
PEMISAHAN ^{54}Mn DARI HASIL IRADIASI Fe_2O_3 ALAM MENGUNAKAN RESIN PENUKAR ANION

Anung Pujiyanto, Hambali, Dede K, Endang dan Mujinah
Pusat Pengembangan Radioisotop dan Radiofarmaka (P2RR), BATAN

ABSTRAK

PEMISAHAN ^{54}Mn DARI HASIL IRADIASI Fe_2O_3 ALAM MENGGUNAKAN RESIN PENUKAR ANION. Pembuatan radioisotop dari iradiasi target alam mempunyai keuntungan yaitu biaya produksi lebih murah, namun radioisotop yang dihasilkan mungkin mengandung radionuklida pengotor. Pembuatan ^{54}Mn dari iradiasi Fe_2O_3 alam mempunyai masalah yaitu dihasilkan juga radioisotop ^{59}Fe . Pemisahan ^{54}Mn dari iradiasi Fe_2O_3 alam dapat dilakukan dengan melarutkan Fe_2O_3 alam dengan HCl kemudian hasil pelarutan dipisahkan dengan dowex 1x 8Cl form. Telah dilakukan proses pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 alam yang telah diiradiasi, dengan cara melarutkan Fe_2O_3 alam dengan HCl kemudian hasil pelarutan dipisahkan dengan dowex 1x 8Cl form dengan variasi waktu kontak dan konsentrasi HCl yang berbeda. Hasil pemisahan ^{54}Mn dari hasil iradiasi Fe_2O_3 menunjukkan pada konsentrasi HCl 8 N dan waktu kontak 90 menit memberikan efisiensi pemisahan yang baik yaitu 7,55 % untuk ^{54}Mn dan 94,13% untuk ^{59}Fe

Kata kunci: Pemisahan, ^{54}Mn , resin penukar anion

ABSTRACT

SEPARATION of ^{54}Mn FROM IRRADIATED NATURAL Fe_2O_3 USING ANION EXCHANGE RESIN. Preparation of radioisotope from natural target has an advantage namely the production is cheaper, but the produced radioisotope may content radionuclidic impurities. Preparation of ^{54}Mn from irradiated natural Fe_2O_3 has a problem due to ^{59}Fe impurity. The separation of ^{54}Mn from irradiated natural Fe_2O_3 has been carried out by means of solving irradiated target using HCl and dowex resin 1 x 8 Cl⁻ form. The separation of ^{54}Mn from irradiated natural Fe_2O_3 showed a good result by 8 N HCl concentration and 90 minute contact time and efficiency was 7,55 % ^{54}Mn and 94,13 % for ^{59}Fe .

Key words : Separation, ^{54}Mn , anion exchange resin

PENDAHULUAN

Sampai saat ini produksi radioisotop masih menggunakan fasilitas reaktor dan siklotron, dengan reaksi nuklir yang sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu energi dan fluks neutron, jenis target iradiasi yang digunakan dan penampang lintang target [1]. Target untuk iradiasi ada 2 jenis, yaitu target yang diperkaya dan target alam. Ke dua jenis target tersebut mempunyai kekurangan dan kelebihan yaitu target yang diperkaya mempunyai kelebihan bahwa radioisotop yang dihasilkan dari iradiasi di reaktor merupakan radioisotop dengan kemurnian tinggi namun dari sudut ekonomis, target yang diperkaya menyebabkan harga jual radioisotop lebih mahal. Pemakaian target alam mempunyai kelebihan dalam nilai ekonomis yaitu biaya produksinya lebih murah, namun radioisotop buatan yang dihasilkan beresiko sukar dimurnikan karena adanya radioisotop pengotor.

Radioisotop ^{54}Mn dapat dibuat dengan mengiradiasi Fe_2O_3 alam di reaktor nuklir dimana reaksi inti yang terjadi adalah $^{54}\text{Fe}(n,p)^{54}\text{Mn}$. Selain reaksi inti (n,p) yang terjadi pada iradiasi Fe_2O_3 alam tersebut, dihasilkan pula reaksi inti $^{58}\text{Fe}(n,\gamma)^{59}\text{Fe}$. Terjadinya reaksi inti tersebut karena Fe_2O_3 alam mengandung isotop alam Fe-54 5,8% , Fe-58 0,3%, Fe-56 91,7%, Fe-57 2,2%, sehingga pada proses pembuatan Mn-54 dari Fe_2O_3 alam dihasilkan juga radionuklida pengotor seperti Fe-59 dan Fe-55 yang dihasilkan dari reaksi inti yang lain. Pemisahan ^{54}Mn dari hasil iradiasi Fe_2O_3 alam dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu memisahkan ^{54}Mn dengan resin penukar ion dan pemisahan ^{54}Mn menggunakan cara ekstraksi memakai larutan organik diklorodietil eter [1]. Pemakaian diklorodietil eter pada proses pemisahan ^{54}Mn mempunyai kendala teknis yaitu sifat diklorodietil yang mudah menguap sehingga bisa menyebabkan kontaminasi udara bila uap diklorodietil bercampur dengan ^{54}Mn dan ^{59}Fe pada proses ekstraksi. Cara lain yang dapat dilaksanakan dalam pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 alam adalah dengan pendekatan perbedaan sifat kimia Mn dan Fe dalam konsentrasi HCl, dimana Fe pada HCl pekat berbentuk $[\text{FeCl}_6]^{3-}$ yang bermuatan negatif sedangkan Mn pada HCl pekat berbentuk Mn^{2+} yang bermuatan positif. Dengan adanya perbedaan sifat kimia tersebut ^{54}Mn dapat dipisahkan dari Fe_2O_3 alam yang sudah diiradiasi menggunakan resin penukar anion yang dalam penelitian ini digunakan Dowex 1x8 Cl⁻ form.

Pada penelitian ini dilakukan pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 alam yang sudah di iradiasi dengan cara melarutkan Fe_2O_3 alam dalam HCl, kemudian hasil pelarutan dicampur dengan resin penukar anion dimana pada penelitian ini dipakai dowex anion 1x8 Cl⁻ form, dengan variasi waktu kontak dan konsentrasi HCl yang berbeda sehingga diharapkan dapat diperoleh waktu elusi dan konsentrasi HCl yang terbaik.

BAHAN DAN TATA KERJA

Bahan

Zat kimia yang dipakai dengan tingkat kemurnian p.a. buatan Merck diantaranya Feri oksida (Fe_2O_3), asam hidroklorida (HCl), dowex 1x 8 Cl⁻ form dari Fluka, dan kertas pH universal. Alat-alat yang digunakan diantaranya satu set alat las merk Supertig, termometer, *hotplate*, statif, gelas piala Pyrex, dose calibrator Atomlab, spektrometer gamma dengan *multi channel analyzer* (MCA).

Tata Kerja

Preparasi target

Sebanyak 100 mgr Fe_2O_3 dimasukkan ke dalam botol quartz (khusus iradiasi), kemudian botol quartz ditutup dengan melakukan pengelasan. Setelah proses pengelasan dilanjutkan dengan proses uji kebocoran terhadap botol quartz tersebut. Kemudian botol quartz dimasukkan kedalam *inner* kapsul, selanjutnya *inner* kapsul ditutup dengan cara dilas, dilakukan uji kebocoran terhadap *inner* kapsul setelah itu *inner* kapsul dimasukkan ke dalam *outer* kapsul. Kemudian *outer* kapsul yang sudah berisi target iradiasi tersebut diserahkan kepada P₂TRR untuk diiradiasi.

Uji kualitatif hasil iradiasi Fe_2O_3 .

Sebanyak 100 mgr Fe_2O_3 yang sudah diiradiasi dimasukkan kedalam gelas piala 250 ml, selanjutnya ditambah 10 ml larutan HCl 8 N, kemudian dipanaskan sambil diaduk. Pemanasan dan pengadukan dihentikan dan bila semua Fe_2O_3 telah larut dalam HCl 8 N. Larutan tersebut didinginkan (larutan induk), kemudian larutan dipipet 20 μl untuk pengukuran dengan spektrometer gamma.

Pemisahan Radioisotop ^{54}Mn dari Fe_2O_3 menggunakan Dowex 1x8 Cl⁻ form dengan HCl 4 N dan waktu kontak 30, 60, 90 menit

Preparasi dowex

1. Sebanyak 1,000 gram dowex 1X-8 Cl⁻ ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala dan dibilas dengan 10 ml aquades diaduk selama 30 menit.
2. Setelah larutan bagian atas didekantasi padatan dowex dicuci dua kali menggunakan 10ml asam hidroklorida 1 N diaduk selama 30 menit, dan setelah larutan bagian atas didekantasi padatan dowex dicuci kembali menggunakan 10 ml asam hidroklorida 4 N diaduk selama 30 menit. Dowex yang sudah dicuci digunakan untuk pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 .

Pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3

1. Dipipet 5 ml larutan induk dan dimasukan ke dalam labu ukur 25 ml, ditambahkan 5 ml air demin kemudian diaduk selama 5 menit. Larutan

- diencerkan dengan HCl 4 N sampai tanda tera pada labu 25 ml tersebut (larutan A).
2. Dowex yang sudah dicuci dimasukkan kedalam gelas piala 50 ml, kemudian ditambahkan 10 ml larutan A, kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Setelah proses pengadukan selesai didiamkan selama 15 menit sampai terpisah antara larutan dan dowex . Larutan yang berada diatas dowex diambil sampai habis menggunakan *syringe* 10 ml, dan jumlah volume larutan yang didapat dicatat. Dari larutan itu diambil 20 µl untuk pengukuran menggunakan MCA.
 3. Ulangi langkah 1s/d 2 dengan variasi waktu kontak 60 dan , 90 menit
 4. Dari sample lain pemisahan radioisotop ^{54}Mn dari Fe_2O_3 dipisahkan menggunakan dowex 1x8 Cl⁻ form dengan HCl 6 N dan waktu kontak 30, 60, 90 menit. Dan dengan HCl 8 N waktu kontak 30, 60.90 menit dengan langkah yang dilakukan di atas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kualitatif hasil Iradiasi Fe_2O_3 menggunakan Dowex 1 x 8 Cl⁻.

Uji kualitatif perlu dilakukan untuk mengetahui jenis radioisotop yang dihasilkan dari iradiasi Fe_2O_3 , alam sehingga dapat dipilih metode pemisahan radioisotop-radioisotop tersebut. Dari tabel 1 ditunjukkan bahwa hasil iradiasi Fe_2O_3 alam (berupa larutan bulk) terdeteksi adanya radioisotop ^{54}Mn dan ^{59}Fe yang ditunjukkan dengan adanya puncak energi 835 KeV untuk ^{54}Mn serta 1099 KeV dan 1292 KeV untuk radioisotop ^{59}Fe , sedangkan puncak energi untuk radioisotop ^{55}Fe tidak terdeteksi. Hal ini disebabkan ^{55}Fe tidak memancarkan sinar gamma, selain itu kemungkinan terjadinya ^{55}Fe sangat kecil karena mempunyai waktu paruh 2,7 tahun sehingga diperlukan waktu iradiasi yang lama untuk terbentuknya ^{55}Fe [2]. Adanya ^{54}Mn dan ^{59}Fe dari hasil iradiasi Fe_2O_3 menunjukkan terjadi reaksi $^{54}\text{Fe}(n,p)^{54}\text{Mn}$ dan $^{58}\text{Fe}(n,\gamma)^{59}\text{Fe}$ pada waktu iradiasi di reaktor, sedangkan hasil reaksi $^{54}\text{Fe}(n,\gamma)^{55}\text{Fe}$ tidak terdeteksi mungkin waktu iradiasi terlalu pendek.

Tabel 1. Uji kualitatif hasil iradiasi Fe₂O₃ alam menggunakan MCA (diuji pada 15 juli 2003 jam 13.30).

Larutan Bulk		Jenis Radioisotop	E _γ (KeV)	T _{1/2} (Hari)
Energi (KeV)	Net Area			
835	1034	⁵⁴ Mn	835	312,2
1099	2854	⁵⁹ Fe	1099	44,5
1292	1827	⁵⁹ Fe	1292	44,5

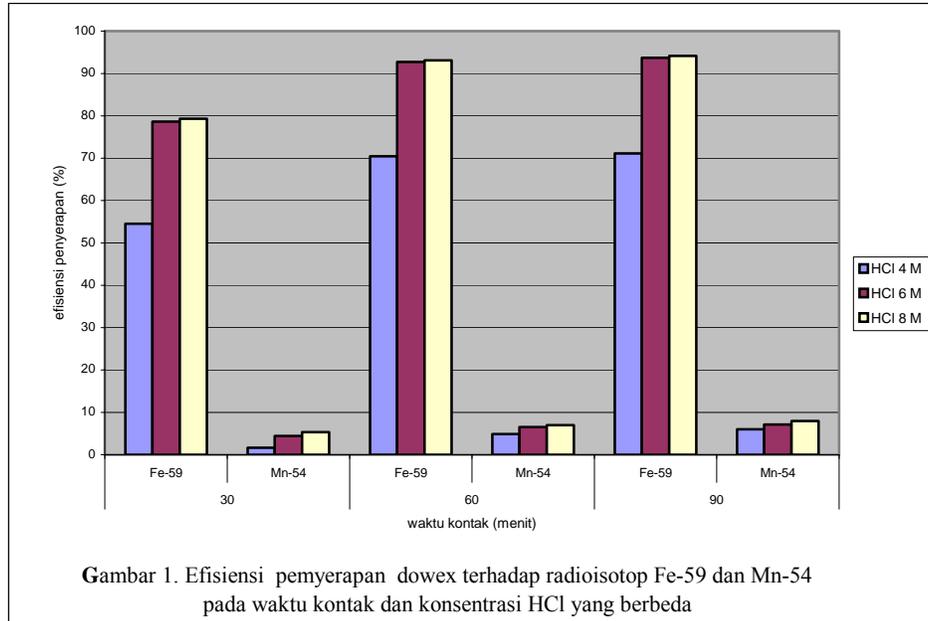
Pemisahan radioisotop ⁵⁴Mn dari Fe₂O₃ menggunakan dowex 1 x 8 Cl⁻ form.

Efisiensi proses pemisahan ⁵⁴Mn dari Fe₂O₃ (hasil iradiasi) menggunakan dowex 1 x 8 Cl⁻ dihitung berdasarkan: radioaktivitas total ⁵⁴Mn setelah pemisahan dibagi radioaktivitas total ⁵⁴Mn awal yang ditambahkan dowex kali 100%. Pengukuran radioaktivitas total ⁵⁴Mn dihitung dari jumlah net area energi yang didapat dikali volume total yang ditambah ke dalam dowex sedangkan untuk membedakan radioaktivitas ⁵⁴Mn dan ⁵⁹Fe dapat dilihat dari puncak energi yang diamati. Efisiensi proses pemisahan ⁵⁴Mn dari Fe₂O₃ dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 2 serta tabel 3. Dari gambar 1 dan table 2 terlihat bahwa waktu kontak 90 menit dan konsentrasi HCl 8 N dihasilkan efisiensi pemisahan yang baik antara ⁵⁴Mn dan ⁵⁹Fe yang berasal dari Fe₂O₃ (hasil iradiasi) yaitu 7,55 % untuk ⁵⁴Mn dan 94,13 % untuk ⁵⁹Fe. Adanya perbedaan efisiensi penyerapan antara ⁵⁴Mn dan ⁵⁹Fe disebabkan terjadinya perbedaan sifat kimia Fe dan Mn, sifat kimia Fe pada larutan HCl dapat dilihat pada reaksi dibawah ini [3]:



Dari reaksi diatas dapat diketahui bahwa semakin konsentrasi HCl bertambah maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan atau dengan kata lain semakin bertambah konsentrasi HCl sifat kimia Fe berubah dari positif (Fe⁺) menjadi negatif (FeCl₆³⁻) sedangkan sifat kimia Mn pada larutan HCl tidak berubah muatannya yaitu tetap bermuatan positif. Dari gambar 1 dan tabel 3 terlihat terjadinya peningkatan efisiensi penyerapan ⁵⁹Fe dari konsentrasi HCl 4 N sampai 8 N oleh dowex 1 x 8 Cl⁻ form. Hal ini membuktikan bahwa ⁵⁹Fe telah terserap oleh dowex 1 x 8 Cl⁻ form, sedangkan untuk radioisotop ⁵⁴Mn terjadinya

penyerapan oleh dowex 1x8Cl⁻ form dibawah 10% seperti yang terlihat pada gambar 1 dan tabel 2 .



Tabel 2. Efisiensi Penyerapan Dowex 1x-8 Terhadap Mangan-54

Konsentrasi HCl (N)	Percobaan	Waktu kontak (menit)		
		30	60	90
4	I	2,13	5,80	5,95
	II	1,16	4,90	6,00
Rata-rata		1,65	5,35	5,98
6	I	4,64	6,26	7,05
	II	4,18	6,88	7,26
Rata-rata		4,41	6,57	7,16
8	I	5,47	7,02	7,33
	II	5,15	6,98	7,76
Rata-rata		5,31	7,00	7,55

Tabel 3. Efisiensi Penyerapan Dowex 1x-8 Terhadap Besi-59

Konsentrasi HCl (N)	Percobaan	Waktu kontak (menit)		
		30	60	90
4	I	54,03	70,79	71,03
	II	54,92	70,36	71,29
Rata-rata		54,48	70,58	71,16
6	I	78,29	92,36	93,26
	II	78,99	93,00	93,92
Rata-rata		78,64	92,71	93,59
8	I	79,60	93,09	94,18
	II	79,12	93,81	94,08
Rata-rata		79,36	93,45	94,13

Selain dipengaruhi oleh konsentrasi HCl proses pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 alam (hasil iradiasi) juga dipengaruhi oleh waktu kontak, hal ini dapat dilihat dari tabel 2 dan 3 yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka efisiensi penyerapan semakin bertambah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Proses pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 alam (hasil iradiasi) menggunakan dowex 1 x 8 Cl^- form dipengaruhi oleh konsentrasi HCl dan waktu kontak, dimana semakin bertambah konsentrasi HCl dan waktu kontak maka kemampuan dowex 1 x 8 Cl^- form untuk menyerap radioisotop ^{59}Fe semakin bertambah sedangkan daya serap dowex 1 x 8 Cl^- form terhadap ^{54}Mn tidak terpengaruh dengan bertambahnya konsentrasi HCl. Dengan demikian pemisahan ^{54}Mn dari Fe_2O_3 alam (hasil iradiasi) dapat dipisahkan menggunakan dowex 1 x 8 Cl^- form pada konsentrasi HCl 8 N dan waktu kontak 90 menit. Untuk penelitian selanjutnya perlu dipelajari cara melepaskan ^{59}Fe yang terserap oleh dowex 1 x 8 Cl^- form, yang diharapkan diperoleh ^{59}Fe yang bebas dari radionuklida lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA TECDOC. "Manual for Reactor Produced Radioisotop ". IAEA, Vienna (2003) 8, 112.
2. F. HELUS, G. COLOMBETTI, "Radionuclides Production" Vol II, CRC Pers Inc. Florida (1983) 14-15.
3. MILLER, A. JAMES. "Separation Methods In Chemical Analysis". John Wiley and Sons, Inc. New York (1975) 82-83 .