

Skripsi

**ANALISIS AKTIVITAS RADIONUKLIDA ^{14}C PADA KARANG *Favia stelligira*
DI PULAU SATANDO KEPULAUAN SPERMONDE MENGGUNAKAN
METODE LSC (*LIQUID SCINTILLATION COUNTING*)**

RULLY RINANDA

H311 16 518



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

***ANALISIS AKTIVITAS RADIONUKLIDA ^{14}C PADA KARANG *Favia stelligira* DI
PULAU SATANDO KEPULAUAN SPERMONDE MENGGUNAKAN METODE
LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)***

***Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia***

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

RULLY RINANDA

H311 16 518

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS AKTIVITAS RADIONUKLIDA ^{14}C PADA KARANG *Favia Stelligira* DI PULAU SATANDO KEPULAUAN SPERMONDE
MENGUNAKAN METODE LSC (LIQUID SCINTILLATION
COUNTING)

Disusun dan diajukan oleh:

RULLY RINANDA

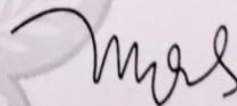
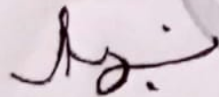
H311 16 518

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 06 Oktober 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

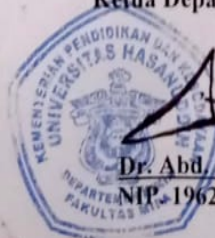
Pembimbing Pertama,

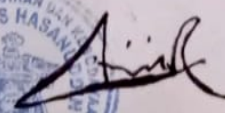


Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc
NIP. 19510515 197412 1 001

Dr. Maming, M.Si
NIP. 19631231 198903 1 031

Ketua Departemen Kimia,




Dr. Abd. Karim, M.Si
NIP. 19620710 198803 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rully Rinanda

NIM : H31116518

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya yang berjudul **Analisis Aktivitas Radionuklida ^{14}C pada Karang *favia stelligira* di Pulau Satando Kepulauan Spermonde Menggunakan Metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*)** adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 19 Oktober 2021
Yang membuat pernyataan



Rully Rinanda

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah serta ilmu pengetahuan yang tak terhinggasehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Berhasilnya penyusunan skripsi dengan judul “**Analisis Aktivitas Radionuklida ^{14}C pada Karang *Favia stelligira* di Pulau Satando Kepulauan Spermonde menggunakan Metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*)**” menandakan berakhirnya suatu dimensi perjuangan syarat akan makna dan penuh kenangan dalam menggapai ilmu di Strata Satu Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus Merah Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis ke tahap penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun spirit dari orang-orang terdekat dan yang berada di lingkungan penulis. Dengan setulus hati, pertama dari yang paling utama, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua penulis Ayahanda **Masbair** dan Ibunda **Fitriati** tercinta untuk perhatian, pengorbanan, kasih sayang, kesabaran, dukungan materi dan ketulusan doa yang tiada henti bagi penulis. Semoga Allah SWT membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya. Terima kasih untuk kedelapan saudaraku **Fauzan, Mabror, Gugun, Iffa, Arya, Rifgam, Azam dan Azka** yang selalu membuat penulis sadar akan tanggung jawab terhadap keluarga tercinta. Semoga penulis bisa diberi kesempatan untuk bisa membahagiakan mereka. Keluarga terdekat juga mempunyai andil yang sangat besar atas dukungan dan motivasi sehingga penulis bisa sampai pada tahap ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc** selaku pembimbing utama sekaligus penasehat akademik dan Bapak **Dr. Maming, M.Si** selaku pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan penuh kesabaran dan pengertian dalam memberikan ilmu yang tak ternilai selama penelitian dan penyusunan skripsi sehingga berbagai kendala dapat diatasi serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

1. Tim dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu Ibu **Dr. Hasnah Natsir, M.Si** (ketua), Bapak **Dr. Muhammad Zakir M.Si** (sekretaris) dan Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si** (koord. seminar).
2. Ketua Departemen Kimia FMIPA Unhas bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Sekretaris Departemen Kimia FMIPA Unhas ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** beserta dosen dan staf Departemen Kimia **Ibu Sarina, Ibu Berlian (Almh), Kak Rahma, Kak Balqis** dan **Pak Haerul** yang telah membantu penulis dalam perjalanan selama menempuh pendidikan di Departemen Kimia FMIPA Unhas.
3. Bapak **Ir. Abdul Hayat Kasim, M.** selaku Pembimbing Akademik sekaligus memberikan banyak bimbingan, masukan, motivasi dan dorongan selama mengikuti proses perkuliahan di Departemen Kimia FMIPA Unhas.
4. Seluruh Analis Laboratorium Kimia Departemen Kimia Unhas, **Pak Iqbal, Pak Sugeng, Ibu Tini, Ibu Anti, Kak Linda, Kak Fiby** dan **Kak Hannah**. Terkhusus **Kak Tenri** terima kasih atas bantuan dan bimbingan yang diberikan selama proses penelitian.
5. Teman panel penelitian, **Acci** yang senantiasa berjuang bersama dalam menyelesaikan masa studi dikampus Unhas dan peneliti Laboratorium

Kimia Radiasi, **Wandi, Imam juga Adik-adik** terima kasih.

6. Saudara Pejantan Kromofor (**Pado, Acci, Aril, Midin, Wandu, Ismul, Imam, Chapling, Awal, Fajar, Dion, Khoyim dan Maman**). Terima kasih atas kebersamaan dan solidaritas sampai pada tahap ini, dalam dinamika kampus dari awal jenjang pengaderan banyak momen yang membuat Pejantan Kromofor seperti saudara yang kuat .
7. Saudara-Saudariku **Kromofor 2016 “Totalitas Hingga Akhir”**. Terima kasih atas waktu, total dalam persaudaraan, manis pahit selama menjalani proses dinamika lembaga menjadi pengalaman pribadi penulis dalam kehidupan kampus.
8. Saudara-Saudariku **MIPA 2016 “Seperti Seharusnya”**. Terima kasih atas arti ke-MIPA-an dalam bersaudara seperti seharusnya, terutama kepada Pejantan 2016 Reborn yang penuh karisma. Saya bangga jadi anak **MIPA!**
9. Seluruh Anggota **KPL OZONE KIMIA Unhas**. Kimia Hijau Langit Biru Jaya Abadi.
10. Seluruh warga dan alumni **KMK FMIPA Unhas**. HMK Tempat Kita dibina, HMK Tempat Kita ditempa.
11. Kakak-kakak, adik-adik serta alumni **KM FMIPA Unhas**. Salam *Use Your Mind Be The Best*.
12. Seluruh Anggota dan alumni **UKM Fotografi Unhas**. Terima kasih atas bantuan dalam bentuk apapun itu. Terkhusus teman-teman yang penuh bakat dengan bercerita lewat sebuah foto, terus berkarya dan sukses buat **Chromogenic D26**.
13. Bapak/ibu pembimbing PKL Laboratorium Forensik Polri Cab. Makassar: **Pak Gede, Ibu Hasura, Pak Budi, Pak Usman, Kak Diah dan semua**

personil Laboratorium Forensik terima kasih atas ilmu dan pengalaman selama kami magang.

14. **Semua pihak** yang tidak sempat disebut namanya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan do'a kepada penulis.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diperlukan dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu kimia, Amin.

ABSTRAK

Analisis ^{14}C pada sampel karang *Favia stelligira* di perairan pulau Satando Kepulauan Spermonde melalui pengukuran aktivitas ^{14}C menggunakan metode LSC (Liquid Scintillation Counting). Preparasi sampel dilakukan secara fisik dan kimia. Preparasi sampel karang secara kimia menggunakan campuran NaOH 1N dan H_2O_2 30% dilanjutkan dengan campuran HClO_4 1% dan H_2O_2 30% dan terakhir dengan HCl 10% hingga menghasilkan sampel yang bersih dengan pengurangan bobot 9,76 %. Pemisahan karbonat dilakukan menggunakan KOH sebagai *carbosorb* untuk menghasilkan larutan K_2CO_3 . Total karbon ditentukan dengan metode titrasi yang menghasilkan total karbon sebanyak 0,3419 gram. Pengukuran aktivitas ^{14}C dilakukan menggunakan LSC Hidex 300 SL. Aktivitas Spesifik sampel karang *Favia stelligira* diperoleh sebesar $13,16 \pm 5,4717$ DPM/gC. Umur sampel karang *Favia stelligira* pulau Satando Kepulauan Spermonde sebesar 1.244,551 tahun.

Kata Kunci: Karang *Favia stelligira*, Pulau Satando, Kepulauan Spermonde, Liquid Scintillation Counting (LSC), Aktivitas ^{14}C .

ABSTRACT

Analysis of ^{14}C from coral sample *Favia Stelligira* at Satando island, spermonde archipelago by determination of ^{14}C Activity by LSC (Liquid Scintillation Counting) method. Sample preparation is done by physics and chemistry, using mixture of NaOH 1N and H_2O_2 30% mixture followed by mixture of HClO_4 1% and H_2O_2 30% and then followed by using HCl 10% to ensure the sample is clean with weight loss at 9,76 %. Separation of Carbonate is performed by using KOH as carbosorb with K_2CO_3 as result. Total Carbon is determined by titration method which result shows total carbon of 0,3419 gram. Determination of ^{14}C Activity then performend by using LSC Hidex 300 SL shows coral *Favia Stelligira* ^{14}C Activity as much as $13,16 \pm 5,4717$ DPM/gC with the age of the sample as much as 1.244,551 years old.

Keywords: Coral *Caulastrea* sp, Satando Island, Spermonde archipelago, Liquid Scintillation Counting (LSC), ^{14}C activity.

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Maksud Penelitian	5
1.3.2 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Terumbu Karang	6
2.2 Kondisi Terumbu Karang Indonesia	9
2.3 Kepulauan Spermonde	10

2.4 Pulau Satando	11
2.5 Radionuklida	12
2.6 Penanggalan Radiokarbon	13
2.7 Radioaktivitas	15
2.7.1 Peluruhan Radiaktif	16
2.7.2 Waktu Paruh	17
2.8 Absorpsi CO ₂	17
2.9 <i>Liquid Scintillation Counting</i> (LSC).....	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Bahan Penelitian	21
3.2 Alat Penelitian	21
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.4.1 Pengambilan Sampel Karang	21
3.4.2 Pencucian Sampel Karang	22
3.4.3 Absorpsi CO ₂ pada Sampel Karang	22
3.4.4 Penentuan Total Karbon dalam Sampel Karang	24
3.4.5 Pengukuran Aktivitas ¹⁴ C pada Sampel Karang	24
3.4.6 Penentuan Umur Sampel Karang	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Pengambilan Sampel	26
4.2 Pencucian Sampel Karang	27
4.3 Pemisahan Karbonat dalam Sampel Karang	28
4.4 Penentuan Total Karbon dalam Sampel.....	29
4.5 Pengukuran Aktivitas ¹⁴ C dalam Sampel Karang	29
4.6 Aktivitas Spesifik ¹⁴ C Sampel Karang	32

4.7 Perhitungan Umur Sampel Karang	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Jenis peluruhan radioaktif.....	17
2. Data Bobot Terumbu Karang Sebelum dan Setelah Proses Pencucian..	27
3. Data Hasil Pencacahan pada Waktu Optimum Sampel Terumbu Karang dengan Perangkat LSC Hidex 300 SL dengan 6 kali Pengulangan ...	30
4. Data Hasil Pencacahan pada Waktu Optimum Background dengan Perangkat LSC Hidex 300 SL dengan 6 kali Pengulangan	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Struktur polip eksoskeleton karang.....	6
2. Rangkaian alat absorpsi CO ₂ pada sampel	24
3. Sampel Karang.....	26
4. Grafik Nilai DPM Sampel Karang Terhadap Waktu Pencacahan	30
5. Grafik Nilai DPM <i>Background</i> Terhadap Waktu Pencacahan.....	31

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

- A : Radioaktivitas isotop ^{14}C dalam sampel
- A_0 : Radioaktivitas Isotop ^{14}C pada saat tanaman atau hewan tersebut hidup
- AS : Aktivitas Spesifik
- CPM : Counts per Minute
- DPM : Disintegrations per minute
- LBC : Low Background Counter
- LSC : Liquid Scintillation Counter
- TDCR : Triple to Double Coincidence ratio
- α : Alfa
- λ : Konstanta Peluruhan Radioaktif
- β : Beta
- γ : Gamma
- $t_{1/2}$: Waktu Paruh
- ^{14}C : Karbon-14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Pencucian Sampel (pencucian fisik dan pencucian kimia)	39
2. Proses Absorpsi CO ₂	40
3. Penentuan Total Karbon Sampel dengan Metode Titrasi	41
4. Pencacahan Sampel Karang dengan LSC Hidex 300 SL	42
5. Perhitungan Bobot Sampel yang Hilang pada Saat Pencucian	43
6. Perhitungan Total Karbon Sampel Karang	44
7. Data Hasil Pencacahan Sampel Karang menggunakan LSC Hidex 300 SL dalam Rentang Waktu Cacahan 5-240 Menit	45
8. Data Hasil Pencacahan Background menggunakan LSC Hidex 300SL dalam Rentang Waktu Cacahan 5-240 Menit.....	46
9. Perhitungan Aktivitas Spesifik ¹⁴ C dalam Sampel Karang	47
10. Perhitungan Umur Sampel Karang	48
11. Perhitungan	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terumbu karang (*coral reef*) memiliki nilai dan arti yang sangat penting dari segi sosial ekonomi dan budaya. Sepertiga penduduk Indonesia yang tinggal di daerah pesisir sangat menggantungkan hidupnya dari perikanan laut dangkal. Terumbu karang memiliki beberapa fungsi seperti, gudang keanekaragaman hayati biota-biota laut, tempat tinggal sementara atau tetap, tempat mencari makan (*feeding ground*), berpijah (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*) dan tempat berlindung bagi hewan laut lainnya (Suharsono, 2008).

Menurut Huffard (2012), Indonesia ditutupi sekitar 18% terumbu karang dunia. Indonesia berada tepat di pusat segitiga karang (*coral triangle*) yang merupakan kawasan terumbu karang dengan keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia. Indonesia memiliki luas terumbu karang mencapai 39.583 km² atau sekitar 45,7% dari total 86.503 km² luas terumbu di wilayah segitiga karang dengan puncak keanekaragaman hayati tertinggi, antara lain 590 spesies karang batu dan 2.200 spesies ikan karang. Tetapi dilaporkan bahwa dari kombinasi ancaman lokal dan akibat perubahan suhu dan *bleaching*, hampir 45% terumbu karang Indonesia berada ancaman tinggi sampai sangat tinggi (Suharsono dan Sumardhiharga, 2014).

Karang di Indonesia tersebar mulai dari Sabang hingga utara Jayapura. Sebaran karang tidak merata di seluruh perairan Indonesia, ada daerah dimana karang tidak dapat tumbuh dengan baik dan pada daerah lainnya tumbuh sangat baik. Daerah sekitar Sulawesi, Maluku, Sorong, NTB, dan NTT merupakan daerah yang sangat baik untuk pertumbuhan karang. Laut di sekitar Sulawesi diyakini sebagai pusat

keanekaragaman karang di dunia dan merupakan salah satu lokasi asal-usul karang yang ada di dunia saat ini (Suharsono, 2008).

Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep) di Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah yang sebagian besar luasan wilayahnya merupakan perairan berisi pulau-pulau kecil bagian dari Kepulauan Spermonde. Secara geografis wilayah Kabupaten Pangkep, meliputi seluruh wilayah administratif Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan memiliki luas wilayah 12.362,29 km², luas wilayah tersebut meliputi; daratan seluas 898,29 km² dan laut 4 mil seluas 11.464 km² (Manuputty, 2012).

Pulau Satando terletak di Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep) dan sebagai salah satu pulau dalam gugusan Kepulauan Spermonde memiliki karakteristik pantai berpasir dan sedikit berbatu. Substrat perairan didominasi oleh pasir dan patahan karang. Panjang rata-rata terumbu sekitar 750 m ke arah laut (tubir). Lereng terumbu bagian atas cukup landai, ke arah bagian bawah lereng terumbu memiliki kemiringan sekitar 40°. Pada hasil penelitian yang dilakukan LIPI pada tahun 2012, pertumbuhan karang cukup padat terlihat pada kedalaman 1-5 m dan semakin berkurang pada kedalaman berikutnya. Karang tumbuh dalam kelompok-kelompok kecil (*patches*) terutama dari pertumbuhan seperti bongkahan (*massive*) dan didominasi oleh *Porites lobata*, *Goniopora lobata*, *Favia Stelligira* dan *Favia mathaii*. Di daerah ini ditemukan adanya sedimentasi yang menutupi sebagian koloni karang. Pertumbuhan karang masih ditemukan hingga kedalaman 10 m yang didominasi oleh *Montipora* sp (Manuputty, 2012).

Karang mengandung unsur radioaktif isotop karbon, yaitu ¹⁴C. Unsur karbon memancarkan partikel beta (β) dan akan hancur dalam periode 5.730 tahun ke depan ¹⁴N adalah stabil. Karbon bertahan dalam material seperti pohon dan sedimen

yang telah berumur puluhan ribu tahun, dapat berguna untuk penanggalan radiokarbon (Salahuddin, 2017). Salah satu bentuk pengaplikasian pada teknik penanggalan radiokarbon yaitu dengan penentuan umur terumbu karang di perairan laut. Informasi dapat digunakan untuk mengetahui kondisi geografi asal sampel karang laut dan mempelajari formasi batuan di pantai maupun di permukaan bumi. Begitupula dalam sejarah pembentukan bumi bisa di ekspresikan lebih jelas dengan dukungan data yang akurat (Yuliati dan Akhadi, 2005).

Metode penanggalan radiokarbon digunakan untuk menentukan umur benda purba yang mengandung unsur karbon. Pengukuran tersebut didasarkan pada hasil analisis dan perhitungan aktivitas ^{14}C atau Rasio Karbon dari jumlah isotop radioaktif pada objek menggunakan standar isotop radioaktif kuantitas yang diketahui. Energi beta (β) dari ^{14}C yang dipancarkan sangat rendah, begitu juga dengan aktivitas spesifik sampel yang dihasilkan. Pencacahan radiasi yang dipancarkan oleh ^{14}C diperlukan counter khusus untuk radiasi latar sangat rendah (*Low background Counter*), untuk memperoleh akurasi yang tinggi dalam menginterpretasikan data hitungan (Yusuf, 2014).

Terdapat 3 protokol analisis resmi untuk penentuan ^{14}C . Metode pengujian ini berlaku untuk semua produk yang mengandung komponen berbasis karbon yang dapat berubah menjadi gas CO_2 melalui pembakaran. Tiga metode uji tersebut yaitu AMS (*Accelerator Mass Spectrometry*), LSC (*Liquid Scintillation Counting*) dan GPC (*Gas Proportional Counter*). AMS dan GPC ini dilakukan dengan preparasi sampel yang cukup rumit, lama, dan memerlukan pertimbangan keterampilan teknis yang memadai sehingga untuk penelitian hidrologi khususnya dianggap tidak ekonomis dan efisien, karena hanya dapat dianalisis satu sampel dalam sehari (Satrio dan Abidin, 2007).

Salah satu Instrumen pencacah yang memenuhi standar pengukuran radiasi ^{14}C adalah pencacah sintilasi cair atau LSC (*Liquid Scintillation Counting*), yang secara geometri pengukurannya dapat mencapai efisiensi pencacahan sekitar 99,99 %. Hal tersebut disebabkan oleh pencacah sintilasi cair dilengkapi dengan detektor yang peka terhadap radiasi dan sampel radioaktif yang akan diukur, sehingga mendapatkan ketelitian yang tinggi dalam menginterpretasi data hasil cacahan. Metode ini sederhana, aman, dan hasil secara signifikan mengurangi waktu analisis dan biaya dibandingkan dengan metode konvensional (Tjahaja dan Mutia, 2000).

Analisis aktivitas radionuklida ^{14}C menggunakan metode LSC telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya yaitu Firman (2018), Analisis aktivitas ^{14}C terumbu karang di pulau Kayangan. Sapulette (2018), penentuan umur terumbu karang di teluk Ambon luar melalui pengukuran aktivitas ^{14}C dengan metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*). Wahyudin (2019), melakukan penelitian dalam penentuan umur terumbu karang pulau Samalona Kepulauan Spermonde melalui pengukuran aktivitas ^{14}C menggunakan pencacah sintilasi cair. Fajri (2020), penentuan umur terumbu karang di pulau Lae-Lae Kepulauan Spermonde pengukuran melalui aktivitas ^{14}C dengan metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*).

Pada Penelitian ini, untuk penentuan umur karang yang diteliti digunakan instrumen LSC (*Liquid Scintillation Counting*). Berdasarkan pada analisis dan pengukuran aktivitas ^{14}C yang dapat ditemui pada sampel karang. Karang yang diteliti yaitu *Favia Stelligira* karna jenis ini tersebar luas di sekitar perairan laut pulau Satando dalam gugus Kepulauan Spermonde. Karang *F. Stelligira* termasuk kedalam famili Faviidae dan dapat di temukan pada radius kedalaman 2-5 Meter.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. berapa aktivitas radionuklida ^{14}C dalam sampel karang *Favia Stelligira* di Pulau Satando Kepulauan Spermonde?
2. berapa umur karang *Favia Stelligira* Pulau Satando Kepulauan Spermonde yang ditentukan dengan menggunakan alat pencacah LSC Hidex 300 SL ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah menganalisis aktivitas radionuklida ^{14}C pada penentuan umur karang *Favia Stelligira* Pulau Satando Kepulauan Spermonde menggunakan alat pencacah LSC Hidex 300 SL.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. menentukan aktivitas radionuklida ^{14}C pada sampel karang *Favia Stelligira* di Pulau Satando Kepulauan Spermonde.
2. menentukan umur karang *Favia Stelligira* Pulau Satando Kepulauan Spermonde dari sampel karang *Favia Stelligira* menggunakan alat pencacah LSC Hidex 300 SL.

1.4 Manfaat Penelitian

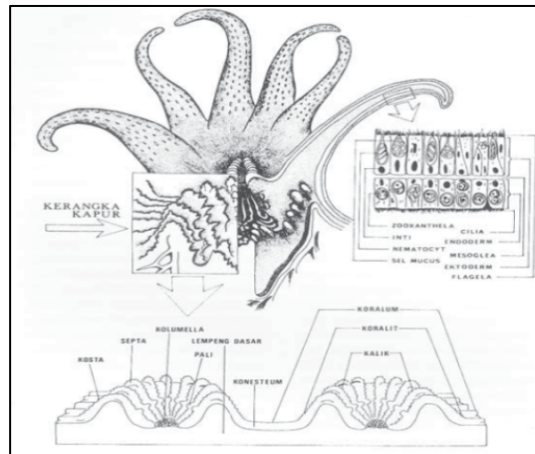
Manfaat penelitian ini adalah dengan pemanfaatan kimia analitik nuklir radiasi dapat memberikan informasi dan pengetahuan terkait kajian berbasis radionuklida ^{14}C yang dapat mendukung riset di bidang maritim mengenai umur karang pada suatu pulau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Terumbu karang

Karang merupakan hewan yang memiliki struktur dan fungsi yang sederhana dengan bentuk seperti tabung, mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai organ ekskresi. Pada area sekitar mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Koloni hewan karang dibentuk oleh polip. Untuk tegaknya seluruh jaringan, polip didukung oleh kerangka (eksoskeleton) kapur sebagai penyangga. Kerangka kapur ini berupa lempengan-lempengan yang tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar. Lempengan yang berdiri ini disebut sebagai septa yang tersusun dari bahan anorganik (CaCO_3) yang merupakan hasil sekresi dari polip karang (Suharsono, 2008).



Gambar 1. Struktur polip eksoskeleton karang (Suharsono, 2008).

Kebanyakan masyarakat awam menganggap karang sebagai benda mati yang berbentuk batu sehingga dimanfaatkan menjadi bahan pondasi bangunan. Kenyataannya, karang termasuk hewan yang mempunyai sel penyengat atau dikenal Cnidaria (*cnido* : penyengat). Karang keras secara spesifik masuk ke dalam Kelas *Anthozoa* dan Ordo *Scleractinia*. Di Indonesia, jumlah karang yang ada adalah 83

genera dengan total jenis 569. Jumlah ini mewakili sekitar 76% genera dan 69% jenis karang yang ada di dunia (Hadi, dkk., 2018).

Nama karang sendiri berasal dari skeleton atau cangkang yang terbuat dari kapur (CaCO_3). Skeleton yang terbentuk dari satu polip disebut *Corallite* (Koralit), sedangkan keseluruhan sekeleton yang dibentuk oleh keseluruhan polip dalam satu individu atau satu koloni disebut *Corallum* (Koralum). Permukaan koralit yang terbuka disebut *Calyx* (Kalik). Septa dibedakan menjadi septa utama, kedua, ketiga dan seterusnya tergantung dari besar kecilnya dan posisinya. Septa yang tumbuh hingga mencapai dinding luar dari koralit disebut sebagai *Costae*. Pada dasar sebelah dalam dari septa tertentu sering dilanjutkan suatu struktur yang disebut Pali. Struktur yang berada di dasar dan di tengah koralit yang sering merupakan kelanjutan dari septa disebut Kolumela (Suharsono, 2008).

Terumbu karang sendiri merupakan sebuah ekosistem kompleks yang dibangun oleh hasil asosiasi berbagai biota penghasil kapur (terutama karang) bersama biota lain yang hidup di dasar dan di kolom air. Proses terbentuknya suatu terumbu karang diawali dengan pelekatan biota - biota karang ke substrat dasar perairan, pembentukan kerangka kapur, segmentasi, degradasi, erosi dan akresi yang terjadi secara berulang-ulang dalam jangka waktu yang panjang. Sebagai habitat yang stabil, terumbu karang banyak dihuni oleh biota-biota yang berasosiasi sehingga membentuk suatu jejaring yang kompleks dimana ada keterkaitan (*connetivity*) antara berbagai biota (Hadi, dkk., 2018).

Di dalam komunitas terumbu karang terjadi interaksi yang kompleks Antara komponen biotik dan abiotik. Fungsi hidup bersama, simbiosis antar biota merupakan salah satu karakteristik komunitas terumbu karang disamping adanya predasi dan kompetisi antar biota lainnya. Selain interaksi antara faktor biotik dan

abiotik, terumbu karang juga memiliki peranan penting sebagai suatu ekosistem, diantaranya sebagai tempat pembesaran (*nursery ground*) dan pemijahan (*spawning ground*) berbagai biota penghuni tetap maupun pendatang, terumbu karang mempunyai peran yang besar karena adanya daya dukung yang prima bagi kedua aspek biologi tersebut. Berbagai jenis biota seperti ikan, krustasea, ekinodermata, moluska maupun karang batu dan invertebrata lainnya menggantungkan kelangsungan hidupnya di kawasan ini (Manuputty, 2012).

Pembentukan terumbu karang terjadi dengan lambat dan memakan waktu yang sangat lama diawali dengan proses pelekatan, pembentukan kerangka, sementasi, gradasi, erosi dan akresi yang terjadi berulang-ulang dan terjadi dalam kurun waktu jutaan tahun akhirnya membentuk terumbu karang. Terumbu karang terbagi menjadi 3 bentuk berdasarkan tahapan proses pembentukan, lokasi, proses geologi dan adanya perubahan permukaan air laut. Ketiga bentuk terumbu karang tersebut adalah (Hadi, dkk., 2018) :

1. *Atol*

Atol atau terumbu karang cincin merupakan terumbu karang yang berkembang di pulau vulkanik dimana terumbu tumbuh dan berkembang dari tepi pulau dan kemudian membentuk lingkaran yang mengelilingi pulau yang kemudian secara perlahan terlihat terpisah dari pulau karena tenggelamnya pulau.

2. *Fringing reef*

Fringing reef adalah terumbu karang yang terbentuk di tepi-tepi pulau atau benua. Proses pembentukan karang tepi diawali dengan pertumbuhan koloni karang menjumbai ke arah laut lepas. Hamparan tipe terumbu ini dapat mencapai ratusan meter dari pantai, banyak ditemukan di perairan tropis.

3. Barrier reef

Barrier Reef adalah terumbu karang yang tumbuh sejajar dengan benua atau pulau yang terpisah jauh oleh adanya lautan yang dalam. Pada umumnya *barrier reefs* ini tumbuh di sekitar pulau vulkanik. Namun ada beberapa yang dapat juga tumbuh di sepanjang paparan. Kedalaman air pada danau pemisah bervariasi mulai dari (20-100) meter serta lebar terumbu karang ini bervariasi mulai dari 500 meter.

2.2 Kondisi terumbu karang Indonesia

Indonesia sebagai negara kepulauan tentunya memiliki ribuan pulau, hal ini dikarenakan dua pertiga wilayah Indonesia ditutupi air. Pertumbuhan terumbu karang sangat pesat di Indonesia dikarenakan iklim yang mendukung. Indonesia diapit oleh dua samudera (Pasifik dan Hindia) dan dua benua (Australia dan Asia) yang menyebabkan topografi dasar perairan sangat beragam, mulai dari laut dangkalnya sampai dengan laut dalam (Soekarno, 1989).

Indonesia memiliki area terumbu karang terluas di kawasan Asia Tenggara. Indonesia ditutupi sekitar 18% terumbu karang dunia dan berada tepat di pusat segi tiga karang (*Coral Triangle*). Tingkat keanekaragaman karang di Indonesia sangat tinggi di dunia diperkirakan terdapat lebih dari 590 jenis (75% secara keseluruhan) yang telah teridentifikasi. Setidaknya terdapat 553 jenis karang *Scleractinian* yang ditemukan di Raja Ampat (Susanto, dkk., 2015).

Persebaran karang di Indonesia sangat luas dimulai dari Sabang hingga utara Jayapura. Ada daerah tertentu dimana karang tidak dapat tumbuh dengan baik dikarenakan faktor lingkungan yang tidak mendukung. Daerah sekitar Sulawesi, Maluku, Sorong, NTB, dan NTT merupakan daerah yang sangat baik untuk

pertumbuhan karang. Sebagai negara kepulauan mayoritas masyarakat Indonesia bergantung pada area pesisir. Terumbu karang sebagai salah satu ekosistem pesisir memiliki berbagai macam fungsi, selain fungsi biologis terumbu karang juga memiliki fungsi ekologis seperti melindungi pantai dari ancaman abrasi. Dari segi sosial ekonomi, pendapatan masyarakat pesisir dapat meningkat baik itu dari hasil perikanan maupun dari wisata bahari (Hadi, dkk., 2018).

2.3 Kepulauan Spermonde

Sulawesi Selatan sebagai provinsi yang memiliki banyak pulau-pulau kecil dengan garis pantai sekitar 2.500 km, mempunyai potensi keragaman jenis biota yang tinggi seperti halnya perairan-perairan lainnya di daerah tropis. Di Provinsi ini terdapat 3 gugusan pulau-pulau yang tersebar di sebelah Barat, Timur dan Selatan, yaitu Paparan Spermonde yang terletak di bagian Barat Sulawesi Selatan (Selat Makassar), Kawasan Pulau-Pulau Sembilan yang terletak di Teluk Bone dan Taman Nasional Laut Taka Bonerate yang terletak di sebelah Tenggara Pulau Selayar dan di sebelah Utara Pulau Flores (Litay dan Jompa, 2016).

Kepulauan Spermonde atau yang lebih dikenal dengan Kepulauan Sangkarang oleh masyarakat lokal, terdiri dari 120 pulau baik yang berpenghuni dan maupun tidak. Spermonde merupakan salah satu wilayah yang masuk di segitiga karang dunia (*coral triangle world*), dengan penyebaran terumbu karang yang cukup luas, yang terletak dalam wilayah perairan Selat Makassar merupakan kekayaan sumberdaya hayati yang potensial baik flora maupun fauna (Hasrun & Kasmawati, 2018).

Menurut Jompa, Kepulauan Spermonde memiliki 78 genera dan sub genera, dengan total spesies 262, dimana sekitar 80-87% terdapat di daerah terumbu terluar.

Namun dalam kurun waktu 12 tahun terakhir terjadi penurunan tingkat penutupan karang hidup dan keragaman jenis sebanyak 20%. Pada penelitian yang dilakukan Litaay dan Jompa menunjukkan terjadi penurunan tutupan terumbu karang dimana kondisi penutupan karang hidup rata-rata 25,2% di *reef edge* dan hanya sekitar 11,6% di *reef fop* (batas atas rataaan terumbu/*reef flat*). Kondisi karang yang kurang baik di daerah rataaan terumbu kebanyakan disebabkan oleh aktivitas manusia terutama pada saat air surut, seperti mendorong perahu, berjalan di atas karang dan membalik bongkahan karang batu untuk mencari teripang, gurita dan kerang-kerangan (Nuridin, dkk., 2013).

2.4 Pulau Satando

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Kabupaten Pangkep) yang merupakan salah satu Kabupaten yang masuk dalam daerah Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki banyak pulau. Terdapat sekitar 114 pulau-pulau kecil dimana 90 pulau memiliki penduduk (berpanghuni) dan 24 kecil tidak berpanghuni (kosong), yang memiliki luas keseluruhan pulau kecil 35.150 ha, luas laut 71.000 km², panjang garis pantai 250 km, dan luasan terumbu karang 36.000 km². Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh (Manuputty, 2012), diketahui terdapat sebanyak 98 jenis karang batu dari 15 suku yang pengambilan data di lakukan pada beberapa pulau yang terdapat di Kabupaten Pangkep, salah satunya Pulau Satando.

Pulau Satando memiliki tipologi pantai berpasir dan sedikit berbatu. Vegetasi yang mendominasi di Pulau Satando adalah pohon kelapa yang diselingi tumbuhan pantai lainnya. Panjang rataaan terumbu sekitar 750 meter ke arah laut (tubir). Lereng terumbu bagian atas cukup landai, ke arah bagian bawah lereng terumbu memiliki kemiringan sekitar 40°. Substrat perairan didominasi oleh pasir dan patahan karang.

Pada kedalaman 1-2 meter Pertumbuhan karang cukup terlihat padat dan semakin berkurang pada kedalaman berikutnya. Karang tumbuh dalam kelompok-kelompok kecil (*patches*) terutama dari pertumbuhan seperti bongkahan (*massive*) dan didominasi oleh *Porites lobata*, *Goniopora lobata* dan *Favia mathaii*. Di daerah ini ditemukan adanya sedimentasi yang menutupi sebagian koloni karang. Pertumbuhan karang masih ditemukan hingga kedalam 10 meter yang didominasi oleh *Montipora* sp. dan biota *Sponge*. Kelompok Non-*Acropora* mendominasi tutupan karang di Pulau Satando sebesar 42,83%. Nilai indeks keanekaragaman yang didapat 2,37 diikuti dengan nilai kekayaan jenis 3,25. Kondisi tutupan karang di stasiun ini masuk dalam kategori sedang (Manuputty, 2012).

2.5 Radionuklida

Unsur-unsur radionuklida yang ada di lingkungan dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar jika ditinjau dari proses terbentuknya, yaitu radionuklida alam dan radionuklida buatan yang sumbernya dibuat oleh manusia dengan sengaja dimana keduanya berperan sebagai sumber radiasi lingkungan. Radionuklida yang terbentuk sebagai akibat dari interaksi dengan radiasi kosmik disebut radionuklida kosmogenik.(Sofyan dan Akhadi, 2004).

Radiasi kosmik berasal dari angkasa luar yang terdiri dari partikel dan sinar berenergi tinggi (10¹⁷ eV) dan berinteraksi dengan inti atom stabil di atmosfer membentuk inti radioaktif seperti C-14, Be-7, Na-22, dan H-3. Dalam setiap proses peluruhan berantai dari radionuklida ini akan dipancarkan radiasi alpha, beta, dan gamma dengan berbagai tingkatan energi. Contohnya ¹⁴C yang dihasilkan oleh reaksi ¹⁴N (Alatas, dkk. 2009).

2.6 Penanggalan Radiokarbon

Penanggalan atau *dating* (menentukan umur suatu objek) secara radiometris adalah metode penanggalan yang didasarkan pada pengukuran radioaktivitas suatu unsur. Ada beberapa macam pertanggalan radiometris yang telah dikenal, antara lain metode pertanggalan U-Pb, U-Th, K-Ar (*potassium argon dating*), pertanggalan Rb-Sr, Sm-Nd, pertanggalan jejak belah (*fission track dating*), *thermoluminescence*, pertanggalan radiokarbon (*radiocarbon dating*), pertanggalan ^{210}Pb dan lain-lain. Metode pertanggalan radiokarbon mula-mula dikembangkan oleh para ilmuwan yang dipimpin oleh Profesor Willard F. Libby dari Universitas Chicago pada tahun 1952, beliau menerima Hadiah Nobel dalam bidang Ilmu Kimia pada tahun 1960 untuk penemuannya tersebut. Pada prinsipnya, metode penanggalan radiokarbon adalah metode penentuan umur suatu cuplikan yang didasarkan pada pengukuran aktivitas ^{14}C . Batas pengukuran pertanggalan radiokarbon adalah sampai dengan sekitar 45.000 tahun. Jenis obyek yang dapat ditentukan umurnya dengan metode pertanggalan radiokarbon adalah obyek lingkungan yang terkait dengan obyek penelitian berupa sisa habitat yang berada di sekitar obyek penelitian seperti: arang, kayu, karang, tanah (yang mengandung bahan organik), tulang dan lain-lain (Faisal, 2009).

Di alam terdapat 3 isotop karbon, yaitu ^{12}C (98,89%), ^{13}C (1,11%) keduanya termasuk ke kategori isotop stabil, sedang yang ketiga adalah ^{14}C (1×10⁻¹¹%) termasuk isotop tidak stabil dan bersifat radioaktif. Reaksi antara radiasi kosmik dengan nitrogen sehingga membentuk ^{14}C yang diproduksi di atmosfer paling atas. Radiokarbon ini dikombinasikan dengan oksigen yang kemudian membentuk karbon radioaktif dioksida yang dicampur secara seragam di atmosfer dan digabungkan ke dalam biosfer (mula-mula melalui fotosintesis) dan dipertukarkan dengan hidrosfer menghasilkan

radiokarbon yang berkeseimbangan (^{14}C yang meluruh akan seimbang dengan ^{14}C yang terbentuk). Ketika sebuah subsistem (pohon, kerang laut, dan lain lain) diisolasi dari sistem global (misalnya pohon ditebang, atau mati dan dikubur dalam tanah) kemudian tidak ada lagi radiokarbon yang ditambahkan padanya, maka aktivitas radiokarbon tersebut (sejumlah ^{14}C dalam subsistem atau obyek) mulai berkurang sesuai dengan hukum peluruhan radioaktif (Faisal, 2009).

Metode penanggalan radiokarbon adalah metode yang digunakan untuk mengetahui usia berbagai benda yang didasarkan pada hasil perhitungan aktivitas ^{14}C yang terkandung dalam benda tersebut atau didasarkan pada perbandingan banyaknya isotop radioaktif ^{14}C yang ada pada benda tersebut dengan sebuah sumber standar yang telah diketahui jumlah isotop radioaktifnya. Metode penanggalan radioaktif ini bisa digunakan untuk mengukur umur semua benda selama benda tersebut memiliki ^{14}C di dalamnya, baik benda organik maupun anorganik (Suci dkk., 2013).

Peluruhan ^{14}C menghasilkan ^{14}N stabil dengan memancarkan partikel β negatif melalui persamaan (Satrio dan Abidin, 2007):



dengan energi Q sebesar 156 keV. Menurut Rutherford, kecepatan peluruhan dari inti tidak stabil sebanding dengan jumlah inti atom yang ditinggal pada waktu t tertentu sesuai persamaan berikut.

$$-dN/dt = N\lambda \quad (2)$$

Setelah diintegrasi, diperoleh:

$$-\ln N = \lambda t + c \quad (3)$$

dengan c konstanta integrasi.

Pada saat $t = 0$, harga $N = N_0$ membentuk persamaan (3) menjadi:

$$C = -\ln N_0 \quad (4)$$

Substitusi persamaan (4) ke persamaan (3) menghasilkan:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (5)$$

Dengan, N = jumlah inti tidak stabil pada saat t

N_0 = jumlah inti stabil pada saat $t = 0$

2.7 Radioaktivitas

Radioaktivitas ditemukan pada tahun 1896 oleh fisikawan Prancis, Henri Becquerel dari kota Paris. Ini memberikan wawasan yang menarik tentang seberapa cepat dan mudah eksperimen fundamental dapat dilakukan 100 tahun yang lalu, dibandingkan dengan proses panjang penelitian ilmiah modern. Radioaktivitas adalah kemampuan inti atom yang tidak stabil untuk memancarkan radiasi dan berubah menjadi inti stabil, fenomena yang terjadi secara alami di sejumlah zat. Atom dari zat tersebut secara spontan memancarkan radiasi yang tidak terlihat tetapi energik, yang dapat menembus material yang tidak tembus cahaya ke cahaya tampak. Jumlah radioaktivitas dalam suatu sumber diukur dengan kecepatan atom mengalami disintegrasi radioaktif. Untuk menghormati penemu radioaktivitas, ini telah diberi nama satuan khusus Becquerel (Lawson, 1999).

Radioaktivitas zat radioaktif dapat ditentukan dengan cara pencacahan aktivitas dari radiasi alfa, beta, dan gamma yang dipancarkan oleh zat radioaktif tersebut. Dalam deteksi radiasi dikenal istilah laju cacah biasanya dinyatakan dalam satuan cacah per detik (cps) dan aktivitas dinyatakan dalam satuan becquerel atau sering kali dinyatakan dalam disintegrasi per detik (dps). Harga laju cacah tidak mencerminkan aktivitas yang sesungguhnya dari suatu sumber. Namun aktivitas dapat di pengaruhi oleh laju cacah, efisiensi deteksi dan harga intensitas mutlak untuk tenaga sinar gamma yang diukur (Nuraini, dkk., 2009).

2.7.1 Peluruhan Radioaktif

Peluruhan radioaktif adalah sebuah partikel yang menyebabkan reaksi nuklir spontan dan menghasilkan proses yang memancarkan sinar radioaktif. Satu inti atom yang tidak stabil (radioisotop atau inti radioaktif) secara spontan akan berubah menjadi inti atom lain yang lebih stabil sambil memancarkan energi radiasi. Jenis - jenis peluruhan radioaktif sebagai berikut (Alatas, dkk. 2009) :

a. Peluruhan Alpha (α)

Peluruhan alpha dominan terjadi pada inti tidak stabil yang relatif berat (nomor atom lebih besar dari 80). Dalam peluruhan ini akan dipancarkan partikel alpha (α), yaitu suatu partikel yang terdiri atas dua proton dan dua neutron. Inti atom yang melakukan peluruhan α akan kehilangan dua proton dan dua neutron.

b. Peluruhan Beta (β)

Peluruhan beta terjadi pada inti tidak stabil yang relatif ringan. Dalam peluruhan ini dipancarkan partikel beta yang mungkin bermuatan negatif (β^-) atau bermuatan positif (β^+). Partikel β^- identik dengan elektron sedangkan partikel β^+ identik dengan elektron yang bermuatan positif atau positron. Dalam proses peluruhan β^- terjadi perubahan neutron menjadi proton di dalam inti atom. Sedangkan dalam proses peluruhan β^+ terjadi perubahan proton menjadi neutron di dalam inti atom.

c. Peluruhan Gamma (γ)

Berbeda dengan dua jenis peluruhan sebelumnya, peluruhan gamma tidak menyebabkan perubahan nomor atom maupun nomor massa, karena radiasi yang dipancarkan dalam peluruhan ini berupa gelombang elektromagnetik (foton).

Tabel 1. Jenis peluruhan radioaktif (Wiyatmo, 2006).

Peluruhan	Transformasi	Contoh
Peluruhan Alfa	${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$	${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$
Peluruhan Beta	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + e^-$	${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + e^-$
Peluruhan Gamma	${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$	${}^{87}_{38}Sr^* \rightarrow {}^{87}_{38}Sr + \gamma$

Catatan: * Menunjukkan keadaan nuklir tereksitasi dan γ menyatakan foton sinar gamma.

2.7.2 Waktu Paruh

Perhitungan waktu peluruhan radioisotop untuk mencapai aktivitas yang diinginkan berdasarkan waktu paruh. Waktu paruh ($t_{1/2}$) suatu radioisotop adalah waktu yang diperlukan radioisotop untuk meluruh menjadi setengahnya (Kristiyanti, dkk, 2009).

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} \quad (6)$$

dimana :

A_t = aktivitas pada saat t $t_{1/2}$ = umur paro

A_0 = aktivitas mula-mula λ = tetapan peluruhan

Menurut Swandi, bahwa aktivitas zat radioaktif merupakan laju peluruhan inti radioaktif. Semakin besar aktivitas, semakin banyak inti yang meluruh per satuan waktu. Dimana aktivitas (A) merupakan perubahan jumlah (pengurangan) inti radioaktif yang meluruh setiap satuan waktu. Besarnya aktivitas zat radioaktif ditentukan oleh konstanta peluruhan (λ) yang menyatakan laju peluruhan tiap detik dan waktu paruh ($t_{1/2}$) (Rachma, dkk, 2019)

2.8 Absorpsi CO₂

Metode penentuan umur menggunakan ¹⁴C selama ini dilakukan dengan cara mencacah C₆H₆ dengan pencacah sintilasi cair, mencacah Karbon dalam bentuk *grafit*

dengan *Accelerator Mass Spectrometry*, dan mencacah CH_4 dengan *Mini Gas Proportional Spectrometry*. Kedua metode ini dilakukan dengan preparasi sampel yang cukup rumit, membutuhkan waktu yang panjang, dan memerlukan keterampilan teknis yang mumpuni sehingga untuk penelitian hidrologi khususnya dianggap tidak ekonomis dan efisien, karena hanya dapat dianalisis satu sampel sehari. Metode absorpsi CO_2 sebagai suatu metode alternatif yang pada dua dekade terakhir ini mulai digunakan. Kemudian dilakukan perbandingan antar metode sintesis benzena dan absorpsi CO_2 yang meliputi cacahan latar belakang, standar, jangkauan umur, aktivitas dan biaya bahan atau komponen (Qureshi dkk.,1989).

Metode absorpsi CO_2 telah digunakan sejak akhir 1980-an untuk analisis berbagai jenis sampel dengan aktivitas tingkat tinggi dan rendah dalam berbagai aplikasi. Pengembangan pertama memilih untuk penelitian air tanah, kemudian digunakan untuk analisis lingkungan dan arkeologi. CO_2 yang dianalisis berasal dari pengasaman karbonat (Cangkang, karang, dan karbondioksida) dan pembakaran sampel organik (kayu, arang, gambut) (Canducci, 2013).

Metode absorpsi CO_2 disebut juga sebagai metode *direct counting* $^{14}\text{CO}_2$, karena kandungan ^{14}C dalam CO_2 langsung dicacah dengan pencacah sintilasi cair. Preparasi sampel dengan metode ini melibatkan pemakaian bahan kimia penyerap CO_2 yang pada umumnya tersedia dalam bentuk larutan *Carbosorb* dan larutan sintilasi *Permafluor-V*, keduanya dari perusahaan Packard Co. Penyerap yang biasa digunakan untuk metode ini ialah Carbosorb Perkin Elmer yang secara kimiawi mampu menyerap 4,8, Mm CO_2 untuk 1 mL pelarut. Akan tetapi, saat ini perusahaan tersebut sudah tidak lagi memproduksi kedua bahan ini, sehingga laboratorium ^{14}C di beberapa negara mengembangkan sendiri pengganti bahan-bahan kimia tersebut (Lee, dkk., 1997).

2.9 Liquid Scintillation Counting (LSC)

Liquid scintillation counter (LSC) merupakan teknik yang sudah populer untuk mendeteksi dan mengukur jumlah radioaktivitas (aktivitas ^{14}C) dari radionuklida sejak tahun 1950-an. Metode *Liquid scintillation counter* (LSC) menggunakan sample radioaktivitas yang dimasukkan dalam vial sintilasi dan ditambahkan dengan campuran scintillator khusus. Campuran scintillator yang biasa disebut koktail terdiri dari pelarut DIN (Diisopropylnaftalene) atau linier alkilbenzene dengan zat terlarut fluor seperti 2,5-diphenyloxazole (PPO) dengan konsentrasi pada larutan antara 2-10 g/L (L'Annunziata, 2012).

Keuntungan utama LSC adalah efisiensi penghitungan tinggi (hingga 99,9%), relatif sederhana prosedur untuk persiapan target, dan fitur yang akan diperoleh spektrum beta sampel. Teknik pengukuran ini masih merupakan metode radiometrik utama dalam penentuan beta yang memancarkan radionuklida, terutama yang beremisi rendah partikel beta energi dan membusuk dengan penangkapan elektron, dan masih merupakan metode kompetitif dibandingkan dengan spektrometri massa untuk radionuklida berumur pendek ($t^{1/2} < 100$ tahun). Kemajuan besar pada instrumentasi LSC di dekade terakhir adalah komersialisasi *triple-to-double coincidence ratio* (TDCR) teknik LSC, yang membuat teknik ini menjadi metode pengukuran radionuklida pemancar beta. Metode LSC berbasis TDCR telah dilaporkan sekitar tahun 1980-an. TDCR LSC (Hidex 300 SL) diperkenalkan oleh Hidex Oy pada tahun 2008. Instrumen Hidex 300SL juga telah diselidiki dan bekerja dengan baik untuk mengukur aktivitas ^{14}C dalam standar pendinginan dengan tingkat aktivitas yang tinggi (Hou, 2018).

Prinsip pada metode analisis LSC adalah dengan mengukur jumlah cahaya yang di emisikan dari larutan scintillator akibat berinteraksi dengan partikel radiasi beta. Interaksi dari peluruhan partikel beta dengan koktail akan mengemisikan photon cahaya pada panjang gelombang sekitar 375-430 nm untuk setiap peluruhan. Photon cahaya kemudian akan ditangkap detektor tabung Photomultiplier untuk digandakan menjadi aliran elektron dan diubah menjadi sinyal elektronik amplifier. Analisis menggunakan *Liquid Scintillation Counter* (LSC) memungkinkan untuk mendeteksi dan menentukan jumlah dari radiasi α dan β yang dipancarkan dari radionuklida. Dalam sistem pengukuran menggunakan LSC tidak terjadi penyerapan radiasi oleh medium sampel itu sendiri karena sampel dilarutkan secara homogen dalam campuran yang terdiri dari pelarut dengan sintilator cair. Dengan sistem yang homogen tersebut memungkinkan sample radionuklida dapat berinteraksi secara langsung dengan sintilator cair (L'Annunziata, 2012).

Pemantauan ^{14}C dalam sampel lingkungan sangat penting karena waktu paruh yang lama, mobilitas yang tinggi dalam sistem geologi, dan tingkat penyerapannya yang tinggi dalam rantai makanan. Aktivitas ^{14}C hadir dalam sampel dalam ekosistem laut (terumbu karang) diukur baik menggunakan *Liquid Scintillation Counter* (LSC) atau dengan penghitung proporsional gas tetapi, LSC lebih disukai karena teknik persiapan sampelnya yang sederhana. Analisis ^{14}C dapat juga ditentukan dengan menggunakan *Accelerator Mass Spectrometry* (AMS) untuk aktivitas tingkat sangat rendah, tetapi biayanya sangat mahal (Arun, dkk., 2019).