

**STUDI KANDUNGAN RADIONUKLIDA ALAM (Th-232)
DALAM SEDIMEN PERAIRAN MUARA SUNGAI MUSI,
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
di Bidang Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*



Oleh:

WINTRA TUTI PURBA

08051281722033

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

**STUDI KANDUNGAN RADIONUKLIDA ALAM (Th-232)
DALAM SEDIMEN PERAIRAN MUARA SUNGAI MUSI,
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Oleh:

WINTRA TUTI PURBA

08051281722033

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*

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

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KANDUNGAN RADIONUKLIDA ALAM (Th-232)
DALAM SEDIMEN PERAIRAN MUARA SUNGAI MUSI,
SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Ilmu Kelautan*

Oleh :

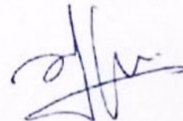
WINTRA TUTI PURBA
08051281722033

Pembimbing II



Dr. Murdghayu Makmur, S.Si., M.T
NIP. 197208272000122002

Inderalaya, Juli 2021
Pembimbing I



Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Tengku Zia Ulqodry, M.Si., Ph.D
NIP. 197709112001121006

Tanggal Pengesahan :

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Wintra Tuti Purba

NIM : 08051281722033

Jurusan : Ilmu Kelautan

Judul Skripsi : Studi Kandungan Radionuklida Alam (Th-232) dalam Sedimen Perairan 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, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

()

Anggota : Dr. Murdahayu Makmur, S.Si., M.T
NIP. 197208272000122002

()

Anggota : Tengku Zia Ulqodry, M.Si., Ph.D
NIP. 197709112001121006

()

Anggota : Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc
NIP. 198108052005011002

()

Ditetapkan di : Inderalaya

Tanggal :

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya Wintra Tuti Purba, 08051281722033 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 berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Inderalaya, Juli 2021

Wintra Tuti Purba
NIM. 08051281722033

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wintra Tuti Purba
NIM : 08051281722033
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 (Th-232) dalam Sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, Juli 2021

Wintra Tuti Purba

NIM.08051281722033

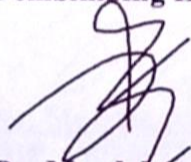
ABSTRAK

Wintra Tuti Purba. 08051281722033. Studi Kandungan Radionuklida Alam (Th-232) dalam Sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. (Pembimbing : Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi, M.Si dan Dr. Murdahayu Makmur, S.Si., M.T)

Thorium-232 merupakan salah satu radionuklida alam yang sifatnya toksin dan berbahaya. Th-232 memiliki waktu paruh sekitar 14 milyar tahun dan sudah tersebar di berbagai media lingkungan seperti tanah, batuan, sedimen, udara dan perairan sehingga perlu diketahui aktivitas dan persebarannya pada lingkungan perairan. Aktivitas radionuklida di perairan akan terakumulasi pada sedimen, dalam tubuh biota dan sampai kepada manusia melalui proses rantai makanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas radionuklida alam (Th-232) di sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan dan melihat pola sebarannya. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bulan Maret 2021 di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. Pengukuran aktivitas Th-232 dilakukan menggunakan spektrometer gama dan dianalisis menggunakan *Software Genie-2000*. Hasil analisis menunjukkan bahwa besar aktivitas Th-232 pada sedimen perairan Muara Sungai Musi berkisar antara 64,44-80,4 Bq/kg dengan rata-rata 72,83 Bq/kg. Aktivitas Th-232 pada penelitian ini masih dalam kategori aman karena jauh dari ambang batas yang ditentukan BAPETEN. Pola sebaran aktivitas Th-232 dipengaruhi oleh faktor arah dan kecepatan arus, kedalaman dan sumber aktivitas Th-232 itu sendiri.

Kata Kunci : Muara Sungai Musi, Sedimen, Radionuklida Th-232, Sebaran

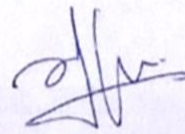
Pembimbing II



Dr. Murdahayu Makmur, S.Si., M.T
NIP. 197208272000122002

Inderalaya, Juli 2021

Pembimbing I



Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Tengku Zia Ugodry, M.Si., Ph.D
NIP. 197709112001121006

ABSTRACT

Wintra Tuti Purba. 08051281722033. Study of Natural Radionuclide Content (Th-232) in Musi River Estuary Sediments, South Sumatera.
(Supervisors : Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi.,M.Si and Dr. Murdahayu Makmur, S.Si.,M.T)

Thorium-232 is a natural radionuclide that is toxic and dangerous. Th-232 has a half-life of about 14 billion years and has been spread in various environmental media such as soil, rock, sediment, air and water, so it is necessary to know its activity and distribution in the aquatic environment. Radionuclide activity in waters will accumulate in sediment and in the body of biota and will reach humans through the food chain process. This study aims to analyze the activity of natural radionuclide (Th-232) in the sediment of the Musi River Estuary, South Sumatera and see the pattern of their distribution. Sediment sampling was carried out in March 2021 in Musi River Estuary, South Sumatera. Measurement of Th-232 activity was carried out using a gamma spectrometer and analyzed using Gennic-2000 Software. The results of the analysis showed that the activity of Th-232 in the sediment of the Musi River Estuary ranged from 64,44 – 80,4 Bq/kg with an average of 72,83 Bq/kg. Th-232 activity in this study is still in the safe category because it is far from the threshold determined by BAPETEN. The distribution pattern of Th-232 activity, it is influenced by the direction and speed of the current, depth and source of Th-232 activity itself.

Keywords : *Musi River Estuary, Sediment, Th-232 radionuclide, distribution*

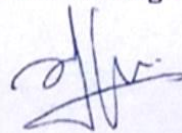
Pembimbing II



Dr. Murdahayu Makmur, S.Si., M.T
NIP. 197208272000122002

Inderalaya, Juli 2021

Pembimbing I



Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

Mengetahui,

Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Tengku Zia Ulgodry, M.Si., Ph.D
NIP. 197709112001121006

RINGKASAN

Wintra Tuti Purba. 08051281722033. Studi Kandungan Radionuklida Alam (Th-232) dalam Sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan (Pembimbing: Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi.,M.Si dan Dr. Murdahayu Makmur, S.Si., M.T)

Radionuklida merupakan atom yang tidak stabil yang menghasilkan pancaran radiasi untuk mencapai kestabilan. Radionuklida memiliki sifat toksin dan sangat berbahaya jika terakumulasi dalam tubuh manusia karena memicu kanker, katarak, mutasi genetik dan lain-lain. Radionuklida yang ada dikelompokkan terdiri dari dua jenis yaitu radionuklida alam dan radionuklida buatan. Radionuklida alam merupakan jenis radionuklida yang sudah ada sejak bumi terbentuk dan sudah tersebar dalam tanah, batuan, perairan dan sedimen. Radionuklida buatan merupakan radionuklida yang muncul akibat adanya campur tangan manusia seperti percobaan senjata nuklir di atmosfer, kecelakaan reaktor nuklir, aplikasi dalam bidang medis dan produksi.

Unsur yang termasuk dalam radionuklida alam diantaranya Uranium (U), Thorium (Th), Radon (Rn), Timbal (Pb) dan Aktinium (Ac). Radionuklida Thorium memiliki waktu paruh 14 miliar tahun dan sudah tersebar ke lingkungan. Sifat radioaktif yang dimiliki Thorium mampu menyebabkan penyakit paru-paru dan kanker tulang apabila terpapar dalam waktu yang lama. Oleh sebab itu, perlu dilakukan *monitoring* secara berkala terhadap aktivitas Thorium di lingkungan terutama lingkungan perairan karena perannya yang tidak lepas dari kehidupan manusia.

Perairan Muara Sungai Musi adalah tempat bermuara sungai-sungai yang ada di Sumatera Selatan. Perairan ini berperan dalam meningkatkan perekonomian masyarakat Sumatera Selatan. Banyak masyarakat yang memanfaatkan perairan ini untuk keperluan kehidupan sehari-hari seperti mencuci, mandi, kegiatan industri, sumber pengairan dan mencari ikan. Beberapa aktivitas masyarakat yang mampu meningkatkan aktivitas radionuklida dalam lingkungan adalah kegiatan tambang, pengerukan mineral, penggunaan pupuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur aktivitas radionuklida alam (Th-232) pada sedimen.

Pengambilan sampel sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan dilakukan pada bulan Maret 2021. Penentuan lokasi sampling dilakukan

dengan metode *Purposive sampling* dengan pertimbangan titik lokasi yang dapat mewakili kondisi keseluruhan perairan. Stasiun 1 berada di mulut Muara Sungai, stasiun 2 di sekitar muara, stasiun 3 dan 4 berada dekat daratan, stasiun 5 dan 6 terletak ke arah laut. Sampel sedimen di preparasi di Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan, Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya dan proses analisis sampel dilakukan di Laboratorium Radioekologi Kelautan Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR)-BATAN, Pasar Jumat.

Analisis aktivitas radionuklida Th-232 dilakukan menggunakan Spektrometer gama yang terhubung dengan *software Genie-2000*. Data parameter suhu, Do, pH, salinitas dan kedalaman disajikan dalam grafik sebagai data pelengkap. Data arah dan kecepatan arus serta aktivitas Th-232 di visualisasikan menggunakan *software surfer-12*.

Aktivitas Th-232 diperoleh dari nilai rata-rata anak luruhnya (Pb-212 dan Ac-228). Aktivitas Th-232 pada perairan Muara Sungai Musi berkisar antara 64,44-80,4 Bq/kg dengan median 72,83 Bq/kg. Nilai aktivitas Th-232 dari yang terkecil sampai terbesar terdapat pada stasiun 4,5,6,2,1,3 diduga berasal dari aktivitas penggunaan pupuk dalam bidang pertanian dan perkebunan serta aktivitas pengerukan material dasar perairan yang dilakukan masyarakat. Pola sebaran aktivitas radionuklida Th-232 di perairan dipengaruhi oleh arus dan kedalaman perairan. Aktivitas Th-232 di Perairan Muara Sungai Musi masih jauh dari ambang batas yang ditentukan oleh BAPETEN.

MOTTO

*“Jangan takut mencoba,
berjuanglah sampai akhir agar
kamu tahu hasil dari usahamu”*

**Serahkanlah segala kekuatiranmu kepada-Nya,
Sebab Ia yang memelihara kamu (1 Petrus 5:7)**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kuasanya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Studi kandungan radionuklida alam (Th-232) dalam sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan”.

Penyusunan Skripsi ini penulis lakukan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di Jurusan Ilmu Kelautan serta sebagai bahan acuan untuk melakukan Penelitian. Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si dan Ibu Dr. Murdahayu Makmur, S.Si.,M.T selaku pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis sehingga pembuatan Skripsi ini boleh penulis susun dengan baik dan rapi. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Orang Tua dan Sanak Saudara, Bapak/Ibu dosen dan staf tata usaha jurusan Ilmu Kelautan Universitas Sriwijaya, Ibu Dr. Wahyu R. Prihatiningsih, M.Si dan bapak Yogi Prisetyono, M.Si., serta teman – teman yang membantu dan membimbing penulis dalam pelaksanaan penelitian ini maupun dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis berharap semoga Skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat umum dan dapat menambah pengetahuan serta wawasan pembaca khususnya mahasiswa kelautan. Namun terlepas dari itu, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan selanjutnya yang lebih baik lagi.

Indralaya, Juli 2021

Wintra Tuti Purba

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	19
1.2 Rumusan Masalah	21
1.3 Tujuan Penelitian	22
1.4 Manfaat Penelitian	22
II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Pengertian Radionuklida	Error! Bookmark not defined.
2.2 Jenis-Jenis Radionuklida.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Radionuklida Alam.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Radionuklida Buatan	Error! Bookmark not defined.
2.3 Pancaran Radiasi Radionuklida.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Radiasi Sinar Gamma	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Radiasi Sinar Alfa.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Radiasi Sinar Beta	Error! Bookmark not defined.
2.4 Radionuklida Th-232	Error! Bookmark not defined.
2.5 Kondisi Arus Perairan Indonesia	Error! Bookmark not defined.
III METODOLOGI	Error! Bookmark not defined.
3.1 Waktu dan Tempat	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Metode Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Bagan Alir Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Penentuan Lokasi Sampling	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Pengukuran Parameter Perairan ...	Error! Bookmark not defined.
3.3.4 Penanganan Sampel Sedimen di Lapangan	Error! Bookmark not defined.

3.3.5 Penanganan Sampel di Laboratorium **Error! Bookmark not defined.**

3.4	Analisa Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Parameter Perairan.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Analisis Aktivitas Radionuklida Th-232.....	Error! Bookmark not defined.
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1	Gambaran Umum Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Parameter Kualitas Perairan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Suhu.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	pH.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Salinitas.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.5	Kedalaman.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.6	Arah dan Kecepatan Arus.....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Aktivitas Radionuklida Th-232 pada Sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Kalibrasi Energi pada Spektrometer Gama.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Kalibrasi Efisiensi pada Spektrometer Gama.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	Analisis Aktivitas Radionuklida Th-232.....	Error! Bookmark not defined.
4.4	Pola Sebaran Aktivitas Th-232 pada Sedimen Perairan Muara Sungai Musi.....	Error! Bookmark not defined.
V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran.....	Error! Bookmark not defined.
	DAFTAR PUSTAKA.....	45
	LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan alir penelitian	4
2. Rantai peluruhan radionuklida U-238 (Deret Uranium)	6
3. Rantai peluruhan radionuklida Th-232 (Deret Thorium)	6
4. Rantai peluruhan U-235 (Deret Aktinium)	7
5. Rantai Peluruhan Th-232	9
6. Arah pergerakan arus Global	10
7. Pergerakan Arus dari Perairan Laut Cina Selatan ke Perairan Indonesia	11
8. Peta lokasi sampling.....	12
9. Bagan Alir Prosedur Penelitian.....	14
10. Kondisi Umum Perairan Muara Sungai Musi	20
11. Grafik pengukuran suhu.....	21
12. Grafik pengukuran DO.....	22
13. Grafik pengukuran pH	23
14. Grafik pengukuran salinitas	24
15. Grafik pengukuran kedalaman	24
16. Pergerakan Arus Perairan.....	25
17. Kurva Kalibrasi Energi Eu-152.....	28
18. Kurva Kalibrasi Efisiensi Eu-152	29
19. Pola sebaran aktivitas Th-232 pada sedimen	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan pada penelitian	12
2. Bahan yang digunakan penelitian	13
3. Hubungan <i>channel</i> dan energi Eu-152.....	27
4. Nilai efisiensi dan energi Eu-152.....	25
5. Nilai aktivitas Th-232 pada sampel sedimen Perairan Muara Sungai Musi ...	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengukuran Parameter Perairan	45
2. Nilai Aktivitas Th-232	45
3. Perhitungan Konsentrasi Standart Eu-152	45
4. Perhitungan Nilai Efisiensi Standart Eu-152	46
5. Hasil Analisis menggunakan Spektrometer Gama	47
6. Hasil Analisis Gennie-2000 pada stasiun.....	48
7. Penangana Sampel Sedimen	68

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Musi merupakan salah satu sungai terpanjang di Indonesia yang terletak di Provinsi Sumatera Selatan. Muara Sungai Musi terhubung dengan Selat Bangka sehingga perairan ini dimanfaatkan sebagai jalur transportasi karena letaknya sangat strategis dan berpotensi dalam peningkatan sektor industri maupun perdagangan. Kegiatan masyarakat Banyuasin tidak lepas dari perairan Sungai Musi terutama untuk keperluan sehari-hari misalnya untuk mandi, mencuci, kegiatan industri, pertanian, perkebunan, pengairan maupun sumber air minum. Masyarakat Banyuasin banyak mencari nafkah sebagai nelayan dan tambang batubara. Akibat aktivitas tersebut menyebabkan banyak buangan ke Sungai Musi baik limbah rumah tangga, limbah industri, termasuk limbah radioaktif yang berasal dari alam maupun buatan.

Radionuklida merupakan suatu jenis atom yang tidak stabil dan memancarkan radiasi untuk mencapai kesetimbangan (Sriyono *et al.* 2013). Secara umum radionuklida sudah tersebar merata dalam lingkungan baik melalui jatuhnya debu maupun akibat aktivitas manusia. Radionuklida terdiri dari radionuklida alam dan radionuklida buatan. Radionuklida alam sudah ada sejak bumi terbentuk dan sudah terdapat dalam berbagai formasi geologi seperti sedimen, air, udara, bahan bangunan dan jenis batuan. Sedangkan radionuklida buatan muncul akibat adanya campur tangan manusia sehingga tersebar dalam lingkungan misalnya dari *fall out* hasil percobaan senjata nuklir, aplikasi medis dan industri dan kecelakaan reaktor nuklir (Isinkaye dan Emelue, 2015).

Beberapa unsur yang tergolong dalam radionuklida alam diantaranya adalah Uranium (U), Thorium (Th), Radon (Rn), Timbal (Pb) dan Aktinium (Ac) (Sofyan dan Akhadi, 2004). Radionuklida alam bersifat toksin dan sangat berbahaya apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup baik secara langsung ataupun tidak langsung dan dapat menimbulkan mutasi genetik, menimbulkan kanker paru-paru, kanker hati, katarak, anemia, leukimia (Qureshi *et al.* 2014 dalam Wang *et al.* 2016). Radionuklida dari lingkungan dapat sampai ke manusia dan organisme lainnya melalui proses rantai makanan dan dapat menimbulkan paparan internal

dalam tubuh manusia salah satunya adalah Th-232 yang dapat menyebabkan kanker paru-paru.

Aktivitas radionuklida alam pada lingkungan akan meningkat melalui kegiatan pengolahan bahan baku misalnya pertambangan, pemisahan bahan kimia, pengerukan dasar perairan dan proses pengolahan air limbah. Penggunaan pupuk dalam bidang pertanian juga dapat meningkatkan aktivitas radionuklida alam pada lingkungan perairan. Sehingga sedimen berperan sebagai media migrasi transfer radionuklida di lingkungan perairan karena nuklida pada perairan akan mengendap ke dasar perairan dalam waktu yang lama dan menyatu dengan sedimen melalui proses kimia maupun fisik. Oleh karena itu untuk mengetahui tingkat radiologi di suatu lingkungan perairan, perlu dilakukan studi pengukuran besar aktivitas radionuklida pada sedimen terlebih dahulu.

Rencana pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) pertama di Indonesia yang meliputi daerah Kalimantan Barat, Bangka Belitung dan Riau telah di setujui oleh pemerintah. Hal ini dinilai mampu memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia dimasa yang akan datang (Puspitasari, 2019). Lokasi pembangunan PLTN Bangka Belitung meliputi daerah Bangka Barat (Teluk Inggris) dan Bangka Selatan (Tanjung Berani-Tanjung Krasak). Terkait rencana pembangunan PLTN di Pulau Bangka, maka data aktivitas radionuklida alam dari lingkungan sekitarnya perlu diketahui salah satunya adalah perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan karena lokasinya yang terhubung langsung dengan perairan Selat Bangka.

Penelitian tentang aktivitas radionuklida telah banyak dilakukan di Dunia Internasional. Sebelumnya aktivitas radionuklida pada perairan Indonesia juga sudah banyak dikaji. Prihatiningsih *et al.* (2020) melakukan penelitian di Perairan Pesisir Kalimantan untuk mengukur aktivitas Ra-226, Th-232, K-40 dan Cs-137, Priasetyono *et al.* (2020) mengukur kosentrasi Ra-226 dan Cs-137 di Teluk Jakarta, Prihatiningsih dan Suseno, (2012) mengukur aktivitas Th-232 dan Ra-226 di Pesisir Pulau Bangka, Murniasih dan Sukirno, (2019) melakukan penelitian di sekitar PLTU Rembang untuk mengukur aktivitas Ra-226, Ra-228, Th-232, K-40, Pb-210 dan U-235, Makmur *et al.* (2019) juga melakukan penelitian di daerah Pesisir Pulau Bengkalis untuk analisis dampak radionuklida alam terhadap lingkungan.

Namun penelitian terkait keberadaan aktivitas radionuklida alam terutama Th-232 di perairan muara Sungai Musi, Sumatera Selatan belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengukur aktivitas radionuklida terutama Th-232 pada sedimen perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan sehingga data penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai data *baseline* dalam pengambilan suatu kebijakan dan dapat dibandingkan dengan keputusan BAPETEN terkait nilai baku mutu radioaktivitas yang diizinkan karena aktivitas radionuklida pada ambang batas tertentu dapat berimplikasi terhadap lingkungan.

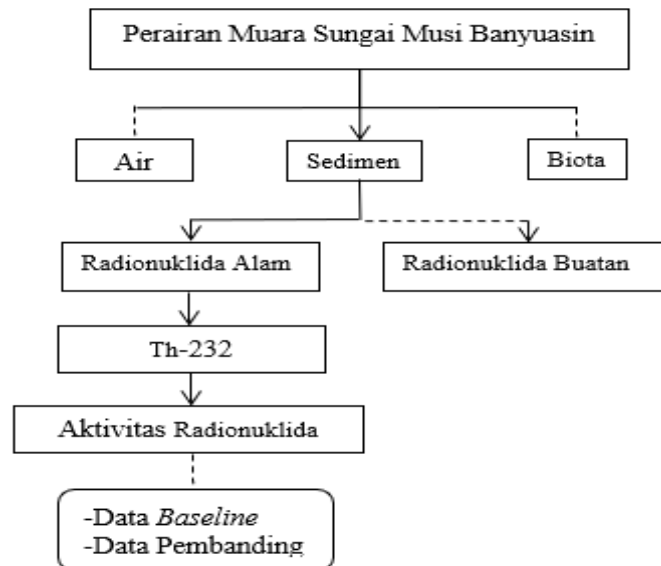
1.2 Rumusan Masalah

Perairan Muara Musi, Sumatera Selatan termasuk jenis perairan estuari yang terdapat di Pesisir Sumatera Selatan. Keberadaan Muara Sungai Musi terhubung langsung dengan laut sehingga sifatnya menjadi dinamis oleh faktor dari daratan dan lautan. Beberapa kegiatan masyarakat yang mampu meningkatkan aktivitas radionuklida alam adalah kegiatan tambang, pengerukan mineral dan penggunaan pupuk pada bidang pertanian maupun perkebunan. Keberadaan Muara Sungai Musi yang sangat diperlukan oleh masyarakat untuk keberlangsungan hidup mereka dan ekosistem lainnya maka perlu adanya pemantauan secara berkala untuk mengetahui aktivitas radionuklida terutama Th-232 di perairan ini.

Faktor arus baik arah dan kecepatan arus berpengaruh terhadap aktivitas radionuklida karena radionuklida mampu berpindah-pindah dalam kompartemen perairan. Pengukuran aktivitas Th-232 pada Muara Sungai Musi belum pernah dikaji sehingga analisis ini perlu dilakukan. Pengukuran nilai aktivitas radionuklida di perairan ini digunakan sebagai data dasar pengambilan keputusan untuk masa yang akan datang apabila sewaktu-waktu terjadi peningkatan aktivitas radionuklida dan juga untuk melengkapi data *baseline* di Perairan Indonesia. Oleh karena itu, yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas radionuklida alam (Th-232) pada sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan?
2. Bagaimana pola sebaran aktivitas Th-232 pada sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan?

Rumusan masalah pada penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.1



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Keterangan:

(- - -) = Diluar penelitian

(→) = Kajian penelitian

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengukur aktivitas radionuklida alam (Th-232) pada sampel sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan
2. Menganalisis pola sebaran aktivitas radionuklida alam (Th-232) pada sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat tentang besar aktivitas radionuklida alam (Th-232) pada sedimen Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan serta menjadi data *baseline* yang dapat digunakan untuk keperluan masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah A, Hamzah Z, Saat A, Wood AK. 2016. Vertical and horizontal distribution of radionuclides (^{232}Th , ^{238}U and ^{40}K) in sediment from Manjung coastal water area Perak, Malaysia. *American Institute of Physics* Vol. 1704 (050011) : 1–10
- Affandi AK, Surbakti H. 2012. Distribusi sedimen dasar di Perairan Pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari Journal* Vol. 4 (1) : 33–39
- Akhadi M. 2006. Program pemantauan radiasi bagi pekerja tambang. *Buletin Alara* Vol. 8 (2) : 103 – 112
- Al-Ghamdi H, Al-Muqrin A, El-Sharkawy A. 2015. Assessment of natural radioactivity and ^{137}Cs in some coastal areas of the Saudi Arabian gulf. *Marine Pollution Bulletin* Vol. xxx (1) : 1 – 5
- Alshahri F. 2017. Radioactivity of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}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, 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
- Amri K, Muchlizar M, Ma'mun A. 2018. Variasi bulanan salinitas, pH, dan oksigen terlarut di Perairan Estuari Bengkalis. *Majalah Ilmiah Globe* Vol. 20 (2) : 57 – 66
- Amri K, Priatna A, Muchlizar. 2019. Karakteristik oseanografi fisika perairan estuari Bengkalis berdasarkan data pengukuran In-situ. *Jurnal Segara* Vol. 13 (1): 25 – 35
- Anggraini J, Agustriani F, Isnaini. 2019. Komposisi spesies dan struktur komunitas ikan di kawasan ekosistem mangrove Muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 21 (1) : 1–7
- Arafat AA, Salama MHM, El-Sayed SA, Elfeel AA. 2017. Distribution of natural radionuclides and assessment of the associated hazards in the environment of Marsa Alam-Shalateen area, Red Sea coast, Egypt. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* Vol. 10 (3) : 219 – 232
- Arazi R, Isnaini, Fauziyah. 2019. Struktur komunitas dan kelimpahan Fitoplankton serta keterkaitannya dengan parameter fisika kimia di Perairan Pesisir d Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 21 (1) : 1–8

- Ariyanto S. 1998. Perhitungan penahan radiasi alpha,beta dan gamma. *Widyanuklida* Vol. 2 (1) : 27 – 41
- Aziz M, Hidayanto E, Lestari DD. 2015. Penentuan aktivitas ⁶⁰CO dan ¹³⁷Cs pada sampel Unknown dengan menggunakan detektor HPGe. *Youngster Physics Journal* Vol. 4 (2) : 189 – 196
- Barus BS, Pratama MAP, Putri WAE. 2020. Perubahan garis pantai di Perairan Muara Banyuasin kaitannya dengan sedimentasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 12 (1) : 107–118
- 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
- Damayanti D, Ermawati IR. 2018. Pengaruh penggunaan iradiasi gamma terhadap plastik polipropilen di tinjau dari sifat mekaniknya. *Prosiding g Seminar Nasional Teknoka* Vol. 3 (3) : 15 – 18
- Daruwedho H, Sasmito B, Janu F. 2016. Analisis Pola arus laut permukaan Perairan Indonesia dengan menggunakan satelit altimetri Jason-2 Tahun 2010-2014. *Jurnal Geodesi Undip* Vol. 5 (2) : 145 – 158
- Datunsolang F, Kusen D, Kalesaran O, Undap S, Sambali H, Wantasen A, Salindeho I. 2021. Kelayakan lokasi budidaya ikan Kuwe (*Caranx* sp.) ditinjau dari parameter fisika kimia kualitas air pada karamba jaring apung di Desa Tuntung Timur Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Budidaya Perairan* Vol. 9 (2) : 25 – 33
- Devlin M, Smith A, Graves CA, Petus C, Tracey D, Maniel M, Hooper E, Kotra K, Samie E, Loubser D, Lyons BP. 2020. Baseline assessment of coastal water quality, in Vanuatu, South Pacific: Insights gained from in-situ sampling. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 160 (111651) : 1 – 15
- Dewita E. 2012. Analisis potensi Thorium sebagai bahan bakar. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir* Vol. 14 (1) : 45 – 56
- El-Saharty AA. 2013. Radioactive survey of coastal water and sediments across Alexandria and Rashid coasts. *Egyptian Journal of Aquatic Research* Vol. 39 (1) : 21 – 30
- Fadika U, Rifai A, Rochaddi B. 2014. Arah dan kecepatan angin musiman serta kaitannya dengan sebaran suhu permukaan laut i Selatan Pangandaran Jawa Barat. *Journal of Oceanography* Vol. 3 (3) : 429 – 437
- Fajar E, Muslim, Suseno H, Makmur M. 2014. Kajian sebaran ukuran butir sedimen di Perairan Gresik, Jawa Timur. *Journal of Oceanography* Vol. 3 (4) : 596 –

600

- Gumilar R, Fitriani NA, Ummutafiqoh, T., Subkhi, M. N., & Perkasa, Y. S. (2016). Studi pengukuran koefisien atenuasi material Zinalume sebagai perisai radiasi gamma. *Wahana Fisika* Vol. 1 (1) : 21 – 31
- Hidayatullah R, Budiawan H, Darmawan B, Affandi RE. 2021. Peptide receptor radionuclide therapy. *Jurnal Kedokteran* Vol. 10 (1) : 328 – 337
- 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, Muslim, Suseno H, Wahyono I. 2013. Distribusi radionuklida ^{137}Cs di Perairan Selat Panaitan – Selatan Garut. *Jurnal Oseanografi* Vol. 2 (3) : 221 – 22
- [IAEA] International Atomic Energy Agency . 2010. Analytical Methodology for the Determination of Radium Isotopes in Environmental Samples. Vienna : IAEA ;Series 19
- Irfannur, Khairan. 2021. Analisis parameter fisika kimia kualitas perairan di Sungai Krueng Mane Aceh Utara. *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan* Vol. 3 (1) : 16 – 23
- Irianto B, Muzakky. 2010. Optimasi rendemen elektrodeposisi ^{232}Th , ^{238}U dan anak luruhnya memakai NH_4Cl sebagai elektrolit untuk spektrometri alfa. *Prosiding Seminar Nasional AAN* ; Serpong, 2-3 November 2010. Serpong : Bambang Irianto. hlm 162 – 168
- Isinkaye MO, Emelue HU. 2015. Natural radioactivity measurements and evaluation of radiological hazards in sediment of Oguta Lake , South East Nigeria. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* Vol. 8 (3) : 459 – 469
- Islamiaty RR, Halimah E. 2018. Review: pinjauan pustaka Mengenai karakteristik radioisotop yang digunakan pada pembuatan radiofarmaka. *Farmaka* Vol. 16 (1) : 222 – 230
- Kapdan E, Taskin H, Kam E, Osmanliog AE, Karahan G, Bozkurt A. 2012. A study of environmental radioactivity measurements for Cankiri, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry* Vol. 150 (3) : 398 – 404
- Karo RM. 2018. Penentuan aktivitas radionuklida alam (^{226}Ra , ^{232}Th & ^{40}K) dalam debu vulkanik gunung Sinabung, pupuk fosfat dan tanah pertanian dengan metode spektrometri gamma serta perkiraan dampaknya pada lingkungan [Tesis]. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. 96 hal

- [KMNLH] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Tentang Baku Mutu Air Laut. No 51 Tahun 2004
- Kurniawati M, Muslim, Suseno H. 2013. Aktivitas Radionuklida Antropogenik ^{137}Cs Di Perairan Semarang Berdasarkan Sirkulasi Arus Global. *Journal of Oceanography* Vol. 2 (1) : 73 – 78
- Kusmartini I, Atmodjo D, Kurniawati S, Dwiana D. 2013. Penentuan aktivitas sumber radioaktif pemancar gamma Eu-152 di laboratorium PTNBR. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir PTNBR* ; Bandung, 4 Juli 2013. hlm 121–127
- Kusuma H, Yahya MN, Wulandari SY. 2016. Distribusi radionuklida ^{137}Cs di air dan sedimen Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Jurnal Keselamatan Radiasi Dan Lingkungan* Vol. 1 (2) : 17 – 21
- Kusumawati I. 2016. Pemodelan dinamika arus perairan Indonesia yang disebabkan oleh angin. *Jurnal Perikanan Tropis* Vol. 3 (1) : 1 – 10
- Luhur N, Kadarusmanto, Subiharto. 2013. Uji banding sistem spektrofotometer gamma dengan metoda analisis sumber Eu-152. *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir* Vol. x (1) : 22 – 30
- 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 – 120
- Marsi, Susanto RH, Fitriani M. 2016. Karakter fisik dan kimia sumber air canal di lahan rawa pasang surut untuk budidaya perikanan. *Jurnal Perikanan Dan Keluatan* Vol. 21 (2) : 17 – 25
- Marwoto J, Muslim, Aprilia ZD, Purwanto, Makmur M. 2019. Sebaran aktivitas radionuklida alam dalam sedimen di Perairan Sluke. *Jurnal Kelautan Nasional* Vol. 22 (2) : 141 – 146
- Mathew M, Makhankova A, Menier D, Sautter B, Betzler C, Pierson B. 2020. The emergence of Miocene reefs in South China Sea and its resilient adaptability under varying eustatic , climatic and oceanographic conditions. *Scientific Reports* Vol. 10 (7141) : 1 – 16
- Mietelski J, Maksimova S, Szwalko P, Wnuk K, Zagrodzki P, Błazej S, Gaca P, Tomankiewicz E, Orlov O. 2010. Plutonium, ^{137}Cs and ^{90}Sr in selected invertebrates from some areas around Chernobyl nuclear power plant. *Journal of Environmental Radioactivity* Vol. 101 (6) : 488 – 493
- Munirma, Kasim, M., Irawati, N., Halili, Nadia, L. O., & Salwiyah. (2020). Studi produktivitas primer Fitoplankton di Perairan Danau Motonuno Desa

- Lakarinta Kecamatan Lohia Kabupaten Muna. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan* Vol. 5 (1) : 8 – 16
- Murniasih S, Sukirno. 2019. Distribusi radionuklida alam pada sampel tanah, air dan tanaman di sekitar PLTU Rembang. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra* Vol. 22 (1) : 1 – 9
- Muslim, Prihatiningsih WR, Arjana RA. 2016. Aktivitas ^{137}Cs dan total organik karbon dalam sedimen di sekitar Pulau Tikus Samudera Hindia. *Jurnal Keselamatan Radiasi Dan Lingkungan* Vol. 1 (1) : 1 – 10
- 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.
- Noviarty, Haryati I, Nisa S. 2017. Analisis radionuklida dalam batuan menggunakan Spektrometer Gamma. *Batan* Vol. x (19) : 37 – 46
- Nwankpa AC. 2017. Determination of food crops contamination in Osun State, Nigeria due to Radium-226, Thorium-232 and Potassium-40 concentrations in the environment. *European Journal of Sustainable Development* Vol. 6 (4) : 169 – 174
- Octavia YP, Jumarang MI, Apriansyah. 2018. Estimasi arus laut permukaan yang dibangkitkan oleh angin di Perairan Indonesia. *Prisma Fisika* Vol. VI (1) : 1 – 8
- Pamungkas A. 2018. Karakteristik parameter oseanografi (pasang-surut , arus , dan gelombang) di Perairan Utara dan Selatan Pulau Bangka. *Buletin Oseanografi Marina* Vol. 7 (1) : 51 – 58
- [PPRI] Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia. 2014. *tentang Pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun No. 101*
- Priasetyono Y, Makmur M, Yahya MN, Putra DIP, Prihatiningsih WR, Suseno H. 2020. Updating of baseline radionuclides concentration in Jakarta Bay. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Vol. 584 (1) : 1 – 5
- Prihatiningsih, Suseno H, Makmur M, Muslim M, Yahya M. 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 – 8
- Prihatiningsi WR, Hudiyono S. 2012. Radioekologi kelautan di Semenanjung Muria :studi distribusi dan perilaku radionuklida Ra-226 , Ra-228 dan K-40 di perairan pesisir. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah* Vol. IX : 303–310

- Prihatiningsih WR, Suseno H. 2012. Status konsentrasi ^{232}Th dan ^{226}Ra dalam sedimen Pesisir Pulau Bangka. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* Vol. 15 (2) : 65 – 70
- Purba NP, Faizal I, Damanik FS, Rachim FR, Mulyani PG. 2020. Overview of oceanic Eddies in Indonesia Seas Based on the sea surface temperature and sea surface height. *World Scientific News* Vol. 147 (6) : 166 – 178
- Purnama D, Damayanti T. 2020. Determination of internal and external hazard index of natural radioactivity in well water samples. *Journal of Physics: Conference Series* Vol. 1436 (012090) : 1 – 11
- Putra AY, Sasongko D, 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
- Putri Y, Fitriyanti R, Emilia I. 2019. Analisis kandungan logam berat Timbal (Pb) di Perairan Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri* ; Palembang, 26 Agustus 2019. hlm 1–6
- Rahman MA, Laksmi M, Agung UK, Sunarto. 2019. Pengaruh musim terhadap kondisi oseanografi dalam penentuan daerah penangkapan ikan cakalang (Katsuwonus pelamis) di Perairan Selatan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan* Vol. 10 (1) : 92 – 102
- Rasito, Zulfakhri, Arianta PA, Suherman A. 2008. Konsentrasi Uranium, Thorium, dan Kalium dalam berbagai produk pasir yang dipasarkan Di Bandung. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia* Vol. IX (2) : 95 – 104
- Sari HL, Budi WS. 2017. Penentuan karakteristik cacahan pada counter dengan menggunakan sumber standar ^{152}Eu , ^{60}Co dan ^{137}Cs . *Youngster Physics Journal* Vol. 6 (2) : 151 – 156
- Setyawan I, Siregar V, Pramono G, Yuwono D. 2014. Pemetaan profil habitat dasar perairan dangkal berdasarkan bentuk topografi: studi kasus Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Globè* Vol. 16 (2) : 125 – 132
- Siburian R, Simatupang L, Bukit M. 2017. Analisis kualitas perairan laut terhadap aktivitas di lingkungan pelabuhan Waingapu-Alor Sumba Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* Vol. 23 (1) : 225 – 232
- Sidauruk P. 2012. Tinjauan teknik Isotop dan Radiasi dalam penyelidikan potensi

- Sumber Daya Air. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi* Vol. 8 (2) : 127 – 134
- Silalahi C, Muslim, Heny S. 2014. Aktivitas cesium-137 (^{137}Cs) di Perairan Bangka Selatan sebagai base line data radionuklida di Perairan Indonesia. *Jurnal Oseanografi* Vol. 3 (1) : 36 – 42
- Simatupang CM, Surbakti H, Agussalim A. 2016. Analisis data arus di Perairan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal* Vol. 8 (1) : 15 – 24
- Siregar SN, Sari LP, Purba NP, Pranowo WS, Syamsuddin ML. 2017. Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik* Vol. 6 (1) : 44 – 59
- Sofyan H, Akhadi M. 2004. Radionuklida Primordial untuk Penanggalan Geologi dan Arkeologi. *Buletin Alara* Vol. 6 (2) : 85 – 96
- Sriyono, Hotman L, Endang S, Herlina, Indra S. 2013. Pemisahan radioisotop ^{188}Re dari radioisotop ^{188}W melalui kolom generator $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ berbasis Alumina. *Jurnal Radioisotop Dan Radiofarmaka* Vol. 16 (1) : 1–10.
- Sudjono EH, Mihardja DK, Ningsih S. 2004. Indikasi fluktuasi arus lintas Indonesia di sekitar Selat Makassar berdasarkan model numerik. *Jurnal Geologi Kelautan* Vol. 2 (1) : 29 – 35
- Surbakti H. 2012. Karakteristik pasang surut dan pola arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 15 (1) : 35 – 39
- Susiati H. 2006. Tingkat radioaktivitas radionuklida alam pada bahan makanan sekitar calon tapak PLTN Semenanjung Muria. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir* Vol. 81 : 55 – 62
- Suteja Y, Purwiyanto AIS, Agustriani F. 2018. Merkuri (Hg) di Permukaan Perairan Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan, Indonesia. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* Vol. 5 (2) : 177
- Suyasa IWB. 2012. Tingkat kandungan unsur radioaktif air Sungai Ayung di Denpasar Bali. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science* Vol. 3 (1) : 30 – 34
- Syahrer AH, Muslim, Makmur M. 2015. Analisa Kandungan Radionuklida ^{40}K pada Sedimen di Perairan Pulau Tikus, Bengkulu. *Jurnal Oseanografi* Vol. 4 (2) : 579 – 584
- Wang J, Du J, Bi Q. 2016. Natural radioactivity assessment of surface sediments in the Yangtze Estuary. *Marine Pollution Bulletin* Vol. xxx (x) : 1 – 7

Wisha UJ, Yusuf M, Maslukah. 2016. Kelimpahan fitoplankton dan konsentrasi tss sebagai indikator penentu kondisi perairan muara sungai porong. *Jurnal Kelautan* Vol. 9 (2) : 122 – 129

Zallera S, Zaelani A. 2020. Kajian arus permukaan dengan menggunakan pendekatan model hidrodinamika di Perairan Pulau Gili Terawangan Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Akuatek* Vol. 1 (2) : 113 – 117

