

RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
1996/1997
 Jakarta, 18 - 19 Februari 1997

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 18 - 19 Februari 1997

BUKU 1

**PROSES RADIASI DAN
GEOHIDROLOGI**

ISBN 979-952390-0-2 (no. jil. lengkap)
ISBN 979-952390-1-3 (jil. 1)
ISBN 979-952390-2-1 (jil. 2)
ISBN 979-952390-3-x (jil. 3)

I. Isotop - Kongres. I. Judul II. Munsiah

241.388

BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

JL. CINERE PASAR JUMAT KOTAK POS 7002 JKSKL JAKARTA 12070, INDONESIA
TEL. 7690709 - KAWAT/CABLE: JUMATOM - TELEX 47113 CAIRCA IA FAX. 7691607

Penyunting : KPTP PAIR

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Ir. Munsiah Maha | Ketua merangkap Anggota |
| 2. Ir. F. Sundardi | Wakil Ketua merangkap Anggota |
| 3. Dr. Ir. Moch. Ismachin | Anggota |
| 4. Ir. Elsje L. Sisworo, MS | Anggota |
| 5. Ir. Wandowo | Anggota |
| 6. Drs. Made Sumatra, MS | Anggota |
| 7. Dr. Ir. Mugiono | Anggota |
| 8. Dr. Yanti Sabarinah Soebiyanto | Anggota |
| 9. Dra. C. Hendratno | Anggota |

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 18 - 19 Februari 1997 / Penyunting, Munsiah Maha (*et al.*) -- Jakarta : Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1997.
3 jil. ; 30 cm

- Isi Jil. 1. Proses radiasi dan geohidrologi
2. Pertanian
3. Peternakan, Biologi, dan Kimia

ISBN 979-95390-0-5 (no. jil. lengkap)

ISBN 979-95390-1-3 (jil. 1)

ISBN 979-95390-2-1 (jil. 2)

ISBN 979-95390-3-x (jil. 3)

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

541.388

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

PENGANTAR

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) ke-9 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional pada tanggal 18 - 19 Februari 1997 bertujuan untuk menyebarluaskan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Proses Radiasi, Geohidrologi, Pertanian, Peternakan, Biologi, dan Kimia. 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 148 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 Peluang dan tantangan bioteknologi tanaman nasional menjelang abad 21, dan Upaya pengamanan bendungan dengan kemungkinan aplikasi teknologi isotop. Selanjutnya, dibahas sebanyak 65 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 vii

Sambutan Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional vii

MAKALAH UNDANGAN

Peluang dan tantangan bioteknologi tanaman Nasional menjelang abad 21
G.A. WATTIMENA 1

Upaya pengamanan bendungan dengan kemungkinan aplikasi teknologi isotop
A. HAFIED A. GANY 15

MAKALAH PESERTA

Status dan prospek Litbang proses radiasi di PAIR-BATAN
RAHAYUNINGSIH CHOSDU 19

Sifat fisik dan mekanik campuran akrilat-vinil eter yang diiradiasi berkas elektron
SUGIARTO DANU dan TAKASHI SASAKI 23

Kopolimerisasi tempel monomer N-butil akrilat dan metil metakrilat pada kulit kras sapi dengan radiasi berkas elektron
KADARIJAH, MADE SUMARTI, MARGA UTAMA, dan DWI WAHINI 33

Pengaruh radiasi berkas elektron dan antioksidan terhadap sifat fisik film polietilen
ISNI MARLIJANTI, ANIK SUNARNI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT T.M.R. 39

Sifat fisik dan mekanik film kopolimer karet alam stirena iradiasi setelah didaur ulang
MARSONGKO dan MARGA UTAMA 45

Kadar sisa NBA dalam lateks karet alam vulkanisasi radiasi
HERWINARNI SOEKARNO 53

Studi pembuatan karet remah dari lateks alam iradiasi dan kopolimernya secara kimia
MARGA UTAMA, SITI BUNDARI, dan H. SOESARSONO WIJANDI 63

Pengaruh radiasi berkas elektron terhadap sifat fisika campuran LDPE-karet alam
SUDRADJAT ISKANDAR, FUMIO YOSHII, dan KEIZO MAKUUCHI 71

Evaluasi lateks alam iradiasi untuk produksi kondom skala pabrik
YANTI S. SABARINAH, MARGA UTAMA, dan SASTRAVIQAYA 85

Kemungkinan pemakaian kopolimer lateks karet alam stiren untuk sarung tangan listrik
MADE SUMARTI, MARGA UTAMA dan SRI SUSILAWATI 91

Pengaruh kadar monomer dan ekstender dalam kopolimerisasi lateks karet alam stirene terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam (*Pinus merkusit*)
ADI SANTOSO dan MARGA UTAMA 97

Pelapisan permukaan kayu jeungjing (*Paraserianthes falcaria* (L) Nielsen) menggunakan resin akrilat dengan radiasi ultra violet
GATOT SUHARIYONO, SUGIARTO DANU, DARSONO, DAN MONDJO 101

Pelapisan permukaan kayu meranti (*Parashorea Spp*) dengan resin uretan akrilat secara radiasi
DARSONO, ŠUGIARTO DANU, dan ANIK SUNARNI 111

Problema dalam introduksi teknologi lateks alam vulkanisasi radiasi (LAVR) sebagai teknologi tepat guna untuk masyarakat golongan ekonomi lemah
WIWIK SOFIARTI 117

Pengekangan obat dalam matriks hidrogel PVA-ko-NIPAAM hasil iradiasi
ERIZAL, HASAN R., SILVIA S., dan RAHAYU C. 121

Sintesa etilen diamin tetra metil fosfanat sebagai ligan untuk radionuklida
M. YANIS MUSDJA, SRI HASTINI, dan PUJI WIDAWATI 129

Pengaruh iradiasi gamma dan jenis pengemas pada mutu dan masa simpan bakpia dan dodol
RINDY P. TANDINDARTO, dan ROSALINA SINAGA 137

Status teknologi isotop dalam bidang Industri, Hidrologi, dan Sedimentologi di Indonesia
WANDOWO 147

Metode ekstraksi gas karbon dioksida dari senyawa sulfat untuk pengukuran rasio isotop oksigen
EVARISTA RISTIN P.I., ZAINAL ABIDIN, dan DJIONO 153

Studi komparasi kandungan isotop alam pada presipitasi meteorik untuk recharge air tanah di beberapa wilayah Indonesia
DJIONO, ZAINAL ABIDIN, dan ALIP 157

Inventarisasi komposisi isotop alam air tanah di daerah karst Wonosari dan sekitarnya
WIBAGYO, WANDOWO, dan INDROJONO 163

Teknik radiopenurut untuk mempelajari karakteristik air tanah dangkal di PPTA Pasar Jumat
SYAFALNI, SATRIO, INDROJONO, dan DARMAN 171

..... 175

..... 177

..... 183

..... 191

..... 197

..... 101

PENGARUH RADIASI BERKAS ELEKTRON DAN ANTIOKSIDAN TERHADAP SIFAT FISIK FILM POLIETILEN

Isni Marlijanti*, Anik Sunarni*, Mirzan T.R.*, dan Gatot T.M.R.

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

PENGARUH RADIASI BERKAS ELEKTRON DAN ANTIOKSIDAN TERHADAP SIFAT FISIK FILM POLIETILEN. Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh radiasi berkas elektron dan penambahan antioksidan terhadap sifat fisik film polietilen. Polietilen ditambah antioksidan 0,2 %, dibuat film dengan mesin tekan panas 130°C dan tekanan 200 kg/cm² selama 3 menit, kemudian diradiasi dengan mesin berkas elektron dengan energi percepatan 300 keV dan kuat arus 20 mA pada dosis 0 - 500 kGy. Tiga macam antioksidan yang digunakan: 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilkuinolina (Flectol H), 2,6 di-tert-butyl-p-kresol (Ionol) dan 4,4-butylidenebis 6-tert-butyl-m kresol (Santowhite). Pengaruh iradiasi dilihat dari uji fraksi padatan dan sifat kekuatan tarik. Pada dosis 200 - 300 kGy fraksi padatan mencapai nilai tertinggi, yaitu sekitar 83 %. Penambahan antioksidan baru terlihat nyata pada uji pengusangan PE berikatan silang. Penggunaan antioksidan Flectol H dan Santowhite terlihat lebih baik daripada antioksidan Ionol pada uji pengusangan.

ABSTRACT

EFFECT OF ELECTRON BEAM IRRADIATION AND ANTIOXIDANTS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF POLYETHYLENE FILM. Effect of electron beam irradiation and antioxidants on the physical properties of polyethylene film have been studied. The polyethylene pellets were mixed with 0.2 % antioxidant, and the films were made by hot press machine at 130°C and a pressure of 200 kg/cm² for 3 minutes. The film were irradiated by electron beams of 300 keV acceleration energy and a beam current of 20 mA. The irradiation dose varied from 0 - 500 kGy. Three kinds of antioxidants were used : 1,2-dihydro-2,2,4-trimethylquinoline (Flectol H), 2,6 di-tert-butyl-p-cresol (Ionol), and 4,4-butylidenebis 6-tert-butyl-m cresol (Santowhite). The effect of irradiation was observed from gel fraction measurement and mechanical properties of the irradiated and unirradiated samples. The effect of antioxidant was obvious upon aging of the radiation crosslinked PE. The utilization of Flectol H and Santowhite as antioxidant were better than the Ionol maintain the aging properties.

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini bahan polimer, khususnya plastik merupakan bahan yang penting bagi kehidupan manusia, yaitu sebagai bahan untuk membuat barang-barang keperluan rumah tangga, pengemas (1), dan dapat juga digunakan sebagai bahan pembungkus kabel. Salah satu bahan plastik tersebut adalah polietilen. Polietilen digolongkan sebagai jenis polimer linier yang mempunyai sifat termoplastik, yaitu jenis polimer yang dapat didaur ulang.

Supaya barang-barang yang dibuat dari bahan polietilen menjadi lebih tahan panas dan tahan terhadap pelarut pada pemakaiannya, maka polietilen harus dibuat kompon dan mengalami pengikatan silang (2). Secara konvensional, pengikatan silang dilakukan dengan menambahkan suatu katalis dan pemanasan untuk dapat membentuk radikal bebas yang akan memulai pengikatan silang. Pengikatan silang dapat juga dilakukan dengan teknik radiasi, di mana radikal dibentuk oleh interaksi radiasi dengan molekul polietilen. Cara terakhir ini lebih menguntungkan, karena tidak diperlukan katalis dan dapat dilakukan pada suhu kamar. Oleh karena tidak memerlukan pemanasan dan penambahan katalis, proses

ini hemat energi dan produknya bebas dari residu katalis. Teknik radiasi yang dipakai pada percobaan ini adalah radiasi dengan menggunakan mesin berkas elektron.

Antioksidan didefinisikan sebagai zat yang mencegah atau menghambat reaksi yang ditimbulkan oleh oksigen selama pemrosesan dan pemakaian polimer. Penggunaan zat antioksidan dalam kompon plastik diperlukan untuk memperluas suhu kerja polimer tersebut. Jenis antioksidan yang digunakan dalam penelitian ini adalah turunan senyawa fenolik yang biasa dipakai agar tahan terhadap panas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek radiasi berkas elektron pada sifat fisik-mekanik kompon polietilen yang mengandung antioksidan, dengan harapan bahwa penambahan antioksidan dan proses radiasi tersebut dapat menghasilkan polietilen berikatan silang yang mempunyai sifat fisik-mekanik yang optimum pada pemakaiannya.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Polietilen (PE) yang digunakan adalah PE dengan kerapatan (LDPE, Low Density Polyethylene) yang

berbentuk pelet buatan Polandia. Antioksidan yang ditambahkan antara lain : Flectol H (Poli 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilkuinolina), Ionol (2,6-di-tert-butyl-p-kresol) dan Santowhite (4,4-butiledenebis 6-tert-butyl-m-kresol) yang semuanya berbentuk bubuk. Toluena dan aseton digunakan sebagai pelarut teknis dan pencuci.

Peralatan. Alat utama yang digunakan adalah rol penggiling panas (*Hot roll mill*), mesin tekan panas hidrolik untuk membuat lembaran-lembaran film polietilen, mesin berkas elektron 300 keV dengan kuat arus 20 mA, dan alat uji tarik merk INSTRON 1122.

Pembuatan Kompon dan Iradiasi. Polietilen berbentuk pelet dicampur dengan bahan antioksidan 0,2 % berat, lalu digiling dengan rol penggiling panas pada suhu pemanasan 130°C selama kurang lebih 15 menit. Hasil gilingan tersebut dibuat film dengan mesin tekan panas hidrolik dengan suhu 130°C dan tekanan 200 kg/cm² selama 3 menit. Film polietilen yang dihasilkan berukuran 15 x 15 cm dengan tebal kurang lebih 0,2 mm. Iradiasi dilakukan dengan mesin berkas elektron 300 keV dengan kuat arus 20 mA pada dosis 0, 100, 200, 300, dan 500 kGy.

Pengujian Sifat Mekanik. Film polietilen dipotong-potong dan dibuat dumbell dengan standar ASTM D 470-81, lalu diuji dengan alat Instron 1122.

Uji Pengusangan. Pengujian ini dapat memberikan informasi mengenai daya tahan suatu polimer terhadap suhu tinggi dan perubahan waktu (ASTM D2655-83). Pada percobaan ini, pengujian dilakukan pada suhu 121°C dengan menggunakan "Gear oven" selama 168 jam. Setelah dikondisikan pada suhu ruang, tegangan putus dan perpanjangan putus bahan diuji.

Uji Fraksi Padatan. Salah satu cara untuk mengetahui adanya ikatan silang pada polietilen setelah iradiasi dengan berkas elektron adalah dengan mengukur fraksi padatannya. Kasa baja ditimbang (W_0) dan sampel dimasukkan dalam kasa baja lalu ditimbang Lagi (W_1). Sampel diekstraksi dengan pelarut toluena selama 24 jam. Setelah sampel dicuci dengan aseton, lalu dikeringkan dalam oven vakum kemudian ditimbang sampai berat tetap (W_2). Persen fraksi padatan dihitung dengan rumus sebagai berikut : $FP (\%) = (W_2 - W_0) / (W_1 - W_0) \times 100 \%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek Radiasi Berkas Elektron pada Kompon PE. Pengukuran fraksi padatan adalah salah satu cara untuk mengetahui terjadinya ikatan silang pada bahan polimer yang diiradiasi. Gambar 1 menunjukkan pengaruh dosis iradiasi terhadap fraksi padatan. Terlihat bahwa semakin tinggi dosis, fraksi padatan akan semakin meningkat, baik untuk polietilen murni maupun polietilen yang ditambahkan dengan antioksidan. Dari data tersebut terlihat bahwa dosis optimum untuk terjadinya pengikatan silang adalah 200 - 300 kGy dan tidak bergantung pada adanya antioksidan.

Adanya antioksidan sedikit meningkatkan nilai fraksi padatan dari sekitar 75 menjadi 85 %. Di samping itu, dapat dilihat bahwa antioksidan Ionol dan Santowhite memberikan fraksi padatan lebih tinggi daripada Flectol H. Penambahan antioksidan pada proses ini diharapkan dapat meningkatkan persen fraksi padatan cukup tinggi, melalui penekanan proses oksidasi selama iradiasi. Oleh karena proses oksidasi dapat ditekan, maka pengikatan silang antar-radikal polimer tidak terhambat.

Iradiasi dilakukan dengan berkas elektron pada laju dosis tinggi, yaitu sekitar 50 kGy/detik, sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai dosis pengikatan silang lebih singkat. Pada kondisi iradiasi ini, proses oksidasi dapat ditekan karena kurangnya difusi oksigen ke dalam bahan selama iradiasi. Pada dosis di atas 300 kGy pengikatan silang telah mengalami kejenuhan, sehingga kenaikan fraksi padatan tidak berarti.

Gambar 2 menunjukkan pengaruh dosis terhadap tegangan putus. Pada gambar ini ditunjukkan bahwa tegangan putus meningkat dengan naiknya dosis iradiasi, dan dengan penambahan antioksidan terlihat sedikit lebih tinggi daripada tegangan putus polietilen murni (10 - 20 %). Peningkatan ini tidak terlalu tinggi, karena oksidasi akibat radiasi juga tidak dominan sesuai hasil pengukuran fraksi padatan. Di atas dosis optimum (200 - 300) kGy terlihat harga tegangan putus menurun. Hal ini menunjukkan bahwa di atas 300 kGy mulai terjadi pemutusan ikatan silang yang telah terbentuk sehingga harga tegangan putus cenderung turun.

Pengaruh dosis terhadap perpanjangan putus ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat bahwa semakin tinggi dosis harga perpanjangan putusnya semakin menurun dan akan mencapai suatu nilai optimum juga di atas 300 kGy. Pengikatan silang menyebabkan bahan menjadi lebih kaku, sehingga akan lebih cepat putus jika ditarik. Makin banyak ikatan silang yang terjadi makin rapuh sifat filmnya.

Pengusangan Kompon PE yang sudah Diiradiasi. Tabel 1 dan 2 menunjukkan residu tegangan putus dan perpanjangan putus karena pengusangan. Pada Tabel 1 terlihat bahwa polietilen berikatan silang tanpa antioksidan tidak tahan pemanasan, sedangkan yang mengandung antioksidan mempunyai sifat tahan panas.

Tabel 1. Residu tegangan putus setelah pengusangan (%)

Dosis (kGy)	Pemurni	PE+Flectol	PE+Ionol	PE+Santowhite
0				
100				
200	95	69	91	
300	98	66	79	
500	63	98	48	81

Pada percobaan ini ternyata antioksidan Flectol H dapat memberi perlindungan optimum pada bahan polietilen berikatan silang terhadap panas, sedangkan antioksidan Ionol paling tidak efektif.

Sebelum pengusangan, Ionol dan Santowhite memberikan proteksi yang paling optimum terhadap iradiasi PE (Gambar 2). Diguga kedua antioksidan ini mengalami degradasi akibat radiasi, sehingga keefektifannya pada pengusangan sudah berkurang. Antioksidan Flectol H diperkirakan tahan radiasi, sehingga masih efektif setelah pengusangan.

dengan radiasi berkas elektron adalah pada dosis sekitar 200 - 300 kGy dengan atau tanpa antioksidan.

2. Antioksidan diperlukan untuk mempertahankan sifat fisik dan mekanik kompon PE berikatan silang selama penyimpanan.
3. Antioksidan Flectol H dan Santowhite lebih tahan iradiasi dibandingkan antioksidan Ionol.

Tabel 2. Residu perpanjangan putus setelah pengusangan (%)

Dosis (kGy)	Pemurni	PE+Flectol	PE+Ionol	PE+Santowhite
0	-	-	-	-
100	-	-	-	-
200	-	89	73	86
300	-	90	70	86
500	52	88	64	84

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu penelitian ini, dan sebagian dana penelitian ini dibiayai oleh RUT 1.

DAFTAR PUSTAKA

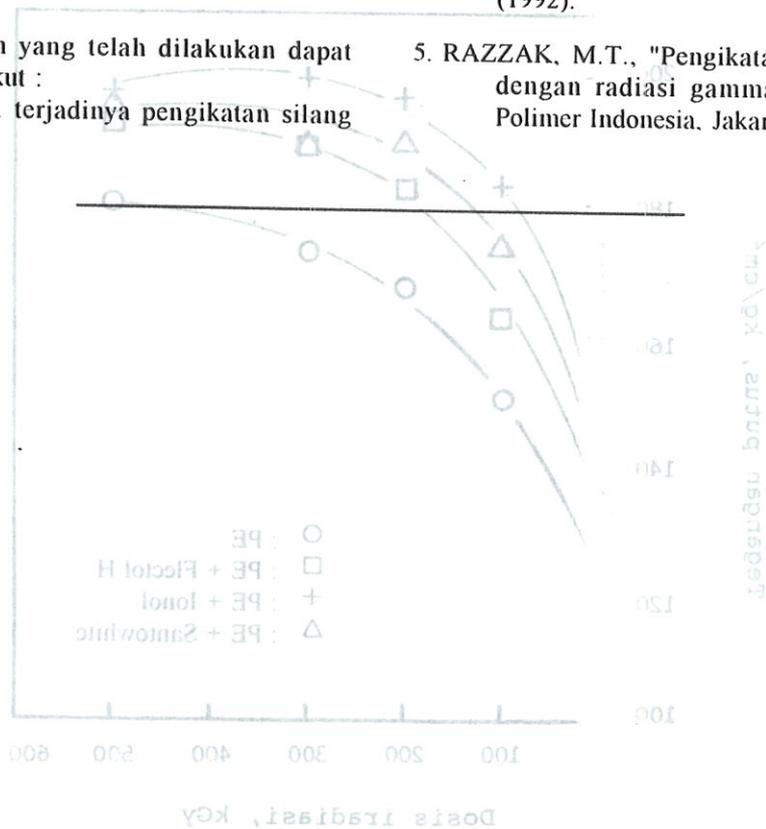
1. ANONYMOUS, "New route to LDPE", Chemical Engineering Mc Graw Hill, New York (1979).
2. TABATA, Y., Radiation industrial croslinking, Radiat. Phys. Chem. 14 (1979) 235.
3. SUN JIN ZHEN, "Properties of crosslinked polymers", Regional Training Radiation Technology, Chinese Academy of Science, Changchun (1990).
4. WIBISONO, A., Studi pembuatan bahan pembungkus kabel listrik dengan cara radiasi pengikatan silang polietilena. Karya Utama Sarjana Kimia, UI, Depok (1992).
5. RAZZAK, M.T., "Pengikatan silang film Polietilen dengan radiasi gamma", Seminar Himpunan Polimer Indonesia, Jakarta (1995).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun efek antioksidan tidak begitu nyata pada oksidasi akibat iradiasi, tetapi sangat penting pada uji pengusangan. Antioksidan Ionol memberikan perlindungan paling efisien pada pengikatan silang PE, tetapi diperkirakan terdegradasi oleh iradiasi, sehingga paling tidak tahan terhadap pengusangan.

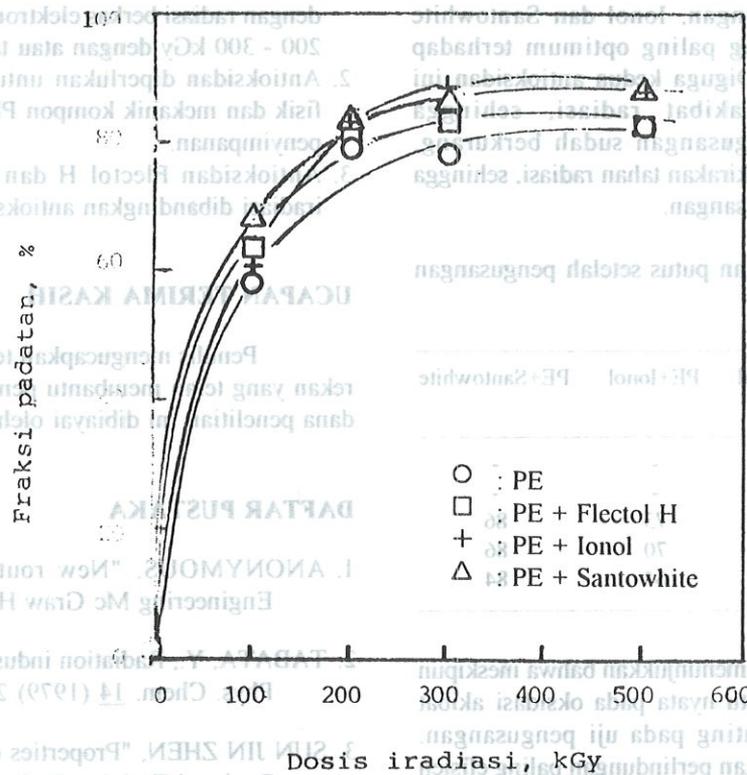
KESIMPULAN

Hasil percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

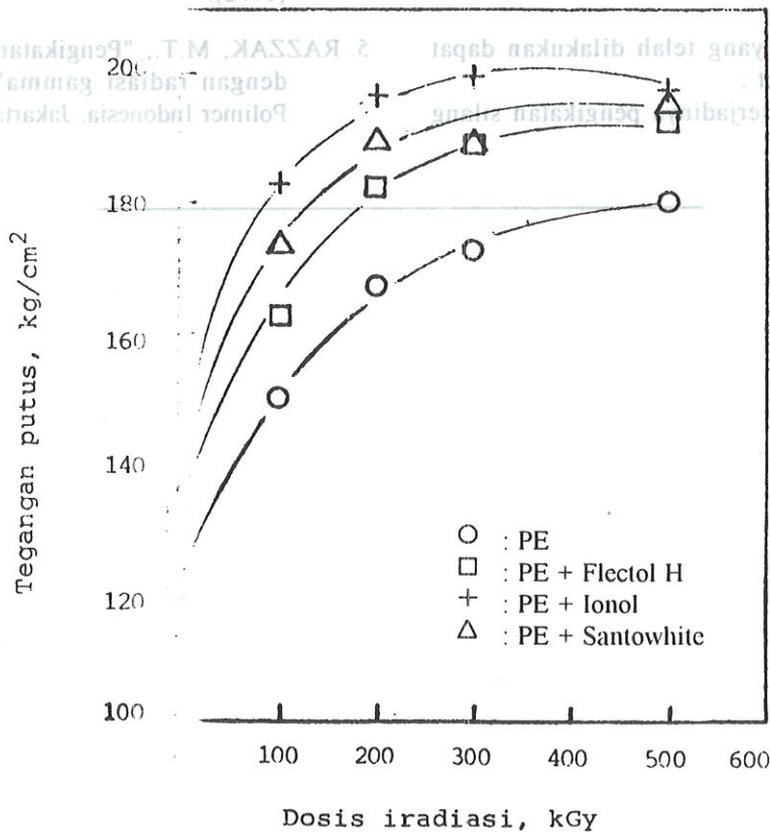
1. Dosis optimum untuk terjadinya pengikatan silang



Gambar 2. Pengaruh dosis terhadap tegangan putus pada percobaan dengan antioksidan



Gambar 1. Pengaruh dosis terhadap fraksi padatan



Gambar 2. Pengaruh dosis terhadap tegangan putus pada penambahan beberapa antioksidan

DISKUSI

DIONO

NITA SUHARTINI

Anda membuat variasi parameter pada perubahan antioksidasi dan dosis iradiasi yang menunjukkan kecenderungan perubahan. Bagaimana dengan variasi terhadap suhu mesin tekan panas dan tekanan, apakah juga ada pengaruhnya jika dikombinasi pada matrik observasi dengan variasi-variasi penyinaran?

1. Apakah antioksidasi hanya digunakan untuk matrikasi film polietilen apakah juga digunakan untuk bahan-bahan lainnya?
 2. Mengapa Anda memilih film polietilen sebagai bahan penelitian?

ISNI MARLUANTI

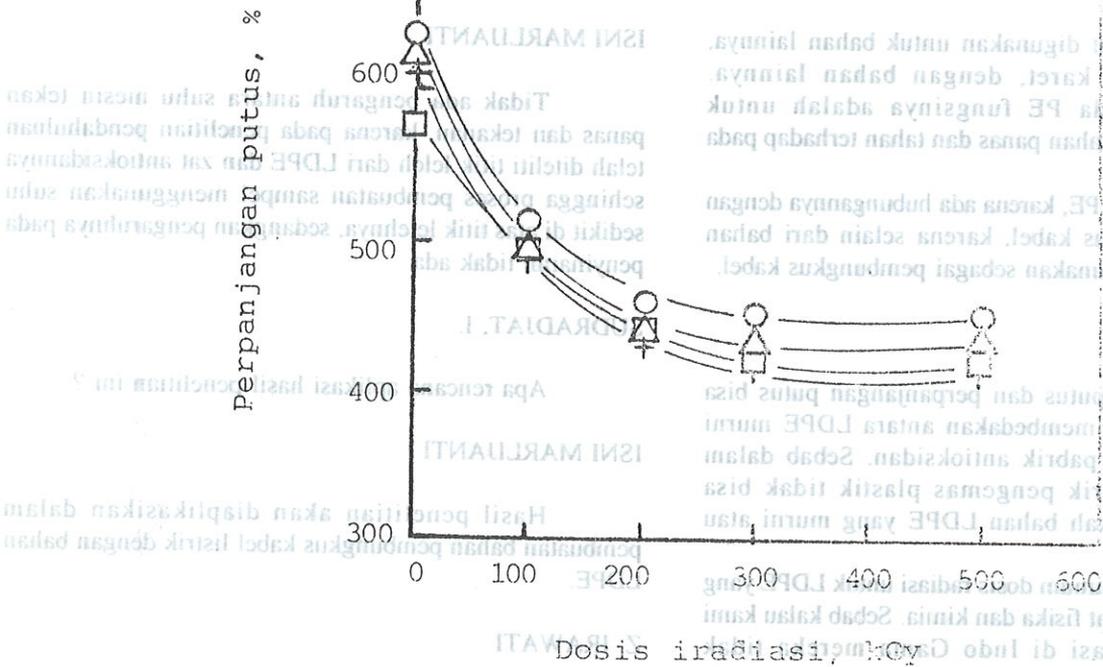
1. Antioksidasi dapat digunakan untuk bahan lainnya, misalnya untuk karet, dengan bahan lainnya. Antioksidasi pada PE fungsinya adalah untuk memperlambat silang silang panas dan tekanan terhadap bahan.
 2. Saya memilih film PE, karena ada hubungannya dengan bahan pembungkus kabel, karena selain dari bahan PVC, PE juga digunakan sebagai pembungkus kabel.

HUSNI AZHAR

1. Apakah tegangan putus dan perpanjangan putus bisa digunakan untuk membedakan antara LDPE murni dengan LDPE + pabrik antioksidan. Sebab dalam praktiknya, pabrik pengemas plastik tidak bisa menentukan apakah bahan LDPE yang murni atau campuran?
 2. Berapa batas maksimum dosis iradiasi untuk LDPE yang aman terhadap silang silang dan kimia. Sebab kalau kita melakukan iradiasi di ludo Gamma dosis maksimum iradiasi ialah. Sebagai informasi dosis iradiasi LDPE yang kami gunakan, 23 - 33 kGy.

ISNI MARLUANTI

1. Tegangan putus dan perpanjangan putus tidak dapat digunakan untuk membedakan antara LDPE murni dengan LDPE ditambah antioksidan. Pengaruh penambahan antioksidan dapat dilihat pada uji perpanjangan (gwy test).
 2. Dosis maksimum LDPE tergantung pada tujuan pemaknaan. Pada penelitian ini digunakan dosis 200 - 300 kGy karena kita adalah terhadap ikatan silang pada bahan sedang di ludo Gamma dosis nya antara 23 - 33 kGy, itu adalah merupakan dosis sterilisasi untuk bahan pembungkus marpuan bahan dalam kemasan tersebut.



Gambar 3. Pengaruh dosis terhadap perpanjangan putus pada penambahan beberapa antioksidan

- : PE
- : PE + Flectol H
- +
- △ : PE + Santowhite

1. Tanpa adanya oksigen, karena MBE 300 kGy dengan nitrogen cair (yang fungsinya selain untuk pendinginan juga untuk menghilangkan oksigen yang berada dalam ruang iradiasi).
 2. Tegangan putus pada dosis 300 kGy menurun, hal ini disebabkan karena dosis 300 kGy merupakan ambang pemutusan ikatan silang yang telah terbentuk, sehingga harga tegangan putusnya cenderung menurun. Pada harga tegangan putus cenderung sama dengan pada dosis 300 kGy.

DISKUSI

NITA SUHARTINI

1. Apakah antioksidan hanya digunakan untuk meradiasi film polietilen ataukah juga digunakan untuk bahan-bahan lainnya ?
2. Mengapa Anda memilih film polietilen sebagai bahan penelitian ?

ISNI MARLIJATI

1. Antioksidan dapat digunakan untuk bahan lainnya, misalnya untuk karet, dengan bahan lainnya. Antioksidan pada PE fungsinya adalah untuk memberikan sifat tahan panas dan tahan terhadap pada bahan.
2. Saya memilih film PE, karena ada hubungannya dengan bahan pembungkus kabel, karena selain dari bahan PVC, PE juga digunakan sebagai pembungkus kabel.

HUSNI AZHAR

1. Apakah tegangan putus dan perpanjangan putus bisa digunakan untuk membedakan antara LDPE murni dengan LDPE + pabrik antioksidan. Sebab dalam prakteknya, pabrik pengemas plastik tidak bisa menentukan apakah bahan LDPE yang murni atau campuran ?
2. Berapa batas maksimum dosis radiasi untuk LDPE yang aman terhadap sifat fisika dan kimia. Sebab kalau kami melakukan radiasi di Indo Gama mereka tidak merumuskan radiasi ulang. Sebagai informasi dosis radiasi LDPE yang kami gunakan, 23 - 33 kGy.

ISNI MARLIJANTI

1. Tegangan putus dan perpanjangan putus tidak dapat digunakan untuk membedakan antara LDPE murni dengan LDPE ditambah antioksidan. Pengaruh penambahan antioksidan dapat dilihat pada uji pengusangan (*aging test*).
2. Dosis maksimum LDPE bergantung pada tujuan pemakaian. Pada penelitian ini digunakan dosis 200 - 300 kGy karena tujuan kita adalah terjadinya ikatan silang pada bahan sedang di Indo Gama dosis nya antara 23 - 33 kGy, itu adalah merupakan dosis sterilisasi untuk bahan pengaman maupun bahan dalam kemasan tersebut.

DJIONO

Anda membuat variasi parameter pada penambahan antioksidasi dan dosis iradiasi yang menunjukkan kecenderungan perubahan. Bagaimana dengan variasi terhadap suhu mesin tekan panas dan tekanan, apakah juga ada pengaruhnya jika dikombinasi pada matrik observasi bila diiradiasi dengan variasi-variasi penyinaran ?

ISNI MARLIJANTI

Tidak ada pengaruh antara suhu mesin tekan panas dan tekanan, karena pada penelitian pendahuluan telah diteliti titik leleh dari LDPE dan zat antioksidannya sehingga proses pembuatan sampel menggunakan suhu sedikit di atas titik lelehnya, sedangkan pengaruhnya pada penyinaran tidak ada.

SUDRADJAT, I.

Apakah rencana aplikasi hasil penelitian ini ?

ISNI MARLIJANTI

Hasil penelitian akan diaplikasikan dalam pembuatan bahan pembungkus kabel listrik dengan bahan LDPE.

Z. IRAWATI

1. Apakah selama variasi dengan MBE kondisinya *oxygen-free* atau *present of oxygen* ? Kemungkinan kedua hal tersebut akan berpengaruh pada hasil yang ada ?
2. Mengapa pada tegangan putus (%) pada dosis 300 turun lalu naik lagi pada 500 ? Pada PE SW (walaupun tidak nyata).

ISNI MARLIJANTI

1. Tanpa adanya oksigen, karena MBE 300 keV, dengan nitrogen cair (yang fungsinya selain untuk pendinginan juga untuk menghilangkan oksigen yang berada dalam ruang iradiator).
2. Tegangan putus pada dosis 300 kGy menurun, hal ini disebabkan karena dosis 300 kGy menyebabkan pemutusan ikatan silang yang telah terbentuk, sehingga harga tegangan putusnya cenderung menurun. Pada dosis 500 kGy tegangan putus cenderung sama dengan pada dosis 300 kGy.