

KALIBRASI FILM GAFCHROMIC XR-QA2 MENGGUNAKAN SUMBER BETA Sr-90, Kr-85 dan Pm-147

Nurul Hidayah¹, Chomsin S. Widodo¹, Bunawas²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya

²PTKMR-BATAN

E-mail: nurulhidayah418@gmail.com

Abstrak

Film Gafchromic XR-QA2 merupakan film dosimeter yang digunakan untuk mengetahui kualitas radiasi saat terapi. Terdapat sumber beta yang digunakan untuk terapi, agar film gafchromic XR-QA2 dapat digunakan sebagai kualitas kontrol radiasi sumber beta, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui respon film gafchromic XR-QA2 terhadap dosis dan terhadap energi dari sumber radiasi beta. Pengukuran respon film Gafchromic XR-QA2 terhadap dosis dilakukan dengan menggunakan variasi dosis 0,3 Gy, 0,5 Gy, 0,7 Gy, 1,0 Gy, sedangkan pengukuran respon film Gafchromic XR-QA2 terhadap energi dilakukan dengan pemberian dosis yang sama pada setiap sumber yang memiliki energi yang berbeda yaitu dengan dosis sebesar 1,0 Gy. Pengukuran respon film Gafchromic XR-QA2 terhadap dosis dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis yang diterima, semakin besar nilai densitasnya. Hal ini menunjukkan bahwa respon film linier terhadap besarnya dosis yang dipaparkan. Sedangkan untuk pengukuran respon film Gafchromic XR-QA2 terhadap energi, dapat disimpulkan bahwa film gafchromic XR-QA2 bergantung pada besarnya energi dari sumber beta ⁹⁰Sr, ⁸⁵Kr, ¹⁴⁷Pm.

Kata Kunci: *Radiasi Beta, Film Gafchromic XR-QA2. Sr-90, Kr-85, Pm-147*

Pendahuluan

Dosimeter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur besar dosis radiasi. Ada beberapa macam dosimeter, salah satunya dosimeter yang berupa film. Di bidang kedokteran dosimeter film digunakan untuk mengukur distribusi dosis pada saat terapi menggunakan sumber radioaktif. Film digunakan sebagai dosimeter karena film memiliki kelebihan dibanding dosimeter lainnya, yaitu film mempunyai resolusi pengukuran yang tinggi (Giaddui, 2012).

Film yang digunakan sebagai dosimeter radioterapi adalah film Gafchromic, dimana film ini ekuivalen dengan jaringan tubuh (9,0% hydrogen, 60,6% carbon, 11,2% nitrogen, dan 19,2% oxygen). Film gafchromic berisi senyawa kimia yang terpolimerisasi bila terkena radiasi (Dwisetyo, 2010).

Terdapat beberapa macam tipe film gafchromic, tetapi dalam penelitian ini digunakan film gafchromic XR-QA2, karena film ini merupakan film gafchromic yang dirancang khusus sebagai dosimeter kualitas kontrol radiasi (Giaddui, 2012).

Menurut penelitian terdahulu yaitu pengukuran respon film gafchromic EBT terhadap radiasi beta, dimana film tersebut bergantung terhadap dosis yang diberikan, serta dapat digunakan untuk menentukan luas

paparan dari sumber beta Sr-90, Kr-85 akan tetapi tidak dapat digunakan untuk pengukuran dosis serap radiasi beta sumber Pm-147 (Benavente, 2012). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon film gafchromic XR-QA2 terhadap radiasi beta, agar film gafchromic XR-QA2 dapat digunakan sebagai kualitas kontrol radiasi pada saat menggunakan sumber beta.

Radiasi sangat berbahaya bagi manusia, diantaranya radiasi beta. Radiasi beta hanya dapat menembus kertas tipis dan tidak dapat menembus tubuh manusia, sehingga pengaruhnya dapat diabaikan, akan tetapi radiasi radiasi beta yang berasal dari sumber radioaktif terbungkus berpotensi besar memberikan dosis kulit, karena jangkauannya lebih rendah jika dibandingkan dengan radiasi gamma yang dikenal dengan dosis kulit $H_p(0,07)$ (Indriani, 2013).

Partikel beta merupakan suatu partikel yang terlempar dari inti atom yang tidak stabil. Partikel tersebut mempunyai ukuran dan muatan listrik lebih kecil dari partikel alpha. Daya ionisasi di udara 1/100 kali daya ionisasi partikel alpha. Partikel beta mempunyai daya tembus lebih besar dari partikel alpha karena ukurannya lebih kecil (Arma, 2004).

Terdapat tiga sumber beta yang umum digunakan dalam bidang industri, yaitu Kr-85,

Sr-90 dan Pm-147 (BATAN, 2010). Untuk proteksi radiasi, di industri maupun di tempat radiologi yang menggunakan sumber radioaktif, maka harus diukur berapa dosis yang ada di tempat kerja tersebut, dimana pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur radiasi yang biasa disebut dengan survei meter. Sebelum digunakan alat survei meter harus dikalibrasi terlebih dahulu.

Sesuai perka Bapeten No 6 Tahun 2009, dimana survei meter harus dikalibrasi sesuai dengan sumber radiasi yang ada di daerah kerja. Oleh karena itu dibutuhkan sumber standar beta Sr-90, Kr-85 dan Pm-147. Sumber beta yang digunakan dalam hal ini adalah sumber beta dari limbah radioaktif. Sumber beta dapat digunakan untuk kalibrasi maka harus diketahui bahwa luasan paparan sumber tersebut mempunyai dosis homogen 15 cm (ISO,2004).

Metodologi

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan yaitu sumber radioaktif beta Sr-90, Kr-85, Pm-147, densitometer, film gafchromic XR-QA2, penggaris, cutter, papan penyangga, dan dudukan sumber. Pertama-tama mengkondisikan ruangan dengan suhu, tekanan, kelembaban berdasarkan kondisi standar dengan menggunakan Termometer (mengukur suhu), Hygrometer (mengukur kelembaban), dan Aneroid Barometer (mengukur tekanan).

Menentukan respon film Gafchromic XR-QA2 terhadap dosis radiasi yang diterima, serta ketergantungan film terhadap energi sumber radioaktif. Pada tahap ini hal pertama yaitu peralatan yang digunakan disiapkan. Setelah itu film dipotong persegi dengan ukuran 8cm x 8cm diletakkan pada papan penyangga sehingga film dapat berdiri tegak lurus dengan sumber pada saat penyinaran. Dudukan sumber diletakkan dengan posisi tegak lurus dengan film yang akan disinari. Kemudian diatur jarak yang akan dipakai pada saat penyinaran, yaitu 20 cm untuk sumber Sr⁹⁰ dan Kr⁸⁵ sedangkan Pm¹⁴⁷ 10 cm dari posisi sumber. Setelah itu dilihat posisinya tegak lurus dengan menggunakan waterpass. Kemudian, sumber diletakkan pada dudukan sumber dan sumber dibuka bersamaan dengan timer untuk menghitung berapa waktu yang digunakan untuk penyinaran. Dalam menentukan respon film gafchromic XR-QA2

ini dilakukan penyinaran sebanyak 4 kali untuk tiap-tiap sumber yang digunakan, dengan variasi dosis, yaitu pada dosis 0,3 Gy, 0,5 Gy, 0,7 Gy, dan 1 Gy.



Gambar rangkaian percobaan

Hasil dan Pembahasan

Respon Film Terhadap Dosis

Hasil pengukuran ditampilkan pada gambar 1. Pada gambar 1 dapat disimpulkan bahwa respon film gafchromic XR-QA2 linier terhadap dosis sumber beta. Film bergantung pada besarnya radiasi yang dipaparkan, seperti pada gambar, bahwa semakin besar dosis yang dipaparkan semakin besar densitasnya karena ketika film disinari dengan dosis yang semakin besar, maka film akan berubah menjadi sangat gelap dari semula ketika sebelum disinari. Nilai densitas bergantung pada tingkat kehitaman film. Dimana nilai densitas berbanding lurus dengan nilai dosis yang dipaparkan pada film.

Tabel 1 Bacaan film gafchromic XR-QA2 terhadap dosis untuk sumber Sr-90

Dosis (Gy)	Densitas
0,3	1,38 ± 1%
0,5	1,42 ± 2%
0,7	1,49 ± 1%
1,0	1,55 ± 1%

Tabel 2 Bacaan film gafchromic XR-QA2 terhadap dosis untuk sumber Kr-85

Dosis (Gy)	Densitas
0,3	1,40 ± 1%
0,5	1,50 ± 1%
0,7	1,58 ± 2%
1,0	1,65 ± 2%

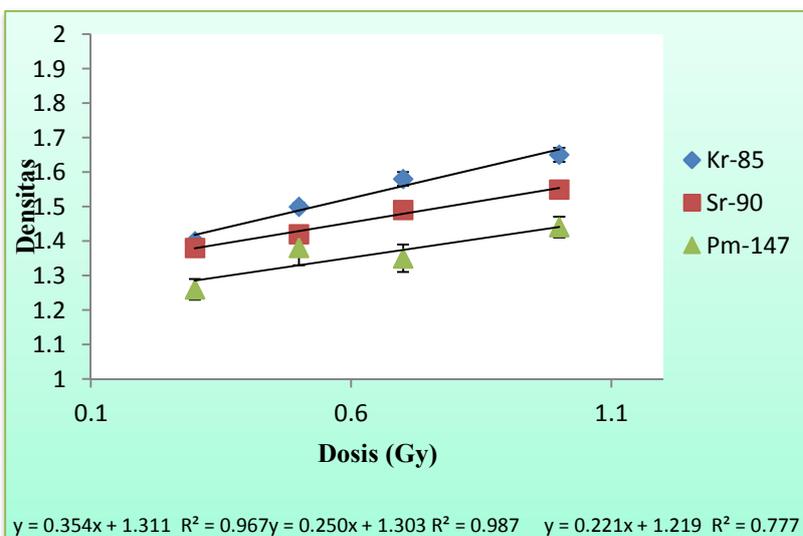
Tabel 3 Bacaan film gafchromic XR-QA2 terhadap dosis untuk sumber Pm-147

Dosis (Gy)	Densitas
0,3	1,26 ± 3%
0,5	1,38 ± 5%
0,7	1,35 ± 4%
1,0	1,44 ± 3%

Nilai densitas dari ketiga sumber diatas adalah berbeda, hal ini disebabkan karena energi dari tiap sumber berbeda. Energi dari sumber radiasi berpengaruh pada sensitivitas film gafchromic XR-QA2. Hal ini dapat diketahui bahwa film gafchromic XR-QA2 bergantung terhadap besar energi sumber beta. Selain itu, laju dosis yang rendah memberikan energi yang rendah sehingga interaksi antara partikel dengan materi rendah.

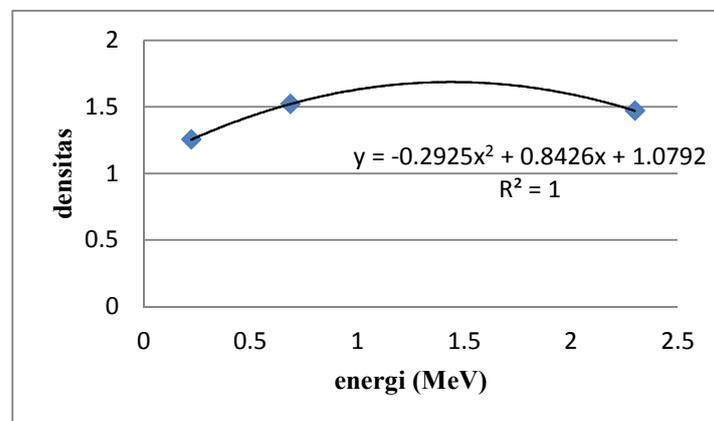
Tabel 4 Bacaan film gafchromic XR-QA2 terhadap energi sumber beta

Sumber	Energi (MeV)	Densitas
Pm-147	0,224	1,25 ± 1%
Kr-85	0,687	1,51 ± 1%
Sr-90	2,30	1,41 ± 1%



Gambar 1 grafik hubungan antara dosis dan densitas

Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan antara nilai densitas film gafchromic XR-QA2 terhadap nilai dosis. Dapat dilihat bahwa respon film gafchromic XR-QA2 linier terhadap besar dosis radiasi yang dipaparkan, yaitu dengan dilihat nilai densitas berbanding lurus terhadap nilai dosis yang dipaparkan pada film. Seperti pada gambar bahwa semakin besar dosis yang dipaparkan semakin besar densitasnya karena ketika film disinari dengan dosis yang semakin besar, maka film akan berubah menjadi gelap dari semula ketika sebelum disinari. Nilai densitas bergantung pada tingkat kehitaman film. Persamaan yang didapat dari grafik adalah $y = 0,354x + 1,311$ untuk sumber Kr-85 dengan $R^2 = 0,967$ untuk sumber Sr-90 adalah $y = 0,250x + 1,303$ dengan $R^2 = 0,987$ dan untuk sumber Pm-147 adalah $y = 0,221x + 1,219$ dengan $R^2 = 0,777$.



Gambar 2 grafik hubungan antara energi dengan densitas

Gambar 2 dapat dilihat bahwa film bergantung pada besarnya energi sumber beta akan tetapi, ketika mencapai energi tertentu, sensitivitasnya menurun, dapat dilihat bahwa dari energi 0,224 MeV ke energi 0,687 MeV densitasnya naik seiring dengan meningkatnya energi, akan tetapi ketika pada energi 2,30 MeV densitasnya turun. Hal ini merupakan karakteristik dari film gafchromic XR-QA2 yang hanya dapat digunakan dalam range energi tertentu. Kurva grafik ditarik garis polinomial dengan persamaan $y = -0,29x^2 + 0,842x + 1,078$ dengan $R^2 = 1$ menunjukkan bahwa sesuai dengan grafik diatas bahwa nilai densitas akan menurun mendekati nol apabila film terpapari radiasi pada range energi tertentu. Oleh karena itu, pengukuran respon film gafchromic XR-QA2

terhadap energi sumber beta Sr-90, Kr-85 dan Pm-147 tidak bisa ditarik garis linier.

Kesimpulan

Respon film gafchromic XR-QA2 linier terhadap besarnya dosis yang dipaparkan, semakin besar dosis yang dipaparkan perubahan warna film gafchromic XR-QA2 semakin gelap sehingga densitasnya semakin besar. Film gafchromic XR-QA2 bergantung terhadap energi sumber beta, tetapi ketika mencapai energi tertentu sensitivitas film menurun.

Saran

Sebaiknya dilakukan pengukuran tanggapan film gafchromic XR-QA2 terhadap dosis sumber radiasi beta pada tiap jarak optimal masing-masing sumber beta terhadap variasi jarak

Daftar pustaka

- Batan. 2010. *Aplikasi Teknik Nuklir di Industri*
- Benavente, J.A, dkk. 2012. *Feasibility of EBT Gafchromic Film for Comparison Exercises Among Standart Beta Radiation Fields.*
- Giaddui, T., Y. Cui, J. Galvin, W. Chen, Y. Yu and Y. Xiao. 2012. *Characteristics of Gafchromic XRQA2 Films for kV Image Dose Measurement.* 2: 842-50
- Indriyani, D. 2013. *Pengukuran Paparan dan Dosis Kedalaman Radiasi Beta Dengan Menggunakan Ekstrapolition Chamber.*