

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan setiap makhluk hidup. Pada dasarnya, sungai dimanfaatkan manusia untuk kebutuhan di sektor pertanian, perikanan dan sumber daya lainnya. Sungai mempunyai kapasitas tertentu dan dapat berubah karena aktivitas alami maupun antropogenik sehingga dibutuhkan pelestarian agar sungai dapat berjalan sesuai fungsinya. Kualitas air sungai dapat menurun akibat ulah manusia, seperti aktivitas industri yang membuang limbah cair ke perairan sungai. Pembuangan limbah sisa hasil produksi industri dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Mengingat bahwa limbah industri berupa radioaktif yang dibuang ke sungai dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia maupun biota perairan. Salah satu dari dampak pencemaran air yang disebabkan limbah industri adalah timbulnya wabah penyakit, kematian biota air, kerusakan rantai makanan, dan kerusakan ekosistem perairan. Biasanya, pencemaran air sungai dapat terjadi karena adanya kontaminasi dari limbah domestik maupun industri yang jatuh ke perairan sungai. Dari beberapa sungai di Indonesia yang rentan terhadap pembuangan limbah industri ke aliran sungai salah satunya adalah Sungai Citarum (Mahyudin *et al.*, 2015).

Citarum merupakan sungai terbesar di Provinsi Jawa Barat. Panjang aliran Sungai Citarum mencapai 300 km. Hulu Citarum terletak di Gunung Wayang, Desa Cibeureum, Kabupaten Bandung. Aliran Sungai Citarum berawal dari danau buatan yang bernama Situ Cisanti kemudian mengarah ke arah barat dan berakhir di perbatasan Kabupaten Karawang dan Kabupaten Bekasi. Sungai Citarum dimanfaatkan

penduduk sebagai salah satu sumber daya perikanan, perkebunan dan banyaknya debit air juga dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Pada tahun 1980, kualitas air Citarum mulai menurun karena banyaknya pembangunan di sektor industrialisasi yang begitu pesat perkembangannya sehingga mengalami perubahan ekosistem dan mengakibatkan kerusakan lingkungan. Sejak tahun 2007, Citarum menjadi salah satu sungai dengan tingkat pencemaran paling tinggi di dunia. Selain diakibatkan pembuangan sampah, tingkat pencemaran Sungai Citarum dapat disebabkan banyaknya limbah sisa pembuangan yang dihasilkan industri. Limbah industri itu sendiri dapat berupa bentuk cairan, padatan dan gas (Rahmani, 2018).

Dampak dari limbah dapat menyebabkan sumber daya alam minim karena tercemarnya lingkungan oleh buangan dari hasil industri. Dampak negatif dari limbah industri tidak dapat dipungkiri, meskipun pemerintah daerah menerapkan aturan dengan Pasal 65 ayat (1) Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 "Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup". Akan tetapi masih banyak oknum-oknum perusahaan yang terindikasi membuang limbah industri ke lingkungan secara terselembunyi, salah satunya membuang limbah ke aliran Sungai Citarum. Limbah berupa cairan yang masuk ke dalam sungai dapat menyebabkan pencemaran air (Nugraha, 2019). Adapun beberapa kandungan radionuklida alam yang sering dihasilkan dalam kegiatan industri adalah Pb-12, Pb-214, Bi-212, Bi-214, Ac-228, Tl-208 dari peluruhan U-238 dan Th-232. Jika hal ini terjadi maka akan terjadi perubahan lingkungan dan ekosistem secara keseluruhan sehingga berdampak pada kualitas air menjadi rendah dan kurang layak digunakan sebagai kebutuhan makhluk hidup karena apabila terserap oleh biota perairan dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan sel-sel dalam tubuh yang dapat menimbulkan penyakit, pengaruh mutagen bahkan kematian. Salah satu sumber pencemaran air terdapat pada limbah atau pembuangan dari hasil produksi industri yang larut dalam aliran sungai sehingga ekosistem perairan terkontaminasi oleh kandungan unsur yang terdapat dalam cairan limbah berupa zat radionuklida alam jenis logam berat (Kunto *et al.*, 2003).

Limbah industri memiliki kandungan limbah baik secara senyawa kimiawi atau zat radioaktif. Limbah radioaktivitas adalah jenis limbah yang mengandung atau terkontaminasi radionuklida yang melebihi nilai batas yang ditetapkan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Nilai batas radioaktivitas lingkungan telah dicantumkan melalui aturan Nomor 16 Tahun 2012 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penyimpanan *Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactivity*

*Material* (NORM). Nilai batas radioaktivitas lingkungan berupa zat cair dari deret Uranium-238 sebesar 1 Bq/l, Radium-226 sebesar 5 Bq/l dan deret Thorium-232 sebesar 1 Bq/l. Pada nilai batas radioaktivitas pada lingkungan berupa zat padat dari deret Uranium-238 sebesar 0,3 Bq/g, Radium-226 sebesar 0,3 Bq/g, deret Thorium-232 sebesar 0,3 Bq/g dan Kalium-40 sebesar 3 Bq/l. Sedangkan nilai batas radionuklida pada lingkungan berupa gas dari deret Uranium-238 sebesar 0,003 Bq/m<sup>3</sup>, Radium-226 sebesar 0,05 Bq/m<sup>3</sup> dan deret Thorium-232 sebesar 0,002 Bq/m<sup>3</sup> (Putra *et al.*, 2017).

Radionuklida yang masuk ke dalam tubuh manusia akan menyebabkan kerusakan tubuh secara langsung (deterministik) maupun secara tidak langsung (stokastik). Efek deterministik terjadi apabila melewati dosis tertentu yang disebut dengan dosis ambang. Efek ini dapat menyebabkan kematian pada sel yang disebabkan ketika radiasi mengionisasi sel. Selain itu, tiga radikal bebas pada radionuklida juga dapat mengubah susunan molekul-molekul penting dalam sel seperti DNA yang dapat menyebabkan efek biologis yang merugikan seperti kanker dan kelainan genetika (efek stokastik) (Alfiyan, 2016).

Sebelumnya, penanggulangan Sungai Citarum telah diupayakan melalui salah satu program yang dinamakan Program Citarum Harum melalui Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang "Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum" dan disahkan secara langsung pada tanggal 14 maret 2018 (Ganesworo, 2018). Dari hasil survei penulis sebelum melakukan sampling, kondisi lingkungan pencemaran Sungai Citarum mulai terkontrol dan semakin membaik. Namun, berdasarkan paparan terkait pencemaran lingkungan khususnya pada perairan Sungai Citarum yang dikhawatirkan masih terkontaminasi oleh kandungan zat radioaktif yang terdapat dalam limbah industri. Dalam penelitian ini penulis bermaksud mengidentifikasi unsur yang bersifat radionuklida alam di salah satu Sungai Citarum untuk mengetahui jenis dan karakteristik unsur radionuklida yang terindikasi oleh ada atau tidaknya pelepasan bahan-bahan radioaktif yang berhamburan di perairan Sungai Citarum. Demikian, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui sebaran radionuklida alam pada air dan lumpur di Sungai Citarum yang terletak di perairan Situ Cisanti dan Citarum Karawang sampai Bekasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Jenis radionuklida alam apa saja yang terkandung dalam sampel air dan lumpur (sedimen) di Sungai Citarum.
2. Apakah nilai konsentrasi aktivitas radionuklida alam di Sungai Citarum melampaui nilai batas radionuklida yang ditetapkan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN).
3. Bagaimana perbedaan antara konsentrasi aktivitas radionuklida alam pada sampel air dan lumpur di Sungai Citarum.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini meliputi:

1. Mengetahui kandungan radionuklida alam pada sampel air dan lumpur (sedimen) di Sungai Citarum.
2. Mengetahui nilai konsentrasi aktivitas radionuklida alam yang terkandung dalam sampel air dan lumpur di Sungai Citarum.
3. Membandingkan nilai konsentrasi aktivitas radionuklida alam dari tiap lokasi pengambilan sampel di Sungai Citarum.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian difokuskan pada:

1. Kandungan radionuklida alam yang terdapat pada air dan lumpur (sedimen) di Sungai Citarum.
2. Besar konsentrasi aktivitas radionuklida alam yang terdapat pada air dan lumpur di Sungai Citarum.
3. Jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dan lumpur.

4. Pencacahan dalam penelitian ini menggunakan spektrometer gamma *Multhi Channel Annalyzer* (MCA) yang dilengkapi detektor *High Purity Germanium* (HPGe).
5. Kandungan radionuklida alam yang ditinjau dalam penelitian ini merupakan radionuklida alam berupa K-40, U-238, Th-232 beserta anak peluruhannya.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan informasi pada warga masyarakat sekitar terkait kandungan radionuklida apabila aktivitas melampaui nilai batas yang ditetapkan BAPETEN.
2. Sebagai data pendukung dalam rangka program Citarum Harum.
3. Mengetahui aplikasi teknik nuklir dalam bidang fisika radiasi untuk lingkungan dan memberikan pengetahuan dan wawasan bagi penulis.

## 1.6 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi :

### 1.6.1 Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data yang diolah sesuai topik penelitian berupa materi-materi yang berkaitan dengan judul penelitian, latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, rumusan masalah dan manfaat penelitian. Referensi yang digunakan dan di pahami berasal dari berbagai jurnal, buku, dosen pembimbing dan karya ilmiah lainnya. Literatur yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah analisis kandungan radionuklida alam di Sungai Citarum.

### 1.6.2 Studi Eksperimen

Metode pengumpulan data dalam bentuk eksperimen dilakukan untuk memperoleh data selama penelitian. Penelitian diawali dengan pengambilan sampel yang diambil langsung oleh penulis di Sungai Citarum. Lokasi pengambilan sampel

terletak di Hulu Citarum Situ Cisanti Kabupaten Bandung dan perbatasan antara Citarum Karawang sampai Bekasi. Sampel yang diambil berupa air dan lumpur (Sedimen). Sebelum dilakukan pencacahan, sampel dipreparasi selama satu bulan. Kemudian pencacahan sampel dilakukan dengan menggunakan spektrometer gamma yang dilengkapi detektor semikonduktor atau detektor *High Purity Germanium* (HPGe) dan *Multi Channel Analyzer* (MCA). Selanjutnya dianalisis menggunakan Y-Spec.

### 1.6.3 Observasi Penelitian

Observasi dalam penelitian dilakukan untuk menentukan kandungan radionuklida alam yang memiliki probabilitas radiasi gamma tinggi dan pengumpulan data hasil cacahan detektor akan dianalisis menggunakan *Software Y-Spec*.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa pokok, meliputi:

- Bab 1** Berisi gambaran umum berdasarkan obyek penelitian tentang analisis kandungan radionuklida alam di Sungai Citarum yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab 2** Berisikan pemaparan teori-teori penunjang obyek penelitian yang menjelaskan konsep dasar penelitian mengenai analisis unsur radionuklida alam di Sungai Citarum.
- Bab 3** Menjelaskan proses pelaksanaan dalam penelitian yang berisi sistem perancangan penelitian dan prosedur penelitian pada metode yang dilakukan dalam penelitian tentang analisis kandungan radionuklida alam di Sungai Citarum.
- Bab 4** Berisi paparan dari hasil penelitian dalam eksperimen tentang analisis radionuklida alam yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis data untuk mengetahui tingkat radioaktivitas.
- Bab 5** Berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.