

Skripsi

**PENENTUAN UMUR TERUMBU KARANG DI PULAU BADI KEPULAUAN
SPERMONDE MELALUI PENGUKURAN AKTIVITAS ^{14}C DENGAN METODE
LSC (*LIQUID SCINTILLATION COUNTING*)**

ANDI BESSE KHAERUNNISA

H031 17 1001



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

**PENENTUAN UMUR TERUMBU KARANG DI PULAU BADI KEPULAUAN
SPERMONDE MELALUI PENGUKURAN AKTIVITAS ^{14}C DENGAN 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*

ANDI BESSE KHAERUNNISA

H031171001

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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

***PENENTUAN UMUR TERUMBU KARANG DI PULAU BADI KEPULAUAN
SPERMONDE MELALUI PENGUKURAN AKTIVITAS ¹⁴C DENGAN METODE
LSC (LIQUID SCINTILLATION COUNTING)***

Disusun dan diajukan oleh

**ANDI BESSE KHAERUNNISA
H311 17 1001**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada 11 Januari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

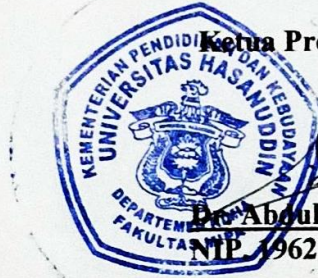
Pembimbing Pertama

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

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

Ketua Program Studi,

**Prof. Aboul Karim, M.Si
NIP. 19620710198803 1 002**



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Besse Khaerunnisa

NIM : H031171001

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya yang berjudul **Penentuan Umur Terumbu Karang di Pulau Badi Kepulauan Spermonde melalui Pengukuran Aktivitas ^{14}C dengan 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, 11 Januari 2022
Yang membuat pernyataan



Andi Besse Khaerunnisa

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim.....

Segala puji hanya bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, taufik dan hidayah-Nya yang tiada terkira besarnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian dengan judul “**Penentuan Umur Terumbu Karang Di Pulau Badi Kepulauan Spermonde Melalui Pengukuran Aktivitas ^{14}C Dengan Metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*)**”.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, manusia terbaik sepanjang masa, yang telah menjadi guru terbaik dan menjadi suri tauladan bagi umat Islam di seluruh dunia.

Penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada ayahanda **Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc.**, selaku Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik dan ayahanda **Dr. Maming, M.Si.**, selaku Pembimbing Pertama yang menjadi orangtua di kampus dan senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing dan memberikan arahan yang baik sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Kepada kedua orangtua saya, ayahanda (alm) **Andi Nurdin Wawo** dan ibunda **Nasra Sanusi**, terima kasih untuk setiap kasih sayang, semangat, perhatian, dukungan baik moril maupun materil, dan untuk setiap doa yang senantiasa dan tak henti-hentinya diberikan kepada saya. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, karunia, dan keberkahan bukan hanya di dunia tapi juga di akhirat In Syaa Allah. Aamiin. Terima kasih pula kepada kakak

saya, **A. Muh. Miftachul Fitra** yang senantiasa memberikan semangat dan doa kepada saya.

Penulis juga tak lupa mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda **Dr. Eng Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta semua staf pegawai.
2. Ayahanda **Drs. Abd. Karim, M.Si.**, selaku Ketua Departemen Kimia, Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si.**, selaku Sekretaris Departemen Kimia dan semua dosen-dosen kimia serta staf pegawai yang telah membantu proses perkuliahan selama ini.
3. Ibunda **Prof. Dr. Nunuk Hariani Soekamto., MS** Dan Ibunda **Dr. Nur Umriani Permatasari, S.Si, M.Si**, selaku dosen penguji ujian Sarjana Kimia.
4. Analis Laboratorium **Kak Tenri, Kak Fibhy, Kak Linda, Kak Anti, Ibu Tini, Pak Sugeng, dan Pak Iqbal**. Terkhusus untuk **Kak Tenri dan Kak Faaizah**, terima kasih atas segala saran-saran dan bantuan untuk pengerjaan penelitian ini.
5. Saudara-saudaraku penghuni grup “**Pejuang Skripsi**”, **Ayu Adrianti, Annisa Pradaka, dan Hikayana**, terima kasih atas rasa kebersamaan dan saling menguatkan dalam proses pencapaian gelar sarjana. Terima kasih. Semoga Allah SWT, senantiasa memberikan keberkahan dalam hidup kalian dan dimudahkan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsinya.
6. Saudara-saudaraku “**ALIFATIK 2017**” kalian adalah saudara seperjuangan. Terima kasih untuk hari-hari yang telah kita lalui bersama dalam suka maupun duka. Kalian adalah kenangan yang takkan mungkin saya lupakan. Terkhusus

kepada penghuni lantai 4 dan lantai 3, **Nur Afifah Zahrah, S.Si, Andrian Nardus Yoel, S.Si, Sultan, S.Si, Muh. Amrullah, S.Si, Yosua Tanzil, S.Si, Hendrianus Layuk Ada', S.Si, Mohammad Arfadillah Rustam, Syamsuriadi, Moelkhaiva M.** terima kasih atas semua dorongan semangatnya. Semoga bernilai ibadah.

7. Saudara-saudaraku yang senantiasa menemani saya sampling ke pulau dan menginap di kampus demi menyelesaikan penelitian ini, **Merlin Patabang, Winisty, Riska, Nurhaini, S.Si, Hasanuddin, Yohanes Yoseph Deo, Mohammad Nursalim, Wahyudin Rauf, dan Anas**, terima kasih telah meluangkan waktu dan bersedia direpotkan oleh saya. Semoga bernilai ibadah dan dimudahkan penelitiannya.
8. Organisasi “**Keluarga Mahasiswa Kimia FMIPA Unhas**” yang telah menjadi wadah bagi saya mengembangkan pengetahuan di luar ilmu perkuliahan, dan kakak - kakak angkatan 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, dan adik-adik, 2018, 2019, 2020, terkhusus untuk kak **Abdullah Irfan dan Zulfajri** yang senantiasa berbagi ilmu pengetahuan dan pengalamannya.
9. Saudara-saudaraku “**MIPA 2017**” kalian sungguh luar biasa. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini, salam, Use your mind be the best! Saya bangga menjadi anak MIPA!
10. Terakhir penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu, terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis. Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada orang-orang yang turut bersuka cita atas keberhasilan penulis menyelesaikan skripsi ini. Alhamdulillah

Penulis sadar bahwa skripsi ini tidak sempurna dan banyak kekurangan baik materi maupun teknik penulisannya, karena sejatinya kesempurnaan hanyalah milik Allah. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan kritikan yang bersifat membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja dalam pengembangan ilmu pengetahuan kimia khususnya bidang Kimia Radiasi.

Makassar, 12 Desember 2021

Penulis

ABSTRAK

Penanggalan radiokarbon dapat dimanfaatkan untuk mengetahui umur terumbu karang di Kepulauan Spermonde menggunakan metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas spesifik ^{14}C dan menentukan umur terumbu karang di Kepulauan Spermonde. Sampel terumbu karang yang dianalisis merupakan terumbu karang di Pulau Badi. Preparasi sampel dilakukan secara fisik dan kimia. Preparasi secara kimia menggunakan campuran NaOH dengan H_2O_2 30% dilanjutkan dengan campuran HClO_4 dengan H_2O_2 30%, dan terakhir dengan larutan HCl hingga menghasilkan sampel yang bersih dengan pengurangan bobot 10,102%. Absorpsi CO_2 melalui reaksi dengan HCl 10% dan KOH sebagai *Carbosorb*, menghasilkan K_2CO_3 . Karbon total dalam larutan sampel adalah 0,1872 gram didapatkan melalui metode titrasi. Penentuan umur didasarkan pada pengukuran aktivitas spesifik sampel yang diperoleh dari hasil cacahan menggunakan LSC (*Liquid Scintillation Counter*) Hidex 300 SL. Aktivitas spesifik sampel adalah $14,957 \pm 2,4928$ DPM/gC. Umur sampel terumbu karang yang dihitung dari aktivitas spesifik adalah $187,472 \pm 29,9438$ tahun.

Kata kunci: Aktivitas spesifik; LSC (*Liquid Scintillation Counting*); penanggalan radiokarbon; terumbu karang.

ABSTRACT

Radiocarbon dating can be used to determine the age of coral reefs in the Spermonde Islands using the LSC (*Liquid Scintillation Counting*) method. The study aimed to determine the specific activity of ^{14}C and determine the age of coral reefs in the Spermonde Islands. This research used a sample of coral reefs taken from the Badi Island, Spermonde Islands. This research has been carried out using sample preparation with physics and chemicals. Chemical preparation was carried out using a mixture of NaOH with H_2O_2 30%, followed by a mixture of HClO_4 with H_2O_2 30%, and HCl solution to produce a clean sample with a weight reduction of 10,102%. Absorption of CO_2 through reaction with HCl 10% and KOH as *Carbosorb* produced K_2CO_3 . The total carbon in the sample solution is 0,1872 grams obtained through the titration method. Radiocarbon dating method based on the measurement of the specific activity of the samples obtained from the results of counts LSC hidex 300 SL. The specific activity of the coral sample is $14,957 \pm 2,4928$ DPM/gC. The age of the coral sample, which was calculated from the specific activity, was $187,472 \pm 29,9438$ years.

Keywords: Specific activity; coral reef; LSC (*Liquid Scintillation Counting*); radiocarbon dating.

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kepulauan Spermonde.....	6
2.2 Terumbu Karang.....	7
2.3 Karbon.....	10
2.4 Radiokarbon.....	12
2.5 Radioaktivitas.....	14

2.6	Absorpsi CO ₂	16
2.7	Liquid Scintillation Counting	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Bahan Penelitian	20
3.2	Alat Penelitian.....	20
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.4	Prosedur Penelitian	20
3.4.1	Pengambilan Sampel Terumbu Karang.....	20
3.4.2	Pencucian Sampel Terumbu Karang	21
3.4.3	Ekstraksi Karbonat dari Terumbu Karang.....	22
3.4.4	Pengukuran Aktivitas ¹⁴ C dalam Sampel Terumbu Karang dengan LSC Hidex 300 SL	23
3.4.5	Perhitungan Umur Sampel Terumbu Karang.....	24
3.4.6	Parameter Lingkungan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Pengambilan Sampel.....	27
4.2	Pencucian Sampel	28
4.3	Preparasi Sampel Karang.....	29
4.4	Penentuan Total Karbon	30
4.5	Pengukuran Aktivitas ¹⁴ C dalam Sampel dengan Terumbu Karang LSC Hidex	31
4.6	Pengukuran Aktivitas ¹⁴ C dalam <i>Background</i> dengan Terumbu Karang LSC Hidex	34
4.7	Aktivitas Spesifik ¹⁴ C pada Sampel	37
4.8	Perhitungan Umur Sampel.....	38
4.9	Parameter Lingkungan.....	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Polip dan skeleton karang	7
2. Bentuk terumbu karang sesuai teori penenggelaman.....	8
3. Proses pembentukan dan perjalanan radionuklida ^{14}C dalam lingkungan.....	11
4. Alat LSC Hidex 300 SL	18
5. Sampel terumbu karang.....	27
6. Grafik hubungan hasil DPM dan CPM sampel terhadap waktu	33
7. Proses pencucian karang secara kimia	60
8. Proses absorpsi CO_2	60
9. Pengukuran aktivitas karbon menggunakan LSC Hidex 300 SL.....	60
10. Larutan sampel sebelum dititrasi	60
11. Larutan sampel setelah dititrasi.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Empat deret radioaktif.....	14
2. Jenis peluruhan radioaktif	15
3. Data hasil pencacahan penentuan waktu optimum sampel terumbu karang Pulau Badi Kepulauan Spermonde dengan perangkat LSC Hidex 300 SL dalam rentang waktu cacahan 5-240 menit.....	31
4. Data hasil pencacahan sampel menggunakan perangkat LSC Hidex 300 SL selama 240 menit dengan 10 kali pengulangan	34
5. Data hasil pencacahan penentuan waktu optimum <i>background</i> dengan perangkat LSC Hidex 300 SL dalam rentang waktu cacahan 5-240 menit	35
6. Data hasil pencacahan <i>background</i> menggunakan perangkat LSC Hidex 300 SL selama 120 menit dengan 10 kali pengulangan	36
7. Data Hasil Pengamatan Parameter Lingkungan di Perairan Badi, Kepulauan Spermonde	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Bagan kerja pencucian sampel terumbu karang	48
2. Bagan kerja preparasi sampel.....	49
3. Penentuan total karbon sampel dengan metode titrasi.....	50
4. Bagan kerja pencacahan sampel terumbu karang	51
5. Parameter Lingkungan	52
6. Perhitungan bobot sampel yang hilang pada saat pencucian	53
7. Perhitungan total karbon sampel terumbu karang.....	54
8. Perhitungan aktivitas spesifik ^{14}C dalam sampel terumbu karang.....	55
9. Perhitungan umur terumbu karang dengan persamaan laju peluruhan radiokarbon	56
10. Perhitungan standar deviasi dari aktivitas spesifik dan umur sampel terumbu karang	57
11. Peta lokasi pengambilan sampel	59
12. Dokumentasi gambar	60

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

^{12}C	=	Karbon-12
^{13}C	=	Karbon-13
^{14}C	=	Karbon-14
CPM	=	<i>Counts per Minute</i>
DPM	=	<i>Disintegrations per minute</i>
LBC	=	<i>Low Background Counter</i>
LSC	=	<i>Liquid Scintillation Counting</i>
PMT	=	<i>Photo Multiplier Tube</i>
TDCR	=	<i>Triple To Double Coincidence Ratio</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai dua pertiga dari wilayahnya berupa lautan, dan memiliki 17.504 pulau. Indonesia sebagai negara kepulauan yang hampir seluruh wilayah perairannya terdapat banyak selat (Soemarmi dkk., 2019). Salah satunya yaitu selat Makassar yang mempunyai gugusan pulau-pulau kecil di antaranya kepulauan Spermonde yang berada di bagian barat Sulawesi (Agus dkk., 2019).

Kepulauan Spermonde yang disebut juga Sangkarang merupakan contoh lokasi yang memiliki terumbu karang di selat Makassar dan lokasinya mulai dari arah utara ke selatan, mengikuti garis pantai barat daratan utama Provinsi Sulawesi Selatan (Nurdin, 2020). Nama Spermonde berasal dari bahasa Belanda, yakni dari kata *sperm* (sperma), karena jika dilihat dari atas pulau ini akan nampak seperti sperma yang berjejer (Chandra, 2013). Kawasan terumbu karang ini berkembang mulai dari Kabupaten Takalar hingga ke Kabupaten Pangkep di utara yang memiliki luas perairan sekitar 40-50 km² (Nurdin, 2020).

Menurut Badan Pusat Statistik (2019), total pulau-pulau kecil yang berada di sebelah barat daratan utama terdiri dari 149 pulau. Secara administratif terdiri dari 115 pulau di Kabupaten Pangkep, 12 pulau di Kota Makassar, 9 pulau di Kabupaten Takalar, dan 13 pulau di Kabupaten Barru. Pulau-pulau kecil di Kepulauan Spermonde dibagi berdasarkan jarak pulau-pulau kecil dari daratan utama terdekat Sulawesi Selatan bagian barat. Pembagian pulau-pulau kecil ini adalah pulau-pulau yang berada dekat dari daratan utama berjarak kurang dari

10 km disebut zona dekat, zona sedang berjarak 10-20 km dan zona jauh berjarak lebih dari 20 km (Nurdin, 2020).

Pulau Badi termasuk contoh wilayah terumbu karang yang letaknya di Provinsi Sulawesi Selatan tepatnya di Kabupaten Pangkajene Kepulauan. Daerah ini juga diketahui sebagai tempat pariwisata, utamanya pada wisata selam. Nelayan di daerah ini juga mendayagunakan ekosistem terumbu karang untuk melengkapi kelangsungan hidup sehari-hari (Tudang dkk., 2019).

Terumbu karang merupakan endapan masif, berupa kalsium karbonat (CaCO_3), yang terbuat dari hewan karang *Cnidaria* yang bersimbiosis dengan *Zooxanthella*. Karang mempunyai ragam wujud perkembangan koloni yang sangat bergantung pada keadaan kawasan perairan, misalnya intensitas sinar matahari, *subaerial exposure*, sedimen, hidrodinamis (arus serta gelombang), kemudahan akses bahan makanan, serta faktor genetik (Arisandi dkk., 2018). Selama proses pertumbuhan akan terbentuk lingkaran tahunan (*annual band*) yang merupakan kerangka (*skeleton*) terumbu karang yang dipakai untuk skleokronologi. Pada proses pembentukan kerangka karang juga terdapat proses inkorporasi antara isotop dan aspek-aspek yang menggambarkan keadaan lingkungan di sekitar air laut (Arman dkk., 2013).

Penentuan usia terumbu karang pada perairan mempunyai kegunaan yang sangat beragam, dengan mengenali usia terumbu karang tersebut dapat dipastikan evolusi (proses) pembuatan dari pulau yang bersangkutan (Yulianti dan Akhadi, 2005). Terumbu karang juga dapat memberikan informasi paleoklimatologi untuk rekonstruksi perubahan iklim masa lampau (Arman dkk., 2013). Di samping itu, penentuan umur terumbu karang juga dapat

digunakan untuk mengetahui umur radiokarbon nyata air permukaan laut (Yuliati dan Akhadi, 2005).

Penentuan usia terumbu karang bisa dicoba dengan memanfaatkan metode penanggalan radioaktif. Cara ini bersumber pada perhitungan aktivitas ^{14}C yang masih terdapat pada sampel (Faisal, 2009). Untuk memastikan aktivitas ^{14}C yang terdapat pada sampel dibutuhkan alat pencacah radiasi energi rendah, yakni pencacah sintilasi cair (*Liquid Scintillation Counter*), di mana peranan Pencacah Sintilasi Cair ini untuk mengukur radiasi α serta β yang dipancarkan oleh sampel yang memiliki ^{14}C (Yuliati dan Akhadi, 2005).

Keunggulan dari metode LSC adalah mudah digunakan dalam persiapan sampel, pemrosesan data, dan kemampuan spektrometer untuk menganalisis nuklida yang berbeda secara bersamaan, pengukuran geometris penghitungan dapat mencapai efisiensi sekitar 99,99% (Amri dkk., 2019). Seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Jauhari dan Maming (2014), yang mengaplikasikan metode LSC untuk menganalisis sampel karang laut di pulau Lanjukang, diperoleh aktivitas spesifik ^{14}C sebesar $15,3 \pm 0,1$ DPM/gC dan umur terumbu karang sebesar 669,484 tahun. Beberapa penelitian lainnya tentang penentuan umur terumbu karang juga pernah dilakukan, misalnya Firman dkk., (2008), melakukan penelitian tentang aktivitas ^{14}C pada terumbu karang di pulau Kayangan, diperoleh aktivitas spesifik ^{14}C sebesar 14,7361 DPM/gC dan umur terumbu karang sebesar 310,39 tahun. Sedangkan pada penelitian Amri dkk., (2019), melakukan penelitian tentang penentuan umur terumbu karang di Pulau Selayar dengan metode LSC dengan umur yang diperoleh pada sampel sebesar 1971,728 tahun.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan di Pulau Badi Kabupaten Pangkajene Kepulauan untuk mengumpulkan data umur terumbu karang di Kepulauan Spermonde. Penelitian ini akan menerapkan metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*) untuk menentukan usia terumbu karang laut yang didasari oleh pengukuran aktivitas ^{14}C yang dimiliki oleh sebuah sampel.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, antara lain:

1. bagaimana aktivitas spesifik ^{14}C pada sampel terumbu karang (*Acropora loripes*) menggunakan metode *Liquid Scintillation Counting* (LSC)?
2. berapa umur terumbu karang (*Acropora loripes*) di Pulau Badi Kabupaten Pangkajene Kepulauan melalui pengukuran aktivitas ^{14}C menggunakan metode *Liquid Scintillation Counting* (LSC)?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah menentukan pengukuran aktivitas spesifik ^{14}C pada penentuan umur terumbu karang di Pulau Badi Kepulauan Spermonde menggunakan alat pencacah LSC Hidex 300 SL berdasarkan proses peluruhan ^{14}C dalam sampel terumbu karang.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah:

1. menentukan aktivitas spesifik ^{14}C pada penentuan umur terumbu karang di Pulau Badi Kepulauan Spermonde menentukan umur sedimen melalui metode LSC.

2. menentukan umur terumbu karang di Pulau Badi Kepulauan Spermonde melalui metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi dan pengetahuan tentang penentuan umur terumbu karang di Pulau Badi Kepulauan Spermonde berdasarkan pengukuran aktivitas spesifik ^{14}C dengan metode *Liquid Scintillation Counting* (LSC).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

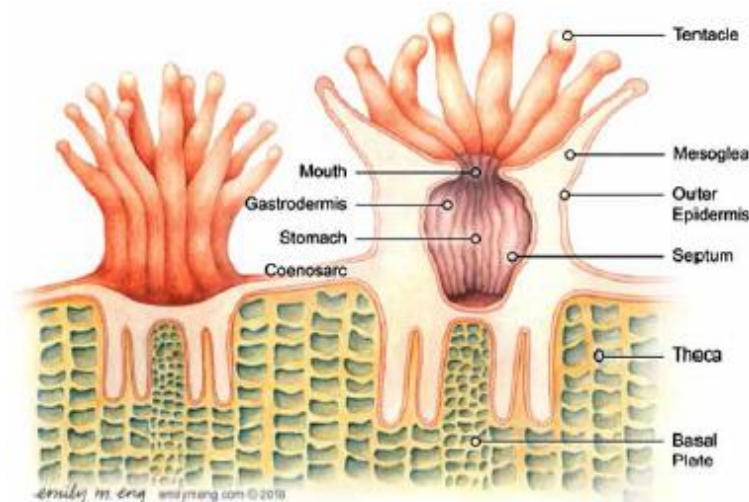
2.1 Kepulauan Spermonde

Kepulauan Spermonde (*Spermonde shelf*) terletak di pesisir barat daya Pulau Sulawesi, tepatnya di wilayah selatan Selat Makassar (Jompa dkk., 2010). Gugusan Kepulauan Spermonde terbentang di antara perbatasan laut Pare-pare dan Barru ke arah Selatan hingga masuk ke Kepulauan Selayar. Kepulauan Spermonde juga dikenal oleh penduduk pulau sebagai pulau-pulau Sangkarang memiliki \pm 121 pulau. Pemetaan Kepulauan Spermonde terbagi ke dalam empat wilayah yang terletak dari utara ke selatan. (Marzuki, 2018).

Pengelompokan zona distribusi terumbu karang tersebut, sering dimanfaatkan sebagai acuan pada studi yang berhubungan dengan terumbu karang di wilayah kepulauan tersebut. Zona pertama atau zona bagian dalam adalah wilayah yang paling dekat dengan pantai daratan utama Pulau Sulawesi, dengan kedalaman laut kurang lebih 10 m serta pasir berlumpur sebagai mayoritas substrat dasar. Zona kedua dengan kedalaman laut rerata 30 m berlokasi sekitar 5 km dari daratan Sulawesi dan terdapat beraneka ragam pulau karang. Zona ketiga dimulai pada titik 12,5 km dari pantai Sulawesi dengan kedalaman laut antara 20-50 m. Pada zona terdapat banyak wilayah terumbu karang yang masih tenggelam, sementara zona keempat atau zona terluar adalah zona terumbu penghalang (*barrier reef zone*) dan terletak 30 km dari daratan utama Sulawesi. Di sisi timur pulau-pulau karang ini kedalaman lautnya berjarak 40-50 m; sementara di sisi barat mampu mencapai kedalaman lebih dari 100 m (Marzuki, 2018).

2.2 Terumbu Karang

Karang umumnya memiliki bentuk koloni yakni kumpulan dari beberapa individu. Satu individu karang diwakilkan oleh satu polip yang memiliki saluran pencernaan sederhana dan 3 lapisan tubuh. Organ tersebut menyokong seluruh jaringan dari polip. Polip memiliki kerangka kapur yang terbentuk dari hasil sekresi. Kerangka kapur tersebut terendapkan lalu membuat alur/pola yang berbeda untuk setiap jenisnya. Bentuk serta pola dari kerangka kapur inilah yang dijadikan sebagai acuan untuk memberikan nama bagi karang secara sederhana. Hal tersebut juga dipergunakan untuk karang yang *soliter* (hanya terdiri atas satu polip saja) (Hadi dkk., 2018).



Gambar 1. Polip dan Skeleton Karang (Hadi dkk., 2018)

Sebagai hewan, karang mendapatkan energi dari bahan makanan yang ditangkap oleh tentakel-tentakel di sekitar mulutnya. Selain itu, akibat proses evolusi yang memakan waktu, karang bersimbiosis dengan alga bersel satu (*Symbiodinium*) yang dapat berfotosintesis sehingga karang bisa mendapatkan lebih banyak energi dengan memanfaatkan sinar matahari. Melalui metode tersebut, karang dapat bertumbuh serta berkembang dengan baik. Saat kondisi

normal, karang mampu bertumbuh hingga kurang lebih 2 cm setiap tahunnya bagi karang masif serta 10 cm bagi karang bercabang (Hadi dkk., 2018).

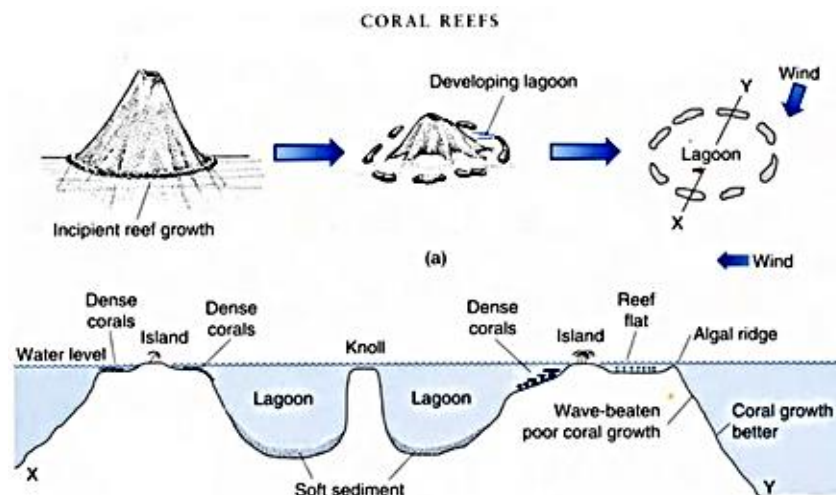
Secara harfiah terumbu karang dapat dijelaskan sebagai struktur di dasar laut berupa deposit kalsium karbonat yang dihasilkan oleh hewan karang. Karang merupakan hewan yang tidak memiliki tulang belakang dan termasuk dalam filum *Coelenterata* (hewan berongga) atau *Cnidaria*. Karang (*coral*) mencakup karang dari ordo *Scleractinia* dan sub kelas *Octocorallia* (kelas *Anthozoa*) maupun kelas *Hydrozoa*. Satu individu karang atau disebut polip karang mempunyai ukuran yang berbeda-beda mulai dari yang paling kecil 1 mm hingga yang paling besar yakni melebihi 50 cm. Umumnya polip karang memiliki ukuran yang kecil (Zurba, 2019).

Terumbu karang adalah suatu ekosistem kompleks dengan penyusun utamanya adalah biota penghasil kapur (khususnya karang) bersama biota lainnya yang berada pada kolom air serta dasar lautan. Keberadaan peristiwa akresi, erosi, sedimentasi, segmentasi, pembentukan kerangka kapur, serta pelekatan biota-biota karang ke substrat dasar perairan, yang terjadi secara terus menerus dalam waktu yang panjang akan membentuk terumbu karang. Terumbu karang merupakan habitat yang stabil sehingga banyak dijadikan sebagai tempat tinggal biota-biota yang kemudian bergabung sehingga membentuk suatu jaringan yang kompleks di mana terdapat hubungan antara suatu biota dengan biota lainnya selain karena aspek lingkungan (Hadi dkk., 2018).

Menurut proses geologi, adanya perubahan permukaan air laut, lokasi, serta tahapan proses pembentukan, terumbu karang bisa dikelompokkan menjadi tiga jenis yakni terumbu karang tepi atau pantai (*fringing reef*), terumbu karang penghalang (*barrier reef*) dan terumbu karang yang berbentuk cincin (*atoll*) dapat

dilihat pada Gambar 2. Terumbu karang tepi atau pantai (*fringing reef*) dapat ditemukan di sepanjang pantai hingga pada kedalaman 40 meter. Terumbu ini tumbuh ke arah permukaan (vertikal) dan ke arah laut lepas (horizontal) (Guntur dkk., 2018). Dalam proses perkembangannya, terumbu ini berbentuk melingkar yang ditandai dengan adanya bentukan ban atau bagian endapan karang mati yang mengelilingi pulau (Zurba, 2019) Sedangkan terumbu karang penghalang (*barrier reef*) merupakan karang yang tumbuh dan berkembang terpisah jauh dari daratan. Karang ini dipisahkan oleh laguna dengan kedalaman mencapai 40 meter sampai puluhan kilometer (Guntur dkk., 2018). Umumnya karang penghalang tumbuh di sekitar pulau sangat besar atau benua dan membentuk gugusan pulau karang yang terputus-putus (Zurba, 2019).

Terumbu karang yang berbentuk cincin (*atoll*) merupakan karang yang mempunyai bentuk melingkar seperti cincin yang bisa ditemukan dari perairan dalam dan terletak jauh dari daratan. Terumbu karang ini tidak dapat berkembang karena jauh dari daratan dan sangat dalam (Guntur dkk., 2018). Karang ini mengelilingi batas dari pulau vulkanik yang tenggelam sehingga tidak memiliki perbatasan dengan daratan (Zurba, 2019).

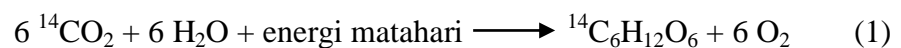


Gambar 2. Bentuk Terumbu Karang Sesuai Teori Penenggelaman (Guntur dkk., 2018)

Keanekaragaman, penyebaran, dan pertumbuhan karang tergantung pada lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap, akan tetapi sering kali berubah karena adanya gangguan, baik yang berasal dari alam atau aktivitas manusia. Faktor-faktor fisika-kimia yang diketahui dapat memberikan pengaruh terhadap kehidupan maupun laju perkembangan karang di antaranya adalah sedimen, pH, salinitas, suhu, serta cahaya matahari. Sementara faktor biologis umumnya berupa pemangsa/predatornya (Zurba, 2019).

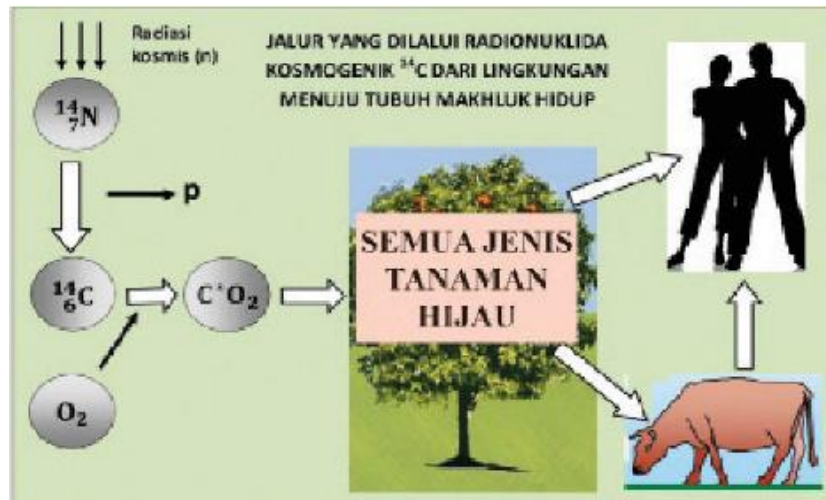
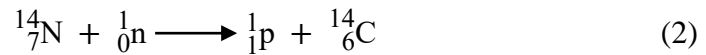
2.3 Karbon

Karbon merupakan unsur terpenting dalam menyusun bahan organik, karena hampir seluruh bahan kering tumbuhan tersusun atas bahan organik. Unsur karbon diperlukan oleh makhluk hidup sebagai salah satu unsur untuk membangun biomassa dalam tubuh dan merupakan sumber energi yang proses pembentukannya dilaksanakan oleh organisme yang memiliki zat hijau daun (klorofil). Pada proses fotosintesis, air serta gas karbondioksida (CO₂) yang diserap oleh tumbuhan dengan memanfaatkan sinar matahari akan diubah menjadi bermacam-macam unsur karbon sebagai penyimpanan energi dalam bentuk biomassa alga, tumbuhan, dan bakteri, contohnya karbohidrat atau zat pati (Ghafar dkk., 2018).



Atom karbon di alam tersusun dari tiga isotop, yaitu 98,89% dari jenis ¹²C, 1,11% dari jenis ¹³C, dan 1×10⁻¹¹% dari jenis ¹⁴C. Isotop ¹²C terdiri atas enam proton, enam neutron, dan enam elektron, sedangkan isotop ¹³C terdiri atas enam proton, tujuh neutron, dan enam elektron (Sastohamidjojo, 2018). Keduanya

termasuk kategori isotop stabil, sementara yang ketiga yakni ^{14}C termasuk isotop tidak stabil dan memiliki sifat radioaktif. Radiokarbon (^{14}C) dihasilkan pada atmosfer paling atas yakni dengan keberadaan interaksi antara nitrogen dengan radiasi kosmis yang mengakibatkan pembentukan ^{14}C (Faisal, 2009).



Gambar 3. Proses pembentukan dan perjalanan radionuklida ^{14}C dalam lingkungan (Akhadi, 2017).

Radiokarbon ini digabungkan dengan oksigen yang selanjutnya menyebabkan pembentukan karbon radioaktif dioksida yang dikombinasikan dengan identik di atmosfer kemudian disatukan ke dalam biosfer (awalnya melalui fotosintesis) kemudian dipertukarkan dengan hidrosfer dan membentuk radiokarbon yang berkelanjutan (karena ^{14}C yang terbentuk sebanding dengan ^{14}C yang meluruh). Saat suatu subsistem (kerang laut, pohon, dll.) diisolasi dari ekosistem global (contohnya pohon mati, ditebang, atau ditimbun dalam tanah) kemudian radiokarbon tidak lagi diberikan pada pohon tersebut, maka kadar radiokarbon organisme (sejumlah ^{14}C pada cuplikan atau subsistem) akan menurun seturut dengan hukum peluruhan radioaktif (Faisal, 2009).

2.4 Radiokarbon

Secara garis besar, radionuklida alamiah yang terdapat di sekitar manusia bisa dikategorikan menjadi radionuklida primordial dan radionuklida kosmogenik. Radionuklida primordial merupakan radionuklida yang tersusun pada permukaan bumi, sementara radionuklida kosmogenik tersusun akibat keberadaan interaksi nuklir antara atom-atom yang berada di atmosfer bumi dengan radiasi kosmis dari angkasa luar. Radionuklida kosmogenik memegang peranan penting karena mampu digunakan untuk penanggalan bahan-bahan yang memiliki kandungan senyawa organik yakni ^{14}C (Yuliati dan Akhadi, 2005).

Radionuklida kosmogenik memegang peranan yang penting karena kegunaannya untuk menanggalkan bahan-bahan yang memiliki kandungan senyawa organik ^{14}C . Penanggalan radiokarbon bertumpu pada peluruhan unsur radioaktif alam ^{14}C . Dalam suatu organisme (tumbuhan, hewan, maupun manusia) jumlah radionuklida kosmogenik ^{14}C selalu tetap, karena selain proses peluruhan atau pengeluaran, terjadi juga proses pemasukan yang terlaksana secara terus-menerus. Namun, setelah organisme tersebut mati, pemasukan ^{14}C ke dalam tubuhnya akan berhenti. Di satu sisi, karena sifat radioaktif yang dimiliki ^{14}C , maka akan terjadi proses peluruhan pada radionuklida dan mengakibatkan jumlahnya yang terus menurun seiring dengan berjalannya waktu. Jika suatu saat jasad organisme tersebut ditemukan dalam wujud fosil, maka usia dari fosil tersebut bisa diperoleh lewat pengujian kadar ^{14}C yang masih tersisa pada fosil tersebut (Alatas, 2015).

Proses peluruhan inti radioaktif selalu disertai dengan pelepasan radiasi yang membawa sejumlah energi. Inti ^{14}C meluruh menjadi inti atom nitrogen-14 (^{14}N)

sembari memancarkan radiasi beta murni berenergi rendah ($E_{\beta} : 0,115 \text{ MeV}$) dengan persamaan reaksi intinya (Akhadi, 2018).



Sebagai radionuklida, ${}^{14}\text{C}$ mempunyai umur paruh 5.730 tahun. Waktu paruh merupakan waktu yang dibutuhkan bagi suatu radionuklida agar dapat meluruh hingga setengah jumlah permulaan (Alatas, 2015). Metode untuk menentukan umur fosil lewat kadar radionuklida dikenal dengan penanggalan radioaktif (*radioactive dating*). Terkhusus untuk penanggalan dengan radionuklida ${}^{14}\text{C}$ lebih dikenal dengan istilah penanggalan radiokarbon (*radiocarbon dating*) (Akhadi, 2018).

Penanggalan fosil (tengkorak, kerangka manusia maupun binatang) dapat di data secara tidak langsung, yakni dengan menggunakan penanggalan arang sisa pengapian maupun senyawa organik lainnya yang didapati pada lapisan dimana fosil itu ditemukan. Penanggalan fosil menggunakan teknik tersebut bisa dilaksanakan dengan menghindari perusakan fosil itu sendiri. Para ilmuwan dapat memperkirakan secara lebih akurat sejak kapan organisme itu mati. Jika A_t menyatakan aktivitas atau kadar ${}^{14}\text{C}$ dalam sampel fosil saat ditemukan, dan A_0 menyatakan jumlah ${}^{14}\text{C}$ standar dalam makhluk hidup dari fosil tersebut, maka antara kedua besaran memiliki relasi sesuai dengan persamaan 4 (Akhadi, 2018).

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t} \text{ atau } A_0 = A_t e^{\lambda t} \quad (4)$$

dengan λ adalah konstanta peluruhan untuk ${}^{14}\text{C}$ yang nilainya $1,21 \times 10^{-4}$ /tahun. Oleh karena itu, dengan memperoleh data A_t dan A_0 , maka dari persamaan (4) dapat diperoleh persamaan baru untuk menyatakan usia fosil (t) sebagai berikut:

$$t = \frac{1}{1,21 \times 10^{-4}} \ln \frac{A_0}{A_t} \quad (5)$$

2.5 Radioaktivitas

Radioaktivitas merupakan kapabilitas inti atom yang tidak stabil atau yang dikenal dengan radionuklida untuk berubah menjadi inti stabil dengan memancarkan radiasi. Proses perubahan tersebut dikenal dengan peluruhan. Zat radioaktif adalah materi yang memiliki kandungan radionuklida, sehingga peluruhan merupakan proses perubahan suatu unsur radioaktif menjadi unsur lainnya (Santiani, 2011). Oleh sebab itu, radioaktivitas merupakan transmudasi inti sebuah unsur akibat memancarkan zat radioaktif alfa, beta maupun gamma yang secara berurutan dikenal dengan inti helium, positron/elektron serta foton dengan energi tinggi (Malaka, 2019).

Pada hakikatnya, terdapat 4 deret radioisotop, yakni selain yang sudah dijelaskan, masih terdapat deret Neptunium (deret $4n + 1$) yakni salah satu deret radioisotop yang mempunyai usia paruh sangat singkat sehingga tidak ditemukan di alam, namun telah berhasil dibentuk di Laboratorium melalui metode penembakan inti berat dengan neutron. Keempat deret radioisotop tersebut bisa ditinjau melalui Tabel 1 (Malaka, 2019).

Tabel 1. Empat deret radioaktif

Nomor Massa	Deretan	Induk	Umur paruh (tahun)	Hasil akhir yang stabil
$4n$	Thorium	${}_{90}^{232}\text{Th}$	$1,39 \times 10^{10}$	${}_{82}^{208}\text{Pb}$
$4n + 1$	Neptunium	${}_{93}^{237}\text{Np}$	$2,25 \times 10^6$	${}_{83}^{209}\text{Bi}$
$4n + 2$	Uranium	${}_{92}^{238}\text{U}$	$4,51 \times 10^9$	${}_{82}^{206}\text{Pb}$
$4n + 3$	Aktinium	${}_{92}^{235}\text{U}$	$7,07 \times 10^3$	${}_{82}^{207}\text{Pb}$

(Malaka, 2019).

Peluruhan radioaktif merupakan transmudasi inti yang terjadi sendiri tanpa bertabrakan dengan partikel, serta diiringi dengan memancarnya zat radioaktif α , ataupun β serta radiasi γ . Peluruhan dari inti dengan tenaga E serta laju peluruhan

yang dilambangkan oleh umur paruh $t_{1/2}$, berkaitan erat pada jenis unsur inti yang meluruh, namun tidak memiliki kaitan dengan kondisi di sekelilingnya. Setiap inti mempunyai tenaga serta konstanta peluruhan yang berbeda. Secara umum peluruhan radioaktif unsur X dapat ditulis sebagai berikut (Malaka, 2019):

Tabel 2. Jenis Peluruhan Radioaktif

Peluruhan	Transformasi	Contoh
Partikel alfa	${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$	${}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{235}_{92}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$
Partikel beta	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + e^-$	${}^{140}_{56}\text{B} \rightarrow {}^{140}_{57}\text{C} + {}^0_{-1}e$
Emisi positron	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + e^+$	${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_{-1}e$
Tangkapan elektron	${}^A_ZX + e^- \rightarrow {}^A_{Z-1}Y$	${}^{64}_{29}\text{Cu} + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{64}_{28}\text{Ni}$
Partikel gamma	${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$	${}^{131}_{54}\text{Xe} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + \gamma$

Keterangan: (*) menunjukkan keadaan nuklir tereksitasi dan γ menyatakan foton sinar gamma (Santiani, 2011).

Jumlah inti yang mengalami disintegrasi selama interval waktu tertentu menurun secara eksponensial. Laju peluruhan sangat berguna untuk mengidentifikasi suatu nuklida. Peluruhan radioaktif menggambarkan proses transformasi radionuklida yang tidak stabil menjadi radionuklida yang stabil atau sebaliknya. Inti tak stabil dalam radioaktif tidak mengalami peluruhan secara serentak tetapi mengalami proses acak, sehingga diperlukan suatu metode statistik untuk menggambarkan peristiwa radioaktif (Noor dan Zakir, 2018).

Peluruhan radioaktif mengikuti kinetika reaksi orde satu yaitu bahwa kecepatan peluruhan sebanding dengan jumlah inti radioaktif dalam contoh. Tetapan peluruhan, λ adalah menunjukkan rata-rata peluruhan yang terjadi per inti. Oleh karena itu, λ dikali jumlah inti untuk memperoleh laju peluruhan partikel. Secara matematik ditunjukkan oleh persamaan (Noor dan Zakir, 2018):

$$-dN/dt = \lambda N \quad (6)$$

$$dN/N = -\lambda N \quad (7)$$

Pada percobaan runtu radioaktif yang ingin diketahui adalah kecepatan cacah (*count rate*) atau aktivitas sampel (*A*). Aktivitas sampel didefinisikan sebagai kecepatan cacah yang sama dengan kecepatan disintegrasi inti radioaktif dikalikan efisiensi pengukuran. Kecepatan cacah dapat dilihat pada Persamaan 8:

$$A = C \frac{dN}{dt} = C \lambda N \quad (8)$$

di mana *C* = tetapan efisiensi, dengan cara yang sama pada *N* akan diperoleh $A = A_0 e^{-\lambda t}$. Persamaan *A* inilah yang mengatur hubungan antar jumlah inti yang ada dengan yang dapat diamati oleh detektor sebagai fungsi waktu.

2.6 Absorpsi CO₂

Absorpsi adalah pemisahan dengan cara menyerap campuran gas dengan cara mengontakkan dengan suatu cairan di mana suatu komponen terserap sedangkan komponen lain tak terserap. Pada proses absorpsi komponen yang diserap disebut *solute*, sedangkan komponen yang menyerap disebut *solvent*. Bila komponen yang dapat diserap hanya satu komponen dan komponen lain tidak dapat terserap maka disebut absorpsi satu komponen, bila yang dapat terserap lebih dari satu maka proses absorpsi disebut absorpsi multikomponen. Berdasarkan proses penyerapan, absorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu absorpsi fisik dan absorpsi kimia. Absorpsi fisik merupakan absorpsi di mana gas terlarut dalam larutan penyerap tidak disertai dengan reaksi kimia. Contoh reaksi ini adalah absorpsi gas H₂S dengan air, metanol, propilen karbonase. Sedangkan absorpsi kimia merupakan absorpsi di mana gas terlarut dalam larutan penyerap disertai dengan adanya reaksi kimia. Contoh absorpsi ini adalah absorpsi gas CO₂ dengan larutan MEA, NaOH, K₂CO₃ dan sebagainya (Ardhiany, 2018).

Metode penentuan umur menggunakan ^{14}C selama ini dilakukan dengan cara mencacah C_6H_6 dengan pencacah sintilasi cair, mencacah C dalam bentuk grafit dengan *Accelerator Mass Spectrometry*, dan mencacah CH_4 dengan *Mini Gas Proportional Spectrometry*. Metode-metode 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 sehari (Tenri'sna dkk., 2018).

Pada dua dekade terakhir telah diadopsi metode baru, yaitu metode absorpsi CO_2 . Metode absorpsi CO_2 sering disebut juga metode *direct counting* $^{14}\text{CO}_2$, karena aktivitas sampel ^{14}C dalam CO_2 langsung dicacah dengan pencacah sintilasi cair dan kemudian dikonversi menjadi umur (Siregar dan Satrio, 2012). Preparasi sampel dengan metode ini melibatkan pemakaian bahan kimia penyerap CO_2 yang pada umumnya tersedia dalam bentuk larutan *Carbosorb* dan larutan sintilasi (sintilator) (Satrio dan Abidin, 2007). Setelah proses absorpsi, sampel ditempatkan dalam vial gelas untuk kemudian dicacah aktivitas ^{14}C -nya. Jumlah karbon yang terserap secara normal ditentukan berdasarkan perbedaan bobot di antara jumlah larutan absorber (Sintilator/*Carbosorb*) yang diketahui dengan CO_2 yang terserap di dalam larutan tersebut (Siregar dan Satrio, 2012).

2.7 Liquid Scintillation Counting (LSC)

Karbon-14 merupakan radionuklida pemancar beta murni energi rendah ($E_\beta : 0,155 \text{ MeV}$), dan aktivitas spesifiknya pada sampel jasad hidup sangat rendah, meskipun sampel tersebut masih segar. Oleh sebab itu, untuk keperluan pencacahan radiasi yang dipancarkan oleh ^{14}C ini memerlukan pencacah khusus

dengan radiasi latar yang sangat rendah (LBC, *low background counter*), sehingga didapatkan ketelitian yang tinggi dalam menginterpretasi data hasil cacahan sampel. Pencacahan ^{14}C dalam bentuk senyawa benzena dapat dilakukan menggunakan pencacah pendar cair (LSC, *liquid scintillation counter*). Hingga kini telah banyak instrumentasi radiasi yang dapat dipakai untuk mengukur radiasi dengan intensitas yang sangat rendah. Oleh sebab itu, penanggalan radiokarbon ini mampu memberikan hasil pengukuran yang paling akurat dibandingkan metode penanggalan lainnya (Yuliati dan Akhadi, 2005).

LSC Hidex 300 SL merupakan instrumen revolusioner yang menggabungkan tiga tabung PMT (*photomultiplier tube*) pada sistem detektor untuk mengoptimalkan pengukuran geometri dan memungkinkan perhitungan efisiensi pencacahan dengan metode *Triple to Double Coincidence Ratio* (TDCR). Alat ini digunakan untuk mengukur nilai cacahan sampel di setiap botol khusus (*vial*) yang terdapat dalam rak sampel. Hidex 300 SL memiliki dua rak sampel dengan kapasitas masing-masing 96 vial untuk kapasitas 7 mL setiap vial dan 40 vial untuk kapasitas 20 mL. Alat Hidex 300 SL diperlihatkan pada Gambar 4 (Wisser, 2013).



Gambar 4. Alat LSC Hidex 300 SL (Wisser, 2013).

Terdapat perbedaan antara instrumen LSC konvensional dan instrumen LSC Hidex 300 SL. Perbedaannya terletak pada jumlah PMT yang digunakan sebagai sistem detektor. LSC konvensional hanya menggunakan dua PMT sedangkan LSC Hidex 300 SL menggunakan tiga tabung PMT sebagai sistem detektor. LSC Hidex 300 SL ideal untuk semua aplikasi penghitungan sintilasi rutin. Misalnya pemantauan rutin penghasil beta di pembangkit listrik tenaga nuklir mudah dilakukan dengan Hidex 300 SL. Hasil dapat dicetak dengan perhitungan ketidakpastian yang diperlukan sehingga memberikan operasi bebas gangguan tanpa perlu analisis data lebih lanjut (Wisser, 2013).

Pada metode LSC (*Liquid Scintillation Counting*), sampel yang mengandung radionuklida dilarutkan atau disuspensikan dalam larutan sintilator yang sesuai di dalam *glass vial* atau plastik. Partikel radioaktif dalam sampel yang terlarut dalam larutan sintilator akan bertumbukan dengan molekul pelarut menyebabkan molekul pelarut menjadi tereksitasi dan hal ini menyebabkan molekul sintilator memancarkan foton. Foton tersebut akan dideteksi oleh PMT sehingga pulsa listrik yang dihasilkan sebanding dengan energi partikel radioaktif (Jumianti dkk., 2017).

Metode pencacahan sintilasi cair kebanyakan dipakai untuk penentuan radioaktivitas β energi rendah, misalnya ^3H dan ^{14}C . Pada prinsipnya pencacah sintilasi cair terdiri dari komponen dasar yang berupa tabung pengganda foton atau *photomultiplier tube* (PMT), penguat (*amplifier*), pemisah (*discriminator*), dan pencacah (*counter*) pulsa. Komponen PMT berfungsi untuk mengubah pancaran foton menjadi pulsa listrik. Permukaan PMT dibuat dari bahan yang sensitif terhadap cahaya dan dapat mengubah energi foton yang terserap menjadi energi listrik melalui pelepasan elektron (Tjahaja dan Mutia, 2000).