

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geografis Indonesia membentang dari 60°LU sampai 110°LS dan 92° sampai 142°BT, terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil yang jumlahnya kurang lebih 17.504 pulau. Tiga perempat wilayahnya adalah laut (5,9 juta km²), dengan panjang garis pantai 95.161 km, terpanjang kedua setelah Kanada (Arianto & Surabaya, 2020). Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki berbagai keanekaragaman biota laut yaitu Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis Provinsi Sulawesi Selatan diapit oleh tiga wilayah laut dan pantai yaitu Teluk Bone disebelah Timur, Laut Flores disebelah Selatan dan Selat Makassar di sebelah Barat. Provinsi ini memiliki banyak gugusan pulau seperti Kepulauan Sembilan di Teluk Bone, Kepulauan Taka Bonerate di Laut Flores, dan Kepulauan Spermonde di Selat Makassar (Salahudddin et al., 2016). Kepulauan Spermonde adalah salah satu kawasan laut paling penting di Sulawesi Selatan, Kepulauan Spermonde ini diidentifikasi seluas ± 400.000 Ha. Kepulauan Spermonde terdiri dari kurang lebih 120 pulau yang terletak antara 4°27'00" Lintang Selatan dan dari 119°2'00" Bujur Timur (Destructive Fishing Watch Indonesia, 2003). Kepulauan Terumbu Karang Spermonde ("Sangkarang" dalam bahasa lokal) terdiri atas lebih dari 100 pulau yang dibentuk oleh platform terumbu karang pinggir pada setiap pulau yang terletak di sepanjang barat daratan utama Provinsi Sulawesi Selatan (Suriamihardja, 2011).

Salah satu pulau yang berada di gugusan Kepulauan Spermonde adalah Pulau Karanrang. Pulau ini terletak di wilayah administratif Desa Mattiro Bulu, Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara, Kabupaten Pangkajene Kepulauan seluas 3 km² dan jumlah penduduk 3.462 jiwa (Fitri et al., 2023). Pulau Karanrang yang terletak di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu wilayah pesisir yang memiliki karakteristik sedimen unik. Sedimen pesisir dapat berperan dalam siklus karbon melalui proses penyerapan dan pelepasan CO₂ yang dipengaruhi oleh komposisi mineral, kandungan organik, serta kondisi fisik dan kimiawi lingkungan (Lasabuda, 2013).

Sedimen laut berasal dari akumulasi berbagai mineral dan pecahan-pecahan batuan yang tercampur dengan pecahan cangkang *Mollusca*, terumbu karang, dan sisa rangka organisme. Sedimen didominasi oleh CaCO₃, silika, dan mineral lampung. Faktor yang mempengaruhi tipe sedimen yang terakumulasi adalah topografi bawah laut dan pola iklim. Tipe sedimen dasar laut dapat mengalami perubahan akibat adanya perubahan cekungan laut, arus, serta iklim. Perubahan sedimen ditunjukkan oleh urutan dan karakteristik sedimen, baik dari struktur maupun tekstur sedimen (Tenriisa'na et al., 2017). Sedimen memainkan peran penting dalam ekosistem pesisir. Selain sebagai media tumbuh, sedimen juga menjadi tempat akumulasi dan penyimpanan berbagai komponen



Kemampuan sedimen ekosistem pasir menyimpan karbon kapasitas mitigasi perubahan iklim. Sedimen menyimpan lebih dari 10 kali lebih banyak karbon daripada di dalam ekosistem pesisir. Hal ini menunjukkan pentingnya ekosistem pesisir dalam memerangkap karbon (Kepel et al., 2018).

Saluran CO₂ diperoleh dari suatu material yang mengandung karbon organik. Sedimen pesisir yang mengandung CaCO₃ melalui pembakaran pelarutan dalam air menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) juga dihasilkan dari pembakaran bahan

organik dengan ketersediaan oksigen (Shahbazi dan Rezaei Nasab, 2016). Emisi gas CO_2 dapat diminimalkan dengan menghindari kerusakan permanen pada sistem iklim, pengembangan strategi pengendalian yang tepat, dan teknologi hemat biaya (Karami dan Ghaemi, 2021). Emisi CO_2 harus dikurangi sesegara mungkin, salah satunya dengan menggunakan metode CCS (penangkapan dan penyimpanan karbon) (Ghaemi, 2020). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memisahkan CO_2 , antara lain metode pemisahan membran, sistem alga, distilasi kriogenik, dan absorpsi. Metode yang paling banyak digunakan untuk memisahkan CO_2 adalah metode absorpsi karena memiliki selektivitas yang tinggi untuk menangkap CO_2 , memiliki kapasitas penyerapan yang besar, serta efisiensi penyerapan CO_2 yang tinggi (Khan et al., 2023).

Metode yang paling banyak digunakan dan dikembangkan hingga saat ini yaitu metode penyerapan yang mana karbon diserap oleh penyerap dalam bentuk CO_2 . Metode penyerapan lebih efektif karena prosesnya lebih aman, mudah dan singkat (Perdana et al., 2021). Absorpsi CO_2 adalah metode pemisahan gas CO_2 dengan memanfaatkan pelarut atau absorbent untuk menangkap gas tersebut. Teknik ini sering digunakan dan menjadi pilihan utama dalam industri pengolahan gas karena memiliki tingkat efisiensi yang tinggi serta menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Proses absorpsi CO_2 memerlukan adanya kontak langsung antara absorbent (pelarut) dengan gas sumber (Fatimura et al., 2021). Reaksi antara karbonat pada sedimen dengan HCl akan menghasilkan kalsium klorida, H_2O , dan CO_2 . Proses ini sering disertai dengan pembentukan gelembung gas CO_2 yang nantinya akan diserap oleh absorber yang digunakan. Absorbent yang digunakan akan bereaksi dengan menyerap gas CO_2 menghasilkan senyawa karbamat (Bunga et al., 2015).

Metode absorpsi merupakan proses pemisahan menggunakan suatu campuran gas yang dihubungkan dengan suatu cairan penyerap yang sesuai, sehingga satu atau lebih komponen dalam campuran gas terlarut dalam cairan penyerap. Absorpsi dapat berlangsung dalam dua macam proses, yaitu absorpsi fisik dan absorpsi kimia. Absorpsi fisik merupakan absorpsi gas terlarut dalam cairan penyerap tanpa disertai dengan reaksi kimia, sedangkan absorpsi kimia melibatkan reaksi kimia dari gas yang terlarut dalam absorbent pada proses penyerapan, seperti absorpsi gas CO_2 menggunakan senyawa amina (Dinul et al., 2023). Absorpsi kimia melibatkan reaksi kimia yang dapat mempercepat laju absorpsi serta meningkatkan kapasitas pelarut untuk melarutkan komponen terlarut (Purba et al., 2021). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi proses absorpsi antara lain: jenis *packing*, kolom absorpsi, laju alir fluida, temperatur, tekanan, luas permukaan kontak, konsentrasi pelarut, dan jenis zat yang diabsorpsi (Ningsih, et al., 2017). Selain kolom absorpsi, keberadaan absorbent juga merupakan salah satu hal penting dalam proses absorpsi. Pemilihan jenis absorbent akan menentukan hasil akhir dari proses absorpsi. Umumnya penyerapan CO_2 dengan



menggunakan absorbent berbasis karbonat panas. Salah satu faktor proses absorpsi adalah konsentrasi/kepekatan dari absorbent yang (et al., 2013). Selain itu, dalam memilih jenis absorbent Luas tas, dan efisiensi tinggi pemulihan merupakan indikator paling (2014). Beberapa pelarut yang banyak digunakan sebagai absorbent psi kimia yaitu senyawa amina seperti monoetanolamin (MEA), dan metil dietanolamin (MDEA) (Dinul et al., 2023).

Amina primer merupakan senyawa penyerap yang paling efektif untuk digunakan sebagai penyerap, hal ini dikarenakan senyawa amina primer mampu menyerap CO_2 dalam kapasitas besar dan memiliki selektivitas yang tinggi (Chai et al., 2022). Alkanolamin yang sering digunakan dalam penyerapan CO_2 yaitu, *monoethanolamine* (MEA), *diethanolamine* (DEA), *methyl ethanolamina* (MMEA), *methyl diethanolamine* (MDEA), *aminomethyl propanol* (AMP), *diethylene glycol amine* (DGA), *diisoprpanolamine* (DIPA), dan *triethanolamin* (TEA) (Karnwiboon et al., 2017). Monoethanolamine (MEA) adalah salah satu amina primer paling umum yang digunakan selama bertahun-tahun untuk menyerap CO_2 dari gas alam karena memiliki reaktivitas yang tinggi dengan CO_2 , harganya yang ekonomis, kinetika reaksi yang kuat, kelarutan yang tinggi dalam air, viskositas rendah, serta penggunaan energi yang lebih rendah (Gul dan Tezcan, 2023). Namun, larutan alkanolamina memiliki beberapa kelemahan seperti laju korosi peralatan yang tinggi, konsumsi energi yang tinggi dalam regenerasi dan ada kemungkinan degradasi pelarut serta emisi lingkungan (Khoshraftar dan Ghaemi, 2022). Selain larutan amina, NaOH yang merupakan basa kuat juga dapat digunakan sebagai absorben karena memenuhi beberapa syarat seperti, stabil secara termis, memiliki viskositas yang relatif rendah, memiliki daya melarutkan yang baik, dan sebisa mungkin tidak korosif. NaOH sebagai absorben dapat menyerap gas CO_2 yang lepas akibat reaksi antara karbonat dari sampel biota laut (CaCO_3) dengan H_3PO_4 (Kurniawan et al., 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Robiah et al. (2021) menggunakan NaOH sebagai absorber dapat menyerap gas CO_2 yang lepas akibat reaksi antara karbonat dari sampel biota laut (CaCO_3) dengan H_3PO_4 .

Penentuan umur sedimen menggunakan ^{14}C dapat dilakukan melalui dua metode yaitu, metode sintesis benzena dan metode absorpsi. Metode sintesis benzena memanfaatkan konversi karbon dari sampel menjadi benzena. Sedangkan metode absorpsi CO_2 pada prinsipnya sama dengan metode sintesis benzena, perbedaannya terletak pada tahap reaksi yang dilakukan, metode sintesis benzena prosesnya lebih panjang dan kompleks dibandingkan dengan metode absorpsi CO_2 . Proses metode sintesis benzena, CO_2 yang terbentuk harus dikonversikan lagi menjadi benzena, sedangkan metode absorpsi, CO_2 yang terbentuk akan langsung diserap oleh larutan absorben. Metode sintesis benzena maupun absorpsi CO_2 memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelebihan metode sintesis benzena adalah memiliki jangkauan umur lebih tinggi dibandingkan dengan metode absorpsi CO_2 , akan tetapi tidak ekonomis, sedangkan metode absorpsi CO_2 jauh lebih ekonomis dan sederhana meskipun jangkauan umurnya lebih rendah (Satrio dan Abidin, 2013).

Beberapa penelitian terkait mengenai absorpsi CO_2 telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmania (2015) yang menganalisis mengenai efisiensi penyerapan CO_2 menggunakan absorben MEA 50% pada sampel terumbu karang. Hasil penelitian



absorpsi CO_2 menggunakan MEA dengan konsentrasi 50% ase efisiensi sebesar 51,80%. Penelitian lain juga dilakukan oleh (2015) dengan membandingkan MEA, DEA, dan TEA sebagai ngabsorpsi CO_2 untuk pengukuran aktivitas ^{14}C pada sampel isil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan tiap rut yakni 0,5180, 0,5903, dan 0,2608 CO_2/mol amina. Saputra an penelitian dengan membandingkan absorpsi CO_2 menggunakan

KOH dan NaOH. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh hasil penelitian efisiensi penyerapan menggunakan KOH sebesar 51,35% dan NaOH sebesar 77,5%.

Berdasarkan uraian tersebut, untuk meningkatkan akurasi dalam pengukuran absorpsi pada sebuah sampel melalui metode absorpsi CO₂, diperlukan sebuah absorben CO₂ yang efisien dan efektif dalam menyerap CO₂. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efisiensi konsentrasi antara MEA dan NaOH sebagai absorben dalam menangkap CO₂ pada sedimen Pulau Karanrang serta untuk memahami mekanisme interaksi antara amina dan alkali dengan karbon dioksida dalam sistem lingkungan alami. Metode absorpsi CO₂ pada penelitian ini merupakan metode pra perlakuan untuk mengukur ¹⁴C serta menentukan umur sampel menggunakan LSC (*Liquid Scintillation Counting*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. berapa efisiensi MEA 50%, MEA 99,5% dan NaOH 2%, NaOH 4% sebagai absorben CO₂ pada sedimen Pulau Karanrang Kepulauan Spermonde?
2. manakah konsentrasi MEA dan NaOH yang paling efektif untuk digunakan sebagai absorben CO₂ pada sedimen Pulau Karanrang Kepulauan Spermonde?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. menentukan efisiensi MEA 50%, MEA 99,5%, NaOH 2%, dan NaOH 4% sebagai absorben CO₂ pada sedimen Pulau Karanrang Kepulauan Spermonde.
2. menentukan konsentrasi MEA dan NaOH yang paling efektif untuk digunakan sebagai absorben CO₂ pada sedimen Pulau Karanrang Kepulauan Spermonde.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai absorben yang bagus antara MEA dan NaOH untuk mengabsorpsi CO₂. Hasil penelitian ini dapat membantu untuk mendukung riset yang membutuhkan penanggalan radiokarbon dengan metode absorpsi CO₂.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel sedimen Pulau Karanrang, gas N₂ HP (*High Purity*), HCl 10%, *monoethanolamine (merck)*, natrium hidroksida (NaOH), silika gel, kertas saring, dan akuades.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium, gelas kimia, gelas ukur, labu semprot, buret, pipet skala, pipet tetes, *bulb*, labu ukur, rangkaian alat absorpsi CO₂, statif, sarung tangan, keranjang, dan oven.

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Agustus 2025. Pengambilan sampel dilakukan di pulau Karanrang, Kepulauan Spermonde, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Radiasi Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel dilakukan di perairan Pulau Karanrang Kepulauan Spermonde pada kedalaman 5 meter di bawah permukaan laut dengan titik koordinat 4°51'30"S dan 119°22'30"E.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel

2.4.2 Preparasi Sampel Sedimen (Quiles et al., 2017)

Sampel yang telah diambil kemudian dicuci menggunakan akuades untuk menghilangkan kotoran-kotoran alami yang terdapat pada sedimen dan dikeringkan. Setelah itu, sampel dicuci dengan HCl 8% dan dibersihkan dengan akuades untuk mencegah kontaminasi. Sampel yang telah dicuci dikeringkan pada oven dengan suhu 70 °C.

2.4.3 Pembuatan Larutan HCl 8%

Larutan HCl 37% dipipet sebanyak 108,11 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL, kemudian dihipitkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.4 Pembuatan Larutan HCl 10%

Larutan HCl 37% dipipet sebanyak 135,14 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL, kemudian dihipitkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.5 Pembuatan Larutan MEA 50%

Larutan MEA 99,5% dipipet sebanyak 50,25 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dihipitkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.6 Pembuatan Larutan NaOH 2%

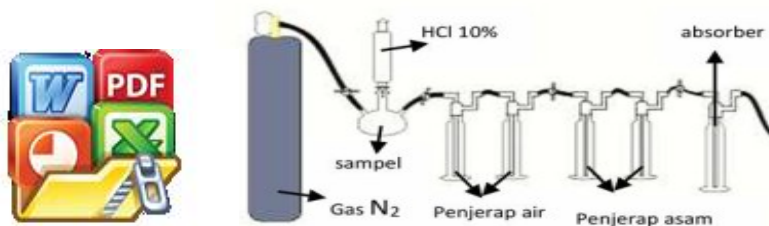
Padatan NaOH ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dihipitkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.7 Pembuatan Larutan NaOH 4%

Padatan NaOH ditimbang sebanyak 4 gram dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dihipitkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.6. Absorpsi Karbon Dioksida (Perdana et al., 2021)

Karbon pada sampel sedimen sebagai CaCO_3 diekstraksi sebagai CO_2 setelah direaksikan dengan HCl 10%. Gas CO_2 kemudian akan diserap oleh MEA dan NaOH sebagai absorben dan menghasilkan RNHCO_2 (MEA sebagai Absorben) dan Na_2CO_3 (NaOH sebagai absorben). Sebelum proses ekstraksi, rangkaian alat yang disiapkan meliputi tabung gas N_2 , labu leher tiga, corong pisah dan alat absorpsi CO_2



Gambar 2. Rangkaian alat ekstraksi karbonat

Keterangan:

1. Tabung gas Nitrogen
2. Katup
3. Corong pisah
4. Labu leher 3
5. Tabung *impinger* berisi AgNO_3
6. Tabung *impinger* berisi silica gel
7. Tabung *impinger* berisi MEA dan NaOH

Sampel sedimen sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam labu alas bulat. Selanjutnya, *valve* pada corong pisah dibuka agar HCl 10% dapat bereaksi dengan sampel hingga garam karbonat yang terdapat pada sampel tersebut habis bereaksi. Gas CO_2 yang dihasilkan dialirkan pada rangkaian alat absorpsi melalui *impinger* yang masing-masing berisi kertas saring yang telah dibasahi AgNO_3 untuk menyerap asam dan silica gel untuk menyerap uap air. Di akhir rangkaian, sampel ditampung pada kolom yang berisikan cairan absorpsi. Aliran gas N_2 dihentikan dan semua keran ditutup. Hasil yang diperoleh pada kolom absorpsi kemudian digunakan untuk menentukan total karbon dalam sampel sedimen yang berhasil diserap.

