

**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 Deputi Bidang Penelitian Dasar dan Terapan	ix
Tantangan Pembinaan Pejabat Fungsional Pranuk : Peningkatan ketrampilan dan keahlian SDM Dr. Asmedi Suropto	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. Nuniek Lelananingtyas	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 Djawanans 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, Suntoro, 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 picce 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 , Lau' 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 Febriada 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

RESPON DOSIMETER LARUTAN FRICKE DENGAN PELARUT TRIDEST, LIMBAH AIR KONDENSASI, AIR BEBAS MINERAL DAN MILLIPORE WATER SERTA PENERAPANNYA DALAM LAYANAN IRADIASI GAMMA

Tjahyono, Rosmina DLT, Darmono, Prayitno Suroso, Armanu dan M. Natsir

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi - Batan

ABSTRAK

RESPON DOSIMETER LARUTAN FRICKE DENGAN PELARUT TRIDEST, LIMBAH AIR KONDENSASI, AIR BEBAS MINERAL DAN MILLIPORE WATER SERTA PENERAPANNYA DALAM LAYANAN IRADIASI GAMMA. Telah dilakukan pengamatan respon dosimeter larutan *Fricke* yang menggunakan pelarut tridest, limbah air kondensasi, air bebas mineral dan *Millipore water* serta penerapannya dalam layanan iradiasi untuk menentukan keseragaman dosis pada iradiasi bahan dengan densitas $0,18 \text{ g/cm}^3$ yang dikemas dalam kotak karton berukuran $(40 \times 40 \times 40) \text{ cm}^3$. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa respon larutan *Fricke* yang menggunakan tridest diperoleh persamaan $Y (\text{Gy}) = 4,2857 + 35,464 X$. Sedangkan keseragaman dosis untuk iradiasi sample dalam kotak karton tersebut diatas adalah 1,064 pada Iradiator Karet Alam (IRKA).

ABSTRACT

RESPONSE OF FRICKE SOLUTION DOSIMETER USING TRIDEST, AIR CONDITIONING WATER WASTE, DEMINERAL WATER AND MILLIPORE WATER AND IT'S APPLICATION IN GAMMA IRRADIATION SERVICE. The investigation of Fricke solution dosimeters using tridest, air conditioning water waste, demineral water and Millipore water have been conducted. As it's application in gamma irradiation service in Latex Irradiator was also done to determinate the dose uniformity for packaged density of $0,18 \text{ g/cm}^3$. The results showed that the best linierity of Fricke solution dosimeter was find out that written as $Y (\text{Gy}) = 4,2857 + 35,464 X$, where as the dose uniformity in irradiation of packaged sample with density of $0,18 \text{ g/cm}^3$, volume of $(40 \times 40 \times 40) \text{ cm}^3$ is 1.064.

PENDAHULUAN

Dalam menjalankan tugas layanan iradiasi maka pengukuran dosis iradiasi menjadi penting sebagai kontrol pada proses iradiasi bahan. Dosimeter larutan *Fricke* telah cukup luas dikenal sebagai dosimeter acuan dalam teknik pengukuran dosis yang menggunakan tridest sebagai pelarut [1]. Sebagai bagian dari introduksi layanan iradiasi kepada masyarakat luas kemungkinan ada kendala ketersediaan fasilitas untuk menghasilkan tridest serta mengingat bahwa air limbah kondensasi, air bebas mineral dan *Millipore water* memiliki daya hantar listrik antara 0 – 2,0 mikromho/cm maka perlu diamati respon dosimeter larutan *Fricke* dengan menggunakan ketiga pelarut sehingga masalah ketersediaan Tridest yang mungkin tidak tersedia ditempat lain dapat teratasi.

Dengan pertimbangan tersebut diatas telah dilakukan pengamatan linieritas respon dosimeter larutan *Fricke* dengan pelarut limbah air kondensasi (air kondensasi (AC), air bebas mineral dan *Millipore water*. Dosimeter larutan *Fricke* yang menunjukkan linieritas terbaik selanjutnya digunakan untuk kalibrasi dosimeter *Red Perspex* tipe 4034 batch EL. Dosimeter *Red Perspex* yang telah dikalibrasi tersebut diterapkan pemakaiannya dalam pengamatan

keseragaman dosis dalam bahan dengan densitas $0,18 \text{ g/cm}^3$ yang dikemas dalam kotak berukuran $(40 \times 40 \times 40) \text{ cm}^3$.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Dosimeter yang digunakan pada penelitian ini adalah dosimeter larutan Fricke yang dibuat dari berbagai jenis pelarut, yaitu tridestilata (air suling tiga tingkat) air bebas mineral, limbah air kondensasi, air bebas mineral dan Millipore water. Masing-masing Dosimeter Larutan *Fricke* dibuat dari beberapa zat kimia antara lain: $0,329 \text{ gr Amonium Ferro sulfat } (NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, $0,00585 \text{ gr Natrium Chlorida } (NaCl)$, $0,8 \text{ N Asam Sulfat } (H_2SO_4)$. Bahan lain yang digunakan adalah Ampul 5 ml, parafilm dan Dosimeter *Red Perspex type 4034 Batch EL Range 5-50 kGy* buatan Harwell Inggris

Peralatan

Iradiator *Gamma Chamber-4000A*, Tipe portable, volume ruang radiasi 4000 cc dan aktivitas sumber *Cobalt-60* adalah 2.342 Ci (bulan Maret 2004), buatan *Bhaba Atomic Research Center, India*. Iradiator ini digunakan untuk iradiasi dosimeter larutan *Fricke* dan iradiasi dosimeter *Red Perspex* baik pada pengamatan respon dosimeter larutan *Fricke* maupun kalibrasi dosimeter *Red Perspex*.

Iradiator karet Alam (IRKA) buatan Kimura Plants Co., Ltd Osaka, Jepang tipe penyimpanan basah dengan aktivitas 105 kCi (bulan Mei 2004) digunakan untuk iradiasi sampel dalam boks berukuran $(40 \times 40 \times 40) \text{ cm}^3$.

Metode

A. Pengamatan Respon Dosimeter Larutan Fricke

Dosimeter larutan *Fricke* disiapkan menurut *Schedel, K, 1970 [1]* lalu dimasukkan kedalam 18 ampul berukuran 5 ml kemudian ditutup dengan menggunakan Parafilm. Dosimeter tersebut selanjutnya di iradiasi dengan variasi waktu 2, 3, 4, 5, dan 6 menit serta ulangan 3 kali pada Iradiator *Gamma Chamber 4000 A*. Perubahan rapat Optik diukur dengan menggunakan UV - VIS Spektrophotometer pada (λ) panjang gelombang 305 nm , dan dosis iradiasi terserap ditentukan menurut persamaan berikut :

$$D = \frac{2,7 \times 10^{-2} \Delta A}{1 + 0,007 (T - 25^\circ C)}$$

dimana :

D = Dosis serap (Gy)

ΔA = perubahan rapat optik

T = Suhu saat dilakukan pengukuran rapat Optik dosimeter *Fricke* ($^\circ C$)

$$D^* = \frac{D \times 60}{T}$$

dimana

D^* = Laju dosis dalam kGy / Jam

T = Waktu iradiasi (menit)

B. Kalibrasi Dosimeter *Red Perspex* dan pengamatan keseragaman dosis

Rapat Optik awal dosimeter *Red Perspex* ditentukan terlebih dahulu dengan menggunakan UV-VIS Spektrophotometer pada (λ) panjang gelombang 640 nm. Dosimeter disiapkan sebanyak 30 buah. Ke 30 dosimeter ini dengan variasi dosis 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 dan 50 kGy pada laju dosis yang sebelumnya telah kalibrasi dengan menggunakan dosimeter larutan *Fricke* di *Gamma Chamber* 4000-A. Perubahan rapat optik dosimeter *Red Perspex* setelah diiradiasi ditentukan dengan UV-VIS Spektrophotometer untuk mengetahui perubahan rapat Optik akibat radiasi. Kemudian ketebalan dosimeter ini diukur dengan menggunakan *Dial Thickness Gauge* lalu diperoleh hubungan antara perubahan rapat Optik dosimeter per cm dengan dosis iradiasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

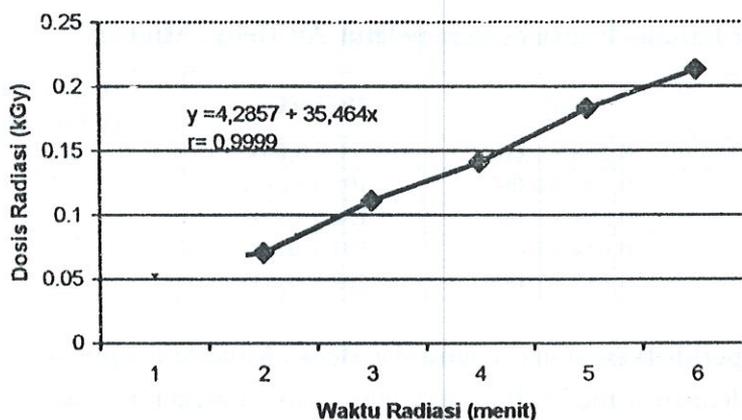
a. Pengamatan Respon dosimeter larutan *Fricke*.

Penentuan dosis iradiasi terserap dan dosis ambang pada Iradiator Gamma Chamber 4000-A dengan menggunakan dosimeter larutan *Fricke* dari berbagai jenis pelarut diukur dengan suhu 22⁰C.

Tabel. 1 Penentuan laju dosis dan dosis ambang pada iradiator *Gamma Chamber* 4000 A, dengan menggunakan dosimeter larutan *Fricke* yang diukur dengan UV-VIS Spektrophotometer dengan waktu iradiasi 1 hingga 6 menit dengan interval waktu 1 menit diperoleh laju dosis rata rata $2,125 \pm 0,0131$ kGy/Jam, CV = 0,62 % dan dari Gambar 1. diperoleh informasi $Y = 4,2857 + 35,464 X$ dan $r = 0,999$ dan dosis ambang 4,2857 Gy

Tabel (1) Dosimeter Larutan Fricke dengan pelarut Tridest

No	Waktu (menit)	ΔA	Dosis (Gy)	Laju Dosis (kGy/jam)
1.	1	0,142	$40 \pm 0,000$	2,118
2.	2	0,264	$75 \pm 0,000$	2,107
3.	3	0,388	$110 \pm 0,000$	2,110
4.	4	0,519	$147 \pm 0,001$	2,134
5.	5	0,642	$182 \pm 0,000$	2,129
6.	6	0,775	$216 \pm 0,001$	2,146

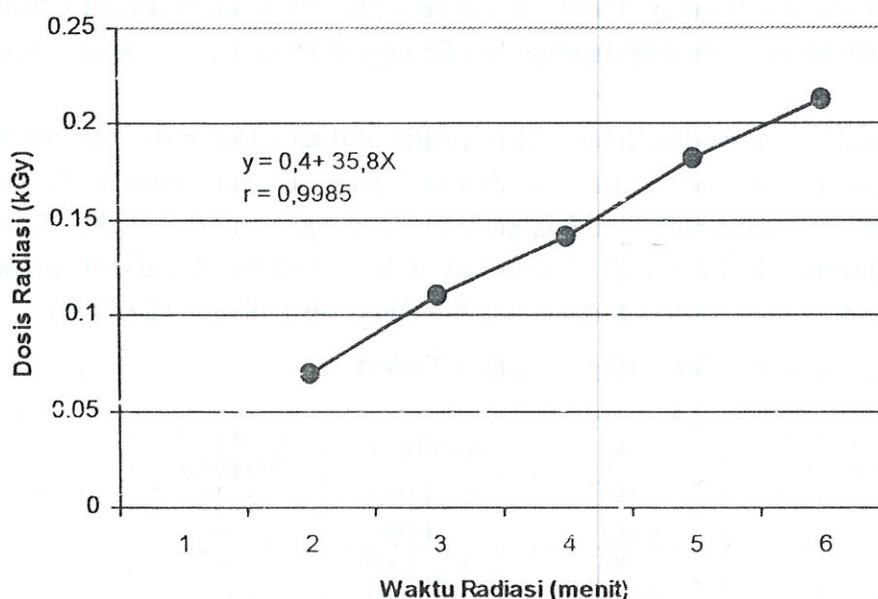


Gambar 1. Kurva antara Dosis Radiasi dan Waktu Radiasi Dosimeter Larutan *Fricke* (Tridest Air)

Tabel (2) Dosimeter Larutan Fricke dengan pelarut Limbah Air Condensioner (AC)

No	Waktu (menit)	ΔA	Dosis (Gy)	Laju Dosis (kGy/jam)
1.	2	$0,251 \pm 0,001$	$70 \pm 0,001$	2,065
2.	3	$0,385 \pm 0,001$	$111 \pm 0,002$	2,203
3.	4	$0,500 \pm 0,004$	$141 \pm 0,001$	2,111
4.	5	$0,650 \pm 0,001$	$183 \pm 0,000$	2,182
5.	6	$0,775 \pm 0,008$	$213 \pm 0,002$	2,127

Dari Tabel (2) diperoleh bahwa pada interval waktu 1 menit dengan iradiasi 2 sampai dengan 6 menit, Besar koefisien varian 2,324% dan laju dosis rata-rata $2,138 \pm 0,0496$ kGy/jam. Kurva kalibrasi antara Dosis Radiasi dan Waktu Radiasi Dosimeter Larutan *Fricke* pelarut ini ditentukan persamaan $Y = 0,400 + 35,8 X$; $r = 0,997$ dengan dosis ambang $a = 0,400$ Gy, dapat dilihat pada Gambar 2.

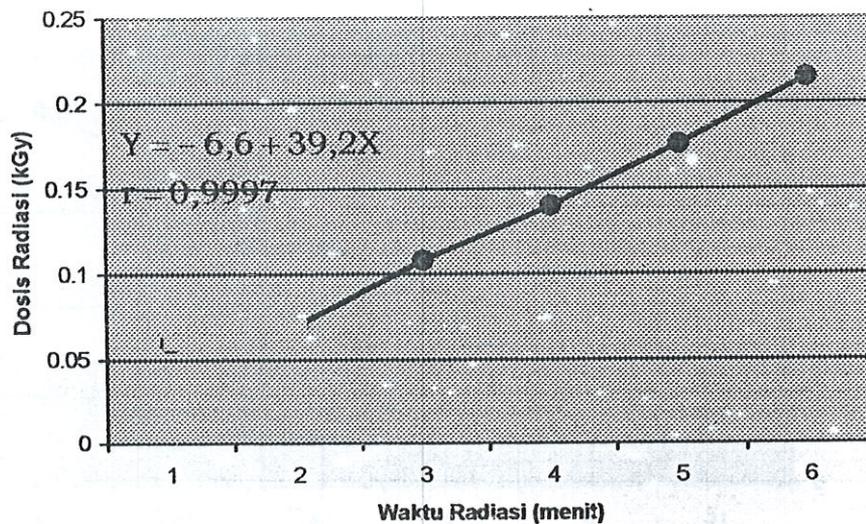


Gambar 2. Kurva antara Dosis Radiasi dan Waktu Radiasi Dosimeter Larutan *Fricke* (*Air Conditioner* (AC))

Tabel (3) Dosimeter Larutan Fricke dengan pelarut Air Bebas Mineral

No	Waktu (menit)	ΔA	Dosis (Gy)	Laju Dosis (kGy/jam)
1.	2	$0,266 \pm 0,001$	$73 \pm 0,001$	2,208
2.	3	$0,387 \pm 0,008$	$109 \pm 0,001$	2,188
3.	4	$0,531 \pm 0,005$	$150 \pm 0,001$	2,242
4.	5	$0,684 \pm 0,015$	$191 \pm 0,000$	2,311
5.	6	$0,817 \pm 0,009$	$228 \pm 0,001$	2,285

Pada table (3) diperlihatkan untuk pelarut Air Bebas Mineral dengan interval waktu 1 menit iradiasi 2 sampai dengan 6 menit diperoleh laju dosis rata-rata sebesar $2,247 \pm 0,046$ kGy/jam dengan koefisien varian 2,046%. Kurva hubungan antara dosis radiasi dan waktu radiasi dosimeter lauratan *Fricke* dengan pelarut ini ditentukan persamaan garis $y = - 6,60 + 39,2 X$; $r = 0,997$, dengan dosis ambang $a = - 6,6$ Gy, dapat dilihat pada Gambar 3.

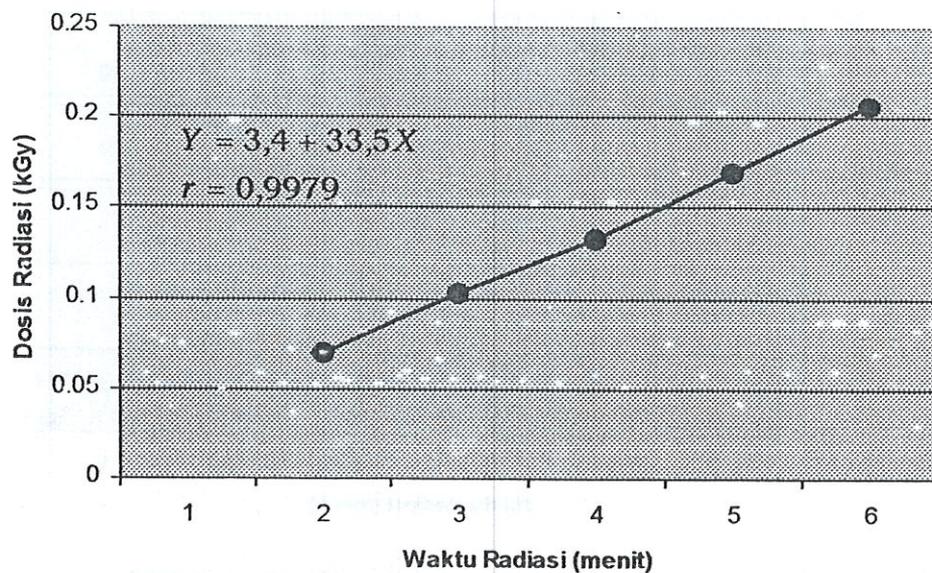


Gambar 3. Kurva antara Dosis Radiasi dan Waktu Radiasi Dosimeter Larutan Fricke (Air Bebas Mineral).

Tabel (4) Dosimeter Larutan *Fricke* dengan pelarut *Millipore Water*

No	Waktu (menit)	ΔA	Dosis (Gy)	Laju Dosis (kGy/jam)
1.	2	0,254 ± 0,001	70 ± 0,000	2,100
2.	3	0,375 ± 0,002	108 ± 0,001	2,060
3.	4	0,483 ± 0,006	133 ± 0,002	1,995
4.	5	0,614 ± 0,007	169 ± 0,002	2,028
5.	6	0,756 ± 0,011	207 ± 0,003	2,070

Dari Tabel (4) diperoleh pelarut *Millipore water* dengan interval iradiasi 2 sampai 6 menit. Laju dosis rata-rata $2,051 \pm 0,0361$ kGy/jam dengan koefisien varian 1,1759%. Hubungan antara Dosis Radiasi dan Waktu Radiasi Dosimeter Larutan Fricke *pelarut Millipore water* ditentukan persamaan garis $Y = 3,4 + 33,55 X$; $r = 0,9979$ dengan dosis ambang $a = 3,4$ Gy, disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva antara Dosis Radiasi dan Waktu Radiasi Dosimeter Larutan Fricke (Millipore Water).

Dari data-data yang diperoleh bahwa pelarut tridest yang terbaik dibanding pelarut lain karena kenaikan dosis lebih linier, tetapi Dosimeter Larutan *Fricke* dengan pelarut ini tidak dapat digunakan untuk kalibrasi dosimeter lain karena belum pernah digunakan.

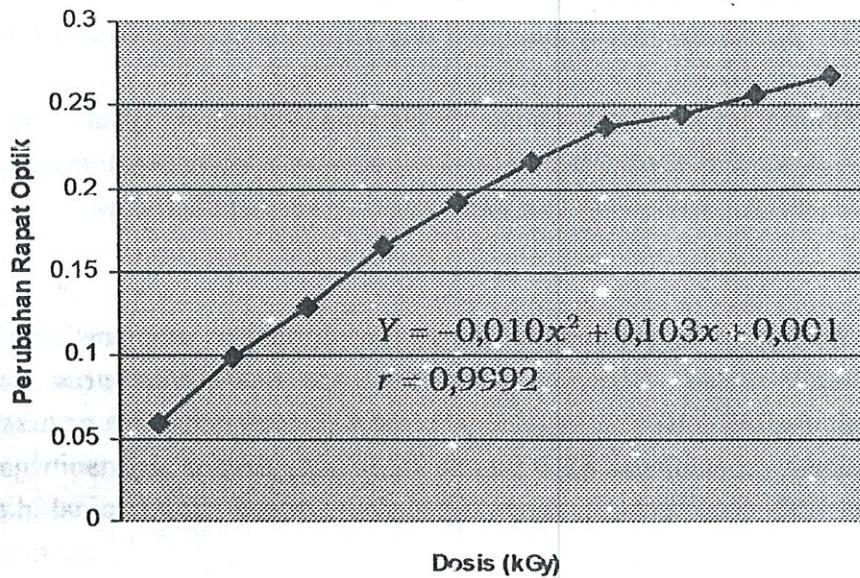
b. Kalibrasi Dosimeter *Red Perspex*

Kurva hubungan antara dosis dan waktu iradiasi Dosimeter Larutan *Fricke* untuk sterilisasi produk kesehatan dapat ditentukan dari persamaan garis y (kGy) = $4,287 + 35,464X$

Tabel 5. Hubungan Perubahan rapat Optik Dosimeter *Red perspex* dengan dosis radiasi terserap yang diukur dengan menggunakan Dosimeter Larutan *Fricke*

No.	S (mm)	Ao	A	Perubahan Rapat Optik	Dosis Terserap (kGy)
1	2,829	0,064	0,230	0,059	5,942
2	2,719	0,064	0,333	0,099	10,608
3	2,978	0,068	0,456	0,130	14,659
4	3,069	0,067	0,571	0,166	19,940
5	2,895	0,063	0,619	0,192	24,400
6	3,188	0,065	0,756	0,217	29,500
7	3,085	0,063	0,795	0,237	34,949
8	3,105	0,062	0,820	0,244	37,242
9	3,050	0,064	0,847	0,257	43,083
10	2,993	0,063	0,863	0,267	44,451

Persamaan diatas digunakan untuk memperoleh dosis radiasi terserap dosimeter Red Perspex sehingga diperoleh kurva kalibrasi dosimeter *Red Perspex* dengan persamaan kuadrat $Y = -0,010x^2 + 0,103x + 0,001$; $r = 0,9992$. dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva antara Rapat Optik dan Dosis Radiasi Terserap Dosimeter Red Perspex

Keseragaman Dosis Radiasi Produk Kesehatan

Pengamatan keseragaman dosis pada iradiasi produk kesehatan (botol tetes mata) pada Iradiator Karet Alam (IRKA) dengan massa 12 kg, volume (40 x 40 x 40)cm³, densitas 0,18 kg/cm³ serta waktu iradiasi 8 jam dengan kurva kalibrasi Dosimeter Redperspex $Y = -0,010x^2 + 0,103 + 0,001$.

Tabel (6) Keseragaman Dosis Produk Kesehatan

No.	Posisi Redperspex	Ao	At	S(mm)	Dosis (kGy)	Dmaks/Dmin
1.	Dmaks	0,067	0,0670	3,119	1,612	1,064
2.	Dmin	0,068	0,629	3,125	1,515	

Dari Tabel di atas diperoleh bahwa keseragaman dosis iradiasi (Dmaks/Dmin) produk kesehatan pada proses iradiasi adalah 1,064 hal ini berarti bahwa dosis iradiasi produk kesehatan Botol Tetes Mata tersebut telah terjamin homogenitasnya.

KESIMPULAN

- Besarnya dosis ambang Iraditor *Gamma Chamber* 4000A Dosimeter Larutan Fricke untuk kalibrasi dengan Dosimeter *Red Perspex* adalah 4,2857 Gy.
- Dosimeter dari berbagai jenis pelarut diperoleh bahwa dengan pelarut Tridest limbah air kondensasi baik digunakan untuk Dosimeter Larutan *Fricke* dibanding pelarut lain karena memiliki linieritas yang baik, yaitu $Y = 0,688 + 35,127x$ tetapi dosimeter dengan pelarut ini belum digunakan sampai saat ini.

- c. Besarnya dosis radiasi Dosimeter *Red Perspex* diperoleh dari kurva kalibrasi $Y = -0,010x^2 + 0,103x + 0,001$. Kurva ini merupakan hasil dari kalibrasi waktu radiasi dengan laju dosis menurut pengukuran Dosimeter Larutan *Fricke*.
- d. Keseragaman dosis (D_{maks}/D_{min}) untuk bahan dengan densitas $0,18 \text{ g/cm}^3$ yang dikemas dalam boks berukuran $(40 \times 40 \times 40) \text{ cm}^3$ dan diiradiasi di IRKA dapat mencapai 1,064 yang berarti dosis iradiasi maksimum dan minimum hampir sama besarnya.

SARAN

Penelitian tentang dosimeter ini sebelumnya hanya menggunakan satu jenis pelarut yang sering digunakan untuk radiasi. Berdasarkan hasil pengamatan ini ternyata perlu dilakukan penelitian tentang dosimeter dari berbagai jenis pelarut untuk membandingkan hasil yang diperoleh dengan pelarut sebelumnya. Oleh karena itu, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut untuk memperoleh jenis pelarut lain yang dapat digunakan dalam berbagai dosimeter

DAFTAR PUSTAKA

1. Schested, K, "The Fricke Dosimeter" Manual on radiation Dosimetry Marcel Decker, New York, 1970.
2. Bhat. R.M., "Low Medium and High Dose Dosimetry in Radiation Processing" Workshop on Gamma Radiation Processing of Healthcare and Food Products Mumbai, India, 2002.
3. Glenn FK, "Source of Electromagnetic Radiation", Radiation Detection on Hill Book Company, New York, 1973.
4. Irawaty, Zubaidah Dr. Ir., "Iradiasi Pengemas Bahan Pangan", Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta, 2002.
5. Laughlin Mc. WL, Boyd Akl, Chodwick. KH, Donald Mc.JC, Millis. A, "Dosimetry for Radiation Processing", New York, 1989.
6. Razaak Mirzan. T, "Dosimetri Industri", Puslitbang, BATAN, Jakarta, 2000.
7. Ridwan Mch, Razaak Mirzan T, Scarpa. G, "Aspek Dosimetri Pada Proses Sterilisasi Radiasi", Majalah Batan, Vol XII, Jakarta, 1980.
8. Technical Report Series No. 178, "Manual of Food Radiation Dosimetry," International Atomic Energy Agency, 1997.
9. Tjahyono. L., Tobing Rosmina, Z.I. Purwanto, "Penggunaan Dosimeter Film Radiochromic Dye untuk Mengukur Dosis Rendah," Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN.