

**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
1999/2000**

Jakarta, 23 - 24 Februari 2000

**Tema :
Peranan Teknologi Isotop dan Radiasi
untuk Mensejahterakan Masyarakat**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

Penyunting :	1. Dr. F. Suhadi, APU	P3TIR - BATAN
	2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU	P3TIR - BATAN
	3. Ir. Simon Manurung, M.Sc	P3TIR - BATAN
	4. Ir. Elsje L. Sisworo, M.Si, APU	P3TIR - BATAN
	5. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU	P3TIR - BATAN
	6. Dr. Singgih Sutrisno, APU	P3TIR - BATAN
	7. Marga Utama, B.Sc, APU	P3TIR - BATAN
	8. Ir. Wandowo	P3TIR - BATAN
	9. Dr. Made Sumatra, M.Si	P3TIR - BATAN
	10. Dr. Darmawan Darwis	P3TIR - BATAN
	11. Hendig Winarno, M.Sc	P3TIR - BATAN
	12. Dr. Nelly D. Leswara	(Universitas Indonesia)
	13. Dr. Komarudin Idris	(Institut Pertanian Bogor)

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI (2000 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi, Jakarta, 23 - 24 Februari 2000 / Penyunting, F. Suhadi ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2000.
1 jil. ; 30 cm

Isi jil. 1. Pertanian, peternakan, proses industri, hidrologi, dan lingkungan

ISBN 979-95709-5-6

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Suhadi, F.

541.388

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070
Telp. 021-7690709
Fax. 021-7691607; 7513270
E-mail pairlib@hotmail.com; sroji@batan.go.id

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	ix

MAKALAH UTAMA

Arah Kebijakan Riset dan Teknologi dalam Memasuki Milenium Ketiga A. AZIZ DARWIS (Asisten Menristek Bidang Pengembangan Ristek)	1
--	---

MAKALAH UNDANGAN

Community Development by Radiation Processing of Natural Resources Keizo Makuuchi (Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI, Japan)	9
Perkembangan Penggunaan Teknik Radioperunut dalam Industri WANDOWO (P3TIR, BATAN)	11
Arti Strategis Teknik Radiotracer dan Radioscanning dalam Industri Pupuk WIBISONO SOEYOSO DAN M. ABBAD (P.T. Pupuk Sriwijaya)	17
Langkah-langkah Strategis untuk Menjadikan Tanaman Obat Asli Indonesia Menjadi Sediaan Fitofarmaka JAMES M. SINAMBELA (P.T. Indo Farma)	21
Potensi Tumbuhan Obat Asli Indonesia Sebagai Produk Kesehatan H. M. HEMBING WIJAYAKUSUMA (Himpunan Pengobatan Tradisional dan Akupunktur Se-Indonesia)	25

MAKALAH PESERTA

Gamma radiation induce clonal variation in <i>Catharantus roseus</i> (L) Don. SUMARYATI SYUKUR	33
Pengembangan teknik " ³² P- post labelling" untuk mendeteksi dini risiko kanker BUDIAWAN	39
Penggunaan metode <i>radioassay</i> teknik fase padat dalam reaksi fiksasi α -Kobratoksin terhadap reseptor koligernik NURLAILA Z.	45
Perbandingan dua formula radiofarmaka sidik otak ^{99m} Tc-ESD beserta karakteristiknya NANNY KARTINI, KUSTIWA, RUKMINI ILYAS, DAN ISWAHYUDI	51
Pembentukan radikal bebas pada <i>Graft</i> tulang manusia dan <i>Bovine</i> iradiasi BASRIL ABBAS, SUTJIPTO SUDIRO, DAN NAZLY HILMY	57
Pengaruh iradiasi sinar gamma pada <i>Salmonella chester</i> dan sensitivitasnya terhadap antibiotika T. HASAN BASRY	63
Pengujian isolat klinik <i>Mycobacterium tuberculosis</i> resisten terhadap beberapa antibiotika dengan metode reaksi berantai polimerase / <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) MARIA LINA R., DADANG, S., DAN F. SUHADI	69

Deteksi cepat bakteri <i>Escherichia coli</i> enterohemoragik (EHE) dengan metode PCR (Polymerase Chain Reaction) DADANG SUDRAJAT, MARIA LINA R, DAN F. SUHADI	75
Studi radikal bebas biji pulasari (<i>Alyxia reinwardtii</i> . Bl) hasil radiasi gamma menggunakan <i>Electron Spin Resonance</i> (ESR) ERIZAL DAN RAHAYU CHOSDU	81
Aplikasi program database dalam seleksi galur mutan sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L.) SOERANTO, H.	87
Proporsi sumbangan Nitrogen oleh tanah, pupuk dan <i>Pseudomonas putida like</i> dalam tanaman sorghum pada inceptisol Sumatra Selatan A.A.I. KESUMADEWI, ISWANDI ANAS, D.A. SANTOSA, DAN ELSJE L. SISWORO	95
Analisis pemberian limbah pertanian abu sekam sebagai sumber silikat pada andisols dan oxisol terhadap pelepasan fosfor terjerap dengan teknik perunut ³² P ILYAS, SYEKHFANI, DAN SUGENG PRIJONO	103
Serapan N berasal dari sludge iradiasi yang dikombinasikan dengan pupuk N oleh tanaman terong M.M. MITROSUHARDJO, HARYANTO, S. SYAMSU, HARSOJO DAN N. HILMY	111
Tanggapan tanaman padi sawah terhadap pemadatan tanah IDAWATI DAN HARYANTO	115
Hasil gabah dan sumbangan N pupuk yang dipengaruhi oleh pemberian Zeolit dan pupuk hijau Sesbania pada tanaman padi sawah HARYANTO, IDAWATI DAN TAMSIL LAS	121
Pengamatan dinamika populasi dan penangkapan massal lalat buah <i>Bactrocera carambolae</i> (Drew & Hancock) untuk pengendalian di kebun mangga A.N. KUSWADI, M. INDARWATMI, I.A. NASUTION, D. SIKUMBANG DAN T. HIMAWAN	127
Pemanfaatan ragi produk lokal untuk substitusi ragi torula dalam formulasi makanan buatan larva lalat buah (<i>Bactrocera carambolae</i> Drew & Hancock) D. SIKUMBANG, I.A. NASUTION, M. INDARWATMI, DAN A.N. KUSWADI	133
Efisiensi N-Urea pada padi sawah yang diaplikasikan dengan <i>azolla</i> HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, Y. WEMAY, DAN W.H. SISWORO	139
Uji aplikasi formulasi pelepasan terkendali insektisida karbofuran pada tanaman padi varietas cilosari M. SULISTYATI, ULFA T.S, SOFNIE M.CH., A.N. KUSWADI, DAN M. SUMATRA	145
Translokasi herbisida 2,4-D- ¹⁴ C pada tanaman gulma dan padi pada sistem persawahan SOFNIE M. CHAIRUL, MULYADI DAN IDAWATI	151
Pengaruh iradiasi terhadap infektivitas metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> pada kambing M. ARIFIN, BOKY J.T., DAN TARMIZI	157
Pengaruh vaksinasi dengan larva tiga <i>Haemonchus contortus</i> iradiasi terhadap respon kekebalan pada domba BERIAJAYA DAN SOEKARDJI P.	163
Kultivasi jamur kuping (<i>Auricularia</i> sp.) dalam media tandan kosong kelapa sawit dan serbuk gergaji hasil iradiasi ENDRAWANTO DAN E. SUWADJI	169
Limbah agroindustri dan peternakan ayam sebagai pakan tambahan ikan nila HARSOJO, ANDINI, L.S., ROSALINA, S.H. DAN SUWIRMA, S.	175

Pengukuran serapan polutan gas NO ₂ pada tanaman tipe pohon, semak dan penutup tanah dengan menggunakan gas NO ₂ berlabel ¹⁵ N NIZAR NASRULLAH, SOERTINI GANDANEGARA, HENY SUHARSONO, MARIETJE WUNGKAR DAN ANDI GUNAWAN	181
Interaksi uap reservoir dan aquifer di sekelilingnya pada lapangan panas bumi Kamojang ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, DJIONO, ALIP, DAN WIBAGIYO	187
Penelitian asal-usul berbagai sumber air di sekitar bendungan Ngancar Wonogiri, Jawa Tengah dengan teknik isotop alam PASTON SIDAURUK, INDROJONO, WIBAGIYO, BUNGKUS PRATIKNO, DAN EVARISTA RISTIN	195
Studi arah dan penyebaran rembesan air Danau Batur menggunakan isotop alam Oksigen-18 dan Deuterium WIBAGIYO, INDROYONO, PASTON S, ZAINAL A, EVARISTIN	201
Penentuan lokasi pembanding berdasarkan distribusi ¹³⁷ Cs lapisan tanah dari beberapa lokasi stabil NITA SUHARTINI, DARMAN, HARYANTO, DAN DJAROT AS.	207
Penentuan nilai rasio isotop Oksigen (¹⁸ O/ ¹⁶ O) dan Sulfur (³⁴ S/ ³² S) dari BaSO ₄ DIN 5033 (MERCK) untuk standar internal EVARISTA RISTIN P.I, PASTON SIDAURUK, WIBAGYO, DJIONO, DAN SATRIO	217
Scanning kolom proses dengan teknik serapan sinar gamma di UP-IV Pertamina Cilacap SIGIT BUDI SANTOSO, KUSHARTONO, BISANA, DAN EKO MULYANTO	225
Pengukuran tebal pipa terselubung dengan teknik radiografi tangensial menggunakan sumber Iridium-192 SOEDARDJO	229
Pelapisan permukaan pelepah batang pisang batu (<i>Musa brachycarpa</i>) dengan radiasi sinar-UV SUGIARTO DANU, AGUS NURHADI, RITA PUSPITA, DAN ANIK SUNARNI	237
Sifat mekanik komposit campuran Zeolit-PVA yang diiradiasi sinar-γ ⁶⁰ Co DARSONO, SUGIARTO DANU, DAN TAMZIL LAS	245
Pengaruh radiasi sinar-γ dan penambahan kalsium karbonat pada sifat fisika dan mekanik kompon karet alam SUDRADJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, KADARIJAH, DAN MADE SUMARTI KARDHA	251
Studi perbandingan degradasi secara enzimatik campuran CPP/Bionolle dan CPP/PCL dengan modic NIKHAM, FUMIO YOSHII DAN K. MAKUUCHI	259
Sintesis dan karakterisasi Wolfram - Ftalosianin untuk bahan sasaran radioisotop Wolfram-188 (¹⁸⁸ W) aktivitas jenis tinggi DUYEH SETIAWAN	269
Uji aktivitas mikrofungsi asal lingkungan tangki reaktor Triga Mark II terhadap korosi Aluminium ROSMIARTY A. WAHID, LUKMAN UMAR DAN YANI YESTIANI	275
Pemisahan uranium dari hasil belah Zr dan Ru dengan menggunakan TBP 30% - dodekan dalam medium asam nitrat sebagai bahan ekstraktor R. DIDIEK HERHADY, BUSRON MASDUKI, DAN SIGIT	283

PENGARUH RADIASI SINAR GAMMA DAN PENAMBAHAN KALSIUM KARBONAT PADA SIFAT FISIKA DAN MEKANIK KOMPON KARET ALAM

Sudrajat Iskandar, Isni Marliyanti, Kadarijah, dan Made Sumarti Kardha

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

ABSTRAK

PENGARUH RADIASI SINAR GAMMA DAN PENAMBAHAN KALSIUM KARBONAT PADA SIFAT FISIKA DAN MEKANIK KOMPON KARET ALAM. Telah dipelajari karakterisasi pengaruh radiasi sinar gamma dan kalsium karbonat terhadap sifat fisika dan mekanik kompon karet alam. Kompon karet alam (KKA) dibuat dengan mencampurkan karet alam (KA), "low density polyethylene" (LDPE), karbon hitam (KH), bahan aditif (asam stearat, ZnO, parafin wax, irganok 1076, dan minyak minarex B) dalam jumlah tertentu dan pengisi CaCO_3 dalam jumlah yang bervariasi yaitu 33, 67, dan 100 psk (perseratus bagian berat karet alam) dengan menggunakan mesin dua rol pada suhu 120°C untuk rol muka dan 100°C untuk rol belakang. Selanjutnya kompon KKA dibentuk film dengan menggunakan alat pres panas dan dingin masing-masing pada suhu 135°C dan suhu kamar selama 3 menit. Film yang terbentuk kemudian diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis yang bervariasi yaitu 150, 300 dan 500 kGy. Karakterisasi dilakukan sebelum dan setelah diiradiasi dan mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya dosis iradiasi, sifat ketahanan terhadap pengusangan, tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan terhadap pelarut xylene, ketahanan sobek dan kekerasan kompon karet alam bertambah, sementara itu dengan bertambahnya CaCO_3 , hanya kekerasan dan berat jenis kompon karet alam bertambah, tetapi tegangan putus, perpanjangan putus, dan ketahanan sobek menurun. Mengacu pada SNI no 12-1000-1989 dan SII. 0944-84, hasil penelitian ini kemungkinan dapat dipakai untuk membuat barang jadi sol sepatu dan karpet karet.

ABSTRACT

THE EFFECT OF GAMMA IRRADIATION AND CaCO_3 ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL RUBBER (NR) COMPOUND. The characterization of the effect of gamma irradiation and CaCO_3 on the physical and mechanical properties of NR compound (NRC) have been studied. The NRC was made by blending of NR and low density polyethylene (LDPE), carbon black, additives (stearic acid, ZnO, irganox 1076, paraffin wax and minarex B oil) in certain amount and CaCO_3 with various composition of 33, 67 and 100 phr (part per hundred ratio of rubber) using hot roll mill at 120°C and 100°C of front and back roll respectively. For making film, the NRC was then pressed by hot and cold press machine at 135°C and at room temperature respectively for about 3 minutes. The film was then irradiated with gamma rays at 150, 300 and 500 kGy. Characterization of the samples before and after irradiation was done according to the Indonesian National Standard (SNI). The experimental results showed that by increasing the irradiation dose, the aging resistance, tensile strength, elongation at break, solvent xylene resistance, tear strength and hardness of natural rubber compound increased. While by increasing the CaCO_3 content, the hardness and specific gravity of irradiated NRC were increased. But, the tensile strength, elongation at break and tear strength of irradiated NRC decreased. According to SNI no 12-1000-1989 and SII 0944-84, that the experimental results may be possible to be used for making shoe sole and rubber carpet.

Key word : Gamma ray irradiation, CaCO_3 , physical and mechanical properties, natural rubber compound.

PENDAHULUAN

Menurut Agus Tjahayana (1) pada tahun 1996 pertumbuhan kebutuhan barang jadi karet untuk industri mencapai 11% per tahun. Dilain pihak Indonesia sebagai negara penghasil karet alam terbesar nomor 2 didunia setelah Thailand sekitar 80% karet tersebut diekspor. Oleh karena itu dirasakan perlu untuk memperhatikan karet alam.

Barang jadi karet pada umumnya terbuat dari kompon karet yang divulkanisasi. Kompon karet yaitu suatu campuran karet mentah baik karet alam atau sintesis dengan bahan kimia karet dan bahan pengisi (2).

Sedangkan vulkanisasi adalah satu proses perubahan struktur molekul karet dari bentuk linier menjadi bentuk ikatan silang atau jaringan tiga dimensi sehingga karet menjadi kuat dan elastis. Vulkanisasi kompon karet banyak caranya antara lain dengan cara kimia seperti vulkanisasi belerang, peroksida, oksida logam, resin phenol dan sebagainya, sedangkan cara lainnya yaitu dengan cara radiasi energi tinggi seperti radiasi sinar gamma atau berkas elektron. Setiap cara vulkanisasi ada keunggulan dan kelemahannya (3).

Menurut MARKOVIC (4), keistimewaan dengan cara radiasi diantaranya :

1. Hemat energi, ruangan dan bahan,

2. Prosesnya mudah dikontrol,
3. Produknya memiliki kualitas yang baik,
4. Dapat dipakai untuk mencari produk baru,
5. Berwawasan lingkungan, dan
6. Murah untuk kapasitas besar.

Barang jadi karet yang bahan dasarnya berasal dari karet kering seperti karet alam atau sintetis yang menggunakan teknologi radiasi dan telah dikomersilkan saat ini masih sedikit, diantaranya isolasi kabel, tabung ciut panas dan ban kendaraan roda empat (4).

Untuk meningkatkan aplikasi teknologi radiasi pada barang jadi karet lainnya, telah dilakukan beberapa penelitian dasar di Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi yaitu pengaruh iradiasi sinar gamma maupun berkas elektron pada sifat fisika campuran LDPE-karet alam (5, 6), dan karakterisasi kompon karet alam yang divulkanisasi radiasi dengan sinar gamma. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh informasi bahwa sifat fisika campuran LDPE-karet alam iradiasi optimum diperoleh pada komposisi LDPE-karet alam dengan kadar LDPE 33 psk. Sedangkan sifat fisika kompon karet alam dapat ditingkatkan dengan radiasi sinar gamma.

Dalam pembuatan barang jadi karet, ada dua hal penting yang perlu dipertimbangkan yaitu ongkos produksi dan kualitas produk. Untuk menekan ongkos produksi barang jadi karet biasanya dipakai bahan pengisi dalam jumlah besar (2). Kalsium karbonat adalah salah satu bahan pengisi yang murah harganya dan dapat memodifikasi sifat fisika bahan.

Makalah ini membahas pengaruh penambahan kalsium karbonat dan iradiasi sinar gamma terhadap sifat fisika kompon karet alam -LDPE. Dengan harapan akan diperoleh formulasi kompon karet alam-LDPE yang berkualitas memenuhi standar pada pembuatan barang jadi karet dan harganya murah.

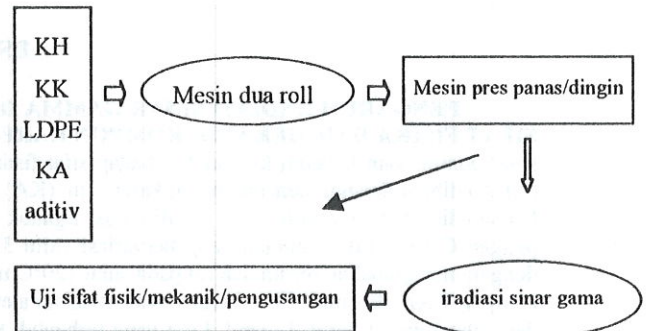
PERCOBAAN

Bahan. Pada percobaan ini dipakai polietilen densitas rendah (LDPE) buatan Korea dengan nama dagang Samsung. Karet alam (KA) berupa krep diperoleh dari perkebunan PTP XI Nusantara Bogor. Karbon hitam (KH), CaCO_3 , asam stearat (AS) parafin wax (PW), dipakai buatan lokal. Anti oksidan (AO) dipakai irganok 1076.

Alat. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat pencampur 2 roll, mesin press panas, mesin pres dingin, iradiator IRKA dengan sumber Cobal-60, alat uji tarik, alat uji kekerasan, mikroskop elektron skanning dan timbangan.

Tatakerja percobaan. Karet alam, LDPE, hitam karbon, bahan aditif dan pengisi CaCO_3 dengan komposisi yang bervariasi yaitu 0, 33, 67 dan 100 psk, terlebih dahulu dicampur dengan menggunakan mesin dua roll pada suhu 120°C untuk roll muka dan 100°C untuk roll belakang selama kurang lebih 17 menit dengan kecepatan pencampuran 18 rpm. Kompon yang terbentuk selanjutnya dibentuk berupa film dengan ketebalan 2 mm, panjang dan lebar 15 cm dengan menggunakan

mesin pres panas dan dingin masing-masing pada suhu 135°C dan suhu kamar selama 3 menit dengan tekanan 150 kg/cm^2 . Kemudian film tersebut diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 150, 300, dan 500 kGy. Sebelum dan setelah diiradiasi film diuji sifat fisika/mekanik dan pengusangannya. Secara garisbesar tatakerja penelitian terlihat pada bagan dibawah ini :



Dimana : KH = karbon hitam, KK= CaCO_3 , KA = karet alam, LDPE = polietilen densitas rendah, aditiv = bahan kimia aditiv.

Irradiasi sampel. Iradiasi sampel yang komposisinya di Tabel 1. dilakukan dengan sinar gamma dari sumber ^{60}Co menggunakan iradiator serbaguna yang berlokasi di P3TIR-BATAN pada dosis 150, 300, dan 500 kGy, dengan laju dosis 10 kGy per jam.

Tabel 1. Komposisi kompon karet alam yang akan divulkanisasi

Karet alam	100 psk
Polietilen	33 psk
Karbon hitam	33 psk
CaCO_3	0, 33, 67, 100 psk
Aditiv	21 psk

Pengujian sifat /mekanik sampel. Pengujian sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan perpanjangan putus dilakukan berdasarkan SNI 06-0899-1989 dengan menggunakan alat uji tarik (strograph-R1, toyoseiki) dengan kecepatan 500 mm/menit.

Pengujian kekerasan sampel. Pengujian kekerasan sampel dilakukan berdasarkan ISO/R 868 dengan menggunakan alat pengukur kekerasan merk Zwick.

Pengujian ketahanan terhadap pengusangan. Pengujian ketahanan terhadap pengusangan dilakukan berdasarkan SNI 12-1000-1989 dengan menggunakan alat geer oven buatan Toyo Seiki Seisaku-Sho Ltd. Jepang.

Analisis fraksi gel sampel. Fraksi gel ditentukan dengan metode ekstraksi. Sekitar 0,2 g sampel diekstraksi dengan xylene selama 24 jam. Fraksi gel (Fg) dihitung sbb. :

$$Fg = \frac{We}{Wo} \times 100\%$$

Dimana W_e adalah berat sampel setelah diekstraksi dan W_o adalah berat sampel sebelum diekstraksi.

Penentuan berat jenis sampel. Berat jenis sampel ditentukan dengan mengukur panjang, lebar dan tebal sampel dengan menggunakan mikrometer, dan menimbang sampel dengan alat timbangan analisis. Berat jenis sampel selanjutnya dihitung dengan perbandingan berat terhadap isi sampel.

Analisis permukaan patahan sampel. Permukaan sampel diamati dari permukaan patahan sampel dengan alat mikroskop elektron skening buatan Jeol dengan tipe JSM-T-300. Patahan sampel diperoleh dengan metoda perendaman dalam nitrogen cair.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data diantaranya pengaruh iradiasi sinar gamma dan CaCO_3 terhadap tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek, kekerasan, fraksi gel, berat jenis dan pengusangan kompon karet. Kompon karet alam yang dimaksud pada penelitian ini adalah satu campuran bahan yang terdiri dari polietilen densitas rendah (LDPE), karet alam (KA), karbon hitam (KH), CaCO_3 , dan aditif berupa ZnO , asam stearat, parafin wax, antioksidan, dan minyak minarex B. Dalam percobaan aditif yang dipakai jumlahnya tetap sebanyak sekitar 21 psk (bagian perseratus bagian karet alam), demikian pula LDPE sebanyak 30 psk. Tujuan penambahan aditif adalah untuk memudahkan proses pencampuran dan supaya campuran yang dihasilkan homogen dan membentuk sifat campuran sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 2. Hubungan pengaruh CaCO_3 dan iradiasi sinar gamma terhadap kerusakan kompon karet alam.

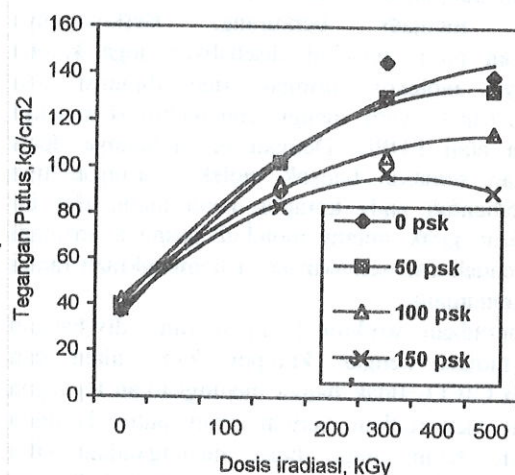
Kadar KH (psk)	Dosis iradiasi (kGy)			
	0	150	300	500
0	xx	x	o	oo
33	xx	x	o	oo
67	xx	x	o	oo
100	xx	x	o	oo

Keterangan : xx = patah dan rusak, x = banyak retak, o = sedikit retak, oo = tidak retak

Kadar aditif sebanyak 21 psk bukan berarti kadar optimum, tetapi sebagai parameter standar yang dipakai dalam penelitian ini. Sedangkan LDPE sebanyak 30 psk adalah mengacu pada hasil penelitian sebelumnya (5). Barang jadi karet yang diperdagangkan, selama penyimpanan dan pemakaian harus tahan terhadap perubahan bentuk, penampilan maupun sifat fisiknya, juga harus tahan terhadap perlakuan pengusangan. Apabila barang jadi karet mudah rusak saat penyimpanan dan pemakaian, maka barang tersebut tidak layak untuk dipakai atau dikomersilkan. Oleh karena itu dalam penelitian ini pengujian ketahanan terhadap pengusangan dilakukan. Menurut SNI no. 12-1000-1989 sampel dikatakan memenuhi standar atau baik bila sampel

tersebut setelah melalui proses pengujian pengusangan menjadi retak sedikit atau tidak retak sama sekali dan tidak mengalami perubahan warna. Sampel dikatakan tidak baik bila sampel tersebut setelah mengalami proses pengujian menjadi banyak retak atau mengalami perubahan warna. Pengaruh CaCO_3 dan iradiasi sinar gamma terhadap ketahanan pengusangan ditunjukkan pada Tabel 2. Pengusangan dilakukan di dalam oven pada suhu 135°C selama 24 jam. Pada tabel tersebut terlihat bahwa sebelum diiradiasi atau setelah diiradiasi 150 kGy, penambahan CaCO_3 tidak mempengaruhi sifat ketahanan terhadap pengusangan kompon karet. Hasil pengamatan secara visual menunjukkan bahwa semua sampel yang belum diiradiasi menjadi patah dan mengalami perubahan bentuk (xx), sedangkan setelah diiradiasi 150 kGy menjadi retak banyak (x). Ketahanan terhadap pengusangan baru terlihat baik (o) setelah kompon karet alam diiradiasi pada dosis 300 kGy. Kompon karet alam yang diiradiasi pada dosis 500 kGy terlihat semakin lebih tahan terhadap pengusangan (oo). Kerusakan yang terjadi pada kompon karet alam yang tidak diiradiasi dan yang diiradiasi pada dosis rendah kemungkinan disebabkan adanya reaksi saat proses pengujian berlangsung yang mengakibatkan putusnya rantai molekul kompon karet tersebut. Sedangkan setelah diiradiasi pada dosis yang relatif tinggi, pada molekul polimer telah banyak terbentuk jaringan tiga dimensi. Sehingga saat proses pengujian terhadap pengusangan tidak mengalami perubahan yang berarti. Dalam hal ini semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan pada kompon karet alam, maka akan semakin tahan kompon karet alam terhadap pengusangan.

Sedangkan sifat tegangan putus atau kekuatan tarik pada barang jadi karet alam juga sangat penting, karena bila barang jadi karet tersebut tidak cukup kuat, maka akan mudah putus atau rusak. Hubungan pengaruh CaCO_3 dan iradiasi sinar gamma terhadap tegangan putus kompon karet alam ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh iradiasi dan kalsium karbonat terhadap tegangan putus kompon karet alam

Pada gambar tersebut terlihat bahwa tegangan putus kompon karet alam sebagai fungsi dari dosis iradiasi pada kadar CaCO_3 berbeda-beda. Dengan bertambahnya dosis iradiasi, tegangan putus kompon

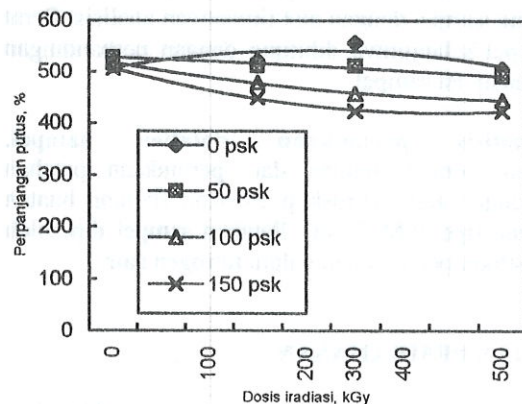
karet alam bertambah secara nyata hingga mencapai nilai maksimum kemudian berkurang dengan bertambahnya dosis iradiasi. Tegangan putus maksimum dicapai pada dosis iradiasi sekitar 300 kGy. Bertambah dan berkurangnya tegangan putus kompon karet alam karena iradiasi, erat hubungannya dengan pembentukan jaringan tiga dimensi pada molekul kompon karet. Dengan bertambahnya dosis iradiasi, jaringan tiga dimensi pada molekul kompon karet yang terbentuk mengalami penambahan yang menyebabkan bertambahnya tegangan putus. Sedangkan berkurangnya tegangan putus kompon karet alam pada daerah iradiasi dosis yang tinggi kemungkinan dikarenakan adanya rantai molekul yang patah saat radiasi berlangsung.

Dengan penambahan CaCO_3 , tegangan putus kompon karet alam mengalami kenaikan pada kompon yang belum diiradiasi walaupun tidak banyak, hal ini kemungkinan disebabkan karena dengan adanya CaCO_3 , maka mobilitas molekul kompon karet terganggu, sehingga untuk memutuskan kompon tersebut diperlukan energi yang lebih banyak. Sedangkan setelah melalui proses iradiasi pengurangan tegangan putus kompon karet alam disebabkan karena terbentuknya jaringan tiga dimensi pada molekul kompon karet alam, sehingga kemungkinan keberadaan CaCO_3 berubah fungsinya menjadi pisau yang ikut mempercepat proses pemutusan rantai molekul saat kompon karet ditarik pada keadaan tegangan maksimum. Sehingga dengan bertambahnya CaCO_3 akan semakin banyak rantai molekul kompon karet alam yang terputus dan menyebabkan berkurangnya tegangan putus kompon karet alam tersebut. Keberadaan CaCO_3 dan struktur jaringan yang disebabkan iradiasi sinar gamma pada kompon karet alam juga menyebabkan terjadinya perubahan pada sifat perpanjangan putus kompon karet alam. Hal ini terlihat pada kurva hubungan pengaruh iradiasi sinar gamma dan CaCO_3 terhadap perpanjangan putus yang ditunjukkan pada Gambar 2. Dengan bertambahnya dosis iradiasi atau CaCO_3 , perpanjangan putus kompon karet alam cenderung menjadi berkurang. Berkurangnya perpanjangan putus tersebut disebabkan juga karena terbentuknya molekul jaringan tiga dimensi dan keberadaan CaCO_3 yang mengurangi mobilitas molekul karet alam atau LDPE. Dengan bertambahnya dosis radiasi akan semakin banyak molekul jaringan tiga dimensi terbentuk pada kompon karet alam. Hal ini menyebabkan jarak antara molekul jaringan menjadi semakin pendek dan semakin kecil kemungkinan rantai molekul memanjang.

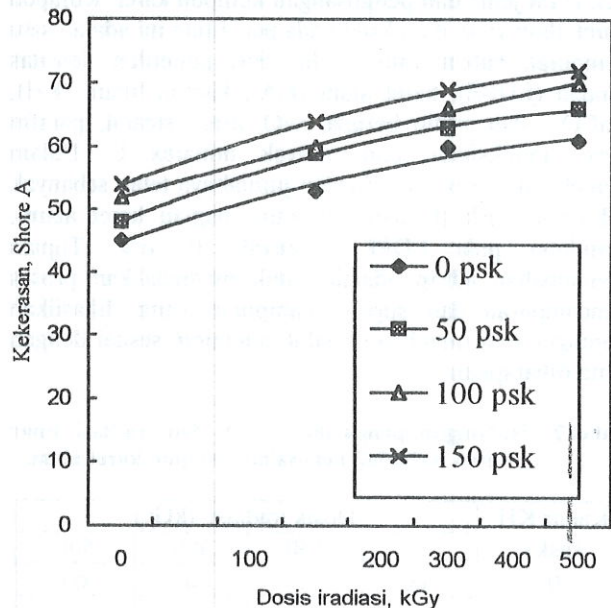
Keberadaan struktur jaringan yang disebabkan interaksi radiasi dengan kompon karet alam dan keberadaan CaCO_3 tidak hanya meningkatkan tegangan putus atau menurunkan perpanjangan putus kompon karet alam, tetapi juga dapat meningkatkan sifat kekerasannya. Hal ini terlihat pada grafik hubungan pengaruh iradiasi dan CaCO_3 terhadap kekerasan kompon karet alam yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Kekerasan kompon karet alam bertambah dengan bertambahnya CaCO_3 atau dosis iradiasi. Hal ini disebabkan karena keberadaan CaCO_3 dan molekul jaringan tiga dimensi pada kompon karet alam membuat mobilitas molekulnya berkurang, dengan berkurangnya mobilitas molekul tersebut akan semakin sulit gaya yang

dapat menekan pada sampel. Dengan semakin sulitnya gaya yang dapat menekan pada sampel tersebut, maka akan semakin besar daya pantul molekul kompon karet alam terhadap gaya yang diberikan. Sehingga kekerasan sampel tersebut menjadi lebih tinggi.



Gambar 2. Pengaruh iradiasi dan kalsium karbonat terhadap perpanjangan putus kompon karet alam.

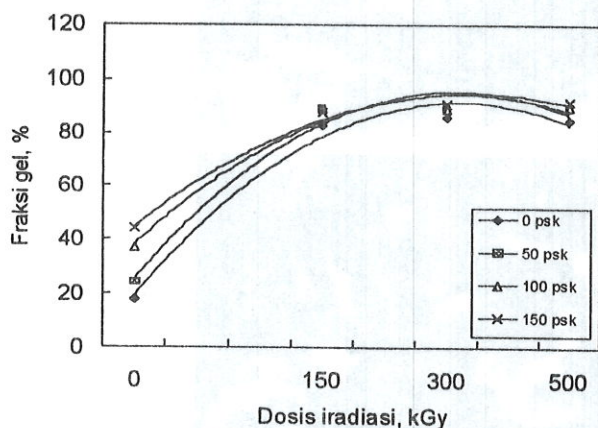


Gambar 3. Pengaruh iradiasi dan kalsium karbonat pada kekerasan kompon karet alam

Keberadaan struktur jaringan tiga dimensi pada kompon karet alam lebih jelas terlihat pada kurva hubungan pengaruh iradiasi sinar gamma dan CaCO_3 terhadap fraksi gelnya yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut terlihat bahwa fraksi gel kompon karet alam bertambah dengan bertambahnya dosis iradiasi maupun kadar CaCO_3 .

Bertambahnya fraksi gel kompon karet alam tersebut berarti terbentuknya molekul jaringan tiga dimensi dan adanya CaCO_3 yang terikat bertambah dengan bertambahnya dosis iradiasi. Saat kompon karet alam belum diiradiasi, fraksi gelnya sudah ada sebagai hasil reaksi termomekanik saat pencampuran berlangsung. Namun mungkin juga fraksi tidak terlarut

ini merupakan bahan pengisi CaCO_3 atau karbon hitam yang memang tidak dapat larut dalam xylen, karena saat diamati pada fraksi tidak larut yang ada kebanyakan berupa serbuk hitam. Seandainya fraksi yang tidak larut ini adalah bahan pengisi saja, maka berarti tidak adanya ikatan kimia antara CaCO_3 dengan kompon karet alam. Sedangkan setelah diiradiasi fraksi gel nya cenderung bertambah dengan bertambahnya dosis iradiasi maupun CaCO_3 .



Gambar 4. Pengaruh iradiasi dan kalsium karbonat terhadap fraksi gel kompon karet alam.

Menurut W.X. ZHANG dkk. (8) hubungan antara fraksi gel dan kerapatan ikatan silang (jaringan tiga dimensi) dapat diturunkan satu persamaan sbb.:

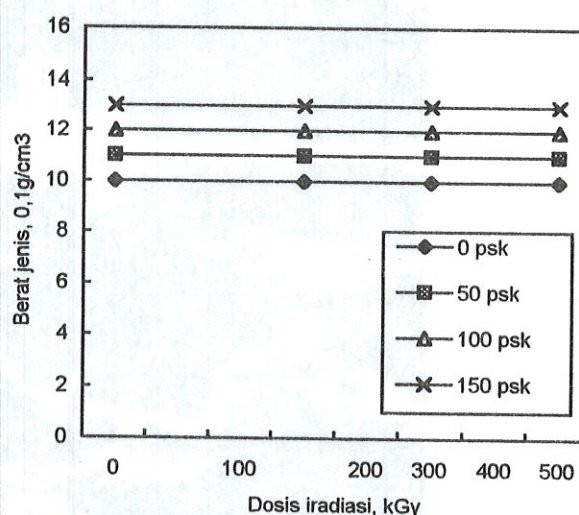
$$R(S + S^{\frac{1}{2}}) = PoR^{\beta}/q_0 + 1/q_0UI$$

Dimana Po adalah konstanta, q_0 adalah kerapatan jaringan tiga dimensi per satuan dosis iradiasi, β adalah parameter struktur polimer, UI jumlah awal rata-rata derajat polimerisasi, S adalah fraksi terlarut pada dosis radiasi R yang sama dengan $1-F_g$ (fraksi gel). Secara kualitatif dapat dihitung bahwa dengan bertambahnya fraksi gel maka kerapatan ikatan silang bertambah.

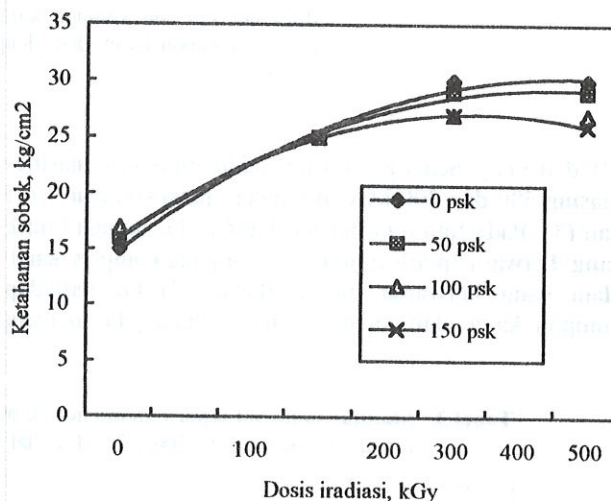
Pengaruh iradiasi sinar gamma dan CaCO_3 terhadap berat jenis kompon karet alam ditunjukkan pada Gambar 5. Pada gambar tersebut terlihat bahwa radiasi sinar gamma tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada berat jenis kompon karet alam. Sebaliknya keberadaan CaCO_3 dalam kompon karet alam dapat meningkatkan berat jenis kompon karet alam. Dengan meningkatnya kadar CaCO_3 maka bertambah pula berat jenis kompon karet alam. Peningkatan berat jenis kompon karet alam ini disebabkan karena CaCO_3 memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan berat jenis karet alam maupun LDPE.

Hubungan pengaruh iradiasi sinar gamma dan CaCO_3 terhadap ketahanan sobek kompon karet alam ditunjukkan pada Gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa sebelum diiradiasi ketahanan sobek kompon karet alam dapat ditingkatkan sedikit dengan penambahan CaCO_3 . Sedangkan setelah melalui proses iradiasi, penambahan ketahanan sobek kompon karet alam terlihat dengan jelas. Dengan bertambahnya dosis

iradiasi ketahanan sobek kompon karet alam bertambah sampai maksimum kemudian berkurang. Pada dosis iradiasi tinggi, kompon karet alam yang tidak mengandung CaCO_3 memiliki sifat ketahanan sobek yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang mengandung CaCO_3 . Hal ini disebabkan karena jumlah molekul yang berikatan silang kompon karet alam yang tanpa CaCO_3 lebih banyak dibandingkan dengan kompon yang mengandung CaCO_3 .

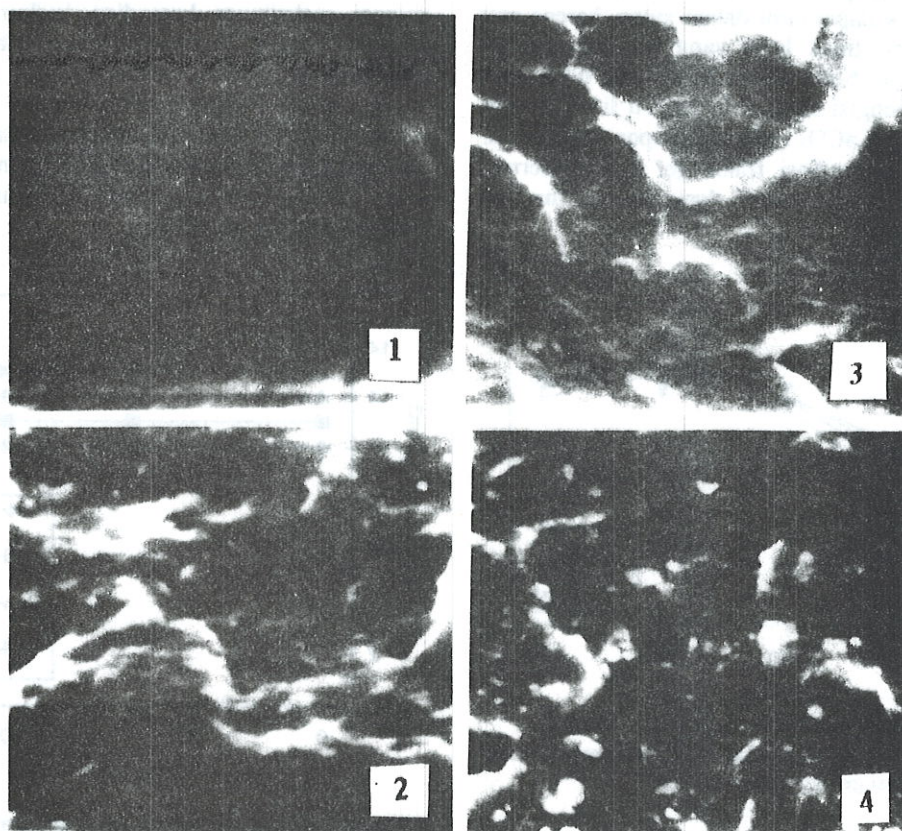


Gambar 5. Pengaruh iradiasi terhadap berat jenis kompon karet alam. Pada kadar kalsium karbonat berbeda-beda.



Gambar 6. Pengaruh iradiasi dan kalsium karbonat terhadap ketahanan sobek kompon karet alam.

Keberadaan CaCO_3 dalam kompon karet alam dan pengaruh iradiasi terhadap struktur jaringan kompon karet alam dapat dilihat secara visual dengan pengamatan mikroskopik. Dari hasil pengamatan mikroskopik dengan alat SEM, CaCO_3 terlihat dengan jelas berada dalam kompon karet alam berupa bagian yang bentuk dan ukurannya tidak sama dan menyebar dengan jumlah tergantung pada kadar CaCO_3 yang ditambahkan. Foto SEM mikrograf penampang melintang kompon karet alam sebelum diiradiasi dengan kadar CaCO_3 sebanyak 100 psk dan tanpa CaCO_3 ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Foto SEM mikrograf permukaan patahan film kompon karet alam tanpa CaCO_3 sebelum diiradiasi (1), kompon karet alam dengan kadar CaCO_3 100 psk sebelum diiradiasi (2) dan kompon karet alam tanpa CaCO_3 setelah diiradiasi 300 kGy (3) dan kompon karet alam dengan kadar CaCO_3 100 psk setelah diiradiasi 500 kGy (4).

(2) dan (1). Sedangkan yang telah diiradiasi masing-masing 500 dan 300 kGy ditunjukkan pada Gambar 7 (4) dan (3). Pada foto tersebut terlihat CaCO_3 berupa titik yang berwarna putih yang menyebar pada kompon karet alam yang berwarna hitam. Ikatan CaCO_3 terhadap kompon karet alam tidak terlihat dengan jelas dengan

pengamatan alat SEM. Foto tersebut diambil dengan perbesaran 500 x. Sedangkan pengaruh iradiasi terlihat pada bentuk patahan sampel. Pada Gambar 7 (3) dan 7 (4) terlihat sampel yang diiradiasi pada dosis 300 kGy atau 500 kGy, bentuk patahannya lebih tajam dan datar dibandingkan dengan sampel yang tidak diiradiasi. Hal

Tabel 3. Standar mutu sol sepatu menurut SII. 0944-84, karpet karet menurut SNI 12 1000-1989, dan mutu VRKKA 0 psk (300 kGy) dan 100 psk CaCO_3 (500 kGy).

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan				VRKKA	
		SII			SNI		
Fisika		A	B	C		0 psk	100 psk
Teg. putus	kg/cm^2	min. 150	min. 100	min. 50	49	150,2	98
Perp. Putus	%	min. 250	min. 150	min. 100	60	556	433
Kekerasan	shore A	55 – 80	55 – 80	55 – 80	70 – 80	60	72
Ket. Sobek	kg/cm^2	min. 60	min. 40	min. 25	-	28	31
Perp. Tetap 50%	%	mak. 4	mak. 7	mak. 10	-	4	4,5
Berat jenis	g/cm^3	mak. 1,2	mak. 1,4	mak. 1,6	1,5–1,8	1,0	1,3
Ket. Kikis	mm^3/kgm	mak. 1	mak. 1,5	mak. 2,5	-	1,99	2,7
Ket. Ret len. 150 kcs		baik	baik	baik	-	baik	baik
Pam. Tetap	%	-	-	-	maks. 2	?	?
Ket. Pam.	N/cm^2	-	-	-	min. 250	?	?
Ket. t. peng.		-	-	-	t. retak	t. retak	t. retak

VRKKA = vulkanisasi radiasi kompon karet alam

ini disebabkan dari struktur jaringan tiga dimensi yang terbentuk mengurangi mobilitas dan memperpendek jarak rantai molekul kompon karet alam, sehingga mempengaruhi pada bentuk patahannya.

Dari data hasil penelitian yang diperoleh, terlihat bahwa nilai maksimum sifat fisika dan mekanik kompon karet alam iradiasi terletak pada komposisi kompon karet alam dengan kadar CaCO_3 0 psk yang diiradiasi pada 300 kGy, dan kompon karet alam yang mengandung 100 psk CaCO_3 yang diiradiasi 500 kGy. Perbandingan mutu kompon karet alam iradiasi pada komposisi tersebut dengan standar mutu sol sepatu menurut SII.0944-84 dan karpet karet menurut SNI 12-1000-1989 ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa kedua kompon tersebut kemungkinan dapat dipakai untuk membuat barang jadi sol sepatu dan karpet karet. Namun demikian untuk mengetahui lebih pasti apakah dapat dipakai untuk membuat karpet karet, perlu ada penelitian lebih lanjut pada pengujian sifat fisika yang belum teruji seperti pampat tetap dan ketahanan pampat.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya dosis iradiasi, sifat ketahanan terhadap pengusangan, tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan terhadap pelarut xylene, ketahanan sobek dan kekerasan kompon karet alam bertambah. Demikian pula dengan bertambahnya CaCO_3 , kekerasan dan berat jenis kompon karet alam bertambah. Mengacu pada SNI no 12-1000-1989 dan SII. 0944-84, hasil penelitian ini kemungkinan dapat dipakai untuk membuat barang jadi sol sepatu dan karpet karet.

SARAN

Untuk mengetahui lebih banyak pengaruh iradiasi terhadap kompon karet alam dan lebih berdaya guna, maka perlu ada penelitian lanjutan yang lebih luas baik terhadap penambahan aditif, bahan pengisi lain, jenis karet, dan proses pengerjaannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Radi Harsono, Bapak Bonang dan rekan-rekan lain yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini hingga dapat dilaksanakan dengan baik. Demikian pula kepada KPTP P3TIR, BATAN yang telah memeriksa makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. AGUS TJHAJANA, "Peluang Untuk Industri Barang Jadi Karet Suku Cadang Otomotif", disajikan pada Pelatihan Pengawasan dan Pengendalian Mutu Barang Jadi Karet" Suku Cadang Otomotif Non Ban", Jakarta (1996).
2. ABEDNEGO, "Bahan Pembuat Kompon dan Bahan Penguat", disajikan pada Pelatihan Pengawasan dan Pengendalian Mutu Barang Jadi Karet" Suku Cadang Otomotif Non Ban", Jakarta (1996).
3. EIRICH F. R., Science and Technology of Rubber, Academic Press, New York, (1978) 292-335.
4. MARKOVIC V., "General Introduction to Radiation Processing", disajikan pada kursus UNDP/IAEA/RCA Regional Training Course on Radiation Crosslinking Technology, ChangChun (1990).
5. SUDRADJAT I., DIAN I., ISNI M., dan KADARIJAH, "Pengaruh Radiasi Sinar Gama Terhadap Sifat Fisika Campuran Polietilen-Karet Alam", Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, Jakarta (1994) 277.
6. SUDRADJAT I., YOSHII F., MAKUUCHI K., "Radiation Crosslinking of Natural Rubber-Low density Polyethylene Blends with Polyfunctional Monomers", Proceedings of The International Workshop on Green Polymers, Indonesian Polymer Associations, Institute for Research and Development of Cellulose Industry, Bandung-Bogor (1996) 145-146.
7. SUN J.Z., "Properties of Crosslinked Polymer", disajikan pada kursus UNDP/IAEA/RCA Regional Crosslinking Technology, Changcun (1990).
8. ZHANG W. X., LIU Y. T., and SUN J.Z., "The relation ship Between Sol Fraction and Radiation Dose in Radiation Crosslinking of Low density Polyethylene(LDPE)/Ethylene Vinylcetate Copolymer (EVA) blend", Radiation Physic and Chemistry 35, 1-3 (1990) 163-166.

DISKUSI

HERWINARNI

Dosis yang digunakan dalam penelitian Bapak 150, 300 dan 500 kGy, berapa dose rate karena dosis tersebut tinggi jadi memerlukan berjam-jam bahkan bulan. Mengapa memilih bahan pengisi CaCO_3 yang dapat menurunkan tegangan putus, perpanjang putus dan ketahanan sobek ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Dose rate yang dipakai dalam penelitian ini adalah 10 kGy/jam.
2. CaCO_3 di pilih dalam penelitian ini karena harganya murah sekali di harapkan dapat menurunkan ongkos produksi.

WIWIEK SOFIARTI

Disebutkan dalam kesimpulan bahwa penyajian sifat-sifat fisik memenuhi standar SII. Bagaimana dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) kaitannya dengan penelitian yang dilakukan ?

SUDRADJAT ISKANDAR

Dalam penelitian ini juga dicoba dengan di standarkan pada SNI tidak hanya SII. SNI no. 12-1000-1989 untuk karpet, SNI no. 0944-84 untuk sol sepatu.

SOEDIJATMO

Apakah selama ini belum ada pemanfaatan radiasi berkas elektron untuk peningkatan kualitas ban, khususnya di indonesia ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Di negara maju seperti Amerika, Jepang, China dan sebagainya sudah ada yang memanfaatkan radiasi berkas elektron untuk peningkatan kualitas ban.
2. Sepengetahuan saya selama ini di indonesia belum ada, tetapi sedang dalam proses perizinan dari Bapeten yaitu perusahaan ban Gajah Tunggal.

DARMAWAN DARWIS

Pada presentasi anda di jelaskan bahwa penambahan CaCO_3 menyebabkan penurunan tegangan putus. Apakah ini berarti bahwa CaCO_3 mendegradasi molekul karet ? Mohon di jelaskan.

SUDRADJAT ISKANDAR

Penurunan tegangan putus kompon karet dengan penambahan CaCO_3 disebabkan tidak adanya ikatan kimia antara CaCO_3 dengan kompon karet dan tegangan putus karet di tentukan pada jumlah molekul karet yang berdekatan atau yang disebut dengan istilah vander wall forces. Dengan adanya CaCO_3 dalam karbon karet menyebabkan turunya jumlah vander wall force.

IDRUS KADIR

Dalam penelitian ini anda menyebutkan bahwa dengan mengacu pada SNI, hasil penelitian ini kemungkinan dapat di pakai untuk membuat barang jadi sol sepatu dan karpet karet. Apakah sifat fisik mekanik hasil penelitian ini sudah memenuhi standar tersebut, mohon dijelaskan lebih lanjut. ?

SUDRADJAT ISKANDAR

Hasil penelitian ini untuk yang ada CaCO_3 nya belum seluruhnya di teliti sesuai dengan SII maupun SNI, tetapi dari data yang di peroleh sudah memenuhi SII atau SNI.

HARSOJO

Apa yang menyebabkan pada karpet karet terlihat seperti karet nya mati (kaku) ?

SUDRADJAT ISKANDAR

Kekakuan barang jadi karet erat hubungannya dengan struktur molekul karet yang ada, yang menyebabkan karpet karet terlihat kaku biasanya bahan pengisi dan proses vulkanisasi.