

DAFTAR PUSTAKA

- Adkins, J.F., Griffin, S., Kashgaria, M., Cheng, H., Druffel, E.R.M., Boyle, E.A., Edwards, R.L., Shen, C.C., 2002, *Radiocarbon Dating of Deep-Sea Corals*, Arizona Board of Regents on Behalf of the University of Arizona, Vol **44** (2) : 567-580.
- Agusalim., 2004, *Penetapan Kandungan P Dalam Tanah Dengan Metode Radioisotop*, Jurnal Tidak Diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arman, A., Zamani, N.P., dan Watanabe, T., 2013, Studi Penentuan Umur dan Laju Pertumbuhan Terumbu Karang terkait dengan Perubahan Iklim Ekstrim Menggunakan Sinar-X, *A Scientific Journal for The Applications of Isotopes and Radiation*, Vol **9** (1): 1-10.
- Aulia, K.N., Kasmara, H., Erawan, T.S., Natsir, S.M., 2012, Kondisi Perairan Terumbu Karang Dengan Foraminifera Bentonik Sebagai Bioindikator Berdasarkan *Foram Index* Di Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Jakarta, Vol **4** (2): 335-345.
- Cabeza, J.A.S., and Pujol, L., 1994, A Rapid Method for the Simultaneous Determined of Gross Alpha and Beta Activities in Water Samples Using A Low Background Liquid Scintillation Counter, *Health Physics*, Vol **68** (5) : 674-681.
- Coral Reef Rehabilitation and Management Program*, 2003, *Profile of Destructive Fishing in Spermonde Islands*, Destructive Fishing Watch Indonesia.
- Currie, L. A., 2004, The Remarkable Metrological History of Radiocarbon Dating [II], *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 20899-8370 U.S.A. Vol **109** (2) : 185-217
- Darlan, U., 2012, *Terumbu Karang, Potensi Besar Bagi Negara Bahari*, Buletin - Oseanografi, (<http://www.BuletinOseanografi.com> diakses pada tanggal 20 April 2018).



T. J. 1981. *Marine Botany*. John & Sons, Inc. New York, 628 p.

K., L.G., 1983. *Zeespigel Riffen en Kustflakten in Zuidwest Sulawesi Indonesia*, PhD Thesis Utrecht, Netherland.

Ditta, A. H., 2016, *Penggunaan Senyawa Hidroksida sebagai Absorben untuk Pengukuran ¹⁴C pada Sampel Terumbu Karang di Kepulauan Spermonde*, Tesis tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin Makassar, Makassar.

Eikenberg, J., 2013, *Principles of liquid scintillation counting: theories and applications*, Division for Radiation Safety and Security, Paul Scherrer Institut, Switzerland.

Elistina, 2007, *Akurasi Penentuan Kadar Tritium (³H) dalam Urin Menggunakan Indikator Quenching (Pemadam) tSIE*, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Fungsional Pengembangan Teknologi Nuklir 1, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional, 12 Desember, Jakarta.

Faisal, W., Rosyidin, Sulistyawati, Anwar, E., dan Sutarman, 1999, *Analisis ¹⁴C dalam Cuplikan Daerah Semenanjung Muria untuk Studi Radioekologi*, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah P3TM Batan, Yogyakarta.

Faure, G., 1986, *Principle of Isotope Geology* : 386-404.

Hidayat, 2008, Penarikan Radiokarbon Endapan Kuarter Daerah Danau Tonando Sulawesi Utara, *Jurnal Bahan Galian Industri Pusat Survei Geologi Badan Geologi (DESDM)*, Bandung, Vol **12** (33);33-46.

Hoeda, 2012, *Apa Sih Karbon Radioaktif-14 Itu*, (<http://belajar-sampai-mati.blogspot.com>, diakses pada tanggal 20 April 2018).

Jompa, J., 1996, *Monitoring and Assessment of Coral Reefs On Spermonde Archipelago, South Sulawesi*, Thesis, MC Master, Canada.

Kasnir, M., 2011, Analisis Aspek Ekologi Penatakelolaan Minawisata Baharidi Kepulauan Spermonde Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, *Ilmu Kelautan*, Vol **16** (2): 61-69.

Kumoro, A.C., Hadiyanto, 2000, Absorbsi Gas Karbodioksida dengan Larutan Soda Api dalam Kolom Unggun Tetap, *Forum Tehnik*, Vol **24** (2) ; 186 – 187.

Libby, W.F., 1960, Radiocarbon Dating, *Nobel Lecture*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.

Maming, Noor, A., Zakir, M., Raya, I., Jauhari, and Kartika, S.A., 2014, Application in Liquid Scintillation Method on Carbon Dating in Determination of Coral Ages from Spermonde Archipelagos, *Marine Chimica Acta*, Vol **15** (1), 31-35.



Muller. M.E, et all. (2012). Coral Health and Disease in the Spermonde Archipelago and Wakatobi, Sulawesi, *Journal of Indonesia Coral Reefs*, Vol 1 (3), 147-159.

Moka, W., 1995. *Persentase Tutupan Makrobentik di Kepulauan Spermonde (P.Samalona, P. Lae-Lae, P. Kodingareng Keke)*. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Makassar.

Nicelia, M., Deawati, Y., dan Siregar, D.A., 2013, Pembuatan Standar Karbon dari Gula Pasir Putih dengan Metode Radiokarbon, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, Bandung.

Rahmaniah, N.R., 2014, *Penggunaan Senyawa Alkanoamina Sebagai Absorben CO₂ untuk Pengukuran Karbon-14 pada Sampel Terumbu Karang Asal Kepulauan Spermonde*, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Rani, C., Jompa, J., Amiruddin, 2004, Pertumbuhan Tahunan Karang Keras Porites Lutea di Kepulauan Spermonde : Hubungannya dengan Suhu dan Curah Hujan, *Torani*, Vol 14 (4): 195-203.

Satrio dan Abidin, Z., 2007, Perbandingan Metode Sintesis Benzena Dan Absorpsi CO₂ Untuk Penanggalan Radioisotop ¹⁴C , *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, Vol 3 (1), 1-34.

Siregar, D.A., 2008, Perbedaan Proses Pencucian Sampel Tulang Hewan dari Ciharuman, Jawa Barat untuk Menentukan Umur dengan Metode Radiokarbon, *Jurnal Geoaplika*, Pusat Survei Geologi, Laboratorium Radiokarbon, 3(3);119 – 131.

Siregar, D.A., 2009, Penarikan Radiokarbon Bagi Penentuan Umur Bagi Penentuan Aktivitas Tektonik Kuarter di sepanjang Aliran Sungai Opak dan Samas Yogyakarta, *Geo Science*, Pusat Survey Geologi, Bandung, Vol 19 (2); 117-126.

Suci, A.A.S, Deawati, Y., dan Siregar D.A., 2013, Pembuatan Standar Modern Karbon Gula Pasir Indonesia Untuk Menentukan Umur Fosil Kayu dan Moluska Menggunakan Metode Radiokarbon, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*.

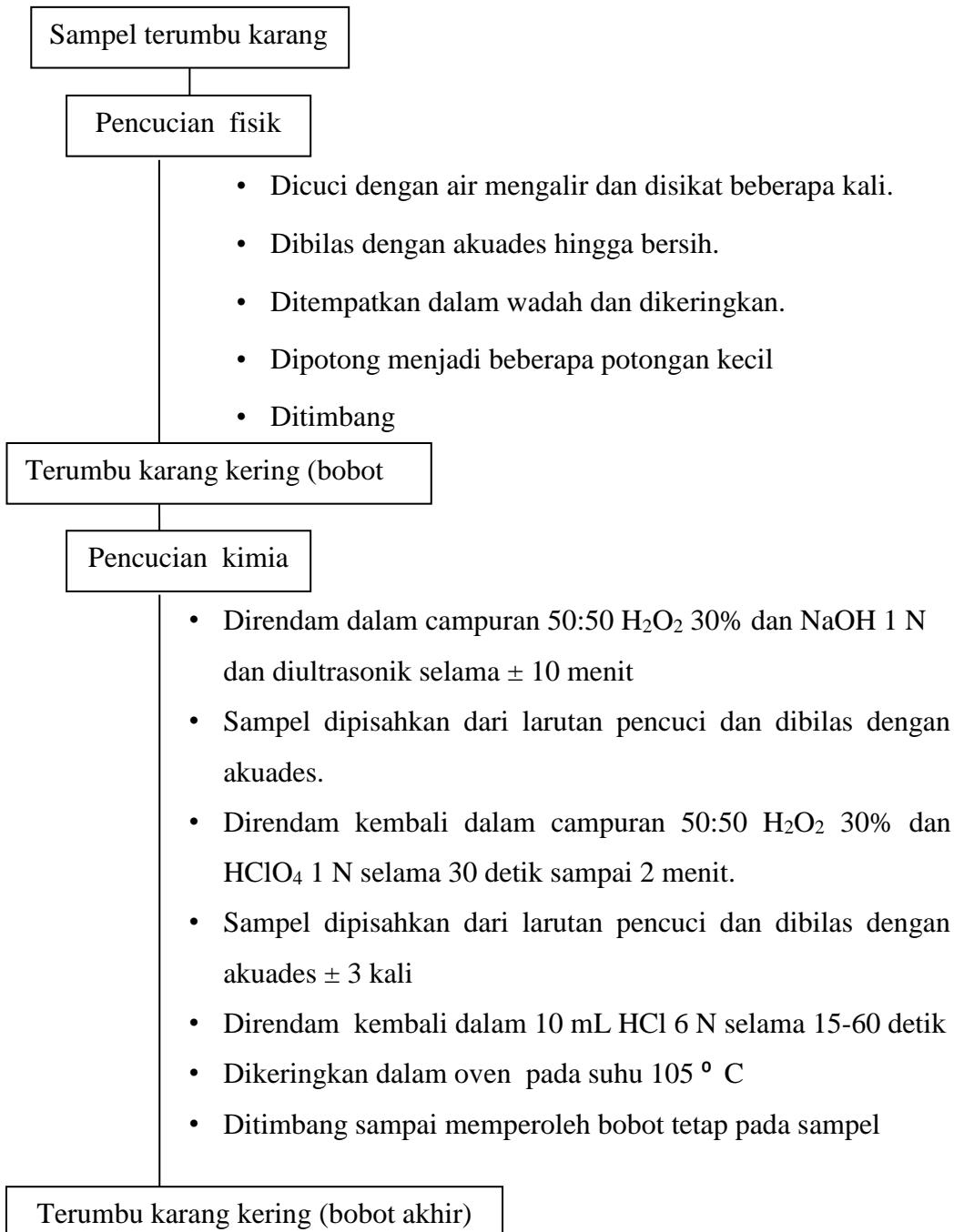
Sulyianto., dan Muradi, 2009, Perhitungan Efisiensi Detektor Sintilasi untuk Pemantauan Radioaktivitas Beta, *Seminar Nasional V Sumber Daya Mineral Teknologi Nuklir Yogyakarta*, Badan Tenaga Atom Nasional, 21 Oktober, Jakarta.

E.W., 2000, *The Carbon Cycle*, University Corporation for Atmospheric Research.

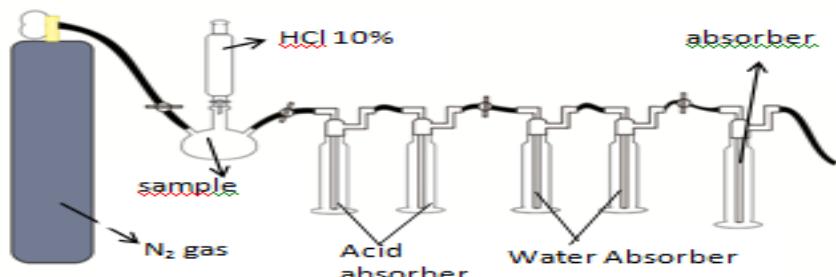
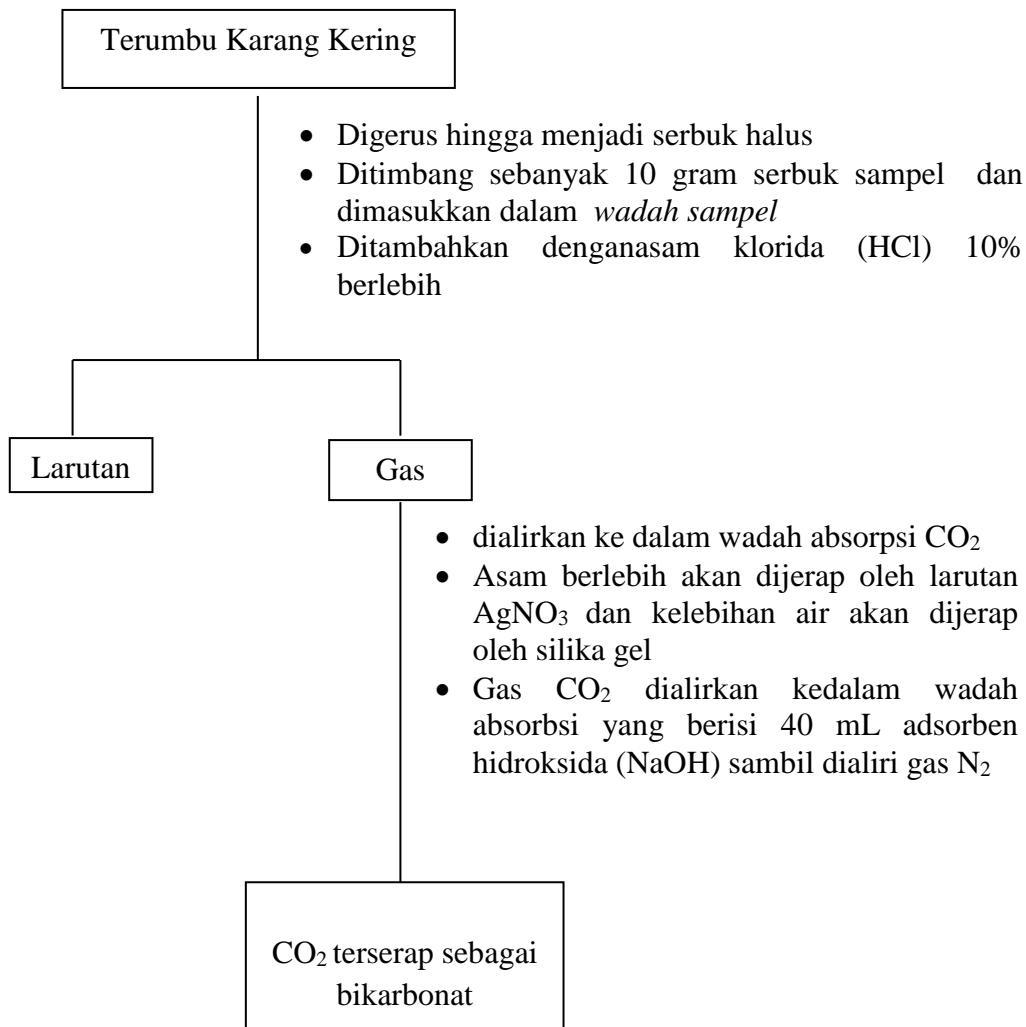


- Susetyo, W., 1988, *Spektrometri Gamma*, Gajahmada University Press, Yogyakarta.
- Syahir, 2001, *Analisis Kandungan Radionuklida Uranium Dalam Air Laut Pantai Barat, Makassar*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Thomson, J., 2013, *Quench & Quench Curve*, Global Product Manager, Cocktails & Vials, PerkinElmer Life Sciences.
- Thamrin, 2007, *Karang dan Zooxanthellae Avertebrata dan Miro-algae Pengendali Ekosistem Terindah Dunia*, Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.
- Tjahaja, I.P., dan Mutiah, 2000, Metode Pencacahan Sintilasi Cair : Salah Satu Alternatif untuk Pengukuran α dan β Total dalam Sampel Lingkungan, *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*, Vol 1 (1) : 31-46.
- Usman, A.A., 2012, *Pendeteksian Aktivitas Zat Radioaktif dengan Menggunakan Detektor Geiger-Muller*, (<http://asyharifisika.blogspot.com>, diakses pada tanggal 20 April 2018)
- Wahyudi, 2001, Penentuan Umur Sedimen Laut dan Paleo-temperatur Air Permukaan Laut Berdasarkan Perubahan Radio Isotop $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Dalam Foraminifera, *Jurnal Teknologi Kelautan*, Vol 5 (1) : 71-80.
- Warmada, I. W., dan Titisari, A, D., 2004, *Agromineralogi (Mineralogi untuk Ilmu Pertanian)*, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Wisser, S., 2013, *Liquid Scintillation Counting*, Radiation Chemistry Laboratory, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia.
- Wiyatmo, Y., 2009, *Fisika Nuklir*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Yarianto, S., Susilo, B., Sutrisno, S., 2001, Kondisi Optimal untuk Penentuan Radioaktivitas Serangga Hama Bertanda P-32 dengan Menggunakan Pencacah Sintilasi Cair, *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yuliati, H., dan Akhadi, M., 2005, Radionuklida Kosmogenik Untuk Penaggalan, *Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir*, Pusat radiasi Batam.

Lampiran 1. Bagan Kerja Pencucian Sampel Terumbu Karang



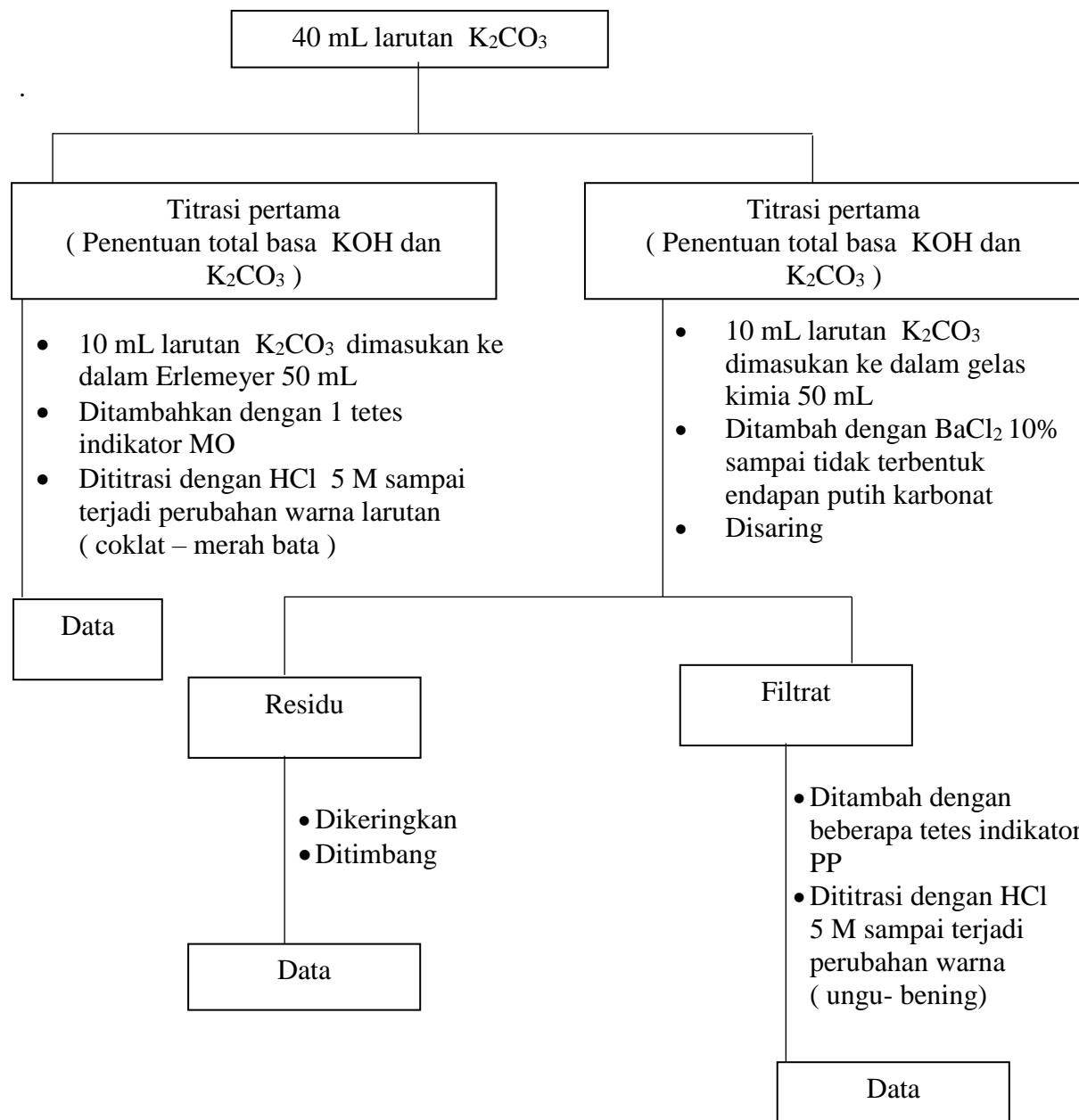
Lampiran 2. Bagan Kerja Absorpsi CO₂



Rangkaian alat absorpsi CO₂

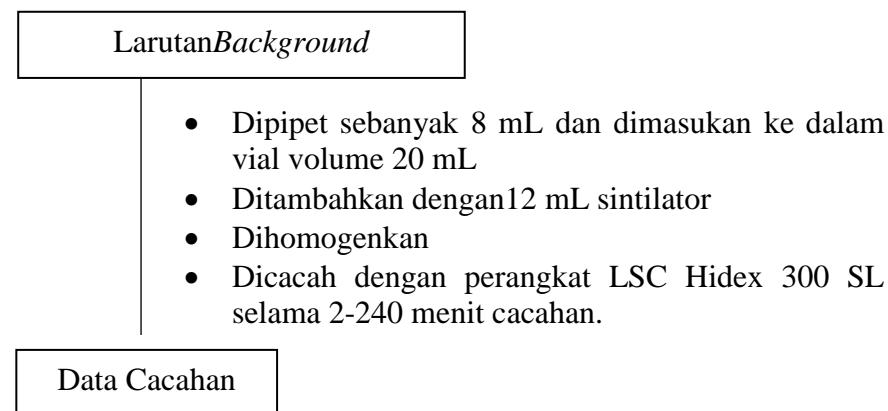


Lampiran 3. Penentuan Total Karbon Sampel dengan Metode Titrasi

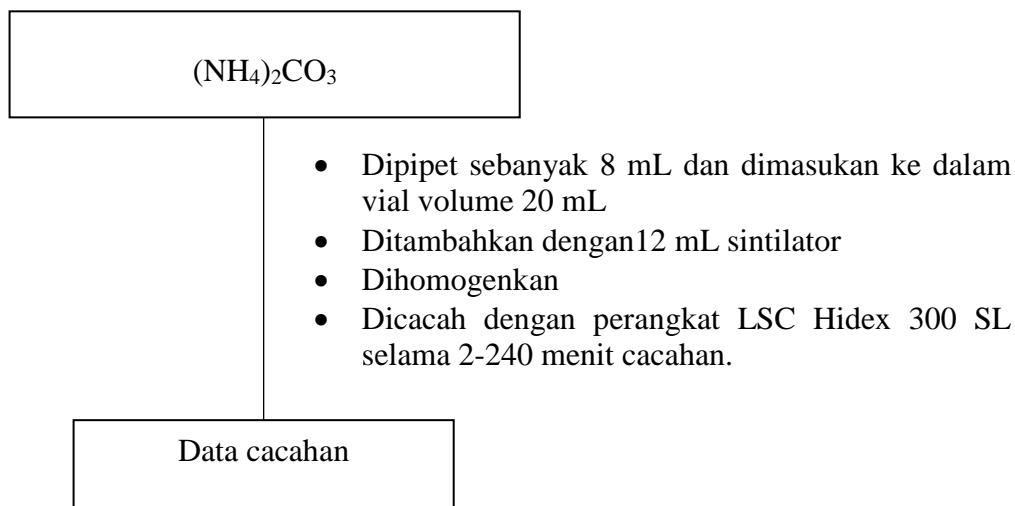


Lampiran 4. Bagan Kerja Pencacahan Sampel Terumbu Karang dengan LSC Hidex 300 SL

a. Pencacahan Latar (*Background*)



b. Pencacahan Sampel



Lampiran 5. Perhitungan Bobot Sampel yang Hilang pada Saat Pencucian

Bobot Wadah Kosong = 102,764 gram

Bobot Wadah + Sampel Sebelum Pencucian = 379,144 gram

Bobot Wadah + Sampel Setelah Pencucian = 534,931 gram

Bobot Sampel Sebelum Pencucian = 469,463 gram

Bobot Sampel Setelah Pencucian = 432,167 gram

Bobot Sampel yang Hilang = 37,296 gram

$$\% \text{ Berat Sampel yang Hilang} = \frac{\text{Bobot Sampel yang Hilang}}{\text{Bobot Sampel Sebelum Pencucian}} \times 100 \%$$

$$= \frac{37,296 \text{ gram}}{469,463 \text{ gram}} \times 100 \%$$

$$= 7,94 \%$$



Lampiran 6. Perhitungan Total Karbon Sampel Terumbu Karang dalam 8 mL larutan

Volume titrasi HCl pertama (V) = 2,6 mL

Volume titrasi HCl kedua (v) = 0 mL

Konsentrasi HCl (M) = 5 M

V_{tot} = 2 (V-v)

2 (2,7 - 0) mL = 5,2 mL

5,4 mL = 0,0052 L

V_{tot} x M HCl x Ar C x 8/10 mL = 0,0052 L x 5 M x 12 gram/mol x 8/10 mL

= 0,2496 gram

Total massa karbon (C) dalam sampel terumbu karang = 0,2496 gram



Lampiran 7. Perhitungan Aktivitas Spesifik ^{14}C dalam Sampel Terumbu Karang

DPMs	DPMb	DPMk	Karbon (gram)	Total DPM/g C (At)
108,030	104,690	3,340	0.2496	13.3814
106,520	103,320	3.200	0.2496	12,8153
107,210	102,800	4,410	0.2496	17,6682
106,030	104,320	1,710	0.2496	6,8509
107,640	103,370	4,275	0.2496	17,1073
106,430	101,920	4,510	0.2496	18,0689
106,870	102,660	4.210	0.2496	16.8669
Rata-Rata Aktivitas Spesifik (As = At)				14.67984

Keterangan:

- DPMs = Disintegration Per Minute Sampel
DPMb = Disintegration Per Minute Background
DPMk = DPM terkoreksi (DPMs-DPMb)
As = At = Aktivitas Spesifik Karbon-14 Sampel (DPM/g C)



Lampiran 8. Perhitungan Umur Terumbu Karang dengan Persamaan Laju Peluruhan Radiokarbon

$$\begin{aligned} A &= \text{Radioaktifitas Karbon-14 dalam Sampel} & = 14,68 \\ A_0 &= \text{Radioaktifitas Karbon-14 Sampel Hidup} & = 15,3 \\ t_{1/2} &= \text{Waktu Paruh Isotop Karbon-14} & = 5730 \text{ tahun} \\ \ln 2 &= 0,693 \\ t &= \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A} \\ &= \frac{5730}{0,693} \ln \frac{15,3}{14,68} \\ &= 342,04 \text{ tahun} \end{aligned}$$



Lampiran 9. Data Hasil Pencacahan Sampel Terumbu Karang menggunakan LSC Hidex 300 SL dalam rentang waktu cacahan 2-240 menit.

No.	Waktu Cacahan (menit)	CPM	DPM	TDCR
1.	2	56,520	107,237	0,527
2.	5	63,720	107,531	0,592
3.	15	61,610	97,270	0,633
4.	30	62,520	105,550	0,592
5.	60	63,832	102,330	0,623
6.	90	68,310	110,655	0,617
7.	120	68,600	115,216	0,595
8.	150	64,830	113,170	0,572
9.	180	64,120	108,060	0,593
10.	240	63,900	107,269	0,595



Lampiran 10. Data Hasil Pencacahan Background menggunakan Perangkat LSC Hidex 300 SL dalam rentang waktu cacahan 2-240 menit.

No	Waktu Cacahan (menit)	CPM	DPM	TDCR
1	2	74,000	136,900	0,540
2	5	63,600	119,670	0,531
3	15	62,130	103,960	0,597
4	30	62,700	105,020	0,597
5	60	62,980	106,730	0,590
6	90	61,150	101,440	0,602
7	120	63,530	107,040	0,593
8	150	63,120	106,530	0,592
9	180	62,760	106,470	0,589
10	240	62,780	108,100	0,599



Lampiran 11. Data hasil pencacahan Sampel Terumbu Karang menggunakan LSC Hidex 300 SL selama 120 menit dengan 7 kali pengulangan.

No.	Waktu Cacahan (menit)	CPM	DPM	TDCR
1	120	66,210	108,030	0,612
2	120	63,140	106,520	0,592
3	120	64,539	107,210	0,601
4	120	64,230	106,030	0,605
5	120	64,116	107,640	0,595
6	120	64,420	106,430	0,605
7	120	64,170	106,870	0,600
Rata-rata		64,403	107,962	0,601



Lampiran 12. Data hasil pencacahan Background menggunakan LSC Hidex 300 SL selama 60 menit dengan 7 kali pengulangan.

No.	Waktu Cacahan (menit)	CPM	DPM	TDCR
1	60	63,030	104,690	0,602
2	60	63,010	103,320	0,604
3	60	62,550	102,800	0,605
4	60	61,630	104,320	0,596
5	60	62,430	103,370	0,607
6	60	62,580	101,920	0,609
7	60	62,230	102,660	0,610
Rata-rata		62,405	103,297	0,605



Lampiran 13. Perhitungan Standar Deviasi dari Aktivitas Spesifik dan Umur Sampel Terumbu Karang

1. Standar deviasi

Aktivitas Spesifik

No.	xi
1	13,3814
2	12,8153
3	17,6682
4	6,8509
5	17,1073
6	18,0689
7	16,8669
Rata-rata(\bar{x})	14,6798

No.	(\bar{x} -xi)	(\bar{x} -xi) ²
1	1,2984	1,6858
2	1,8645	3,4765
3	-2,9884	8,9305
4	7,8509	61,6366
5	-2,4275	5,8928
6	-3,3891	11,4859
7	-2,1871	4,7834
Jumlah		97,7915

Penentuan standar devisiasi (S) berdasarkan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{97,7915}{7-1}} = \sqrt{16,2986}$$

$$S = 4,04$$

Sehingga didapatkan aktivitas spesifik dengan standar devisiasi = $14,68 \pm 4,04$ DPM/gC

2. Umur Sedimen

No.	DPM Sampel	DPM Blanko
1	108,030	104,690
2	106,520	103,320
3	107,210	102,800
4	106,030	104,320
5	107,640	103,370
6	106,430	101,920
7	106,870	102,660
Rata-rata	106,9621	103,2971

Penentuan standar devisiasi (S) berdasarkan perhitungan:



$$\frac{\text{Rata - rata DPM sampel}}{\text{Waktu optimum pencacahan}} = \frac{106,9621}{120} = 0,891350833$$

$$\frac{\text{Rata - rata DPM blanko}}{\text{Waktu optimum pencacahan}} = \frac{103,2971}{60} = 1,721618333$$

$$\begin{aligned}
 DPM_{\text{total}} &= \sqrt{DPM_s + DPM_b} \\
 &= \sqrt{0,891350833 + 1,721618333} \\
 &= \sqrt{2,612969166} \\
 &= 1,616468115
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{DPM_{\text{total}}}{\text{Aktivitas spesifik / umur sampel}} = \frac{1,616468115}{14,68 / 342,04} \\
 &= 37,66
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan umur sedimen dengan standar deviasi $= 342,04 \pm 37,66$ tahun.

