

**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)**

**I. 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

PENGANTAR

Kegiatan pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Jatropha dan Kajian (APROGA) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Jatropha dan Kajian Badan Usaha Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk menyebarkan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nukleus dalam bidang Peternakan, Industri Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Teknologi 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 143 orang peserta yang terdiri dari para ilmuwan dan praktisi serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintahan, BUMN, dan swasta.

Dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua masalah utama yang dibawakan oleh pembicara, yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional, dan Human Sains dan Teknologi Nuklir dalam Meningkatkan Produktivitas Industri dan Pengelolaan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas sebanyak 17 masalah hasil penelitian yang dibahas dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara paralel.

Pencapaian hasil 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.

Peningkatan

## 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
<u>Crosslinking</u> 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 <u>flame retardant</u> 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 ( <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Agr.) NURWATI HABIB, AGUS ISMANTO, dan MARGA UTAMA .....	81
Kualitas bambu betung ( <i>Dendrocalamus asper</i> ) 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 $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ 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 $^{46}\text{Sc}$ 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
<b>BUKU II : PERTANIAN</b>	
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 ( <i>Oryza sativa</i> L.) varietas Sen- tani ITA DWIMAHYANI dan ISHAK .....	25
Ketahanan terhadap penyakit karat daun ( <i>Phakopsora pachirizi</i> 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 <u>in vitro</u> 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 ( <i>Musa sp.</i> ) 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 GANDANE- GARA .....	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 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 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 $^{15}\text{N}$ 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 $^{15}\text{N}$ bagi penentuan efisiensi pupuk N pada tanaman kelapa sawit LUQMAN ERNINGPRADJA, M.M. SIAHAAN, Z. POELOENGAN, dan ELSJE L. SIS- WORDO .....	153
Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO .....	161
Serapan radiofosfor $^{32}\text{P}$ dan radioseng $^{65}\text{Zn}$ pada tanaman cabe ( <i>Capsium annuum</i> L.) yang di- tanam 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 <i>Vigna radiata</i> L. terhadap hama ulat grayak <i>Spodoptera litura</i> F. A. N. KUSWADI, R. SUMANGGONO, dan D. SUPRIYATNA .....	187

### BUKU III: PETERNAKAN, BIOLOGI, DAN KIMIA

Pengaruh temperatur lingkungan pada konsumsi, pencernaan 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 berlaktasi setelah kelahiran ( <u>post partum</u> ) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung ( <u>bypass</u> ) T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH .....	19
Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein <u>bypass</u> sebagai pakan ternak ruminansia SUHARYONO, BINTARA H.S., ACHMAD S., dan TITIN M. ....	25
Menggunakan 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 ( <i>Osphronemus gouramy</i> ) HARSOJO, L. ANDINI S., SUWIRMA S., dan NAZLY HILMY .....	37
Analisis darah domba yang diimunisasi dengan metaserkaria iradiasi melawan infeksi cacing <i>Fasciola gigantica</i> BOKY JEANNE TUASIKAL, ENING WIEDOSARI, dan SRI WIDJAJANTI .....	45
Daya perlindungan metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> 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 <i>Tripanosoma evansi</i> MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI .....	57
Kerusakan dan penyembuhan DNA <i>Deinococcus radiodurans</i> setelah diiradiasi ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE .....	61
Sensitivitas isolat <i>Salmonella sp.</i> 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 <i>Dendrobium</i> terhadap dosis iradiasi sinar gamma SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI .....	83
Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus <i>Chrysanthemum morifolium</i> 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 <u>sludge</u> 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 ( <i>Clarias batrachus</i> ) 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 monokrotophos 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 aseptat $^{14}C$ 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- <i>Escherichia coli</i> teradiasi neutron cepat dengan dapar fosfat dan natrium klorida IRWANSYAH .....	157

## EFEK IRADIASI TERHADAP KOMPON POLIETILEN DENSITAS RENDAH

Anik Sunarni, Isni Marlijanti, Mirzan T. Razzak, dan Gatot T.M.

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

### ABSTRAK

**EFEK IRADIASI TERHADAP KOMPON POLIETILEN DENSITAS RENDAH.** Percobaan iradiasi film kompon polietilen densitas rendah LDPE telah dilakukan dengan film kompon yang dibuat dengan mencampurkan pelet LDPE, antioksidan irganox 1076, carbon black dan  $Sb_2O_3$ . Kompon diiradiasi dengan berkas elektron 2 MeV, kuat arus 1 mA, dosis iradiasi 0—500 kGy, untuk melihat efek iradiasi pada kompon tersebut. Sifat mekanik khususnya tegangan putus 133 kg/cm<sup>2</sup> (0 kGy) naik menjadi 170 kg/cm<sup>2</sup> pada dosis iradiasi 300 kGy. Pengaruh penambahan antioksidan irganox 1076 pada kompon iradiasi mengakibatkan tidak meleleh waktu pengusangan sedang tanpa penambahan antioksidan meleleh. Mulur putus mengalami penurunan dengan kenaikan dosis iradiasi karena terjadi ikatan silang dari kompon tersebut. Fraksi gel pada dosis iradiasi 300 kGy mencapai 76%.

### ABSTRACT

**IRRADIATION EFFECT LOW DENSITY POLYETHYLENE.** Experiment on irradiation of low density polyethylene, LDPE, has been carried out using compounds which were made by mixing LDPE pellet, irganox 1076 anti oxidant, carbon black, and  $Sb_2O_3$ . The film were irradiated by the electron beam of 2 MeV power, 1 mA current, and 0 to 500 kGy irradiation doses. The mechanical properties especially its tensile strength ( $T_b$ ) 133 kg/cm<sup>2</sup> (0 kGy) increase to 170 kg/cm<sup>2</sup>. The irradiated compounds which was added with irganox 1076 antioxidant were not melt during aging time, however the one which was not added with antioxidant were melt. The elongation at break decreases with the increasing of irradiation doses because of the crosslink of the compounds. Gel fraction at irradiation dose of 300 kGy was 76%.

### PENDAHULUAN

Polietylen digolongkan sebagai jenis polietilen linier, yaitu polimer yang dapat melunak atau meleleh kalau dipanaskan, sehingga mudah dibentuk.

Polietylen komersial ada tiga macam, yaitu polietilen densitas tinggi (HDPE), polietilen densitas rendah (LDPE), dan polietilen linier densitas rendah (LLDPE). Ketiga polietilen tersebut berbeda struktur linier dan densitasnya. Yang banyak digunakan dalam industri adalah LDPE.

LDPE dimanfaatkan secara luas sebagai bahan pengemas kosmetik/obat-obatan, botol, kantong plastik, bahan dasar isolasi kabel, dan lain-lainnya. Sifat mekanik yang kuat dan ketahanannya terhadap cuaca merupakan syarat penting yang harus dimiliki oleh LDPE agar produk yang dibuat dari LDPE tersebut berguna dan berfungsi dengan baik.

Secara kimia, struktur molekul LDPE yang pada mulanya linier menjadi molekul berikatan silang berdimensi tiga menjadi polimer yang lebih kuat dan membuat sifat mekanik yang lebih baik. Penggunaan energi radiasi untuk pengolahan polimer dalam industri didasarkan pada energi radiasi yang dapat menginduksi reaksi kimia pada bahan yang diiradiasi dan terjadi pembentukan ikatan silang pada polimer iradiasi. Hal ini sebagai upaya modifikasi polimer dengan teknik iradiasi. Dalam makalah ini

dilaporkan bahwa kompon LDPE mengandung antioksidan, carbon black sebagai *filler* maupun antineutrino dan  $Sb_2O_3$  untuk penghambat nyala api. Hasil iradiasi berkas elektron kompon LDPE berguna untuk industri kabel, yaitu untuk bahan isolasi kabel yang tahan panas dan tahan tegangan tinggi. Dalam hal ini dilaporkan hasil radiasi berkas elektron terhadap kompon LDPE khususnya mengenai pengikatan silang dan sifat mekanik.

### BAHAN DAN METODE

**Bahan.** Pelet polietilen densitas rendah (LDPE) malen-E (produksi Polandia) dengan densitas 0,918, antioksidan Irganox 1076 (CIBA GEIGY), carbon black (ICI), dan  $Sb_2O_3$  buatan Merck. Xylene dan metanol digunakan sebagai pelarut dan pencuci.

**Pembuatan Sampel.** Empat puluh gram pelet LDPE ditambah 4% carbon black dan 0,8% antioksidan Irganox 1076, serta 8%  $Sb_2O_3$  digiling bersama pada labo platomill pada temperatur 130°C selama 10 menit, dengan kecepatan putaran pisau 60 rpm, ini sebagai Master Bath. Kompon A dibuat dengan mencampur 20 pelet LDPE dan 21,18 gram Master Bath dicampur dalam "labo plastomill" temperatur 130°C selama 10 menit, kecepatan putaran pisau 60 rpm begitu pula kompon B dengan mencampur 30 gram pelet LDPE dengan 11,18 gram Master

**Bath.** Sedang kompon C dibuat dengan 40 gram pelet dicampur 1% carbon black dan 0,2% antioksidan serta 2%  $Sb_2O_3$ . Kondisi pencampuran kompon sama dengan seperti pencampuran **Master Bath**. Kompon A, B, dan C dibuat film tebal 0,5 mm dengan mesin tekan panas, dengan tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup>, pada temperatur 130°C selama 3 menit, ukuran film 15 cm x 15 cm.

**Iradiasi.** Film kompon A, B, dan C diiradiasi dengan berkas elektron (Gj-2 electron accelerator 2 MeV, Shanghai, Xian-Feng Electric Manufacturing Work, China). Iradiasi dilakukan pada tegangan 2 MeV, dengan kuat arus sebesar 1 mA, pengukuran laju dosis dengan dosimeter CTA. Dosis iradiasi 100, 200, 300, 350, 400, 450, dan 500 kGy.

**Pengujian Sifat Fisik Mekanik Film LDPE.** Iradiasi terhadap film LDPE menimbulkan pemutusan maupun pembentukan ikatan antara molekul molekul LDPE dan mengakibatkan perubahan sifat fisik dan mekaniknya. Pengujian meliputi:

**Fraksi Gel.** Setengah gram sampel film dimasukkan dalam kasa dan ditimbang ( $W_o$ ). Sebelumnya berat kasa ditimbang ( $W_k$ ). Kasa baja yang berisi sampel diekstraksi dengan pelarut Xylen menggunakan sohlet 157°C selama 24 jam. Setelah diekstraksi, kasa tersebut dicuci dengan aseton/metanol, dikeringkan dalam oven vakum 70°C selama 1 jam, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator ditimbang sampai berat tetap ( $W_t$ ). Fraksi gel dihitung menurut rumus berikut:

$$G(\%) = \frac{W_o - W_k}{W_t - W_k} \times 100\%$$

**Tegangan Putus dan Mulur Putus.** Tegangan putus diukur menurut standar ASTM 1721-91W. Pengukuran dilakukan menggunakan alat Strogap-RI buatan Toyoseiki kecepatan 30 mm/menit dan pada suhu ruang. Sebelumnya, tebal dan lebar sampel diukur dengan mikrometer. Harga tegangan putus ( $T_B$ ) dihitung menurut rumus:

$$T_B = \frac{M_L}{d \times b}$$

di mana:

- $M_L$  = beban maksimum yang tercatat pada alat
- $d$  = tebal sampel
- $b$  = lebar sampel

Mulur putus  $E_B$  dihitung menurut rumus berikut

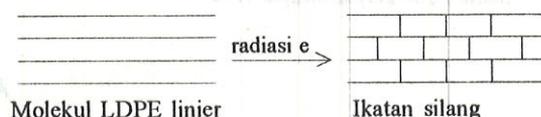
$$E_B = \frac{L - L_o}{L_o}$$

di mana:

- $L$  = perpanjangan mulur sampel pada saat beban maksimum, yaitu sampel putus
- $L_o$  = panjang sampel awal

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Fraksi Gel.** Fraksi gel adalah bagian yang tidak larut dari sampel setelah diekstraksi dengan pelarut selama 24 jam pada temperatur 150°C. Untuk LDPE sebagai pelarutnya adalah Xylen yang mempunyai titik didih 147°C. Fraksi yang tidak larut ini merupakan indikator bahwa sebagian struktur molekul yang mula-mula linier telah berubah menjadi struktur molekul yang saling berikatan silang atau berdimensi tiga (1). Struktur berdimensi tiga ini memiliki sifat sukar larut dalam pelarut, khususnya pelarut yang mampu melarutkan LDPE dengan struktur linier (tanpa iradiasi). Selain ini, struktur berikatan silang tersebut akan mempunyai sifat mekanik yang lebih kuat dibandingkan dengan struktur linier. Secara skematik pengikatan silang tersebut digambarkan sebagai berikut:



Pada Gambar 1 ditunjukkan Fraksi gel (%) yang dihasilkan dari kompon LDPE iradiasi. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1, fraksi gel (%) umumnya meningkat dengan kenaikan dosis iradiasi (3), dan mencapai optimum pada dosis iradiasi 300 kGy, yaitu fraksi gel 76%. Pada dosis iradiasi 350—500 kGy, kenaikan fraksi gel tidak berarti atau hampir tidak ada kenaikan baik kompon A, B, dan C.

**Sifat Mekanik.** Sifat mekanik dievaluasi dengan pengujian sifat tegangan putus ( $T_B$ ) dan mulur putus ( $E_B$ ) dari suatu kompon sebelum dan sesudah pengusangan. Pengusangan dilakukan dalam geer oven selama 168 jam, menurut ASTM 2655 - 83.

Pada Gambar 2 ditunjukkan hasil pengukuran tegangan putus ( $T_B$ ) kompon A, B, dan C yang diiradiasi pada dosis 0—500 kGy. Tegangan putus kompon A, B, dan C awalnya 133, 135, dan 132 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian, harga tegangan putus naik menjadi 173, 171, dan 168 kg/cm<sup>2</sup> pada dosis iradiasi 300 kGy. Kenaikan dosis iradiasi meningkatkan tegangan putus, ini disebabkan struktur molekul LDPE linier berubah menjadi struktur ikatan silang, sehingga tegangan putus meningkat karena perubahan fisik dari struktur tersebut. Pada dosis iradiasi 350—500 kGy harga tegangan putus mulai mengalami penurunan.

Pada Gambar 3 juga ditunjukkan hasil tegangan putus setelah pengusangan kompon A, B, dan C. LDPE tanpa antioksidan yang diiradiasi dengan dosis 0—500 kGy, setelah pengusangan tidak dapat diuji karena meleleh (4). Pada Gambar 3 ditunjukkan kompon tersebut pada dosis iradiasi 0—100 kGy diusangkan meleleh, tetapi yang diiradiasi pada dosis 200—500 kGy diusangkan tidak meleleh karena pengaruh penambahan antioksidan yang dapat mencegah proses oksidasi dan dapat memperpanjang umur kompon. Antioksidan Irganox 1076 mempunyai titik leleh 49—54°C dan **Compatibility** terhadap LDPE komersial. Perubahan tegangan putus sebelum dan sesudah pengusangan pada dosis radiasi 200—300 kGy tidak lebih dari 35%. Hal ini menunjukkan bahwa kompon tersebut

yang mengandung antioksidan Irganox 1076 dengan iradiasi berkas elektron akan tetap mempunyai harga tegangan putus  $T_B$ , meskipun harga tegangan putusnya turun pada waktu pengusangan.

Gambar 4 dan 5, menunjukkan hasil pengukuran mulur putus ( $E_B$ ) sebelum dan sesudah pengusangan kompon iradiasi. Dapat dilihat pada Gambar 4, bahwa harga harga mulur putus menurun dengan kenaikan dosis iradiasi. Hal ini karena perubahan sifat fisik kompon tersebut menjadi kaku atau sifat kekakuan meningkat akibat terjadinya pengikatan silang (3). Harga mulur putus sebelum dan sesudah pengusangan mengalami perubahan sekitar 17—45%, pada dosis iradiasi 200—500 kGy dari kompon tersebut.

## KESIMPULAN

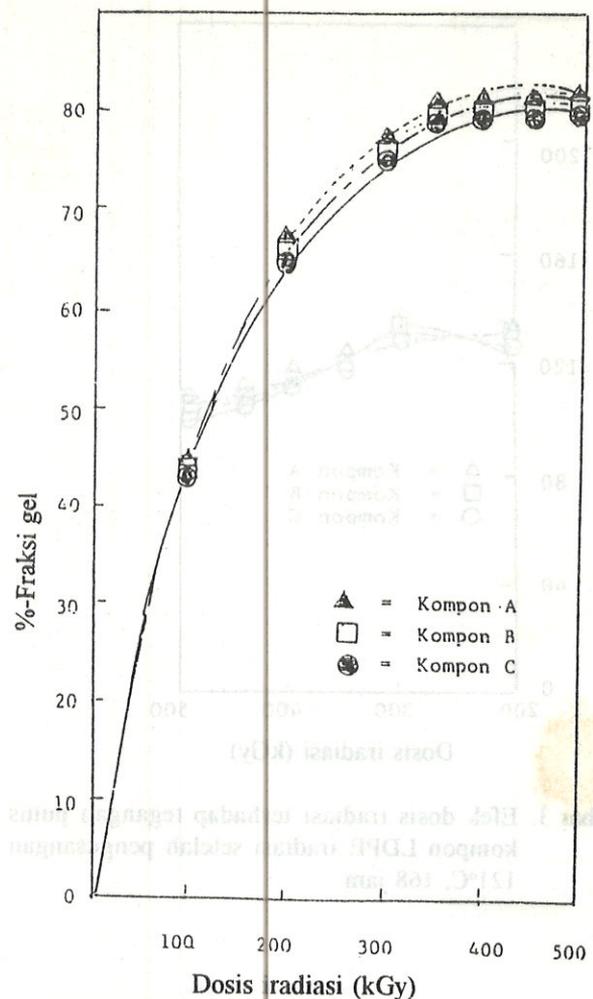
Dosis iradiasi pada kompon LDPE optimum 300 kGy, menghasilkan fraksi gel 76%, tegangan putus ( $T_B$ ) sekitar 164—173 kg/cm<sup>2</sup>, dan mulur putus 460—490% dan perubahan sesudah pengusangan 26—29,8%, serta mulur putus 31—40%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

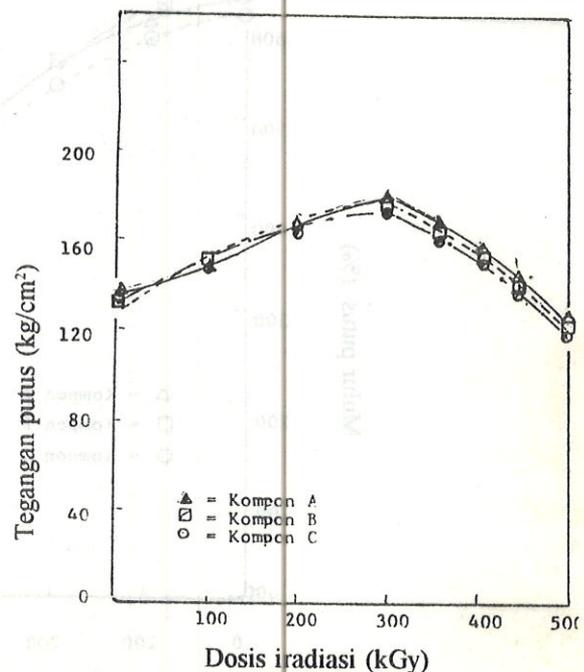
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Dewi Sekar Pangerteni B.Sc. dan Sdr. Bilter Sinaga yang telah membantu penelitian ini. Sebagian dana penelitian dibiayai oleh Proyek Riset Unggulan Terpadu (RUT 1.1).

## DAFTAR PUSTAKA

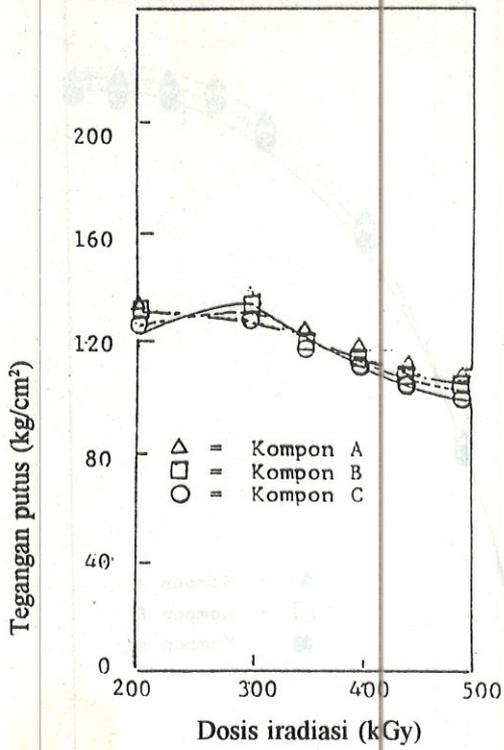
1. YONEBO TABATA, Radadiation industrial crosslinking, Radiat. Phys., Chem. 14 (1979) 235.
2. ANONYMOUS, New route to LDPE, Chemical Engineering, Mc Graw Hill. New York (1979).
3. SUN JIN ZHEN, "Properties of crosslinked polymers", Regional Training Radiation Technology, Chinese Academy of Science, Changchun (1990).
4. RAZZAK, M.T., "Pengikatan silang film polietilen dengan radiasi gamma", Seminar Himpunan Polimer Indonesia, Hotel Indonesia, Jakarta (1995).
5. WIBISONO, A., Studi pembuatan pembungkus kabel listrik dengan cara radiasi pengikatan silang polietilen, Karya Utama Sarjana Kimia, FMIPA-Jurusan Kimia, UI, Depok (1992).
6. BERNET JR., E.R., Application of radiation to industrial wires and cables, Radiat. Phys. Chem. 14 3-4 (1989) 947.



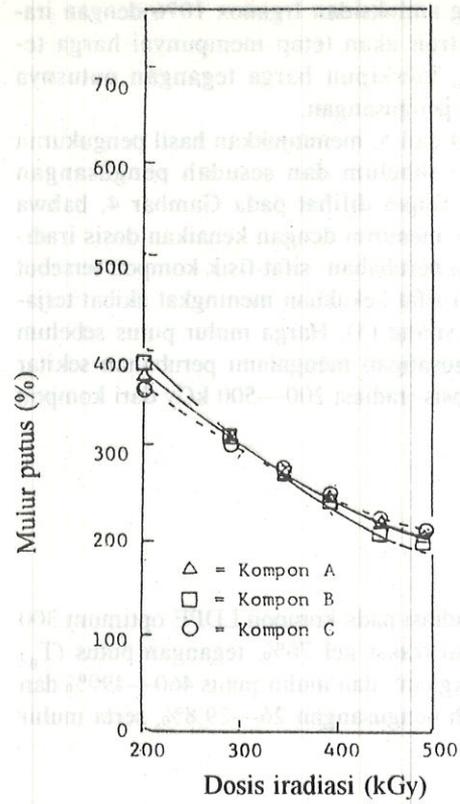
Gambar 1. Efek dosis iradiasi terhadap fraksi gel (%)



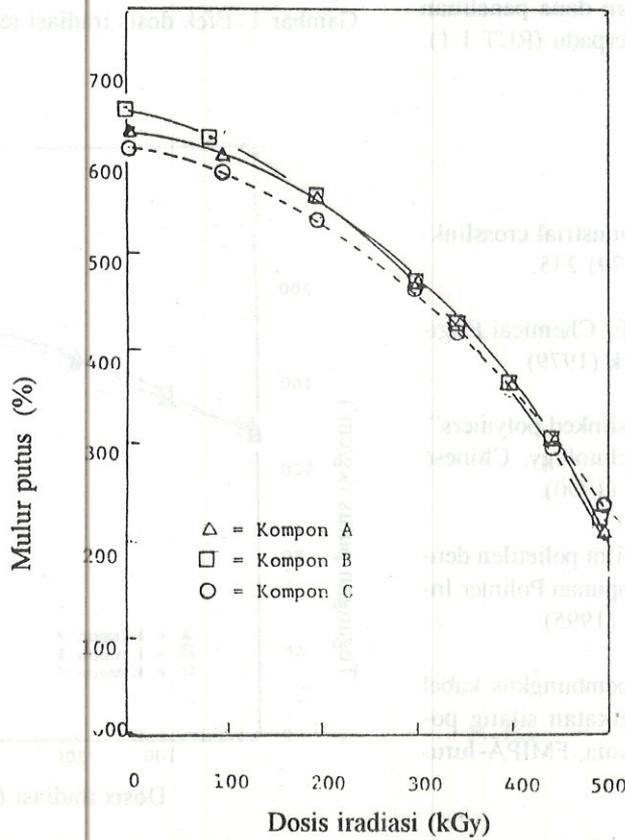
Gambar 2. Efek dosis iradiasi terhadap tegangan putus (kg/cm<sup>2</sup>) kompon LDPE iradiasi



Gambar 3. Efek dosis iradiasi terhadap tegangan putus komponen LDPE iradiasi setelah pengusangan 121°C, 168 jam



Gambar 5. Efek dosis iradiasi terhadap mulur putus komponen LDPE iradiasi setelah pengusangan 121°C, 168 jam



Gambar 4. Efek dosis iradiasi terhadap mulur putus (%) komponen LDPE iradiasi

## DISKUSI

HERWINARNI

1. Mengapa ditambah antioksidan Irganox 1076 bukan Ionol Nonox?
2. Analisis fraksi gel pada dosis 300 kGy adalah 76%, apakah %-maksimum untuk konversi berapa %?

ANIK SUNARNI

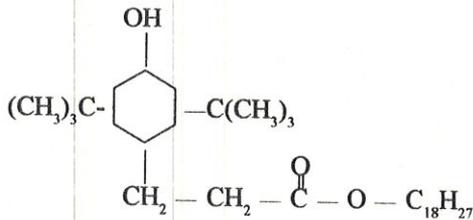
1. Sebab antioksidan Irganox 1076 adalah stabilizer untuk PE sedang Ionol dan Nonox khusus untuk antioksidan karet.
2. Tidak ada hubungan konversi, sebab PE radiasi tidak ada konversi karena PE adalah polimer.

NITA SUHARTINI

Apakah fungsi antioksidan Irganox 1076?

ANIK SUNARNI

Antioksidan Irganox 1076 adalah suatu zat dalam aditif untuk mencegah terjadinya oksidasi atau juga disebut stabilizer, dengan rumus bangun sebagai berikut:



Okta acyl 3 - (3,5 - di - terbutyl) - 4 - hydroxy phenyl propionate.

HENDRI F.W.

1. Apa fungsi penambahan  $Sb_2O_3$  dalam percobaan?
2. Apa yang dimaksud dengan (waktu) pengusangan?

ANIK SUNARNI

1. Fungsi  $Sb_2O_3$  adalah bahan aditif untuk mencegah agar kompon tersebut tidak mudah terbakar.
2. Waktu pengusangan adalah waktu yang diperlukan untuk mengetahui sifat sampel tahan terhadap oksidasi, panas.

YANTI SABARINAH

Dari data fraksi gel dan tegangan putus ( $T_b$ ) atau perpanjangan putus ( $E_b$ ) atau notasi lain yang Anda pakai, dapatkah Anda menjelaskan mengapa terjadi penurunan  $T_b$  ( $E_b$ ) pada dosis radiasi di atas 300 kGy?

ANIK SUNARNI

Terjadinya penurunan tegangan putus pada dosis di atas 300 kGy ialah karena dengan dosis semakin tinggi, maka struktur ikatan silang mengalami perubahan fisik, kompon A, B, dan C mengalami proses perapuhan, sehingga tegangan putus turun.

DISKUSI

HENDRI E W

- 1. Apa fungsi pembawaan PbO<sub>2</sub> dalam sel?
- 2. Apa yang dimaksud dengan waktu pengisian?

ANIK SUPRIANI

- 1. Fungsi PbO<sub>2</sub> adalah bahan aktif untuk mengaktifkan komponen tersebut tidak mudah teroksidasi.
- 2. Waktu pengisian adalah waktu yang diperlukan untuk mengaktifkan sel yang telah teroksidasi.

YANTI SABARINAH

Dari data faktor sel dan tegangan polar (V) dan perbandingan gas (E) dan suhu lain yang ada pada sel dapatkah Anda menjelaskan mengapa terjadi penurunan Pb (E) pada konsentrasi di atas 700 KO<sub>2</sub>?

ANIK SUPRIANI

Terdapatnya sel dengan tegangan tinggi pada konsentrasi di atas 700 KO<sub>2</sub> ialah karena dengan konsentrasi yang di atas struktur kristal yang digunakan pembawaan gas. Komponen A, B dan C mengalami proses teroksidasi yang terjadi tegangan pada suhu

HERWINA

- 1. Mengapa standar timbel dalam HgNO<sub>3</sub> 1070 bukan timbel murni?
- 2. Analisis timbel yang dilakukan 500 KO<sub>2</sub> adalah 76% apakah itu termasuk nilai konversi berapa %?

ANIK SUPRIANI

- 1. Pada analisis timbel 1070 adalah analisis untuk PE yang terdapat dalam timbel untuk analisis.
- 2. Nilai konversi konversi adalah PE cadangan tidak ada konversi karena PE adalah polymer.

YANTI SABARINAH

Analisis faktor timbel dalam HgNO<sub>3</sub> 1070

ANIK SUPRIANI

Analisis timbel 1070 adalah timbel murni yang dalam sel yang digunakan sebagai pembawaan gas yang juga disebut sebagai pembawaan gas.

YANTI SABARINAH

Analisis faktor timbel dalam HgNO<sub>3</sub> 1070



Dari reaksi tersebut dapat dilihat bahwa timbel teroksidasi menjadi timbel divalen dan gas hidrogen dihasilkan.