

## STUDI PENDAHULUAN RADIONUKLIDA $^{137}\text{Cs}$ DI PERAIRAN INDONESIA TIMUR

Ilham Fathul Hoir\*, Muslim\*, Heny Suseno\*\*, Ikhsan Budi Wahyono\*\*\*

\*) Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275  
Telp/Fax (024) 7474698.

\*\*) Bidang Radioekologi Kelautan, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, (Badan Tenaga Nuklir Nasional) BATAN.

\*\*\*) Balai Teknologi Survey Kelautan, (Badan Pengkaji dan Penerapan Teknologi) BPPT.

Email : aqua\_muslim@yahoo.com; henis@batan.go.id ; budi\_wahyono92@yahoo.com

### Abstrak

Kasus kecelakaan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir di Chernobyl dan Fukushima, merupakan salah satu penyumbang radionuklida antropogenik di lautankhususnya di samudera Pasifik. Selain itu, sumber lain seperti uji coba nuklir di atmosfer yang banyak dilakukan setelah Perang Dunia II. Radionuklida yang masuk ke laut dapat disebarkan oleh adanya arus laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi  $^{137}\text{Cs}$  di perairan Indonesia timur yang merupakan masuk dari Samudera Pasifik. Pengambilan sampel air laut dilakukan pada 1 – 18 September 2012 kemudian sampel di analisis di Laboratorium Radioekologi Kelautan, BATAN (Badan Tenaga Nuklir) Serpong yang dilakukan pada 9 Oktober sampai 21 Desember 2012. Penelitian ini bersifat deskriptif eksploratif, dengan 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 konsentrasi radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Indonesia Timur berkisar antara 0,14 – 0,43 mBq/L. Hal tersebut diduga berasal dari Samudra Pasifik yang berkisar 0,7 – 2,8 mBq/L dan global fallout yang dibawa oleh arus laut, karena di perairan tersebut tidak ada sumber aktivitas radionuklida yang menghasilkan  $^{137}\text{Cs}$ .

**Kata Kunci :** Radionuklida,  $^{137}\text{Cs}$ , Samudera Pasifik, Global Fallout

### Abstract

The Case of Nuclear Power Plant accident at Chernobyl and Fukushima is one contributor to anthropogenic radionuclides in the oceans, especially in the Pacific Ocean. In addition, other sources such as nuclear weapon tests in the atmosphere was mostly done during World War II. Radionuclides into the sea can be spread by the ocean currents. This study aims to determine the distribution of information  $^{137}\text{Cs}$  in Indonesian waters of the eastern Pacific Ocean. Sea water sampling conducted on 1 - 18 September 2012 and then the sample was analyzed in the laboratory Marine Radioecology, BATAN (Nuclear Energy Agency) Serpong conducted on October 9 to December 21, 2012. This is a descriptive explorative study with sampling purposive method.  $^{137}\text{Cs}$  activity analysis using the method of IAEA-MEL (International Atomic Energy Agency's Marine Environmental Laboratories). The results showed that the range values of radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  concentration were 0.14 - 0.43 mBq/L. The concentration  $^{137}\text{Cs}$  come from the Pacific Ocean range values concentration were 0.7 – 2.8 mBq/L and the global fallout. Because, these is no source that produces radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  activity. So the alleged radioactivity was transported by ocean currents.

**Keyword:** Radionuclide,  $^{137}\text{Cs}$ , Pacific Ocean, Global Fallout

## 1. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara kelautan yang besar dan menurut deklarasi Djua pada tahun 1957, Indonesia memiliki wilayah lautnya sekitar 71% (sekitar 5.193.250 km<sup>2</sup>) dari total wilayahnya. Banyak potensi yang terkandung di dalamnya. Menurut Rizal (2009), Perairan Indonesia diapit oleh dua samudera yaitu samudera Pasifik dan samudera Hindia yang keduanya saling berhubungan. Salah satunya adalah adanya perpindahan massa atau arus laut yang mungkin saja membawa material berbahaya.

Kasus pencemaran laut khususnya di negara maju telah diketahui sejak lama, salah satunya adalah pencemaran radioaktif Mellawati (2009), namun di Indonesia masih belum banyak diketahui oleh masyarakat karena menganggap bahwa pencemaran limbah radioaktif hanya terdapat dari tambang uranium dan reaktor nuklir. Pencemaran radioaktif tidak hanya berasal dari operasinya industri nuklir, tetapi juga dari industri non-nuklir. Selain itu, pencemaran apapun yang berada di laut secara langsung maupun tidak, akan signifikan mempengaruhi lingkungan (Palar, 2002).

Pencemaran radioaktif berasal dari unsur kimia yang masih mampu mengeluarkan radiasi, dan prosesnya disebut dengan istilah radioaktivitas yang merupakan elemen tidak stabil dan secara spontan melakukan disintegrasi pada nukleus nyadengan memancarkan suatu atau lebih radiasi dan membentuk nukleus baru (*daughter*) (Emerson dan Hedges, 2008). Radiasi nuklir yang terakumulasi pada organisme laut, terutama yang sudah masuk dalam tubuh biota maupun manusia, akan berpengaruh pada somatik dan genetik.

Radionuklida <sup>137</sup>Cs, merupakan produk hasil dari penggunaan nuklir yang mudah larut dalam air sehingga mudah terdispersi dalam lingkungan laut. Masuknya radionuklida ke dalam lingkungan laut bisa berasal dari percobaan senjata nuklir di samudera dan kecelakaan nuklir seperti Chernobyl dan Fukushima (Suseno, 2012). Waktu paruh <sup>137</sup>Cs cukup panjang yaitu 30 tahun (IAEA, 1998), sehingga perlu diwaspadai penyebarannya. Walaupun Indonesia belum memiliki PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir), namun ada kemungkinan perairan Indonesia telah terkontaminasi oleh radionuklida dari negara lain oleh adanya dinamika laut, sehingga perlu adanya penelitian mengenai distribusi radionuklida di perairan Indonesia. Pada makalah ini dilaporkan hasil pemantauan konsentrasi <sup>137</sup>Cs di Perairan Indonesia Timur. Data konsentrasi tersebut masih akan dipublikasikan oleh BATAN setelah dilakukan berbagai pengolahan.

## 2. Materi dan Metode

### A. Materi Penelitian

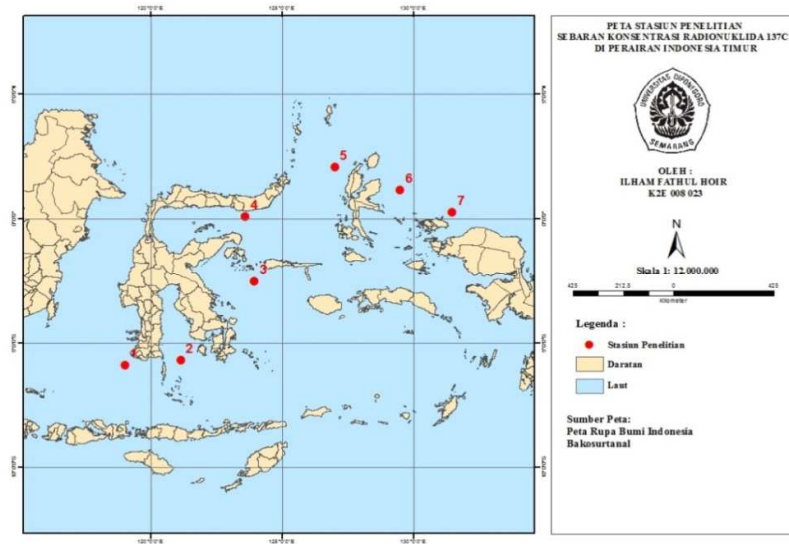
Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut dan data in situ (Temperatur, Salinitas, Arus Laut) di perairan Indonesia timur (Laut Flores, Laut Maluku dan Laut Halmahera).

### B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

#### Metode Penentuan Lokasi

Penelitian ini menggunakan metode eksploratif dan bersifat deskriptif.

Metode penelitian eksploratif adalah penelitian yang bertujuan mencari, mengungkap, menggalisearacermat dan lengkap fakta-fakta yang terkandung dalam suatu permasalahan secara spesifik (Sukardi, 2009).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

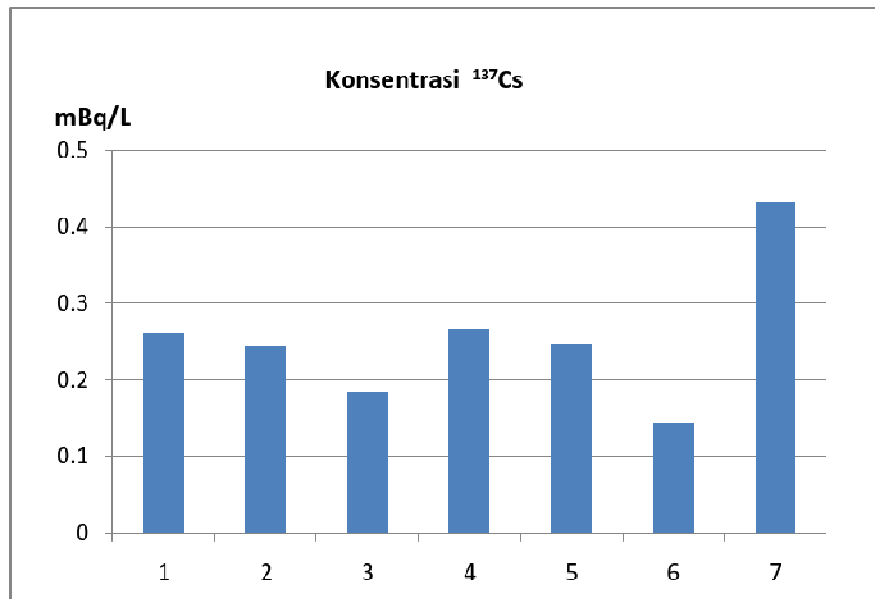
### Pengolahan Data CTD

Data CTD (*Conductivity Temperature Density*) pada saat pengambilan sampel, didapat data kedalaman, salinitas dan suhu. Selanjutnya data tersebut diolah dengan menggunakan *software* ODV (*Ocean Data View*), sehingga dapat dilihat perubahan suhu dan salinitas setiap bertambahnya kedalaman. Hasil ODV tersebut, ialah untuk menentukan kedalaman termoklin di stasiun pengambilan sampel.

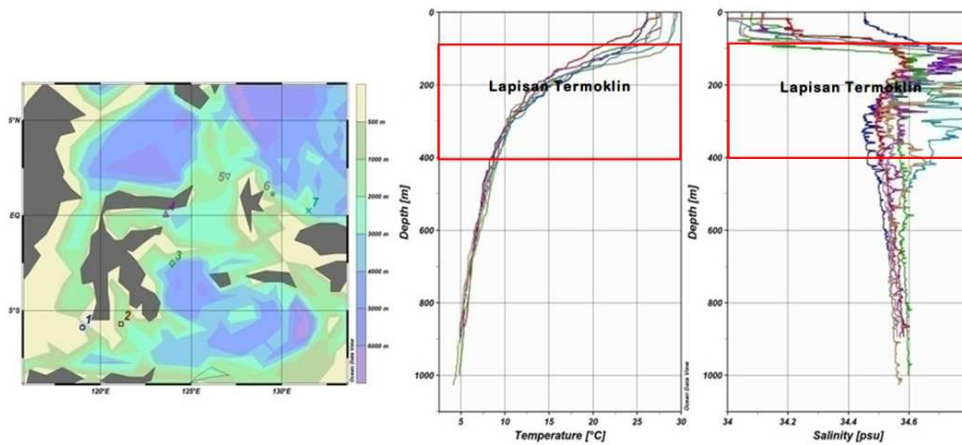
### Preparasi Sampel Air Laut

Sampel air laut dipindahkan ke dalam ember berukuran 80 liter, kemudian ditambahkan  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 10 gr ke dalam sampel dan diaduk. Sampel selanjutnya ditambahkan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 10 gr dan diaduk kembali. Setelah senyawa kompleks terbentuk, sampel diendapkan selama 1 hari. Endapan yang terbentuk dipisahkan dengan filtrat, kemudian diendapkan di keringkan dengan bantuan oven.

### C. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Grafik Konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Indonesia Timur



Gambar 3. Diagram Temperatur dan Salinitas

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa pada masing-masing sampel air laut yang diambil dari perairan Indonesia bagian timur, memiliki konsentrasi berkisar antara 0,14 – 0,43 mBq/L. Dalam hal ini nilai aktivitas di perairan Indonesia bagian timur lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai konsentrasi di perairan Semarang yaitu 0,02 – 0,09 mBq/L (Kurniawati, 2012). Hal ini dimungkinkan karena lokasi Semarang lebih jauh dengan Samudera Pasifik bila dibandingkan dengan Perairan Indonesia Timur. <sup>137</sup>Cs karena menurut Kim et al., (2006) walaupun sifat <sup>137</sup>Cs yang mudah larut dalam air, tetapi dengan mudah terperangkap dengan material partikulat kemudian tenggelam ke dasar laut. Kisaran konsentrasi <sup>137</sup>Cs di Samudera Pasifik ialah 0,7 – 2,8 mBq/L Shima et al., (2003). Konsentrasi <sup>137</sup>Cs di perairan Indonesia Timur lebih tinggi karena semakin dekat dengan sumber, maka konsentrasinya semakin tinggi, karena menurut Muslim (2007) bahwa konsentrasi Radionuklida Antropogenik (<sup>137</sup>Cs) umumnya ditentukan oleh jarak lokasi dengan sumbernya.

Masuknya radionuklida <sup>137</sup>Cs di perairan Indonesia Timur, salah satunya terjadi karena faktor arus laut. Sifat dari <sup>137</sup>Cs yang mudah larut dan mudah tersebar, nilai konsentrasi <sup>137</sup>Cs diengaruhi oleh pola arus laut di perairan Indonesia Timur. Hal ini terjadi karena massa air yang bergerak sebagai arus membawa radionuklida <sup>137</sup>Cs yang berasal dari samudera Pasifik ke perairan Indonesia Timur. Terlihat pada stasiun 7 nilai konsentrasi <sup>137</sup>Cs adalah paling tinggi karena daerah tersebut mendapatkan masukan langsung dari samudera Pasifik tanpa adanya pengenceran, Nilai ini berada dalam kisaran penelitian yang dilakukan Shima et al., (2003) di Samudera Pasifik yaitu 0,7 – 2,8 mBq/L.

Hal ini karena disamping dalam perairan juga karena di perairan dalam pada umumnya mempunyai suatu lapisan yang biasa disebut lapisan termoklin. Lapisan termoklin adalah lapisan perairan di Samudera yang gradien temperaturnya lebih besar daripada lapisan hangat di atasnya dan lapisan yang lebih dingin di bawahnya. Biasanya radionuklida yang sudah terakumulasi di sedimen tidak akan mampu menembus lapisan termoklin walau dengan adanya pengaruh fisik (arus) yang cukup kuat. Dari ke 7 lokasi stasiun yang diteliti, terlihat pada gambar 6 bahwa ke seluruh stasiun berada di perairan dalam dengan kedalaman lapisan termoklin berada di kedalaman 200 sampai 250 m (gambar 3) dibawah permukaan laut, karena sifat dari <sup>137</sup>Cs yang mudah menempel pada partikulat dan tenggelam kemudian tertahan oleh lapisan termoklin, Sehingga nilai konsentrasi <sup>137</sup>Cs di perairan Indonesia Timur tersebut merupakan masukan baru yang berasal dari Samudera Pasifik akibat adanya sirkulasi arus global. Diperkuat dengan pernyataan Muslim (2007), bahwa proses remobilisasi (menggerakkan kembali) radionuklida yang telah terakumulasi di sedimen tidak sepenuhnya berlaku di perairan dalam (samudera).

#### D. Kesimpulan

Radionuklida <sup>137</sup>Cs yang terkandung pada perairan Indonesia Timur, sebagian besar merupakan masukan dari Samudera Pasifik yaitu berkisar antara 0,14 – 0,43 mBq/L. Pengaruh Poladana rusa sangat menentukan nilai konsentrasi <sup>137</sup>Cs yang terdapat pada perairan. Distribusi <sup>137</sup>Cs di laut Flores sebagian besar dipengaruhi oleh adanya arus laut yang berasal dari Samudera Pasifik langsung melalui selat Makasar. Konsentrasi <sup>137</sup>Cs di Laut Maluku secara umum merupakan masukan dari Samudera Pasifik dan mengalami pengenceran karena adanya pertukaran arus laut. Distribusi paling tinggi berada di Laut Halmahera yang dekat dengan Samudera Pasifik karena semakin dekat dengan sumbernya,

makanilaiaktivitassemakintinggi.

Nilai konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$

padasetiapstasiunrelatifrendahdanmasihmerupakanhasil dari *global fallout*.

#### **DaftarPustaka**

- Emerson, S.R and Hedges, J.I. 2008. *Chemical Oceanography and the Marine Carbon Cycle*.Cambride University, Press.
- IAEA (*International Atomic Energy Agency*). 2005. *Worldwide marine radioactivity studies (WOMARS) radionuclide levels in oceans and seas*.Final report of a coordinated research project
- Kim, G., Yang, H.S. and Church, T.M. 1999. Geochemistry of alkaline earth elements (Mg, Ca, Sr, Ba) in the surface sediments of the Yellow Sea. *Chemical Geology included Isotope Geoscience*, 153, 1-10.
- Liwun, M. K. L. 2012. *AktivitasRadionuklidaAntropogenik $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Semarang BerdasarkanSirkulasiArus Global*. Semarang
- Melawati, J. 2009. Sebaran Uranium di PerairanPesisir Gresik.*JurnalBatan*. Jakarta Indo. J. Chem., 2009, 9 (2), 211 - 216
- Muslim, 2007. *Marine Radionuclide (Nuklir di laut)*.UniversitasDiponegoro Press. Semarang
- Palar. H. 2004. *Pencemaran toksikologi logam berat*. Rineka cipta. Jakarta.
- Rizal S. 2009. *Simulasi Pola Arus Baroklinik di Perairan Indonesia Timur dengan Model Numerik Tiga-dimensi*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh
- Shima, S., P. Povinec., H.D. Livingston, M. Aoyama, J. Gastaud, I. Goroncy, L.K. Hirose, H. Ngoc, Y. Ikuchi, Ito, J.L. Rosa, L.L. Kwong, Lee, S. Moriya, B. Mulsow, H. Oregioni, Togawa. 2003. Expedition to the Pacific Ocean Result of Oceanographic and Radionuclide investigations of the Water, *Deep Sea Research II*, 50,2607-2637.
- Sukardi. 2009. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta
- Suseno, H., H. Umbara. 2006. Pengukuran Radionuklida Alam dan Antropogenik di Kawasan Semenanjung Muri pada Seminar Keselamatan Nuklir 2 – 3 Agustus 2006. ISSN: 14123258.