

## VARIASI BENTUK ELEKTRODA PADA PENGAYAAN TRITIUM DALAM SAMPEL AIR SECARA ELEKTROLISIS

Putu Sukmabuana, Poppy Intan Tjahaja

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN, Jl. Tamansari no 71, Bandung 40132

### ABSTRAK

**VARIASI BENTUK ELEKTRODA PADA PENGAYAAN TRITIUM DALAM SAMPEL AIR SECARA ELEKTROLISIS.** Konsentrasi tritium di dalam air lingkungan relatif rendah, sehingga supaya konsentrasi tritium dapat terukur oleh alat pencacah diperlukan proses pengayaan. Pengayaan tritium dalam sampel air dapat dilakukan dengan cara elektrolisis. Untuk memperoleh konsentrat dengan kandungan tritium yang maksimal diperlukan perangkat dan kondisi elektrolisis yang baik. Salah satu faktor yang menentukan hasil proses elektrolisis adalah elektroda. Pada penelitian ini dipelajari variasi bentuk elektroda dari bahan nikel dalam proses pengayaan tritium dalam sampel air. Elektroda dari bahan nikel berbentuk lempeng, silinder, dan spiral digunakan dalam proses elektrolisis 150 mL sampel air yang mengandung tritium dengan konsentrasi 0,056 Bq/mL dan 0,142 Bq/mL. Elektrolisis dilakukan pada suhu rendah sekitar 10° C sampai volume sampel air berkurang menjadi 10 % dari volume semula. Sisa sampel air kemudian didistilasi secara sempurna. Distilat sebanyak 2 mL dicampur dengan 13 mL sintilator, kemudian konsentrasi tritium diukur dengan alat **liquid scintillation counter (LSC)**. Parameter elektrolisis ditentukan dengan menghitung nilai fraksi **recovery (R)** dan faktor pengayaan ( $z$ ). Untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL diperoleh nilai R sebesar 55,47 % ; 39,62 % ; 23,77 % berturut-turut untuk elektroda berbentuk lempeng, silinder, dan spiral. Nilai  $z$  adalah 5,55 ; 3,96 ; 2,38 masing-masing untuk elektroda berbentuk lempeng, silinder, dan spiral. Untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,142 Bq/mL nilai R dan  $z$  yang diperoleh lebih tinggi. Nilai R dan  $z$  adalah (73,73 % dan 7,37) , (59,72% dan 5,97) , (52,41% dan 5,24) masing-masing untuk elektroda berbentuk lempeng, silinder, dan spiral. Dari nilai R dan  $z$  yang diperoleh pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa elektroda nikel berbentuk lempeng yang terbaik, yaitu dapat memberikan nilai R dan  $z$  yang paling tinggi.

**Kata kunci :** elektrolisis, pengayaan, pengayaan elektrolisis, elektroda, tritium, air

### ABSTRACT

**THE VARIATION OF ELECTRODE TYPES ON TRITIUM ELECTROLYTIC ENRICHMENT OF WATER SAMPLE.** The concentration of tritium on environmental water is relatively low, therefore in order to measure the low concentration of tritium on water sample using counting instrument the enrichment process is needed. Tritium enrichment on water sample can be conducted using electrolysis method. To obtain the concentrate water containing high tritium activity the good electrolysis apparatus and condition are needed. One factor influencing the result of electrolysis process is the electrode. In this research the variation of nickel electrode types for water sample electrolytic enrichment process had been studied. The plate, cylindrical, and spiral nickel electrode were applied on electrolytic enrichment process of 150 mL water samples containing 0,056 Bq/mL and 0,142 Bq/mL tritium. The electrolysis were conducted on low temperature of 10° C until the water sample volume were reduced to 10 % of initial volume. The concentrate water samples were then distilled completely. The 2 mL distillate was mixed with 13 mL scintillator, and the tritium concentrations were measured using liquid scintillation counter (LSC). The electrolytic parameters were determined by calculating recovery fraction (R) and enrichment factor ( $z$ ). For water samples containing 0,056 Bq/mL tritium the R values obtained were 55,47%; 39,62 %; 23,7 % for plate, cylindrical, and spiral electrodes respectively. Whereas the  $z$  values were 5,55; 3,96; 2,38, respectively. For samples containing 0,142

*Bq/mL tritium the R and z values obtained were higher. The R and z values were (73,73 % and 7,37) , (59,72% and 5,97) , (52,41% and 5,24) for plate, silindrical, and spiral electrodes, respectively. Based on the R dan z values obtained from this research, it can be concluded that the best nickle elctrode, i.e. the elctrode with high R and z value, was the plate electrode.*

**Key words :** *electrolysis, enrichment, electrolytic enrichment, electrode, tritium, water*

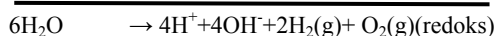
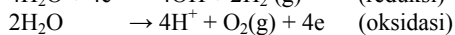
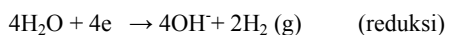
## 1. PENDAHULUAN

Tritium merupakan isotop hidrogen yang bersifat radioaktif dan terdapat di lingkungan baik secara alami maupun dari hasil kegiatan manusia. Di lingkungan tritium terdapat dalam air, udara, tanah, dan mahluk hidup termasuk manusia. Tritium mempunyai sifat sama dengan hidrogen, sehingga apabila masuk ke dalam tubuh manusia dapat menyebar dan terikat dalam jaringan tubuh. Radiasi beta yang dipancarkan tritium dapat menimbulkan kerusakan pada struktur DNA, yang selanjutnya dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti kanker, gangguan reproduksi dan gangguan perkembangan [1]. Oleh karena itu pemantauan tritium di lingkungan sangat diperlukan.

Salah satu komponen lingkungan yang perlu dipantau kandungan tritiumnya adalah air, karena air merupakan media yang dapat membawa tritium masuk ke dalam tubuh manusia. Konsentrasi tritium dalam air di lingkungan ditentukan dengan metode LSC. Akan tetapi karena konsentrasi tritium di alam relatif rendah, maka sebelum dilakukan pengukuran sampel harus dikonsentrasikan (diperkaya) terlebih dahulu. Untuk mengonsentrasikan tritium dalam sampel air dapat dilakukan dengan cara *electrolytic enrichment* atau pengayaan elektrolisis [2,3,4,5,6].

Prinsip dan proses pengayaan elektrolisis adalah pemekatan kandungan tritium dalam sampel air dengan cara mengalirkan arus listrik ke sampel air melalui elektroda. Apabila arus listrik dialirkan ke dalam larutan elektrolit melalui elektroda, maka larutan elektrolit akan terionisasi menjadi ion positif dan ion negatif. Ion positif (kation) akan mengalami reduksi dengan menangkap elektron, sedangkan ion negatif (anion) akan mengalami oksidasi dengan melepaskan elektron.

Pada proses elektrolisis sampel air (H<sub>2</sub>O) terjadi reaksi reduksi pada katoda (-) dan oksidasi pada anoda (+), sbb :



Apabila di dalam air terdapat tritium yang merupakan isotop hidrogen, maka tritium yang terionisasi dan menjadi gas <sup>3</sup>H<sub>2</sub> akan terlepas ke atmosfer lebih lambat dibandingkan dengan H<sub>2</sub>, sehingga di dalam air sisa proses elektrolisis diharapkan terkandung tritium cukup banyak.

Untuk memperoleh hasil elektrolisis yang optimal (konsentrasi mengandung tritium yang tinggi) perlu dikaji lebih mendalam faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil elektrolisis, salah satunya adalah elektroda. Untuk itu dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh bentuk elektroda pada proses pengayaan elektrolisis sampel air yang mengandung tritium, sehingga nantinya diharapkan diperoleh bentuk elektroda yang tepat untuk analisis tritium dalam sampel air.

Pada penelitian ini elektroda nikel yang divariasikan bentuk dan ukurannya digunakan untuk meng-elektrolisis sampel air yang mengandung tritium aktivitas rendah 0,056 Bq/mL dan aktivitas relatif tinggi yaitu 0,142 Bq/mL. Dipilih konsentrasi tersebut karena mengacu pada batas konsentrasi tritium dalam air minum yang dikeluarkan oleh EPA (USA) [7], yaitu sebesar 740 Bq/L atau 0,74 Bq/mL, dan rata-rata kandungan tritium dalam air di lingkungan yang berkisar antara 0,052 – 0,12 Bq/mL [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk elektroda yang paling baik untuk proses pengayaan tritium dalam sampel air secara elektrolisis. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat dibuat suatu perangkat alat elektrolisis yang dapat digunakan untuk pemantauan konsentrasi tritium dalam air lingkungan yang biasanya mempunyai konsentrasi tritium rendah.

## 2. TATA KERJA

### 2.1. Alat dan bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah NaOH, tritium standar dengan

konsentrasi 85,173 Bq/mL, akuades, silika gel, es batu, sintilator Ultima Gold buatan Packard. Alat yang digunakan dalam proses elektrolisis adalah bak pendingin *stainless steel* ukuran 120x56x60 cm<sup>3</sup>, tabung elektrolisis kapasitas 300 mL yang dilengkapi dengan elektroda dari bahan Ni dengan bentuk bervariasi (lempeng, silinder, dan spiral), dan catu daya (*power supply*). Selain itu digunakan juga peralatan untuk distilasi yang terdiri dari *mantle heater*, pendingin (kondensor) labu distilasi kapasitas 50 mL, dan termometer. Peralatan lain yang digunakan adalah neraca teknis, pipet mikro, pipet volumetrik, vial sintilasi, dan LSC (*Liquid Scintillation Counter*).

## 2.2. Penyiapan sel elektrolisis

Elektroda dengan berbagai bentuk (Gambar 1) dengan ukuran tertentu (Tabel 1) dirangkai dengan susunan salah satu sebagai katoda dan yang lain sebagai anoda, lalu keduanya dihubungkan melalui kabel ke catu daya. Elektroda kemudian dimasukkan ke dalam tabung elektrolisis, sehingga susunannya adalah seperti pada Gambar 2.

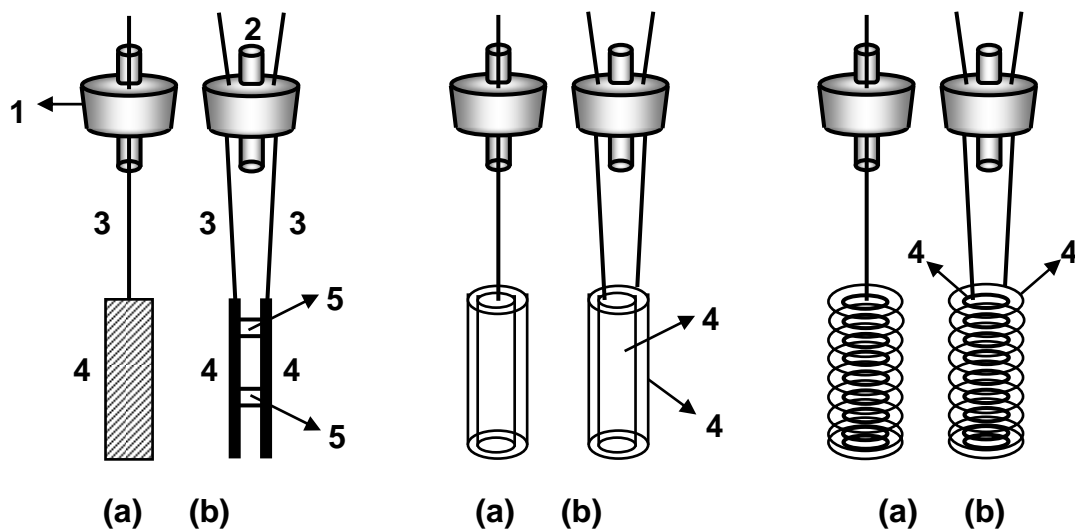
Sel elektrolisis yang digunakan mengacu pada sel elektrolisis yang dibuat oleh Momoshima [2] dan Stancel dkk [3] dengan melakukan beberapa modifikasi disesuaikan dengan ketersediaan bahan dan alat. Sel berupa tabung gelas dengan ketebalan

5 mm mempunyai kapasitas 300 mL. Pada bagian atas tabung terdapat pegangan yang juga terbuat dari gelas. Tabung dilengkapi dengan penutup yang terbuat dari teflon dan pada tutup dipasang pipa gelas yang berfungsi sebagai saluran ke luar gas yang dihasilkan pada proses elektrolisis.

Proses elektrolisis dilakukan dalam bak pendingin yang diisi air dan es batu. Bak pendingin dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memuat beberapa sel elektrolisis. Sel-sel elektrolisis disusun secara seri dan diberi arus listrik sebesar 2 A / sel dari catu daya. Elektrolisis dilakukan pada suhu rendah yaitu pada 10°C.

Tabel 1. Ukuran elektroda untuk elektrolisis

Bentuk dan Ukuran	Lempeng (cm) (cm <sup>2</sup> )*	Silinder (cm) (cm <sup>2</sup> )*	Spiral (cm) (cm <sup>2</sup> )*
Panjang	11	11	75
Lebar	1,2	-	-
Diameter	-	1,60	0,20
Luas permukaan	18,70*	55,31*	47,14*



Gambar 1. Variasi bentuk elektroda, tampak depan (a), tampak samping (b). Keterangan : 1. tutup teflon; 2. pipa gelas keluaran as; 3. kabel tembaga; 4. elektroda; 5. teflon pemisah elektroda.

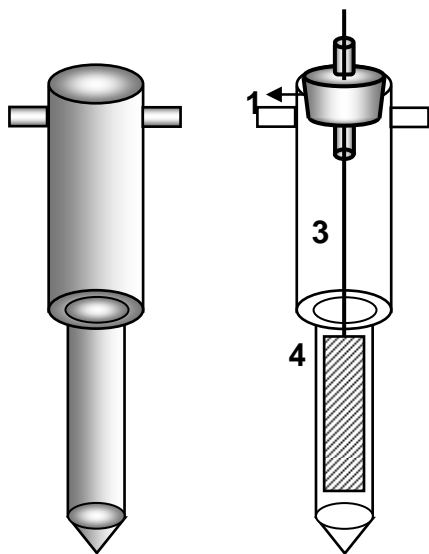
### 2.3. Proses elektrolisis

Enam buah sel elektrolisis yang masing-masing terdiri dari tabung, elektroda (bentuk lempeng, silinder, spiral masing-masing 2 tabung), dan tutup ditimbang dengan neraca teknis. Tabung elektrolisis masing-masing diisi dengan elektrolit dengan komposisi sebagai berikut :

Pertama, tabung untuk sampel sebanyak tiga buah, yang masing-masing dilengkapi dengan elektroda bentuk lempeng, silinder, dan spiral, diisi dengan dengan akuades 149,15 g yang telah diberi 0,100 mL tritium dengan konsentrasi 85,173 Bq/mL sehingga konsentrasi elektrolit menjadi 0,056 Bq/mL. Larutan kemudian ditambah 0,75 g NaOH (0,5% dari 150 g total sampel air).

Kedua, tabung untuk *background* sebanyak tiga buah yang masing-masing dilengkapi elektroda bentuk lempeng, silinder, dan spiral, diisi dengan akuades 149,25 g dan 0,75 g NaOH (0,5% dari 150 g total sampel air). Sel elektrolisis dirangkai secara seri dan diberi arus listrik sebesar 2 Ampere per sel dari satu daya. Untuk menjaga agar suhu sel tidak meningkat dan memperkecil penguapan air, proses elektrolisis dilakukan dalam bak pendingin yang suhunya dipertahankan tetap 10° C. Secara periodik sel ditimbang untuk mengetahui massa residu. Elektrolisis dilakukan hingga residu yang tersisa tinggal sekitar 15 mL (10% dari volume semula).

Proses elektrolisis diulang kembali untuk sampel air yang mengandung tritium lebih tinggi yaitu 0,142 Bq/mL. Penyiapan sampel sama dengan sebelumnya, yaitu dengan menambahkan 0,250 mL tritium ke dalam campuran 149 g akuades dan 0,75 g NaOH



Gambar 2. Sel elektrolisis dengan elektroda

### 2.4. Distilasi konsentrat

Sebanyak 15 mL hasil proses elektrolisis dimasukkan ke dalam labu distilasi dan dilakukan distilasi secara sempurna. Distilat sebanyak 2 mL kemudian dimasukkan ke dalam 20 mL vial sintilasi dan ditambah dengan 13 mL sintilator. Campuran dikocok sampai homogen kemudian dibiarkan di tempat dingin dan gelap semalam. Sampel dicacah dengan pencacah sintilasi cair (LSC) selama 30 menit.

### 2.5. Analisis parameter elektrolisis [8]

Konsentrasi tritium dalam air setelah dielektrolisis dihitung menggunakan persamaan (1).

$$C_f = \frac{T_s - T_b}{\epsilon \cdot V_s \cdot t} \quad (1)$$

dimana,

- $C_f$  = konsentrasi tritium di air setelah dielektrolisis (Bq/mL)
- $T_s$  = cacah tritium dalam sampel (cps)
- $T_b$  = cacah *background* yang sudah dielektrolisis (cps)
- $\epsilon$  = efisiensi alat LSC (%)
- $V_s$  = volume sampel yang diukur dengan LSC (mL)
- $t$  = waktu pencacahan (detik)

Berdasarkan hasil perhitungan konsentrasi tritium dalam sampel air kemudian dihitung parameter elektrolisis, yaitu fraksi *recovery* (R) dan faktor pengayaan (z).

Fraksi *recovery* dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$R = \frac{C_f}{C_i} \times 100\%$$

$$R = \frac{C_f \cdot V_f}{C_i \cdot V_i} \times 100\% \quad (2)$$

dimana,

- $R$  = fraksi *recovery*
- $C_f$  = konsentrasi tritium dalam air setelah elektrolisis (Bq/mL)
- $C_i$  = konsentrasi tritium dalam air sebelum elektrolisis (Bq/mL)
- $V_f$  = volume air setelah dielektrolisis (mL)
- $V_i$  = volume air sebelum dielektrolisis (mL)

Faktor pengayaan ( $z$ ) diperoleh melalui persamaan (3).

$$z = N \times R, \text{ sedangkan } N = \frac{V_i}{V_f}$$

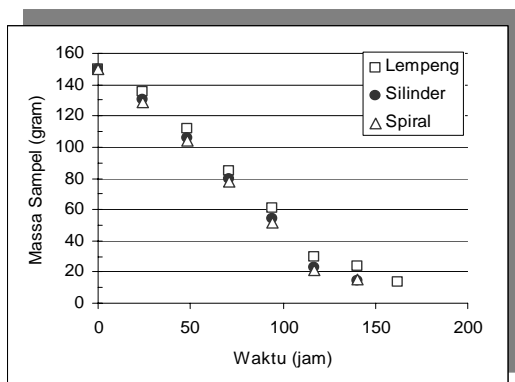
$$z = \frac{V_i C_f \cdot V_f}{V_f C_i \cdot V_i}$$

$$z = \frac{C_f}{C_i} \quad (3)$$

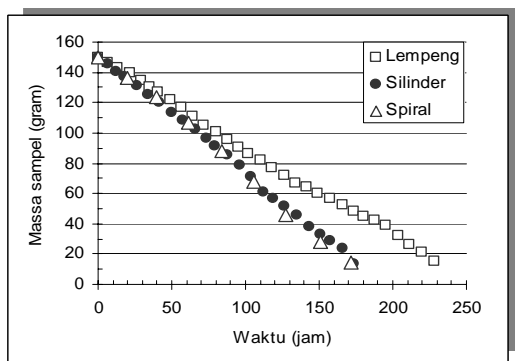
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Laju elektrolisis

Elektrolisis pengayaan dilakukan untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL dan 0,142 Bq/mL. Sampel air dielektrolisis sampai massa tereduksi hingga menjadi 10% dari massa semula. Penurunan massa sampel air yang mengandung tritium dengan konsentrasi 0,056 Bq/mL dan 0,142 Bq/mL masing-masing diperlihatkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Penurunan massa sampel air pada proses pengayaan sampel air mengandung tritium dengan konsentrasi 0,056 Bq/mL secara elektrolisis



Gambar 4. Penurunan massa sampel air pada proses pengayaan sampel air mengandung tritium dengan konsentrasi 0,142 Bq/mL secara elektrolisis

Pada Gambar 3 terlihat penurunan massa sampel air dengan konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL yang dielektrolisis dengan elektrode berbagai bentuk mempunyai pola penurunan yang linier terhadap lamanya waktu elektrolisis. Untuk elektroda berbentuk lempeng, silinder, dan spiral masing-masing laju elektrolisisnya adalah 0,8428 g/jam, 0,96641 g/jam dan 0,9608 g/jam. Untuk sampel air dengan kandungan tritium lebih tinggi (0,142Bq/mL) pola penurunannya juga linier terhadap waktu elektrolisis (Gambar 4). Laju penurunan massa air lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel air yang mengandung tritium dengan konsentrasi 0,056 Bq/mL, yaitu 0,5906 g/jam, 0,7875 g/jam dan 0,7867 g/jam masing-masing untuk elektrode berbentuk lempeng, silinder dan spiral. Laju elektrolisis untuk masing-masing bentuk elektroda disarikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Laju pengurangan massa pada sampel air mengandung tritium yang dielektrolisis dengan berbagai bentuk elektroda

No	Bentuk Elektroda	Luas permukaan elektroda (cm <sup>2</sup> )	Laju elektrolisis (g/j)	
			0,142 Bq/mL	0,056 Bq/mL
1	Lempeng	18,70	0,5906	0,8428
2	Silinder	55,31	0,7875	0,96641
3	Spiral	47,14	0,7867	0,9608

Laju elektrolisis pada berbagai bentuk elektroda terlihat paling tinggi untuk elektroda berbentuk silinder, yaitu sebesar 0,96641g/jam dan 0,7875 g/jam masing-masing untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,142 Bq/mL dan 0,056 Bq/mL. Ini dapat dipahami karena elektroda berbentuk silinder mempunyai luas permukaan terbesar yaitu 55,31 cm<sup>2</sup>, sedang untuk elektroda spiral dan lempeng masing-masing luasnya adalah 47,14 cm<sup>2</sup> dan 18,70 cm<sup>2</sup>. Luas permukaan yang besar menyebabkan tahanan elektroda lebih kecil sehingga arus yang diterima menjadi besar yang mengakibatkan proses elektrolisis berlangsung lebih cepat [9].

#### 3.2. Fraksi recovery

Hasil pencacahan sampel air setelah dielektrolisis dengan menggunakan LSC dihitung menggunakan persamaan (1) sehingga diperoleh konsentrasi tritium dalam

sampel air setelah dielektrolisis (konsentrat). Nilai konsentrasi tritium dipakai untuk menghitung fraksi *recovery* (R) dengan menggunakan persamaan (2). Fraksi *recovery* menyatakan persentase aktivitas tritium yang terukur setelah proses elektrolisis dibandingkan dengan aktivitas tritium sebenarnya dalam sampel air. Hasil perhitungan R ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Fraksi *recovery* (R) pada proses pengayaan elektrolisis sampel air yang mengandung tritium dengan konsentrasi 0,056 Bq/mL dan 0,142 Bq/mL**

No	Bentuk Elektroda	Konsentrasi tritium setelah elektrolisis (Bq/mL)		R (%)	
		0,056 Bq/mL	0,142 Bq/mL	0,056 Bq/mL	0,142 Bq/mL
1	Lempeng	0,311	1,047	55,47	73,73
2	Silinder	0,222	0,848	39,62	59,72
3	Spiral	0,133	0,745	23,77	52,41

Nilai R terbesar diperoleh pada sel yang dilengkapi dengan elektroda nikel berbentuk lempeng, yaitu mencapai 55,47 % dan 73,73 % masing-masing untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL dan 0,142 Bq/mL. Sedang untuk bentuk lainnya, yaitu silinder dan spiral, nilai R masing-masing 39,62% dan 23,77% untuk konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL. Untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,142 Bq/mL nilai R yang diperoleh adalah 59,72 % dan 52,41% masing-masing untuk elektroda berbentuk silinder dan spiral.

### 3.3. Faktor pengayaan

Faktor pengayaan adalah rasio antara konsentrasi tritium setelah dielektrolisis terhadap konsentrasi awal (sebelum dielektrolisis), dihitung dengan persamaan (3). Hasil perhitungan faktor pengayaan ditampilkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Faktor pengayaan (z) pada proses pengayaan elektrolisis sampel air dengan konsentrasi 0,056 Bq/mL dan 0,142 Bq/mL**

No	Bentuk elektroda	z	
		0,056 Bq/mL	0,142 Bq/mL
1	Lempeng	5,55	7,37
2	Silinder	3,96	5,97
3	Spiral	2,38	5,24

Seperti halnya dengan nilai R, faktor pengayaan terbesar diperoleh pada sampel air yang

dielektrolisis menggunakan elektroda berbentuk lempeng yaitu sebesar 5,55 dan 7,47 masing-masing untuk sampel air dengan konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL dan 7,47 Bq/mL. Sedang untuk elektroda berbentuk silinder dan spiral nilai z yang diperoleh lebih rendah, yaitu 3,96 dan 2,38 untuk konsentrasi tritium 0,056 Bq/mL serta 5,97 dan 5,24 Bq/mL untuk konsentrasi tritium 0,142Bq/mL.

Pengayaan tritium dengan cara elektrolisis merupakan upaya agar kandungan tritium yang rendah dapat terkonsentrasi dan terperangkap dalam air. Pada proses elektrolisis massa atom tritium yang tiga kali lebih berat dari pada atom hidrogen bergerak lebih lambat sehingga ion tritium yang tereduksi menjadi molekul  $^3\text{H}_2$  lebih lambat terlepas ke atmosfer dibandingkan dengan molekul  $\text{H}_2$ . Akibatnya tritium akan terkonsentrasi dalam air sedang ion hidrogen telah direduksi menjadi molekul  $\text{H}_2$  dan lepas ke udara. Dengan metode ini ternyata kandungan tritium dalam air yang relatif rendah dapat terukur. Hasil pengayaan dari penelitian ini mencapai 7,37 kali pada elektrode berbentuk lempeng untuk konsentrasi tritium 0,142 Bq/mL.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa laju penurunan massa yang paling cepat adalah pada bentuk silinder disusul dengan bentuk spiral dan yang paling lambat adalah bentuk lempeng. Akan tetapi setelah sampel dicacah dengan LSC justru menunjukkan bahwa elektroda berbentuk lempeng yang laju penurunan massanya paling lambat mempunyai nilai R dan z yang tertinggi dibandingkan dua bentuk elektroda lainnya. Laju penurunan massa yang terlalu tinggi memungkinkan tritium dengan cepat tereduksi menjadi  $^3\text{H}_2$  dan ikut lepas ke atmosfer, sehingga tritium yang tersisa di konsentrat hasil elektrolisis tinggal sedikit.

Nilai fraksi *recovery* sebesar 73,73% dalam penelitian ini merupakan hasil yang cukup baik. Sebagai perbandingan, Kaji [2] dalam penelitiannya mendapatkan nilai fraksi *recovery* sebesar 85%. Dalam penelitiannya Kaji menggunakan sistem pendingin dengan termokopel yang memungkinkan suhu bisa dijaga tetap rendah, yaitu 2 °C. Sedang dalam proses elektrolisis ini pendinginan dilakukan secara manual, yaitu menggunakan es batu, sehingga suhu rendah yang dapat dicapai adalah 10 °C.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa bentuk elektroda Ni yang mempunyai laju elektrolisis tertinggi berturut-turut adalah bentuk silinder, spiral, dan lempeng. Dan yang mempunyai nilai fraksi *recovery* dan faktor pengayaan tertinggi berturut-turut adalah bentuk lempeng, silinder, dan spiral baik untuk konsentrasi tritium dalam sampel sebesar 0,056 Bq/mL maupun 0,142 Bq/mL. Elektroda yang terbaik untuk analisis tritium dalam sampel air adalah elektroda yang mempunyai fraksi *recovery* dan faktor pengayaan terbesar, dalam hal ini adalah berbentuk lempeng. Untuk selanjutnya pada analisis tritium dalam sampel air sebaiknya digunakan elektrode Ni berbentuk lempeng.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. EISENBUD, M., BONNETT, B., BLANCO, R.E., COMPRE, E.L., GOLDBERG, E., JACOBS, D.G., KORANDA, J.K., MOGHISSI, A.A., RUST, J., and SOLDAT, J.K., Tritium in the environment, in Behavior of Tritium in The Environment, Proc. Symposium San Fransisco, IAEA and NEA (OECD), Vienna 1979, p. 585-588.
2. KAJI, T., MOMOSHIMA, N., NAKAMURA, Y., and TAKASHIMA, Y., Low level tritium measurement using electrolytic enrichment technique, Memoir of the Faculty of Science, Kyushu University, seri C, vol. 14, 1984, 269-276.
3. STANCEL, J.R., GRIESBARCH, O.A., ASCIONE, G., ELWOOD, S.M., and FRANKENFIELD, R.A., Practical aspect of environmental analysis for tritium using enrichment by electrolysis, Radioactivity and Radiochemistry, 6(2), 1995, p.
4. ROZANSKI, K. and GRONING, M., Quantifying Uncertainties of tritium assay in water samples using electrolytic enrichment and liquid scintillation spectrometry, <http://www.iaea.or.at/programmes/rial/pci/isotopehydrology/docs/intercomparison/vienna>, 2004
5. SYLVER HEINZE, P. BUSSIERE, Th. PELLETIER, French experience in tritiated water management, Fusion Engineering and Design 69, page 67-70, 2003.
6. SYLVER HEINZE, PIERRE GIROUX, DIDIER DUCRET, JEAN-CLAUDE COLSON, BRUNO VUILLEMIN, Bipolar electrolysis for tritium recovery from weakly active tritiated water. Fusion Engineering and Design 58-59, page 429-432, 2001.
7. ASTM, Standards Methodes for The Examination of Water and Waste Water, 19<sup>th</sup> ed., 1995, pp 7-39 -- 7-41.
8. SURYATIKA, I. B.M. Penentuan konsentrasi tritium dalam sampel air di lingkungan P3Tkn BATAN, Bandung, Tesis Magister, Bidang khusus Fisika Radiasi, Departemen Fisika, Program Pasca Sarjana, 2004.
9. POTTER, E.C., Electro Chemistry, Principles And Applications, St Martin Press, New York, 1966