

**Analisis Kadar Kalium Karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) pada Larutan *Benfield* Menggunakan Autotitrator**Riska Pratiwi Nurisma<sup>1\*</sup>, Suci Permata Sari<sup>1</sup>, Leni Legasari<sup>1</sup><sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Palembang\*Corresponding author: [rizkapratiwinurisma14@gmail.com](mailto:rizkapratiwinurisma14@gmail.com)**Abstrak**

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis kadar kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) pada larutan *benfield* menggunakan autotitrator. Analisis dilakukan untuk memastikan kadar K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan, yaitu 18-21%. Berdasarkan hasil analisis kadar K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada unit 202-E adalah 18,93%, pada unit 1102-E adalah 20,83%, dan pada unit SL adalah 19,84%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dalam larutan *benfield* pada ketiga unit tersebut masih berada dalam batas yang diinginkan dan bekerja secara optimal. Proses penyerapan CO<sub>2</sub> yang efisien dan sesuai standar sangat penting untuk menjaga kualitas produk akhir dan efisiensi operasional dalam industri kimia, khususnya dalam sintesis amonia.

**Keywords:** kalium, karbonat, larutan, *benfield*, autotitrator.

**1. PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki kekayaan alam yang melimpah, seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Gas alam adalah campuran gas hidrokarbon yang mudah terbakar dan gas non-hidrokarbon. Kandungan gas alam didominasi oleh gas metana (CH<sub>4</sub>) mencapai antara 70-90%, CO<sub>2</sub> 0-8% dan H<sub>2</sub>S 0-5% (Humaida *et al.*, 2010). Gas CO<sub>2</sub> merupakan gas yang bersifat asam ketika bereaksi dengan air sehingga dapat menyebabkan korosi pada peralatan dan sistem perpipaan pada industri kimia (Sun *et al.*, 2015).

Gas CO<sub>2</sub> merupakan gas pengotor (*impurities*) sehingga keberadaannya pada gas alam dapat mempengaruhi gas metana (CH<sub>4</sub>) yang dapat menurunkan nilai pembakaran bahan bakar gas. Gas CO juga dapat mengganggu katalis pada sintesis ammonia, sehingga perlu dilakukan pengurangan jumlah gas CO<sub>2</sub> dari aliran gas. Sehingga diperlukan suatu metode untuk menangkap atau menyerap CO<sub>2</sub>. Penerapan teknologi yang sering digunakan dalam industri kimia adalah metode absorpsi (Dwinanda, 2018).

Absorpsi adalah proses pemisahan suatu zat dari campuran berfase gas dengan cara mengikat bahan tersebut pada absorbent cair yang diikuti dengan proses pelarutan dalam larutan tersebut. Prinsip utama pada absorpsi adalah terjadinya kontak yang optimal antara kedua fluida yang berbeda fase pada alat *absorber*. Pada proses absorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu laju alir fluida, tekanan gas, dan luas tempat terjadinya kontak antar fluida (Ardhiany, 2018).

Proses penyerapan CO<sub>2</sub> menggunakan absorbent kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) memiliki banyak keuntungan seperti biaya bahan baku yang rendah, toksisitas yang rendah, dan regenerasi yang mudah. Sedangkan larutan amine memiliki kelemahan antara lain yaitu biaya utilitas tinggi, dan panas regenerasi yang tinggi. Penggunaan larutan kalium karbonat juga memiliki kelemahan, yaitu bersifat korosif terhadap alat proses, dan laju reaksi yang lambat bila dibandingkan dengan larutan amina. Oleh karena itu, untuk menutupi kelemahan penggunaan kalium karbonat sebagai larutan penyerap gas CO<sub>2</sub> biasanya dilakukan penambahan zat adiktif berupa aktivator dan zat inhibitor korosi (Christofer, 2012).

Kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) adalah bahan anorganik yang bersifat basa serta korosif. Peran kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) sebagai salah satu komponen utama larutan *benfield*, yang bertujuan untuk menyerap dan menghilangkan CO<sub>2</sub> dari aliran gas (Wang dan Zhang, 2015). Reaksi kimia antara K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> yang menghasilkan kalium bikarbonat (KHCO<sub>3</sub>) dengan reaksi:



Gas yang telah di bersihkan dari merkuri langsung menuju karbonat absorber, sejumlah CO<sub>2</sub> dan

H<sub>2</sub>S dipisahkan pada system ini. Hal ini dilakukan dengan mencuci gas yang masuk dengan larutan kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) panas dengan tambahan dietanolamina (DEA) dan vanadium pentoksida (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (Ochieng *et al.*, 2013).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh L.Pudjiastuti dkk (2015) yaitu mengenai proses penyerapan CO<sub>2</sub> menggunakan larutan amina seperti monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA), dan metildietanolamina (MDEA). Penelitian ini menyatakan bahwa DEA memiliki laju absorpsi yang lebih cepat daripada MDEA dan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengabsorpsi CO<sub>2</sub> serta tidak korosif seperti MEA (L.Pudjiastuti *et al.*, 2011). Sehingga dalam industri, larutan amina seperti dietanolamina (DEA) lebih umum digunakan sebagai aktivator pada proses penyerapan CO<sub>2</sub> yang bekerja dengan cara meningkatkan reaktivitas kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) terhadap CO<sub>2</sub> sehingga dapat mempercepat pembentukan bikarbonat dan karbonat dalam larutan *benfield* (Ningsih *et al.*, 2017).

Larutan *benfield* mengandung kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) (20%-30%), dietanolamina (DEA) ( $\pm$  2-4%), Vanadium Pentoksida (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ( $\pm$ 1,5%), dan sisanya berupa air. Larutan *benfield* yang masuk belum mengandung CO<sub>2</sub> biasa disebut *lean solution*, sedangkan larutan *benfield* yang telah digunakan untuk mengabsorpsi gas CO<sub>2</sub> dan mengandung banyak gas CO<sub>2</sub> disebut *rich solution* (Ho *et al.*, 2017).

Alat yang digunakan untuk mengecek kadar kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) yaitu menggunakan *autotitrator*. *Autotitrator* adalah alat yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan dengan cara titrasi secara otomatis. Titrasi adalah proses penambahan larutan standar (titran) dengan volume yang diketahui ke dalam larutan sampel (analit) sampai mencapai titik ekuivalen, yaitu titik di mana semua analit telah bereaksi dengan titran. Titik ekuivalen ini dideteksi oleh sensor pH yang terhubung dengan *Autotitrator* (Smith *et al.*, 2020). Titik ekuivalen adalah titik di mana semua ion OH<sup>-</sup> dalam larutan *benfield* telah dinetralkan oleh ion H<sup>+</sup> dari HCl. Pada titik ini, pH larutan akan mencapai nilai tertentu, yang disebut pH ekuivalen. Volume A (pH 8,1) dan volume B (pH 3,8) kemungkinan besar merupakan buffer yang digunakan untuk mengontrol pH larutan *benfield* sebelum titrasi. Buffer membantu menjaga pH larutan pada nilai yang stabil, sehingga titrasi dapat dilakukan dengan akurat. Konsentrasi larutan *benfield* dihitung berdasarkan volume larutan titran yang ditambahkan hingga titik ekuivalen dan persamaan stoikiometri reaksi asam-basa (Garcia dan Martinez, 2019).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk menganalisis kadar kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) pada larutan benfield yaitu Neraca Analitik, Autotitrator, Pipet Gondok 2 ml, botol semprot 500 ml, Rubber Bulb, Magnetic stirrer, dan Beaker Glass 250 ml. Adapun bahan yang digunakan yaitu sampel larutan benfield, HCl 0,2 N dan air demin.

### 2.2 Prosedur Kerja

Sampel sebanyak 25 ml dipipet dengan menggunakan pipet volume kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml dan tambahkan aquades sampai tanda batas labu, di encerkan dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml, selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan penyangga pH 10 pada larutan, kemudian tambahkan seujung spatula (30-50 mg) indikator Eriochrome Black T (EBT) dan homogenkan campuran tersebut sampai berubah warna menjadi merah keunguan, selanjutnya lakukan titrasi dengan larutan baku Na<sub>2</sub>EDTA 0,01 M secara perlahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi biru dan catat volume larutan baku Na<sub>2</sub>EDTA 0,01 M yang digunakan. [5] Proses pertama dan yang paling penting dalam pembuatan kombucha adalah mensterilkan alat-alat yang akan digunakan menggunakan air hangat, kemudian disiapkan 3 toples dan masukkan bubuk teh dari masing-masing 4 gr dan pada teh campuran masing-masing dari teh diambil 2 gr, siapkan air sebanyak 500 ml kemudian dipanaskan hingga mendidih ke dalam toples kemudian diaduk dan dipisahkan residunya. Kemudian tambahkan gula 50 gr pada setiap toples, kemudian tutup toples menggunakan tissue/kain, dan ikat dengan karet, kemudian tunggu dan amati dari 7 hari sampai 14 hari.

Sampel diambil sebanyak 2 ml menggunakan pipet gondok lalu ditimbang kedalam beaker glass 250 ml. Ditambahkan air demin 150 ml. Dimasukkan Magnetic stirrer kedalam beaker glass yang berisi sampel yang telah diberi air demin. Dititrasi dengan menggunakan Autotitrator (pastikan elektroda Autotitrator

tercelup kedalam sampel) lalu titrasi dengan HCl 0,2 N sampai pH 8,1 (catat sebagai volume titran A) dan di lanjutkan titrasi sampai pH 3,8 (catat sebagai volume titran B).

Penentuan persentase kadar dalam analisa kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\%K_2CO_3 = 138,3 \left[ \frac{A \times N \text{ HCl} \times 100}{\text{Berat Sampel} \times 1000} + \{(0,00218 \times KVO_3) - (0,00761 \times DEA)\} \right] \quad (1)$$

$$\%KHCO_3 = 100,1 \left[ \frac{(B-2A) \times N \text{ HCl} \times 100}{\text{Berat Sampel} \times 1000} + \{(0,00571 \times DEA) - (0,00725 \times KVO_3)\} \right] \quad (2)$$

$$\%Eq K_2CO_3 = (\%K_2CO_3 + 0,691) \times KHCO_3 \quad (3)$$

Dimana:

138,2 : massa molar  $K_2CO_3$

100,1 : massa molar  $KHCO_3$

A : volume titrasi HCl pada titik akhir pertama

B : volume titrasi HCl pada titik akhir kedua

N HCl : normalitas larutan HCl (0,2080 N)

$KVO_3$  : kandungan kalium metavanadat

DEA : kandungan diethanolamina

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) di laboratorium *benfield* dilakukan dua kali dalam satu minggu (senin dan kamis) dengan lokasi sampel *Feed Treating* (202-E), *Main Benfield* (1102-E), dan *Semi Lean* (SL). Data hasil analisa kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) diperlihatkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Data hasil analisa kalium karbonat ( $K_2CO_3$ )

Lokasi Sampel	Volume (ml)	Kadar	Min-Maks Kadar
202-E	A	10,73	18,93%
	B	30,79	
1102-E	A	14,29	20-30%
	B	34,31	
SL	A	11,89	19,84%
	B	32,56	



**Gambar 1** Hasil titrasi akhir kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) pada larutan *benfield* menggunakan *Autotitrator*

Larutan *benfield* adalah larutan yang digunakan dalam proses pembuatan amonia ( $NH_3$ ), dalam proses tersebut gas  $CO_2$  di absorpsi oleh larutan *benfield* karena gas  $CO_2$  merupakan gas pengotor yang memiliki sifat korosif jika bereaksi dengan air, sehingga dapat menghambat dalam proses sintesis ammonia (Salsabilah dan Mufidah, 2021). Proses penyerapan gas  $CO_2$  menggunakan *absorber* yang merupakan alat yang berisi kandungan larutan *benfield* untuk proses penyerapan atau pemisahan gas  $CO_2$ . Komponen utama yang terkandung didalam larutan *benfield* yaitu  $K_2CO_3$  sebagai absorben yang akan menyerap gas  $CO_2$ ,

kandungan dalam larutan *benfield* ini dapat dihitung kadarnya melalui suatu titrasi yang dilakukan. Proses pemisahan ini dilakukan melalui absorpsi kimia oleh larutan larutan  $K_2CO_3$  yang dialirkan secara berlawanan arah dalam gas  $CO_2$  absorber (202-E) dengan reaksi berikut:



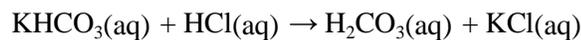
Selanjutnya, larutan *benfield* yang menyerap gas  $CO_2$  keluar dari bagian *absorber* menuju ke gas  $CO_2$  *stripper* untuk diregenerasi kembali menuju *lean benfield* dan *semi lean benfield*, sehingga larutan-larutan tersebut dapat digunakan untuk menyerap gas  $CO_2$  di *absorber*.

Larutan *benfield* yang dianalisis diambil dari pabrik P1B yang merupakan pabrik produksi amonia cair. Pada unit 202-E dilakukan penyerapan dan pemisahan pertama kali gas  $CO_2$  (proses gas  $CO_2$  *Removal Treating*) pada gas alam yang masuk yang terjadi pada menara *absorber*, 1102-E lokasi dimana dilakukan pelepasan gas  $CO_2$  yang terjadi pada menara *stripper* dan regenerasi larutan *benfield* hasil proses gas  $CO_2$  *Removal Treating*, sedangkan SL (semi lean) adalah larutan semi lean *benfield* lokasi pertengahan menara *stripper* pada unit purifikasi.

Pada analisa  $K_2CO_3$  sampel yang telah ditimbang 2 ml dimasukkan didalam gelas beaker 250 ml, kemudian diencerkan dengan air demin  $\pm$  150 ml lalu dititrasi dengan menggunakan HCl 0,2 N yang dimana saat proses titrasi tersebut pada pH 8,1 akan membentuk  $KHCO_3$ . Berikut adalah reaksi yang terjadi:



Titrasi tersebut dilanjutkan sampai pH 3,8 hingga berubah warna menjadi kuning bening yang membentuk  $H_2CO_3$ . Berikut adalah reaksi nya:



Berdasarkan tabel data hasil kadar  $K_2CO_3$  didapatkan bahwa pada unit 1102-E lebih tinggi di bandingkan dengan 202-E dan SL. Hal ini di sebabkan oleh kondisi operasi *stripper* yang lebih intensif dan reaktif. *Stripper* tersebut digunakan untuk memisahkan gas  $CO_2$  dari larutan *benfield* setelah proses penyerapan gas  $CO_2$  oleh  $K_2CO_3$ . *Stripper* beroperasi pada suhu yang lebih tinggi dan tekanan rendah, seperti pada unit 1102-E yang dapat meningkatkan efisiensi pemisahan gas  $CO_2$  dari larutan *benfield*. Dengan demikian, unit 1102-E menghasilkan kadar  $K_2CO_3$  yang lebih tinggi dibandingkan pada unit 202-E dan SL karena pemisahangas  $CO_2$  lebih efisien di unit 1102-E tersebut.

Kadar  $K_2CO_3$  yang ditetapkan pada proses penyerapan gas  $CO_2$  yaitu berkisar *dirange* 18–21%. Jika kadar  $K_2CO_3$  melebihi data standar yang telah di tetapkan dapat menyebabkan panas dan meningkatkan resiko terjadinya korosi pada peralatan atau infrastruktur maka harus diencerkan dengan air demin. Sebaliknya, jika kadar  $K_2CO_3$  dibawah data standar berarti kurang optimal menyerap gas  $CO_2$  maka harus dilakukan injeksi  $K_2CO_3$ . Injeksi ini bertujuan untuk menambahkan larutan  $K_2CO_3$  ke dalam sistem, sehingga konsentrasinya kembali ke kisaran optimal yang diperlukan untuk penyerapan gas  $CO_2$  yang efisien. Dengan demikian, data analisis kadar  $K_2CO_3$  sesuai dengan data standar yang telah ditetapkan yaitu berkisar *dirange* 18–21%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil analisis kadar  $K_2CO_3$  pada larutan *benfield* dapat disimpulkan bahwa kadar  $K_2CO_3$  pada larutan *benfield* yang dihasilkan yaitu pada 202-E 18,93%, 1102-E 20,83%, dan SL 19,84%. Hal ini menunjukkan bahwa data analisis kadar  $K_2CO_3$  sesuai dengan data standar yang telah ditetapkan yaituberkisar *dirange* 18–21%.

#### REFERENSI

Ardhiany, S. 2018. Proses Absorpsi Gas  $CO_2$  dalam Biogas Menggunakan Alat Absorber Tipe Packing dengan Analisa Pengaruh Laju Alir Absorben NaOH. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(02), 55–64.

- Christofer, J. 2012. Absorpsi Gas CO<sub>2</sub> Melalui Kontraktor Membran Serat Berongga Menggunakan Larutan Penyerap Campuran Senyawa Amina (MEA/ DEA): Variasi Laju Alir Pelarut. *Jurnal Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.
- Dwinanda, P. (n.d.). *Analysis Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) and Hydrocarbon Composition of Natural Gas from GMS (Gas Metering Station) in PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang Pupuk Urea terdapat dua digunakan instrumen Gas Chromatography sedangkan untuk mengetahui kadar H<sub>2</sub>S*. 3(1), 17–23.
- Garcia, M., and Martinez, L. 2019. Automated Titrator Application in Pharmaceutical Analysis: A Review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 9(3), 203–210.
- Ho, J., Eun, Y., Chan, S., Youl, S., and Soo, I. 2017. Promoter Characteristic Study on the K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Absorbents for CO<sub>2</sub> Capture: Mass Transfer According to Functional Group and Chain Length of Promoter. *Energy Procedia*, 114, 898–905. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1910>
- Humaida, H., Zaennudin, A., Sutaningsih, N. E., dan Sulistiyo, Y. 2010. *Semburan Gas dan Dampaknya terhadap Lingkungan di Sekitar Lumpur Sidoarjo*. 1(1), 43–58.
- Pudjiastuti, L., Altway, A. dan Soewarno, N.K. 2011. Carbon Dioxide Absorption into Aqueous Potassium Carbonate Promoted with Diethanolamine (DEA). *International Journal of Academic Research*, 3(3).
- Ningsih, E., Sato, A., Nafiuddin, M. A., dan Putranto, W. S. 2017. Absorpsi Gas CO<sub>2</sub> Berpromotor MSG dalam Larutan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi Di Industri*, 1–5.
- Ochieng, R., Berrouk, A. S., and Elkamel, A. 2013. Multiobjective Optimization of a Benfield HiPure Gas Sweetening Unit. *Journal of Industrial Mathematics*, 2013.
- Salsabilah, D. I., dan Mufidah, E. N. 2021. Evaluasi Performance Ammonia Converter (105-D) pada Plan 1A PT Petrokimia Gresik dari Data Aktual Mulai Tanggal 1-10 Juli 2021.
- Smith, J., Johnson, A., and Brown, C. 2020. Automated Titration Method for Determination of Carbon Dioxide Absorption Capacity in Benfield Solution. *Journal of Environmental Chemistry*, 35(4), 521–530.
- Sun, C., Wen, B., and Bai, B. 2015. Application of Nanoporous Graphene Membranes in Natural Gas Processing: Molecular Simulations of CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>S and CH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub> Separation. *Chemical Engineering Science*. 138, 616–621.
- Wang, L., and Zhang, Q. 2015. Effect of K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Concentration on CO<sub>2</sub> Absorption Capacity in Benfield Process. *Chemical Engineering Journal*. 200, 320–327.