

PAIR/P. 326/1988

PENGARUH PENYIMPANAN DAN PEMANASAN PADA
RAPAT OPTIK POLIETILEN TEREFTALAT
PASCA IRADIASI BERKAS ELEKTRON

Kicky L.T.K., Gunawan, dan
Rosmina D.L.T.

PENGARUH PENYIMPANAN DAN PEMANASAN PADA RAPAT OPTIK POLIETILEN TEREFTALAT PASCA IRADIASI BERKAS ELEKTRON

Kicky L.T.K.*, Gunawan*, dan Rosmina D.L.T.*

ABSTRAK

PENGARUH PENYIMPANAN DAN PEMANASAN PADA RAPAT OPTIK POLIETILEN TEREFTALAT PASCA IRADIASI BERKAS ELEKTRON. Suatu percobaan telah dilakukan untuk mempelajari pengaruh penyimpanan pada suhu kamar dan pemanasan pada kestabilan rapat optik polietilen tereftalat pasca iradiasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa untuk menstabilkan rapat optik polietilen tereftalat pasca iradiasi diperlukan penyimpanan selama 2 jam setelah pemanasan pada suhu 50°C selama 0,5 jam, atau penyimpanan selama 1,5 jam setelah pemanasan pada suhu 50°C selama 1 jam, atau penyimpanan selama 1,5 jam setelah pemanasan pada suhu 75°C selama 0,5 jam, atau penyimpanan selama 1 jam setelah pemanasan pada suhu 75°C selama 1 jam, atau penyimpanan selama 1 jam setelah pemanasan pada suhu 100°C selama 0,5 jam, atau penyimpanan selama 0,5 jam setelah pemanasan pada suhu 100°C selama 1 jam.

ABSTRACT

EFFECT OF STORAGE AND HEAT TREATMENT ON THE OPTICAL DENSITY OF ELECTRON BEAM IRRADIATED POLYETHYLENE TEREPHTHALATE. An experiment has been done to study the effects of storage at ambient temperature and heat treatment on optical density stability of electron beam irradiated polyethylene terephthalate. The results showed that in order to stabilize optical density of irradiated polyethylene terephthalate, the samples should be stored for 2 hours after heat treatment at temperature of 50°C for 0.5 hours, or stored for 1.5 hours after heat treatment at temperature of 50°C for 1 hours, or stored for 1.5 hours after heat treatment at temperature of 75°C for 0.5 hour, or stored for 1 hour after heat treatment at temperature of 75°C for 1 hours, or stored for 1 hour after heat treatment at temperature 100°C for 0.5 hours, or stored for 0.5 hours after heat treatment at temperature of 100°C for 1 hour.

PENDAHULUAN

Polietilen tereftalat telah lama dikenal dan digunakan sebagai dosimeter, terutama dalam penentuan dosis iradiasi berkas elektron (1). Daerah pengukuran dosimeter ini meliputi daerah dosis antara 10 kGy sampai 1000 kGy, bergantung pada ketebalannya, semakin tipis dosimeter maka kemampuan pengukuran dosis akan semakin tinggi pula (2). Pengukuran dosis iradiasi didasarkan pada perubahan rapat optik

dosimeter, yaitu selisih antara rapat optik dosimeter sebelum dan sesudah iradiasi yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 325 nm (2, 3). Kelemahan dosimeter polietilen tereftalat adalah rapat optik setelah iradiasi mengalami penurunan dan baru akan stabil setelah disimpan pada suhu kamar (26-30°C) selama + 24 jam. Menurut BOAG dkk (1), lama penyimpanan setelah iradiasi sangat bergantung pada tebal dosimeter serta besar dosis iradiasi yang diterima. Kestabilan pengukuran rapat optik dapat dipercepat, yaitu dengan menempati-

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

kan dosimeter yang telah diiradiasi ke dalam bejana berisi oksigen (O_2), dengan jalan demikian kestabilan pengukuran dapat dicapai setelah 4 - 6 jam (2).

Dalam percobaan ini, pengamatan ditujukan kepada pengaruh penyimpanan dan pemanasan pada rapat optik polietilen tereftalat yang telah diiradiasi dalam usaha untuk mempercepat kestabilan pengukuran rapat optik dan penentuan dosis iradiasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Polietilen tereftalat (PET) yang digunakan pada percobaan ini adalah buatan Toyo Rayon Jepang, berupa lempengan dengan tebal 0,040 mm. Keseragaman tebal bahan sebesar $\pm 1,5\%$. Dalam penggunaannya, lempengan polietilen tereftalat dipotong-potong sehingga berukuran panjang 50 mm dan lebar 12 mm. Sebelum digunakan, lempengan tersebut terlebih dahulu dicuci dalam larutan etanol, kemudian dibasuh dengan menggunakan kertas halus ("tissue"). Dosimeter selulosa triasetat (STA) tipe FTR-125 batch-1, buatan Fuji Photo Film Co., Jepang digunakan sebagai pembanding dosimeter PET.

Kalibrasi Kecepatan Konveyor Mesin Pemercepat Elektron. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan dosimeter STA. Dosimeter diletakkan pada ketinggian 5 mm di atas konveyor, kemudian

diiradiasi dengan kondisi tegangan pemercepat sebesar 300 kV, arus berkas sebesar masing-masing 20, 30, 40, dan 50 mA. Kecepatan konveyor diatur sehingga dosimeter menerima dosis iradiasi sekitar 50 kGy. Perubahan rapat optik dosimeter diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 280 nm. Dosis terserap dihitung menurut TANAKA dkk (5).

Iradiasi Polietilen Tereftalat. Dosimeter PET yang telah dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan kemudian diiradiasi dengan dosis 100, 150, 200, dan 250 kGy. Iradiasi dilakukan pada kondisi tegangan pemercepat sebesar 300 kV, arus berkas sebesar 20, 30, 40, dan 50 mA dan pada kecepatan konveyor tertentu sesuai dengan hasil percobaan terdahulu (Kalibrasi Kecepatan Konveyor Mesin Pemercepat Elektron).

Proses Pemanasan dan Penyimpanan Polietilen Tereftalat. Pemanasan PET yang telah diiradiasi dilakukan dalam oven suhu pada 50, 75, dan 100°C selama 30 dan 60 menit. Setelah itu dosimeter disimpan pada suhu kamar ($26-30^\circ\text{C}$) pada kelembapan relatif sekitar 60% selama 0; 0,5; 1; 1,5; 2; dan 24 jam. Perubahan rapat optik, yaitu selisih rapat optik sebelum dan sesudah iradiasi, diukur dengan menggunakan spektrofotometer merk Perkin Elmer Lambda-5 pada panjang gelombang 325 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tebal polietilen tereftalat ialah $0,040 \pm 0,003$ mm, sedang rapat optik dosimeter sebelum iradiasi ialah $0,153 \pm 0,002$. Rapat optik PET sebelum iradiasi relatif sama sebab itu dalam percobaan ini pengukuran rapat optik dosimeter sebelum iradiasi tidak dilakukan pada setiap pengamatan.

Tabel 1 menunjukkan hubungan antara kecepatan konveyor, arus berkas dan dosis terserap yang diukur dengan dosimeter STA.

Iradiasi PET dilakukan pada konveyor dan arus berkas seperti tersebut dalam Tabel 1, sedang dosis iradiasi yang dikehendaki diatur dengan melakukan iradiasi berulang-ulang (merupakan kelipatan dosis 50 kGy). Dengan cara demikian maka dengan mudah dapat dilakukan iradiasi dengan dosis sama dan arus berkas berbeda.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan pengaruh penyimpanan setelah pemanasan pada perubahan rapat optik PET yang diiradiasi dengan dosis sebesar 100 kGy. Kestabilan rapat optik PET (sebesar 0,064) tercapai pada penyimpanan selama 2 jam setelah pemanasan pada suhu 50°C selama 0,5 jam. Perubahan rapat optik PET menunjukkan nilai yang sama (stabil) sampai penyimpanan selama 24 jam. Pada Gambar 1 dan 2 terlihat pula bahwa kestabilan perubahan rapat optik akan lebih cepat tercapai apabila suhu dan lama pemanasan dinaikkan.

Tabel 2 dan 3 menunjukkan perubahan rapat optik PET pada penyimpanan selama 2 jam setelah pemanasan pada suhu 50°C selama 0,5 jam dan penyimpanan selama 1,5 jam setelah pemanasan pada suhu yang sama selama 1 jam. Tabel 4 dan 5 menunjukkan perubahan rapat optik PET pada penyimpanan selama 1,5 jam setelah pemanasan pada suhu 75°C selama 0,5 jam dan penyimpanan selama 1 jam setelah pemanasan pada suhu 75°C selama 1 jam. Tabel 6 dan 7 menunjukkan perubahan rapat optik PET pada penyimpanan selama 1 jam setelah pemanasan pada suhu 100°C selama 0,5 jam dan penyimpanan selama 0,5 jam setelah pemanasan pada suhu 100°C selama 1 jam. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa pada dosis yang sama, arus berkas yang merupakan fungsi laju dosis ternyata tidak berpengaruh nyata pada perubahan rapat optik PET ($P < 0,05$).

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara perubahan rapat optik PET dan dosis terserap yang diukur dengan dosimeter STA.

KESIMPULAN

Hasil percobaan ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penyimpanan dan pemanasan sangat berberpengaruh dalam pencapaian kestabilan rapat optik polietilen tereftalat setelah iradiasi (pasca iradiasi).
2. Pada dosis sama, arus berkas yang

merupakan fungsi laju dosis tidak berpengaruh pada rapat optik poli-
etilen tereftalat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sdr. Bilter Sinaga dan Jumsah, staf Instalasi Iradiasi, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Batan yang telah membantu dalam pelaksana percobaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. BOAG, J.W., DOLPHIN, G.W., and ROTBLAT, J., Radiation dosimetry by transparent plastics, *Radiation Research* 9 (1958) 589.
2. RITZ, V.H., A Note on mylar film dosimetry, *Radiation Research* 15 (1961) 460.
3. OSHIMA, Y., and TANAKA, R., Radiation dosimetry by polyethylene terephthalate, NSJ-Tr-125, JAERI (1968).
4. TANAKA, R., YOO, Y.S., and TAMURA, N., The use of polycarbonate film in high-level electron and gamma dosimetry, JAERI-M 7000 (1977).

Tabel 1. Hubungan antara kecepatan konveyor, arus berkas dan dosis terserap yang diukur dengan dosimeter selulosa triasetat.

Kecepatan konveyor (m/menit)	Arus berkas (mA)	Dosis terserap/pas (kGy)
5,5	20	50
8,3	30	50
10,8	40	50
12,8	50	50

Tabel 2. Perubahan rapat optik PET setelah pemanasan pada suhu 50°C selama 0,5 jam serta penyimpanan setelah pemanasan selama 2 jam.

Dosis terserap (kGy)	Arus berkas (mA)	Perubahan rapat optik ^{*)}			
		20	30	40	50
100		0,063 (0,001)	0,064 (0,001)	0,064 (0,001)	0,063 (0,001)
150		0,071 (0,001)	0,071 (0,001)	0,072 (0,001)	0,073 (0,002)
200		0,082 (0,001)	0,083 (0,001)	0,083 (0,001)	0,083 (0,001)
250		0,097 (0,001)	0,097 (0,001)	0,096 (0,001)	0,097 (0,001)

*) Perubahan rapat optik disertai dengan simpangan baku dari 3 ulangan

Tabel 3. Perubahan rapat optik PET setelah pemanasan pada suhu 50°C selama 1 jam, serta penyimpanan setelah pemanasan selama 1,5 jam.

Dosis terserap (kGy)	Arus berkas (mA)	Perubahan rapat optik ^{*)}			
		20	30	40	50
100		0,064 (0,001)	0,062 (0,001)	0,064 (0,002)	0,063 (0,001)
150		0,071 (0,001)	0,072 (0,001)	0,073 (0,002)	0,073 (0,002)
200		0,082 (0,001)	0,083 (0,001)	0,083 (0,002)	0,082 (0,001)
250		0,097 (0,002)	0,097 (0,001)	0,096 (0,001)	0,096 (0,001)

*) Perubahan rapat optik disertai dengan simpangan baku dari 3 ulangan.

Tabel 4. Perubahan rapat optik PET setelah pemanasan pada suhu 75°C selama 0,5 jam, serta penyimpanan setelah pemanasan selama 1,5 jam.

Dosis terserap (kGy)	Arus berkas (mA)	Perubahan rapat optik *)			
		20	30	40	50
100		0,063 (0,001)	0,063 (0,001)	0,064 (0,002)	0,064 (0,002)
150		0,072 (0,001)	0,071 (0,001)	0,072 (0,001)	0,072 (0,001)
200		0,083 (0,002)	0,082 (0,001)	0,082 (0,001)	0,083 (0,001)
250		0,096 (0,001)	0,097 (0,001)	0,096 (0,001)	0,096 (0,001)

*) Perubahan rapat optik disertai dengan simpangan baku dari 3 ulangan

Tabel 5. Perubahan rapat optik PET setelah pemanasan pada suhu 75°C selama 1 jam, serta penyimpanan setelah pemanasan selama 1 jam.

Dosis terserap (kGy)	Arus berkas (mA)	Perubahan rapat optik *)			
		20	30	40	50
100		0,064 (0,001)	0,064 (0,001)	0,064 (0,001)	0,063 (0,001)
150		0,072 (0,001)	0,071 (0,001)	0,072 (0,001)	0,072 (0,002)
200		0,083 (0,002)	0,082 (0,001)	0,082 (0,001)	0,083 (0,001)
250		0,096 (0,002)	0,097 (0,002)	0,096 (0,001)	0,096 (0,001)

*) Perubahan rapat optik disertai simpangan baku dari 3 kali ulangan.

Tabel 6. Perubahan rapat optik PET setelah pemanasan pada suhu 100°C selama 0,5 jam, serta penyimpanan setelah pemanasan selama 1 jam.

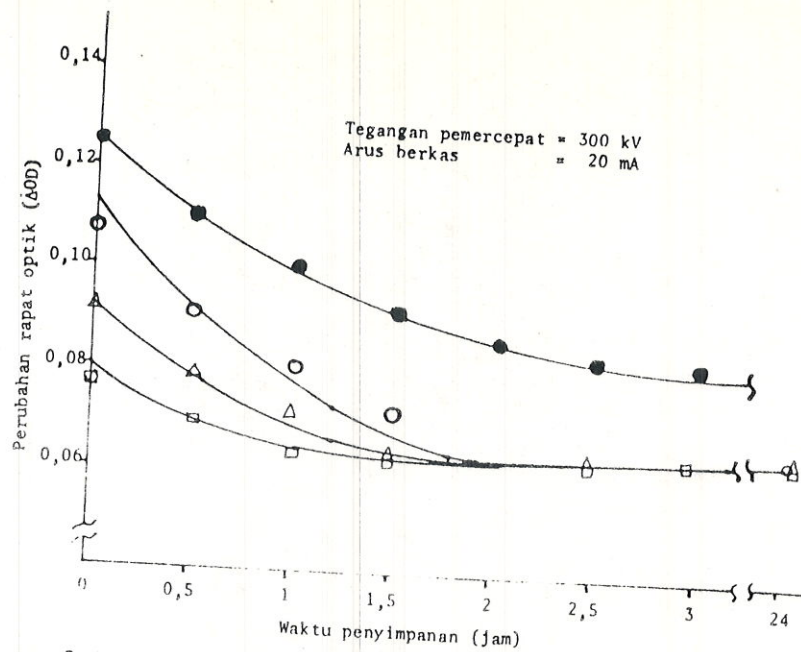
Dosis terserap (kGy)	Arus berkas (mA)	Perubahan rapat optik *)			
		20	30	40	50
100		0,063 (0,001)	0,064 (0,001)	0,063 (0,001)	0,064 (0,001)
150		0,071 (0,001)	0,072 (0,001)	0,071 (0,001)	0,071 (0,001)
200		0,082 (0,001)	0,082 (0,001)	0,082 (0,001)	0,082 (0,002)
250		0,096 (0,001)	0,096 (0,001)	0,096 (0,001)	0,097 (0,001)

*) Perubahan rapat optik disertai dengan simpangan baku dari 3 ulangan.

Tabel 7. Perubahan rapat optik PET setelah pemanasan pada suhu 100°C selama 1 jam, serta penyimpanan setelah pemanasan selama 0,5 jam.

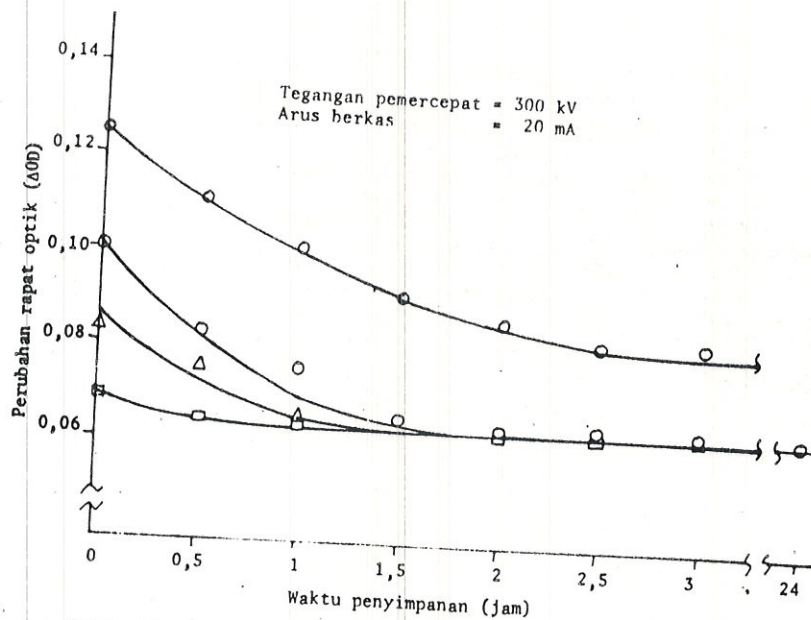
Dosis terserap (kGy)	Arus berkas (mA)	Perubahan rapat optik *)			
		20	30	40	50
100		0,063 (0,001)	0,064 (0,001)	0,063 (0,001)	0,065 (0,002)
150		0,071 (0,001)	0,071 (0,001)	0,071 (0,001)	0,070 (0,001)
200		0,082 (0,002)	0,082 (0,001)	0,082 (0,001)	0,082 (0,001)
250		0,095 (0,002)	0,096 (0,001)	0,096 (0,001)	0,096 (0,001)

*) Perubahan rapat optik disertai dengan simpangan baku dari 3 ulangan.



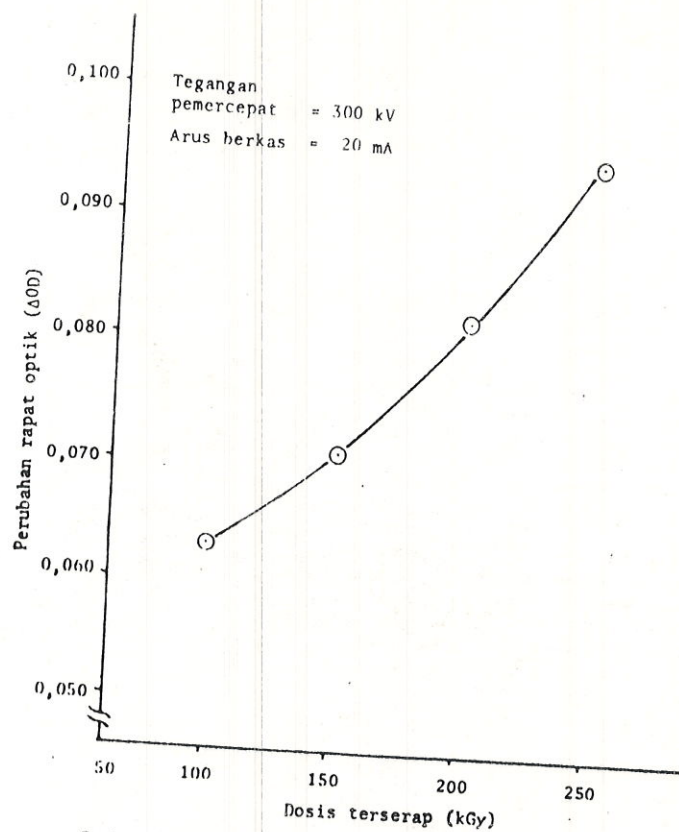
Gambar 1. Pengaruh penyimpanan dan pemanasan pada perubahan rapot optik polietilen tereftalat yang diiradiasi dengan dosis 100 kGy.

- = tanpa pemanasan
- = pemanasan pada suhu 50°C selama 0,5 jam
- △ = pemanasan pada suhu 75°C selama 0,5 jam
- = pemanasan pada suhu 100°C selama 0,5 jam



Gambar 2. Pengaruh penyimpanan dan pemanasan pada perubahan rapot optik polietilen tereftalat yang diiradiasi dengan dosis 100 kGy.

- = tanpa pemanasan
- = pemanasan pada suhu 50°C selama 1 jam
- △ = pemanasan pada suhu 75°C selama 1 jam
- = pemanasan pada suhu 100°C selama 1 jam



Gambar 3. Hubungan antara perubahan rapat optik dosimeter polietilen tereftalat dan dosis terserap yang diukur dengan dosimeter selulosa triasetat.