

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak sektor yang menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK), beberapa sektor yang menyumbang emisi gas rumah kaca di Indonesia adalah sektor kehutanan yang diikuti oleh sektor transportasi, sektor industri, sektor komersial dan sektor rumah tangga. Efek rumah kaca dapat menyebabkan pemanasan global, hal ini disebabkan oleh efek panas yang dipantulkan ke permukaan bumi sebagian besar terperangkap. Menurut Hari (2019) pemanasan global didefinisikan sebagai istilah yang menjelaskan mengenai peningkatan suhu rata-rata dalam jangka waktu seratus tahun terakhir dari sistem iklim bumi dan efek-efek yang terkait, pemanasan global juga dapat dianggap sebagai salah satu faktor yang menyebabkan timbulnya perubahan iklim. Pemanasan global yang berlebihan akan menyebabkan peningkatan suhu global yang signifikan, ditandai dengan mencairnya lapisan es, perusakan ekosistem, naiknya permukaan laut, dan perubahan iklim yang ekstrem. Berdasarkan buletin dari Sub Bidang Informasi Gas Rumah Kaca Pusat Layanan Iklim Terapan BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) pada tahun 2021 menyatakan bahwa gas CO<sub>2</sub> menjadi penyumbang terbesar dalam komposisi gas rumah kaca di atmosfer global dengan presentasi mencapai 80%. Mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub> yang dilepas ke atmosfer merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global.

Sampai saat ini banyak penelitian yang telah mengembangkan teknologi penangkapan CO<sub>2</sub>. Penangkapan gas CO<sub>2</sub> digunakan sebagai upaya pengurangan kandungan CO<sub>2</sub> yang dibuang begitu saja pada atmosfer. Pengurangan CO<sub>2</sub> dengan metode penangkapan CO<sub>2</sub> adalah salah satu cara yang cukup efektif dalam menghambat perubahan keseimbangan alam. Terdapat berbagai metode yang dapat dilakukan dalam penangkapan kandungan CO<sub>2</sub> yaitu penangkapan secara

absorpsi fisika dan kimia, penangkapan dengan kontaktor membran, serta penangkapan dengan fraksinasi *cryogenics*. Pada penangkapan CO<sub>2</sub> dengan kontaktor membran terdapat kelemahan pada unit operasi dimana tingkat keefektifitasan pada operasionalnya rendah, serta dapat terjadi *fouling* membran. Untuk penangkapan CO<sub>2</sub> dengan fraksinasi *cryogenics* membutuhkan kandungan *sour gas* yang tinggi dalam gas alam, sehingga nilai operasi menjadi lebih ekonomis, sedangkan untuk proses absorpsi CO<sub>2</sub> membutuhkan kapasitas yang kecil dengan selektivitas CO<sub>2</sub> yang rendah. Menurut Monde dkk, (2019) Penyerapan secara kimia atau absorpsi reaktif paling banyak digunakan karena ketersediaan tingkat removal yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode penyerapan lainnya.

Absorpsi kimia atau absorpsi reaktif adalah reaksi kimia antara bahan yang diabsorpsi dan yang mengabsorpsi. Absorpsi jenis ini bergantung pada stoikiometri reaksi dan konsentrasi reaktan (Leiviska dkk, 2012). Absorpsi reaktif CO<sub>2</sub> menjadi salah satu metode yang paling efektif untuk penangkapan CO<sub>2</sub>, absorpsi reaktif CO<sub>2</sub> biasanya menggunakan absorben berupa larutan *alkanolamine*. Pada senyawa amina memiliki satu atau lebih gugus hidroksil, gugus hidroksil tersebut dapat meningkatkan kelarutan dalam air serta dapat mengurangi tekanan uap. Untuk menyerap CO<sub>2</sub> gugus amino menyediakan alkalinitas yang cukup. Berdasarkan struktur kimianya senyawa, terdapat 3 jenis *alkanolamine* seperti, *secondary amine* (DEA), *tertiary amine* (MDEA), dan *primary amine* (MEA). Dari banyak penelitian dengan menggunakan pelarut amina seperti DEA, MEA, dan MDEA menjadi pelarut yang tepat digunakan. MEA adalah pelarut yang memiliki kecepatan absorpsi yang paling baik di antara ketiganya atau senyawa yang sangat bereaksi dengan CO<sub>2</sub> membentuk senyawa lain. DEA adalah pelarut yang sedikit korosif serta memiliki daya absorpsi yang cukup baik, sedangkan MDEA adalah pelarut yang tidak korosif namun memiliki kemampuan absorpsi yang lebih kecil dibandingkan dengan DEA dan MEA (Rajabzadeha dkk, 2009). Oleh karena itu, dilihat dari karakteristik masing-masing pelarut MEA dipilih sebagai absorben karena lebih cepat bereaksi terhadap gas asam daripada amine sekunder dan tersier, prosesnya stabil secara thermal, termasuk amine primer sehingga mempunyai reaktivitas tinggi sekitar 3,5

ppm H<sub>2</sub>S dan 100 ppm CO<sub>2</sub> dapat dipisahkan, dan memiliki harga paling murah dibandingkan amine yang lain (Maddox, 1998). Terdapat penelitian yang lain dalam absorpsi CO<sub>2</sub> yang mengaplikasikan garam asam amino sebagai pelarut memiliki beberapa keuntungan seperti, rate korosi rendah dan ketahanan degradasi oksidasi yang tinggi, reaksi kinetik yang cepat dan tinggi terhadap CO<sub>2</sub>, serta volatilitas rendah (Majchrowicz, 2014). Terdapat beberapa jenis garam dari asam amino seperti, *potassium taurate*, *potassium glycinate*, dan *L-glutamic acid*. Garam asam amino di atas telah diuji penggunaannya sebagai absorben pada absorpsi CO<sub>2</sub> (Hoslt dkk, 2008).

*L-glutamic acid* merupakan senyawa asam amino *non-esensial* yang sering ditemukan dalam MSG. MSG atau *Monosodium Glutamate* adalah salah satu senyawa garam asam amino, senyawa ini dapat dijadikan sebagai promotor dalam proses absorpsi CO<sub>2</sub>. Senyawa garam asam amino ini memiliki rumus kimia C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>4</sub>Na, yang dapat digunakan sebagai bio-katalisator. MSG termasuk garam natrium dari asam glutamat yang merupakan salah satu asam amino *non-esensial* paling berlimpah yang terbentuk secara alami. *Glutamate* adalah salah satu jenis asam amino penyusun protein dan merupakan komponen alami dalam setiap makhluk hidup baik dalam bentuk terikat maupun bebas. Senyawa asam amino termasuk jenis *amphiprotic* yang setidaknya mempunyai satu gugus sulphonil atau hidroksil serta satu gugus amine. Promotor dapat disebut sebagai bio-katalisator dalam proses absorpsi CO<sub>2</sub>, karena senyawa yang dapat membantu mempercepat reaksi kimia. Selain *monosodium glutamate* (MSG) ada beberapa senyawa asam amino yang dapat digunakan sebagai bio-katalisator dalam proses absorpsi CO<sub>2</sub>.

Absorpsi reaktif menggunakan pelarut amine dalam *packed column* adalah metode yang paling dikenal luas diterapkan untuk aplikasi CO<sub>2</sub> *removal*. *Packed column* merupakan peralatan transfer massa gas-cair dengan kontak antar fasa yang terjadi terus menerus. Kinerja pada alat *packed column* bergantung terhadap baiknya distribusi fluida (gas dan *liquid*) yang mengalir dalam *packed bed*. *Packed column* memiliki isian yang disebut dengan *packing*, pemilihan jenis *packing* memiliki peranan dalam kontak antara gas dan cair dalam penyerapan CO<sub>2</sub>. Pada proses absorpsi kontak antara gas dan cairan terjadi pada kolom

absorben. Sehingga pada proses absorpsi, kolom absorben digunakan sebagai tempat terjadinya penyerapan CO<sub>2</sub> secara *countercurrent* yaitu dengan mengalirkan gas dari bawah dan cairan dari atas. Pada *packing* absorben terjadi pertukaran massa dan energi, *packing* absorben berfungsi memperluas kontak antara gas dan cairan. *Packed column* dipilih karena menghasilkan *pressure drop* yang lebih kecil, dapat digunakan pada bahan yang tidak tahan terhadap suhu tinggi, serta biaya lebih murah.

Absorpsi CO<sub>2</sub> menggunakan *packed column* dengan larutan MEA masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Dapat dilihat dari pertimbangan penelitian sebelumnya, perlu adanya pengembangan penelitian terhadap absorpsi reaktif CO<sub>2</sub> ke dalam larutan MEA. Menurut penelitian Christofer (2012) memaparkan bahwa efektivitas penyerapan absorpsi akan lebih baik jika penggunaan konsentrasi MEA dalam campuran dinaikan dan laju alir absorben dinaikan namun, adanya MEA pada campuran dapat merugikan. Hal ini terjadi karena sifat MEA yang sangat korosif sehingga campuran DEA dan MEA menjadi alternatif pelarut. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pelarut MEA adalah pelarut yang rentan mengalami korosi terutama jika konsentrasi yang digunakan lebih dari 20% wt, sehingga dapat dilakukan kombinasi solven dengan pelarut amine lain maupun dengan senyawa garam asam amino sebagai promotor. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan pengembangan penelitian dengan pelarut *monoethanolamine* (MEA) yang ditambahkan *monosodium glutamate* (MSG) sebagai promotor dengan serangkaian alat *packed column* dalam absorpsi CO<sub>2</sub>.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dari latar belakang di atas :

1. Bagaimana cara memperoleh data CO<sub>2</sub> *loading* dari proses absorpsi CO<sub>2</sub> ke dalam larutan MEA dengan promotor *monosodium glutamate* (MSG) menggunakan *packed column*.
2. Bagaimana pengaruh parameter kondisi operasi (*flowrate* dan penggunaan promotor) pada proses absorpsi CO<sub>2</sub> ke dalam larutan MEA dengan promotor *monosodium glutamate* (MSG) menggunakan *packed column*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini :

1. Untuk memperoleh data  $\text{CO}_2$  *loading* dari proses absorpsi  $\text{CO}_2$  ke dalam larutan MEA dengan promotor *monosodium glutamate* (MSG) menggunakan *packed column*.
2. Untuk mengetahui pengaruh parameter kondisi operasi (*flowrate* dan penggunaan promotor) pada proses absorpsi  $\text{CO}_2$  ke dalam larutan MEA dengan promotor *monosodium glutamate* (MSG) menggunakan *packed column*.

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut merupakan ruang lingkup pada penelitian ini :

1. Pengambilan data pada setiap jurnal berdasarkan jenis larutan *Monoethanolamine* (MEA), penggunaan promotor *monosodium glutamate* (MSG).
2. Faktor yang diteliti adalah pengaruh penambahan promotor *monosodium glutamate* (MSG) dan pengaruh parameter kondisi operasi (*flowrate* dan konsentrasi promotor) terhadap absorpsi  $\text{CO}_2$  ke dalam larutan MEA.
3. Hasil yang dicari adalah  $\text{CO}_2$  *loading* dan *%recovery*  $\text{CO}_2$  pada absorpsi  $\text{CO}_2$  ke dalam larutan MEA dengan penggunaan promotor *monosodium glutamate* (MSG) yang dipengaruhi oleh parameter kondisi operasi (*flowrate* dan konsentrasi promotor).