

3.5 Preparasi.....	32
3.5.1 Preparasi Cuplikan Air.....	32
3.5.2 Preparasi Cuplikan Sedimen.....	32
3.5.3 Preparasi Cuplikan Tanaman.....	33
3.5.4 Preparasi Ikan.....	33
3.6 Kalibrasi alat dan efisiensi.....	34
3.6.1 Kalibrasi alat pencacah β	34
3.6.2 Efisiensi alat pencacah β	34
3.6.3 Kalibrasi tenaga spektrometer- γ	35
3.7 Analisa Kuantitatif.....	35
3.7.1 Pencacahan β	36
3.7.2 Identifikasi Radionuklida.....	36
3.8 Perhitungan.....	36
3.8.1 Aktivitas β	36
3.8.2 Faktor Distribusi dan Faktor Bioakumulasi.....	38
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Kestabilan Alat Pencacah- β Dan Efisiensi Detektor.....	39
4.1.1 Kestabilan Alat Pencacah- β	39
4.1.2 Efisiensi Detektor Geiger Muller.....	40
4.2 Distribusi Radioaktivitas <i>Gross</i> β di Perairan Surabaya.....	40
4.2.1 Distribusi radioaktivitas gross β pada cuplikan air di perairan Surabaya.....	40
4.2.1.1 Distribusi radioaktivitas <i>Gross</i> β pada cuplikan air sungai di perairan Surabaya.....	41
4.2.1.2 Distribusi radioaktivitas <i>Gross</i> β pada cuplikan air muara di perairan Surabaya.....	44
4.2.1.3 Distribusi radioaktivitas <i>Gross</i> β pada cuplikan air pesisir di perairan Surabaya.....	45
4.2.2 Distribusi radioaktivitas gross β pada cuplikan sedimen	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daur Pencemaran Radioaktivitas Lingkungan.....	6
Gambar 2.2 Zat Pencemar dalam Ekosistem Laut.....	8
Gambar 2.3 Daya Tembus partikel alpha, beta dan Sinar Gamma.....	9
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Cuplikan.....	21
Gambar 3.2 Ikan Belanak (<i>Moolgarda delicatus</i>).....	27
Gambar 3.3 Ikan Gelama (<i>Johnius (Johnieops) borneensis</i>).....	28
Gambar 4.1 Kurva Efisiensi LBC 2005	41
Gambar 4.2 Aktivitas Rerata Gross Beta Cuplikan Air.....	42
Gambar 4.3 Aktivitas Rerata Gross Beta Cuplikan Sedimen.....	48
Gambar 4.4 Zat Pencemar Dalam Ekosistem Laut.....	51
Gambar 4.5 Grafik Aktivitas Rerata Gross Beta pada Cuplikan Biota.....	53



BAB III

METODE PENELITIAN

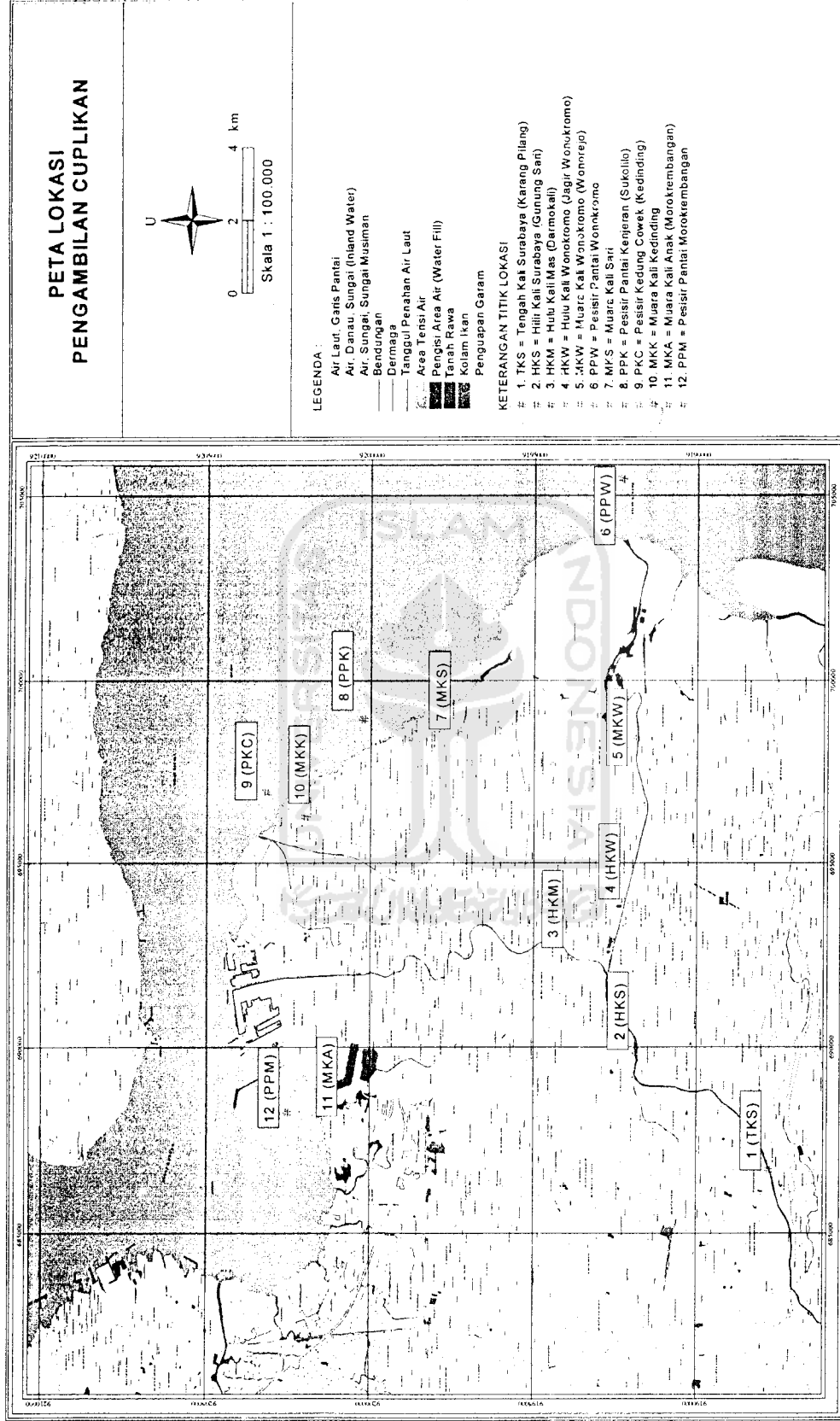
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlangsung di Laboratorium DIB-BTFK, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju Batan, Yogyakarta. Berikut ini adalah penjelasan mengenai ke-12 lokasi beserta alasan pengambilan cuplikan di lokasi-lokasi tersebut adalah :

1. Lokasi Tengah Kali Surabaya: karena pada daerah tersebut terdapat PDAM Karangpilang yang mengambil air sungai tersebut sebagai bahan baku dalam pengolahannya. Selain itu di daerah tersebut terdapat kawasan industri Karangpilang.
2. Lokasi Hilir Kali Surabaya : karena pada daerah tersebut ada sebuah lapangan golf yang menggunakan pestisida dan pupuk yang mengandung bahan-bahan pencemar lingkungan baik udara, tanah maupun air disekitar daerah tersebut.
3. Lokasi Hulu Kali Mas : karena lokasi ini merupakan percabangan dari lokasi Hilir Kali Surabaya.
4. Lokasi Hulu Kali Wonokromo: karena lokasi ini merupakan percabangan dari lokasi Hilir Kali Surabaya. Selain itu karena pada lokasi ini terdapat PDAM

11. Lokasi Muara Kalianak : karena pada sekitar lokasi ini terdapat kawasan industri Margomulyo yang diperkirakan membuang limbahnya ke lokasi ini.
12. Lokasi Pesisir Muara Morokrembangan : karena di sekitar lokasi ini terdapat sebuah Bozem, yaitu tempat pembuangan sementara limbah, baik yang limbah rumah tangga maupun limbah industri di bozem tersebut. Ketinggian air di bozem ini juga dipengaruhi oleh pasang surut air laut di sekitarnya, pada saat pasang air laut masuk ke dalam Bozem dan ketika surut air kembali ke laut dengan membawa air bozem yang mengandung limbah tersebut.

Cuplikan diambil dari perairan Surabaya dengan jumlah 12 titik *sampling* (Gambar 3.1), yang dilaksanakan pada tanggal 23-25 Juni 2004. Sedangkan analisisnya sendiri dilaksanakan pada bulan Juli sampai bulan Januari 2005, selanjutnya dilakukan pengolahan data dan penulisan Laporan Tugas Akhir sampai selesai.



Gambar 3.1 Peta Pengambilan Cuplikan

3.2 Objek Penelitian

3.2.1 Sedimen

Sedimen adalah endapan dan koloidal serta bahan terlarut yang berada di dasar perairan yang berasal dari bahan buangan yang berbentuk padat dan tercampur dengan lumpur.

Material sedimen yang terangkut dapat berupa kumpulan partikel buatan, mineral, logam berat dan senyawa logam berat seperti Pb, Zn, Cu dan zat radioaktif yang membahayakan bagi kelangsungan hidup manusia. Lumpur merupakan salah satu jenis sedimen yang terangkut melalui aliran sungai dan masuk ke dalam reservoir seperti danau, dam, bendungan dan lainnya.

Menurut pembagian berdasarkan cara terbentuknya, sedimen terbagi atas :

- a. Sedimen yang terbentuk secara mekanik adalah sedimen yang terdiri dari bagian-bagian fragmen endapan.
- b. Sedimen yang terbentuk secara organik yaitu sedimen yang diendapkan dari larutan-larutan dengan bantuan jasad-jasad dari tumbuhan dan hewan.
- c. Sedimen yang terbentuk secara kimia, yaitu sedimen yang langsung mengendap dari larutan-larutan yang mengandung berbagai unsur kimia.

3.2.2 Air

Air adalah salah satu senyawa hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O . Air terdapat dalam jumlah yang besar di bumi. Air yang berada di bumi tidak murni

8. GPS
9. Gunting
10. *Cutter*
11. Peta Surabaya
12. Tisu
13. Senter
14. Martil
15. Jaket Pelampung
16. Ban Pelampung
17. Kapal Nelayan
18. Kertas Merang
19. Beker gelas
20. Kotak gabus
21. Pipet pastur
22. Stop watch



3.3.1.2 Alat Preparasi dan analisis

1. Cawan porselin
2. Kompor listrik
3. Pencacah beta (Geiger Muller Counter) Ortec 401 A

3.4 Kegiatan Analisa

3.4.1 Pengambilan Cuplikan

Metode yang digunakan dalam pengambilan cuplikan pada penelitian ini adalah metode *grab sampel* (cuplikan sesaat), yaitu cuplikan yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Cuplikan ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan cuplikan.

3.4.1.1 Cuplikan Air

Pengambilan cuplikan dilakukan pada 5 titik Kali Surabaya, Kali Mas, Kali Wonokromo dan Kali Anak yaitu di daerah hulu, tengah, hilir, muara dan pesisir laut. Di masing-masing titik diambil untuk cuplikan sebanyak 2 jerigen plastik yang mempunyai volume 5 liter, jerigen tersebut diberi label sesuai dengan lokasi pengambilan, waktu pengambilan cuplikan. Cuplikan tersebut diberi HNO_3 *supra pure*, hal ini dilakukan agar air tersebut bersifat asam dan pH air tersebut menjadi 2-3, selain itu juga agar zat-zat atau bahan-bahan yang terkandung di dalam air tersebut tidak terserap oleh dinding jerigen, sehingga pada saat dianalisis tidak berkurang jumlahnya.

3.4.1.2 Cuplikan Sedimen

Cuplikan sedimen yang diambil dari perairan, dibuang airnya, dan dimasukkan ke dalam plastik klip yang sudah diberi label lokasi dan waktu pengambilan cuplikan.

Untuk cuplikan sedimen ini diambil sebanyak 2 x 2 kg untuk masing-masing titik pengambilan cuplikan.

3.4.1.3 Cuplikan Tanaman

Cuplikan yang diambil sebanyak 2 x 2 kg dimasukkan dalam plastik hitam yang telah diberi label sesuai dengan lokasi dan waktu pengambilan.

3.4.1.4 Cuplikan Ikan

Cuplikan yang diambil dimasukkan dalam plastik klip yang telah diberi label lokasi dan waktu pengambilan cuplikan. Cuplikan yang diambil sebanyak 3 kg.

3.5 Preparasi

Tujuan dilakukannya preparasi pada cuplikan adalah untuk menghindari agar cuplikan tidak terkontaminasi oleh bahan lain yang tidak diperlukan atau peralatan selama proses preparasi, serta agar cuplikan siap untuk dianalisis (DIB-BTFK, 2004).

3.5.1 Preparasi Cuplikan Air

Cuplikan air dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diambil 1000 ml, kemudian air tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam labu terasi, setelah itu cuplikan tersebut dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan dengan menggunakan kompor listrik sampai volume akhir ± 25 ml atau pemekatan 40 kali untuk air sungai, sedangkan untuk air pesisir pemekatannya 5 kali atau sampai volume ± 200 ml. Cuplikan dimasukkan dalam planset aluminium sedikit

steel, ditumbuk sampai halus dan selanjutnya dibakar dengan menggunakan *furnace* dengan suhu 400°C sampai cuplikan tersebut kering dan menjadi abu. Setelah itu abu cuplikan tersebut dimasukkan ke dalam planset aluminium dan ditimbang seberat $\pm 1,000$ gram.

3.6 Kalibrasi Alat dan Efisiensi

3.6.1 Kalibrasi alat Pencacah β

Kalibrasi alat dilakukan sebelum kegiatan pencacahan, dengan tujuan mengetahui kestabilan alat pencacah β . Kalibrasi alat Pencacah β menggunakan uji chi square, dengan cara pengukuran sumber standar ^{90}Sr sebanyak sepuluh kali pada kondisi yang sama (tegangan 1150 volt) selama 1 menit.

Rumus yang di gunakan dalam perhitungan chi square ini adalah :

$$X^2 = (\sum xi^2 - ((\sum xi)^2/n)) / \bar{X} \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan : $\sum xi^2$ = Jumlah dari hasil kuadrat xi

$(\sum xi)^2$ = Jumlah xi dikuadratkan

n = Jumlah pengulangan pengukuran

$\bar{X}$ = Rata-rata xi

3.6.2 Efisiensi alat pencacah β

Efisiensi alat pencacah β dapat diketahui dengan cara pencacahan ^{40}K , dengan berbagai macam berat cuplikan. Kemudian dibuat suatu grafik yang menerangkan

2. Hitung efisiensi alat spektrometer- γ
3. Siapkan cuplikan sedimen seberat 70,025 gram, air 1,000 liter dan biota 35,000 gram.
4. Identifikasi radionuklida pemancar β menggunakan spektrometer gamma MCA Ortec 7010 dengan detektor Ge (Li) pada cuplikan air, sedimen dan biota selama 120 menit.

3.8 Perhitungan

Perhitungan yang dipakai adalah perhitungan dengan cara membandingkan aktivitas sampel dengan standar yang diketahui aktivitasnya, dan disusun dalam bentuk tabel. Adapun rumus-rumus yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

3.8.1 Aktivitas Beta

$$A_{\beta} = \frac{(\text{Cacahcuplikan} - \text{cacahlatar}) / \text{waktu}}{(60 \times \text{Efisiensi} \times L)} \pm \text{ralat} \dots \dots \dots 5)$$

$$\text{dimana ralat} = \frac{(\text{Cacahcuplikan} - \text{cacahlatar})^{0.5} / \text{waktu}}{(60 \times \text{Efisiensi} \times L)} \dots \dots \dots 6)$$

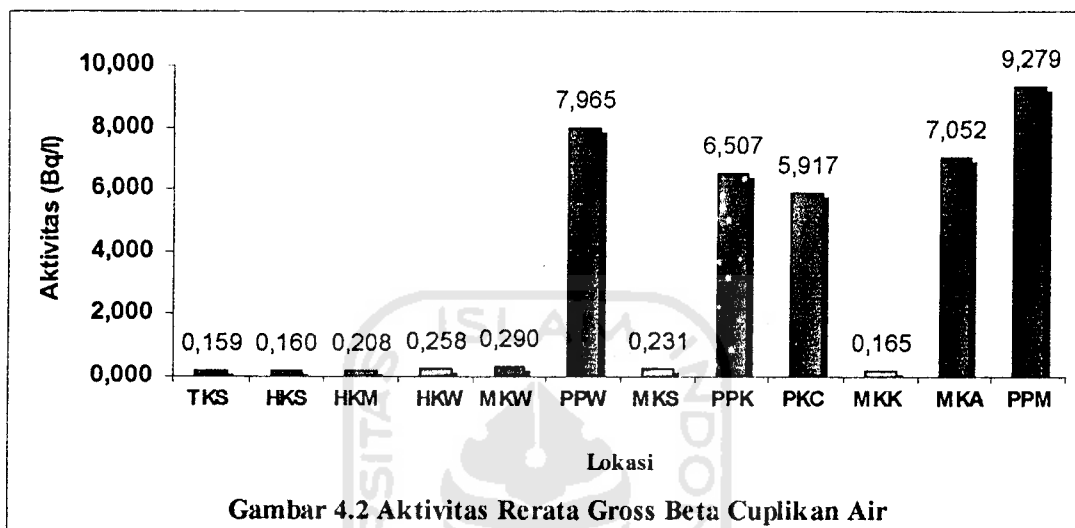
dengan L = Berat Cuplikan

60 adalah faktor konversi dari menit ke detik.

4.2.1.1 Distribusi radioaktivitas *gross β* pada cuplikan air sungai di perairan

Surabaya

Hasil pencacahan dan perhitungan *gross β* untuk cuplikan air dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini :



Gambar 4.2 Aktivitas Rerata Gross Beta Cuplikan Air

Keterangan :

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. TKS : Tengah Kali Surabaya | 7. MKS : Muara Kali Sari |
| 2. HKS : Hilir Kali Surabaya | 8. PPK : Pesisir Pantai Kenjeran |
| 3. HKM : Hulu Kali Mas | 9. PKC : Pesisir Kedung Cowek |
| 4. HKW : Hulu Kali Wonokromo | 10. MKK : Muara Kali Kedinding |
| 5. MKW : Muara Kali Wonokromo | 11. MKA : Muara Kali Anak |
| 6. PPW : Pesisir Pantai Wonokromo | 12. PPM : Pesisir Pantai Morokrembangan |

Dari Gambar 4.2 aktivitas rerata *gross β* terbesar pada cuplikan air sungai terdapat pada lokasi Hulu Kali Wonokromo. Hal ini dikarenakan pada daerah aliran tersebut mendapat limpasan bahan pencemar radioaktivitas *gross β* dari lokasi Tengah Kali Surabaya dan Hilir Kali Surabaya yang membawa bahan pencemar radioaktivitas *gross β* dari kawasan industri Karangpilang.

4.2.1.2 Distribusi radioaktivitas gross β pada cuplikan air Muara di perairan Surabaya

Aktivitas rerata gross β di muara dipengaruhi oleh aktivitas rerata gross β di aliran sungai yang bermuara di daerah tersebut.

Aktivitas rerata gross β terbesar terdapat di lokasi Muara Kali Anak (Gambar 4.2). Hal ini disebabkan karena di sekitar lokasi tersebut terdapat Kawasan Industri Margomulyo yang diperkirakan membuang limbahnya ke dalam aliran sungai yang bermuara di lokasi ini.

Aktivitas rerata gross β pada lokasi Muara Kali Wonokromo dipengaruhi oleh aktivitas rerata gross β di aliran sungai Tengah Kali Surabaya, Hilir Kali Wonokromo, Hulu Kali Wonokromo. Selain itu aktivitas rerata gross β pada lokasi ini juga dipengaruhi oleh industri yang berada di kelurahan Kali Rungkut (Lampiran C-4) yang diperkirakan membuang limbahnya ke Tengah Kali Wonokromo, dan juga yang berasal dari sumber-sumber radioaktivitas alam.

Di Indonesia belum ada baku mutu yang memuat tentang radioaktivitas gross β di air muara, namun apabila dibandingkan dengan baku mutu untuk air sungai yang ditetapkan oleh pemerintah daerah Kota Surabaya dalam Peraturan Pemerintah Daerah No.02 Tahun 2004, yaitu sebesar 1,0 Bq/l, hasil penelitian ini tidak melebihi baku mutu tersebut. Sehingga air muara di perairan Surabaya dapat dikatakan belum tercemar dari parameter radioaktivitas gross β . Kecuali lokasi Muara Kali Anak, pada lokasi ini aktivitas rerata gross β melebihi baku mutu tersebut, yaitu sebesar 7,052 Bq/l.

Selain dari limpasan air buangan limbah industri di sekitar lokasi, radioaktivitas *gross β* di perairan juga dapat berasal dari udara yang kemudian masuk ke dalam air dan terlarut di dalamnya.

Apabila radioaktivitas *gross β* di perairan Surabaya khususnya di perairan sungai dan digunakan oleh masyarakat Surabaya untuk air minum maka akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan mulai dari kerusakan organ seperti kerusakan sistem saraf pusat, kerusakan sistem pencernaan, kerusakan ginjal, kerusakan paru-paru dan yang lainnya, sampai ke dampak negatif yang genetik atau turun-temurun yang terjadi karena mutasi gen pada sel reproduksi. Sedangkan kerusakan-kerusakan organ disebabkan karena sel-sel pembentuk jaringan tidak dapat membelah, pembelahannya tertunda, atau pembelahannya tidak normal sehingga jaringan yang terkena radiasi tersebut mati.

Trend distribusi pencemaran radioaktivitas *gross β* dari lokasi Tengah Kali Surabaya, Hilir Kali Surabaya, Hulu Kali Wonokromo, Muara Kali Wonokromo dan Pesisir Kali Wonokromo adalah meningkat. Distribusi pencemaran radioaktivitas *gross β* di pengaruhi oleh arah aliran sungai, yang membawa bahan-bahan pencemar radioaktivitas *gross β* dari lokasi Tengah Kali Surabaya hingga Pesisir Kali Wonokromo. Selain arah aliran sungai distribusi pencemaran radioaktivitas *gross β* juga dipengaruhi oleh lebar dari suatu perairan, semakin lebar suatu perairan semakin banyak kadar radioaktivitas *gross β* , karena semakin lebar suatu perairan tersebut

dalam lingkungan. Dampak negatif bagi lingkungan hingga saat ini informasinya masih sangat sedikit.

Tubuh manusia sangat efektif dalam hal menyerap thallium, terutama kulit, organ tubuh dan organ pencernaan (Anonim, 2005). Akumulasi thallium di dalam tubuh manusia menimbulkan efek yang kronis seperti, kelelahan, sakit kepala, gangguan penglihatan, sedangkan efek lebih lanjut thallium dapat menimbulkan kerusakan syaraf.

Thallium secara parsial dapat larut dalam air dan dapat menyebar melalui air bawah tanah, ketika di dalam tanah ditemukan kadar thallium dengan jumlah yang besar. Thallium dapat juga tersebar dengan cara teradsorpsi dalam lumpur.

Thallium sangat beracun dan biasanya terdapat pada pestisida. Thallium dapat menimbulkan dampak negatif pada tumbuhan, seperti warna berubah, terhambatnya pertumbuhan tanaman.

Dari Tabel 4.3 radionuklida yang mempunyai waktu paruh terlama adalah unsur Kalium ($K-40$), semakin lama waktu paruh suatu unsur maka unsur tersebut akan semakin sulit untuk tergradasi dari lingkungan alam dan akan menimbulkan dampak negatif baik bagi lingkungan ataupun manusia.

- Anonim, 2005, *Potassium*, www.ccfas.co.uk
- Appleby L. J dan Luttrell S.P, 2005, *SCOPE 50 - Radioecology after Chernobyl*, www.icsu-scope.org
- Beiser A, 1987, *Konsep Fisika Modern (terjemahan)*, Erlangga, Surabaya.
- Brian A. Ahier dan Bliss L. Tracy, 1998, *Radionuclides in the Great Lakes Basin*, www.chp.go.id.
- Effendi H, 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Gallegos G.M, Brandstetter E.R, MacQueen D.H, 1998, *Soil And Sediment Monitoring*, www.llnl.gov
- Kimura Seishi dan Peristiwady Teguh, *Mugilidae*, research.kahaku.go.jp
- Matsuura Keiichi dan Peristiwady Teguh, *Sciaenidae*, research.kahaku.go.jp
- Nurlathifah, 2001, *Analisis Radioaktivitas α , β , dan γ Pada Komoditas Ekspor* Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro, Semarang.
- Prasetyo, 2002, *Sebaran Radioaktivitas α , β dan Identifikasi Radionuklida Pada Sampel Sedimen, Air, Ikan Kerapu, Eceng Gondok di Perairan Surabaya*, Skripsi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Purba Agustinus, 2001 *Pengukuran Radioaktivitas α , β Dan Identifikasi Radionuklida Dalam Sampel Sedimen, Eceng Gondok di Air Sungai Kenjeran dan Morokrembangan Surabaya*, Skripsi Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan, Yogyakarta.
- Romimohtarto Kasijan dan Juwana Sri, 2001, *Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan tentang Biologi Laut*, Djambatan, Jakarta.
- Soemirat Juli, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.