

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini pemanasan global merupakan salah satu tantangan yang harus dihadapi. Pemanasan global dapat menyebabkan serangkaian perubahan bagi lingkungan dan kondisi iklim yang merugikan. Penyebab utama pemanasan global diidentifikasi berasal dari peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, terutama gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di atmosfer bumi setelah revolusi industri. Gas rumah kaca merupakan gas-gas yang berada di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca. Gas-gas tersebut muncul secara alami di lingkungan, tetapi juga dapat timbul akibat aktivitas manusia, terutama adanya pembakaran bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil meningkat secara signifikan sejak revolusi industri yang menyebabkan meningkatnya gas karbon dioksida ke atmosfer. Peningkatan emisi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) ini akan menyebabkan peningkatan suhu udara dan pemanasan global secara luas yang dalam jangka waktu lama dapat mengakibatkan perubahan iklim. Salah satu penyebab pemanasan global adalah gas rumah kaca, yaitu karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) adalah penyumbang utama gas rumah kaca (GRK) yang berkontribusi pada pemanasan iklim global. Hal ini karena emisi karbon dioksida merupakan akibat dari aktivitas manusia. Gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dapat bersumber dari berbagai sumber, salah satunya dari proses perubahan tata guna lahan. Dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka semakin meningkat pula kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di udara.

Udara merupakan kebutuhan hidup bagi makhluk hidup di dunia, sehingga perlu dijaga kebersihannya. Salah satu limbah yang paling besar efeknya untuk lingkungan adalah  $\text{CO}_2$  yang semakin hari semakin meningkat, hal ini dapat mengakibatkan penurunan kualitas udara. Sebagian besar gas  $\text{CO}_2$  ini dihasilkan oleh pembakaran dari hasil proses industri. Hasil dari pembakaran tersebut menghasilkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang membahayakan.  $\text{CO}_2$  yang berlebihan dapat melubangi lapisan ozon, dan dapat memicu efek pemanasan global. Emisi ini dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara), akibat penggundulan, dan pembakaran hutan (Robiah *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan upaya yang efisien dan cepat untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) adalah dengan metode absorpsi. Absorpsi merupakan suatu proses pemisahan dengan cara salah satu zat dalam campuran gas dengan cara mengontakkan dengan suatu cairan yaitu suatu komponen terabsorpsi sedangkan komponen lain tidak terserap (Robiah *et al.*, 2021). Pada dasarnya

absorpsi memiliki dua macam proses, yaitu absorpsi fisika dan absorpsi kimia. Absorpsi fisika merupakan gas terlarut dalam cairan tidak disertai dengan reaksi kimia. Sedangkan absorpsi kimia melibatkan reaksi kimia antara pelarut cair dengan alir gas dan solut tetap di fase cair (Ardhiany, 2018). Absorpsi dengan reaksi kimia lebih menguntungkan untuk pemisahan. Besarnya absorben (cairan) tidak hanya ditentukan oleh jumlah gas yang diolah, melainkan juga oleh daya pelarut absorben dan kecepatan pelarut (Ardhiany, 2018).

Pelarut yang dapat digunakan untuk penyerapan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yaitu pelarut natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) (Robiah *et al.*, 2021).  $\text{NaOH}$  dapat digunakan sebagai absorben untuk menyerap gas  $\text{CO}_2$ , hal ini karena ketika gas  $\text{CO}_2$  bereaksi dengan  $\text{NaOH}$  akan terjadi reaksi *inversible*. Reaksi *inversible* adalah reaksi satu arah, artinya pada reaksi ini hasil reaksi tidak dapat kembali membentuk reaktan. Menurut Yoo *et al.* (2013), Mekanisme absorpsi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam larutan  $\text{NaOH}$  yaitu  $\text{Na}$  dan  $\text{OH}$  hampir seluruhnya terionisasi dalam air murni karena  $\text{NaOH}$  merupakan basa kuat. Ketika gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) direaksikan ke dalam larutan  $\text{NaOH}$ , gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) akan diserap sehingga menghasilkan natrium karbonat, gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) berubah fasa gas ke fasa cair. Gas  $\text{CO}_2$  akan diabsorpsi oleh larutan  $\text{NaOH}$  pada fase cair. Pada saat gas mendekati interfase cair, maka gas  $\text{CO}_2$  akan larut dan langsung bereaksi dengan larutan  $\text{NaOH}$ . Semakin besar konsentrasi  $\text{NaOH}$ , maka  $\text{CO}_2$  yang terabsorpsi dan koefisien perpindahan massa juga akan semakin besar. Hal ini karena proses absorpsi berlangsung secara kontinyu (Robiah *et al.*, 2021). Penyerapan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan pelarut  $\text{NaOH}$  memiliki daya serap lebih tinggi, waktu reaksinya relatif cepat, harganya murah, dan mudah untuk didapatkan (Yoo *et al.*, 2013). Dalam proses absorpsi diperlukan alat yang mendukung agar absorpsi dapat dilakukan yang disebut dengan absorber.

Absorber merupakan salah satu peralatan yang digunakan dalam industri gas, perminyakan dan lainnya seperti pada proses pemisahan gas-gas yang tidak diinginkan. Absorber merupakan salah satu cara untuk memisahkan gas  $\text{CO}_2$  dari campurannya dengan proses absorpsi (Robiah *et al.*, 2021). Beberapa contoh alat absorber yang digunakan pada proses absorpsi seperti reaktor kolom gelembung, absorber tipe *sieve tray*, *jet flow colom*, dan kolom gelembung. Kolom gelembung merupakan salah satu alat yang menghasilkan gelembung gas. Kolom gelembung adalah kolom yang menyebabkan gas *entrainment* (persiapan gas) dan dispersi gas ke dalam cairan yang membentuk awan gelembung. Gelembung-gelembung inilah yang akan memberikan kontak dengan absorben sehingga terjadi proses absorpsi (Apriandi *et al.*, 2017). Kolom gelembung merupakan salah

satu alat kontak antara fase gas dan cair yang berfungsi sebagai media perpindahan massa fasa gas ke dalam fasa cair. Kolom gelembung ini biasanya digunakan pada proses pengolahan mineral, aerasi natural, pengolahan air limbah, fermentasi dan flotasi serta industri. Kolom gelembung ini lebih sederhana dalam perancangan dan mudah dalam pengoperasian serta pemeliharaan alatnya. Kolom gelembung memiliki keuntungan yaitu volume reaktor yang dibutuhkan kecil, luas area spesifik antarfasa yang besar, ukuran diameter gelembung yang terdispersi ke dalam cairan kecil serta dapat menghasilkan koefisien perpindahan massa yang sangat besar dibandingkan kolom gelembung konvensional lainnya (Setiadi *et al.*, 2010). Setelah dilakukan absorpsi CO<sub>2</sub> dengan NaOH, dianalisis sampel gas CO<sub>2</sub> dengan menggunakan metode titrimetri.

Metode titrimetri menggunakan pengukuran volume, yaitu dengan cara sejumlah zat yang dianalisis direaksikan dengan larutan baku (standar) yang telah diketahui kadar atau konsentrasinya secara teliti dan reaksinya berlangsung secara kuantitatif (Mudriyastutik *et al.*, 2021). Titrasi asam basa merupakan suatu cara untuk menentukan konsentrasi asam atau basa menggunakan larutan standar. Titrimetri merupakan suatu analisa sampel dengan melakukan titrasi dan indikator penunjuk sehingga diperoleh konsentrasi gas terlarut dalam cairan (Ardhiany, 2018). Titrasi merupakan suatu cara untuk menentukan konsentrasi asam atau basa dengan menggunakan larutan standar. Titrasi asam basa melibatkan asam maupun basa sebagai titer atau titrant. Titrasi asam basa dibagi menjadi titrasi asidimetri dan titrasi alkalimetri (Chang, 2005). Kelebihan metode titrimetri untuk penetapan kadar suatu zat yaitu alatnya sederhana, cepat dan memiliki ketelitian hingga *part per million* (ppm), yaitu 1 bagian dalam 1000 (Mudriyastutik *et al.*, 2021).

Pada penelitian terdahulu dilaporkan Hermanto dan Susanty, 2016, bahwa konsentrasi NaOH sebesar 3 N dapat menurunkan kandungan gas CO<sub>2</sub> sebesar 71,9% (Hermanto dan Susanty, 2016). Semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin dekat pula jarak antar molekul NaOH sehingga peluang terjadi tumbukan antara molekul NaOH dan CO<sub>2</sub> semakin besar dan kontak fase antara gas dengan cairan semakin baik. Sehingga jumlah gas yang dapat berpindah dari fase gas menuju fase cair juga semakin besar. Absorpsi CO<sub>2</sub> meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH dengan persentase penyerapan 98,211% pada konsentrasi NaOH sebesar 3,25 M (Purba dan Barutu., 2021). Penggunaan NaOH sebagai absorben untuk penyerapan CO<sub>2</sub> didapatkan bahwa absorpsi gas CO<sub>2</sub> berbanding lurus dengan konsentrasi NaOH didapatkan gas CO<sub>2</sub> diabsorpsi sebesar 57% dengan konsentrasi NaOH 5% (Yoo *et al.*, 2013). Secara teori, hal ini

terjadi disebabkan oleh meningkatnya jumlah molekul NaOH seiring dengan penambahan konsentrasinya, sehingga semakin banyak pula molekul absorben yang dikontakkan dengan molekul CO<sub>2</sub> (Kartohardjono *et al.*, 2011).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini maka penulis tertarik untuk menggunakan larutan NaOH sebagai larutan penyerap gas CO<sub>2</sub> yang menggunakan serangkaian alat absorber yang disebut dengan absorber *purging bubble colum* yang dapat digunakan sebagai upaya untuk mengurangi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Selanjutnya, dianalisa sampel dengan melakukan titrasi asam HCl. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mengambil judul **“Penggunaan *Purging Bubble Column* yang Mengandung NaOH untuk Analisis Gas CO<sub>2</sub> Dengan Titrasi Asam-Basa”**.

### **1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah**

Gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan akibat dari emisi gas rumah kaca. Untuk mengurangi gas CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan menggunakan metode absorpsi. Pelarut yang dapat digunakan untuk absorpsi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yaitu pelarut natrium hidroksida (NaOH). NaOH dapat digunakan sebagai absorben untuk absorpsi gas CO<sub>2</sub> karena gas CO<sub>2</sub> akan larut dan langsung bereaksi dengan larutan NaOH. Semakin besar konsentrasi NaOH, maka CO<sub>2</sub> yang terabsorpsi juga akan semakin besar.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap efektivitas absorpsi gas CO<sub>2</sub> dengan penggunaan *purging bubble column*?
2. Bagaimana pengaruh peningkatan tinggi larutan NaOH terhadap efektivitas absorpsi gas CO<sub>2</sub> dengan penggunaan *purging bubble column*?
3. Bagaimana pengaruh suhu dan laju pengadukan pembentukan gas CO<sub>2</sub> terhadap efektivitas absorpsi gas CO<sub>2</sub>?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan dari rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, tujuan penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap efektivitas absorpsi gas CO<sub>2</sub> dengan penggunaan *purging bubble column*.
2. Menganalisis pengaruh peningkatan tinggi larutan NaOH terhadap efektivitas absorpsi gas CO<sub>2</sub> dengan penggunaan *purging bubble column*.
3. Menganalisis pengaruh suhu dan laju pengadukan pembentukan gas CO<sub>2</sub> terhadap efektivitas absorpsi gas CO<sub>2</sub>

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca mengenai penggunaan *purging bubble column* yang mengandung NaOH terhadap absorpsi gas CO<sub>2</sub> dengan titrasi asam-basa.
2. Dapat mengurangi gas CO<sub>2</sub> melalui penggunaan larutan NaOH dengan absorber *purging bubble column*.

