RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

Jakarta, 9 - 10 Januari 1996

BUKU I
PROSES RADIASI, INDUSTRI, DAN LINGKUNGAN

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

Penyunting : Buku I, II, dan III

1. Ir. Munsiah Maha	Ketua merangkap Anggota
2. Ir. F. Sundardi, APU	Wakil Ketua merangkap Anggota
3. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D., APU	Anggota
4. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU	Anggota
5. Ir. Elsje L. Sisworo, M.Si., APU	Anggota
6. Ir. Wandowo	Anggota
7. Dr. Made Sumatra	Anggota
8. Dr. Ir. Mugiono	Anggota
9. Dr. Yanti Sabarinah S.	Anggota

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PERTEMUAN ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA)
Risalah pertemuan ilmiah aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 9 - 10 Januari 1996/ Penyunting, Munsiah Maha.-- (et al.).-- Jakarta : Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1996.
3 Jil.; 30 cm.

Isi : jil. 1. Proses radiasi, industri, dan lingkungan
jil. 2. Pertanian
jil. 3. Peternakan, biologi, dan kimia

ISBN 979-8500-11-3 (no. jil. lengkap)
ISBN 979-8500-12-1 (jil. 1)
ISBN 979-8500-13-X (jil. 2)
ISBN 979-8500-14-8 (jil. 3)

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

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070

PENGANTAR

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk menyebarluaskan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Proses Radiasi, Industri, Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Lingkungan, Pertanian, dan Peternakan. 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 183 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 Program Riset Unggulan Strategis Nasional, dan Peranan Sains dan Teknologi Nuklir dalam Menunjang Pertumbuhan Industri dan Pengelolaan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas sebanyak 77 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 ix
Sambutan Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional xi

MAKALAH UNDANGAN

Peranan sains dan teknologi nuklir dalam menunjang pertumbuhan industri dan pengelolaan lingkungan
PROF. DR. AZHAR DJALOEIS 1

Program riset unggulan strategis nasional
DR. MOHAMMAD RIDWAN 9

BUKU I : PROSES RADIASI, INDUSTRI, DAN LINGKUNGAN

Karakteristik kopolimer tempel LDPE-g-PDMAEA
MIRZAN T. RAZZAK, A. WIDADI, DARSONO, dan SITI SOEDARINI 13

Crosslinking dan degradasi polietilen oksida dalam larutan air dengan radiasi sinar gamma
ZAINUDDIN 21

Kopolimerisasi cangkok 4-vinil piridin pada serat polipropilen dengan metode peroksidasi secara iradiasi untuk penukar ion
ITA YULITA, ENDANG ASIJATI W., MIRZAN T. RAZZAK, dan DARSONO 29

Efek iradiasi terhadap kompon polietilen densitas rendah
ANIK SUNARNI, ISNI MARLIJANTI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT T.M. 35

Pengaruh flame retardant terhadap kecepatan nyala pada kompon polietilen
ISNI MARLIJANTI, ANIK SUNARNI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT TRIMULYADI 41

Pengaruh berat molekul oligomer uretan akrilat dan monomer reaktif pada sifat perekat peka tekanan
DARSONO, T. SASAKI, YANTI SABARINAH SOEBIANTO, dan MIRZAN T. RAZZAK .. 45

Analisis spektrum NMR proton emulsi karet alam metil metakrilat
KRISNA LUMBANRAJA, KADARIJAH, SUDIRMAN, dan BUNJAMIN 53

Identifikasi gugus fungsi kopolimer karet alam-stiren iradiasi berbahan pemeka normal butil akrilat dengan FTIR dan NMR
KADARIJAH, SRI PUJIASTUTI, dan MARGA UTAMA 61

Sifat kelistrikan film karet dari kopolimer lateks karet alam stiren hasil iradiasi
MADE SUMARTI K., JUNE MELLAWATI, dan MARGA UTAMA 67

Analisis residu monomer dalam kopolimer KA-St dan KA-MMA dengan kromatografi gas.
HERWINARNI, MARGA UTAMA, MADE SUMARTI, dan RISWIYANTO 73

Pengaruh struktur monomer pada hasil impregnasi dan polimerisasi radiasi kayu karet (Hevea brasiliensis Muell.Agr.)
NURWATI HABIB, AGUS ISMANTO, dan MARGA UTAMA. 81

Kualitas bambu betung (*Dendrocalamus asper*) yang diimpregnasi polimerisasi radiasi dengan stirena
MARGA UTAMA, Y.S. HADI, I. WAHYUDI, F. FEBRIANTO, A. RUSLIADI, dan A. JUNAEDI 87

Sifat-sifat lapisan poliester akrilat hasil iradiasi dengan sinar ultraviolet
SUGIARTO DANU, MARSONGKO, M. ARDIARTSI, dan J.K. JULIATI 93

Kopolimerisasi asam laktat dengan beta-propiolakton tanpa katalisator
SUHARNI SADI, MASAHARU ASANO, dan MINORU KUMAKURA 101

Karakterisasi hidrogel poli(vinilalkohol) yang dikopolimerisasi radiasi dengan N-isopropil akrilamida
ERIZAL, SUNARKO, BASRIL A, DARMAWAN D., R. CHOSDU, dan HASAN R. 109

Studi sifat kompatibilitas darah dan sifat kimia pembalut luka hidrogel poli vinil pirolidon (PVP)
DARMAWAN DARWIS, RAHAYU CHOSDU, dan NAZLY HILMY 117

Pengaruh iradiasi gamma pada kualitas sediaan kosmetika bayi
RAHAYUNINGSIH CHOSDU, DARMAWAN, dan ERIZAL 123

Studi air tanah di dataran aluvial Tangerang dengan pendekatan geohidrologi dan isotop lingkungan
SIMON MANURUNG, NITA SUHARTINI, dan ALI ARMAN LUBIS 129

Studi air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat dengan isotop alam
BAROKAH ALIYANTA, SYAFALNI, DJIONO, dan WIBAGYO 139

Penentuan suhu reservoir panas bumi dengan metode geotermometer isotop
ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, INDROJONO, DJIONO, ALIP, dan EVARISTA 147

Penentuan rasio isotop $^{34}S/^{32}S$ standar kerja J-1 dengan spektrometer massa
EVARISTA RISTIN P.I., ZAINAL ABIDIN, dan DJIONO 155

Metode flow velocity untuk mengukur debit aliran dan menguji kurva distribusi waktu tinggal dengan model bejana berderet
SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, PUGUH MARTYASA, DJOLI SUMBOGO, dan SLAMET SUTIKNO 161

Studi potensi mata air di Cimelati dengan metode hidrologi isotop
SYAFALNI, SIMON MANURUNG, MURSANTO, DJIONO, dan TOMMY HUTABARAT 171

Pengaruh penyepuhan permukaan lumpur terhadap sifat fisik lumpur alam
NITA SUHARTINI, SUWIRMA S., TARYONO, dan DARMAN 177

Pembuatan kaca bertanda ^{46}Sc untuk studi pergerakan sedimen
MADE SUMATRA, INDROJONO, NITA SUHARTINI, JUNE MELLAWATI, dan SAID ADAM 185

Estimasi pembentukan ozon di dalam ruang iradiasi mesin berkas elektron
PUGUH MARTYASA, dan H SUNAGA 189

BUKU II : PERTANIAN

Evaluasi daya hasil galur padi sawah OBS-1647/PsJ
MUGIONO 13

Pemetaan gen Gametophyte (ga-2,ga-3) pada RFLP linkage map tanaman padi
SOBRIZAL 19

Variasi somaklonal seleksi umur genjah dari galur mutan padi (*Oryza sativa* L.) varietas Sentani
ITA DWIMAHYANI dan ISHAK 25

Ketahanan terhadap penyakit karat daun (*Phakopsora pachirizi* Syd.) dua galur mutan kedelai genjah no. 157/Psj dan no 325/Psj dibandingkan Varietas Lokon serta Tidar
RIVAIE RATMA, dan ACHMAD NASROH KUSWADI 31

Seleksi in vitro untuk ketahanan asam dan aluminium pada tanaman kedelai
DAMERIA HUTABARAT, dan RIVAIE RATMA 37

Keefektifan simbiotik sejumlah strain Bradyrhizobium pada galur mutan kedelai di lahan masam
GANDANEGARA, S., HARSOYO, dan HENDRATNO 43

Korelasi beberapa sifat komponen hasil dengan berat polong isi kacang tanah
KUMALA DEWI, MASRIZAL, dan M. ISMACHIN 49

Seleksi lanjutan pada populasi galur mutan tanaman gandum untuk perbaikan produksi biji
SOERANTO H. 53

Pengaruh iradiasi gamma pada eksplan terhadap regenerasi tanaman pisang (*Musa sp.*) varietas Ambon Kuning
ISHAK, BOB JAYA BUANA PUTRA, dan ISMIYATI S. 59

Peningkatan keragaman genetik tanaman nilam melalui kultur kalus dan iradiasi
IKA MARISKA, HOBIR, ENDANG GATI, dan DELIAH SESWITA 65

Mikropropagasi nilam penampakan khimera hasil radiasi pada kalus
DELIAH SESWITA, IKA MARISKA, dan ENDANG GATI 73

Enkapsulasi dan daya regenerasi tanaman nilam khimera pengaruh radiasi dan kalus
ENDANG GATI, IKA MARISKA, dan DELIAH SESWITA 79

Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan dan produksi jahe
SITTI FATIMAH SYAHID., IKA MARISKA, dan YADI RUSYADI 83

Penggunaan batang bawah klonal pada pembibitan durian dan mangga
ISMIYATI SUTARTO, M. JAWAL A.S., ELLINA MANSYAH dan SOERTINI GANDANEGARA 89

Serapan hara P oleh tanaman padi pada beberapa jenis tanah yang dipengaruhi pemberian pupuk hijau kacang panjang
HARYANTO dan IDAWATI 95

Serapan hara dan pertumbuhan padi sawah sehubungan dengan status unsur P pada tanah Pusakanegara
IDAWATI, HARYANTO, dan HAVID RASJID 103

Penggunaan fosfat alam sebagai pupuk P pada budi daya padi sawah
HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, dan WIDJANG H. SISWORO 111

Serapan P tanaman padi yang diberi $Ca_3(PO_4)_2$ dan pupuk kandang
M.M. MITROSUHARDJO, dan AFDHAL FIRDAUS 117

Upaya peningkatan produksi kedelai dan jagung melalui aplikasi mulsa dan lembaran plastik penutup tanah
AFDHAL FIRDAUS, dan M.M. MITROSUHARDJO 123

Tanggapan dua varietas kedelai terhadap cara pengolahan lahan dinyatakan dalam berbagai parameter nitrogen tanaman
SRI HARTI SYAUKAT, JOHANNIS WEWAY, dan ELSJE L. SISWORO 129

Penggunaan lapisan Azolla pada padi sawah serta pengaruhnya terhadap efisiensi N urea
JOHANNIS WEMAY, ELSJE L. SISWORO, HAVID RASJID, dan WIDJANG H. S. 137

Efisiensi serapan unsur N-urea bertanda ^{15}N dan proporsi fiksasi N setelah pemetikan kotiledon pada budi daya basah kedelai
SHOLEH AVIVI, W.Q. MUGNISJAH, K. IDRIS, dan E.L. SISWORO 147

Kemungkinan penggunaan urea bertanda ^{15}N bagi penentuan efisiensi pupuk N pada tanaman kelapa sawit
LUQMAN ERNINGPRADJA, M.M. SIAHAAN , Z. POELOENGAN, dan ELSJE L. SISWORO 153

Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea
THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO 161

Serapan radiofosfor ^{32}P dan radioseng ^{65}Zn pada tanaman cabe (*Capsium annum* L.) yang ditanam pada larutan hidroponik
T. SUGIYANTO 167

Peranan jasad renik pelarut fosfat dalam meningkatkan keefisienan pupuk P dan pertumbuhan tebu
M. EDI PREMONO, I. ANAS, G. SOEPARDI, R.S. HADIOETOMO, S. SAONO, dan W.H. SISWORO 177

Variasi ketahanan beberapa galur mutan kacang hijau *Vigna radiata* L. terhadap hama ulat grayak *Spodoptera litura* F.
A. N. KUSWADI, R. SUMANGGONO, dan D. SUPRIYATNA 187

BUKU III: PETERNAKAN, BIOLOGI, DAN KIMIA

Pengaruh temperatur lingkungan pada konsumsi, kecernaan ransum, dan tingkat kebuntingan sapi peranakan ongole (PO), serta pengaruh pemberian mikroba terpilih pada tingkat kebuntingan Sapi Sumba Ongole (SO)
M. WINUGROHO, Y. WIBISONO, dan M. SABRANI 13

Penampilan reproduksi domba Merino berlataksi setelah kelahiran (post partum) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung (bypass)
T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH 19

Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein bypass sebagai pakan ternak ruminansia
SUHARYONO, BINTARA H.S., ACHMAD S., dan TITIN M. 25

Menggunaan ekstrak metanol daun enterolobium untuk meningkatkan fermentasi pakan dan massa bakteri dengan proses defaunasi protozoa rumen pada kambing
R. BAHAUDIN, A. SYAMSI, T. MARYATI, N. LELANINGTYAS, dan S. MARUSIN 31

Pelet kotoran ayam iradiasi sebagai pakan tambahan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*)
HARSOJO, L. ANDINI S., SUWIRMA S., dan NAZLY HILMY 37

Analisis darah domba yang diimunisasi dengan metaserkaria iradiasi melawan infeksi cacing *Fasciola gigantica*
BOKY JEANNE TUASIKAL, ENING WIEDOSARI, dan SRI WIDJAJANTI 45

Daya perlindungan metaserkaria *Fasciola gigantica* yang diiradiasi di dalam melawan infeksi cacing pada domba
WIEDOSARI, E., S. WIJAYANTI, dan B.J. TUASIKAL 49

Penggunaan nisbah albumin/globulin dan total fraksi protein untuk pendugaan terjadinya kekebalan pada domba
SUKARDJI PARTODIHARDJO 53

Studi tanggap kebal pada marmut dan kelinci yang diinokulasi dengan *Tripanosoma evansi*
MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI 57

Kerusakan dan penyembuhan DNA *Deinococcus radiodurans* setelah diiradiasi
ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE 61

Sensitivitas isolat *Salmonella sp.* terhadap iradiasi, suhu, dan pH
ANDINI, L.S., HARSOYO, ROSALINA S.H., dan SRI POERNOMO 69

Pertumbuhan jamur kayu pada beberapa limbah pertanian yang diiradiasi dengan sinar gamma
DARMAWI, dan EDIH SUWADJI 77

Tanggapan pertumbuhan protokorm Anggrek Dendrobium terhadap dosis iradiasi sinar gamma
SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI 83

Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus *Chrysanthenum morifolium* Linn.
LUKMAN UMAR dan IRWANSJAH 89

Pengaruh iradiasi gamma terhadap penguraian dan penghilangan zat warna disperse blue dalam larutan air
AGUSTIN S.M. BAGYO, WINARTI ANDAYANI, dan SURTIPANTI SADJIRUN 95

Pengaruh iradiasi, penambahan sludge kelapa sawit, dan $Al_2(SO_4)_3$ pada zat warna dispersi orange-25 dalam air
WINARTI ANDAYANI, AGUSTIN SUMARTONO, dan SURTIPANTI S. 103

Akumulasi, distribusi, dan toksisitas Cd terhadap ikan lele (*Clarias batrachus*) dalam air
YUMIARTI, JUNE MELLAWATI, dan SUWIRMA S. 109

Studi pengaruh pakan terhadap kontribusi mineral dalam darah dan organ hewan
JUNE MELLAWATI, SUHARYONO, dan SURTIPANTI S. 115

Penentuan unsur dalam beberapa bahan acuan standar dari IAEA dengan spektrometer pendar sinar-X
YULIZON MENRY, JUNE MELLAWATI, dan YUMIARTI 123

Penyerapan dan distribusi monokrotofos dalam tanaman kacang hijau pada fase vegetatif dan generatif
M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO 133

Studi perilaku residu karbaril (1-naftil-N-metilkarbamat) dalam tanah dengan teknik perunut ^{14}C
ERRY ANWAR dan M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO 137

Pembuatan formula dan pelepasan terkendali insektisida asefat ^{14}C menggunakan matriks zeolit dan penerapannya
SOFNIE M. CHAIRUL, SULISTYATI, M.M., dan ULFA TAMIN 145

Aplikasi formulasi pelepasan terkendali karbofuran-^{14}C pada tanaman tomat
ULFA TAMIN, SOFNIE M. CHAIRUL, dan M. SULISTYATI 151

Memacu aktivitas sistem SOS-*Escherichia coli* teradiasi neutron cepat dengan dapar fosfat dan natrium klorida
IRWANSYAH 157

SIFAT KELISTRIKAN FILM KARET DARI KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM STIREN HASIL IRADIASI

Made Sumarti, June Mellawati, dan Marga Utama

*Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

SIFAT KELISTRIKAN FILM KARET DARI KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM STIREN HASIL IRADIASI. Proses kopolimerisasi radiasi stiren ke dalam lateks alam dan lateks alam iradiasi, dengan kadar stiren: 50, 75, dan 100 psk pada dosis iradiasi 0, 10, dan 20 kGy telah diteliti. Derajat konversi, kandungan polimer, serta sifat kelistrikan yang meliputi hambatan jenis, konstante dielektrikum pada potensial 100, 300, 500, dan 900 volt dievaluasi. Ternyata film karet dari kopolimer karet alam iradiasi-stiren yang berkadar stiren 50 psk dan dosis iradiasi 10 kGy mempunyai derajat konversi sebesar 82% dan hambatan jenis maksimum sebesar 1,51 x 10^{17} Ohm.cm, serta konstante dielektrikum 3,95. Kandungan logam di dalam lateks juga sangat berpengaruh pada hambatan jenis film karet yang dihasilkan.

ABSTRACT

ELECTRICAL PROPERTIES OF IRRADIATED NATURAL RUBBER-STYRENE COPOLYMER. Radiation copolymerization of styrene onto natural rubber latex and irradiated natural rubber latex using styrene concentrations of 50, 75, and 100 phr, and irradiation doses of 0, 10, and 20 kGy have been carried out. The degree of conversion, polymer-loading, resistivity, and dielectricum constant at 100, 300, 500, and 900 volts were evaluated. The results show that natural rubber-styrene copolymer with 50 phr of styrene concentration and irradiated at 10 kGy have a maximum conversion of 82% resistivity of 1,51 x 10^{17} Ohm.cm, and dielectricum constant of 3,95. The resistivity of natural rubber film is influenced by the metal content of the natural rubber latex.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, polimer lebih dikenal sebagai bahan untuk kebutuhan umum, misalnya kantong plastik dan sarung tangan karet, sedang untuk kebutuhan khusus, misalnya untuk sarung tangan listrik dan polimer konduktor belum banyak ditangani (1).

Pada pembuatan produk karet untuk keperluan kelistrikan misalnya pelapis kabel dan sarung tangan listrik, kompon karet atau lateks harus tidak mengandung logam, atau kalau ada kadarnya seminimum mungkin (2, 3).

Lateks karet alam iradiasi yang diproduksi oleh PAIR, BATAN dalam skala pilot sejak tahun 1984, sudah digunakan oleh industri rumah tangga yang bergerak di bidang perkaretan untuk pembuatan barang karet keperluan umum misalnya sarung tangan industri, balon, dan perekat sedang untuk kebutuhan khusus belum dikembangkan (4).

Proses kopolimerisasi radiasi stiren ke dalam lateks karet alam telah dikerjakan sejak tahun 1986 (5), dan pada proses kopolimerisasinya tidak menggunakan bahan yang mengandung logam.

Stiren adalah monomer hidrofobik yang polimernya bersifat regas dan sangat baik untuk isolator (6). Apabila dikopolimerisasikan dengan karet alam, maka diharapkan sifat film karet dari kopolimer lateks alam-stiren tersebut di samping bersifat elastis juga mempunyai sifat isolator yang baik.

Untuk membuktikan hipotesis tersebut, dalam makalah ini akan dibahas hasil penelitian tentang sifat kelistrikan film karet dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi. Beberapa faktor perlakuan pada proses kopolimerisasi radiasi yang diamati ialah jenis lateks, yaitu lateks alam dan lateks alam iradiasi, kadar stiren, yaitu 50, 75, dan 100 psk (per seratus bagian berat karet), dan dosis iradiasi, yaitu 0, 10, dan 20 kGy. Parameter penting yang diamati adalah hambatan jenis listrik dan konstante dielektrikum.

Tujuan penelitian ini ialah di samping sebagai bahan informasi bagi para produsen karet alam, juga mengevaluasi sifat kelistrikan film karet dari kopolimer lateks karet alam-stiren.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Lateks karet alam produksi PT Perkebunan XI, Pasir Waringin, Serang, Jawa Barat dan monomer stiren teknis buatan dalam negeri.

Alat. Iradiator gamma ^{60}Co, IRPASENA beraktivitas 80 kCi, Tettex AG Type 2914 untuk mengukur hambatan jenis isolator, dan Spektrometer Pendar Sinar-X buatan Ortec untuk menguji kandungan logam dalam film karet.

Metode. Diagram alir penelitian disajikan di Gambar 1 dengan rincian sebagai berikut: Lateks alam atau lateks alam iradiasi ditambah emulsi monomer stiren se-

banyak 50, 75, dan 100 psk, kemudian campuran tersebut diiradiasi dengan sinar gamma Cobalt-60 pada dosis 0, 10, dan 20 kGy. Kopolimer lateks karet alam yang dihasilkan dibuat film karet dengan menuangkannya di atas plat kaca setebal kurang lebih 1 mm. Setelah film karet dicuci dan dikeringkan, diletakkan di atas papan uji pada alat pengukur hambatan jenis listrik Tettex AG tipe 2914, lalu alat tersebut dinyalakan listriknya. Tegangannya diatur, yaitu 100, 300, 500, dan 900 volt, kemudian diamati hambatannya dalam Mega Ohm, atau kapasitasnya dalam Piko Farat. Untuk menghitung hambatan jenis digunakan rumus:

$$\varsigma = \frac{R.A.}{d} \text{ Ohm.cm}$$

di mana:

R = hambatan (Ohm)
A = luas penampang (cm^2)
d = tebal (cm)

Untuk menghitung koefisien dielektrikum digunakan rumus:

$$\varepsilon r = \frac{C.d.4.0,8988}{A}$$

di mana:

C = kapasitas (pF)
d = tebal (cm)
A = luas area (cm^2)

Di samping itu, diukur pula kandungan logam dalam film karet tersebut, dengan menggunakan alat Spektrometer Pendar Sinar-X yang caranya sebagai berikut: Film karet dengan ukuran tertentu diletakkan di atas papan uji dari alat Spektrometer Pendar Sinar-X, kemudian alat dijalankan, maka pada monitor akan terlihat jumlah kandungan logamnya berupa grafik kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis Lateks. Dalam penelitian ini lateks yang dikopolimerisasi radiasi dengan stiren ada 2 macam, yaitu lateks alam dan lateks alam iradiasi. Hambatan jenis kedua film karet tersebut tertera pada Tabel 1. Tabel ini menunjukkan bahwa karet alam tanpa iradiasi (KA) mempunyai hambatan jenis rendah sehingga tidak terukur oleh alat. Akan tetapi, setelah diiradiasi, film karetnya (KAI) mempunyai hambatan jenis cukup tinggi, yaitu $1,15 \times 10^{12}$ Ohm.cm, pada beda potensial 500 Volt. Seperti yang telah dilaporkan oleh JOHANNES (8), arus listrik akan terjadi bila ada lintasan elektron. Jadi dengan meningkatnya hambatan jenis, hal ini mencirikan bahwa poliisopren film karet yang sudah berikatan silang satu sama lain akan menghambat jalannya elektron. Hambatan jenis meningkat menjadi 13800×10^{12} Ohm cm, apabila lateks alam iradiasi tersebut dikopolimerisasi radiasi dengan stiren menjadi film karet KAI-St (karet alam iradiasi-stiren). Hal ini menunjukkan bahwa sifat isolator polistiren yang berada di dalam kopolimer karet alam-stiren tersebut dapat meningkatkan hambatan jenis.

Pengaruh Dosis Radiasi. Tabel 1 menyajikan hambatan jenis karet alam iradiasi (KAI) dan karet alam stiren pada dosis iradiasi berbeda-beda. Tabel ini menunjukkan bahwa dengan naiknya dosis iradiasi pada karet alam-stiren (KA-St), hambatan jenis meningkat, misalnya pada dosis iradiasi 20 kGy, hambatan jenisnya meningkat dari 493×10^{12} (dosis 10 kGy) menjadi 609×10^{12} Ohm.cm untuk beda potensial 100 Volt, dan sebagainya. Hal ini disebabkan karena dengan naiknya dosis iradiasi, kandungan polistiren dalam kopolimer yang terjadi meningkat, sehingga hambatan jenisnya meningkat pula. Akan tetapi, pada karet alam iradiasi hambatan jenis tidak meningkat, kemungkinan karena tidak ada polistirennya.

Pengaruh Kadar Stiren dalam Proses. Ada kecenderungan bahwa pada proses kopolimerisasi radiasi stiren ke dalam lateks alam dengan dosis yang sama misalnya dosis 10 kGy, derajat konversi menurun, dengan meningkatnya kadar stiren, sehingga kandungan polistiren dalam kopolimer menurun pula. Hal ini akan mengakibatkan hambatan jenis film karet yang dihasilkan menurun pula (Tabel 3). Turunnya derajat konversi tersebut disebabkan karena G_{value} stiren rendah, yaitu bernilai antara 0,01 dan 0,026, sedang G_{value} karet alam cukup tinggi bila dibandingkan dengan stiren yaitu = 1 (9, 10). Di samping itu, dengan 50 psk, stiren yang masuk ke dalam lateks alam sudah jenuh, akibatnya larutan menjadi lebih encer bila kadar stiren dinaikkan. Meningkatnya kadar stiren dalam proses akan menyebabkan reaksi terminasi lebih efektif, sehingga derajat konversi dan kopolimer menurun.

Pengaruh Kandungan Logam dalam Lateks. Oleh karena lateks alam merupakan hasil alam yang tumbuh dari tanah yang banyak mengandung unsur logam, maka lateks alam akan mengandung logam pula. Seperti telah diketahui, logam adalah konduktor yang baik, sehingga jumlah kandungan logam di dalam lateks sebelum diproses akan mempengaruhi hambatan jenis film karet yang dihasilkan. Hal ini dapat dibuktikan pada Tabel 4.

Pengaruh Tebal Film. Secara teori hambatan jenis listrik tidak dipengaruhi oleh tebal film, namun karena kadar air di dalam film biasanya dipengaruhi oleh tebal film, maka tebal film kemungkinan dapat mempengaruhi hambatan jenisnya. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel ini menunjukkan bahwa ada kecenderungan dengan naiknya kadar air, hambatan jenis menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kelembapan udara dan masih adanya bahan bukan karet, yaitu karbohidrat, protein, dan lemak merupakan konduktor, sehingga dapat menurunkan nilai hambatan jenis.

Kualitas Kopolimer Karet Alam Iradiasi-Stiren. Sifat fisik dan mekanik, serta sifat kelistrikan film karet dari lateks alam iradiasi yang dikopolimerisasi radiasi dengan stiren atau dengan kode KAI-St, disajikan pada Tabel 6. Tabel ini menunjukkan bahwa film karet dari kopolimer lateks alam iradiasi stiren kemungkinan dapat digunakan untuk sarung tangan listrik.

KESIMPULAN

Lateks karet alam bila divulkanisasi radiasi hambatan jenis film karetnya akan meningkat. Hambatan jenis film karet ini akan lebih meningkat lagi apabila lateks alam iradiasi tersebut dikopolimerisasi radiasi dengan stiren pada kadar 50 psk dan dosis iradiasi 10 kGy. Peningkatan nilai hambatan jenis film karet lateks alam iradiasi ke kopolimer lateks iradiasi stiren ialah dari 1,15 x 10^{12} Ohm.cm menjadi 1,51 x 10^{17} Ohm.cm, dengan nilai konstante dielektrikum sekitar 3,95 pada beda potensial 500 volt.

DAFTAR PUSTAKA

1. TJIA, M.O., "Perkembangan polimer konduktif dan aplikasinya", Kongres Ilmu Pengetahuan Indonesia VI, Serpong, 11-15 September (1995).

2. G.de BOER, Pengetahuan Praktis tentang Karet, Ruygrek & Co, Djakarta (1952).

3. ANONIM, Petunjuk pembuatan barang karet dari karet alam, BPP, Bogor (1985).

4. UTAMA, M., Teknologi polimerisasi radiasi siap pakai untuk industri yang berwawasan lingkungan, Info Karet Jakarta, Juli (1995).

5. SUNDARDI, F., dan SOFIARTI, W., "Kopolimerisasi tempel monomer stiren pada lateks karet alam I. Pengaruh kloroform dan karbon tetraklorida", Proses Radiasi (Risalah Seminar Jakarta, 1985), PAIRBATAN, Jakarta (1986) 231.

6. ANONIM, Buku manual test cell for solid insulants, Tettex AG Instrument.

7. RON JENKINS, R.W. GOULD, DALE GEDCKE, Quantitative X-ray Spectrometry, Marcel Dekker Inc. New York and Basel (1981).

8. JOHANNES, H., Listrik dan Magnent, PN Balai Pustaka, Jakarta (1972).

9. SWALLOW, A.J., Radiation Chemistry of Organic Compounds, Pergamon Press, London (1960).

10. O'DONNELL, J.H., and SANGSTER, D.F., Principle of Radiation Chemistry, Erward Arnold Ltd., London (1970).

Tabel 1. Hambatan jenis film karet dari kopolimer karet alam-stiren pada beda potensial berbeda-beda.

Jenis kopolimer	Dosis iradiasi (kGy)	Hambatan jenis (X 10^{12} Ohm.cm), pada beda potensial :			
		100 V	300 V	500 V	900 V
KA	0	TT	TT	TT	TT
KAI	35	3,93	1,85	1,15	0,60
KA-St	10	493,00	71,30	32,90	13,70
	20	609,00	350,00	152,00	54,00
KAI-St	10	TT	TT	13800	82900

TT = tidak terukur, KA = karet alam, KAI = karet alam iradiasi
KA-ST = kopolimer karet alam stiren

Tabel 2. Hambatan jenis film karet dari karet alam iradiasi (KAI).

Jenis kopolimer	Dosis iradiasi, (kGy)	Hambatan jenis (X10^{12} Ohm.cm), pada beda potensial			
		100 V	300 V	500 V	900 V
KAI	10	5,08	1,61	0,74	2,54
	20	3,05	2,72	2,18	0,82
	30	4,17	2,5	1,56	0,87
	35	3,93	1,85	1,15	0,60

KAI = karet alam iradiasi

Tabel 3. Pengaruh kadar stiren dalam proses kopolimerisasi radiasi stiren ke dalam lateks alam dengan dosis 10 kGy terhadap hambatan listrik film karetnya.

Kadar Stiren, (psk)	Derajat Konversi, (%)	Kopolimer, (%)	Hambatan jenis (X10^{14} ohm.cm) pada beda potensial		
			500 V	700 V	900 V
50	82	37,5	72,8	97,0	141,0
75	45	34,8	1,3	1,9	2,4
100	32	32,0	1,2	1,6	2,0

Tabel 4. Hambatan jenis film karet dalam kopolimer karet alam-stiren yang berbeda-beda kandun gan logamnya pada beda potensial 900 volt.

Jenis kopo-limer.	Kandungan logam (ppm)									Hambatan jenis, (Ohm.cm)
	Al	K	Ca	Sc	Fe	Cu	Zn	Pb	Rb	Sr	
KA-St.	TT	510	290	34	21	13	TT	TT	2	TT	$1,37X10^{13}$
KA-St.M	10	230	250	19	116	47	17	2	4	1	TT
KA-St.K	11	890	260	19	127	49	13	TT	7	2	TT

TT=tidak terdeteksi, KA-St M/K = karet alam stiren berwarna merah/kuning

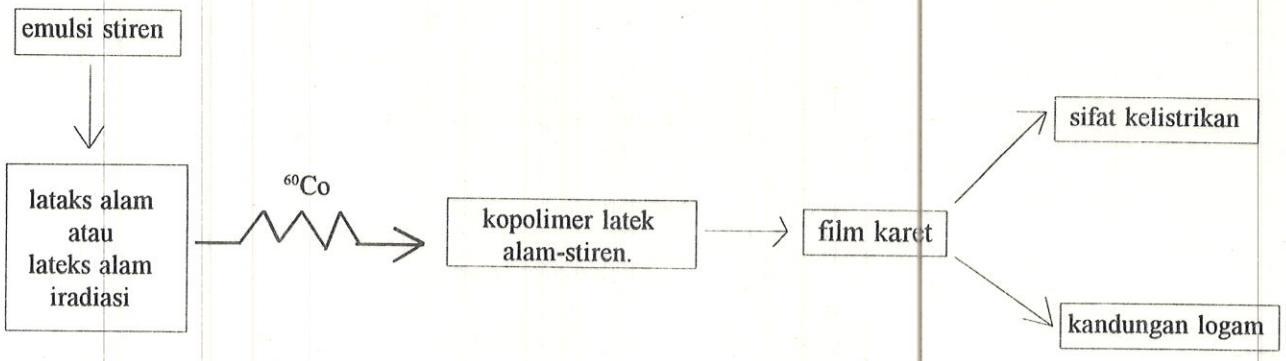
Tabel 5. Hambatan jenis listrik dalam kopolimer karet alam iradiasi stiren (KAI-St) dengan tebal film dan beda potensial yang berbeda-beda.

Tebal film (mm)	Kadar air (%)	Hambatan jenis (X 10^{17} Ohm.cm), pada beda potensial :		
		500 V	700 V	900 V
0,56	0,8	1,51	0,96	1,03
1,83	1,0	0,77	0,62	0,68

Tabel 6. Sifat fisik dan mekanik, serta sifat kelistrikan kopolimer film karet alam iradiasi-stiren (KAI-St), dan persyaratan sifat sarung tangan listrik menurut BS 697.

Sifat fisik	Film karet KAI-St	BS 697
Tebal (mm)	0,56	0,65 - 1,25
Perpanjangan putus (%)	800	600*
Tegangan putus (MPa)	23	14*
Hambatan jenis (Ohm.cm)	1,51 X 10^{17}	-
Konstante dielektrikum pada 500 V	3,95	-
Kebocoran arus pada 1100 Volt (mA)	0,3#	8**.

* = nilai minimum, ** = nilai maksimum, # = menurut perhitungan sesuai hukum Ohm.



Gambar 1. Diagram alir percobaan

DISKUSI

SUGIARTO

Bagaimana pengaruh dosis terhadap hambatan jenis KAI pada tegangan yang berbeda mengingat bahwa kecenderungan data yang diperoleh berbeda-beda?

MADE SUMARTI

Memang, pada karet alam iradiasi dengan kenaikan dosis radiasi hambatan jenis cenderung meningkat, dan masih perlu data pendukung.

HERWINARNI

1. Mengapa stiren mempunyai hambatan jenis makin tinggi voltasenya, makin naik?
2. Coba terangkan hubungan antara hambatan jenis dengan konstante dielektrikan?

MADE SUMARTI

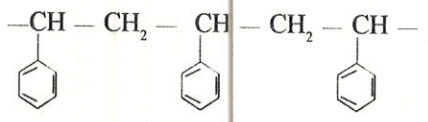
1. Kami melakukan analisis dalam film karet alam stiren, sedangkan untuk pengukuran stiren tidak kami lakukan. Sebagai bahan informasi, beda potensial makin tinggi tidak selalu menaikan hambatan jenisnya.
2. Semakin tinggi konstanta dielektrikum maka hambatan jenis makin kecil.

NAZLY HILMY

1. Komposisi mana dari kopolimer lateks alam stiren yang diperkikan menimbulkan sifat kelistrikan?
2. Untuk LA yang berbeda apakah kelistrikan ini berbeda?
3. Apa pengaruh radiasi pada sifat kelistrikan kopolimer LA stiren?

MADE SUMARTI

1. Polimer yang mudah menghantarkan arus listrik biasanya ikatan rangkap terkonyugasi.
   Contoh : --C==C--C==C--C==C-- PANI (polianilin)
   Sedangkankan polistiren struktur sebagai berikut:



   Tidak ada ikatan rangkap terkonyugasi, sehingga sifat daya hantar listrik rendah. Polistiren memang ada ikatan terkonyugasi pada rantai benzen, tetapi sifatnya lokal, hal ini tidak menghantarkan arus listrik (literatur).
2. Berbeda sifat kelistrikannya bila kandungan logam pada lateks alam tersebut berbeda, sedang untuk poliisopren tidak berbeda sifat kelistrikannya.
3. Karena pengaruh radiasi, maka terjadi ikatan silang yang menghalangi lintasan elektron. Akibatnya hambatan listrik pada film karet kopolimer lateks alam stiren