

PENENTUAN DOSIS SERAP BAHAN HERBAL PADA IRADIATOR KARET ALAM

Tjahyono, Rosmina DLT, dan Bonang S Trenggono
Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-BATAN

ABSTRAK

PENENTUAN DOSIS SERAP BAHAN HERBAL PADA IRADIATOR KARET ALAM. Telah dilakukan penentuan dosis serap bahan herbal pada Iradiator karet alam, berdasarkan peta dosis bahan herbal dengan menggunakan dosimeter *Amber Tipe 3042W*. Hasil pemetaan dosis pada rak timur menunjukkan dosis maksimum 10,67 kGy dan dosis minimum 7,18 kGy dengan laju dosis 2,23 kGy/Jam, sedangkan rak barat diperoleh 10,56 kGy dan dosis minimum 7,45 kGy dengan laju dosis 2,25 kGy/Jam.

ABSTRACT

DETERMINATION OF ABSORBED DOSE FOR HERBAL MATERIAL AT THE LATEX IRRADIATORS. Determination of absorbed dose for herbal material at the latex irradiators has been done based on the dose mapping using Amber type 3042W dosimeters. The result east side rack showed the maximum dose 10,67 kGy and the minimum dose 7,18 kGy with the dose rate of 2,23 kGy / hour. Respectively where as at the west side rack obtained the maximum of 10,56 kGy, minimum dose of 7,45 kGy with a dose rate of 2,25 kGy / hour.

PENDAHULUAN

Iradiasi merupakan pemanfaatan energi radiasi secara terkendali yang menimbulkan berbagai macam perubahan dalam sel hidup. Iradiasi banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang kegiatan, seperti dalam bidang kedokteran untuk radioterapi, bidang industri phytosanitari, pasteurisasi dan sterilisasi serta aplikasi lainnya [1,2].

Di Indonesia sejak tahun tujuh puluhan, teknik radiasi sudah diaplikasikan dalam industri untuk produk makanan, pakan ternak, jamu tradisional/ produk herbal dan kosmetika serta produk sediaan farmasi agar produk-produk memiliki kualitas lebih baik, dan dapat diradiasi dalam kemasan akhir untuk langsung dipasarkan. Keuntungan pemakaian sterilisasi/pasteurisasi radiasi antara lain fleksibel dalam pengemasan, produk steril dapat bertahan terus selama kemasannya tidak rusak dan temperatur tidak meningkat. Proses ini merupakan proses fisika yang tidak meninggalkan residu kimia pada produk dan tidak menjadi radioaktif [3,4].

Pengoperasian Fasilitas iradiasi Gamma PATIR - BATAN bertujuan untuk memberikan jasa layanan iradiasi, yang menunjang berbagai kegiatan penelitian aplikasi

teknologi radiasi mencakup pemanfaatan teknologi nuklir untuk skala penelitian dan skala semi pilot sebagai introduksi ke pihak industry [5].

Dalam pengoperasian fasilitas iradiasi di PATIR, Telah dilakukan pemetaan dosis dalam bahan yang dikemas dalam kotak karton dengan pola iradiasi tertentu untuk menentukan posisi dan besarnya laju dosis maksimum dan laju dosis minimum dengan menggunakan dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042W yang memiliki jangkauan 1 – 30 kGy λ (panjang gelombang) 651 nm. Untuk membedakan sampel sebelum dan sesudah radiasi digunakan dosimeter penanda go/no go untuk mencegah kekeliruan dalam pelaksanaan iradiasi [6].

Produk yang digunakan pada kegiatan ini adalah kotak karton yang berisi produk bahan herbal yang diproduksi di Indonesia dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara absorbs spesifik dengan dosis serap pada bahan herbal.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

1. *Harwell Amber* Tipe 3042W yang memiliki jangkauan 1 – 10 kGy pada λ (panjang gelombang) 603 nm dan 1 – 30 kGy λ (panjang gelombang) 651 nm. Dosimeter ini dikemas dengan aluminium *foil* buatan *Harwell* inggris yang terkalibrasi. Dosimeter ini digunakan untuk mengukur dosis.
2. Iradiator Karet Alam (Irka). Aktivitas sumber Co-60 pada bulan Juli 2013 sebesar 107.772,0846 *Currie*. Irka dilengkapi dengan reaktor lateks dengan volume 1.500 liter, dan volume iradiasi bahan terdiri dari 2 buah rak dengan ukuran panjang 150 cm, lebar 100 cm, dan tinggi 200 cm. Iradiator ini dilengkapi dengan panel pengendali utama, *lifter table*, mesin penggerak.
3. Dosimeter penanda go/no go : Dosimeter ini dibuat dari campuran beberapa bahan kimia antara lain *methyl yellow*, *PVC Powder*, dan *tetrahydrofuran*. Dosimeter dipasang pada kertas sticker yang akan ditempelkan pada setiap kotak karton sampel untuk membedakan bahan se belum dan sesudah iradiasi.
4. Kotak sampel terbuat dari kotak karton dengan ukuran 57,5 cm x 43,5 cm x 18,5 cm

5. Sampel yang digunakan adalah bahan herbal dengan berat 19 kgram dan densitas bahan $0,41 \text{ g/cm}^3$
6. *UV – VIS* Spektrophotometer adalah Spektrophotometer tipe U-2000 model *double beam* buatan Hitachi Jepang digunakan untuk mengukur perubahan rapat optik dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042W sesudah iradiasi.
7. *Dial Thickness Gauge* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk mengukur ketebalan dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042

Kalibrasi Dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042 W

Pada Iradiator Karet Alam dilakukan kalibrasi dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042 W dengan variasi dosis tertentu, kemudian dengan menggunakan *UV- VIS* Spektrophotomer dapat diketahui absorpsinya dan *dial thicknes gauge* untuk mengukur ketebalannya. Kemudian dibuat kurva hubungan antara absorpsi per tebal dosimeter terhadap dosis.

Pengamatan laju dosis dan faktor keseragaman

Sebelum iradiasi diamati kondisi kemasan bahan secara visual, jenis bahan dan massa bahan per boks dengan mengacu pada instruksi kerja selanjutnya ditetapkan pola iradiasi yaitu 60 menit x 4 putaran serta pemasangan beberapa dosimeter pada tiga bidang yang sejajar sumber radiasi. Sebelum dan sesudah iradiasi dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042 W terlebih dahulu diukur perubahan rapat optiknya dengan menggunakan *UV – VIS* Spektrophotometer pada panjang gelombang (λ) 651 nanometer. Kemudian ketebalan dosimeter diukur dengan *Dial Thickness Gauge* sehingga dapat ditentukan dosis yang diterima setiap dosimeter dengan menggunakan kurva kalibrasi dosimeter yang menunjukkan hubungan perubahan rapat optik dan dosimeter per cm^{-1} dengan dosis iradiasi.

Pengamatan Dosimeter Penanda

Setiap kotak karton sampel dipasang sticker dosimeter go/no go pada bagian luar kotak karton. Pada sticker juga terdapat keterangan mengenai data iradiasi gamma yaitu Dosis iradiasi, Tanggal Iradiasi, Waktu Iradiasi, *Batch* Iradiasi, Nama dan Tanda Tangan operator pelaksana. Secara visual diperhatikan warna dosimeter sebelum

iradiasi dan sesudah iradiasi, berwarna kuning dan sesudah iradiasi terjadi perubahan warna menjadi orange sampai merah tergantung dengan dosis yang diterima.

Pada Gambar 1 menunjukkan perpindahan setiap kotak, pada setiap tahap iradiasi. Dengan cara iradiasi demikian maka jumlah tahap iradiasi adalah 12 tahap. Waktu iradiasi setiap kotak karton bahan yang sama. Perpindahan kotak karton pada tahap iradiasi pertama sampai tahap iradiasi ke-enam diatur seperti gambar 1, pada tahap iradiasi ke-tujuh, posisi kotak bahan diputar 180° sehingga membelakangi sumber.

Dengan tahap iradiasi seperti ini maka hanya kedua permukaan kotak karton berisi bahan Herbal yang menghadap kearah sumber Co-60. Sedangkan permukaan kotak karton yang lainnya tidak pernah menghadap kearah sumber Co-60.

Selain itu, kedua permukaan yang menghadap kearah sumber tersebut selalu mendapatkan iradiasi pada setiap perpindahan posisi kotak karton bahan, sehingga dengan cara demikian setiap bahan yang berada dalam kotak karton akan mendapatkan dosis radiasi yang sama.

Posisi-posisi kotak karton pada saat iradiasi

Posisi 1 & 7	Posisi 2 & 8	Posisi 3 & 9																		
<table border="1"><tr><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td></tr></table>	5	6	3	4	1	2	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	5	6	3	4	<table border="1"><tr><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td></tr></table>	3	4	1	2	5	6
5	6																			
3	4																			
1	2																			
1	2																			
5	6																			
3	4																			
3	4																			
1	2																			
5	6																			
Posisi 4 & 10	Posisi 5 & 11	Posisi 6 & 12																		
<table border="1"><tr><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td></tr></table>	6	5	4	3	2	1	<table border="1"><tr><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td></tr></table>	2	1	6	5	4	3	<table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>6</td><td>5</td></tr></table>	4	3	2	1	6	5
6	5																			
4	3																			
2	1																			
2	1																			
6	5																			
4	3																			
4	3																			
2	1																			
6	5																			

Gambar 1. Perpindahan Kotak pada saat Radiasi

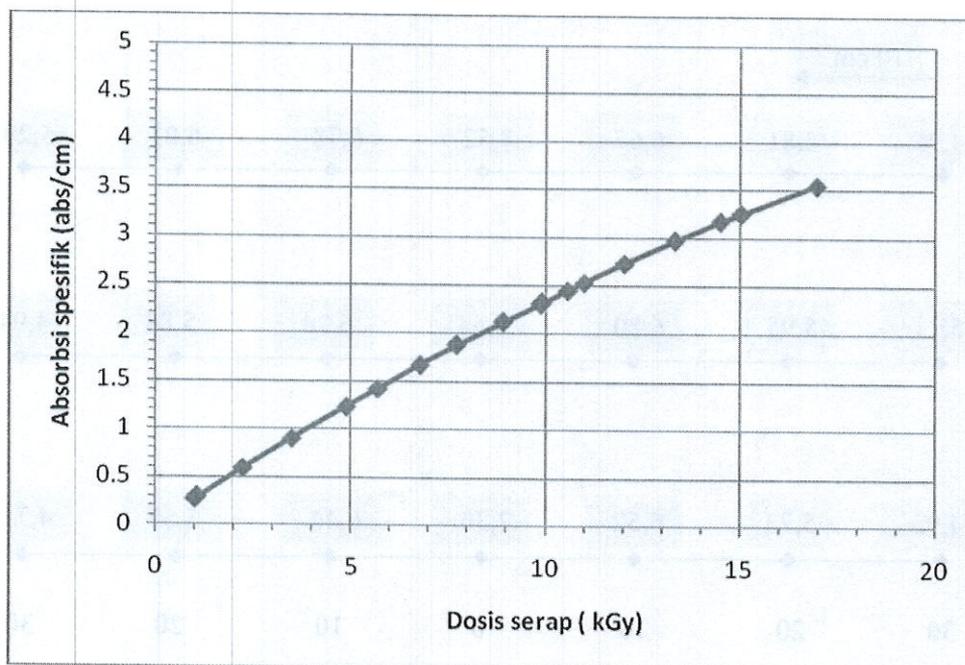
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Iradiator Karet Alam dilakukan kalibrasi dosimeter *Harwell Amber* Tipe 3042 W pada dosis tertentu, kemudian dengan menggunakan *UV- VIS* Spektrophotometer dapat diketahui absorpsinya. Dari hasil pengukuran perubahan absorpsi dapat dilihat pada dan gambar 2. Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa dalam interval 5 kGy, dalam range 1 kGy sampai dengan 30 kGy, keofisen varia 2 %. Diperoleh bahwa nilai absorpsi spesifik berganung pada dosis dan dengan meningkatnya nilai dosis terserap akan meningkat nilai absorpsi spesifik memiliki hubungan sebagai berikut:

$$Y \text{ (kGy)} = - 0,0035 X^2 + 0,268 X + 0,0123$$

$$R^2 = 1,0$$

Dimana Y adalah absorpsi spesifik (abs./cm), X adalah dosis radiasi yang diterapkan (kGy) dan R adalah koefisien determinasi.



Gambar 2. Kurva hubungan dosis dengan absorpsi spesifik

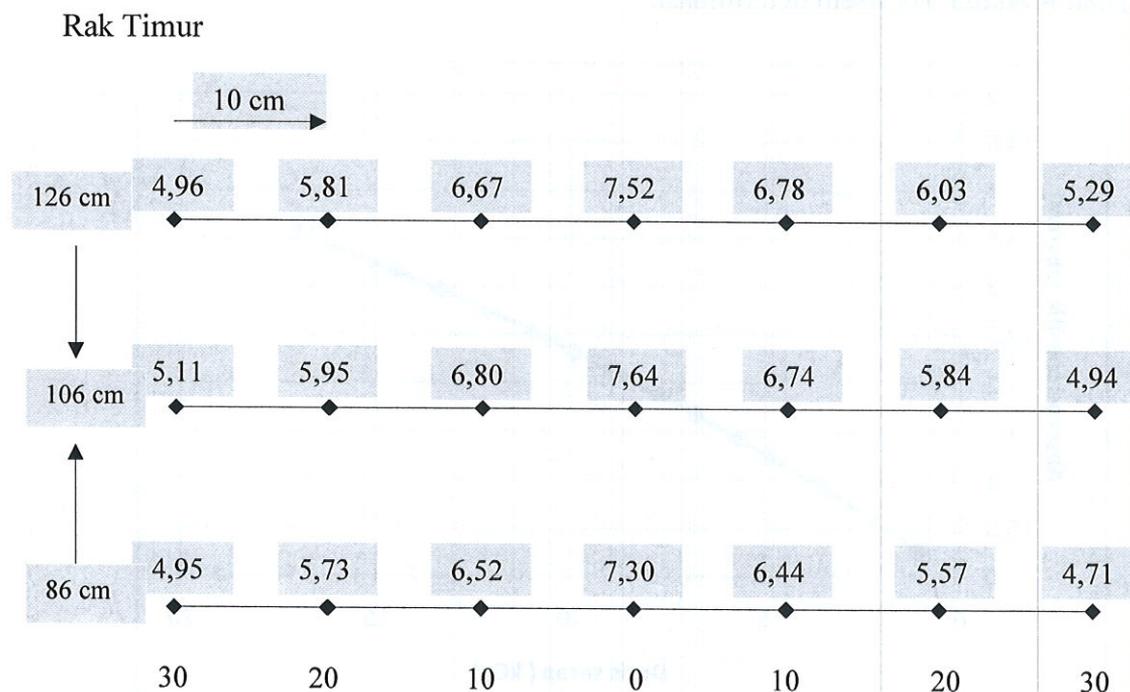
Pada Gambar 3a, laju dosis pada kedua rak bahan yaitu pada rak bahan timur dari posisi titik tengah ke utara 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dari posisi titik tengah

ke selatan 10 cm, 20 cm, 30 cm, dengan ketinggian 126 cm dari dasar lantai diperoleh laju dosis 7,52 kGy/jam; 6,67 kGy/jam; 5,81 kGy/jam; 4,96 kGy/jam; dan 6,78 kGy/jam; 6,03 kGy/jam; 5,29 kGy/jam.

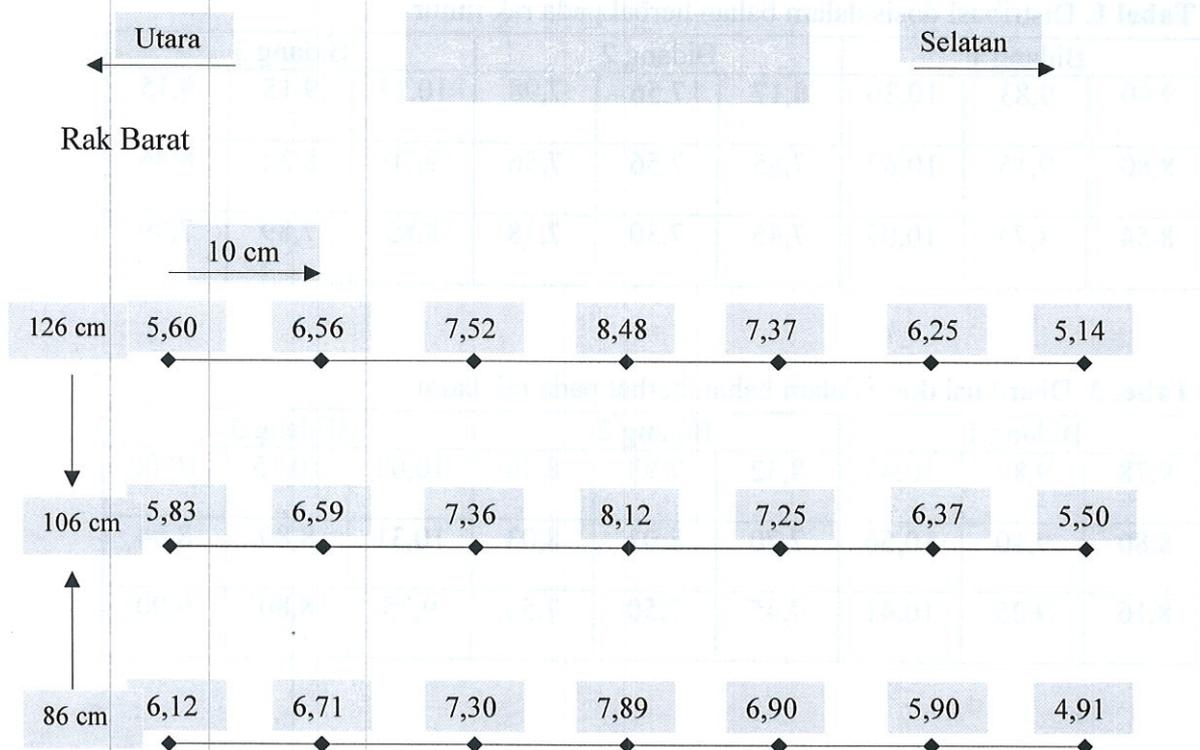
Untuk ketinggian 106 cm dasar lantai jarak dari posisi titik tengah ke utara 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dari posisi tengah ke selatan 10 cm, 20 cm, 30 cm, diperoleh laju dosis adalah 7,64 kGy/jam; 6,80 kGy/jam; 5,95 kGy/jam; 5,11 kGy/jam; dan 6,74 kGy/jam; 5,84 kGy/jam; 4,94 kGy/jam.

Untuk ketinggian 86 cm dasar lantai jarak dari posisi titik tengah tengah ke utara 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dari posisi tengah ke selatan 10 cm, 20 cm, 30 cm, dengan tinggi 86 cm dari dasar lantai diperoleh laju dosis 7,30 kGy/jam; 6,52 kGy/jam; 5,73 kGy/jam; 4,95 kGy/jam; dan 6,44 kGy/jam; 5,57 kGy/jam; 4,71 kGy/jam.

Gambar 3b, rak bahan barat diperoleh informasi bahwa laju dosis pada tengah ke utara 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dari posisi posisi titik tengah ke selatan



Gambar 3a. Peta laju dosis pada rak timur



Gambar 3b. Peta laju dosis pada rak barat

10 cm, 20 cm, 30 cm, dengan ketinggian 86 cm dari dasar lantai diperoleh laju dosis 7,89 kGy/jam; 7,30 kGy/jam; 6,71 kGy/jam; 6,12 kGy/jam; dan 6,90 kGy/jam; 5,90 kGy/jam; 4,91 kGy/jam.

Juga diperoleh pada ketinggian 106 cm jarak dari posisi titik tengah ke utara 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dari posisi tengah ke selatan 10 cm, 20 cm, 30 cm, diperoleh laju dosis 8,12 kGy/jam; 7,36 kGy/jam; 6,59 kGy/jam; 5,83 kGy/jam; dan 6,74 kGy/jam; 5,84 kGy/jam; 4,94 kGy/jam.

Ketinggian 126 cm jarak dari posisi titik tengah ke utara 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan dari posisi tengah ke selatan 10 cm, 20 cm, 30 cm, diperoleh laju dosis 8,48 kGy/jam; 7,52 kGy/jam; 6,56 kGy/jam; 5,60 kGy/jam; dan 7,37 kGy/jam; 6,25 kGy/jam; 5,14 kGy/jam.

Hasil pengamatan iradiasi bahan herbal yang dimasukkan pada kotak karton ukuran 57,5 cm x 43,5 cm x 18,5 cm dengan berat 19 kg dan densitas bahan 0,41 g/cm³ sebanyak 12 kotak karton seperti yang ditunjukkan pada gambar1. Waktu iradiasi 4 x 60 menit disajikan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Distribusi dosis dalam bahan herbal pada rak timur

Bidang 1			Bidang 2			Bidang 3		
9,90	9,83	10,36	8,17	7,56	7,98	10,13	9,15	9,15
8,80	9,15	10,67	7,65	7,56	7,56	9,70	8,32	8,46
8,54	8,75	10,05	7,45	7,30	7,18	8,85	7,89	7,89

Tabel 2. Distribusi dosis dalam bahan herbal pada rak barat

Bidang 1			Bidang 2			Bidang 3		
9,78	9,89	10,49	8,32	7,98	8,46	10,03	10,15	10,00
8,80	9,10	10,56	7,70	8,03	8,03	10,31	8,80	8,64
8,16	9,25	10,41	7,45	7,50	7,56	9,75	8,80	9,00

Table 1 dan 2 menunjukkan besaran nilai dosis serap maksimum. Hasil dari pemetaan dosis bahan herbal pada rak timur diperoleh dosis maksimum pada bidang 1 posisi 6 yaitu 10,67 kGy dan dosis minimum pada bidang 2 titik 18 yaitu 7,18 kGy dengan dosis rerata 8,93 kGy dan laju dosis pada kotak karton yang berisi bahan herbal dapat diketahui yaitu 2,23 kGy/Jam. Sedangkan rak barat diperoleh dosis maksimum pada bidang 1 posisi 6 yaitu 10,56 kGy, dan dosis minimum diperoleh pada bidang 2 posisi 16 yaitu 7,45 kGy, dengan dosis rerata 9,01 kGy sehingga laju dosis pada kotak karton yang berisi bahan herbal dapat diketahui yaitu 2,25 kGy/Jam dengan faktor keseragaman dosis dapat ditentukan yaitu 1,49 untuk rak timur sedangkan rak barat 1,42.

KESIMPULAN

1. Semakin tinggi dosis radiasi terserap, semakin tinggi absorbs spesifik
2. Pemetaan dosis bahan herbal pada rak timur diperoleh dosis maksimum 10,67 kGy dan dosis minimum 7,18 kGy dengan laju dosis 2,23 kGy/Jam. Pemetaan dosis bahan herbal pada rak barat diperoleh yaitu 10,56 kGy dan dosis minimum 7,45 kGy dengan laju dosis 2,25 kGy/Jam dengan
3. Faktor keseragaman dosis untuk bahan Herbal yaitu 1,49 dan 1,42.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada Kepala dan Kapok serta seluruh staff Balai Iradiasi, Elektromekanik dan Instrumentasi PATIR – BATAN atas bantuannya sehingga kegiatan studi ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Schested, K, "Fricke Dosimeter " Manual on Dosimetry Marcel Decker, New York 1950.
2. Bhat RM."Law Medium High Dose Dosimetry in Radiation Processing" Workshop on Gamma Radiation Processing of Helthcare and Food Products Mumbai India.2002.
4. Razak MT. "" Dosimetri Industri"" Puslitbang BATAN Jakarta 2000
- 5.. Ridwan Moh, Razak MT, Scarpa, G. "Aspek Dosimetri pada proses sterilisasi Radiasi" Majalah BATAN, Vol XII, Jakarta, 1980.
6. Tjahyono, Instruksi Kerja Pelaksanaan Penambahan Sumber Co-60 iradiator Karet Alam (IRKA) Jakarta 2006
7. Tjahyono, Instruksi Kerja Pengoperasian Iradiator Karet Alam (IRKA) Jakarta 2006
8. Tjahyono, Rosmina DLT, Sistem Pelaksanan Iradiasi yang Baik, Pertemuan Ilmian Jabatan Fungsional Pranata Nuklir, Jakarta 200

DISKUSI

MEGY

1. Prinsip kerja Dosimeter Amber tipe 3042 w?
2. Dalam pemetaan dosis menunjukkan dosis yang berbeda-beda, apa yang menyebabkan dosis berbeda tersebut?

TJAHYONO

1. Akibat radiasi akan menyebabkan perubahan warna Dosimeter atau rapat optiknya, perubahan rapat optik pertebal Dosimeter mengikuti persamaan Polynomial (pangkat 2). Pada (λ) panjang gelombang 603 nm untuk jangkauan 1-10 kgy sedangkan pada jangkauan 1 – 30 kGy digunakan (λ) panjang gelombang 651 nm.
2. Jarak dari titik sumber ketitik pengamatan dan konfigurasi sumber CO-60.

NANI SURYANI

Bagaimana menentukan dosis serap bahan, pada produk iradiasi yang memiliki kemasan berbeda. Misalnya sampel amplop menempel kotak karton dengan dosis yang sama ?.

TJAHYONO

Dosis serap bahan pada produk iradiasi menerima dosis sama antara amplop dan kotak karton, mengingat daya penetrasi sinar Gamma yang dipancarkan dari sumber Co-60 besar, maka nilai dosis dapat diukur dengan menempatkan dosimeter pada masing-masing sampel jika dibutuhkan tergantung pada ketebalan sampel dan amplop.

SUDARSIH

Produk yang sudah di iradiasi mampu bertahan berapa lama ?.

TJAHYONO

Pada dasarnya tergantung pada jenis bahan kemas yang digunakan, selama kemasan tidak rusak masa kadaluwarsa 2 tahun.