

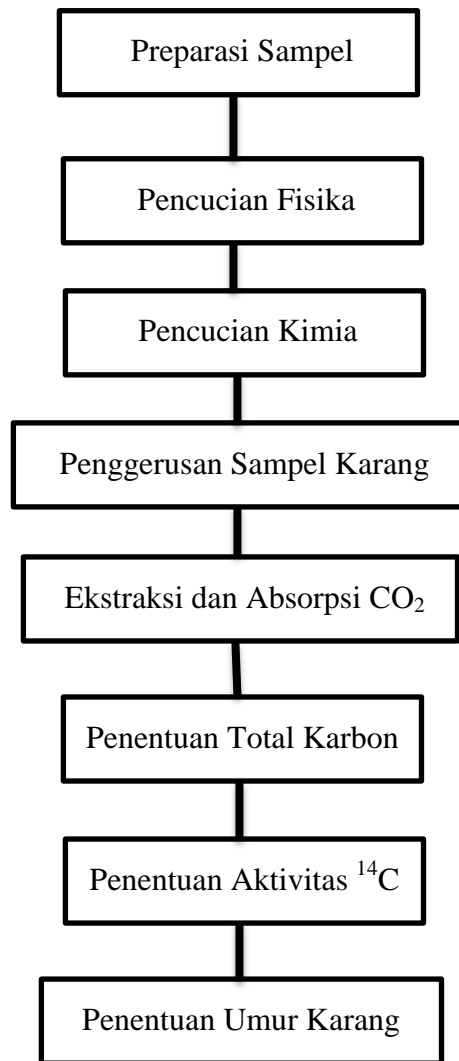
## DAFTAR PUSTAKA

- 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, *Radiocarbon*, Arizona Board of Regents on Behalf of the University of Arizona, **44** (2): 567-580.
- Agussalim, 2004, *Penetapan Kandungan P Dalam Tanah Dengan Metode Radioisotop*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Amin., 2009, Terumbu Karang; Aset Yang Terancam (Akar Masalah Dan Alternatif Solusi Penyelamatannya), *Region*, **1**(2): 1-12.
- Amri, M., Noor, A., dan Maming., 2019, Determination of KOH Efficiency as Carbosorb in Determinin Age of Coral Reef Samples in Selayar Islands Through LSC Method (Liquid Scintillation counting), *Marina Chimica Acta*, **20**(1) : 1-8.
- Astiana, R., 2019, Pelestarian Situs Peninggalan Kesultanan Buton dalam Mendukung Pengembangan Wisata Heritage Kota Baubau Sulawesi Tenggara, *Jurnal Kajian Pariwisata*, **1**(1): 22-31.
- Beiser, A., 1987, *Konsep Fisika Moder Edisi IV*, Diterjemahkan oleh H.Liong, Erlangga, Jakarta.
- Currie, L.A., 2004, The Remarkable Metrological History of Radiocarbon Dating (II), *Journal of Research of The National Institute of Standards and Technology*, **109**(2): 185-217.
- Faure, G., 1986, Principle of Isotope Geology, *Geological Magazine*, **124** (6): 386-404.
- Firman , N.F.A., Noor, A., Zakir, M., Maming , dan Yusuf, S., 2018, Analysis Activity <sup>14</sup>C of Coral Reef In Kayangan Island, *International Journal Marina Chimica Acta The University Of Hasanuddin*, **19**(2): 66-72.
- Hidayat, 2008, Penarikan Radiokarbon Endapan Kuarter Daerah Danau Tonando Sulawesi Utara, *Jurnal Bahan Galian Industri Pusat Survei Geologi Badan Geologi (DESDM)*, **12**(33):33-46.
- Hou, X., 2018, Liquid Scintillation Counting For Determination Of Radionuclides In Environmental And Nuclear Application, *Journal Of Radioanalytical And Nuclear Chemistry*, **318** (3) :1-32.

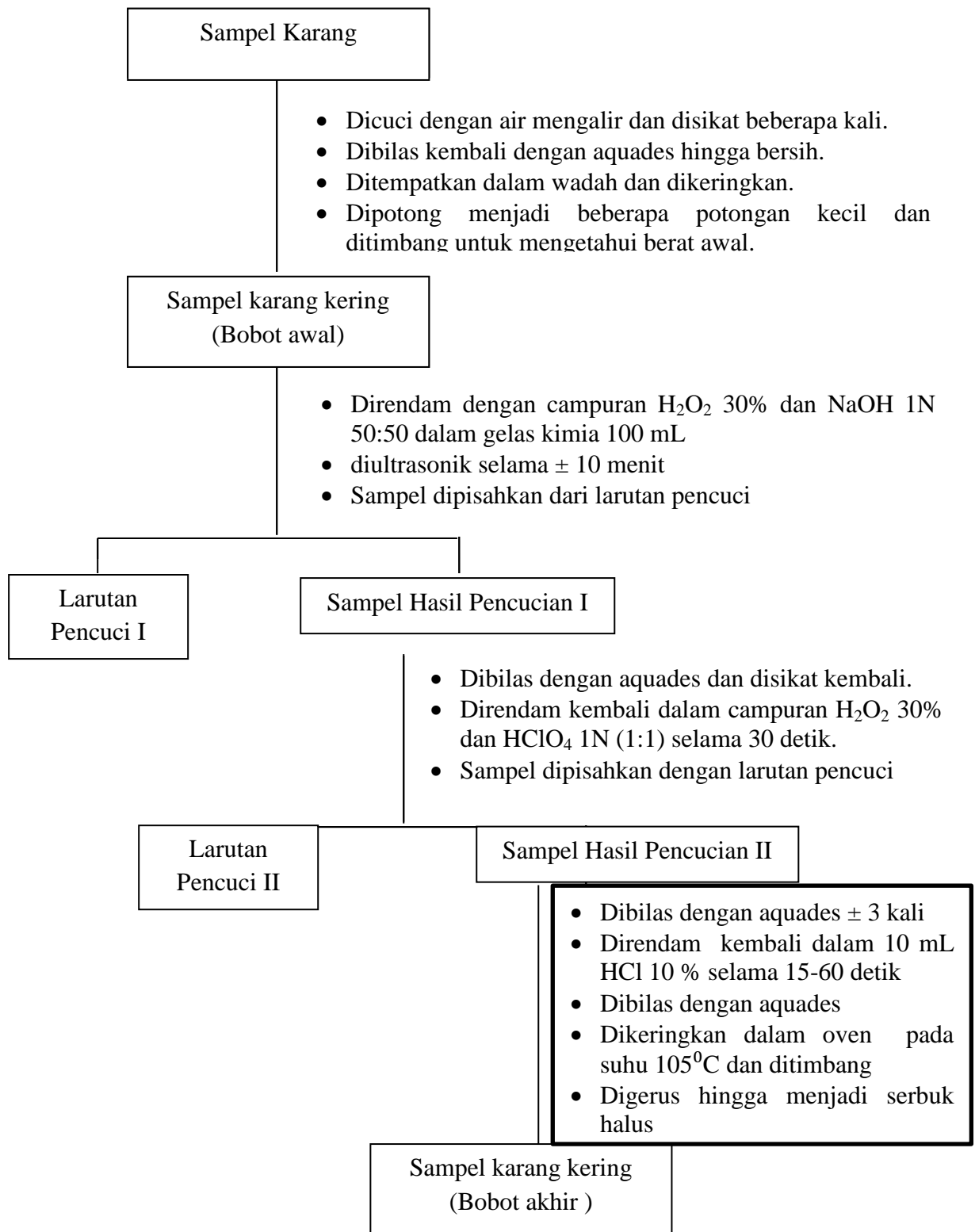
- Jauhari dan Maming, 2014, Determination of The Coral Age in Spermonde Archipelago Measurement  $^{14}\text{C}$  Activity Using LSC (Liquid Scintillation Counting) Method, *Marina Chimica Acta*, **15**(1) : 13-20.
- L'Annunziata, M. F., 2012, *Handbook Of Radioactivity Analysis*, Academic Press, Tokyo.
- Libby, W. F., 1960, *Radiocarbon Dating*, University of Chicago Press, Chicago.
- Malim, D.D.L.O., Sumantri, I., Supriadi., dan Tahara, T., 2019, Inventarisasi dan Pengembangan Potensial Cagar Budaya Kota Baubau, *Jurnal Pembangunan dan Budaya*, **1**(1): 1-15.
- Manarfa, W.O.C.A., 2021, Kajian Upaya Pelestarian Kawasan Cagar Budaya Benteng-Benteng di Kota Baubau Studi Kasus: Benteng Keraton, Benteng Sorawolio, dan Benteng Baadia, *Prosiding Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*.
- Rahmawati., Noor, A., Maming., dan Zakir, M., 2015, Evaluation Three Scintillators Used For Activity Measurement Of Biosolar Using Liquid Scintillation Counter, *Marina Chemica Acta*, **16**(1): 24-28.
- Salahuddin, S., Noor, A., dan Zakir, M., 2017, Diethanolamine as  $\text{CO}_2$  Absorbent for  $^{14}\text{C}$  Analysis to Determination Age of Coral Reef from Panambungan Island by Using Liquid Scintillation Counting (LSC) Method, *Marina Chimica Acta*, **18**(1) : 18 - 25.
- Setiawan, D., 2010, *Radio Kimia Teori Dasar dan Aplikasi Teknik Nuklir*, Widya Padjajaran, Bandung.
- Siregar, D.A., dan Dewi, K.T., 2014, Analisis Pentakhiran Radiokarbon untuk Penentuan Fluktuasi Muka LAut di Sebelah Utara Pulau Bangka, *Jurnal Geologi Kelautan*, **12**(3): 135-144.
- Siregar, D.A., dan Yudhicara., 2017, Pentarkhan Radiokarbon dalam Penentuan Umur Aktifitas Sesar Sumatra di Liwa Lampung, *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, **8**(1): 13-17.
- 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*.
- Suharsono, 2008, *Jenis-Jenis Karang di Indonesia*, Lipi Press, Jakarta.

- Susanti, D., 2017, Perubahan dan Ancaman Benteng Keraton Buton Di Kota Baubau Sulawesi Tenggara, *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, **11**(2): 46-63.
- Terasmae, J., (1984), Radiocarbon dating: some problems and potential development. Dalam Mahanney, W.C., (Ed), *Quarternary dating methods*, Development in paleontology and stratigraphy 7, hal 1-16.
- Thamrin., 2017, *Karang dan Zooxanthellae*, UR Press, Pekanbaru.
- Tjahaja, I.P., dan Mutiah, 2000, Metode Pencacahan Sintilasi Cair : Salah Satu Alternatif untuk Pengukuran  $\alpha$  dan  $\beta$  Total dalam Sampel Lingkungan, *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*, **1** (1): 31-46.
- Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S., dan West, J., 2000, *Pengelolaan Terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis*, Terjemahan oleh Jan Henning Steffen, Information Press, Oxford, Inggris.
- 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., Akhadi, M., 2005, Radionuklida Kosmogenik Untuk Penanggalan, *Buletin Alara*, **6** (3): 163-171.
- Yusuf, A.A.I.S., 2014, *Penggunaan Etanolamina Sebagai Absorber CO<sub>2</sub> pada Penentuan Umur Terumbu Karang di Kepulauan Spermonde Melalui Metode LSC (Liquid Scintillation Counting)*, Skripsi Tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Zurba, N., 2019, *Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*, Unimal Press, Aceh.

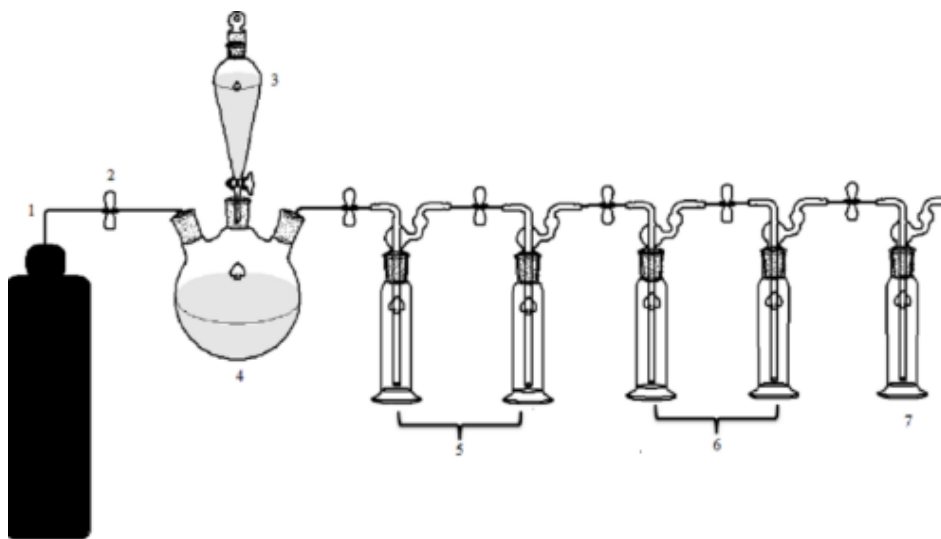
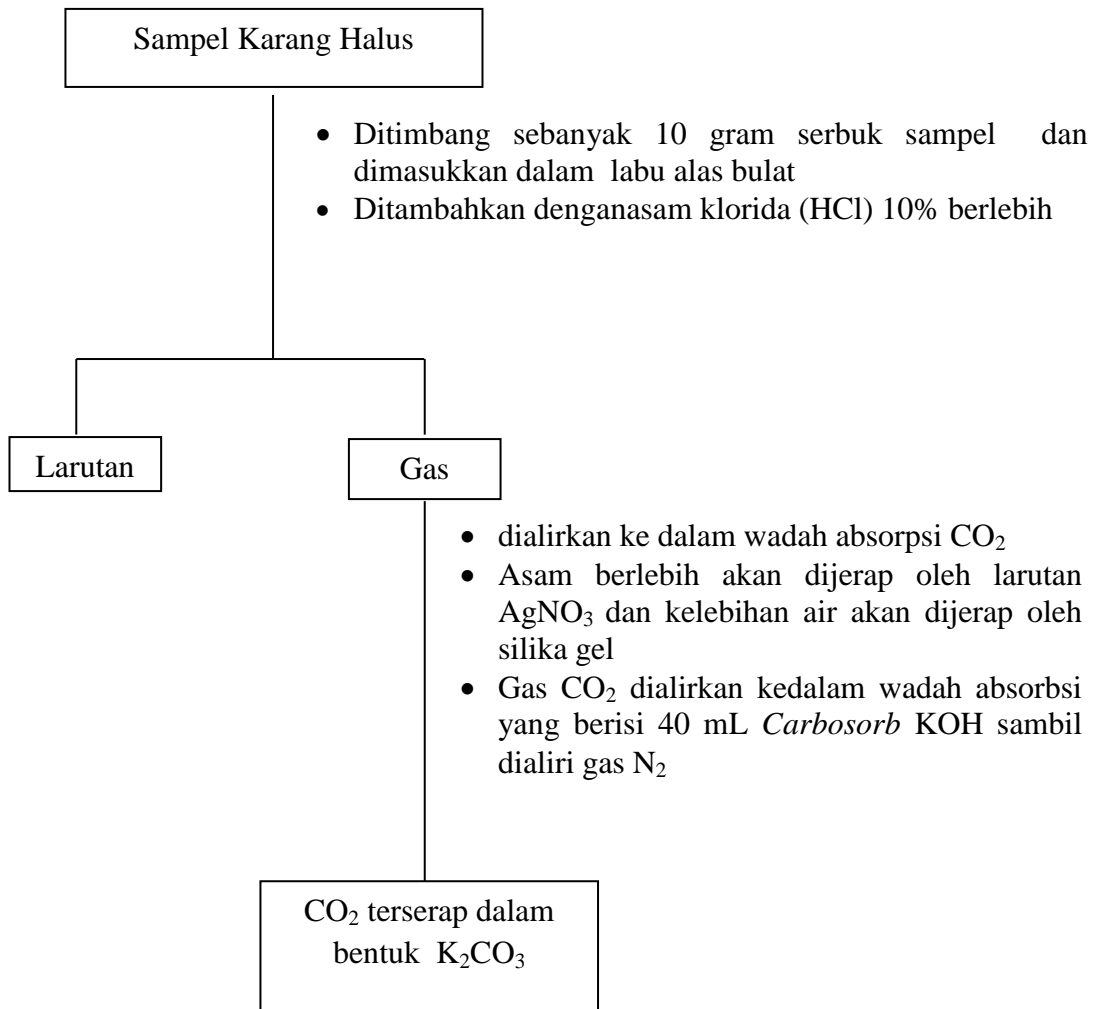
**Lampiran 1.** Diagram Alir Penelitian



**Lampiran 2.** 1. Bagan Kerja Pencucian Sampel (pencucian fisik dan pencucian kimia)

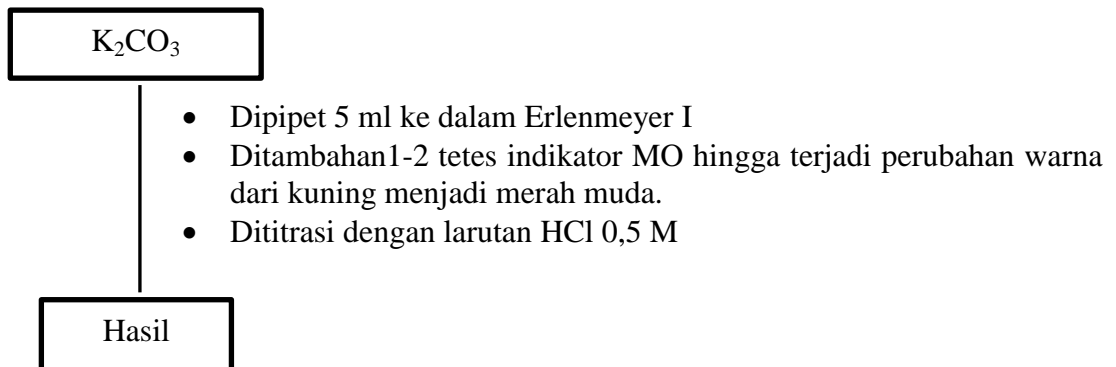


### Lampiran 3. Bagan Kerja Proses Ekstraksi dan Absorpsi CO<sub>2</sub>



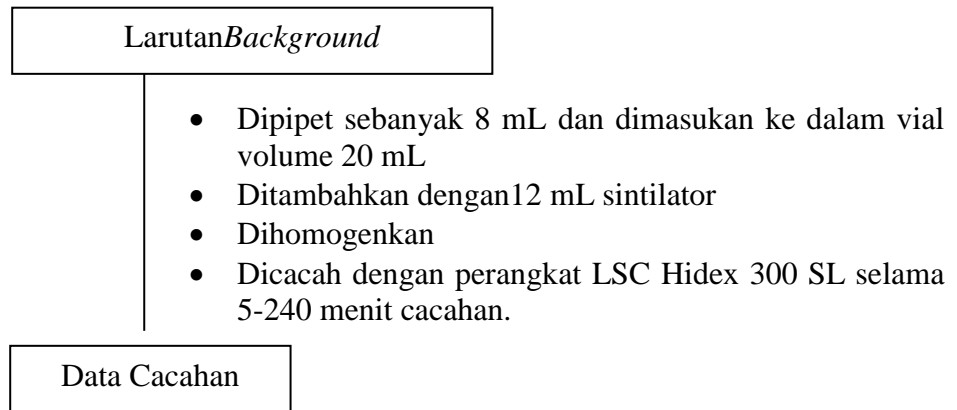
Rangkaian alat ekstraksi dan absorpsi CO<sub>2</sub> (Sumber: Laboratorium Kimia Radiasi FMIPA Unhas)

**Lampiran 4.** Bagan Kerja Penentuan Total Karbon Sampel Karang

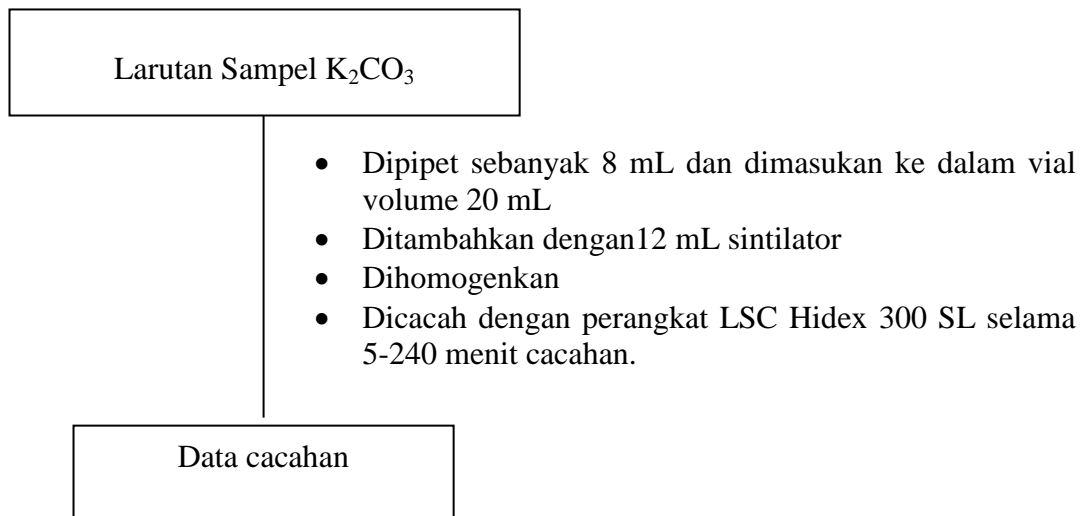


**Lampiran 5.** Bagan Kerja Pencacahan Sampel Karang dengan LSC Hidex 300 SL

a. Pencacahan Latar (*Background*)



b. Pencacahan Sampel





**Lampiran 6.** Perhitungan bobot sampel yang hilang saat pencucian

1. Sampel I

Bobot sampel sebelum pencucian = 400,053 gram

Bobot sampel setelah pencucian = 357,909 gram

Bobot sampel yang hilang = 42,144 gram

$$\begin{aligned}\% \text{ Berat sampel yang hilang} &= \frac{\text{Bobot Sampel yang Hilang}}{\text{Bobot Sampel Sebelum Pencucian}} \times 100\% \\ &= \frac{42,144 \text{ gram}}{400,053 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 10,5\%\end{aligned}$$

2. Sampel II

Bobot sampel sebelum pencucian = 400,107 gram

Bobot sampel setelah pencucian = 375,595 gram

Bobot sampel yang hilang = 24,512 gram

$$\begin{aligned}\% \text{ Berat sampel yang hilang} &= \frac{\text{Bobot Sampel yang Hilang}}{\text{Bobot Sampel Sebelum Pencucian}} \times 100\% \\ &= \frac{24,512 \text{ gram}}{400,107 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 6,1\%\end{aligned}$$

## Lampiran 7. Perhitungan total karbon sampel karang

### 1. Sampel I

$$\text{Volume rata-rata titrasi HCl} = \frac{6,7 \text{ mL} + 6,7 \text{ mL} + 6,75 \text{ mL}}{3}$$

$$= 6,72 \text{ mL}$$

$$\text{Konsentrasi HCL (M)} = 0,5 \text{ M}$$

$$V_{\text{total}} = 2 (6,72) \text{ mL}$$

$$= 13,44 \text{ mL}$$

$$= 0,01344 \text{ L}$$

$$\text{Total massa karbon (C)} = V_{\text{tot}} \times M \text{ HCL} \times \text{Ar} \times \frac{V \text{ sampel LSC}}{V \text{ Sampel yg dititrasi}}$$

$$= 0,01344 \times 0,5 \times 12 \times 8/5$$

$$= 0,129024 \text{ gram}$$

### 2. Sampel II

$$\text{Volume rata-rata titrasi HCl} = \frac{6,85 \text{ mL} + 6,85 \text{ mL} + 6,95 \text{ mL}}{3}$$

$$= 6,88 \text{ mL}$$

$$\text{Konsentrasi HCL (M)} = 0,5 \text{ M}$$

$$V_{\text{total}} = 2 (6,88) \text{ mL}$$

$$= 13,76 \text{ mL}$$

$$= 0,01376 \text{ L}$$

$$\text{Total massa karbon (C)} = V_{\text{tot}} \times M \text{ HCL} \times \text{Ar} \times \frac{V \text{ sampel LSC}}{V \text{ Sampel yg dititrasi}}$$

$$= 0,01376 \times 0,5 \times 12 \times 8/5$$

$$= 0,132096 \text{ gram}$$

### 3. Sampel karang hidup

$$\text{Volume rata-rata titrasi HCl} = \frac{6,7 \text{ mL} + 6,8 \text{ mL} + 6,7 \text{ mL}}{3}$$

$$= 6,73 \text{ mL}$$

$$\text{Konsentrasi HCL (M)} = 0,5 \text{ M}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{total}} &= 2 (6,73) \text{ mL} \\ &= 13,46 \text{ mL} \\ &= 0,01346 \text{ L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total massa karbon (C)} &= V_{\text{tot}} \times M \text{ HCL} \times \text{Ar} \times \frac{V \text{ sampel LSC}}{V \text{ Sampel yg dititrasi}} \\ &= 0,01346 \times 0,5 \times 12 \times 8/5 \\ &= 0,129216 \text{ gram}\end{aligned}$$

**Lampiran 8.** Data Hasil Pencacahan Sampel I, Sampel II dan sampel karang hidup menggunakan LSC Hidex 300 SL dalam Rentang Waktu Cacahan 5-240 menit

No.	Waktu (Menit)	Sampel I (Gerbang Utama)			Sampel II (Gerbang Bariya)		
		CPM	DPM	TDCR	CPM	DPM	TDCR
1.	5	372	450	0,828	377	420	0,897
2.	10	365	417	0,876	377	433	0,872
3.	15	344	397	0,866	353	400	0,882
4.	30	290	373	0,778	351	405	0,866
5.	60	277	362	0,764	327	385	0,847
6.	90	273	352	0,775	326	388	0,840
7.	120	273	353	0,773	319	380	0,837
8.	150	273	350	0,781	307	375	0,818
9.	180	272	350	0,777	309	375	0,822
10.	210	268	345	0,776	303	376	0,806
11.	240	272	348	0,780	297	370	0,802

No.	Waktu (Menit)	Sampel Karang Hidup		
		CPM	DPM	TDCR
1.	5	372	450	0,828
2.	10	365	417	0,876
3.	15	344	397	0,866
4.	30	290	373	0,778
5.	60	277	362	0,764
6.	90	273	352	0,775
7.	120	273	353	0,773
8.	150	273	350	0,781
9.	180	272	350	0,777
10.	210	268	345	0,776
11.	240	272	348	0,780

**Lampiran 9.** Data Hasil Pencacahan Sampel Karang menggunakan LSC Hidex 300 SL selama 120 menit untuk sampel I, 180 menit untuk sampel II dan 120 menit untuk karang hidup dengan 10 kali pengulangan

No.	Sampel I				Sampel II			
	Waktu (Menit)	CPM	DPM	TDCR	Waktu (Menit)	CPM	DPM	TDCR
1.	120	320	379	0,843	180	308	374	0,826
2.	120	303	373	0,812	180	304	374	0,812
3.	120	303	374	0,810	180	302	373	0,810
4.	120	301	372	0,809	180	303	376	0,806
5.	120	303	375	0,808	180	299	371	0,804
6.	120	299	371	0,805	180	296	371	0,797
7.	120	296	369	0,802	180	292	368	0,795
8.	120	297	371	0,801	180	295	374	0,790
9.	120	298	370	0,805	180	292	372	0,786
10.	120	297	370	0,802	180	292	372	0,786
<b>Rata-rata</b>		<b>301,7</b>	<b>372,4</b>	<b>0,8097</b>	<b>Rata-rata</b>	<b>298,3</b>	<b>372,5</b>	<b>0,8012</b>

No.	Sampel Karang Hidup			
	Waktu (Menit)	CPM	DPM	TDCR
1.	120	320	366	0,843
2.	120	303	377	0,812
3.	120	303	377	0,810
4.	120	301	373	0,809
5.	120	303	374	0,808
6.	120	299	374	0,805
7.	120	296	371	0,802
8.	120	297	371	0,801
9.	120	298	373	0,805
10.	120	297	370	0,802
<b>Rata-rata</b>		<b>301,7</b>	<b>372,6</b>	<b>0,8097</b>

**Lampiran 10.** Data Hasil Pencacahan *Background* menggunakan LSC Hidex  
300 SL dalam Rentang Waktu Cacahan 5-240 menit

<b>No</b>	<b>Waktu (Menit)</b>	<b>CPM</b>	<b>DPM</b>	<b>TDCR</b>
1	5	366	435	0,839
2	10	374	427	0,877
3	15	358	390	0,918
4	30	300	375	0,800
5	60	299	372	0,802
6	90	308	372	0,827
7	120	274	367	0,746
8	150	274	365	0,750
9	180	274	361	0,757
10	210	269	361	0,746
11	240	293	374	0,783

**Lampiran 11.** Perhitungan Aktivitas Spesifik  $^{14}\text{C}$  dalam Sampel Karang Benteng Keraton Buton

$$\text{Aktivitas spesifik (A}_i\text{)} = \frac{\text{DPM sampel} - \text{DPM } background}{\text{Total Karbon}}$$

1. Sampel I

$$\text{Aktivitas spesifik (A}_i\text{)} = \frac{\text{DPM sampel} - \text{DPM } background}{\text{Total Karbon}}$$

$$= \frac{372,4 - 370,6}{0,129024 \text{ gram C}}$$

$$= 13,95089 \text{ DPM/gC}$$

2. Sampel II

$$\text{Aktivitas spesifik (A}_i\text{)} = \frac{\text{DPM sampel} - \text{DPM } background}{\text{Total Karbon}}$$

$$= \frac{372,5 - 370,6}{0,132096 \text{ gram C}}$$

$$= 14,38348 \text{ DPM/gC}$$

2. Sampel Karang Hidup

$$\text{Aktivitas spesifik (A}_o\text{)} = \frac{\text{DPM sampel} - \text{DPM } background}{\text{Total Karbon}}$$

$$= \frac{372,6 - 370,6}{0,129216 \text{ gram C}}$$

$$= 15,4 \text{ DPM/gC}$$

## Lampiran 12. Perhitungan Umur Karang Penyusun Benteng Keraton Buton

$$t = \frac{t^{1/2}}{0,693} \ln \frac{A_o}{A_t}$$

keterangan:

$A_t$  = Radioaktivitas isotop  $^{14}\text{C}$  dalam sampel karang

$A_o$  = Radioaktivitas isotop  $^{14}\text{C}$  pada karang hidup

$t_{1/2}$  = Waktu paruh =  $5730 \pm 40$  tahun

$\ln 2$  = 0,693

### 1. Sampel I

$$\begin{aligned} \text{Umur Sampel} &= \frac{t^{1/2}}{0,693} \ln \frac{A_o}{A_t} \\ &= \frac{5730}{0,693} \ln \frac{15,4}{13,95089} \\ &= 817,117 \text{ tahun} \end{aligned}$$

### 2. Sampel II

$$\begin{aligned} \text{Umur Sampel} &= \frac{t^{1/2}}{0,693} \ln \frac{A_o}{A_t} \\ &= \frac{5730}{0,693} \ln \frac{15,4}{14,38348} \\ &= 564,625 \text{ tahun} \end{aligned}$$



### Lampiran 13. Perhitungan Pembuatan Larutan

#### 1. Pembuatan 500 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 50\% = 500 \times 30\%$$

$$V_1 = 300 \text{ mL}$$

#### 2. Pembuatan 200 mL NaOH 1 N

$$N = \frac{g \times v \times 1000}{\text{mL} \times \text{mr}}$$

$$g = \frac{200 \times 40 \times 1}{1 \times 1000}$$

$$g = 8 \text{ g}$$

#### 3. Pembuatan HClO<sub>4</sub> 200 mL 1%

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 70\% = 200 \times 1\%$$

$$V_1 = 2,8 \text{ mL}$$

#### 4. Pembuatan 500 mL HCl 10%

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 37\% = 500 \times 1\%$$

$$V_1 = 135 \text{ mL}$$

#### 5. Pembuatan 200 mL AgNO<sub>3</sub> 0,1 N

$$N = \frac{g \times v \times 1000}{\text{mL} \times \text{mr}}$$

$$g = \frac{200 \times 170 \times 0,1}{1 \times 1000}$$

$$g = 3,4 \text{ g}$$

#### 6. Pembuatan 100 mL KOH 1 N

$$N = \frac{g \times v \times 1000}{mL \times mr}$$

$$g = \frac{100 \times 1 \times 52}{1 \times 1000}$$

$$g = 10.4 \text{ s}$$

### 7. Pembuatan 100 mL HCl 0.5 M

$$N = \frac{\% \times BJ \times 10}{mr}$$

$$N = \frac{37\% \times 1,2 \times 10}{36,5}$$

$$N = 12,16 \text{ N}$$

$$N = a \times M$$

$$N = 1 \times M$$

$$12,16 = M$$

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 12,16 = 100 \times 0,5$$

$$V_1 = 4,12 \text{ mL}$$

**Lampiran 14. Dokumentasi**



Pengambilan sampel I dan sampel II di Benteng Keraton Buton Kota Baubau Sulawesi Tenggara



Sampel I (gerbang Lanto/Utama) dan Sampel II gerbang Bariya Benteng Keraton Buton Kota Baubau Sulawesi Tenggara sebelum pencucian



Sampel setelah Pencucian Fisika



Pencucian kimia dan pengeringan sampel



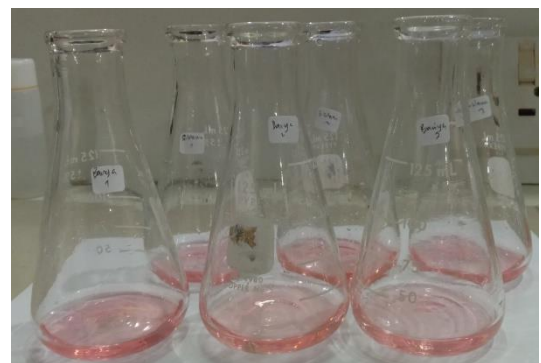
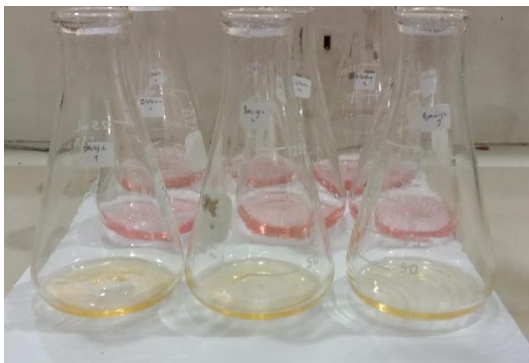
Sampel setelah pencucian kimia



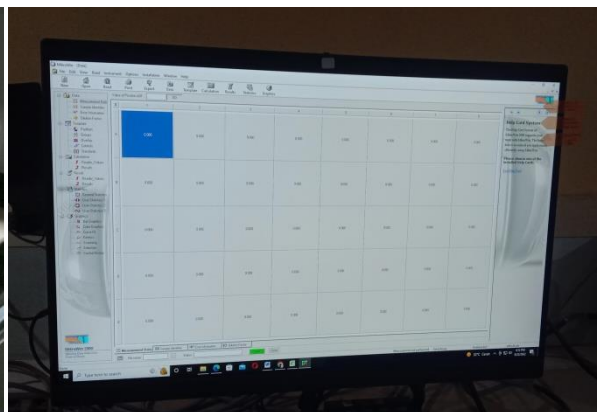
Penggerusan sampel



Proses ekstraksi CO<sub>2</sub>



Penentuan total karbon dengan dengan titrasi menggunakan HCl 0,5 M



Proses pencacahan dengan LSC