


# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang



Konsumsi energi dunia tumbuh dua puluh kali lipat sejak tahun 1850 sementara populasi dunia tumbuh hanya empat kali lipat. Pada pertumbuhan awal terutama dipenuhi dengan mengembangkan suplai batu bara, minyak dan gas alam. Kebutuhan energi terus tumbuh sementara cadangan energi fosil tidak akan dapat mempertahankan tuntutan perannya di masa depan. Energi nuklir telah memainkan peran signifikan dalam suplai listrik dunia dan sumber utama listrik di sejumlah Negara (Sills, 1983). Produksi listrik dunia dari nuklir tumbuh cepat dan kini menyumbang hampir seperlima listrik yang dibangkitkan di negara-negara industri atau 17% dari produksi listrik dunia dan berkisar sebesar 5% konsumsi primer energi dunia (Erakhrumen, 2007).

Penggunaan teknologi nuklir sebagai sumber energi dapat berisiko menimbulkan dampak negatif yaitu lepasnya zat-zat radioaktif ke lingkungan. Percobaan senjata nuklir dan kecelakaan reaktor nuklir merupakan salah satu contoh penyebab terlepasnya zat-zat radioaktif ke lingkungan (Ribbe *et al*, 2006). Sebagai contoh adalah kecelakaan reaktor nuklir yang terjadi baru-baru ini di PLTN Fukushima Daiichi yang telah mengemisikan radiasi ke lingkungan sekitarnya sejak terjadinya gempa bumi dan tsunami dahsyat pada tanggal 11 Maret 2011 (IAEA, 2011).

Kecelakaan reaktor yang menyebabkan lepasnya radionuklida ke lingkungan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: kebocoran pada kelongsong bahan bakar, populasi neutron yang tinggi, dan pecahnya pipa pendingin reaktor. Salah satu radionuklida yang dapat lepas ke lingkungan pada saat kecelakaan adalah radionuklida cesium. Radionuklida cesium dihasilkan dari reaksi fisi bahan bakar nuklir yang memancarkan radiasi gamma sebagai radiasi utamanya, serta memiliki toksisitas yang tinggi.

Pencemaran air dan tanah merupakan hal penting yang harus ditanggung akibat dari makin meningkatnya era industrialisasi tersebut. Berbagai jenis kontaminan telah mencemari lingkungan, baik organik maupun anorganik. Kontaminan berupa logam, metalloid, maupun zat radioaktif merupakan contoh bahan-bahan berbahaya yang telah terlepas ke lingkungan selama beberapa dekade ini. Kecelakaan reaktor nuklir dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (air, tanah, dan udara), cesium yang berada pada lingkungan dapat masuk ke dalam rantai makanan sehingga dapat berakibat buruk pada kesehatan makhluk hidup khususnya manusia

Perairan beserta biota didalamnya adalah satu komponen lingkungan yang mempunyai potensi untuk terpapar radiasi yang dilepaskan oleh suatu reaktor nuklir sehingga pemantauan radioaktivitas lingkungan perlu dilakukan pada biota perairan.

Dampak radiologi lepasan rutin radionuklida dari suatu fasilitas nuklir biasanya dievaluasi dengan bantuan model matematik. dalam model ini, jalur

(*pathway*) radionuklida dari titik lepasan hingga sampai ke manusia digambarkan sebagai transfer antara beberapa kompartemen.

Kemampuan tanaman dalam menyerap kontaminan dari lingkungan dinyatakan sebagai faktor transfer atau faktor bioakumulasi. Faktor transfer pada dasarnya adalah nisbah konsentrasi aktivitas radionuklida pada jaringan suatu komponen lingkungan dengan konsentrasinya dalam medium setelah dicapainya kejenuhan konsentrasi pada jaringan tersebut (Tjahaja, 2002).

Persen serapan atau yang biasa disebut dengan efisiensi rhizofiltrasi merupakan fraksi  $^{134}\text{Cs}$  yang dapat diserap oleh tanaman dari media yaitu air. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi dari tanaman yang digunakan sebagai fitoremediator dalam menyerap kontaminan.

Dekontaminasi lingkungan perairan harus dilakukan untuk membersihkan daerah yang terkontaminasi. Dekontaminasi air dari unsur-unsur radioaktif dapat dilakukan dengan teknik fitoremediasi, yaitu dengan menggunakan tumbuhan yang mempunyai kemampuan lebih untuk menyerap unsur-unsur tersebut (Setiawati, 2004).

Keuntungan dari teknik fitoremediasi antara lain adalah *cost-effective* untuk volume pencemar yang besar dan konsentrasi yang rendah, tidak membutuhkan peralatan yang rumit dan pekerja yang spesialis, serta lebih ramah lingkungan (Erakhrumen, 2007).

Sejak terjadinya kecelakaan ledakan reaktor nuklir di Chernobyl, Ukraina pada tanggal 26 April tahun 1986, membuat perkembangan yang menarik. Teknik

fitoremediasi mulai dicoba digunakan untuk membersihkan lingkungan, baik tanah maupun perairan yang terkontaminasi oleh jatuhan (fallout) zat radioaktif di area tersebut. Banyak tanaman yang ditanam di area yang terkontaminasi. Beberapa tanaman yang digunakan untuk mengolah jatuhan radioaktif adalah *Triticum aestivum*, *Secale cereal*, *Brassica sp*, *Helianthus annuus L* (Saudek *et al*, 2006).

Pada saat terjadi kecelakaan nuklir Chernobyl, radionuklida cesium ( $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{134}\text{Cs}$ ) merupakan radionuklida yang paling banyak menyebar dengan perkiraan jatuhan (fallout) sebesar 671 TBq di republik Ceko (Saudek *et al*, 2006). Sejak saat itu, penelitian-penelitian mengenai radionuklida cesium banyak dilakukan di berbagai Negara, termasuk Indonesia.

Radiocesium (kebanyakan berupa  $^{134}\text{Cs}$  dan  $^{137}\text{Cs}$ ) merupakan salah satu bahan radioaktif yang dapat terlepas ke lingkungan dalam jumlah relatif besar serta mempunyai dampak yang merugikan bagi lingkungan dan manusia pada saat terjadi kecelakaan reaktor nuklir. Radionuklida  $^{134}\text{Cs}$  dan  $^{137}\text{Cs}$  dapat dikatakan sebagai bahan radioaktif yang mempunyai potensi membahayakan kesehatan manusia, karena radiasi gamma yang dipancarkannya dalam waktu paruhnya yang relatif panjang, yaitu masing-masing 2,05 tahun dan 30 tahun (Tjahaja, 2006). Radiocesium yang terlepas ke lingkungan dapat masuk ke rantai makanan melalui media udara, air dan tanah. Pada saat terjadi kecelakaan radiocesium akan terlepas ke udara dan pada akhirnya dapat mencapai permukaan tanah. Radiocesium di dalam tanah dapat diserap oleh akar tanaman dan masuk ke dalam tubuh tanaman sampai akhirnya dapat masuk ke dalam tubuh manusia apabila manusia mengkonsumsi makanan yang



tercemar radiocesium. Demikian pula apabila radiocesium mencapai sistem perairan, pada akhirnya dapat pula mengkontaminasi tubuh manusia melalui produk makanan yang berasal dari perairan yang tercemar tersebut.

*Eichornia crassipes* (Solm) merupakan tumbuhan akuatik yang terdapat di banyak tempat di Indonesia dan dianggap sebagai gulma. Secara teoritis eceng gondok dapat menyerap air dan unsur yang terdapat di dalamnya sehingga kemungkinan dapat digunakan sebagai depolutan pada limbah radioaktif dengan cara fitoremediasi (Xia *et al.* 2005).

Dalam penelitian ini akan dipelajari kemampuan tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) untuk mengakumulasi radiocesium tertentu dari media air tawar dengan kondisi alam Indonesia.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Apakah  $^{134}\text{Cs}$  berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman eceng gondok
2. Berapakah nilai faktor transfer  $^{134}\text{Cs}$  dari perairan air tawar ke tanaman eceng gondok
3. Berapakah Persen serapan  $^{134}\text{Cs}$  yang dapat diserap oleh tanaman eceng gondok dari media yaitu air
4. Bagaimanakah Koefisien laju penyerapan ( $K_{12}$ ) radionuklida  $^{134}\text{Cs}$  oleh tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart.) Solms) pada media air tawar

## 1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh  $^{134}\text{Cs}$  terhadap pertumbuhan tanaman eceng gondok
2. Untuk mengetahui dan menentukan nilai faktor transfer  $^{134}\text{Cs}$  dari perairan air tawar ke tanaman eceng gondok
3. Untuk mengetahui kemampuan eceng gondok dalam menyerap  $^{134}\text{Cs}$
4. Mengetahui Koefisien laju penyerapan ( $K_{12}$ ) radionuklida  $^{134}\text{Cs}$  oleh tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart.) Solms) pada media air tawar dengan mengetahui koefisien laju penyerapan ( $K_{12}$ ) kita dapat memperkirakan waktu habisnya kontaminan dalam media dengan kondisi dan perlakuan yang sama.

### 1.3.2 Kegunaan Penelitian

1. Penelitian ini merupakan penelitian dengan skala laboratorium yang dapat diaplikasikan pada skala lapangan
2. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui kemampuan tanaman dalam mengakumulasi  $^{134}\text{Cs}$ , sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mengaplikasikan tanaman eceng gondok untuk membersihkan sistem perairan yang terkontaminasi  $^{134}\text{Cs}$

3. Penelitian ini merupakan salah satu proses pengembangan khasanah ilmu pengetahuan

#### 1.4 Kerangka Pemikiran

Radiocesium (kebanyakan berupa  $^{134}\text{Cs}$  dan  $^{137}\text{Cs}$ ) merupakan salah satu bahan radioaktif yang dapat terlepas ke lingkungan dalam jumlah relatif besar serta mempunyai dampak yang merugikan bagi lingkungan dan manusia pada saat terjadi kecelakaan reaktor nuklir. Radionuklida  $^{134}\text{Cs}$  dan  $^{137}\text{Cs}$  dapat dikatakan sebagai bahan radioaktif yang mempunyai potensi membahayakan kesehatan manusia, karena radiasi gamma yang dipancarkannya dalam waktu paruhnya yang relatif panjang, yaitu masing-masing 2,05 tahun dan 30 tahun (Tjahaja, 2006).

Radiocesium yang terlepas ke lingkungan dapat masuk ke rantai makanan melalui media udara, air dan tanah. Pada saat terjadi kecelakaan radiocesium akan terlepas ke udara dan pada akhirnya dapat mencapai permukaan tanah atau air. Radiocesium di dalam tanah dapat diserap oleh akar tanaman dan masuk ke dalam tubuh tanaman sampai akhirnya dapat masuk ke dalam tubuh manusia apabila manusia mengkonsumsi makanan yang tercemar radiocesium. Demikian pula apabila radiocesium mencapai sistem perairan, pada akhirnya dapat pula mengkontaminasi tubuh manusia melalui produk makanan yang berasal dari perairan yang tercemar tersebut.

*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms merupakan tumbuhan akuatik yang terdapat di banyak tempat di Indonesia dan dianggap sebagai gulma. Secara teoritis eceng gondok dapat menyerap air dan unsur yang terdapat di dalamnya sehingga

kemungkinan dapat digunakan sebagai depolutan pada limbah radioaktif dengan cara fitoremediasi. Oleh karena itu melalui penelitian ini akan dipelajari kemampuan eceng gondok dalam menyerap  $^{134}\text{Cs}$ .

Telah dilakukan penelitian transfer  $^{134}\text{Cs}$  dari air ke eceng gondok untuk mengetahui penyerapan dan akumulasi  $^{134}\text{Cs}$  dalam eceng gondok. Nilai faktor transfer yang besar pada Eceng gondok ini maka tanaman eceng gondok dapat digunakan untuk fitoremediasi (Setiawati, 2004),

Penelitian ini menggunakan interval waktu yang berbeda-beda yaitu 2 jam setelah pemaparan, 4 jam setelah pemaparan, 6 jam setelah pemaparan, 24 jam setelah pemaparan, 5 hari setelah pemaparan, 7 hari setelah pemaparan dan selanjutnya dilakukan setiap tujuh hari sekali selama 35 hari. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan serapan eceng gondok dari awal pemaparan. Dengan menghitung nilai serapan dapat diketahui kemampuan maksimum dari setiap individu tanaman eceng gondok.

Penelitian ini merupakan penelitian skala laboratorium. Air yang digunakan terbatas pada air yang ada di PTNBR BATAN dan dikontaminasi dengan radionuklida cesium. Radiasi yang diamati dalam bentuk analisis aktivitas dan konsentrasi. Pembahasan ditujukan untuk mengukur besarnya aktivitas dan konsentrasi radionuklida cesium dalam eceng gondok, faktor transfer radionuklida cesium dari air tawar ke eceng gondok, dan tingkat resistensi eceng gondok terhadap toksisitas dari radionuklida cesium. Penelitian dilakukan di *Green House* Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN di Jl. Tamansari 71 Bandung.



## 1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, dapat ditarik hipotesis sebagai berikut :

1.  $^{134}\text{Cs}$  dengan konsentrasi tertentu dapat menimbulkan gangguan pertumbuhan
2. Nilai faktor transfer  $^{134}\text{Cs} > 1$ , yang menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok mampu mengakumulasi cesium dalam jumlah besar
3. Akan didapatkan nilai persen serapan yang menunjukkan kemampuan serapan tanaman eceng gondok
4. Akan didapatkan koefisien laju penyerapan ( $K_{12}$ ) radiocesium oleh tanaman eceng gondok yang dari nilai koefisien laju penyerapan tersebut kita dapat mengetahui kapasitas penyerapan dari setiap individu tanaman eceng gondok