

PENGARUH RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP

RESIN PENUKAR ION

oleh

S a r y a t i

PPBMI - BATAN YOGYAKARTA

INTISARI

Telah dipelajari pengaruh radiasi sinar γ terhadap daya serap resin penukar ion Dowex - 50W. Daya serap resin diukur dari perubahan konsentrasi larutan uranium yang dilewatkan kolom resin. Konsentrasi larutan uranium diukur dengan metoda polarografi. Sinar γ yang digunakan bersumber dari Co - 60 dengan laju dosis 7260,6389 dan 10^6 rad/jam, juga dari bahan bakar bekas dengan laju dosis 5200 rad per jam. Diperoleh hasil bahwa resin penukar ion Dowex- 50W yang di-radiasi dengan dosis 5×10^5 rad sampai dengan dosis 10^7 rad mengalami penurunan daya serap terhadap uranium, dan asam nitrat melindungi resin penukar ion Dowex- 50W dari sinar γ .

ABSTRACT

The effect of gamma radiation on the absorption capacity of Dowex-50W ion exchange resin have been studied. The resin absorption capacities were measured by the different of uranium concentration when uranium solution was passed through the resin bed in a column. The uranium concentration were measured by polarographic method. Co- 60 γ source with dose rates of 7260,6389 and 10^6 rad/hour and a spent fuel γ source with the dose rates of 5200 rad/hour have been used in this experiment. The results showed that the absorption capacity Dowex -

50W ion exchange decreased if the γ dose ranged from 5×10^{-5} rad until 10^7 rad, and nitric acid was capable of protecting the Dowex-50W ion exchange resin from γ radiation.

I. PENDAHULUAN

Resin penukar ion sangat banyak digunakan dalam pemisahan radionuklida, terutama pengambilan ulang masing-masing isotop dalam pengolahan bahan bakar bekas (6). Dalam penggunaan yang demikian ini, resin penukar ion akan mendapatkan paparan radiasi γ yang ber-sumber dari beberapa radionuklida penyusun bahan bakar bekas.

Telah diketahui bahwa setiap interaksi radiasi dengan materi akan menimbulkan perubahan baik secara kimia maupun secara fisika. Perubahan ini selalu bergantung pada banyaknya dosis radiasi yang diterima, cepat dosis, tenaga sinar dan media materi itu. Karena perubahan-perubahan ini efektifitas resin akan berubah (1,2,4,6).

Berdasarkan pemikiran yang demikian, maka perlu dipelajari pengaruh radiasi sinar γ terhadap resin penukar ion.

Dalam penelitian ini digunakan tiga sumber radiasi γ yaitu :

1. Irradiator Co-60 yang ada di PAIR (IRPASENA) dengan laju dosis 10^6 rad/jam.
2. Irradiator CO-60 Gamma Cell yang ada di FIPA-UGM dengan laju dosis 7260,6389 rad/jam.
3. Irradiator bahan bakar bekas yang ada di PPEMI dengan laju dosis seperti ditentukan dalam penelitian ini.

Digunakan resin penukar ion jenis Dowex-50W. Hanya diamati pengaruh radiasi pada daya serap resin terhadap uranium. Yang dimaksud daya serap disini adalah banyaknya uranium yang tertinggal dalam resin apabila larutan uranium dilewatkan kolom resin. Banyaknya uranium yang terserap diamati dengan metoda polarografi.

Dosis radiasi γ dari irradiator bahan bakar bekas diukur dengan cara dosimeter fricke.

Bahan bakar bekas yang dipakai sebagai sumber radiasi γ ini tersusun dari beberapa bahan bakar bekas dengan sejarah yang berbeda-beda. Dengan demikian mempunyai tenaga γ yang bermacam-macam, tenaga keseluruhannya belum dapat dihitung. Oleh karena itu, cepat dosis radiasi γ dari bahan bakar bekas ditentukan dengan metoda dosimeter fricke tidak langsung, dalam arti bahwa digunakan pembandingan untuk menentukan cepat dosisnya.

Irradiator Co-60 Gamma Cell dianggap dapat ditentukan cepat dosis radiasinya dengan dosimeter fricke⁽¹⁰⁾. Karena itu dosis radiasi γ dari bahan bakar bekas ditentukan dengan pembandingan Co-60. Cara kerja penentuan dosis ini adalah sebagai berikut :

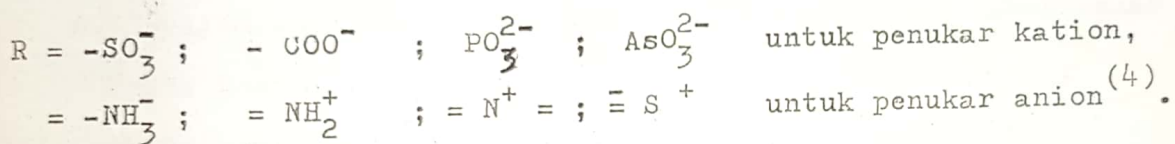
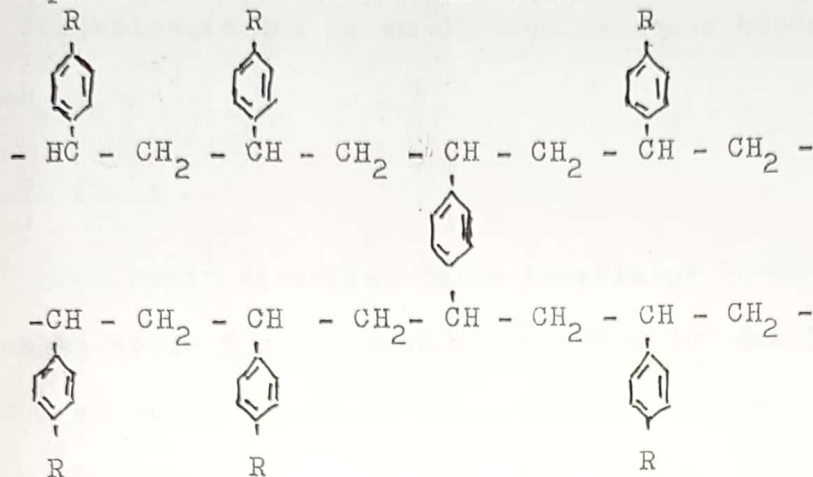
1. Ditentukan dosis radiasi γ Co-60 dengan dosimeter fricke.
2. Dibuat grafik yang menghubungkan dosis radiasi γ dengan absorbansi larutan fricke yang diradiasi dengan dosis yang berbeda.
3. Larutan fricke diradiasi dalam irradiator bahan bakar bekas selama satu jam.
4. Berdasarkan grafik dosis terhadap absorbansi dari Co-60 ditentukan cepat dosis radiasi γ dari bahan bakar bekas.

Dari pengukuran ini diperoleh cepat dosis radiasi γ irradiator bahan bakar bekas adalah 5200 rad/jam. Data pengukurannya se

perti pada Gambar 1 dan Tabel 1.

II. DASAR TEORI

Resin penukar ion mempunyai struktur dasar polisteren, ia merupakan copolimerisasi sterene dan divenil benzene.



Apabila resin ini dikenai radiasi sinar γ maka ia akan menyerap tenaga sinar itu. Variabel yang penting didalam resin adalah banyaknya ikatan silang (crosslinking). Banyaknya ikatan silang menunjukkan banyaknya divinil benzene didalam *polymer*. Makin besar derajat ikatan silang makin selektip dan makin lambat proses deffusi ion-ion ke dan dari resin.

Irradiasi polimer dengan radiasi energi tinggi, maka pertama kali yang terjadi adalah polimer tersebut mengalami ionisasi dan oksidasi, dan selanjutnya beberapa reaksi mungkin terjadi. Menurut AkibumiDanno⁽¹⁾ semua polimer yang telah dipelajari dapat dibedakan menjadi dua macam, yaituyang mengalami reaksi pemutusan ikatan lebih dominan atau yang mengalami reaksi penggabungan le -

bih dominan. Pada umumnya kedua macam reaksi itu terjadi bersama-sama didalam polimer yang diradiasi. Dikatakan bahwa tidak ada aturan yang pasti untuk menentukan apakah suatu resin yang diradiasi akan mengalami reaksi penggabungan silang atau pemutusan ikatan. Penggolongan dua macam polimer tersebut berdasarkan pada percobaan saja⁽¹⁾.

III. TATA KERJA

1. a. 10 gram resin diradiasi dalam irradiator Co-60 Gamma Cell dengan dosis 5×10^5 ; 10×10^5 ; 20×10^5 dan 30×10^5 rad.
b. 10 gram resin diradiasi dalam IRPASENA dengan dosis 5×10^5 ; 10×10^5 ; 50×10^5 dan 100×10^5 rad.
c. 10 gram resin diradiasi dalam irradiator bahan bakar bekas pada posisi tengah dengan dosis , 624.000 ; 872.000 ; 3.744.000 dan 7.488.000 rad.
d. 5 gram resin ditambah 15 ml HNO_3 8 M diradiasi dalam irradiator Co-60 Gamma Cell dengan dosis seperti 1.a.
e. 5 gram resin ditambah 15 ml HNO_3 8 M diradiasi dalam IRPASENA dengan dosis seperti 1.b.
2. Tiap 5 gram resin dimasukkan dalam kolom buret 10 ml, kemudian dibuat suasana asam nitrat 8 M⁽⁶⁾ dengan mengalirkan asam nitrat 8 M sebanyak 25 ml dengan kecepatan alir 1 ml/menit.
3. Kedalam kolom buret dialirkan 10 ml larutan uranyl nitrat dengan konsentrasi U 1 gram/100 ml, dengan kecepatan alir 1 ml per menit. Kemudian ditambah pula 15 ml larutan asam nitrat 8 M dengan kecepatan alir 1 ml/menit. Cairan yang keluar ditampung dalam labu ukur 25 ml.

4. Semua larutan U sebelum dan sesudah melewati kolom resin ditentukan arus difusi (I_d) nya dengan polarografi.

IV. PEMBAHASAN

Dengan membandingkan I_d larutan U sebelum dan sesudah melewati kolom resin dapat diketahui persen U yang terserap resin. Misalkan I_d sebelum lewat resin = A, I_d sesudah lewat resin = B, maka persen U yang terserap resin adalah :

$$\frac{A - B}{A} \times 100$$

Dari gambar 3. terlihat bahwa radiasi gamma menurunkan daya serap resin penukar ion Dowex-50W.

Resin yang digunakan dalam penelitian ini, Dowex-50 W, termasuk resin jenis polisterene. Maka menurut pustaka 1 mengalami reaksi penggabungan silang karena radiasi. Dengan demikian derajat ikatan silang bertambah banyak, sehingga daya serapnya turun. Hal yang demikian ini sesuai dengan hasil percobaan yang diperoleh dalam penelitian ini.

Dari grafik hasil percobaan dapat dilihat bahwa makin besar dosis radiasi yang diterima resin, makin kecil persen U yang terserap resin. Juga makin besar cepat dosis radiasi yang diterima resin maka persen U yang diserap juga makin kecil. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan di muka.

Resin yang diradiasi dalam bahan bakar bekas menunjukkan persen penyerapan U lebih kecil dari resin yang diradiasi dalam irradiator Co-60 Gamma Cell. Pada hal cepat dosis bahan bakar bekas lebih kecil dari cepat dosis Gamma Cell. Hal ini terjadi mungkin karena penyusunan sumber radiasi bahan bakar bekas terdi-

ri dari bermacam-macam radionuklida, sehingga ada yang mempunyai tenaga radiasi yang lebih besar dari tenaga radiasi Gamma Cell.

Menurut pustaka⁽¹¹⁾ kerusakan resin dimulai setelah diradiasi dengan dosis 10^7 rad. Tetapi hasil percobaan ini memperlihatkan bahwa dosis 5×10^5 rad (dosis terkecil yang digunakan) daya serap resin sudah menurun. Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut :

Kerusakan karena radiasi pada materi tidak hanya disebabkan oleh tenaga radiasi secara langsung, tetapi juga secara tidak langsung, yaitu oleh aktifitas hasil radiolisa media materi tersebut. Adanya air dalam resin yang digunakan dalam penelitian ini (karena resin tidak dikeringkan dulu sebelum diradiasi, maka radikal bebas hasil radiolisa air merusak gugus fungsional resin. Dengan demikian terjadi reaksi penggabungan silang antara dua polimer⁽³⁾ sehingga kemampuan serap terhadap U menurun.

Asam nitrat merupakan pelindung terhadap pengaruh radiolisa karena sinar γ , karena asam nitrat dapat memperkecil produksi radikal bebas hasil radiolisa air⁽⁸⁾. Inilah yang menyebabkan mengapa resin yang diradiasi dalam media asam nitrat mengalami penurunan daya serap lebih kecil.

V. KESIMPULAN

1. Radiasi sinar γ dari irradiator Co-60 Gamma Cell, Co-60 IRPA-SENA dan irradiator bahan bakar bekas mulai dosis 5×10^5 rad menurunkan daya serap resin penukar ion Dowex-50W.
2. Asam nitrat melindungi resin penukar ion Dowex-50W dari radiasi sinar γ .

- 3.. Penurunan kapasitas resin yang diradiasi dengan sinar γ dari bahan bakar bekas lebih besar dibandingkan yang diradiasi dengan sinar γ dari Co-60.

DAFTAR ACUAN

1. Akibumi Danno, 'Radiation effect on polymer'. The regional training course on industrial radiation processing, October-November, IAEA-JAERI-Takasaki. (1970)
2. Bauman, 'Reactions of hydrogen peroxide and ion exchange resin' DP-477. April (1960)
3. Erich Heftmann, 'Chromatography. A Laboratory Hand Book of Chromatographic and Electrophoretic Methods'. Third edition Van Nostrand Reinhold Company.
4. Friedrich Helfferich, 'Ionexchange'. Mc Graw-Hill Book Company New York. (1962)
5. Higgins I.R. 'Radiation damage to organic ion exchange material' ORNL-1325. (1953)
6. James E. Grindler, 'The radiochemistry of uranium'. NAS-NS 3050 Argonne, Illinois. (1962)
7. Justin T. Long, 'Engineering for nuclear fuel reprocessing'. American Nuclear Society.
8. Malcolm Daniels et.al, 'Radiation chemistry of the aqueous nitrat system'. The journal of Physical Chemistry vol. 73 number 11 November (1969)
9. Marinsky J.A, 'Development of the ion exchange for STR. WAPD-C-188. (1952)
10. Rukihati, 'Pemisahan uranium didalam media asam nitrat (1:1) dengan metoda penukar ion'. PPGM L 85-75. (1975)
11. Sutrisno Puspodikoro, 'Dosimetri kimia dari radiasi pengion' PPGM-L 45-72. (1972)

KETERANGAN GAMBAR :

Gambar 1 : Grafik dosis radiasi terhadap absorbansi larutan fricke yang diradiasi dalam irradiator Co-60 Gamma Cell dengan laju dosis 7011,289 rad/jam. Absorbansi diamati dengan spektrofotometer Beckman pada panjang gelombang 305 nm. Percobaan ini dilakukan 19 Juli 1982.

Gambar 2 : Ruang irradiator bahan bakar bekas.

Garis tengah : 2 inci, dalam: 4 meter.

Posisi A : 0 - 10 cm dari dasar. Posisi B : 10 - 20 cm dari dasar. Posisi C : 20 - 30 cm dari dasar.

Gambar 3: Grafik prosen U yang terserap dalam resin penukar ion Dowex-50W setelah diradiasi :

A = Resin diradiasi dalam Gamma Cell.

A' = Resin dalam HNO_3 diradiasi dalam Gamma Cell.

B = Resin diradiasi dalam IRPASENA.

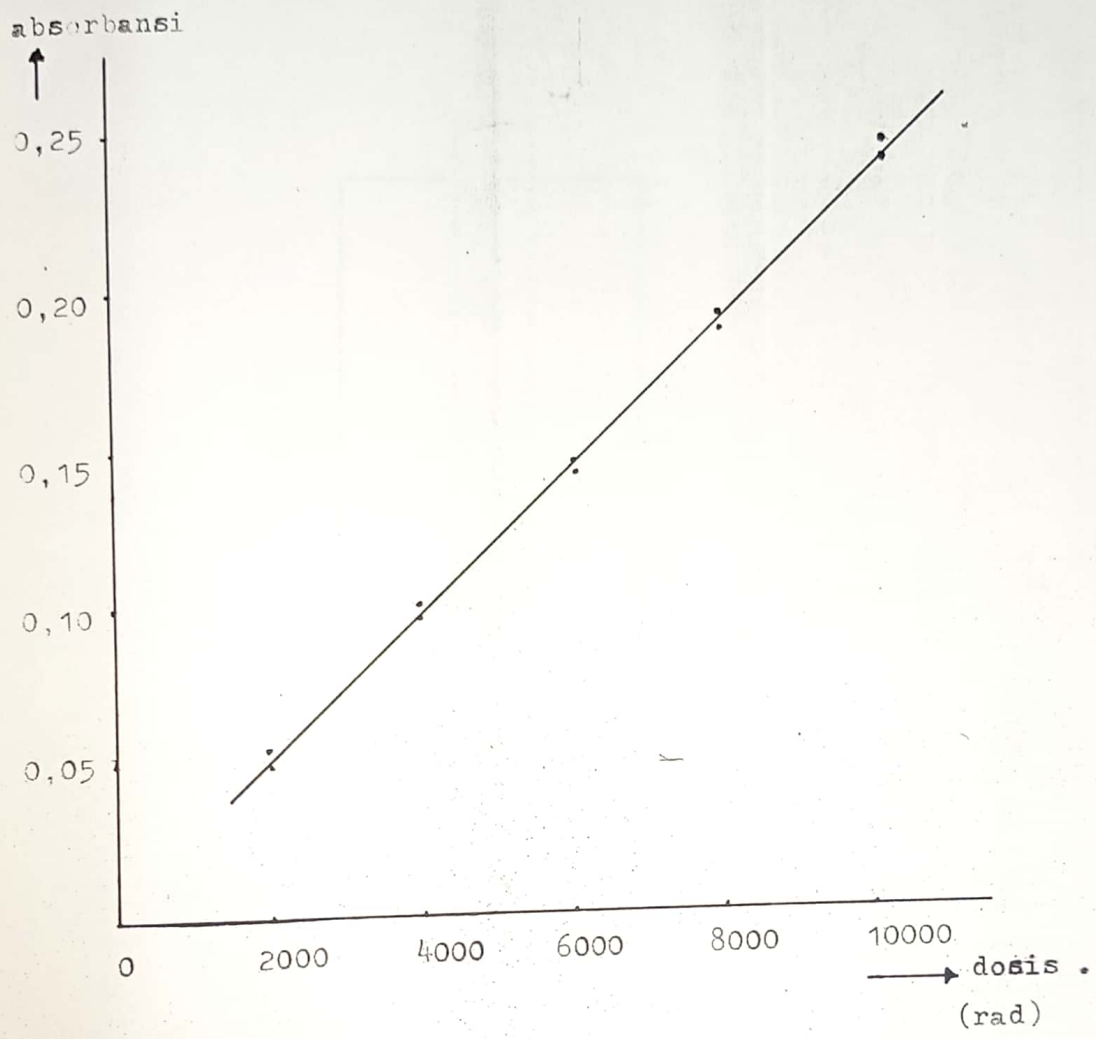
B' = Resin dalam HNO_3 diradiasi dalam IRPASENA.

C = Resin diradiasi dalam irradiator bahan bakar bekas.

KETERANGAN TABEL :

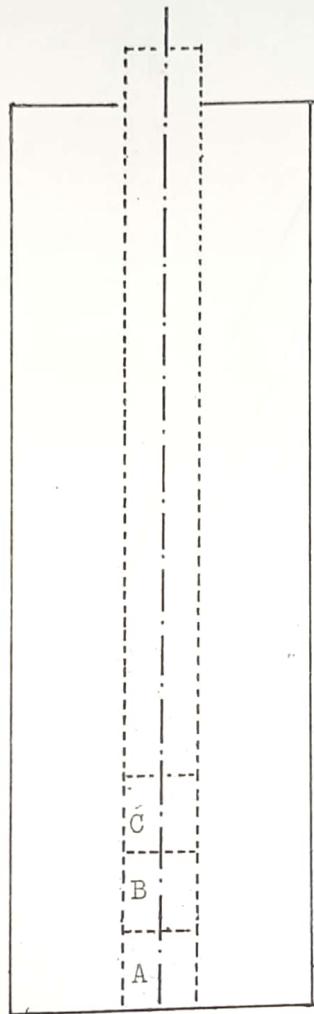
Tabel 1 : Absorbansi larutan frike yang diradiasi dalam irradiator bahan bakar bekas selama 1 jam dan laju dosis yang dihitung berdasarkan grafik dosis terhadap absorbansi dari Co-60.

Tabel 2 : Prosen U yang terserap dalam resin penukar ion Dowex-50W setelah diradiasi.



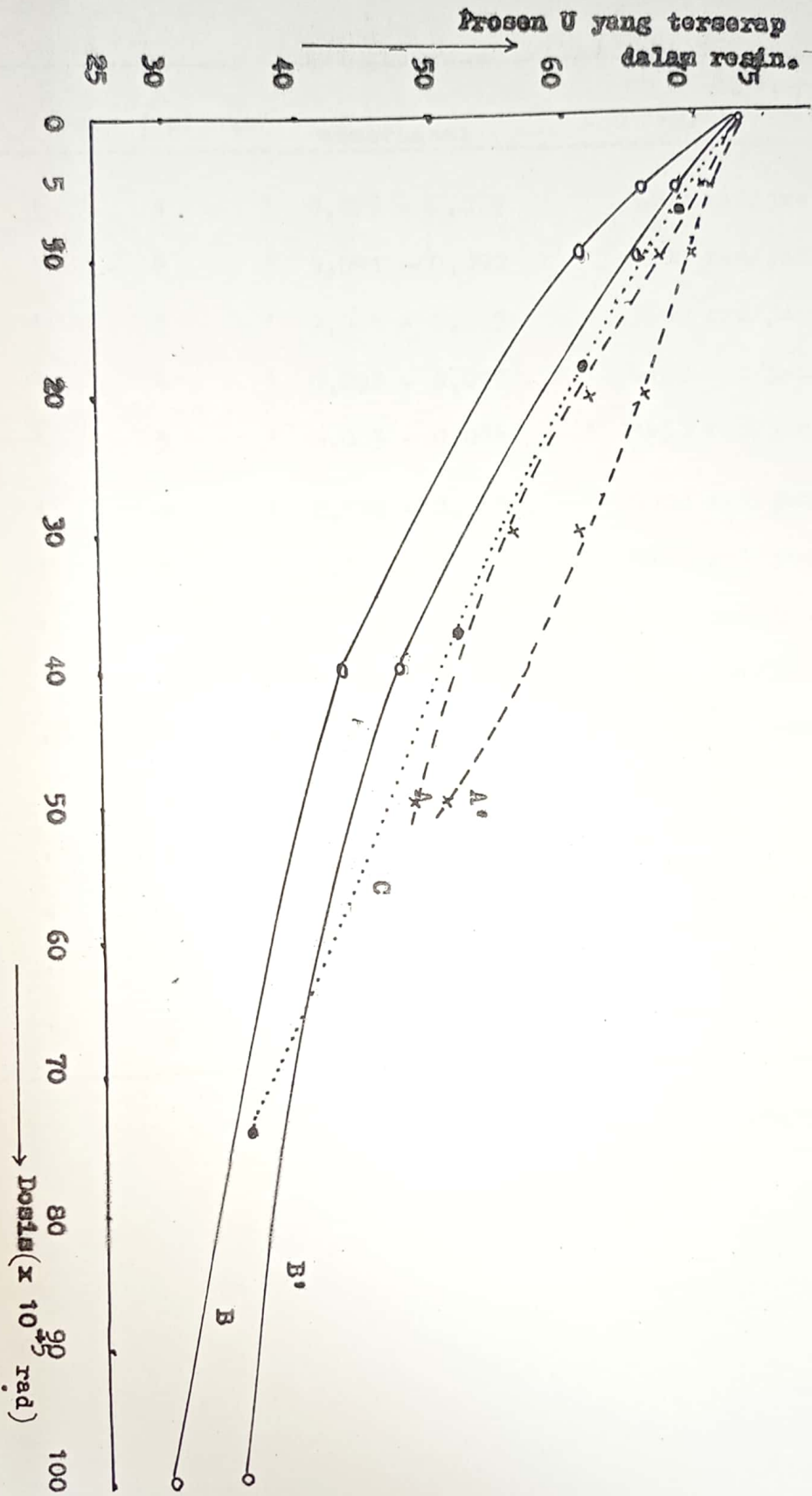
Gambar 1.

C.4-10



Gambar 2.

C.4-11



Gambar 3.

Tabel 1.

posisi	'nomer cuplikan'	absorbansi	cepat dosis
A	1	0,078 - 0,079	3200 rad/jam
	2	0,091 - 0,090	3800 rad/jam
	3	0,084 - 0,085	3500 rad/jam
	4	0,098 - 0,097	4100 rad/jam
	5	0,083 - 0,084	3450 rad/jam
B	1	0,119 - 0,120	5000 rad/jam
	2	0,128 - 0,129	5400 rad/jam
	3	0,115 - 0,116	4800 rad/jam
	4	0,129 - 0,130	5400 rad/jam
	5	0,130 - 0,131	5400 rad/jam
C	1	0,084 - 0,085	3500 rad/jam
	2	0,072 - 0,073	3000 rad/jam
	3	0,069 - 0,070	2900 rad/jam
	4	0,066 - 0,067	2700 rad/jam
	5	0,079 - 0,080	3200 rad/jam

Tabel 2.

Tempat irradiasi	Dosis radiasi (rad)	prosen U yang terserap dalam resin yang diradiasi :	
		tanpa HNO ₃	dengan HNO ₃
IRPASENA	0	73,077	73,077
	5 x 10 ⁵	65,88	68,47
	10 x 10 ⁵	61,97	65,66
	50 x 10 ⁵	42,94	47,56
	100 x 10 ⁵	29,41	34,87
Irradiator Co-60 Gamma Cell	0	73,077	73,077
	5 x 10 ⁵	70,348	70,738
	10 x 10 ⁵	67,27	69,877
	20 x 10 ⁵	61,96	65,675
	30 x 10 ⁵	55,179	60,738
	50 x 10 ⁵	48,179	54,489
Irradiator Bahan Bakar Bekas	0	73,077	-
	6,24 x 10 ⁵	63,074	-
	18,72 x 10 ⁵	61,975	-
	37,44 x 10 ⁵	52,345	-
	74,88 x 10 ⁵	35,55	-