7	22,6	21,6	19,5	12,7	20,4	15,2	14,0	19,9	21,4	22,9	30,7	25,6	19,1
	G	26,7	23,0	22,3	22,3	20,3	11,8	20,7	13,	14,3	19,9	21,6	21,8	29,2	24,8	15,8
1	A	25,1	22,9	24,2	23,0	19,2	11,8	20,4	14,4	13,7	14,9	20,5	17,4	30,3	24,3	18,9
	B	26,1	25,6	24,9	17,9	22,3	19,6	21,6	14,3	15,6	19,1	21,2	22,4	33,7	23,0	20,5
	C	26,5	26,1	26,9	24,2	21,7	20,1	21,8	17,9	15,5	23,1	23,3	21,9	34,2	26,1	20,3
	D	24,1	23,2	14,5	22,4	17,4	10,9	19,6	16,7	13,3	14,0	20,6	17,8	30,1	23,0	19,7
	E	24,8	23,2	24,8	23,5	19,6	18,0	20,0	14,1	14,3	20,9	21,5	18,1	31,6	25,7	21,0
	F	27,6	25,1	25,3	22,3	20,1	10,5	20,6	16,2	15,5	23,0	21,9	18,9	33,3	25,9	18,9
	G	23,1	21,3	23,3	20,5	17,2	11,1	19,8	15,2	13,1	21,3	21,5	15,3	30,6	25,6	17,9
6	A	11,6	16,3	-	17,3	10,4	3,62	13,8	-	4,42	10,8	17,2	13,9	15,3	21,5	16,6
	B	27,5	28,1	6,03	18,2	8,17	4,34	20,1	-	15,5	26,2	10,6	18,9	14,9	-	-
	C	28,5	22,2	27,1	23,2	21,7	21,0	21,9	18,4	16,1	27,8	22,5	20,6	33,7	25,2	18,9
	D	11,8	10,9	25,5	22,4	16,6	11,1	15,8	13,6	136	14,9	15,2	21,0	27,0	22,0	18,6
	E	12,4	20,0	23,2	21,3	17,9	11,6	18,6	12,6	14,6	15,4	19,8	15,9	21,9	22,1	17,8
	F	24,1	25,7	25,8	23,49	17,5	12,2	21,0	15,7	15,8	24,5	22,8	20,9	33,2	25,4	20,0
	G	0,37	11,3	22,2	17,58	19,1	2,38	16,9	11,4	15,7	19,4	10,9	10,2	21,7	25,6	18,4
22	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	-	3,35	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	10,7	5,42	-	15,8	-	-	-
	C	23,8	28,3	23,8	23,7	21,6	21,0	20,5	16,3	17,2	18,6	21,9	19,5	27,7	25,7	20,1
	D	-	-	18,5	3,31	-	-	-	-	12,2	6,34	-	3,58	-	-	15,1
	E	-	-	12,3	2,89	7,36	-	15,8	5,85	11,2	5,11	-	2,82	2,54	-	3,61
	F	22,6	24,4	24,6	22,2	19,2	12,9	19,9	17,3	14,4	19,6	20,7	20,4	27,5	25,8	19,5
	G	-	-	-	-	-	-	4,77	8,95	4,94	8,38	-	17,5	-	3,82	-

Bahan aditif : A = Kontrol
B = ZDEC
C = ZDBC
D = MBT

E = BHT
F = Vulkanox BKF
G = Nonox SP

Pada Tabel 4 terlihat semakin tinggi dosis iradiasi semakin rendah perpanjangan putus dan tegangan putus. Sebelum pengusangan, perpanjangan putus relatif sama pada setiap dosis iradiasi. Tetapi, setelah pengusangan pada suhu 100° C selama 22 jam terlihat perpanjangan putus film karet setelah ditambah bahan aditif

ZDBC dan Vulkanox BKF semakin tinggi dibanding sebelum diusangkan. Hal ini kemungkinan disebabkan terjadi pemutusan ikatan silang pada film karet karena panas, sehingga sifat elastis film karet berkurang yang mengakibatkan perpanjangan putus bertambah tinggi.

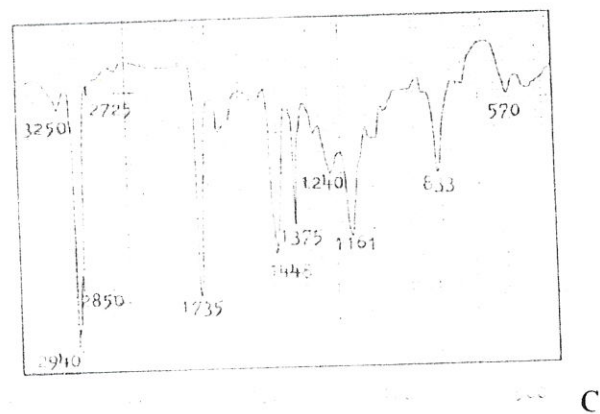
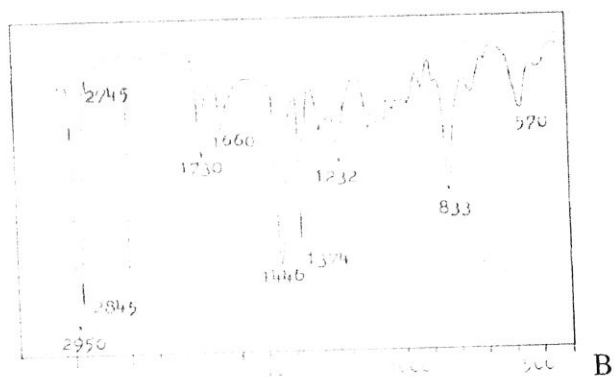
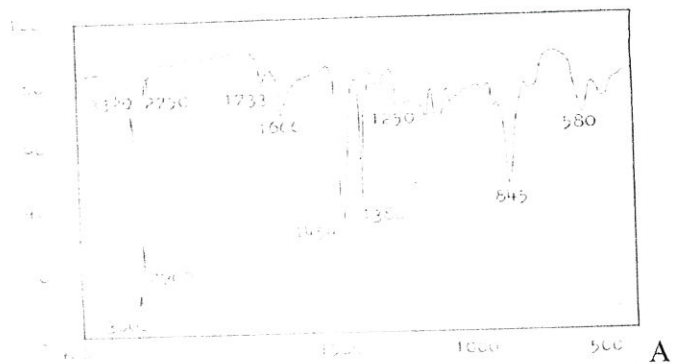
Tabel 4. Pengaruh pengusangan film karet dari campuran bahan aditif dan lateks alam iradiasi dengan bahan pemeka n-BA dan CCl₄ terhadap perpanjangan putus pada suhu 100° C

PENGU SANGAN, JAM	DISPERSI	BAHAN PEMEKA (n-BA : CCl ₄), psk					
		1 : 1			1 : 3		
		DOSIS IRADIASI, kGy					
		20	30	40	20	30	40
		PERPANJANGAN PUTUS, %					
0	A	1013	925	892	844	842	778
	B	1013	947	908	873	833	756
	C	1013	940	887	853	844	756
	D	1047	967	947	833	889	767
	E	1027	967	920	844	883	767
	F	1013	925	892	847	822	744
	G	1007	920	893	856	833	733
22	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	1033	1027	947	883	822	778
	D	-	-	1033	-	-	811
	E	-	-	1040	700	-	733
	F	1067	1040	967	887	833	789
	G	-	-	-	-	789	-

Bahan aditif : A = Kontrol
B = ZDEC
C = ZDBC
D = MBT

E = BHT
F = Vulkanox BKF
G = Nonox SP

Gambar (A dan B) menunjukkan bahwa naiknya dosis iradiasi meningkatkan puncak (peak) intensitas pada panjang gelombang 1730 – 1733 cm⁻¹, semakin tinggi dan tajam. Puncak pada panjang gelombang ini menunjukkan adanya serapan vibrasi rentang gugus karbonil (C = O) ester. Dengan naiknya dosis iradiasi diduga radikal nBA tergrafting pada rantai poliisoprena



Panjang gelombang cm^{-1}

Gambar 1. Spektrum Infra merah.

A = Lateks alam non iradiasi

B = Lateks alam iradiasi ditambah bahan aditif Vulkanox BKF

C = Lateks alam iradiasi ditambah bahan aditif Vulkanox BKF setelah diusanhk

Selanjutnya, apabila film karet tersebut dipanaskan pada suhu 100° C selama 22 jam, maka akan terbentuk poli n-BA. Hal ini terlihat pada Gambar (C), yaitu spektrum pada bilangan gelombang 1735 cm⁻¹ meningkat tajam.

Pada Tabel 5 terlihat lateks alam iradiasi masih memenuhi standar ASTM, baik untuk tegangan putus, modulus dan perpanjangan tetap.

Tabel 5. Spesifikasi sifat fisik dan mekanik sarung tangan bedah dari lateks alam iradiasi dan persyaratan ASTM

SIFAT	LATEKS ALAM IRADIASI		ASTM
Modulus 500 %, MPa A	C-1	3,2	Max 5,5
	C-2	3,1	
Tegangan putus, MPa A	C-1	28,5	Min 17
	C-2	26,6	
B	C-1	23,8	Min 12
	C-2	22,6	
Perpanjangan putus, % A	C-1	1013	Min 700
	C-2	1013	
B	C-1	1033	Min 500
	C-2	1067	

A = sebelum pengusangan

B = sesudah pengusangan

C-1 = campuran n-BA : CCl₄ = 1 : 1 + ZDBC

C-2 = campuran n-BA : CCl₄ = 1 : 1 + Vulkanox BKF

KESIMPULAN

Campuran lateks alam pekat dengan bahan pemeka n-BA dan CCl_4 pada perbandingan berat 1 : 1 dan 1 : 3 setelah diiradiasi pada dosis 20 kGy, kemudian ditambah dengan bahan aditif Zinc-N- Dibuthyl Dithiocarbamate (ZDBC) atau 4 - Methyl - 6 - tert. Buthylphenol (Vulkanox BKF) menghasilkan vulkanisasi lateks alam iradiasi yang film karet nya tahan terhadap pengusangan pada pemanasan $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 22 jam dan nilai tegangan putus masih relatif tinggi, serta memenuhi standar ASTM. Oleh karena ZDBC mengandung carbamat yang menghasilkan nitrosamin (karsinogen), maka sebaiknya untuk mendapatkan film karet tahan terhadap pengusangan digunakan bahan aditif Vulkanox BKF.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf fasilitas Irradiator yang telah membantu sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. HERWINARNI, S., SUMARTI, M., dan UTAMA, M., Pembuatan sarung tangan dokter dari lateks alam iradiasi, Risalah Ilmiah Proses Radiasi PAIR - Batan, Jakarta (1988).
2. UTAMA, M., Kemungkinan lateks alam iradiasi untuk bahan dasar kondom, Hasil Penelitian, PAIR - BATAN, Jakarta (1985) 15.
3. MARGA, U., Trial production of examination gloves from irradiated natural rubber latex on factory scale, Frontiers of Polymers and Advanced Materials, Edited by Paras N. Prasad, Plenum Press, New York (1994) 649

4. MARGA, U., Pengaruh bahan pencepat pada sifat fisik dan mekanik film karet dari lateks alam iradiasi, Risalah Seminar Nasional Apisora, PAIR-BATAN, Jakarta (1990) 295