

## AKTIVITAS RADIONUKLIDA ANTROPOGENIK $^{137}\text{Cs}$ DI PERAIRAN SEMARANG BERDASARKAN SIRKULASI ARUS GLOBAL

Maria Kurniawati<sup>1)</sup>, Muslim<sup>1)</sup>, Heny Suseno<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

<sup>2)</sup>Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN, Tangerang. 15314 Telp (021) 7563142  
Email : aqua\_muslim@yahoo.com; henis@batan.go.id

### Abstrak

Banyak macam sumber radionuklida yang masuk ke laut dan saat ini antropogenik radionuklida menjadi perhatian yang serius di dunia ini. Kecelakaan Chernobyl dan Fukushima yang terjadi belum lama merupakan contoh penyumbang radionuklida antropogenik, di samping dari sumber lain seperti uji coba nuklir di atmosfer yang banyak dilakukan setelah Perang Dunia II. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang kondisi radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  di perairan Semarang. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 2 Juli 2012 kemudian *ditreatment* di Laboratorium Kimia Jurusan Kelautan Undip dan dilanjutkan di Badan Tenaga Nuklir, Jakarta yang dilaksanakan pada bulan Juli-Oktober 2012. Metode penelitian ini bersifat deskriptif, sedangkan teknik pengambilan sampel menggunakan metode *sampling purposive*. Analisis aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  menggunakan metode dari IAEA-MEL (International Atomic Energy Agency's Marine Environmental Laboratories). Hasil penelitian menunjukkan bahwa radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Semarang dalam kisaran yang sangat kecil bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di beberapa tempat lain. Nilai konsentrasi pada sedimen berkisar 0,65 Bq/kg hingga 1,11 Bq/kg, pada air laut 0,02 mBq/L hingga 0,09 mBq/L, pada biota sebesar 0,01 Bq/kg pada *Euthynus alleteratus* sedang pada *Anadara granosa* sebesar 0,02 Bq/kg. Karena di Semarang tidak ada sumber aktivitas radionuklida yang menghasilkan  $^{137}\text{Cs}$ , maka diduga aktivitas yang ada berasal *global fallout* yaitu buangan Fukushima yang baru terjadi satu tahun yang lalu dan dibawa oleh arus global yaitu ARLINDO yang kemudian diteruskan oleh arus *monsoon*.

**Kata kunci** : Radionuklida, *Global fallout*, ARLINDO,  $^{137}\text{Cs}$

### Abstract

There are many kind of radionuclide enter to marine environmental. At the moment anthropogenic radionuclide becomes serious attention in the world. Chernobyl and Fukushima accident that happened not long ago was an example of a contributor to anthropogenic radionuclide, as well as from other sources such as nuclear weapon experiment in the atmosphere that much done after World War II. The aims of research to find out about the condition of radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  in Semarang waters Sampling was done on July 2, 2012 and sample was treated in the laboratory of the Marine Department of Chemistry Undip and is continued in the nuclear power Agency, Jakarta in July-October 2012. The method of this research was descriptive, whereas the technique of sampling was purposive sampling method. Analysis of  $^{137}\text{Cs}$  activity was analysisist based on IAEA-MEL (International Atomic Energy Agency's Marine Environmental Laboratories) methods. The results showed that the radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  in Semarang waters in the range was very small compared with previous research in several other places. The value of concentration in sediments ranged from 0.65 Bq/kg up to 1.11 Bq/kg, in sea water ranging 0.02 mBq/L up to 0.09 mBq/L, *Euthynus alleteratus* of 0.01 Bq/kg and in *Anadara granosa* of 0.02 Bq/kg. Because there is no source of  $^{137}\text{Cs}$  in Semarang, it can be suspected that the  $^{137}\text{Cs}$  that was detected come from global fall out, that was Fukushima accident that occured in last year and then distributed by global current (ARLINDO) and entered to sea water was carry out by monsoon current.

**Keyword** : Radionuklida, *Global fall out*, ARLINDO,  $^{137}\text{Cs}$

## **I. Pendahuluan**

Banyak unsur radionuklida telah dilepaskan ke lingkungan laut dari berbagai sumber, baik itu pelepasan radionuklir yang direncanakan maupun yang terjadi karena kecelakaan radionuklir. Bumi ini terdiri dari 70% lautan dan 30% daratan maka tidaklah mengherankan jika banyak dari lepasan radionuklida ini yang berada di lautan terutama pada Samudera Pasifik yang menjadi tempat penampungan terbesar untuk lepasan yang berasal dari disposal limbah radioaktif pada dekade 60-80an dan akibat dari kecelakaan fasilitas nuklir serta percobaan bom nuklir.

Salah satu unsur radionuklida antropogenik yang berasal dari lepasan yang diakibatkan oleh kecelakaan nuklir, tenggelamnya kapal selam nuklir, terbakarnya satelit, percobaan bom nuklir maupun kegiatan disposal limbah radioaktif oleh berbagai negara maju yang mendapatkan perhatian adalah  $^{137}\text{Cs}$  (Info nuklir, 2009). Keberadaan  $^{137}\text{Cs}$  di laut sudah merupakan *global fallout* artinya sudah menyebar secara global dan sudah terserap tidak hanya pada air laut tapi juga sampai pada organisme laut dan sedimennya. Apabila unsur tersebut sudah masuk dalam organisme laut seperti ikan dan rumput laut dan organisme tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka akan mengganggu kesehatan seperti penyakit kanker dan paru-paru karena  $^{137}\text{Cs}$  dapat mengendap pada semua jaringan tubuh manusia (Akhadi, 2009).

Masuknya radionuklida pada perairan Semarang dapat ditinjau berdasarkan pola sirkulasi arus global yang berasal dari Samudera Pasifik yang terdapat banyak radionuklida berasal dari berbagai sumber. Pola sirkulasi arus global yang melewati perairan Indonesia adalah arus lintas Indonesia, arus ini (ARLINDO) tidak secara langsung melewati perairan Jawa Tengah namun hanya melewati perairan Selat Makasar. Hal ini dikarenakan pola Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) bergerak berdasarkan densitas dan kedalaman suatu perairan, akan tetapi kepulauan Indonesia dilewati oleh angin *monsoon* barat dan angin *monsoon* timur yang merupakan salah satu faktor dari mekanisme terbentuknya arus musim sehingga ARLINDO yang hanya melewati Selat Makasar dapat terbawa hingga ke perairan Semarang melalui arus musim tersebut. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai aktivitas radionuklida antropogenik  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Semarang.

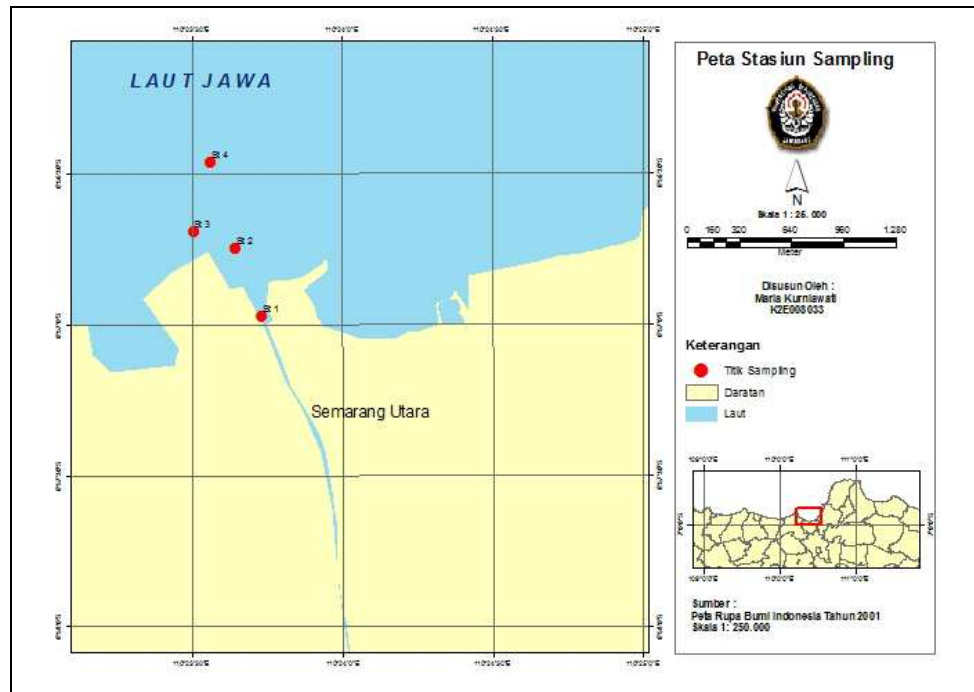
## **II. Materi dan Metode Penelitian**

Waktu pengambilan sampel air laut dilakukan pada tanggal 2 Juni 2012 di Perairan Semarang, Analisis kandungan  $^{137}\text{Cs}$  dilakukan di Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Kawasan Pupitok Serpong yang dilakukan pada 2 Juli - 1 Oktober 2012.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut dan sedimen yang diambil secara langsung di perairan Semarang. Organisme laut yaitu *Euthynus alleteratus* dan *Anadara granosa* yang didapatkan dari nelayan yang mengambil organisme tersebut di perairan Semarang.

Metode pengambilan sampel menggunakan metode *purposive* sampling, yaitu pengambilan sampel berdasarkan pada pertimbangan, dengan mengambil sebagian kecil dari populasi sampel yang diharapkan dapat mewakili keseluruhan sampel yang diamati (Fachrul, 2007).

Metode yang digunakan dalam menentukan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  adalah dengan menggunakan Metode yang digunakan Laboratorium IAEA-MEL (International Atomic Energy Agency's Marine Environmental Laboratories).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

**III. Hasil dan Pembahasan**

**Hasil Pengukuran <sup>137</sup>Cs pada Sedimen**

Hasil analisis kandungan radionuklida <sup>137</sup>Cs di sedimen ditunjukkan pada Tabel 1. Konsentrasi radionuklida pada sedimen berkisar 0,65 Bq/Kg hingga 1,11 Bq/Kg, Konsentrasi radionuklida <sup>137</sup>Cs yang terkandung di air laut berkisar 0,02 mBq/Kg hingga 0,09 mBq/Kg (Tabel 2) dan Hasil analisis <sup>137</sup>Cs pada ikan tongkol (*Euthynus alleteratus*) dan kerang darah (*Anadara granosa*) ditunjukkan pada Tabel 3, adapun nilai konsentrasi radionuklida pada ikan tongkol sebesar 0,01 Bq/Kg dan pada kerang dara nilai konsentrasi sebesar 0,02 Bq/Kg.

Tabel 1. Hasil analisis <sup>137</sup>Cs pada sedimen

Lokasi	Koordinat	Aktivitas
1.	06°56'46,7" LS - 110°23'40" BT	0,68 Bq/Kg
2.	06°56'39,4" LS - 110°23'34,1"BT	0,72 Bq/Kg
3.	06°56'27" LS - 110°23'25,9" BT	0,65 Bq/Kg
4.	06°56'15,4" LS - 110°23'17,2"BT	1,11 Bq/Kg

Tabel 2. Hasil analisis <sup>137</sup>Cs pada air laut

Lokasi	Koordinat	Konsentrasi
1.	06°56'46,7" LS - 110°23'40" BT	0,09 mBq/L
2.	06°56'39,4" LS - 110°23'34,1"BT	0,09 mBq/L
3.	06°56'27" LS - 110°23'25,9" BT	0,02 mBq/L
4.	06°56'15,4" LS - 110°23'17,2"BT	0,02 mBq/L

Tabel 3. Hasil Analisis pada Biota

No	Biota	Konsentrasi
1.	<i>Euthynus alleteratus</i>	0,01 Bq/Kg
2.	<i>Anadara granosa</i>	0,02 Bq/Kg

#### Aktivitas <sup>137</sup>Cs pada Sedimen

Aktivitas <sup>137</sup>Cs di sedimen di semua lokasi penelitian menunjukkan nilai yang relatif sama yaitu dari 0,65 - 1,11 Bq/kg. Pada stasiun 4 menunjukkan nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun yang lain. Hal ini disebabkan karena stasiun 4 lebih dekat dengan laut bebas yang lebih banyak mendapat pengaruh dari arus luar seperti arus *monsoon*. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Livingston dan Povinec (2000) dalam Muslim (2007) yang menyatakan bahwa konsentrasi antropogenik radionuklida pada umumnya ditentukan dari tempat dan jarak lokasi tersebut dengan sumbernya.

Rendahnya aktivitas <sup>137</sup>Cs di sedimen di Perairan Semarang diduga disamping karena wilayah Semarang tidak mempunyai sumber radionuklida buatan juga karena adanya proses peluruhan (*decay*) dari unsur radionuklida <sup>235</sup>U dan <sup>239</sup>Pu menjadi <sup>137</sup>Cs yang diduga aktivitas yang ada berasal dari *global fallout*. Menurut Muslim (2009) bahwa aktivitas radionuklida akan jauh lebih rendah bila jauh dari sumbernya disamping rendahnya juga karena pengaruh *decay*.

#### Aktivitas <sup>137</sup>Cs pada Air Laut

Pada waktu pengambilan sampel air laut, pada perairan Semarang terlihat bahwa stasiun 1 dan 2 nilai aktivitas radionuklida <sup>137</sup>Cs sedikit lebih besar dari stasiun 3 dan 4. Hal ini dimungkinkan karena stasiun 1 dan 2 kedalamannya lebih dangkal dibandingkan dengan stasiun 3 dan 4, di mana stasiun 1 dan 2 terletak di muara sungai yang mana dampak arus sangat berpengaruh pada pengadukan dasar sedimen sehingga ada kemungkinan mendapatkan sumbangan dari *secondary resources* yaitu hasil pelepasan dari dasar. Radionuklida dapat ditransport dari sedimen ke air melalui proses fisika, kimia dan biologi. Transportasi secara fisik dapat terjadi karena adanya resuspensi secara alami atau adanya aktivitas manusia seperti banjir, erosi atau pengerukan (*dredging*) di daerah estuarin sedang proses mobilisasi kimia meliputi pertukaran ion (*ion-exchange*), pelepasan/pencucian (*leaching*) dan pelarutan

(*dissolution*). Kemudian proses biologi misalnya bioturbation dapat mempengaruhi proses fisika dan kimia (Oughton *et al.*, 1997 dalam Muslim, 2007).

#### **Pengukuran $^{137}\text{Cs}$ pada Biota**

Mengacu pada Tabel 3, konsentrasi kedua biota tersebut masih berada pada kisaran normal, karena menurut baku mutu menurut IAEA batasan maksimal yang diijinkan untuk aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  adalah sebesar 1 Bq/Kg. Masih terkandungnya  $^{137}\text{Cs}$  di organisme laut karena rantai makanan berperan penting sebagai faktor pendukung dan daur radionuklida di perairan laut karena setiap rantai dapat menyerap radionuklida dan proses perpindahan radionuklida antar rantai memiliki faktor serapan yang relatif tepat. Organisme yang sering dijadikan bioindikator adalah fitoplankton, makroalgae, invertebrata, dan ikan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan dari Fowler (1982) and Clark (1989) dalam Muslim (2007) yang menyatakan, bahwa beberapa organisme estuarine dengan cepatnya mengakumulasi radionuklida. Tingkat kecepatan penyerapan radionuklida ditentukan dengan ukuran tubuh biota (misal: makroalga, makroinvertebrata dan ikan), dimana semakin kecil ukuran tubuh biota maka semakin cepat penyerapan radionuklida. Jadi rendahnya aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  di ikan tongkol dan kerang dara dikarenakan ukurannya yang lebih besar atau pada tropik level yang lebih tinggi dibandingkan dengan fitoplankton.

#### **Potensi Masuknya Radionuklida Antropogenik di Perairan Semarang**

Masuknya radionuklida pada Perairan Semarang ditinjau berdasarkan pola sirkulasi arus global yang berasal dari Samudra Pasifik. Pola sirkulasi arus global yang melewati Perairan Indonesia adalah arus lintas Indonesia (ARLINDO), ARLINDO tidak melewati Perairan Semarang dan hanya melalui perairan Selat Makasar dikarenakan pola Arus lintas Indonesia (ARLINDO) bergerak berdasarkan densitas dan kedalaman suatu perairan. Pola arus permukaan dari Makasar ke Perairan Semarang tidak lepas dari pola arus permukaan yang ada di laut Jawa. Dalam hal ini Pergerakan arus Laut Jawa mendapat pengaruh besar dari Laut Cina selatan dan Samudra Hindia.

#### **IV. Kesimpulan**

Aktivitas radionuklida antropogenik  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Semarang untuk sedimen berkisar dari 0,65 Bq/Kg hingga 1,11 Bq/Kg, pada air laut berkisar 0,02 mBq/L hingga 0,09 mBq/L dan pada biota untuk ikan tongkol sebesar 0,01 Bq/Kg dan pada kerang darah sebesar 0,02 Bq/Kg. Nilai aktivitas dari  $^{137}\text{Cs}$  pada tiap stasiun relatif sama dan masih di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh IAEA-MEL. Relatif seragamnya nilai aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  di masing-masing stasiun menunjukkan bahwa arus pasang surut tidak berpengaruh nyata pada persebaran  $^{137}\text{Cs}$  di perairan Semarang.

#### **Daftar Pustaka**

- Akhadi, M. 2009. Mengenali dampak lingkungan dalam pemanfaatan sumber-sumber energi. Graha Ilmu, Jakarta
- Clark, R. B. 1989. Marine Pollution, 2<sup>nd</sup> ed., Clarendon Press, Oxford.

- Fachrul, M.F. 2007. Metoda sampling bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta. 13 hlm
- Fowler, S.W and Kullenberg, G. Ed. 1982. Biological transfer and transport processes in pollutant transfer and transport in the sea. CRS Press, Boca Raton, FL.
- Livingston, H.D and Povinec, P.P. 2000. Anthropogenic marine radionuclide. *Ocean & Coastal Management*, 43, 689-712.
- Muslim. 2007. Marine Radionuclide (Nuklir di laut). Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Oughton, D.H., Borretzen, P., Salbu, B and Tronstad, E. 1997. Mobilisation of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr from sediments: potential sources to arctic waters. *The science of the Total Environment*, 202, 155-165
- <http://www.ndt.org>. 2009. Info Nuklir (Diakses tanggal 25 September 2012 pkl 20.55 WIB).