

**STUDI KANDUNGAN RADIONUKLIDA ALAM  $^{226}\text{Ra}$   
DALAM SEDIMEN MUARA SUNGAI MUSI,  
SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di bidang  
Ilmu Kelautan pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*



**Oleh:**

**LISA SUSIANTI**

**08051181722059**

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
2021**

**STUDI KANDUNGAN RADIONUKLIDA ALAM  $^{226}\text{Ra}$   
DALAM SEDIMEN MUARA SUNGAI MUSI,  
SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**LISA SUSIANTI**

**08051181722059**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjan di bidang  
Ilmu Kelautan pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
2021**

# LEMBAR PENGESAHAN

## STUDI KANDUNGAN RADIONUKLIDA $^{226}\text{Ra}$ DALAM SEDIMEN MUARA SUNGAI MUSI, SUMATERA SELATAN

### SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di bidang Ilmu  
Kelautan pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

Oleh:

**LISA SUSIANTI**

**08051181722059**

**Pembimbing II**



**Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih**  
NIP. 198207122005012012

**Inderalaya, Juli 2021**

**Pembimbing I**



**Dr. Wike Ayu Eka Putri**  
NIP. 197905122008012017

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



**T. Zia Ulqodry, Ph. D**  
NIP. 197709112001121006

**Tanggal Pengesahan: 26 Juli 2021**





## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Lisa Susianti  
Nim : 08051181722059  
Jurusan : Ilmu Kelautan  
Judul Skripsi : Studi Kandungan Radionuklida Alam  $^{226}\text{Ra}$  dalam Sedimen  
Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya**

### DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. Wike Ayu Eka Putri NIP. 197905122008012017	(  )
Anggota	: Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih NIP. 198207122005012012	(  )
Anggota	: T. Zia Ulqodry, Ph. D NIP. 197709112001121006	(  )
Anggota	: Gusti Diansyah, M. Sc NIP. 198108052005011002	(  )

Ditetapkan di : Indralaya  
Tanggal : 26 Juli 2021

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **Lisa Susianti, 08051181722059** menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah/Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang publikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, 26 Juli 2021



Lisa Susianti  
NIM 08051181722059

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisa Susianti  
NIM : 08051181722059  
Jurusan : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Studi Kandungan Radionuklida Alam <sup>226</sup>Ra Dalam Sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertam/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 26 Juli 2021  
Yang menyatakan,



Lisa susianti  
NIM 08051181722059

## ABSTRAK

**Lisa Susianti. 0805181722059. Studi Kandungan Radionuklida Alam  $^{226}\text{Ra}$  Dalam Sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan (Pembimbing : Dr. Wike Ayu Eka Putri dan Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih)**

Keberadaan radionuklida alam sudah ada sejak bumi terbentuk. Aktivitas manusia di sepanjang aliran sungai Musi seperti pembukaan lahan pertanian dan kegiatan industri berpotensi menghasilkan radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$ . Radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  berpotensi masuk ke aliran sungai hingga ke muara dan akhirnya mengendap dalam sedimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen dan faktor yang mempengaruhi aktivitasnya dalam sedimen Muara Sungai Musi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2021 dan pengambilan sampel sedimen dilakukan di enam titik stasiun. Aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dianalisis menggunakan spektrometer gamma. Hasil penelitian menunjukkan nilai aktivitas  $^{226}\text{Ra}$  berkisar antara 33,30 - 50,42 Bq/kg dengan rata-rata 40,20 Bq/kg. Aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen dipengaruhi oleh sumber, sifat kimia dari radionuklida, kecepatan arus, kedalaman perairan dan ukuran butir sedimen. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai *baseline* unsur radionuklida alam di Muara Sungai Musi.

**Kata kunci: Muara Sungai Musi, radionuklida  $^{226}\text{Ra}$ , Sedimen**

Inderalaya, Juli 2021

Pembimbing II,



**Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih**  
NIP. 198207122005012012

Pembimbing I,



**Dr. Wike Ayu Eka Putri**  
NIP. 197905122008012017

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



**T. Zia Ulqodry, Ph. D**  
NIP. 197709112001121006

## ABSTRACT

**Lisa Susanti. 0805181722059. Study of  $^{226}\text{Ra}$  Natural Radionuclide Content in Musi River Estuary Sediments, South Sumatra (Supervisor : Dr. Wike Ayu Eka Putri and Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih)**

The existence of natural radionuclides has been around since the earth was formed. Human activities along the Musi River, such as the opening of agricultural land and industrial activities, have the potential to produce natural radionuclide  $^{226}\text{Ra}$ . Radionuclide  $^{226}\text{Ra}$  has the potential to enter the river flow to the estuary, and eventually settle in the sediments. This study aims to know the activity of radionuclide  $^{226}\text{Ra}$  in sediments and the factors that influence its activity in the sediments of the Musi River Estuary. This research was conducted in March 2021 and sediment sampling was carried out at six stations. The activity of the radionuclide  $^{226}\text{Ra}$  was analyzed using a gamma spectrometer. The results showed that the activity of  $^{226}\text{Ra}$  ranged from 33,30 - 50,42 Bq/kg with an average of 40,20 Bq/kg. The activity of radionuclide  $^{226}\text{Ra}$  in sediments was affected by resources, radionuclide chemical properties, current velocity, water depth and grain size of the sediment. The result of this study can be used as a baseline radionuclide element in the Musi River Estuary.

**Keywords: Musi River Estuary, radionuclide  $^{226}\text{Ra}$ , Sediment**

**Indralaya, July 2021**

**Supervisor II,**



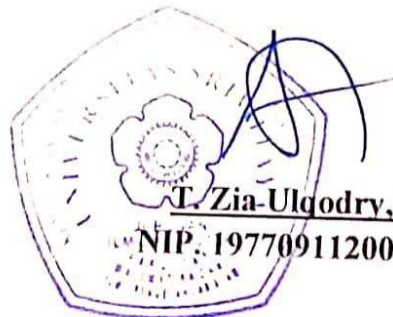
**Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih**  
**NIP. 198207122005012012**

**Supervisor I,**



**Dr. Wike Ayu Eka Putri**  
**NIP. 197905122008012017**

**Head of Marine Science Department**



**T. Zia-Ulqodry, Ph. D**  
**NIP. 197709112001121006**



## RINGKASAN

**Lisa Susianti. 08051181722059. Studi Kandungan Radionuklida Alam  $^{226}\text{Ra}$  dalam Sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan (Pembimbing : Dr. Wike Ayu Eka Putri dan Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih)**

Muara Sungai Musi merupakan perairan yang sangat dipengaruhi oleh kegiatan manusia terutama dari daratan. Unsur radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  yang berasal dari daratan dan aktivitas masyarakat (kegiatan rumah tangga, pembukaan lahan pertanian dan pabrik industri) yang masuk ke dalam sungai akan terbawa oleh aliran sungai sehingga sampai ke muara sungai dan akhirnya akan mengendap dalam sedimen yang berpotensi untuk meningkatkan aktivitas  $^{226}\text{Ra}$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen dan faktor yang mempengaruhi aktivitasnya dalam sedimen Muara Sungai Musi.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2021 di Sekitar Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. Pengambilan sampel sedimen dilakukan di enam titik stasiun menggunakan *Ekman grab*. Stasiun 1 terletak di arah Sungai Musi sedangkan stasiun 2, 3 dan 4 terletak di Mulut Muara Sungai Musi dan stasiun 5 dan 6 terletak di laut (mengarah ke Selat Bangka). Analisis aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  dilakukan di Laboratorium Radiometrik, Radioekologi Kelautan, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dianalisis menggunakan spektrometer gamma. Aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  hasil pengujian sampel laboratorium diajikan dalam bentuk tabel dan kontur menggunakan *Microsoft excel* dan *surfer 12* serta dijelaskan secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan nilai aktivitas  $^{226}\text{Ra}$  berkisar antara 33,30 - 50,42Bq/kg dengan rata-rata 40,20 Bq/kg. Aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Muara Sungai Musi tergolong rendah berdasarkan baku mutu yang ditetapkan oleh BAPETEN tahun 2009. Rendahnya nilai aktivitas  $^{226}\text{Ra}$  pada sedimen dipengaruhi oleh sifat kimia dari unsur  $^{226}\text{Ra}$  yang lebih mudah lepas dari matrik sedimen. Selain itu, aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen dipengaruhi oleh sumber, dan ukuran butir sedimen. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai *baseline* unsur radionuklida alam di Muara Sungai Musi. Perlu dilakukan pengukuran butir sedimen dan *total carbon organic* (TOC) untuk penelitian selanjutnya, dikarenakan ukuran butir sedimen dan *Total Organic Carbon* (TOC) dapat mempengaruhi aktivitas radionuklida dalam sedimen karena adanya pengaruh ikatan kimia dalam sedimen.

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, penulis bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhirnya dengan sangat baik. Penulis mempersembahkan karya ini kepada orang-orang yang istimewa dan berperan penting dalam membantu penulisan karya ini, terkhusus kepada :

- ❖ Orang tua saya, Bapak Ali Usman yang selalu mendoakan, menasehati, mendukung, menyemangati, menyayangi serta selalu ada dan selalu berjuang memberikan yang terbaik buat saya. Terimakasih bak, lisa sayang bak. Persembahan istimewa teruntuk ibunda tercinta Almh. Siti Habsa. Umak mungkin ungkapan terima kasih tidak cukup untuk apa yang telah umak berikan kepada lisa selama 17 tahun. Mak meskipun kita sudah tidak berpijak di bumi yang sama, terima kasih telah menemani lisa melalui banyak proses dalam kehidupan salah satunya adalah dalam menempuh Pendidikan meskipun hanya memalui alam mimpi dan doa dari alam yang berbeda. Lisa sayang umak, mak si bungsu rindu.
  
- ❖ Untuk saudaraku, Zulfikri (kak sok), Lia Susanti (ayuk) dan Sholeh GP (kak cik) yang selalu memberikan motivasi, selalu menyemangati lisa, selalu mendoakan lisa, dan selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk lisa. Sok, ayuk, cik terima kasih telah menemani si bungsu melalui banyak proses dalam kehidupan. Si bungsu yang tak pernah dewasa ini sangat menyayangi kalian.
  
- ❖ Untuk keponakan-keponakanku, Feby Atiqah Fakhira, Adzriel Al-fahri, Al-Khanza Khorunissa, M. Bilal Al-Rasyid, Arneisya Putri Shonia, Arsha Fadhillah Nugraha dan Risky Al-Fatih yang selalu menghibur bibik disaat lelah dan penat menyapa, menjadi penawar ketika rindu melanda, semangat sekolahnya ya, bibik sayang kalian.

- ❖ Untuk angkatan 2017 “TRITEIA” makasih ya untuk 4 tahunnya, terimakasih pengalamannya, terimakasih kebersamaannya, terimakasih suka dukanya, kalian adalah teman sekaligus keluargaku. Semoga kita semua menjadi orang sukses, semangat ya, sayang kalian.
  
- ❖ Untuk Nurhatina, teman dan sahabat yang sudah seperti saudara diperantaun. Terimakasih saudara bungsuku telah menemi dan memberi warna dikehidupanku selama diperantaun. Terimakasih sudah menjadi tempatku berkeluh kesah dalam dunia perkuliahan ini, terima kasih telah teman sekamar di asrama dan sekarang teman satu kos.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesarbesarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu kelancaran penulisan skripsi ini, terutama kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaif, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph. D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Bapak Tengku Zia Ulqodry S.T., M.Si., Ph. D selaku Ketua Jurusan Ilmu Kelautan.
4. Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M. Si dan Dr. Wahyu Retno Prihatiningsih selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberi arahan, memberi masukan, memberi saran, selalu memotivasi, memberi perhatian serta memberi dukungan moril dan materi hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Tengku Zia Ulqodry, S.T., M.Si., Ph. D dan Gusti Diansyah, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan serta arahan dalam perbaikan penulisan skripsi.
  6. Staf pengajar Ilmu Kelautan Dr. Fauziah, S.Pi, Ibu Fitri Agustriani, S.Pi., M.Si, Ibu Anna Ida Sunaryo, S.Kel., M.Si, Bapak Andi Agussalim, S.Pi., M.Sc, Bapak Gusti Diansyah, M.Sc, Bapak Rezi Apri, S.Si., M.Si, Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si, Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc, Bapak Tengku Zia Ulqodri, Ph.D, Dr. Riris Aryawati, M.Si, Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si, Bapak Heron Surbakti, S.Pi., M.Si, Ibu Isnaini, M.Si., S.Pi, Bapak Hartoni, S.Pi., M.Si, Dr. Melki, S.Pi., M.Si, Bapak Beta Barus, M.Si dan Ibu Ellis Nurjuliasti Ningsih, M.Si yang telah mendidik, membimbing serta memberikan ilmunya selama saya kuliah di Jurusan Ilmu Kelautan.
  7. Bapak Marsai (Babe) dan Bapak Minarto yang selalu membantu dalam segala hal baik itu akademik maupun nonakademik. Terimakasih be dan pak min atas segala bantuannya makasih babe. semoga babe dan pak min selalu dilimpahkan rizki dan kesehatan oleh Allah SWT, aamiin.

8. Timku (Wintra Tuti Purba, Epan Sugandi, M. Iqbal Hersa, Fauzan) terimakasih ya kalian telah membantu dengan ketulusan dan keikhlasan hati kalian ngambil sampel, terimakasih telah membantu dari persiapan keberangkatan sampe selesai sampling, kalian baik banget makasih ya, semoga kebaikan kalian di balas oleh Allah SWT, aamiin.
9. Prof. (Ris). Dr. Heny Suseno selaku Kepala Grup Riset Radioekologi Kelautan, Ibu Dr. Murdahayu Makmur, M.T., dan Bapak M. Nur Yahya, M.T., serta Bapak Yogi Prisetyono, S.Si. selaku Peneliti di kelompok Radioekologi Kelautan PTKMR (BATAN) yang telah turut membantu dalam proses penelitian selama di BATAN.
10. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan yang selalu ada saat suka dan duka, selalu berbagi canda tawa, selalu memotivasi, selalu mendukung dan menyemangati, selalu memberikan bantuan serta perhatian dan selalu berjuang bersama selama perkuliahan yang telah terlewati selama ini, adapun orang-orangnya:
  - Abizard Waskita Walen: salah satu anak yang aktif, kritis di triteia tapi juga santuy orangnya.
  - Agi Zalma: orangnya baik, pendiem mungkin.
  - Agung: orangnya baik dan pinter, ramah lagi.
  - Agung Setiawan: orangnya baik, pinter dibidang indraja, makasih ya agung selalu bantu aku kalo sudah berurusan dengan mata kuliah indraja.
  - Ahmad Sabaran: orangnya baik banget, ramah lagi, makasih ya sabaran dan maaf ya kalo aku suka ngerepoti suka nebeng.
  - Angga Saputra: orannya baik, agak pendiem orangnya, pinter lagi.
  - Anggi Irawan: orangnya baik banget, humble orangnya, makasih ya anggi udah bantu dan ngajari ngolah data arus penelitian aku, semoga tuhan membalas yang terbaik untuk anggi.
  - Ana Melinda: orangnya baik, suaranya bagus banget kalo nyanyi, semangat skripsian ana.
  - Agnes Ayu Rahma S: orangnya baik, ramah lagi, semangat skripsian ya nes.

- Agnes Nadia W: orangnya baik dan cantik lagi, makasih ya agnes.
- Asta Kintari: orangnya baik, suka traveling, teman sepembimbing KP. Semangat skripsian ya asta.
- Bagas Pamungkas: orangnya baik agak cuek. Semangat skripsian ya bagas.
- Brenda Sellyndia: orangnya baik dan cantik, makasih Brenda cantik.
- Chairunnisa Indah A: orang baik, cantik dan murah senyum. Masih ya cia.
- Dania Leonika P: orangnya baik dan ramah lagi, makasih ya dania udah jadi pemasok cemilan kerupuk lembut yang enak untuk aku.
- David M. Farid: orangnya baik, makasih dan maaf ya David sering aku ngerepoti karna sering minta ajari mata kuliah indraaja kalo ngak paham
- Dea Rania F: orangnya cantik, baik dan manis, makasih ya dea.
- Denny Janto Silaban: orangnya baik. Semangat kuliahnya deni.
- Devitasari: orangnya baik, cantik, pintar dan ramah lagi.
- Dinda Tiara F: orangnya baik dan cantik. Semangat skripsi dinda.
- Dini Fathia: Bundara Angkatan ini, arangnya baik dan cantik lagi.
- Elma Tehrecia S: orangnya baik, cantik dan pintar lagi. Makasih ya elma selalu bantu aku kalo ada perlu apa-apa di Lab ose selama penelitian.
- Elvan Gevaro: orangnya baik dan pintar lagi, teman satu bimbingan PA ini
- Endah Pratiwi: orangnya baik dan cantik lagi, makasih ya endah udah sering bantu aku.
- Epan Sugandi: orangnya baik dan pintar lagi, salah satu anggota tim ke sampling ke lapangan, makasih ya epan udah bantu sampling di lapangan dan melalui banyak drama sebelum sampling
- Esti Aristia: orang baik dan cantik. Semangat skripsian esti.

- Farid Paradipta: orangnya baik banget, satu divis dikerohanian, gak sombong orangnya.
- Fauzi Ananda: kalo ngomong pelan bener kadang sampe ngak kedengeran.
- Feni Arish: salah atu cewek tercantik diangkatan, agak jutek sih tapi baik banget.
- Gabriella Cristien: baik orangnya, pinter, agak tomboy tapi cantik.
- Gabriella Khairunnisa: orangnya receh banget, baik banget, santai lagi, keliatan galak tapi aslinya ramah.
- Galuh Dimijultyo: orangnya baik, rewang di Lab.
- Gian Nuryanti: keliatannya jutek tapi hobi ngelucu paling aktif di grup dengan leluconnya.
- Hafiz Albariq W: anak mapala, orangnya ramah banget, baik.
- Hamid Hananda: anak prabu yang hobinya ngelucu, baik dan ramah orangnya, sering mamnggil dengan sebutan lisa blackpink.
- Helen Febrosa: orangnya cantik, baik and ramah.
- Ica Delya: anaknya manis, baik, dan pinter. Ni anak sering banget curhat masalah cowok samo aku, hehe.
- Ika Nur F: anak Palembang, orangnya manis banget, dan baik banget suka bantu kalo dititipkan beli barang di palembang. Makasih ya ikaa dan maaf sering ngerepoti ika, hhe
- Ikhlasul Amal: orangnya baik banget, ramah, sering ngebantu kalo di lapangan, dipanggil uda sama anak angkatan.
- Jihan Ayu Katerina: anak Palembang, orangnya mudah senyum, ramah, baik banget and lucu orangnya. Sering aku panggil bunda.
- Jovan Yoga Pratama: anaknya asli baik banget, ramah, kalo dimintai bantuan garcep kali orangnya.
- Kartini: orangnya baik banget, manis juga, yang suka pinjami kami motor. Salah lulusan tercepatnya triteia, sukses terus ya tinikkkk.

- Lilis Yolanda: anaknya pinter, ramah juga orangnya, cantik juga dan pastinya baik.
- Loriska Damayanti Sirait: cewe batak yang manis banget kalo senyum, baik banget, ramah, humble juga ke semua orang, sering banget satu kelompok praktikum sama aku, pernah salah masukan hasil dilaporan osekim alhasil laporan kami paling kecil. Semangat ya sripsiannya olissss.
- M Taksir Alfansuri: baik banget orangnya, cara ngomongnya dewasa banget, santai orangnya, anak mapala sabak.
- M. Yosi Prasetyo: baik orangnya, ramah juga. Semangat bang yos.
- M. Fadlurrohman A: anaknya baik banget, tegas orangnya nngak suka ribet.
- Madhu: orangnya baik banget, ngomongnya cepet banget tapi simple haha, hobi menghibur dengan leluconnya, suka jail banget.
- Maura Amalia: cewe prabu nih, cantik banget dengan lesung pipinya, orangnya ramah, lembut banget, suka manggil aku dengan sebutan umi. Semangat terus ya ra.
- Mei Ida Susanti: salah satu teman terbaik, pinter orangnya dan ngak neko-neko juga orangnya, makasih ya bucin selalu kasih hal positif selama ini ke aku. Maaf ya kalo aku suka marah-marah kalo kamu udah terlalu bucin dan lupa sama kami.
- Miftah Rezansyah: dia baik orangnya, lucu juga, bucin gak lupa dia sama abang haha. Semangat ta skripsiannya.
- M. Fani Bramantio: bujang unsri ni, baik orangnya, orangnya jangkung.
- M. Fitrah: ini anak mapala juga, kuliah tersantui, pendiem, tapi murah senyum dan ramah.
- M. Iqbal Hersa: ketua angkatan, tegas, baik, orang jawa ni, dan makasih jak sudah bantu kami di Lapangan, maafkan kami yang ribet ini saat di lapangan.



- M. Rizky Saifudin: ni orang baik banget, temen jalan kaki ke kampus pas maba, erring bantu aku kalo tekacip laporan. Semangat ya pudin.
- M. Taufiq Kamil: orangnya santai banget, tinggi besar gitu, lucu juga, baik pastinya. Semangat terus ya.
- Nadya Ayu W: anaknya baik banget, keliatannya pendiem tapi kalo duduk dekatan suka banget ngobrol.
- Nadya Ginting: ni orang keliatannya galak banget tapi aslinya baik banget, orangnya lincah banget, gak malu-malu, suka ngelucu, hitam manis, cantik banget orangnya.
- Nanda: ni anak asik banget orangnya, cantik lagi, punya bakat nyanyi asli suaranya bagus banget, kalo denger ni anak nyanyi suka merinding saking bagus suaranya.
- Nanda Dwi S: anaknya baik baik banget, cukup pendiem, ramah, cantik juga.
- Nazwa Ayunda H: ini anak baik banget, cantik, dan ramah banget, satu bimbingan PA sama wawa kalo bimbingan KRS pasti barengan.
- Nita Puspita Sari: cecenya triteia ini, orangnya baik banget, kalo ada kegiatan apapun diangakatan pasti dibantuin sama cece, suka jadi tempat aku nanya-nanya kalo ngak nerti praktikum dan tugas, makasih ya ce dan maaf aku sering ngerepotin cece.
- Nopiya Ratami: baik banget orangnya, cantik tapi agak galak kalo belum kenal sama ni anak.
- Noviantrio Gulo: salah satu oppa-nya triteia ini, banyak diidolakan sama adek tingkat, orangnya cerdas banget dan baik banget orangnya.
- Novrialdi: ini anak juga salah satu oppa-nya triteia, idola kaum hawa, dan pastinya baik banget orangnya, cerdas lagi, eank diajak ngobrol ni anak kanra wawasannya luas banget jadi ngebosanin ngomong sama ni anak.

- Nurrizki Sari: orangnya pintar banget, agak jutek tapi baik banget orangnya, partner satu bimbingan KP, sering satu kelompok praktikum. Semoga sukses terus ya ki.
- Nyimas Nabila S: orangnya baik and ramah, punya bakat bisnis ni anak, teknik marketingnya bagus banget kalo udah nawari barangnya yang awalnya ngak mau beli jdi bei deh. Semoga sukses terus usahanya bila.
- Obi Habizar: orangnya cukup pendiem, kalo duduk sering di ujung dan belakang lagi, kalo ngomong seperlunya aja tapi baik banget orangnya.
- Osei Isamihada: orangnya cantik banget mirip marion jola, sering dijulukin marion jolanya triteia, baik banget orangnya, satu bimbingan KP juga sama ni anak dan sekarang satu bimbingan skripsi juga. Sukses terus ya osei.
- Putri Setiawati: putri adalah suadura bungsuku beda bapak beda ibu, saudara diperantauan, orangnya baik bangetttttt, yang suka bantu aku kalo sudah berhubungan dengan Lab Indraja dan juga bantu aku dalam segala hal, yang suka jadi tempat curhat, ni anak tau banget gimana sifat dan kelakuan aku yang ngak semua orang tau. Terima kasih ya put sudah jadi teman, sahabat, saudara, semangat ya put, sukses terus ya kedepannya, semangatttt putri cantik. Ehh lupa ni anak lagi bucin sekarang, akhirnya setelah sekian purnama ketemu juga sama yang pas ya put.
- Raden Ayu Rafela: gades Palembang, cantik, ramah, receh juga, agak bawel wkwk, agak judes haha, partner ngebully pudin ya fel. Semangat fela.
- Rahman Heruzian: orangnya baik, kalo ngomong lemah lembut, ramah juga.
- Rahmat Taufik: dio ni asisten ose, baik orangnya, bujang Lampung, santai tapi pintar wkkw.
- Rapolo Silalahi: ni anak jarang nongol ke kampus, pendiem orangnya, semangat kuliyaahnya.

- Redho Yoga N: orangnya agak pendiem, pintar, kalo kuliyah atau nugas selalu serius dan konsentrasi.
- Remi Akbarimansyah: orangnya baik banget, ramah, suka nyapa lagi dan humble banget wkwk.
- Rendy Hiskia: asisten indraja yang suka ngelucu, kece selalu orangnya apalagi kalo liat kaca suka beneri rambut haha.
- Ricky Ramayudi: suka dipanggil aak ganteng sama yang lain, murah senyum, santai orangnya.
- Rika Nuramida: cewe lahat yang imut dan cantik, satu bimbingan PA dan satu bimbingan KP sama ni anak.
- Rimi Aprisures: ni cewe kelihatan judes, galak, jarang senyum, tapi aslinya humoris, lucu, cantik, baik.
- Ririn Ramandani: orang pagar alam yang ramah, murah senyum, tapi santai. Panggilan khasnya bro itu pasti ririn. Semangat terus rin.
- Rudy Winarno: anak mapala, orangnya baik dan ramah.
- Serli Marlinda P: orangnya pintar, baik walaupun kelihatan galak dan judes tapi baik aslinya, asisten ose punya ini.
- Siska Duwi Putri: orang pertama yang aku kenal di layo, baik banget, cantik, pintar banget, jadi tempat nanya disaat aku bingung, orangnya gak pelit dan agak bucin wkkw.
- Sondang Dhamayanti S: gadis batak yang pintar dan cool, kelihatan jutek tapi baik, jarang senyum dan santai banget.
- Sonia Krisita: orangnya kelihatan galak tapi murah senyum, cantik dan pintar.
- Sri Wulandari: orangnya baik dan suka pegang kamera, jago ngedit.
- Vidia Anastasya: baik orangnya, suka ngelucu, dan pintar.
- Widiya Nopita Sari: orangnya baik, pintar, lembut juga kalo ngomong.
- Wintra Tuti Purba: temen seperjuangan dari KP, penelitian sampai drama perskripsian ini selesai. Makasih ya win selalu jadi wintra teguh saat diriku mulai ngeluh, selalu support aku saat

putus asa melanda. Pokoknya dirimu the best partner dalam perskripsian ini, kalo ingat perjalanan skripsi kita kemarin kek masih mimpi kalua bisa selesai tepat waktu win. Nanti kalau udah pulang ke Muara (Medan) jangan lupakan diriku ya win. Sukses nanti di dunia kerja ya win.

- Yogi Herdiansyah: orangnya baik, pinter dan cekatan.
- Yuyun Trifiani: orangnya baik, ramah dan manis. \*Semangat untuk kalian yang udah dapat S. Kel maupun yang ngejar S. Kel, terus berjuang, bikin bangga jurusan dengan lulus dibawah 4 tahun, semoga setelah lulus kita masih bisa ketemu dan tetep saling sapa ya, jangan lupakan TRITEIA dan kalo pada nikah jangan lupa ngundang TRITEIA. Sukses terus untuk kita semua!

11. Teman-teman seperjuangan KP se-Jakarta Lisa Susianti, Wintra Tuti Purba, Kartini, Nyimas Nabila, M. Fani Bramantio, Siska Dwi Putri, Vidia Anastasya, Epan Sugandi, M. Rizky Saipudin, Hamid Hananda, Rudi Winarno, Gian Nuryanti.
12. Keluarga besar HIMAIKEL abang kakak, teman – teman, adik – adik dari angkatan 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, 2020 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## MOTTO

*“Bukanlah kesabaran jika masih mempunyai batas, dan bukanlah keikhlasan jika masih merasakan sakit”*

**-Taqy Malik-**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang maha Esa sebab atas segala rahmat, karunia, serta tuafik dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Studi Radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam Sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan**”. Pemanfaatan lahan sekitar Muara Sungai Musi untuk berbagai kegiatan seperti aktivitas pelabuhan, lahan pertanian dan kegiatan industri akan mempengaruhi kondisi perairan. Penggunaan pupuk untuk lahan pertanian dan limbah industri dapat meningkatkan aktivitas radionuklida alam seperti  $^{226}\text{Ra}$  di lingkungan. Selain itu, erosi dan pelapukan batuan teristerial juga dapat berkontribusi dalam meningkatnya aktivitas radionuklida alam. Meningkatnya aktivitas radionuklida alam di perairan dapat menimbulkan dampak negatif yang akan menjadi pencemar di lingkungan. penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  di Muara Sungai Musi. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi penting mengenai aktivitas radionuklida alam khususnya  $^{226}\text{Ra}$  di Muara Sungai Musi.

Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada Ibu Dr. Wike Ayu Eka Putri dan Ibu Dr. Wahyu Prihatiningsih selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan tabah mendampingi dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Indralaya, Juli 2021



**Lisa Susianti**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxvii</b>
<b>I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat penelitian.....	4
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Radionuklida .....	5
2.1.1 Radionuklida Alam atau NORM ( <i>Naturally Occurring Radioactive Material</i> ) .....	5
2.1.2 Radionuklida Buatan .....	5
2.2 Radionuklida <sup>226</sup> Ra.....	6
2.3 Radioaktivitas.....	7
2.3 Proses Penyebaran Radionuklida di Lingkungan Perairan .....	7
2.4 Proses Masuknya Radionuklida pada Sedimen .....	8
<b>III METODOLOGI</b> .....	<b>10</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.2.1 Alat dan Bahan di Lapangan .....	10
3.2.2 Alat dan Bahan di Laboratorium .....	11
3.3 Cara Kerja .....	11
3.3.1 Penentuan titik stasiun sampling.....	11
3.3.2 Pengukuran Parameter Perairan .....	12
3.3.2 Penangambilan Sampel .....	12
3.3.3 Preparasi Sampel .....	12
3.4 Penentuan Konsentrasi Radionuklida <sup>226</sup> Ra menggunakan Spektrometer gamma.....	13
3.4.1 Kalibrasi Spektrometer Gamma .....	13
3.4.2 Pengukuran Cacah Latar ( <i>Background</i> ) .....	14
3.4.3 Pengukuran Sampel.....	14
3.5 Analisis Data.....	15
3.5.1 Parameter Perairan .....	15
3.5.2 Penentuan konsentrasi <sup>226</sup> Ra .....	15
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>16</b>
4.1 Kondisi Kualitas Perairan Muara Sungai Musi.....	16
4.1.1 Suhu.....	16
4.1.2 Oksigen Terlarut.....	17
4.1.3 pH .....	17
4.1.4 Salinitas .....	17
4.1.5 Arah dan Kecepatan Arus.....	18

4.2 Penentuan Aktivitas Radionuklida $^{226}\text{Ra}$ pada Sedimen Menggunakan Spektrometer Gamma .....	19
4.2.1 Kalibrasi Energi.....	19
4.2.2 Kalibrasi Efisiensi .....	20
4.2.3 Konsentrasi Radionuklida $^{226}\text{Ra}$ dalam Sedimen Muara Sungai Musi ..	21
4.3 Pola Sebaran Radionuklida $^{226}\text{Ra}$ pada Sedimen di Muara Sungai Musi ....	23
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
5.1 Kesimpulan .....	27
5.2 Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>33</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal.
1. Bagan Alir Penelitian .....	3
2. Deret Peluruhan $^{238}\text{U}$ .....	6
3. Sirkulasi Arus ARLINDO.....	8
4. Lokasi Pengambilan sampel.....	11
5. Sebaran Arus di Muara Sungai Musi .....	18
6. Grafik Kalibrasi Energi.....	19
7. Grafik Kalibrasi Efisiensi.....	21
8. Sebaran $^{226}\text{Ra}$ pada Sedimen di Muara sungai Musi.....	23

## DAFTAR TABEL

Tabel	hal.
1. Alat dan Bahan di Lapangan .....	11
2. Alat dan Bahan di Laboratorium.....	11
3. Koordinat Sampling .....	12
4. Data Pengukuran Kualitas Perairan.....	16
5. Kalibrasi Energi .....	20
6. Aktivitas Sumber Standar .....	20
7. Kalibrasi Efisiensi .....	20
8. Aktivitas Radionuklida $^{226}\text{Ra}$ dalam Sedimen Muara Musi.....	22
9. Aktivitas Radionuklida $^{226}\text{Ra}$ terdahulu .....	22
10. Kedalaman Perairan .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal.
1. Kecepatan Arus Perairan di Muara Sungai Musi .....	33
2. Perhitungan Aktivitas $^{152}\text{Eu}$ (Standar) pada Saat pencacahan (3 Mei 2021) .....	33
3. Data Aktivitas Radionuklida Yang Terdeteksi pada Sampel .....	35
4. Data Aktivitas Radionuklida $^{226}\text{Ra}$ dalam Sampel .....	35
5. Data Peak Spektrum Pencacahan pada Sampel Stasiun 2.....	37
6. Hasil Analisis menggunakan Spektrometer Gamma dan Software Genie-2000 pada sampel Stasiun 2.....	38
7. Dokumentasi Penelitian.....	66

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keberadaan radionuklida di lingkungan perairan sangat penting untuk diketahui persebarannya, tingkat radiasinya, sumbernya dan proses - proses yang mempengaruhinya (Cahyana, 2012). Radionuklida memiliki tingkat radioaktif yang cukup berbahaya, bersifat beracun dan memiliki waktu paruh (Hutama *et al.* 2013). Radionuklida dapat ditemukan hampir pada setiap sampel lingkungan seperti pada sedimen, air permukaan (sungai, laguna, dan laut), tanaman, batuan, tanah, air tanah dan pada manusia itu sendiri (Carvalho *et al.* 2016).

NORM (*Naturally Occurring Radioactive Material*) sebagai bahan yang mengandung unsur radioaktif alami dan sudah ada sejak bumi terbentuk (Makmur *et al.* 2019). Salah contoh NORM adalah  $^{226}\text{Ra}$  (Radium-226). Menurut Agency for Toxic Substances and Disease Registry – U.S. Public Health Service (1990) dalam Makmur *et al.* (2019) radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  memiliki resiko paparan lebih tinggi dalam jangka waktu yang lama. Paparan ini dapat mengakibatkan berbagai macam efek berbahaya seperti anemia, katarak, kanker (terutama kanker tulang), dan kematian pada manusia.

Aktivitas  $^{226}\text{Ra}$  di lingkungan dapat meningkat karena adanya aktivitas manusia yang dikenal dengan istilah TENORM (*Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material*). TENORM meningkatnya aktivitas NORM dalam lingkungan yang terjadi karena aktivitas manusia (pabrik industri, lahan pertanian, kegiatan pertambangan, pengolahan air, pembakaran bahan bakar fosil dan kegiatan lainnya), sehingga dapat meningkatkan potensi paparan radiasi ke manusia dan lingkungan (Malaka, 2019).

Muara Sungai Musi merupakan perairan yang sangat dipengaruhi oleh kegiatan manusia terutama dari daratan. Unsur radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  yang berasal dari daratan dan aktivitas masyarakat (kegiatan rumah tangga, pembukaan lahan pertanian dan pabrik industri) yang masuk ke dalam sungai akan terbawa oleh aliran sungai sehingga sampai ke muara sungai yang berpotensi untuk meningkatkan aktivitas  $^{226}\text{Ra}$ . Selain itu menurut Dowdall and Lepland (2012) Erosi, pelapukan dan daur ulang mineral batuan terestrial juga dapat berkontribusi meningkatkan konsentrasi aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  di lingkungan perairan.

Makmur *et al.* (2015) *dalam* (Makmur *et al.* 2019) menyatakan bahwa radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  di lingkungan perairan dapat berpindah melalui berbagai media di lingkungan dan cepat atau lambat akan terdeposisi pada sedimen. Lebih lanjut Dowdall and Lepland (2012) menyatakan radionuklida alam dapat berasosiasi dengan baik pada sedimen yang bertekstur halus. Sehingga sedimen dapat dijadikan salah satu indikator tercemar atau tidaknya suatu perairan. Seperti halnya bahan pencemar lainnya, aktivitas dan sebaran radionuklida alam terutama  $^{226}\text{Ra}$  penting untuk diketahui karena radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dapat masuk dalam kehidupan biota yang akhirnya akan berpengaruh pada manusia melalui rantai makanan.

Penelitian terkait aktivitas  $^{226}\text{Ra}$  di dunia internasional telah banyak dilakukan diantaranya oleh Al-Trabulsy *et al.* (2013) di Pesisir Saudi Arabia selanjutnya Ergul *et al.* (2013) di Teluk Izmit, Turki dan, Botwe *et al.* (2017) di Ghana. Selain itu, di Perairan Indonesia telah dilakukan oleh Prihatiningsih dan Suseno, (2012) di Pulau Bangka, Marwoto *et al.* (2019) di Sluke Rembang, Jawa Tengah, Makmur *et al.* (2019) di Pesisir Pulau Bengkalis serta Prihatiningsih *et al.* (2020) di Perairan Kalimantan dan belum menunjukkan indikasi yang berbahaya. Namun demikian penelitian terkait aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  di Perairan Muara sungai Musi belum pernah dilakukan. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  yang terkandung di perairan Muara Sungai Musi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pemanfaatan lahan sekitar Muara Sungai Musi untuk berbagai kegiatan seperti pembukaan lahan pertanian dan kegiatan industri serta aktivitas rumah tangga akan mempengaruhi kondisi perairan. Demikian juga dengan penggunaan pupuk untuk lahan pertanian, limbah industri dan limbah rumah tangga dari daratan dapat meningkatkan aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$ . Selain itu, erosi dan pelapukan batuan terestrial juga dapat berkontribusi dalam meningkatkan aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  dapat menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan perairan.

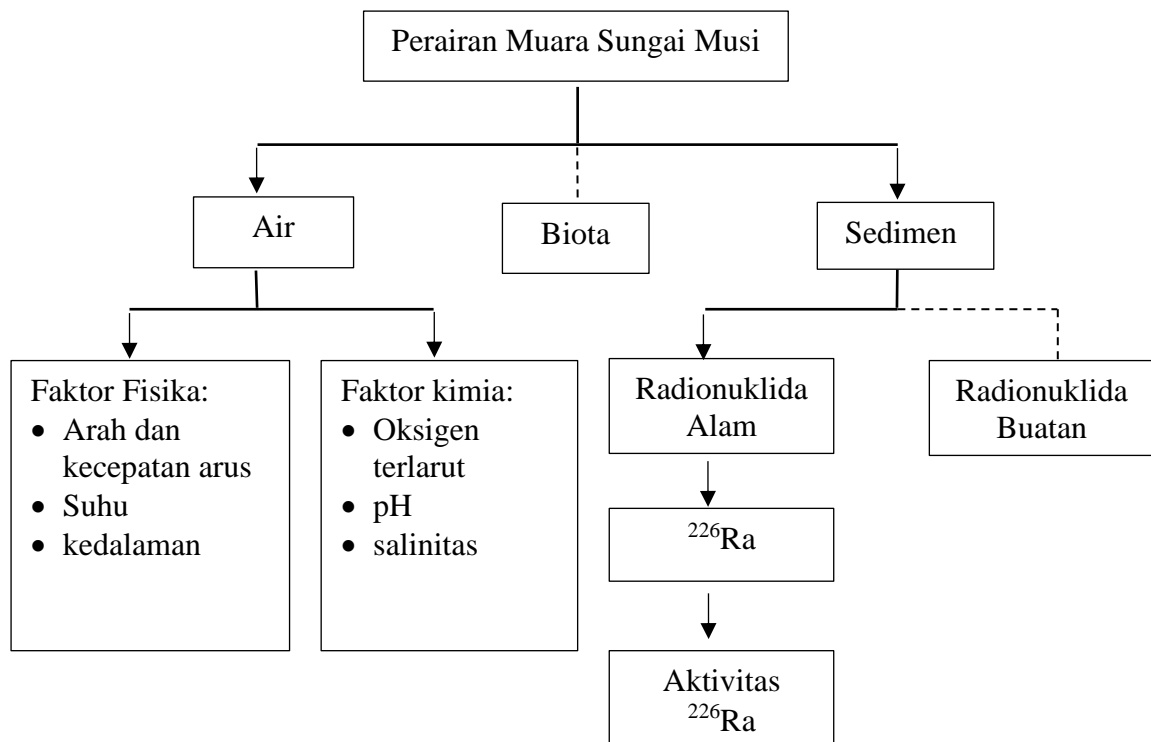
Limbah yang mengandung radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  akan terbawa oleh aliran Sungai Musi hingga ke daerah muara. Radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  yang terdapat di

Muara Sungai akan berpindah melalui berbagai macam media dan cepat atau lambat akan terdeposisi dalam sedimen. Keberadaan radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen akan berdampak negatif terhadap organisme dan lingkungan perairan.

Penelitian mengenai aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Muara Sungai Musi belum pernah dilakukan dan data dasar (*base line*) mengenai radioekologi di kawasan tersebut masih terbatas. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk melihat tingkat aktivitas  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Muara Sungai Musi dan untuk menunjang *base line* data radioekologi di Perairan Indonesia. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan?
2. Bagaimana kondisi parameter fisika dan kimia Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan?

Rumusan masalah pada penelitian ini disajikan dalam bagan alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Keterangan:

(→) = Kajian penelitian

(---) = Di luar penelitian

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengukur aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan sebagai *base line* data radioekologi.
2. Menganalisis faktor yang mempengaruhi aktivitas radionuklida alam  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan.

### **1.4 Manfaat penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan dan memberikan informasi khususnya dalam bidang radioekologi kelautan. Informasi ini diharapkan dapat menjadi bahan perbandingan dan kajian untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghamdi H, Al-Muqrin A, El-Sharkawy A. 2016. Assessment of natural radioactivity and  $^{137}\text{Cs}$  in some coastal areas of the Saudi Arabian gulf. *Marine Pollution Bulletin* Vol 104 (1–2) : 29–33
- Al-Trabulsy HAM, Khater AEM, Habbani FI. 2013. Heavy elements concentrations, physiochemical characteristics and natural radionuclides levels along the Saudi coastline of the Gulf of Aqaba. *Arabian Journal of Chemistry* Vol 6 (2) : 183–189
- Alshahri F. 2017. Radioactivity of  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in beach sand and sediment near to desalination plant in eastern Saudi Arabia: Assessment of radiological impacts, Assessment of radiological impacts. *Journal of King Saud University - Science* Vol 29 (2) : 174–181
- Alviandini NB, Muslim M, Prihatiningsih WR, Wulandari SY. 2019. Aktivitas NORM pada sedimen dasar di Perairan PLTU Tanjung Jati Jepara dan kaitannya dengan ukuran butir sedimen serta TOC. *Eksplorium* Vol 40 (2) : 115–126
- Aryawaty R, Ulqodry TZ, Isnaini, Surbakti H. 2021. Fitoplankton sebagai bioindikator pencemaran organik di Perairan Sungai Musi Bagian Hilir Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol 13(1) : 163–171
- Atmadipoera AS, Mubaraq GL. 2016. Struktur dan variabilitas arlindo di laut sulawesi structure and variability of indonesian throughflow. *Jurnal Kelautan Nasional* Vol 11 (3) : 159–174
- Aziz M, Hidayanto E, Lestari DD. 2015. Penentuan aktivitas  $^{60}\text{Co}$  dan  $^{137}\text{Cs}$  pada sampel unknown dengan menggunakan detektor HPGe. *Youngster Physics Journal* Vol 4 (2) : 189–196
- [BAPETEN]. 2009. Intervensi terhadap paparan yang berasal dari technologically enhanced naturally occurring radioactive material
- Barus BS, Ningsih EN, Melki. 2020. Perubahan garis pantai di Perairan Muara Banyuasin kaitannya dengan sedimentasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol 23 (2) : 2017–2224
- [BATAN]. 2013. Analisis sampel radioaktivitas lingkungan bagian 2 : analisis radionuklida pemancar gamma.  
<https://www.batan.go.id/images/Psmn/pdf/sb-14-Batan-2013-Analisis-Sampel-Radioaktif-Lingkungan-Bagian-Ii.pdf>. (20 Juni 2021)
- Botwe BO, Schirone A, Delbono I, Barsanti M, Delfanti R, Kelderman P, Nyarko E, Lens PNL. 2017. Radioactivity concentrations and their radiological



- significance in sediments of the Tema Harbour (Greater Accra, Ghana). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* Vol 10 (1) : 63–71
- Bouhila G, Azbouche A, Benrachi F, Belamri M. 2017. Natural radioactivity levels and evaluation of radiological hazards from Beni Haroun dam sediment samples, Northeast Algeria. *Environmental Earth Sciences* Vol 76 (710) : 1–8
- Cahyana C. 2012. Model sebaran radionuklida antropogenik di Laut. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* Vol 15 (1) : 17–24
- Carvalho FMD, Lauria DDC, Ribeiro FCA, Fonseca RT, Peres SDS, Martins NSF. 2016. Natural and man-made radionuclides in sediments of an inlet in Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* Vol 107 (1) : 269–276
- Dowdall M, Lepland A. 2012. Elevated levels of radium-226 and radium-228 in marine sediments of the Norwegian Trench (“Norskrenna”) and Skagerrak. *Marine Pollution Bulletin* Vol 64 (10) : 2069–2076
- Ergul HA, Belivermis M, Kilic O, Topcuoglu S, Cotuk Y. 2013. Natural and artificial radionuclide activity concentrations in surface sediments of Izmit Bay, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* Vol 126 (1) : 125–132
- Huang Y, Lu X, Ding X, Feng T. 2015. Natural radioactivity level in beach sand along the coast of Xiamen Island, China. *Marine Pollution Bulletin* Vol 91 (1) : 357–361
- Hutama P. budi P, Muslim, Suseno H, Wahyono IB. 2013. Distribusi radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  di Perairan Selat Panaitan-Selatan Garut. *Jurnal Oseanografi UNDIP* Vol 2 (3) : 221–227
- Kurniawan S, Muslim, Suseno H. 2014. Studi kandungan radionuklida Cesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) dalam sedimen di Perairan Semenanjung Muria Kabupaten Jepara. *Jurnal Oseanografi UNDIP* Vol 3 (1) : 67–73
- Lely N, Yulianti D, Hindarto N. 2012. Pengukuran radioaktivitas lingkungan di Sekitar Instalasi Radiodiagnostik Rumah Sakit di Semarang. *Unnes Physics Journal* Vol 1 (1) : 1–7
- Luhur N, Kadarusmanto, Subiharto. 2013. Uji banding sistem spektrometer gamma dengan metoda analisis sumber Eu-152. *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir* Vol 10 (1) : 22–30
- Muhammad, BG, Jaafar, MS, Rahman, AA. 2012. Determination of radioactive elements and heavy metals in sediments and soil from domestic water sources in northern peninsular Malaysia. *Environmental Monitoring and Assessment* Vol 184 (8) : 5043–5049
- Makmur M, Prihatiningsih WR, Yahya MN. 2019. Penilaian dampak bahaya radiologis terhadap radionuklida natural di Pesisir Pulau Bengkalis. *Jurnal*

*Kesehatan Lingkungan Indonesia* Vol 18 (2) : 113

- Malaka M. 2019. Dampak radiasi radioaktif terhadap kesehatan. *Foramadiahi : Jurnal Kajian Pendidikan Keislaman* Vol 11 (2) : 199–211
- Marwoto J, Muslim M, Aprilia ZD, Purwanto P, Makmur M. 2019. Sebaran aktivitas radionuklida alam dalam sedimen di Perairan Sluke Rembang, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis* Vol 22 (2) : 141
- Muslim M. 2011. Distribution of  $^{226}\text{Ra}$  radionuclide in upwelling event off ulsan, Gampo and Pohang, Korea. *Atom Indonesia* Vol 35 (2) : 137–152
- Muslim Suseno H, Rafsani F. 2015. Distribution of  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in industrial wastes effluents of Gresik, East Java, Indonesia. *Atom Indonesia* Vol 41 (1) : 47–50
- Muthmainnah Milvita D, Wiyono M. 2020. Penentuan konsentrasi radionuklida (Ra-226, Th-232, K-40, dan Cs-137) pada Bahan Pangan Menggunakan spektrometer gamma di Pasar Raya Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand (JFU)* Vol 9 (3) : 394–400
- Prihatiningsih WR, Suseno H, Makmur M, Muslim M, Yahya MN. 2020. Effect of regional oceanographic processes to the distribution of radionuclides in the coasts of Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Vol 429(1) : 1–6
- Prihatiningsih WR, Suseno H. 2012. Status konsentrasi  $^{232}\text{Th}$  dan  $^{226}\text{Ra}$  dalam sedimen Pesisir Pulau Bangka. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* Vol 15 (2) : 65–70
- Putra, AYS, Sasangko DP, Arifin Z, Sukirno. 2017. Distribusi radionuklida alam sampel lingkungan tanah, air dan tanaman sekitar PLTU Rembang. *Youngster Physics Journal* Vol 6 (4) : 315–322
- Putri RD, Taufiq I, Norokhim. 2019. Analisis radionuklida pada Fly Ash dan Bottom Ash PLTU Teluk Sirih menggunakan spektrometer gamma. *Jurnal Fisika Unand* Vol 8 (4) : 387–393
- Radjawane IM, Hadipoetranto PP. 2014. Karakteristik massa air di percabangan arus lintas indonesia perairan sangihe talaud menggunakan data index satal 2010. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol 6 (2) Vol 525–536
- Ramadoni, Surbakti, Ulqodry TZ, Isnaini. 2018. Karakteristik massa air dan tipe estuari di Perairan Muara Sugihan Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal* Vol 10 (2) : 169–178
- Ridho MR, Patriono E, Mulyani YS. 2020. Hubungan kelimpahan fitoplankton, konsentrasi klorofil-a dan kualitas perairan Pesisir Sungsang, Sumatera

Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol 12 (1) : 1–8

- Sayyid DN, Ningsih EN, Diansyah G. 2020. Survey batimetri Sungai Banyuasin menggunakan single beam echosounder. *Maspri Journal* Vol 12 (2) : 37–44
- Simanjutak S. 2018. Identifikasi dan penentuan radioaktivitas alam dalam abu vulkanik, lahar dingin, dan air sungai Lau Borus Gunung Sinabung dengan spektrometer gamma detektor HPGe [Skripsi]. Medan : Dapertemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara 96 hal.
- Simatupang CM, Surbakti H, Agussalim A. 2016. Analisis data arus di Perairan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspri Journal* Vol 8 (1) : 15–24
- Siswanti, Yazid M, Hapsari RI. 2018. Studi risiko radiologis tenorm dalam lingkungan operasi pengeboran minyak di Pt. Pertamina Ep Region Jawa. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir* ; Yogyakarta, 24 Juli 2018. Yogyakarta : Pusat Sains dan Teknologi Akselerator. hlm 405–414
- Suhardi Mulyono, Rosidi, Sukadi, Irianto B. 2012. Analisis radionuklida Ra-226 dan gamma total dalam pasir zirkon dengan metoda spektrometri gamma. *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengelolaan Perangkat Nuklir* ; Yogyakarta, 26 September 2012. Yogyakarta : Pusat Akselerator dan Proses Bahan. hlm 183–186
- Sukmabuana P. 2016. Kandungan  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ , dan  $^{40}\text{K}$  pada tembakau dari beberapa merk rokok yang dipasarkan di Bandung Jawa Barat. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia* Vol 17 (2) : 97–106
- Supriyono P, Candrawila SW, Rahim AH, Murni TW. 2018. Keamanan peralatan radiasi pengion dikaitkan dengan perlindungan hukum bagi tenaga kesehatan di bidang radiologi diagnostik. *Soepra* Vol 3 (1) : 102–116
- Surbakti H. 2012. Karakteristik pasang surut dan pola arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains (JPS)* Vol 15 (1) : 35–39
- Suseno H, Prihatiningsih WR. 2012. Pemantauan radioekologi kelautan di Perairan Bangka Barat dan Bangka Selatan: pemantauan Lingkungan Laut pada radius 10 Km dari calon lokasi PLTN. *Hasil Penelitian Dan Kegiatan PTLR Tahun 2012*, 351–364
- Syاهر AH, Muslim, Mudahayu M. 2015. Analisa kandungan radionuklida  $^{40}\text{K}$  pada sedimen di Perairan Pulau Tikus, Bengkulu. *Jurnal Oseanografi UNDIP* Vol 4 (2) : 579–584
- Widyanto P, Muslim, Suseno H, Makmur M. 2014. Pengaruh batimetri perairan

terhadap distribusi plutonium-239/240 ( $^{239/240}\text{Pu}$ ) dalam sedimen di Perairan Gresik. *Jurnal Oseanografi* Vol 3 (3) : 448–453

Yii MW, Zaharudin A, Norfaizal M. 2007. Concentration of radiocaesium  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{134}\text{Cs}$  in sediments of the Malaysian marine environment. *Applied Radiation and Isotopes* Vol 65 (12) : 1389–1395

Yusro M, Wijaya GS, Muharini A. 2013. Validasi metode penentuan  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{40}\text{K}$  dalam sampel lingkungan dengan spektrometri gamma berdasarkan ISO 17025. *Teknofisika* Vol 2 (1) : 1–6