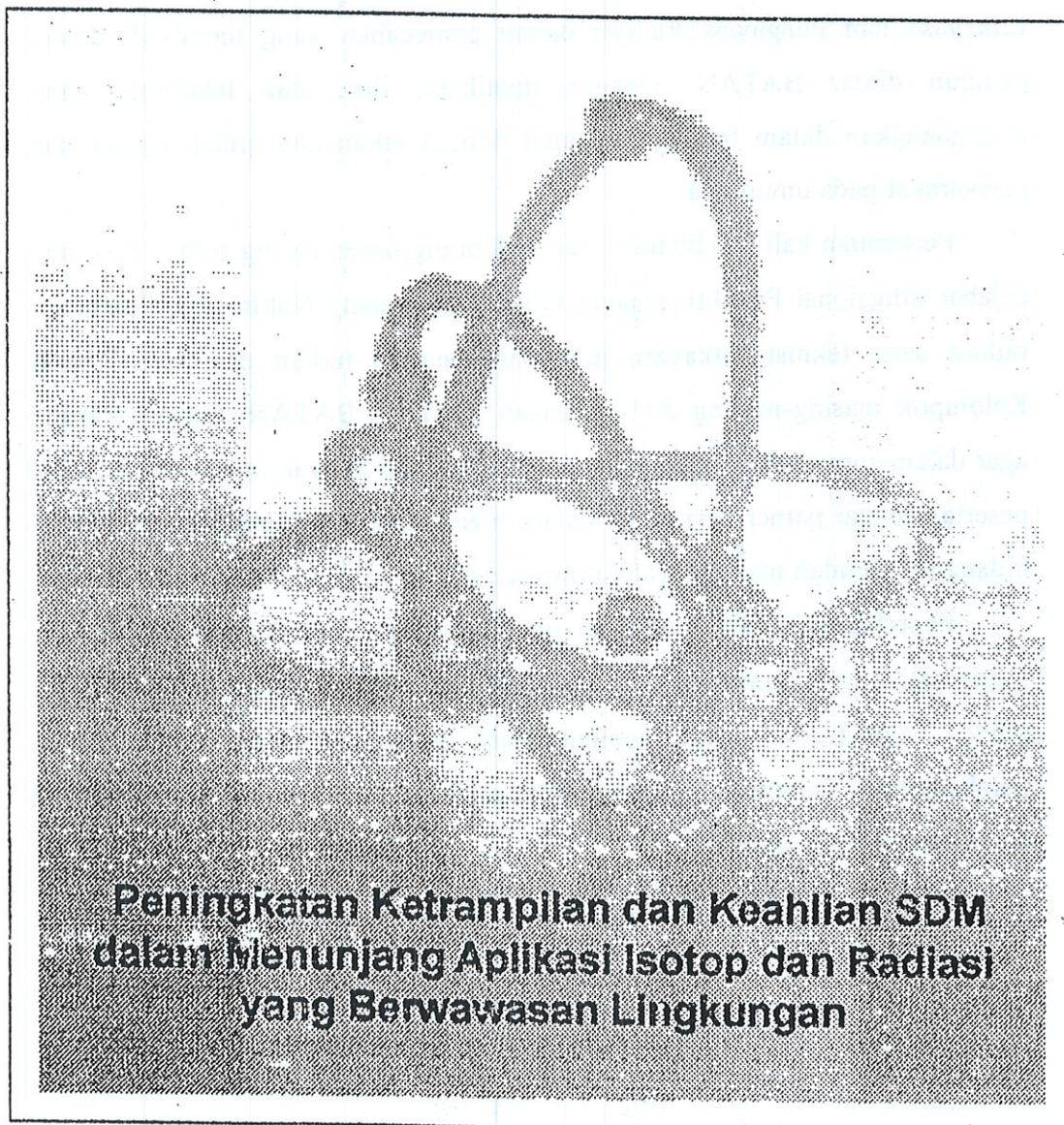


**PERTEMUAN ILMIAH JABATAN
FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR,
PENGAWAS RADIASI DAN
TEKNISI LITKAYASA XIV**

Jakarta, 9 Maret 2005



**Peningkatan Ketrampilan dan Keahlian SDM
dalam Menunjang Aplikasi Isotop dan Radiasi
yang Berwawasan Lingkungan**



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

Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002 JKSKL Jakarta 12070
Telp. 021-7690709 Fax. 021-7691607; 7503270

KATA PENGANTAR

Sebagaimana Pertemuan Ilmiah ke XIV yang diselenggarakan selama 1 hari pada tanggal 9 Maret 2005 oleh Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) pada tahun ini bertujuan untuk tukar menukar informasi dan pengalaman sesuai dengan disiplin keilmuan masing-masing. Selain itu, pertemuan kali ini dimaksudkan juga untuk meningkatkan kemampuan para pejabat fungsional Pranata Nuklir, Litkayasa dan Pengawas Radiasi dalam pemecahan yang terjadi di dalam maupun diluar BATAN. Dengan demikian, ilmu dan teknologi yang dikembangkan dalam bidang ini dapat dimanfaatkan oleh pihak terkait dan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan kali ini dihadiri oleh 158 orang peserta yang terdiri dari para pejabat fungsional Peneliti, pejabat fungsional Pranata Nuklir, dan Pengawas radiasi serta teknisi Litkayasa juga para peneliti terkait dan para Kepala Kelompok masing-masing di lingkungan P3TIR – BATAN dengan maksud agar dalam sesi diskusi lebih terarah dan memberi banyak masukan bagi para peserta sebagai patner kerjasama dalam membantu penelitian para peneliti di bidangnya. Jumlah makalah yang disajikan adalah sebanyak 44 buah makalah.

Penerbitan risalah pertemuan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan perkembangan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan dimasa mendatang serta mendapatkan sumber daya manusia yang handal di era globalisasi.

Penyunting

Penyunting : Komisi Pembina Tenaga Fungsional Non Peneliti

1. Drs. Simon Petrus Guru Singa (Ketua)
2. Dr. Ir. Soeranto Human (Anggota)
3. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci (Anggota)
4. Drs. Totti Tjiptosumirat, M.Rur.Sc. (Anggota)
5. Drs. Endrawanto, M.App.Sc (Anggota)
6. Drs. Erizal (Anggota)
7. Drs. Harwikarya, MT. (Anggota)
8. Dra. Fransisca A.E. Tethool (Anggota)
9. Drs. Syamsul Abbas Ras, M.Eng (Anggota)

PERTEMUAN JABATAN FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR, TEKNISI LITKAYASA DAN PENGAWAS RADIASI XIV 2005 JAKARTA. Risalah pertemuan ilmiah jabatan Fungsional P. Nuklir , P. Radiasi dan T. Litkayasa XIV, Jakarta 9 Maret 2005/Penyunting Simon PGS (dkk) – Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Puslitbang teknologi Isotop dan Radiasi, 2005.
1 Jil. 30 cm.

No. ISBN 979-3558-05-9

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan radiasi
Jln. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070
Telp. 021-7690709
Fax. 021-7691607
Email : p3tir@batan.go.id

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
Laporan Ketua Panitia Pelaksana	vii
Sambutan Deputy Bidang Penelitian Dasar dan Terapan	ix
Tantangan Pembinaan Pejabat Fungsional Pranuk : Peningkatan ketrampilan dan keahlian SDM	
Dr. Asmedi Suripto	1
Peningkatan keterampilan dan keahlian SDM dalam menunjang aplikasi isotop dan radiasi yang berwawasan lingkungan	
Drs. Soekarno Suyudi	10
Uji adaptasi beberapa galur mutan kacang tanah terhadap pupuk npk dan bio-lestari dosis anjuran	
Parno dan Kumala Dewi	13
Meningkatkan produktivitas lahan sawah menggunakan nitrogen berasal dari pupuk kimia dan pupuk hijau	
Nana Sumarna	25
Analisis kandungan tanin dalam hijauan pakan ternak dengan metode total fenol	
Ibrahim Gobel	34
Penggunaan ^{32}P untuk menentukan pengaruh P dari dua sumber berbeda terhadap pertumbuhan tanaman jagung	
Halimah	40
Pengaruh infeksi <i>fasciola gigantica</i> terhadap gambaran darah sapi: PO (peranakan ongole)	
Yusneti dan Dinardi	52
Adaptasi dan toleransi beberapa genotipe kedelai mutan di lahan optimal dan lahan sub optimal	
Harry Is Mulyana	59
Pembuatan kurva standar isolat khamir R1 dan R2	
Dinardi dan Yusneti	68
Pengujian daya hasil dan ketahanan terhadap hama dan penyakit galur mutan padi sawah obs 1677/Psj dan obs-1678/Psj	
Sutisna	74
Kurva pertumbuhan isolat khamir R1 dan R2 sebagai bahan probiotik ternak ruminansia.	
Nunie Lelaningtyas	84
Perbedaan persentase n-berasal dari urea bertanda $^{15}\text{N}(\%^{15}\text{N-U})$ pada kedelai berbintil wilis dan kedelai tidak berbintil CV	
Amrin Djawanas dan Ellya Refina	88

Pengaruh hormon testosteron alami terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila gift (<i>Oreochromis niloticus</i>) Sri Utami	100
Penggunaan pangkasan <i>Flemingia congesta</i> sebagai pupuk hijau bagi padi lahan kering Ellya Refina dan Amrin Djawanas	108
Perbedaan pertumbuhan berbagai bagian tanaman dan tanaman antara kedelai berbintil varietas Wilis dengan kedelai tidak berbintil varietas CV Karaliyani	117
Pengaruh iradiasi gamma ⁶⁰ Co terhadap pertumbuhan eksplan batang pada kultur <i>in-vitro</i> tanaman krisan (<i>chrysanthemum morifolium</i>) Yulidar	126
Penggantian tali pengendali sumber kobalt-60 iradiator panorama serbaguna (IRPASENA) Armanu, Rosmina DLT., R. Edy Mulyana, Bonang Sigit T., dan M. Natsir	133
Pembuatan petunjuk pengoperasian prototip renograf add-on card menggunakan perangkat lunak RENO2002 Joko Sumanto	142
Penentuan faktor keluaran berkas foton pesawat pemercepat linier medik elekta Nurman R	155
Teknik isotop dan hidrokimia untuk menentukan intrusi dan pola dinamika aliran air tanah di Kabupaten Pasuruan Djiono Wandowo, dan Alip	164
Rancangan prototip brakiterapi dosis rendah semi otomatis dengan isotop Ir-192 Tri Harjanto Djoko Trianto, Sunoro, Tri Mulyono Atmojo, dan Syamsurizal R.	176
Respon dosimeter larutan fricke dengan pelarut tridest, limbah air kondensasi, air bebas mineral dan millipure water serta penerapannya dalam layanan iradiasi gamma Tjahyono, Rosmina DLT, Darmono, Prayitno Suroso, Armanu dan M. Natsir	186
Perbandingan penentuan dosis serap berkas elektron energi nominal 9 MeV menggunakan protokol TRS No.277 dan TRS No. 398 Sri Inang Sumaryati	194
Pengaruh dosis iradiasi terhadap berat molekul, kelarutan dan kekuatan tarik khitosan dari kulit udang Maradu sibarani dan Tony Siahaan	202
Studi <i>casting nose piece abgasitutzen</i> menggunakan X-Ray Djoli Sumbogo dan R. Hardjawidjaja	215

Renovasi motor listrik pada instalasi <i>fume hood</i> Wagiyanto	221
Studi filtrasi air melalui “ <i>cut off wall</i> ” menggunakan isotop I-131 pada bendungan Jatiluhur Pemurnian karbofuran dan karbaryl secara kristalisasi Darman dan Hariyono	228
Identifikasi lokasi bocoran bendungan sengguruh dengan teknik perunut radioisotop AU-198 Alip, Djiono, dan Neneng Laksminingpuri R	237
Aplikasi gas larut dan tidak larut dalam panasbumi N. Laksminingpuri Ritonga, Djiono dan Alip	246
Studi kadar air jenuh dan higroskopis berbagai tipe tekstur tanah menggunakan neutron Simon Petrus Guru Singa	253
Analisis kemurnian radiokimia pada kit radiofarmaka mibi dan sediaan ¹⁵³ Sm-EDTMP Yayan Tahyan, Enny Lestari, Dadang Hafidz, dan Sri Setiyowati	266
Pemurnian karbofuran dan karbaril dengan metoda kristalisasi Elida Djali	274
Penentuan partikel debu udara di PPTN Pasar Jumat Suripto dan Zulhema	282
Dosis minimum sinar gamma yang dapat diukur dosimeter poli(tetrafluoro etilen (TEFLON) dengan alat elektron spin resonan (ESR). A. Sudradjat dan Dewi S.P	291
Perbandingan metode pengabuan dan destruksi basah pada penentuan Pb, Cd, Cr, Zn dan Ni dalam tanaman air (<i>Pistia stratiotes L</i>) Desmawita Gani	300
Pengaruh penambahan antioksidan untuk pembentukan ikatan silang pada polietilen densitas rendah dengan teknik berkas elektron Dewi Sekar Pangerteni	307
Pengawasan NORM pada pelaksanaan program pemeliharaan Bejana Conoco Phillip Inc.Ltd di DPPA, Lapangan Belida, Laut Natuna Aang Suparman	316
Pengaruh dosis iradiasi terhadap berat molekul, kelarutan dan kekuatan tarik khitosan dari kulit udang Dian Iramani	324
Pengukuran pajanan radiasi gamma dan radioaktivitas lingkungan di pabrik pembuatan papan gypsum Wahyudi	332
Penentuan jumlah mikroba dan morfologi sel bakteri hasil isolasi dari tulang alograf Nani Suryani dan Febrida Anas	342

Pemantauan tingkat radioaktivitas air di lingkungan Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Pasar Jumat periode Januari – Desember 2003 Prihatiningsih dan Aang Suparman	347
Penentuan dosis sterilisasi pada amnion chorion Febrida Anas dan Nani Suryani	355
Eliminasi mikroba serbuk chlorella dengan radiasi sinar gamma Lely Hardiningsih	364
Pemantauan tingkat radioaktivitas tanah dan rumput di lingkungan Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Pasar Jumat periode tahun 2004 Achdiyat dan Aang Suparman	371
Daftar Peserta	379

DOSIS MINIMUM SINAR GAMMA YANG DAPAT DIUKUR DOSIMETER POLI(TETRAFLUORO ETILEN (TEFLON) DENGAN ALAT ELEKTRON SPIN RESONAN (ESR).

A.Sudradjat dan Dewi S.P

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi - Batan

ABSTRAK

DOSIS MINIMUM SINAR GAMMA YANG DAPAT DIUKUR DOSIMETER POLI(TETRAFLUORO ETILEN (TEFLON) DENGAN ALAT ELEKTRON SPIN RESONAN (ESR). Teflon dapat digunakan sebagai dosimeter sinar gamma, karena Teflon jika diiradiasi dengan sinar gamma akan membentuk radikal bebas yang sebanding dengan dosis yang diberikan. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendapatkan dosis minimum sinar gamma yang dapat diukur dengan dosimeter Teflon dan alat ESR. Teflon bentuk batang dengan ukuran diameter 3 mm diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 0,02 ; 0,05 ; 0,10 ; 0,20 ; 0,30 ; 0,50 ; 0,70 dan 1,00 kGy (Gamma Chamber). Radikal bebas yang terbentuk diukur dengan alat ESR yang meliputi *Receiver Gain*, *Field Modulation width*, ketinggian sampel dan pengaruh dosis masing-masing terhadap respon spektrum ESR. Diperoleh hasil persamaan kurva kalibrasi laju dosis gamma Chamber adalah $y = 1219,10x + 42,38$, jenis radikal bebas yang terbentuk adalah radikal peroksid, *Field modulation width* terhadap respon ESR $y = -248,06x^2 + 980,47x + 95,46$, *receiver gain* terhadap respon ESR $y = -0,0007x^3 + 0,0008x^2 + 0,46x + 111,80$ Energi terhadap respon ESR adalah $y = -7,22x^2 + 148,88x + 257,20$, Panjang sampel terhadap respon ESR $y = 23,96x^3 - 287,42x^2 + 1131,70x - 11,54$. Berdasarkan hasil percobaan bahan Teflon dapat mendeteksi absorpsi sinar gamma adalah 50 Gy dengan bantuan alat ESR.

ABSTRACT.

THE MEASUREMENT OF MINIMUM DOSE OF GAMMA-RAYS USING POLY(TETRAFLUOROETHYLENE (TEFLON)) WITH ESR EQUIPMENT. Teflon can be used for dosimeter because if Teflon irradiated by Gamma rays, it can produce free radicals, where the dose absorbance is equivalent to total of free radicals. The purpose of this experiments to find out minimum dose can be detected by Teflon dosimeter. The samples of rod Teflon with diameter 3 mm were prepared by cutting of commercial Teflon, then irradiated by Gamma Chamber. The dose treatment was 0.20 ; 0.05 ; 0.10 ; 0.20 ; 0.30 ; 0.50 ; 0.70 and 1.00 kGy. The free radicals of irradiated Teflon were measured by Electron Spin Resonance (ESR). Parameters measurement was curve calibration of dose with response of ESR spectrum, energy of x-band microwave with ESR response and Receiver Gain and Field modulation with ESR response. The results indicated that the free radicals found were peroxide radicals, the equation curve calibration of dose-rate of Gamma Chamber is $y = 1219.10x + 42.38$, Teflon at dose 0.1 - 1 kGy is $y = 1219.10x + 42.38$, Field modulation with ESR response $y = -248.06x^2 + 980.47x + 95.46$, Receiver gain with ESR response is $y = -4E-07x^3 + 0.0008x^2 + 0.46x + 111.80$ and the hight of sample with ESR response is $y = 23.96x^3 - 287.42x^2 + 1131.70x - 11.54$. The minimum dose of gamma irradiation that can be detected by Teflon as dosimeter is 50Gy.

PENDAHULUAN

Bahan polimer jenis plastik yang biasa digunakan sebagai dosimeter sinar gamma dalam industri proses radiasi adalah *red persfex*, *Cellulose triacetate (CTA) film* dan *radio cromic*. Dosimeter ini digunakan untuk rutin dan proses validasi. Dosimeter jenis plastik mempunyai ketelitian yang baik, dan mudah untuk aplikasinya yaitu untuk pengukuran (1). Dosimeter plastik yang telah dikembangkan di P3TIR adalah Polivinilchlorida (PVC),

gosimeter ini digunakan sebagai penanda radiasi atau dosimeter yang menggunakan alat spektrometer atau *Electron Spin Resonance* (ESR).

P3TIR sedang mengembangkan penelitian penggunaan jenis plastik sebagai dosimeter sinar gamma yaitu poli tetra fluoroetilen (Teflon). Menurut hasil penelitian disebutkan bahwa Teflon jika diiradiasi dengan sinar gamma akan memproduksi radikal bebas, dimana jumlah radikal bebas terhadap dosis merupakan persamaan garis lurus atau semakin tinggi dosis yang diberikan jumlah radikal akan bertambah atau tinggi respon ESR meningkat (2, 3).

Teflon jika diiradiasi dengan sinar gamma pada kondisi udara akan terbentuk radikal bebas peroksid (4,5,6). Radikal bebas ini stabil karena terjebak pada daerah *amorphous*.

Dari beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dihipotesakan bahwa Teflon kemungkinan dapat digunakan sebagai sinar gamma sekunder. Sedangkan dosis minimum yang dapat diukur bahan Teflon dapat diketahui dengan cara mempelajari beberapa parameter yang ada pada peralatan ESR seperti pengaruh *Field modulation*, *receiver gain*, energi dan ketinggian sampel,

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendapatkan data kalibrasi parameter yang ada pada alat ESR, yang mana data parameter ini dapat digunakan untuk mendapatkan kondisi pengukuran yang optimum. Dari hasil percobaan ini dosis iradiasi sinar gamma minimum yang dapat dideteksi dengan bahan polimer Teflon sebagai dosimeter sinar gamma adalah 50 Gy.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat. Teflon dibeli dari Dupon.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, cuvet, ESR jenis JES-REIX dan iradiator Gamma Chamber.

Metode. Teflon bentuk batang yang mempunyai diameter 3 mm dipotong-potong dengan panjang 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 dan 5,0 cm, kemudian sampel ditimbang, dimasukan ke dalam kantong plastik, dan diiradiasi dengan sinar gamma di iradiator Gamma Chamber, dimana iradiator tersebut sebelumnya telah dikalibrasi dengan dosimeter FRICKE. Untuk kalibrasi dosis terhadap dosimeter Teflon, digunakan dosis 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; dan 1,0 kGy dan untuk menentukan dosis minimum adalah 10 ; 25 ; 50 dan 75 Gy. Sampel yang telah diiradiasi dimasukkan ke dalam alat cuvet ESR dan diukur dengan alat ESR pada kondisi sbb:

Kondisi pengukuran alat ESR untuk dosis 0,1 kGy sampai 1 kGy

Temperaturufe 297 K, Frequency 9.435 GHz, Power 1 mW, Center Field 335.6 mT, Sweep width 25 mT, Sweep time 10 min. Field modulation width 0.5 mT, Gain 500 X, time constan 0,03 sec

Kondisi pengukuran untuk dosis minimum (50 Gy)

Temparature 297 K, Frequency 9.435 GHz, Sweep width 25 mT, Sweep time 10 min, Center field 335,5 mT, time constan 0,03 sec, Energi 1 ; 2; 3 ; 4 ; 5 dan 10 mW, Field modulation width 0.5 ; 1,0 ; 1,6 dan 2 mT, Gain 500 ; 790; 100 ; 1600 dan 2000 X.

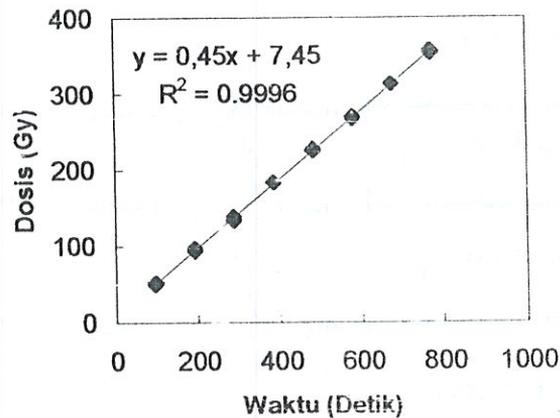
Panjang Teflon yang diamati adalah 0,5 ; 1; 1,5; 2,5; 3,0, 4,0 dan 5,0 mm

Parameter yang diukur adalah Dosis iradiasi, Energi microwave, Field Modulation Receiver gain dan tinggi dosimeter masing – masing terhadap respon spektrum ESR dan penentuan dosis minimum yang dapat terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi irradiator Gamma Chamber

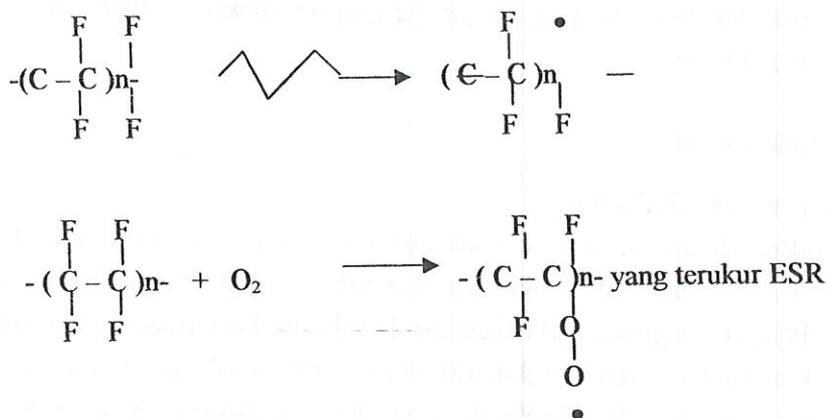
Untuk menentukan dosis iradiasi di irradiator diperlukan kalibrasi laju dosis yang akurat. Pada percobaan ini, irradiator Gamma Chamber dikalibrasi dengan dosimeter FRICKE. Hasil yang didapat disajikan pada Gambar 1. dimana kurva persamaan garis $y = 0,45x + 7,45$ $x =$ waktu iradiasi dan $y =$ dosis iradiasi, Dari hasil persamaan ini laju dosis dapat ditentukan dengan nilai 0,45 Gy/detik atau 1,62 kGy/jam. Kenaikan dosis ini disebabkan oleh nilai absorbansi dari Fe (III) yang meningkat. Sedangkan terbentuknya Fe(III) dalam larutan FRICKE dari hasil oksidasi Fe(II) oleh O_2 dan H_2O_2 yang diproduksi dari air yang berinteraksi dengan sinar gamma (7).



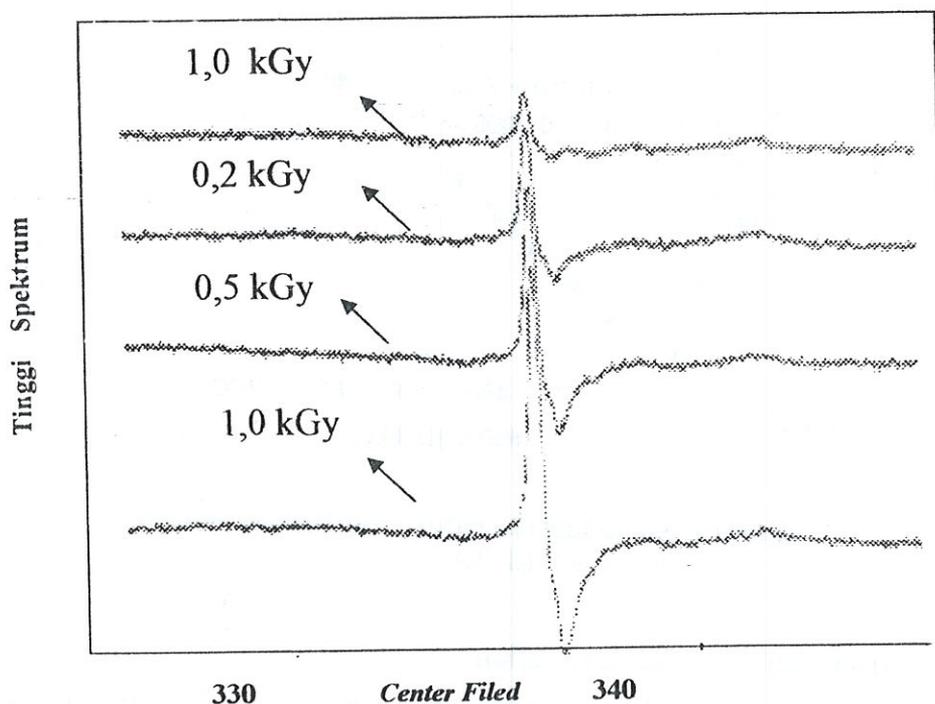
Gambar 1. Kurva kalibrasi radiasi sinar Gamma dengan dosimeter FRICKE

Bentuk spektrum radikal bebas dari Teflon .

Bentuk spektrum radikal bebas pada umumnya tergantung dari jenis radikal bebas yang terbentuk dan radikal bebas yang terbentuk karena iradiasi tergantung pada bahan, kondisi iradiasi, dan temperatur. Dalam percobaan ini bahan yang dipergunakan adalah Teflon dan diiradiasi pada kondisi udara dan suhu ruang. Dari bentuk spektrum radikal bebas yang disajikan pada Gambar 2. dimana bentuk spektrum dari dosis 0,05 – 1,00 kGy tidak ada perubahan bentuk dan jenis radikal yang terbentuk adalah sama. Berdasarkan bentuk spektrum hasil tersebut menunjukkan jenis radikal bebas adalah radikal peroksida. Menurut (4,5) mekanisme terbentuk radikal peroksida sbb



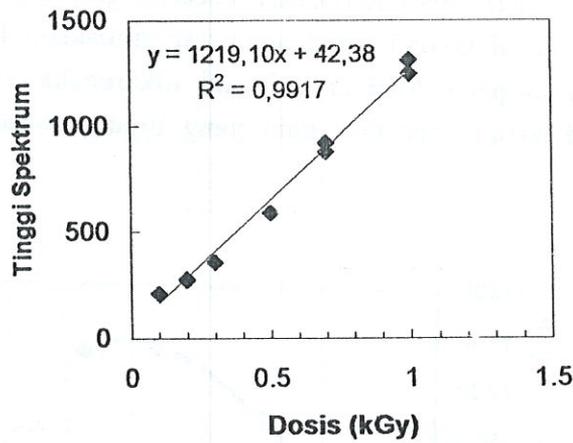
Untuk menentukan jenis radikal $S = 2n + 1$, dimana n = nilai level kuantum untuk O adalah $= 0$ dan S = jumlah spektrum.



Gambar 2. Gambar spektrum ESR dari bahan Teflon yang diiradiasi pada dosis 0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; dan 1 kGy

Kurva kalibrasi dosis iradiasi terhadap respon Teflon ESR

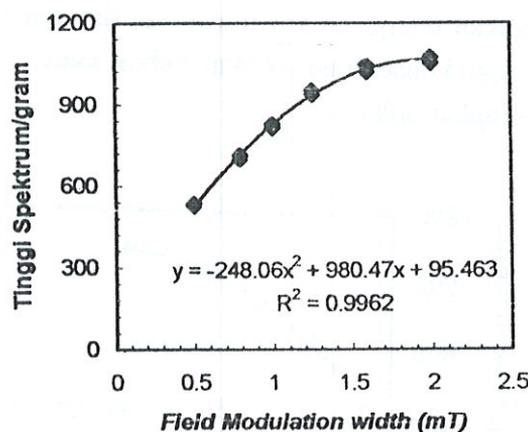
Teflon sebagai bahan alternatif dosimeter sinar gamma memerlukan data kalibrasi antara dosis dengan respon ESR. Pada Gambar 3 disajikan kurva kalibrasi antara dosis 0,1 – 1,0 kGy terhadap respon ESR, dimana persamaan kurva kalibrasi berbentuk lurus $y = 1219,10x + 42,38$. Dari hasil kalibrasi ini didapat laju kenaikan respon terhadap dosis adalah 1219 Tinggi spektrum/kGy, laju kenaikan cukup baik dalam penentuan dosis. Peningkatan tinggi spektrum ini dikarenakan jumlah radikal bebas yang meningkat pada setiap kenaikan dosis, sedangkan radikal bebas Teflon terbentuk dari hasil interaksi langsung Teflon dengan sinar gamma,



Gambar 3. Kurva kalibrasi Teflon terhadap Dosis Iradiasi (0,1 s/d 1 kGy).

Pengaruh spektrometer pada respon ESR

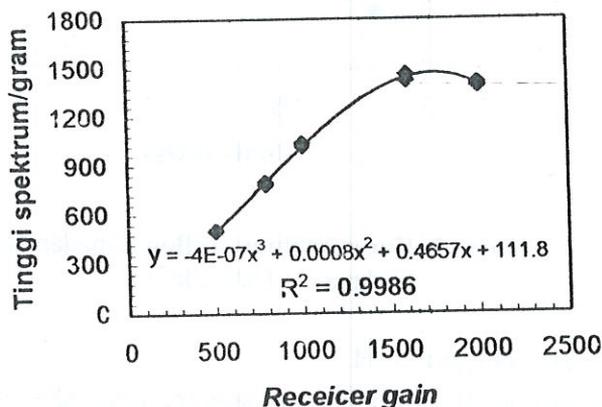
Untuk mempelajari pengaruh spectrometer pada respon ESR ada dua variabel yaitu variabel *Field Modulation* dan *Receiver gain*. Pada gambar 4. disajikan pengaruh *Field Modulation* terhadap respon spektrum ESR, dimana bentuk kurva kalibrasi mempunyai persamaan garis kuadratik $y = -248,06x^2 + 980,47x + 95,46$, dimana y = tinggi spektrum dan x = *Field modulation*. Variabel *Field modulation* yang digunakan dalam percobaan ini cukup tinggi karena sampel yang diukur mempunyai jumlah radikal yang rendah. Kenaikan respon dari 0,5 sampai 1,6 mT naik secara proposional terhadap field modulation, kemudian pada *field modulation* 2 mT kenaikan respon relatif rendah. Kenaikan respon ini disebabkan oleh penguatan *field modulation* dari spektrometer ESR, sehingga respon yang didapat dapat lebih besar.



Gambar 4. kurva kalibrasi *Field Modulation Width* terhadap respon ESR.

Variabel yang kedua pada spektrometer yang diamati adalah pengaruh *Receiver gain* pada respon ESR disajikan Pada Gambar 5. dengan persamaan garis $Y = -4E-07x^3 + 0,0008x^2 + 0,46 x + 111.80$, dimana y = respon ESR dan x = *receiver gain*.

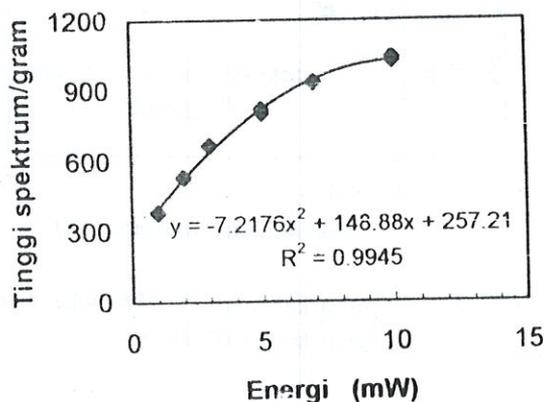
Hasil kurva kalibrasi ini seharusnya lurus, karena *receiver gain* adalah hasil dari pembesaran, tetapi kurva yang didapat adalah kuadratik dengan respon maksimal pada *receiver gain* 1600. Kenaikan tinggi spektrum pada *receiver gain* ini dikarenakan hasil pembesaran respon spektrometer ESR, sedangkan *receiver gain* yang dipergunakan untuk mengukur dosis minimum adalah 1600.



Gambar 5. Kurva kalibrasi *Receiver gain* terhadap respon ESR

Pengaruh power x Band –microwave pada respon

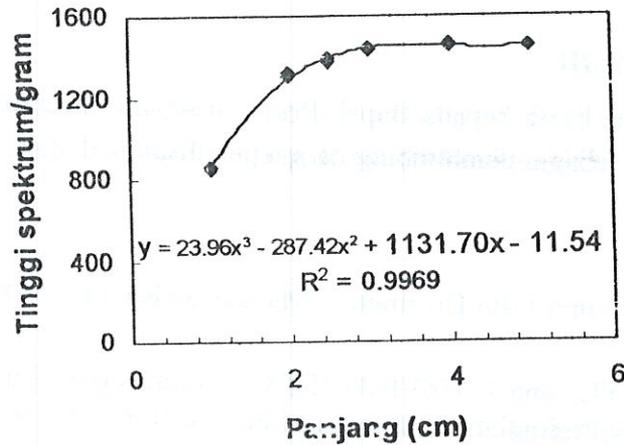
Pengaruh energi pada power x Band – microwave terdapat respon ERS diperlihatkan pada Gambar 6. dimana hasil kalibrasi persamaan garis yang didapat adalah kuadratik $y = -7,21x^2 + 148,88x + 257,21$, dimana x = energi dan y = tinggi spektrum/gram. Bentuk kurva kalibrasi ini pada daerah energi 1 sampai 5 mW adalah lurus, sedangkan kenaikan tinggi spektrum antara energi 5 – 10 mW, lebih kecil dibandingkan dengna sebelumnya. Kenaikkan tinggi spektrum ini disebabkan energi dari Microwave, dimana semakin tinggi energi yang dipergunakan, semakin tinggi konsentrasi radikal bebas yang dapat beresonansi, sehingga respon spectrum akan meningkat pula



Gambar 6. Kurva kalibrasi Energi -Band Microwave pada respon ESR

Pengaruh tinggi dosimeter pada respon

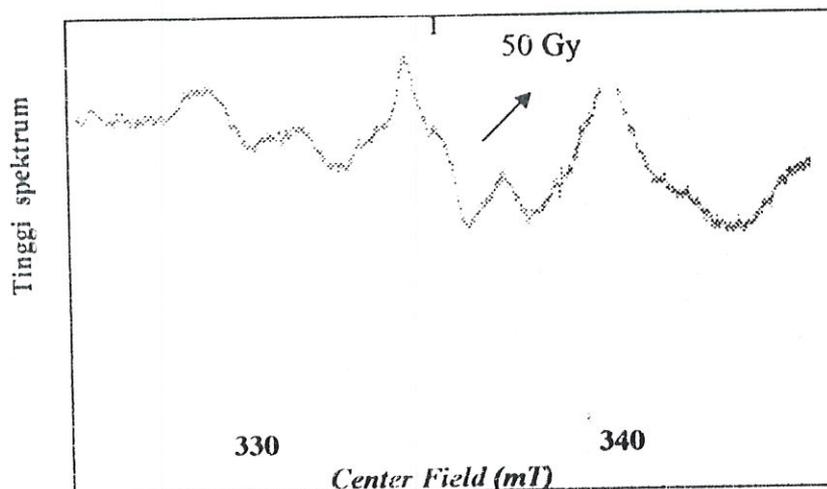
Untuk mengoptimalkan respon ESR tinggi bahan dosimeter yang diukur, dipelajari pengaruh tinggi dosimeter terhadap respon ESR disajikan pada Gambar 7. Kurva kalibrasi yang didapat adalah $y = 23,96x^3 - 287,42x^2 + 1131,70x - 11,54$, dimana y = tinggi spektrum/gram dan x = panjang dosimeter. Respon ESR meningkat terhadap kenaikan tinggi dosimeter, tetapi pada ketinggian 2 cm respon yang diberikan cukup maksimal.. Hal ini disebabkan oleh kemampuan medan magnet terhadap panjang sampel yang dapat membagi dua energi dari radikal bebas, dimana selisih kedua energi ini yang diukur dengan alat ESR.



Gambar 7. Kurva kalibrasi panjang bahan Teflon terhadap respon ESR.

Menentukan dosis minimum yang dapat diukur

Untuk mendapatkan dosis iradiasi minimum yang dapat diukur dosimeter Teflon yang menggunakan alat ESR diperlukan variabel-variabel optimum. Dari hasil percobaan dosis minimum yang dapat diukur adalah 50 Gy (Gambar 8) dengan kondisi pengukuran ESR yaitu energi 5 mW, *field modulation width* 1 mW, *receiver gain* 1600 dan tinggi dosimeter 2 cm, Semua variabel ESR diatas ditentukan dari hasil kurva kalibrasi yang telah dioptimumkan.



Gambar 8. Gambar spektrum Teflon ESR yang diiradiasi pada dosis 50 Gy.

KESIMPULAN

Berdasarkan data kurva kalibrasi yang didapat bahwa panjang Teflon yang optimum yang dapat diukur dengan ESR adalah 2cm dan parameter alat ESR yang optimum adalah energi 5 mW, *width modulation* 1,0 mT, dan *Receiver gain* 1600. Bahan Teflon dapat digunakan dosimeter antara dosis 0,1 – 1,0 kGy dengan persamaan garis $y = 1219.10x + 42.38$ dan dosis minimum iradiasi sinar gamma yang dapat dideteksi dengan bahan Teflon adalah 50 Gy.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Bapak Prayitno sebagai operator Gamma Chamber dan kepada Bapak Erizal sebagai pembimbing dalam penulisan makalah ini..

DAFTAR PUSTAKA

1. C. ARTANDI " Rigid Vinyl Film Dosimeter" Manual on Radiation Dosimetry, New York 1970, 353 – 394.
2. J. DOBO, A. SOMOGLY, and T. CZVIKOVSKY " Grafting of Styrene onto Teflon and Polyethylene by Preirradiation., Journal of Pol. Sci 1964. No. 4, 1173 – 1193
3. GERSON F. High Resolution ESR Spectroscopy, John Wiley & Sons Ltd. 1970
4. CHARLESBY .A, Atomic Radiation and Polymers., Pergamon Press. Oxford – London- New york –Paris (1960), 348 - 356.
5. RAMLY. B., J.F RABEK., Electron Spin Resonance (ESR) Spectroscopy in Polymer Resdearch, Berlin Hendlberg - New York (1977) 261 – 266
6. SWALLOW A.J. BSc, PHd " Radiation Chemistry of Organic, 1996
7. K. SEHESTED" The Frucke Dosimeter "Manual on Radiation Dosimetry, New York 1970, 313 - 317

DISKUSI

ANONIM

1. Apakah jenis radikal bebas yang terbentuk Cuma radikal peroksida ?.
2. Berapa umur radikal bebas yang terbentuk ?.

ADJAT SUDRADJAT

1. Tentu tidak. Radikal bebas hanya yang berbentuk seperti F^0 dan Radikal Teflon atau radika! flow, lama sifatnya sementara, sedangkan radikal yang diukur ini cukup stabil adalah peroksida radikal.
2. Umur radikal bebas untuk peroksida radikal .

Appendix

Item	Mean	SD
1. I am confident in my ability to lead a team.	3.8	0.8
2. I am confident in my ability to make decisions.	3.9	0.7
3. I am confident in my ability to communicate effectively.	3.7	0.9
4. I am confident in my ability to solve problems.	3.6	0.8
5. I am confident in my ability to manage time.	3.5	0.9
6. I am confident in my ability to work under pressure.	3.4	0.8
7. I am confident in my ability to handle conflict.	3.3	0.9
8. I am confident in my ability to motivate others.	3.2	0.8
9. I am confident in my ability to delegate tasks.	3.1	0.9
10. I am confident in my ability to build a strong team.	3.0	0.8