

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Potensi batuan karbonat di Indonesia cukup besar dan tersebar dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Jenis bahan galian ini secara umum termasuk bahan galian golongan C, berdasarkan undang-undang nomor 11 Tahun 1967 bahan galian golongan C ialah usaha penambangan seperti tanah, pasir, kerikil, marmer, kaolin, granit, dan beberapa jenis lainnya. Dalam proses penambangannya, bahan galian golongan C ini dilakukan secara bebas yang menyebabkan terkikisnya humus tanah sebagai lapisan teratas dari permukaan tanah. Lapisan atas tanah ini juga sering disebut sebagai lapisan olah atau topsoil. Lapisan olah ini ialah lapisan teratas dari tanah yang mempunyai kandungan bahan organik dan nutrisi yang paling tinggi. Lapisan ini biasanya berwarna lebih gelap dibandingkan lapisan tanah di bawahnya karena kaya akan bahan organik yang berasal dari dekomposisi tumbuhan dan hewan. Tumbuh-tumbuhan tumbuh di lapisan olah ini dan berfungsi sebagai perangsang akar untuk menjalar ke lapisan bawah. Orang-orang biasanya memakai lapisan ini untuk menyuburkan pekarangan rumah mereka. Selain itu, lubang-lubang yang besar akan menyebabkan lahan menjadi tidak produktif dan tidak dapat dipergunakan lagi. Pada musim hujan, air akan mengalir ke dalam lubang-lubang, yang dapat menyebabkan penyakit karena menjadi tempat sarang nyamuk (Dyahwanti, 2007).

Batuan karbonat yang cukup dikenal oleh masyarakat umum di Indonesia ialah kalsit, magnesit dan dolomit. Kalsit ialah batuan karbonat dengan senyawa kimia kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan sistem kristal rhombohedral, sedangkan dolomit batuan karbonat dengan senyawa kimia  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  dan sistem kristal trigonal-rhombohedral. Kalsit terbentuk dari proses presipitasi langsung dari air yang kaya akan kalsium. Ketika konsentrasi kalsium dalam air mengalami peningkatan ataupun jumlah air berkurang, kristal-kristal padat dari kalsit mulai terbentuk. Proses ini terjadi saat ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) bereaksi dengan ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) yang

ada dalam air. Proses ini biasa terjadi di lingkungan goa, apalagi saat air mengalir ke goa kapur. Saat air mengalami penguapan dan tingkatan kejenuhan .

dari larutan karbonat ini meningkat dan kalsit akan membentuk stalaktit dan stalagmite (Chen et al., 2012).

Selain kalsit, mineral lain yang mempunyai senyawa kimia  $\text{CaCO}_3$  dengan system kristal yang berbeda ialah aragonit (ortorombik), dan vaterit (heksagonal).  $\text{CaCO}_3$  ialah rantai penting dalam siklus  $\text{CO}_2$  jangka panjang antara atmosfer, lautan, dan bumi padat. Kalsit ialah mineral paling stabil yang mempunyai tekanan rendah dan pada  $\text{MgCO}_3$  mineral ini bersifat isostruktural dan elektronik. Magnesit ( $\text{MgCO}_3$ ) ialah mineral yang ditemukan di batuan beku ataupun sedimen, stabil di bawah tekanan tinggi tekanan tinggi (sampai 100 GPa) pada keadaan mantel yang lebih rendah. Stabilitas tekanan ini memperlihatkan bahwa magnesit ialah salah satu senyawa utama yang mampu menyimpan karbon secara efektif di dalam mantel Bumi. Selain itu,  $\text{MgCO}_3$  ialah produk akhir dari penangkapan karbon dioksida  $\text{CO}_2$  oleh  $\text{MgO}$  ataupun  $\text{Mg(OH)}_2$ . Ini memperlihatkan bahwa  $\text{MgCO}_3$  dapat memainkan peran penting dalam mencegah dampak pemanasan global. Berdasarkan penelitian dari (Kirboga & Oner, 2013) bentuk morfologi dan fase dari batuan kalsit berkaitan dengan keadaan sintesis seperti konsentrasi reaktan, suhu, waktu aging dan zat adiktif alam.

Batuan karbonat lainnya adalah dolomit. Dolomit mengandung mineral kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) dan magnesit ( $\text{MgCO}_3$ ) (Abdullah et al., 2021a);(Gregg et al., 2015). Dolomite ialah mineral karbonat yang sering ditemukan pada batuan sedimen dari Proterozoikum sampai Holosen (Pina et al., 2022). Dolomite,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , ialah mineral karbonat yang melimpah dalam formasi batuan kuno, tetapi jumlahnya begitu langka pada lingkungan sedimen modern(Pina et al., 2020). Dolomite,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , ialah magnesium belah ketupat dan mineral kalsium karbonat yang banyak ditemukan pada batuan sedimen. Struktur dolomite dicirikan oleh lapisan-lapisan yang berselang-seling kation magnesium (Mg) dan kalsium (Ca), masing-masing dipisahkan oleh bidang gugus  $\text{CO}_3$  berorientasi normal pada sumbu c (Van Tuyl, 1916); (Liu et al., 2024).

Proses dekomposisi dolomite dilaksanakan dengan kalsinasi. Mekanisme dekomposisi parsial  $\text{MgO}$  dari dolomite bermula dari lepasnya gas  $\text{CO}_2$  dan

terbentuknya ion  $O^{2-}$  pada permukaan dolomite. Selanjutnya  $Mg^{2+}$  bergerak menuju  $O^{2-}$  sedangkan  $Ca^{2+}$  bermigrasi membentuk  $CaCO_3$  pada permukaan dolomite (Galai et al., 2007; Sirat et al., 2016). Sejumlah peneliti juga sudah memperlihatkan penentuan temperatur dekomposisi dolomite dimana terdapat dua titik endotermis (Lai et al., 2021). Area pertama pada rentang temperatur antara  $690\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $810\text{ }^{\circ}\text{C}$  yang berkaitan dengan pembentukan  $MgO$  dan  $CaCO_3$ . Area kedua pada rentang temperatur antara  $810\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $920\text{ }^{\circ}\text{C}$  yang berkaitan dengan dekomposisi  $CaCO_3$  menjadi  $CaO$  (Mishra & Mohanty, 2018).

Berbagai penelitian sudah dilaksanakan untuk mengetahui karakteristik proses kalsinasi dolomite. Dolomite dari berbagai daerah sudah diteliti proses dekomposisinya. (Shahraki et al., 2009) meneliti dekomposisi dolomite dari Iran sedangkan (Mericboyu & Kucukbayrak, 1994) meneliti dekomposisi dolomite dari Turki. Beberapa penelitian dilaksanakan dengan memakai berbagai macam peralatan analisis seperti *Thermogravimetric Analysis dan Differensial Thermal Analysis* (Shahraki et al., 2009), *Neutron Thermodiffractometry* (De Aza et al., 2002) dan *In Situ XRD*. Berbagai variasi keadaan operasi dekomposisi dolomite juga sudah dilaksanakan, seperti dekomposisi dolomite pada tekanan parsial  $CO_2$  tinggi (Beruto et al., 2003). Sementara penelitian mengenai dekomposisi dolomite dari Indonesia belum banyak dilaksanakan. (Amri et al., 2007) sudah meneliti mengenai pengaruh suhu dan ukuran butir terhadap kalsinasi batu gamping. Penelitian lokal lain mengenai dolomite belum menyinggung secara mendalam mengenai dekomposisi dolomite, seperti penelitian dari (Yustanti, 2006).

Mineral dolomit di alam terbentuk dari batu gamping yang mempunyai komposisi 100 % berat kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ), dimana proses pembentukannya (dolomitasi) disebabkan oleh adanya pengaruh peresapan unsur-unsur magnesium dari air laut ke dalam batu gamping, sehingga nantinya terjadi proses penggantian unsur Ca dalam batu gamping tersebut dengan unsur Mg. Berkaitan dengan hal di atas, kebanyakan mineral dolomit diperoleh di bagian bawah dari satu seri/paket batu gamping yang terletak di daerah dekat laut (Marietta, 2001). Metode pengambilan Mg ataupun  $MgO$  dari sumber mineral yang beragam sudah banyak dikembangkan, sedangkan pengambilan Mg ataupun  $MgO$  dari dolomit umumnya dilaksanakan dengan proses *pirometalurgi*. Proses kalsinasi pada temperatur tinggi

umumnya diterapkan pada material dolomit guna melepaskan gas CO<sub>2</sub>. Bergantung pada tingginya temperatur kalsinasi, maka dolomit sebagai material fasa tunggal dapat berubah menjadi material campuran antara kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dan magnesium oksida (MgO) ataupun juga dapat berupa campuran CaO dan MgO (Anani, 1984).

Kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) adalah senyawa kimia yang tidak berbau. Kalsium karbonat merupakan sumber kalsium yang tidak larut dalam air. Kalsium karbonat juga dapat dibuat secara kimiawi dengan menggabungkan kapur tohor (kalsium oksida, CaO) dengan air untuk menghasilkan kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>), yang kemudian diolah dengan karbon dioksida untuk membentuk garam kalsium karbonat. Sedangkan magnesium hydroxide (Mg(OH)<sub>2</sub>) merupakan senyawa anorganik yang memiliki kelarutan rendah dalam air. Senyawa ini juga disebut Susu magnesia atau magnesium(2+) hidroksida. Secara alami, magnesium hidroksida terdapat dalam bentuk mineral brucite dan merupakan senyawa umum yang ditemukan dalam antasida. Mg(OH)<sub>2</sub> ini terbentuk dari larutan garam magnesium dicampur dengan air alkali. Secara komersial, Mg(OH)<sub>2</sub> diproduksi dengan mengolah kapur dan air laut. Sekitar satu ton magnesium hidroksida diperoleh dari 600 m<sup>3</sup> air laut. Kalsium hidroksida lebih mudah larut dalam magnesium hidroksida, oleh karena itu Mg(OH)<sub>2</sub> mengendap sebagai padatan.

Oomole & Osoba (1983) menguji pengaruh tekanan injeksi CO<sub>2</sub> terhadap interaksi inti CO<sub>2</sub> dan dolomit. Tekanan yang berbeda diperiksa, inti dolomit dengan diameter 2,25 inci dan panjang berkisar antara 3 dan 9 inci dipakai, inti tersebut awalnya dijenuhkan dengan 0,1 M NaCl. CO<sub>2</sub> diinjeksikan dengan laju aliran injeksi 10 cm<sup>3</sup>/jam, tekanan berkisar antara 1000 dan 2500 psig, suhu dijaga konstan pada 80°F. Hasil penelitiannya memperlihatkan bahwa CO<sub>2</sub> melarutkan batuan di sekitar permukaan injeksi, meningkatkan tekanan dan pembubaran batuan. Karbonat terlarut akan cenderung mengendap di sepanjang bak aliran seiring dengan turunnya tekanan. Injeksi CO<sub>2</sub> pada akuifer karbonat dalam akan menyebabkan penurunan porositas dekat sumur bor sebesar 5-17% (Zhang et al., 2011).

Berdasarkan uraian diatas, batuan karbonat telah banyak digunakan dalam berbagai sektor, namun asal mula pembentukannya di alam belum diketahui dengan

jelas. Hingga saat ini, penelitian mengenai asal pembentukan karbonat masih belum menghasilkan data yang cukup meyakinkan untuk menggambarkan mekanisme pembentukannya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meniru proses pembentukan mineral karbonat di alam, guna memahami mekanisme sebenarnya. Pengetahuan tentang mekanisme pembentukan awal batuan karbonat akan memberikan kontribusi penting dalam ilmu fisika bumi, terutama dalam kegiatan eksplorasi sumber daya mineral dan energi yang terkait dengan batuan karbonat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui asal mula pembentukan (genesis) batuan karbonat di alam. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan model air laut yang mengandung ion-ion pembentuk karbonat, yaitu kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Ion-ion ini diperoleh dari batuan karbonat yang mengandung kalsium dan magnesium, seperti batuan dolomit. Batuan dolomit dilarutkan dalam asam untuk menghasilkan larutan model air laut yang mengandung kedua ion tersebut.

Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan ion karbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) di dalam air laut diduga berperan dalam pembentukan karbonat. Untuk memverifikasi klaim ini, gas  $\text{CO}_2$  dimasukkan ke dalam larutan model air laut, dan ion  $\text{HCO}_3^-$  ditambahkan secara terpisah. Selain itu, pH larutan juga diatur untuk mengamati pengaruhnya terhadap pembentukan karbonat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana pengaruh penambahan  $\text{CO}_2$  terhadap pembentukan Batuan Karbonat?
- 1.2.2 Bagaimana pengaruh penambahan  $\text{NaHCO}_3$  terhadap pembentukan Batuan Karbonat?
- 1.2.3. Bagaimana pengaruh pH larutan terhadap pembentukan Batuan Karbonat?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami proses pembentukan (genesis) batuan karbonat yaitu *kalsite* dan *brucite* di alam dengan menggunakan model air laut yang mengandung ion-ion pembentuk karbonat, yaitu kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), yang diteliti di laboratorium.

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

- 1.4.1 Pada penambahan  $\text{CO}_2$  konsentrasi Kalsite ( $\text{CaCO}_3$ )<sub>2</sub> Brucite ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) hanya diukur dengan volume larutan dari 10 ml, 25 ml, 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml, 250 ml dan pengenceran 5000x.
- 1.4.2 Pada penambahan  $\text{NaHCO}_3$  konsentrasi Kalsite ( $\text{CaCO}_3$ )<sub>2</sub> Brucite ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) hanya diukur dengan volume larutan dari 10 ml, 25 ml, 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml dan 250 ml.
- 1.4.3 Konsentrasi Kalsite ( $\text{CaCO}_3$ )<sub>2</sub> Brucite ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) hanya diukur dengan PH dari 2.41, 7.67, 9.58, 9.91, 12.02, 12.05, 12.29, 12.41 dan 12.49.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memahami proses pembentukan karbonat pada batuan yang mengandung atom kalsium atau magnesium, yang terbentuk dari larutan model air laut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan kebumihan, khususnya terkait dengan genesis (asal mula terbentuknya) batuan karbonat dan batuan yang mengandung kalsium atau magnesium.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab yang terbagi beberapa sub-bab pada setiap BAB-nya. Bab I Pendahuluan, yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II membahas kajian Pustaka tentang landasan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Bab III ialah metode penelitian yang didalamnya membahas mengenai waktu dan Lokasi penelitian, prosedur penelitian yang meliputi alat, bahan, proses sintesis, karakterisasi, dan pengujian. Bab IV Hasil dan pembahasan, pada bagian ini peneliti akan menguraikan hasil yang diperoleh setelah melakukan penelitian mengenai hasil dari seluruh data dan analisisnya. Bab V Simpulan dan

rekomendasi, pada bab ini menyimpulkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, serta saran atau rekomendasi yang berkaitan dengan penelitian selanjutnya.