

**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. Elsjie 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

### PENYANTAR

Keberhasilan pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Jatropha dan Kacang (APKOR) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Jatropha dan Kacang Badan Energi Atom Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk mengedukasikan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang pertanian, industri, hidrologi, sedimentologi, kimia, biologi, lingkungan, pertanian, dan peternakan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang ini dapat dimanfaatkan dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait untuk kepentingan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan ilmiah kali ini diadakan oleh IRI Group beserta yang terdiri dari para ilmuwan dan peneliti serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Isi dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua masalah utama yang dibawakan oleh pembicara yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional, dan Pemanfaatan Sains dan Teknologi Nuklir dalam Meningkatkan Produktivitas Industri dan Pengelolaan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas secara singkat 77 masalah hasil penelitian yang dibagi dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara terpisah.

Penelitian masalah 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.

Peningkat

## 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, MASA HARU 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-I 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 <i>in vitro</i> 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. SISWORO .....	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 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 <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 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 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-*Escherichia coli* teradiasi neutron cepat dengan dapar fosfat dan natrium klorida  
 IRWANSYAH ..... 157

## **PENGARUH FLAME RETARDANT TERHADAP KECEPATAN NYALA PADA KOMPON POLIETILEN**

Isni Marlijanti, Anik Sunarni, Mirzan T.R., dan Gatot Trimulyadi

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

### **ABSTRAK**

#### **PENGARUH FLAME RETARDANT TERHADAP KECEPATAN NYALA PADA KOMPON POLIETILEN.**

Telah dilakukan pengamatan mengenai pengaruh penambahan bahan flame retardant terhadap kecepatan nyala kompon polietilen. Polietilen dijadikan kompon dengan menambahkan flame retardant yang mengandung senyawa halogen antara lain kloroparafin, tetraklorobisfenol-A, polivinil klorida dan antimon trioksida dengan berbagai komposisi. Kompon tersebut kemudian diiradiasi dengan mesin berkas elektron 2 MeV, 1 mA pada dosis 200 dan 300 kGy. Kecepatan nyala linier diuji dengan alat uji nyala buatan Atlas USA. Dari percobaan didapatkan bahwa pada komposisi  $Sb_2O_3$  : kloroparafin (1 : 1) sebesar 1% mempunyai kecepatan nyala linier 24,70 mm/menit pada dosis 0 kGy, sedangkan pada dosis 300 kGy bertambah 44,20 mm/menit. Untuk jumlah kompon 4% kecepatan nyala linier pada dosis 0 kGy sebesar 14,13 mm/menit, sedangkan pada dosis 300 kGy sebesar 40,54 mm/menit. Kecepatan nyala linier pada dosis 0 kGy nilainya paling rendah dibanding dengan bahan yang diiradiasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis flame retardant tersebut tidak dapat menghambat kecepatan nyala kompon yang diiradiasi.

### **ABSTRACT**

#### **INFLUENCE OF FLAME RETARDANT TO RATE OF FLAMMABILITY OF POLYETHYLENE COMPOUNDS.**

The influence of addition of flame retardant on polyethylene has been observed. The polyethylene compounds were made by the addition of halogen compounds such as: chloroparafin, tetrachloro-bisphenol-A, polyvinyl chloride and antimon trioxide with various compositions. The compounds were irradiated by electron beam machine of 2 MeV, 1 mA at the dose of 200 and 300 kGy. The linier burning rate was 24,70 mm/minute for the  $Sb_2O_3$  : chloroparafin (1 : 1) composition with the total compounds of flame retardant 1% at the dose of 0 kGy, but it increased to 44,20 mm/minute at the dose of 300 kGy. The linier burning rate was 14.13 mm/minute with the total compound of flame retardant 4 % at the dose 0 kGy, and 40,54 mm/minute at the dose 300 kGy. The linier burning rate at the dose 0 kGy has lower value than the irradiated compounds. From the results it can be concluded that the flame retardant can not retard the burning rate of the irradiated compounds.

### **PENDAHULUAN**

Penelitian mengenai bahan flame retardant sudah lama dilakukan oleh para peneliti, baik untuk mengurangi sifat nyala pada kayu, kain, maupun plastik. Bahan plastik seperti polietilen sangat luas penggunaannya, sedangkan plastik itu sendiri adalah suatu zat organik yang mudah terbakar dengan adanya panas dan oksigen. Dengan demikian, maka diperlukan perbaikan mengenai sifat tahan api, yaitu dengan menambahkan suatu zat yang dapat mencegah atau melindungi bahan tersebut, sehingga pada waktu digunakan tidak mudah menimbulkan kebakaran. Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan dengan menambahkan bahan flame retardant pada polietilen. Bahan tersebut adalah antimon trioksida dan suatu bahan yang mengandung senyawa halogen yang mempunyai sifat pemadam, yaitu antara lain: kloroparafin, tetraklorobisfenol-A, dan polivinil klorida berbentuk bubuk. Menurut literatur, umumnya untuk bahan flame retardant digunakan campuran antimon trioksida dan kloroparafin atau bahan yang mengandung senyawa halogen. Hal ini

untuk bahan yang tidak diiradiasi, sedangkan pada penelitian ini dicoba untuk bahan yang diiradiasi.

### **BAHAN DAN METODE**

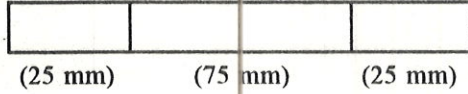
**Bahan.** Bahan yang digunakan adalah plastik polietilen (LDPE) berupa pelet buatan Polandia, Irganox 1076 sebagai antioksidan, sedangkan untuk bahan flame retardant digunakan antara lain: antimon trioksida ( $Sb_2O_3$ ), kloroparafin (CP), tetraklorobisfenol-A (TCBA), polivinil klorida (PVC) yang berbentuk bubuk, dan DOP.

**Peralatan.** Labo plastomill, yaitu alat untuk mencampur sampel, alat tekan panas dan dingin untuk membuat film plastik. Untuk pengujian tahan api digunakan alat uji bakar (HVUL) buatan Atlas USA. Mesin berkas elektron 2 MeV digunakan untuk iradiasi.

**Pembuatan Sampel.** Bahan plastik LDPE, antioksidan dan bahan flame retardant dicampur dalam labo plastomill pada suhu 130°C selama kurang lebih 10 menit dengan putaran per menit 60 dengan berbagai variasi komposisi. Film dibuat dengan alat tekan panas pada suhu

130°C dengan tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup> selama 3 menit dan ditekan dingin kurang lebih 2 menit. Sampel dipotong-potong dengan ukuran panjang 125 mm dan lebar 13 mm, kemudian diiradiasi dengan mesin berkas elektron 2 MeV pada kuat arus 1 mA pada dosis 200 dan 300 kGy.

**Pengujian.** Sampel yang berukuran (125 x 13 x 3) mm diberi tanda seperti di bawah ini:



Kemudian, sampel dipasang pada alat uji bakar (Gambar 1) Api dinyalakan dan ketinggian nyala biru diukur kurang lebih 20 mm, mulai penghitungan waktu bila bagian yang terbakar mendekati tanda 25 mm. Lamanya menyala sampai batas yang ditentukan, diukur dengan pengukur waktu (**timer**). Selanjutnya, kecepatan nyala linier ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$V = 60 L/t$$

di mana:

- V = Kecepatan nyala linier, mm/menit
- L = Panjang sampel yang dibakar, mm
- t = Waktu dalam detik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada Tabel 1 ditunjukkan pengaruh berbagai komposisi **flame retardant** sistem Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: klorohidrokarbon (mono) terhadap kecepatan nyala linier (V). Dari tabel ini terlihat bahwa kecepatan nyala linier meningkat dengan kenaikan dosis iradiasi bagi masing-masing komposisi kompon. Pada kompon tanpa iradiasi (dosis 0 kGy) kecepatan nyala lebih kecil, bila kadar kompon lebih besar berarti bahwa fungsi campuran Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan kloroparafin sebagai **flame retardant** sangat efektif pada kondisi tersebut.

Tabel 1. Pengaruh berbagai komposisi Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : kloroparafin terhadap kecepatan nyala linier (V)

Komposisi Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :CP	Jumlah (%)	Kecepatan nyala linier (V) mm/menit		
		0 kGy	200 kGy	300 kGy
1 : 1	1	24,70	32,19	44,20
1 : 2		24,75	37,27	51,37
2 : 1		24,38	45,00	42,15
1 : 1	4	14,13	35,43	40,54
1 : 2		22,28	45,17	54,53
2 : 1		16,67	54,53	44,38

Iradiasi terhadap kompon menyebabkan kenaikan nilai kecepatan nyala liniernya dan ini menunjukkan bahwa **flame retardant** campuran Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: kloroparafin tidak berfungsi. Makin tinggi dosis iradiasi makin besar nilai kecepatan nyala liniernya. Selain sistem Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: kloropara-

fin telah dicoba juga sistem **flame retardant** lain, yaitu Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: tetraklorobisfenol-A (TCBA). Sama seperti sistem kompon tanpa iradiasi (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh **flame retardant** terhadap kecepatan nyala linier

Komposisi <b>flame retardant</b>	Jumlah (%)	Kecepatan nyala linier (V) mm/mnt		
		0 kGy	200 kGy	300 kGy
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : CP	1	15,79	30,35	21,62
	2	16,30	34,14	21,63
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : TCBA	1	20,36	33,63	27,78
	2	15,96	32,19	24,48

Efektivitas kedua sistem adalah sama, karena yang sangat berperan adalah Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nya. Setelah iradiasi, kecepatan nyala linier meningkat, tetapi kemudian menurun lagi pada dosis di atas 200 kGy. Dibandingkan dengan sistem Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : kloroparafin, sistem dengan TCBA lebih efektif, hal ini mungkin disebabkan oleh adanya gugus bisfenol yang tahan radiasi.

Berdasarkan penelitian terdahulu, diketahui bahwa PVC dapat juga berfungsi sebagai **flame retardant**. Untuk maksud tersebut dibuat kompon yang mengandung PVC dan formulanya tertera dalam Tabel 3.

Tabel 3. Formula kompon yang mengandung PVC sebagai **flame retardant**

Bahan	I	II	III
	% .....		
LDPE	100	100	100
PVC	5	5	5
Irganox 1076	0,2	0,2	0,2
DOP	-	30	30
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	5	-

Pada Tabel 4 ditunjukkan hasil pengamatan penggunaan PVC dan Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebagai **flame retardant** dalam formulasi polietilen. Kompon yang mengandung PVC mempunyai kecepatan nyala linier yang relatif sama dengan kedua kompon dalam Tabel 1 dan 2, tetapi akan lebih tinggi (19,3 mm/menit) jika tanpa penambahan DOP atau campuran DOP dan Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Tabel 4. Kecepatan nyala linier pada berbagai formula kompon yang mengandung PVC

Formula	Kecepatan nyala linier, V mm/menit		
	0 kGy	200 kGy	300 kGy
I	19,31	23,04	24,10
II	16,82	23,84	25,28
III	14,56	24,83	30,43

Setelah iradiasi, kecepatan nyala linier meningkat, tetapi tidak secepat kompon seperti pada Tabel 1 dan 2. Adanya DOP menyebabkan kenaikan yang cukup besar tanpa penambahan  $Sb_2O_3$ . Jadi, penambahan  $Sb_2O_3$  tidak dapat dihindarkan meskipun PVC sendiri sudah berfungsi sebagai flame retardant. DOP yang ditambahkan adalah plastisizer untuk PVC, tetapi berakibat meningkatkan kecepatan nyala linier lebih tinggi, mungkin peningkatan fleksibilitas molekul PVC oleh penambahan DOP menyebabkan degradasi PVC oleh radiasi, sehingga fungsinya sebagai flame retardant.

Untuk lebih mengetahui pengaruh PVC sebagai flame retardant pada polietilen dilakukan percobaan tambahan, PVC-nya dibentuk kompon tersendiri, baru kemudian dicampur dengan LDPE-nya. Komposisi kompon PVC-nya 100%, 30% DOP, kemudian dibuat film lalu dipotong kecil-kecil dan dicampur dengan LDPE seperti membuat kompon LDPE sebelumnya. Hasil uji kecepatan nyala linier terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh kompon PVC terhadap nyala linier sistem campuran LDPE-PVC

PVC dalam formula	Kecepatan nyala linier, V mm/menit		
	0 kGy	200 kGy	300 kGy
3%	20,44	26,83	27,99
4%	20,00	31,82	35,32

Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5, kecepatan nyala linier dengan penambahan PVC 3 dan 4% tidak banyak berbeda, tetapi iradiasi mengakibatkan kenaikan kecepatan nyala linier lebih tinggi jika kadar kompon PVC-nya tinggi.

Hasil percobaan-percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa senyawa klor organik sebagai bahan

flame retardant menjadi tidak efektif dalam proses iradiasi. Ini adalah akibat dekomposisi senyawa-senyawa tersebut oleh iradiasi.

## KESIMPULAN

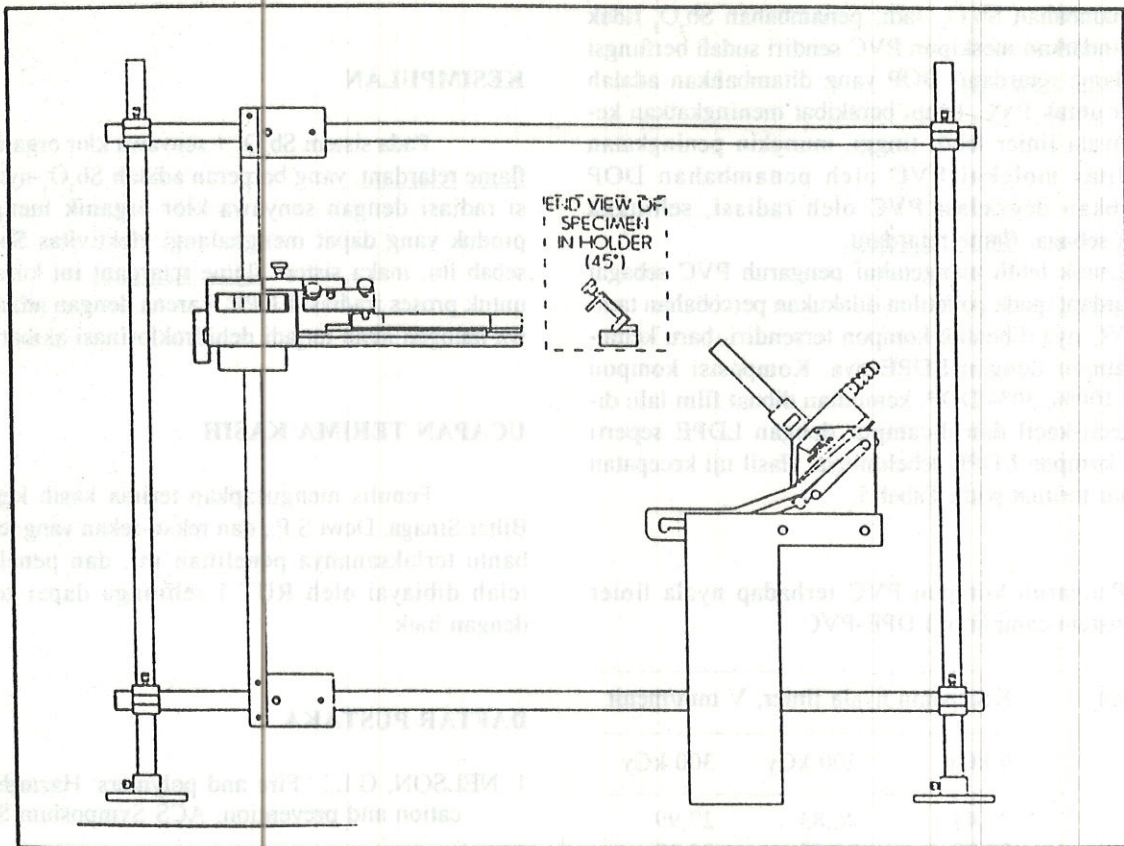
Pada sistem  $Sb_2O_3$  + senyawa klor organik sebagai flame retardant, yang berperan adalah  $Sb_2O_3$ -nya. Interaksi radiasi dengan senyawa klor organik menghasilkan produk yang dapat menghalangi efektivitas  $Sb_2O_3$ . Oleh sebab itu, maka sistem flame retardant ini kurang cocok untuk proses iradiasi LDPE, karena dengan adanya senyawa halogen akan terjadi dehidroklorinasi akibat iradiasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Bilter Sinaga, Dewi S.P. dan rekan-rekan yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, dan penelitian ini telah dibiayai oleh RUT I sehingga dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. NELSON, G.L., "Fire and polymers: Hazards identification and prevention, ACS Symposium Series.
2. HILADO, C.J., *Flammability Handbook for Plastic*, 4 ed., Technomic Pub. Comp. (1990).
3. UL 94, Standard for Test for Flammability of Plastic Material for Parts in Services and Appliances (1991).
4. BAILLET, C., and GANDI, S., Fire retardant of polyethylene: Study of a formulation involving phosphorus and polyol systems, *Polymer Degradation and Stability* 37 (1992) 149.



Gambar 1. Skema alat penguji nyala

## DISKUSI

MADE SUMARTI K.

Mengapa Anda memilih flame retardant tetra klorobiphenol-A?

ISNI. M

Karena tetra klorobisphenol-A, mempunyai gugus Cl lebih dari satu, dan gugus bisphenol diperkirakan lebih tahan radiasi.