

**PENJERAPAN GAS BUANG KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>)  
PADA KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
LARUTAN PENJERAP NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai  
Gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia**



Diajukan Oleh:

**NAVA SAPITRI**

**No. Mahasiswa: 16612024**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2020**

**PENJERAPAN GAS BUANG KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>)  
PADA KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
LARUTAN PENJERAP NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)**

**ISLAM**  
**SKRIPSI**

yang diajukan Oleh:

**NAVA SAPITRI**

**No Mhs: 16612024**

Telah Dipertahankan di Hadapan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 11 Februari 2021

Dewan Penguji

Tanda Tangan

1. Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

2. Mai Anugrahwati, S.Si., M.Sc.

3. Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

### PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:


Nama : Nava Sapitri  
Nim : 16612024  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul "Penjerapan Gas Buang Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Pada Kendaraan Bermotor Menggunakan Larutan Penjerap Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ )" bersifat asli dan tidak berisi material yang diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang disebutkan di dalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam skripsi ini. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 11 Februari 2020

Yang Menyatakan

  
Nava Sapitri  
Nim. 16612024



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan selesainya skripsi ku ini ku persembahkan untuk kedua orang yang terbaik dalam hidupku papa dan mama yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa yang mengalir kepada anakmu ini sehingga selalu dimudahkan untuk menyelesaikan skripsi ini dan menghasilkan yang terbaik dari semua ini. Untuk kakakku Oki Arifin, S.Kom., M.Cs dan Fitra Saputra kakak laki-laki tercinta yang selalu tiada henti memberikan motivasi kepada aku dan terimakasih telah menjadi wadah bagi keluh dan kesahku. Untuk Adikku M. Reza Ardava semoga bisa terinspirasi dan bisa lebih baik lagi dari kakak untuk mengejar cita-citamu, Doa kakak selalu mengiringi setiap langkahmu. Khusus untuk diri ku sendiri, terimakasih telah menjadi seperti yang diharapkan orang terdekatmu, dan terimakasih atas semua upayamu sehingga bisa menjadi seperti ini, aku merasa bangga dengan diriku sendiri seperti mereka bangga terhadap diriku.



## KATA PENGANTAR



*Assalaamua'laikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Alhamdulillah robbil a'lamiiin segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul “Penjerapan gas buang karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor menggunakan larutan penjerap natrium hidroksida (NaOH)” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana sains (S.Si). Program Studi Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.

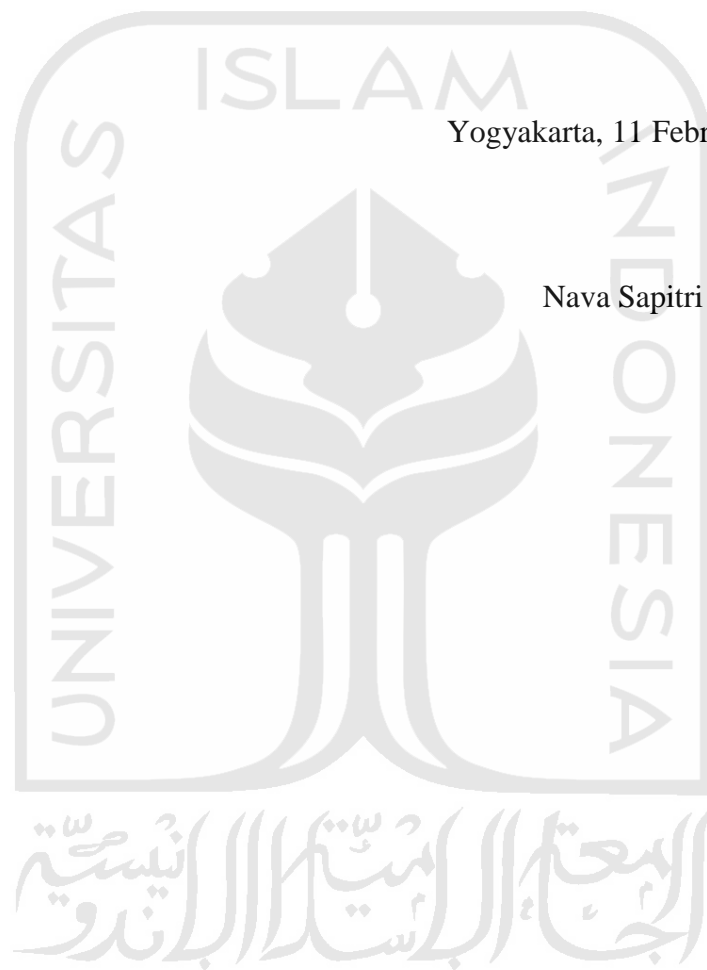
Selama penyusunan proposal skripsi ini penyusun telah mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, dan selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan mendoakan penulis selama melakukan penelitian dan penulisan skripsi
2. Dr. Dwiarto Rubiyanto, S.Si., M.Si. Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
3. Seluruh dosen Program Studi Kimia yang telah dengan sabar mendidik dan membagi berbagai pengalaman.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang penuh kasih sayang, yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
5. Oki Arifin, S.Kom., M.Cs dan Fitra Saputra, kakak laki-laki tercinta yang selalu tiada henti memberikan motivasi kepada penulis.
6. Teman-teman kimia 2016 yang telah memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.

7. Semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, Oleh sebab itu, penulis mengharapkan arahan, bimbingan, kritik, dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, semua pihak yang terkait dan bagi ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Yogyakarta, 11 Februari 2020

Nava Sapitri

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penulisan .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB III DASAR TEORI</b> .....	<b>7</b>
3.1 Pencemaran Udara .....	7
3.2 Efek Rumah Kaca .....	7
3.3 Kendaraan Bermotor .....	8
3.4 Emisi .....	8
3.4.1 Emisi Gas Buang .....	8
3.4.2 Komposisi Emisi Gas Buang .....	9
3.4.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang .....	9
3.5 Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	10
3.6 Proses Absorpsi Karbon Dioksida CO <sub>2</sub> .....	12
3.7 Natrium Hidroksida (NaOH) .....	13
3.8 Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan .....	14
3.8.1 Pengertian Kelarutan .....	14

3.8.2 Hasil Kali Kelarutan .....	14
3.9 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	14
3.10 <i>Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy</i> (FTIR) .....	16
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	18
4.1.1 Alat-alat yang digunakan .....	18
4.1.2 Bahan-bahan yang digunakan .....	18
4.2 Prosedur Penelitian .....	18
4.2.1 Persiapan Alat Penjerap .....	18
4.2.2 Persiapan Kendaraan Uji .....	18
4.2.3 Proses Penjerapan Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) menggunakan Variasi Konsentrasi .....	18
a. Preparasi Larutan Basa Natrium Hidroksida (NaOH) .....	18
b. Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Murni .....	19
c. Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Pada Kendaraan Bermotor .....	20
4.2.4 Proses Penjerapan Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Oleh Natrium Hidroksida (NaOH) Menggunakan Variasi Waktu .....	20
4.2.5 Identifikasi Ion Karbonat (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) .....	21
4.2.6 Metode Gravimetri .....	21
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
5.1 Proses Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Menggunakan Variasi Konsentrasi Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) .....	22
a. Penjerapan Gas Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) Murni .....	22
b. Penjerapan Gas Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) Pada Kendaraan Bermotor .....	24
5.2 Proses Penjerapan Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Pada Kendaraan Bermotor Oleh Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) Variasi Waktu .....	25
5.3 Karakterisasi Endapan Dengan FTIR .....	26
5.4 Karakterisasi Natrium Karbonat (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) dengan menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	29



5.5 Identifikasi Ion Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) .....	31
1. Pereaksi Asam Klorida (HCl) Pekat .....	31
2. Pereaksi Merkuri (II) Klorida .....	32
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>34</b>
6.1 Kesimpulan .....	34
6.2 Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>38</b>
Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan NaOH .....	38
Lampiran 2. Hasil Varisi Konsentrasi (Murni) .....	40
Lampiran 3. Spektrum FTIR .....	44
Lampiran 4. Difraktogram <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Proses Penjerapan Gas Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Menggunakan Variasi Konsentrasi Larutan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) .....	23
Tabel 2. Hasil Endapan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Pada Penjerapan Gas Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Pada Kendaraan Bermotor Dengan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) .....	24
Tabel 3. Pengaruh Variasi Waktu Penjerapan Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Dengan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 3,5 M .....	26
Tabel 4. Serapan Gugus Fungsi Pada Endapan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .....	28
Tabel 5. Data Hasil Karakterisasi XRD .....	31



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk Molekul CO <sub>2</sub> .....	12
Gambar 2. Mekanisme Difraksi Sinar-X Oleh Elektron-elektron Didalam Atom Suatu Material .....	15
Gambar 3. Prinsip Kerja FTIR .....	17
Gambar 4. Rangkaian Alat Penjerap Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Murni .....	19
Gambar 5. Rangkaian Alat Penjerap CO <sub>2</sub> Dua Tabung .....	20
Gambar 6. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH Terhadap Berat Endapan Natrium Karbonat (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) Pada CO <sub>2</sub> Murni .....	23
Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi NaOH (M) Terhadap Berat Endapan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (g) Pada Kendaraan Bermotor .....	25
Gambar 8. Spektra FTIR Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	27
Gambar 9. Difraktogram XRD Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	30
Gambar 10. Identifikasi Ion Karbonat Dengan Pereaksi Asam Klorida (HCl) Pekat .....	32
Gambar 11. Identifikasi Ion Karbonat Dengan Menggunakan Pereaksi Merkuri (II) Klorida (HgCl <sub>2</sub> ) .....	33

**PENJERAPAN GAS BUANG KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>)  
PADA KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN  
LARUTAN PENJERAP NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)**

**INTISARI**

**NAVA SAPITRI**

**16612024**

Telah dilakukan penelitian penjerapan gas buang karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor menggunakan larutan penjerap natrium hidroksida (NaOH). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH (1,5, 2,0, 2,5, 3,0 dan 3,5 M) dan waktu (1, 1,5, 2, dan 2,5 jam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi NaOH yang menghasilkan endapan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> maksimal pada konsentrasi 3,5 M dan waktu penjerapan gas CO<sub>2</sub> selama 2,5 jam dengan hasil yang diperoleh sebesar 6,525 g. Endapan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang diperoleh dikarakterisasi dengan XRD memiliki jenis kristal monoclinic dan FTIR memiliki gugus fungsi OH, C=O, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> yang berikatan dengan Na dan C-O. Selain itu, dilakukan uji kualitatif menggunakan pereaksi HCl pekat dan HgCl<sub>2</sub> yang menunjukkan bahwa endapan yang diperoleh positif natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

Kata kunci: Penjerapan Gas CO<sub>2</sub>, NaOH, Kendaraan Bermotor.

# **ABSORPTION OF CARBON DIOXIDE FLUE GAS IN MOTOR VEHICLES USING SODIUM HYDROXIDE (NaOH) ABSORBENT SOLUTION**

## **ABSTRACT**

**NAVA SAPITRI**

**16612024**

A carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) flue gas absorption study has been conducted on motor vehicles using sodium hydroxide (NaOH) absorbent solution. This study aims to determine the effect of variations in NaOH concentration (1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 M) and time (1, 1.5, 2, and 2.5 hours). The results showed that variations in the concentration of NaOH which produced a maximum of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> deposits at a concentration of 3.5 M and a time of absorption of CO<sub>2</sub> gas for 2.5 hours with the results obtained were 6.525 g. The Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> precipitates obtained were characterized by XRD having monoclinic crystal types and FTIR having the functional groups OH, C = O, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> which bind to Na and C-O. In addition, a qualitative test was carried out using concentrated HCl reagents and HgCl<sub>2</sub> which showed that the precipitate obtained was positive for sodium carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

Keywords: CO<sub>2</sub> Gas Absorption, NaOH, Motor Vehicles.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Udara merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik pada tumbuhan maupun hewan. Meningkatnya aktivitas manusia diberbagai bidang yaitu dari aktivitas industri, peternakan, pertanian, perikanan maupun transportasi. Pencemaran udara terbesar yaitu berasal dari emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor adalah alat transportasi darat yang dipergunakan oleh peralatan teknik, adapun alat transportasi darat yang menggunakan mesin sering disebut dengan motor dan mobil. Kendaraan bermotor mengandung berbagai macam gas yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, dimana konsentrasi yang berlebihan zat-zat pencemar maka akan membahayakan kesehatan makhluk hidup maupun manusia. Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada tanaman maupun material serta gangguan lainnya, seperti halnya berkurangnya jarak pandang dan bau konsentrasi pencemar di udara bebas yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu seperti volume bahan pencemar, karakteristik zat dan iklim (Manik, 2007).

Emisi yang dikeluarkan dari gas buang pada kendaraan bermotor diantaranya adalah karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), partikulat debu termasuk timbal (Pb) dan oksida sulfur (SO<sub>x</sub>), karbon dioksida . Komposisi gas buang kendaraan bermotor yaitu 30% gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), 27% gas CO, 25% gas HC, 10% gas NO<sub>x</sub>, 9% gas SO<sub>x</sub> dan 8% partikulat debu. Diantara gas pencemar tersebut karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC) merupakan gas yang berbahaya dan memiliki persentase tertinggi. Gas tersebut berbahaya bagi kesehatan manusia bahkan dapat menyebabkan kematian, apabila berada diatas standar baku mutu (Basuki, 2007).

Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin. Emisi gas buang pada kendaraan bermotor yaitu salah satu topik yang hangat dan mendapatkan perhatian yang cukup serius diberbagai kalangan di dunia. Hal ini dikarenakan efek dari gas buang ini yang berotensi besar dalam merusak lingkungan (Wardhana, 2004). Emisi gas buang akan terus mengalami peningkatan

dengan laju pertumbuhan pada kendaraan bermotor. Seiring meningkatnya kendaraan bermotor yang beroperasi maka akan semakin banyak mengeluarkan emisi gas buang dari hasil pembakaran kendaraan bermotor. Hal ini dikhawatirkan dapat meningkatkan konsentrasi pencemaran dan membahayakan kesehatan manusia. Adapun penyakit yang ditimbulkan dari emisi gas buang pada kendaraan bermotor ini yaitu gangguan pernapasan, gangguan organ dalam, gangguan syaraf, gangguan reproduksi, menurunkan kecerdasan anak serta dapat menimbulkan kematian.

Berbagai permasalahan mengenai karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) ini yang kemudian banyak bermunculan solusi-solusi yang ditawarkan dalam mengurangi jumlahnya di bumi. Seperti yang dilakukannya proses adsorpsi menggunakan bahan-bahan yang menyerap adsorben ataupun dengan mengubah senyawa karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) menjadi senyawa lain yang lebih bermanfaat. Seperti yang disampaikan oleh Faradilla dkk (2016) dalam penelitiannya menggunakan *fly ash* sebagai adsorben dalam mengurangi jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Penelitiannya masih terdapat kekurangan antara lain, keefektifitasnya yang masih rendah dan tidak menghasilkan produk baru dari proses absorpsi yang dilakukan.

Pada penelitian ini digunakan reaktor penjerap Dual Trap Gas menggunakan larutan penjerap yaitu natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) sebagai bahan penjerap karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Pelarut  $\text{NaOH}$  yang digunakan pada penelitian ini divariasikan konsentrasinya untuk mengetahui pada konsentrasi manakah yang akan menghasilkan endapan dalam jumlah yang maksimal. Endapan yang dihasilkan diharapkan dapat dimanfaatkan dan memiliki harga jual. Natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dapat bereaksi dengan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) menghasilkan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang dikenal dengan soda abu.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) pada proses penjerapan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )?
2. Bagaimana pengaruh waktu penjerapan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) pada proses penjerapan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )?

3. Bagaimana hasil karakterisasi endapan dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* (FTIR)?
4. Bagaimana hasil identifikasi endapan dengan menggunakan reagen pereaksi asam klorida (HCl) dan merkuri II klorida (HgCl<sub>2</sub>)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) pada proses penjerapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).
2. Mengetahui pengaruh waktu penjerapan natrium hidroksida (NaOH) pada proses penjerapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).
3. Mengetahui hasil karektirisasi endapan dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Fouier Transfrom Infra-Red Spectroscopy* (FTIR).
4. Mengetahui hasil identifikasi endapan dengan menggunakan pereaksi asam klorida (HCl) dan merkuri II klorida.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi mengenai penjerapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menggunakan larutan penjerap natrium hidroksida (NaOH), dan memberikan informasi mengenai hasil dari pada proses penjerapan yang juga dapat dimanfaatkan



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Srihari (2015) mengatakan bahwa diperlukannya suatu metode untuk menekan angka polusi akibat kandungan berlebihan pada gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam udara tersebut salah satunya proses absorpsi. Proses absorpsi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) menggunakan monoethanolamine (MEA) dilakukan didalam sebuah *absorber packed column* yang berisi packing yang berukuran 0,5 inci yang bertujuan untuk mengetahui harga koefisien perpindahan massa volumetrik overall fase gas terhadap variabel operasinya dan juga untuk mengetahui nilai dari luas interfacial persatuan volume packing ( $a$ ) dari harga koefisien perpindahan massa volumetriknya. Gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) mengalir masuk pada *packed column* dengan monoethanolamine (MEA) sebagai pelarut. Absorpsi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) kedalam monoethanolamine (MEA) merupakan absorpsi disertai dengan reaksi kimia yang cepat terjadi dilapisan film liquid. Hasil dari penelitian diperoleh harga koefisien perpindahan massa volumetrik overall fase gas dimana koefisien perpindahan massa akan semakin besar pada satu laju gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) konstan dan laju alir monoethanolamine (MEA) nya akan semakin besar.

Hakim dkk (2015) telah melakukan penelitian penerapan teknologi Triple Trap Gas (TTG) terhadap penurunan emisi gas buang pada kendaraan bermotor empat langkah (4 tak). Prinsip kerjanya menggunakan metode adsorpsi. Hasil dari penelitian ini pada penurunan konsentrasi dengan menggunakan alat Mono Trap Gas, Dual Trap Gas dan Triple Trap Gas yaitu masing-masing sebesar 15,18%; 6,05% dan 2,8%. Sedangkan pada penggunaan larutan penjerap yang optimum sebesar 0,11% yaitu dengan menggunakan larutan penjerap natrium hidroksida (NaOH) 2 M sebanyak 1 L dan larutan penjerap  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  2 M sebanyak 1 L yaitu sebesar 0,06%. Alat ini mampu untuk menurunkan konsentrasi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) hingga mencapai yaitu sebesar 0,97% pada Motor Supra 2002 dan 0,2% pada Motor Honda Vario 2011.

Redha dkk (2018) melakukan penelitian penyerapan emisi CO dan NOx pada gas buang kendaraan menggunakan karbon aktif dari kulit cangkang biji kopi. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah biomassa dari kulit cangkang biji kopi sebagai karbon aktif untuk menyerap emisi CO dan NOx pada kendaraan bermotor. Adapun dari pemanfaatan limbah kulit cangkang biji kopi ini menjadi karbon aktif menunjukkan potensi yang baik. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa penurunan pada emisi gas buang CO sebesar 6,62-39,02% dan penurunan emisi gas buang pada NOx sebesar 13,08-39,05%. Proses pada penyerapan sangatlah berpengaruh pada mekanisme pengontakan emisi gas buang dengan adsorben. Pada hasil yang telah diperoleh karbon aktif dengan bentuk hollow briket ia memberikan presentase penyisihan gas buang CO dan Nox yang lebih tinggi dari pada dengan karbon aktif yang berbentuk pelet.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Faradilla dkk (2016) yaitu pemanfaatan *fly ash* sebagai adsorben karbon monoksida dan karbon dioksida pada emisi kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan limbah *fly ash* PLTU Suralaya sebagai adsorben karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari emisi gas buang kendaraan bermotor yaitu dengan parameter massa, diameter dan waktu kontak serta menghitung penurunan emisi karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) setelah penyerapan menggunakan adsorben *fly ash*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa adsorben dengan penyerapan maksimum pada diameter 300 mesh dan massa 300 gram sedangkan waktu kontak adsorben maksimum yaitu selama 12 menit untuk karbon monoksida (CO) dan untuk karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) selama 14 menit. Penurunan emisi dari pemasangan adsorben pada knalpot kendaraan bermotor dapat mencapai yaitu sebesar 81,65% untuk karbon monoksida (CO) sedangkan untuk karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 65,15%.

Utomo (2011) telah menggunakan ekstrak klorofil untuk menyerap gas karbon monoksida (CO) berdasarkan pendekatan empiris. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu arah yang mana terdiri dari enam perlakuan. Adapun hasil dari penelitian ini yaitu menunjukkan bahwa larutan ekstrak klorofil daun pepaya memiliki kemampuan untuk menyerap terhadap gas karbon

monoksida (CO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses penyerapan yang terjadi tergolong sebagai absorpsi fisik.

Penelitian yang dilakukan Mara (2012) penelitian tersebut menggunakan absorben natrium hidroksida (NaOH) yaitu sebagai penyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) terhadap kualitas biogas kotoran sapi. Adapun basa yang digunakan mampu untuk mengurangi kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) terhadap biogas kotoran sapi.

Pada beberapa metode yang telah dilakukan oleh peneliti yang sebelumnya memiliki keunggulan dan kekurangan pada metodenya masing-masing. Peneliti disini mengusulkan suatu metode yang dapat mengurangi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yaitu melalui proses absorpsi. Pada penelitian ini digunakan reaktor penjerap Dual Trap Gas dengan menggunakan larutan penjerap basa. Pada proses ini dilakukan penambahan larutan basa yang mana untuk mengubah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menjadi garam dan air dimana pelarut yang digunakan divariasikan konsentrasinya hal ini untuk mengetahui pada konsentrasi manakah yang akan menghasilkan endapan yang paling banyak atau jumlah yang maksimal.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
Jember  
الجامعة الإسلامية  
البلدية الجبلية

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1 Pencemaran Udara**

Pencemaran udara merupakan peristiwa masuknya zat, energi atau komponen lainnya ke dalam lingkungan udara. Pencemaran udara akan berakibat pada penurunan kualitas udara. Hal ini akan menyebabkan terganggunya kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pencemaran udara terjadi akibat aktivitas manusia pada umumnya terjadi di area kota-kota besar dengan *sector industry* (pabrik). Sedangkan yang disebabkan oleh proses alam berasal dari letusan gunung berapi, kebakaran hutan dan badai debu (Sudarmadji, 2004).

#### **3.2 Efek Rumah Kaca**

Pembicaraan efek rumah kaca semakin sering disinggung dalam konten pencemaran lingkungan. *Green house effect* atau dikenal sebagai efek rumah kaca merupakan sebuah kondisi dimana suhu dari sebuah benda permukaan langit seperti planet dan bintang meningkat secara drastis. Meningkatnya suhu ini disebabkan karena adanya perubahan kondisi dari komposisi serta keadaan atmosfer yang mengelilingi benda langit tersebut. Efek rumah kaca berakibat pada meningkatnya suhu didalam bumi yang dipicu oleh meningkatnya jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) akan memicu terhambatnya pantulan sinar matahari oleh karena itu permasalahan efek rumah kaca harus segera ditangani sebelum komposisi atmosfer semakin memburuk.

Senyawa karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) merupakan komponen yang secara alamiah banyak terdapat di udara. Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di atmosfer dapat menyerap energi atau panas dan menghalangi jalannya energi panas tersebut dari atmosfer ke permukaan yang lebih tinggi keadaan ini akan menyebabkan meningkatnya suhu rata-rata di permukaan bumi sehingga dapat mengakibatkan meningkatnya pada permukaan air laut yang berakibat melelehnya gunung-gunung es yang akan mengubah berbagai siklus alamiah (Kusumawati, dkk, 2013). Faktor yang mempengaruhi terjadinya efek rumah kaca ini diantaranya karbon dioksida, awan, kelembaban, debu dan ozon di atmosfer (Detwyler and T, 1971).

### **3.3 Kendaraan Bermotor**

Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemaran udara yang banyak memberikan sumber yang tingginya konsentrasi pencemaran udara. Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu. Peralatan teknik yang dimaksud adalah mesin kendaraan yang menggerakkan kendaraan agar fungsinya sebagai alat transportasi yang semakin mudah dan cepat untuk sampai ke tujuan (Putri, 2012).

Menurut Natalasa (2010) menyatakan bahwa pencemaran udara terjadi karena banyak sebab diantaranya emisi gas buang pada kendaraan bermotor. Pada gas tersebut mengandung unsur pencemar seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), nitrogen oksida (NO), hidrokarbon (HC) dan partikel yang terdiri dari asap, abu melayang, timah hitam (Pb), debu serta campuran gas dan partikel yang dioksidasi oleh matahari.

### **3.4 Emisi**

#### **3.4.1 Emisi Gas Buang**

Emisi gas buang dapat menimbulkan pencemaran udara yaitu dari hasil pembakaran dari bahan bakar yang tidak berlangsung sempurna yang berada didalam mesin pada kendaraan. Emisi gas buang kendaraan bermotor diukur dalam gram per kendaraan per km dari suatu perjalanan dan terkait dengan beberapa faktor tipe kendaraan, umur kendaraan, ambang temperature dan ketinggian. Kendaraan dengan usia dan jenis bahan bakar yang berbeda akan menghasilkan kadar emisi yang berbeda (Yuliasuti, 2008).

Menurut Wardhana (2004) emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin. Emisi gas buang pada kendaraan bermotor merupakan salah satu topik hangat dan mendapatkan perhatian yang cukup serius dari berbagai kalangan di dunia. Hal ini dikarenakan efek dari pada gas buang ini yang berpotensi besar dalam merusak lingkungan. Selain merusak lingkungan, efek lain juga dihasilkan dari gas buang ini adalah efek rumah kaca yang tidak diharapkan.

### 3.4.2 Komposisi Emisi Gas Buang

1. CO (Karbon Monoksida)

Karbon monoksida adalah gas yang tak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi bila bahan bakar atau unsur C tidak mendapatkan ikatan yang cukup dengan O<sub>2</sub> artinya udara yang masuk ke ruang silinder kurang atau suplai bahan bakar berlebihan.

2. NO (Nitrogen Oksida)

Tidak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi akibat panas yang tinggi pada ruang bakar akibat proses pembakaran sehingga kandungan nitrogen pada udara berubah menjadi NO<sub>x</sub>.

3. HC (Hidrokarbon)

Warna kehitam-hitaman dan beraroma cukup tajam, gas ini terjadi apabila proses pembakaran pada ruang bakar tidak berlangsung dengan baik atau suplai bahan bakar berlebihan.

4. CO<sub>2</sub> (Karbondioksida)

Tidak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi akibat pembakaran yang sempurna antara bahan bakar dan udara dalam hal ini oksigen.

5. SO<sub>2</sub> (Oksida Belerang)

Oksida belerang dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas sehingga menimbulkan gejala batuk, sesak nafas dan meningkatkan asma.

### 3.4.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang

Menurut Tugaswati (2007), faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sector transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan Indonesia antara lain:

1. Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial).
2. Tidak seimbang nya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada (misalnya jalan yang sempit).
3. Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terputusnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkotaan di pusat kota.

4. Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota.
5. Kesamaan waktu aliran lalu lintas.
6. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor.
7. Factor perawatan kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan.
8. Jenis permukaan jalan dan struktur pembangunan jalan.
9. Siklus dan pola mengemudi (driving pattern).

### **3.5 Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen (O<sub>2</sub>) yang terikat secara kovalen dengan atom karbon (C) sebagai buangan dari sisa hasil pembakaran karbon yang sempurna. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) mempunyai sifat menyerap sinar panas matahari yaitu inframerah sehingga membuat suhu udara di permukaan bumi tinggi karenanya. Dalam proses terbentuknya karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di udara senyawa karbon (C) bereaksi dengan oksigen (O<sub>2</sub>) menggunakan energi sinar matahari kemudian terbentuknya gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Pembakaran karbon sempurna akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Namun jika pembakaran karbon tidak sempurna karena kurangnya oksigen maka akan menghasilkan gas karbon monoksida (CO) yang bersifat racun (Sihotang dan Assomadi, 2010). Adapun konsentrasi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang tinggi diudara jika berlarut-larut tidak segera diatasi maka dapat meningkatkan suhu global (*global warming*) karena karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan salah satu unsur dari gas rumah kaca yang bersifat menyerap inframerah dari radiasi matahari yang diteruskan oleh atmosfer dan diserap oleh permukaan bumi. Penyerapan ini akan memanaskan permukaan bumi. Peningkatan emisi (CO<sub>2</sub>) ini berkorelasi positif dengan peningkatan jumlah pembakaran bahan bakar fosil.

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) umumnya tidak berbahaya bagi manusia namun dengan meningkatnya kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dapat meningkatkan suhu di bumi. Pada kendaraan bermotor konsentrasi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang semakin tinggi menunjukkan kinerja mesin pembakaran pada kendaraan bermotor semakin baik. Tetapi pada keadaan tertentu konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)

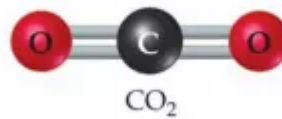
yang tinggi berbanding terbalik dengan keadaan iklim (Sudarmadji, 2004). Berbagai metode dilakukan dalam menekan produksi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) seperti melakukan adsorpsi menggunakan bahan-bahan berpori sebagai adsorben seperti zeolit, karbon aktif dan sebagainya. Metode lain yang digunakan adalah dengan mereduksi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) untuk mengubahnya menjadi senyawa lain seperti 1-propanol, asam karbamat dll.

Menurut Sihotang dan Assomadi (2010) karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) merupakan senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang terikat secara kovalen dengan atom karbon (C) sebagai buangan dari sisa hasil pembakaran karbon yang sempurna. Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) mempunyai sifat menyerap sinar panas matahari yaitu inframerah sehingga membuat suhu udara di permukaan bumi tinggi karenanya (Prawiro, 1983). Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) suatu gas yang penting tetapi keberadaannya yang tidak seimbang akan membuat fenomena alam yang mampu merusak bumi. Mulai dari tenggelamnya beberapa pulau di dunia sampai musnahnya beberapa jenis spesies di bumi. Oleh karena itu, kadar konsentrasi karbon dioksida yang sesuai harus dipertahankan. Menurut Jasiman (2008), komposisi karbon dioksida dalam udara bersih seharusnya adalah 314 ppm. Efek yang diakibatkan dari berlebihnya kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) diantaranya:

1. Melubangi lapisan ozon
2. Efek rumah kaca, cahaya dan panas matahari yang masuk ke bumi tidak dapat dilepas keluar angkasa secara kosmis
3. Meningkatnya suhu bumi secara global beberapa derajat
4. Mencairnya kutub sehingga meningkatkan permukaan air laut.

Karbon dioksida tidak berbentuk cair pada tekanan di bawah 5,1 atm tetapi berbentuk padat pada temperature di bawah  $-78^\circ\text{C}$ . Dalam bentuk padat, karbon dioksida disebut es kering.  $\text{CO}_2$  adalah oksida asam. Larutan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) mengubah warna lakmus biru menjadi merah muda (Darmodjo, dkk, 2004). Struktur karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) memiliki bentuk linier seperti pada Gambar 1.





Gambar 1. Bentuk Molekul CO<sub>2</sub>

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) memiliki bentuk molekul linier dengan atom (C) sebagai atom pusat. Atom (O) lebih elektronegatif dibandingkan dengan atom (C) yang bertindak sebagai atom pusat, (pada gambar yang berwarna hitam) sehingga elektron ikatan lebih tertarik kearah atom (O). Namun, atom C mengikat dua atom yang sejenis maka momen ikatan yang terbentuk tertarik kearah yang berlawanan dengan kekuatan yang sama, sehingga molekulnya bersifat nonpolar (Syarifudin, 2008). Berikut ini sifat-sifat karbon dioksida (CO<sub>2</sub>):

- Rumus Kimia: CO<sub>2</sub>
- Penampilan: gas tidak berwarna
- Densitas: 1,600 g/L (padat), 1,98 g/L (gas)
- Massa molar: 4,0095 (1) g/mol
- Titik didih: -78°C (195 K) menyublim
- Titik lebur: -57°C (216 K) dibawah tekanan
- Keasamaan (pKa): 6,35 dan 10,33
- Kelarutan dalam air: 1,45 g/L

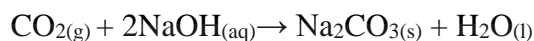
### 3.6 Proses Absorpsi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Absorpsi dapat berlangsung dalam dua macam proses yaitu absorpsi fisik dan kimia. Absorpsi fisik yaitu absorpsi dimana gas terlarut dalam cairan menyerap tanpa disertai reaksi kimia. Contoh absorpsi ini adalah absorpsi H<sub>2</sub>S dengan air, metanol, atau propilen. Adapun absorpsi kimia yaitu absorpsi dimana gas terlarut dalam larutan penyerap disertai reaksi kimia. Contohnya yaitu dapat dilihat pada absorpsi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan lain sebagainya (Kumoro dan Hadiyanto, 2000).

Salah satu metode yang kini dikembangkan dalam proses pemisahan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan campuran gas adalah dengan menggunakan membran sebagai kontraktor gas cair. Metode ini adalah pengembangan dari penggunaan membran konvensional yang selama ini lebih sering digunakan untuk proses filtrasi secara

osmosis balik pada pengolahan air (*water treatment*). Bila pelarut yang digunakan NaOH maka absorpsi yang terjadi akan secara kimia, dikarenakan terjadinya reaksi kimia secara langsung antara CO<sub>2</sub> dengan NaOH.

Proses absorpsi atau pemisahan gas CO<sub>2</sub> oleh NaOH dapat dilihat pada reaksi berikut ini:



Reaksi tersebut merupakan reaksi secara kimia. Hal ini terjadi disebabkan adanya reaksi kimia secara langsung antara CO<sub>2</sub> dengan larutan NaOH. Reaksi dianggap merupakan reaksi satu arah dan derorde 2 (Kumoro dan Hadiyanto, 2000). Pada proses ini kondisi pada fase gas serupa dengan absorpsi fisik. Tetapi pada fase cair, selain terdapat lapisan tipis cairan juga terdapat zona reaksi. Reaksi kimia yang terjadi adalah *inversible*, dimana CO<sub>2</sub> pada fase gas akan diabsorpsi oleh larutan NaOH pada fase cair. Pada saat gas mendekati interfase cair, gas CO<sub>2</sub> akan larut dan langsung bereaksi dengan larutan NaOH.

### 3.7 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) yang juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api atau sodium hidroksida adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida (NaOH) digunakan di berbagai macam bidang industri. Natrium hidroksida (NaOH) digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen.

Sifat kimia pada natrium hidroksida (NaOH) adalah salah satu senyawa ion yang bersifat basa kuat dan memiliki korosif serta higroskopis (suka air). Tingkat kelarutan senyawa natrium hidroksida di dalam air cukup tinggi. Pada suhu 0°C, kelarutan natrium hidroksida berada pada kisaran 418 g/L. Pada suhu 20°C, kelarutan natrium hidroksida berada pada kisaran 1150 g/L (Greenwood dan Earnshaw, 1997). Sifat fisika Natrium Hidroksida (NaOH) adalah berwarna putih dan tidak berbau, memiliki bentuk kristal dan serbuk. Densitas 2,1 g/L, titik didih 1390°C, titik leleh 318°C, massa molekul relatif (Mr) 40 dan dapat larut dalam air, metanol, ethanol, ammonia dan eter.

NaOH juga merupakan senyawa yang paling umum digunakan dalam reaksi netralisasi asam-basa membentuk garam dan air. Selain dapat digunakan dalam

reaksi netralisasi senyawa NaOH juga dapat bereaksi dengan oksida-oksida pembentuk asam seperti gas CO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub>.

### **3.8 Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan**

#### **3.8.1 Pengertian Kelarutan**

Kelarutan adalah jumlah maksimal zat yang dapat larut dalam sejumlah tertentu pelarut. Kelarutan (khususnya untuk zat yang sukar larut) dinyatakan dalam satuan mol/L. Jadi, kelarutan (s) sama dengan molaritas (M). Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan yaitu: luas permukaan zat, jenis zat terlarut, suhu, dan pengadukan.

#### **3.8.2 Hasil Kali Kelarutan**

Hasil kali kelarutan adalah hasil kali konsentrasi ion-ion dari larutan jenuh garam yang sukar larut dalam air pada temperatur tertentu setelah masing-masing konsentrasi dipangkatkan dengan koefisien menurut persamaan ionisasinya. Hasil kali kelarutan menggambarkan batas kelarutan senyawa pada suhu tertentu (Sudarmo, 2004). Ksp suatu senyawa dapat ditentukan dari percobaan laboratorium dengan mengukur kelarutan (massa senyawa yang dapat larut dalam tiap liter larutan) sampai keadaan tepat jenuh. Dalam keadaan itu, kemampuan pelarut telah maksimum untuk melarutkan atau mengionkan zat terlarut. Kelebihan zat terlarut walaupun sedikit akan menjadi endapan. Hasil kali kelarutan dalam keadaan sebenarnya merupakan nilai akhir yang dicapai oleh hasil kali ion-ion ketika kesetimbangan tercapai antara fase padat dari garam yang hanya sedikit larut dan larutan itu (Syukri, 1999).

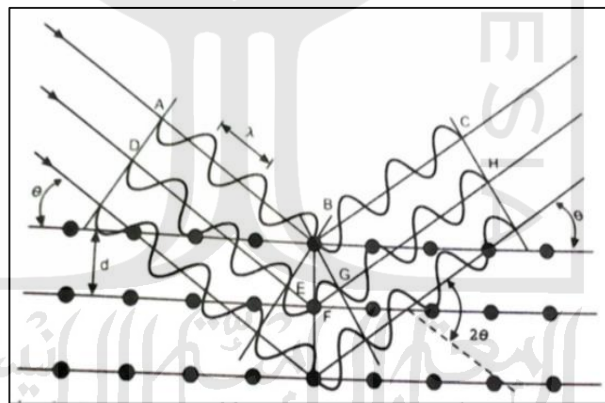
### **3.9 X-Ray Diffraction (XRD)**

*X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk menentukan sistem kristal, parameter kisi, derajat kristalinitas dan fase yang terdapat dalam suatu sampel. *X-Ray Diffraction* (XRD) juga dapat memberi informasi secara umum baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif tentang komposisi fasa-fasa (Cullity and Stock, 2001).

Teknik X-Ray Diffraction (XRD) berperan penting dalam proses analisis padatan kristal maupun amorf. XRD adalah metode karakterisasi lapisan yang digunakan untuk mengetahui senyawa kristal yang terbentuk. XRD dapat

digunakan untuk analisis struktur kristal karena setiap unsur atau senyawa memiliki pola tertentu. Apabila dalam analisis ini pola difraksi unsur diketahui, maka unsur tersebut dapat ditentukan. Metode difraksi sinar-x disebut juga metode sidik jari serbuk (*powder fingerprint method*). Penyebab utama yang menghasilkan bentuk pola-pola difraksi serbuk tersebut, yaitu: (a) ukuran dan bentuk dari setiap selnya, (b) nomor atom dan posisi atom-atom di dalam sel (Smallman and Bishop, 2000).

Sistem kerja difraktometer sinar-X didasarkan pada hukum Bragg yang menjelaskan tentang pola, intensitas dan sudut difraksi ( $2\theta$ ) yang berbeda-beda pada tiap bahan. Interferensi berupa puncak-puncak sebagai hasil difraksi dimana terjadi interaksi antar sinar-X dengan atom-atom pada bidang kristal (Cullity, 1978). Jika berkas sinar-X dengan panjang gelombang  $\lambda$  diarahkan pada permukaan kristal dengan sudut  $\theta$ , maka sinar tersebut akan dihamburkan oleh bidang atom kristal dan akan menghasilkan puncak difraksi. Besar sudut tergantung pada panjang gelombang  $\lambda$  berkas sinar-X dan jarak  $d$  antar bidang. Mekanisme difraksi sinar X dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme Difraksi Sinar-X Oleh Elektron-Elektron Didalam Atom Suatu Material (Hafner, 2007).

Berkas sinar yang dihamburkan oleh atom bila sefasa akan mengakibatkan terjadinya interferensi saling menguatkan (interferensi konstruktif), bila tidak sefasa akan saling meniadakan. Interaksi sinar-X dengan material dapat digunakan untuk menghasilkan pola difraksi tertentu yang dapat dipakai untuk analisis kualitatif dan kuantitatif bahan. Prinsip pendifraksian sinar-X yaitu difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi

periodik. Jika seberkas sinar-X dengan panjang gelombang diarahkan pada permukaan kristal dengan sudut maka sinar tersebut akan dihamburkan oleh bilangan atom kristal dan akan menghasilkan puncak difraksi. Besar sudut bergantung panjang gelombang berkas sinar-X dan jarak antar bidang penghamburan ( $d$ ). Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk menentukan kisi kristal dengan menggunakan persamaan Bragg:

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin \theta$$

$$n = 1, 2$$

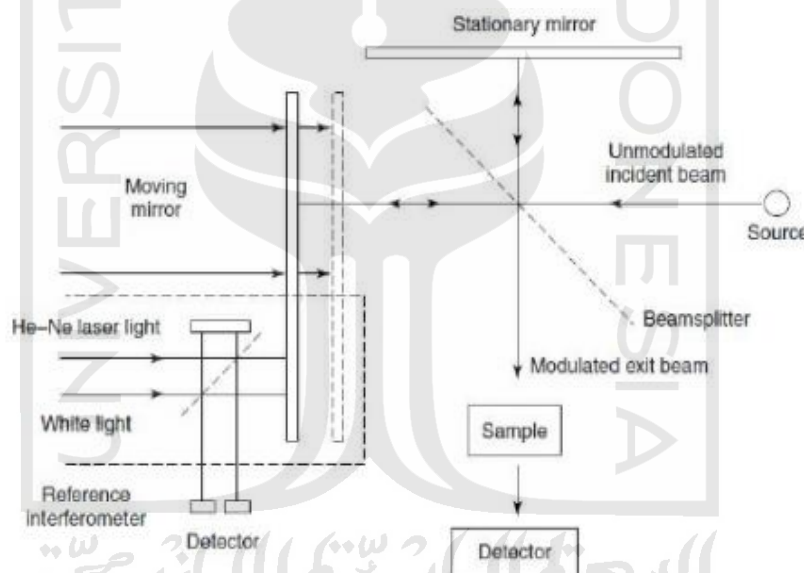
Berdasarkan pada persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X dijatuhkan pada sampel kristal, bidang kristal tersebut akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan dan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Dimana semakin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, semakin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Setiap hasil puncak yang muncul pada pola XRD dapat mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X yang disebut *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS) (Cullity, 1978).

### 3.10 *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* (FTIR)

FTIR merupakan singkatan dari *Fourier Transform Infra Red*. FTIR adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah dari absorbansi, emisi, fotokonduktivitas atau Raman *Scattering* dari sampel padat, cair, dan gas. Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis vibrasi antar atom. FTIR juga digunakan untuk menganalisa senyawa organik dan anorganik serta analisa kualitatif dan analisa kuantitatif dengan melihat kekuatan absorpsi senyawa pada panjang gelombang tertentu. Spektroskopi inframerah sangat berguna untuk analisis kualitatif (identifikasi) dari senyawa organik karena spektrum yang unik yang dihasilkan oleh setiap organik zat dengan puncak struktural yang sesuai dengan fitur yang berbeda. Selain itu, masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik. Sebagai

contoh, sebuah gugus karbonil (C=O) selalu menyerap sinar inframerah pada 1670-1780  $\text{cm}^{-1}$  yang menyebabkan ikatan karbonil meregang (Silverstein, 2002).

Spectroscopy FTIR menggunakan sistem optik dengan laser yang berfungsi sebagai sumber radiasi yang kemudian diinterferensikan oleh radiasi inframerah agar sinyal radiasi yang diterima oleh detektor memiliki kualitas yang baik dan bersifat utuh (Giwangkara, 2006). Prinsip kerja FTIR berupa infrared yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi untuk mengontrol jumlah energi yang disampaikan oleh sampel. Kemudian beberapa infrared diserap oleh sampel dan yang lainnya akan ditransmisikan melalui permukaan sampel, sehingga sinar infrared lolos ke detektor dan sinar yang terukur kemudian dikirim ke computer. Prinsip kerja FTIR dapat dilihat oleh Gambar 3.



Gambar 3. Prinsip Kerja FTIR (Stuart, 2004)

## **BAB IV**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **4.1.1 Alat-alat yang digunakan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sendok sungsu, neraca analitik, labu ukur 250 mL (pyrex), botol akuades, labu ukur 50 mL (pyrex), gelas beaker 100 mL (pyrex), pipet tetes, pipet ukur 50 mL (pyrex), pipet ukur 25 mL (pyrex), *vaccum*, tabung reaksi, stirer, *magnetik strirer*, oven, selang, tabung (reaktor), kendaraan bermotor (Yamaha Mio 2014). Alat instrumen yang digunakan yaitu *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* (FTIR) (Perkin Elmer Spektrum Two) dan *X-Ray Diffraction* (XRD) (Rigaku Miniflex 600 Benchtop).

##### **4.1.2 Bahan-bahan yang digunakan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah natrium hidroksida (NaOH) (Merck), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) murni (Merck), HCl pekat (Merck), HgCl<sub>2</sub> (Merck), akuades dan kertas saring.

#### **4.2 Prosedur Penelitian**

##### **4.2.1 Persiapan Alat Penjerap**

Alat penjerap digunakan untuk menempatkan media atau larutan penjerap natrium hidroksida (NaOH). Alat penjerap terdiri dari dua tabung, dan dua selang yaitu selang untuk masuknya gas dan selang yang kedua tempat keluarnya gas.

##### **4.2.2 Persiapan Kendaraan Uji**

Kendaraan yang akan digunakan harus dalam posisi datar, pipa gas buang knalpot tidak bocor. Temperatur mesin normal (60 °C sampai dengan 70 °C) atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asoris (lampu dalam kondisi mati), kondisi temperatur tempat kerja pada 20 °C sampai 35 °C.

##### **4.2.3 Proses Penjerapan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) menggunakan Variasi Konsentrasi**

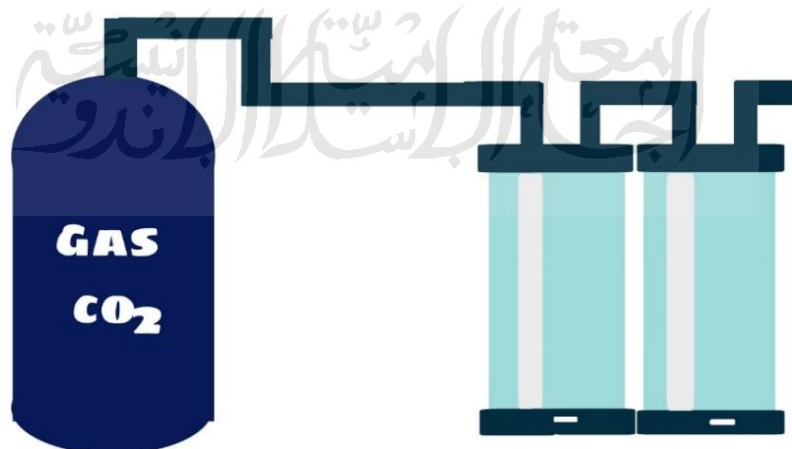
###### **a. Preparasi Larutan Basa Natrium Hidroksida (NaOH)**

Natrium hidroksida (NaOH) ditimbang sebanyak 35 gram, kemudian dilarutkan menggunakan akuades dalam gelas beaker 100 mL, lalu larutan dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditera dengan menggunakan akuades

hingga tanda batas, diperoleh natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 3,5 M. Larutan natrium hidroksida (NaOH) 3,5 M dipipet sebanyak 21 mL, 29 mL, 36 mL dan 43 mL. Kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Sehingga diperoleh larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 1 M, 5 M, 2 M, 2,5 M dan 3 M.

#### b. Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Murni

Larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 1,5 M selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung (reaktor), kemudian tabung ditutup hingga rapat dipastikan agar tidak ada celah udara yang masuk kedalam tabung tersebut. Kemudian gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dialirkan menggunakan selang pada lubang yang terdapat dibagian atas tabung (reaktor), pada selang A yaitu tempat masuknya gas sedangkan selang B merupakan tempat keluarnya gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Proses penjerapan ini dibiarkan berlangsung selama 1,5 jam. Selanjutnya diulangi proses penjerapan dengan variasi konsentrasi 2 M, 2,5 M, 3 M dan 3,5 M. Reaktor dibuka dan disaring hasil dari penjerapan menggunakan kertas saring, kemudian endapan yang diperoleh dikeringkan didalam oven atau desikator hingga kering, lalu ditimbang dan dilakukan identifikasi menggunakan *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* (FTIR) dan dilakukan uji karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Rangkaian alat penjerap karbon dioksida pada gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) murni dilihat pada Gambar 4.

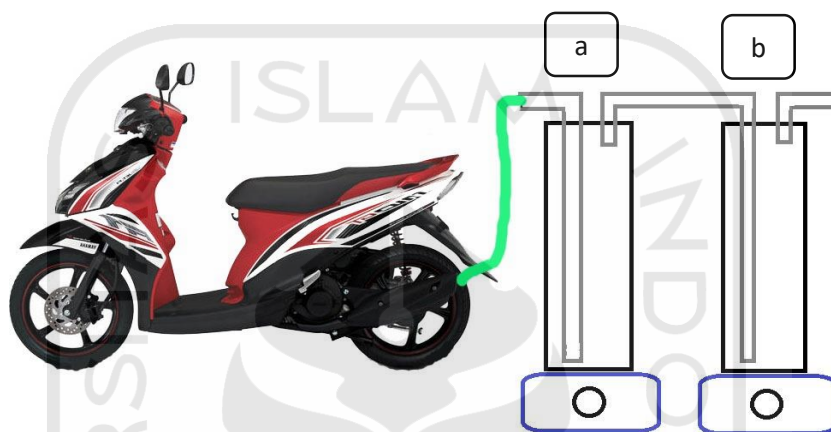


Gambar 4. Rangkaian Alat Penjerap Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Murni



### c. Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Kendaraan Bermotor

Pada analisis emisi gas buang kendaraan bermotor dilakukan pada motor Yamaha Merk Mio tahun 2014. Disiapkan dua tabung reaktor untuk menempatkan larutan penjerap, analisis ini dilakukan dengan cara memasukkan selang ke dalam knalpot. Rangkaian alat penjerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Alat Penjerap CO<sub>2</sub> Dua Tabung

Selanjutnya dimasukkan larutan natrium hidroksida (NaOH) 3,5 M dan dipastikan reaktor tertutup hingga rapat dan dipastikan agar tidak ada celah udara yang masuk. Kemudian motor dinyalakan pada kondisi *idle*. Penjerapan dibiarkan berlangsung selama 2,5 jam. Selanjutnya diulangi proses penjerapan dengan variasi konsentrasi 3 M, 2,5 M, 2 M dan 1,5 M. Kemudian hasil dari penjerapan disaring menggunakan kertas saring, endapan yang dihasilkan selanjutnya diuji dengan menggunakan FTIR dan XRD.

#### 4.2.4 Proses Penjerapan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Oleh Natrium Hidroksida (NaOH) Menggunakan Variasi Waktu

Larutan natrium hidroksida (NaOH) 3,5 M, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaktor. Reaktor ditutup hingga rapat dan dipastikan agar tidak ada celah udara yang masuk. Reaktor dialirkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari kendaraan bermotor menggunakan selang pada lubang bagian atas reaktor. Penjerapan dibiarkan berlangsung selama 1 jam. Kemudian diulangi proses penjerapan dengan variasi waktu 1,5, 2, dan 2,5 jam. Penjerapan dihentikan setelah 1 jam, reaktor dibuka dan disaring hasil penjerapan menggunakan kertas saring. Selanjutnya

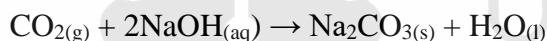
endapan yang dihasilkan diidentifikasi menggunakan FTIR dan ion karbonat, lalu diuji karekterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD).

#### 4.2.5 Identifikasi Ion Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ )

Tabung reaksi sebanyak 3 buah, kemudian masing-masing dari tabung reaksi yang berisi endapan yang sudah dilarutkan dengan 5 mL akuades. Masing-masing tabung reaksi kemudian ditambahkan dengan menggunakan reagen pereaksi asam klorida (HCl) pekat dan reagen merkuri (II) klorida ( $\text{HgCl}_2$ ).

#### 4.2.6 Metode Gravimetri

Metode gravimetri ini merupakan salah satu metode kimia analitik untuk menentukan kuantitas suatu zat atau komponen yang telah diketahui dengan cara mengukur berat komponen dalam keadaan murni setelah melalui proses pemisahan.



Endapan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang dihasilkan kemudian dilakukan penyaringan dan mencuci endapan yaitu dengan cara endapan disaring dengan menggunakan kertas saring bebas abu, cawan pengering atau penyaring gelas. Selanjutnya endapan perlu dicuci untuk menghilangkan larutan induk yang melekat dan zat pengotor yang larut. Kemudian dilakukan pengeringan, endapan yang telah disaring dan dicuci kemudian dikeringkan, diabukan dan dipijarkan sampai beratnya konstan, tujuan dari pengeringan ini untuk menghilangkan air dan zat yang mudah menguap. Keringkan endapan didalam oven selama 2 jam dengan suhu  $110^\circ\text{C}$ , kemudian didinginkan dalam desikator. Timbang endapan hingga berat yang didapatkan tetap.

## **BAB V**

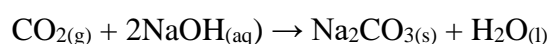
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk penjerapan gas buang karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor menggunakan larutan penjerap natrium hidroksida (NaOH). Larutan NaOH digunakan sebagai penjerap karena memiliki sifat basa alkali kuat yang dapat menyerang lebih baik. Selain itu, harga NaOH yang lebih murah. Prinsip kerja pada metode ini yaitu larutan natrium hidroksida (NaOH) dimasukkan kedalam dua tabung reaktor selanjutnya selang dimasukkan kedalam knlapot motor. Proses penjerapan ini dipastikan selang tidak bocor dan reaktor tertutup rapat tidak ada celah udara yang masuk. Hal ini untuk menghindari adanya gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) kembali keluar ke lingkungan dan untuk memaksimalkan reaksi yang terjadi pada proses penjerapan antara karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan natrium hidroksida (NaOH). Rangkaian alat penjerapan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor merujuk Gambar 5.

#### **5.1 Proses Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Menggunakan Variasi Konsentrasi Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)**

##### **a. Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Murni**

Penjerapan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) murni pada penelitian ini digunakan sebagai acuan agar basa yang digunakan juga bisa bereaksi dengan karbon dioksida yang berasal dari kendaraan bermotor. Sedangkan variasi konsentrasi larutan NaOH digunakan untuk mengetahui hasil endapan yang paling maksimal. Metode yang digunakan penelitian ini adalah absorpsi kimia dengan menggunakan larutan penjerap basa yaitu natrium hidroksida (NaOH) sebagai penjerap gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor. Sehingga menghasilkan endapan yang berwarna putih natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:

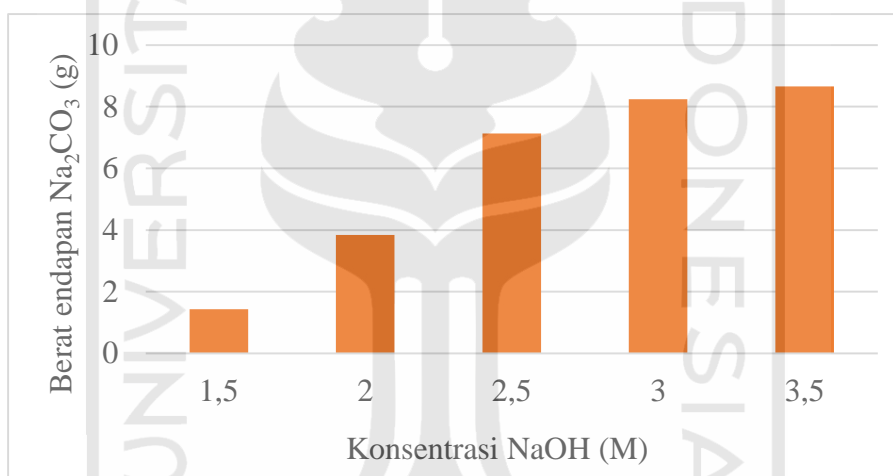


Hasil endapan natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dengan variasi konsentrasi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Endapan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Pada Penjerapan Gas Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Murni Dengan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ )

No.	Konsentrasi $\text{NaOH}$ (M)	Berat Endapan (g)
1.	3,5	8,654
2.	3,0	8,244
3.	2,5	7,131
4.	2,0	3,838
5.	1,5	1,431

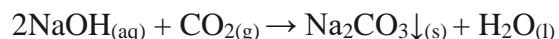
Berdasarkan Tabel 1. dapat diperoleh grafik pengaruh variasi konsentrasi  $\text{NaOH}$  terhadap berat endapan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Variasi Konsentrasi  $\text{NaOH}$  Terhadap Berat Endapan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Pada  $\text{CO}_2$  Murni

Gambar 6. menunjukkan bahwa pada konsentrasi 3,5 M menghasilkan jumlah endapan yang paling maksimal yaitu sebesar 8,654 g sehingga dapat dikatakan memiliki daya serap yang paling baik dari keempat konsentrasi tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Kartohanjono, dkk (2011) secara teoritis semakin tinggi konsentrasi natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) maka semakin besar jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang terserap. Hal ini disebabkan karena semakin banyak molekul  $\text{NaOH}$  yang dikontakkan dengan gas  $\text{CO}_2$ . Pada kelima konsentasi tersebut menghasilkan endapan karena pada konsentrasi 3,5, 3,0, 2,5, 2,0 dan 1,5 M nilai  $Q_{sp}$  larutan lebih besar dibandingkan dengan  $K_{sp}$  garam  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sehingga larutan lewat jenuh dan menghasilkan endapan. Pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa

semakin besar konsentrasi akan menghasilkan endapan yang diperoleh akan semakin meningkat. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak molekul natrium hidroksida (NaOH) yang berinteraksi dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sehingga akan menghasilkan endapan. Reaksi yang terjadi antara natrium hidroksida (NaOH) dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah sebagai berikut.



#### b. Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Kendaraan Bermotor

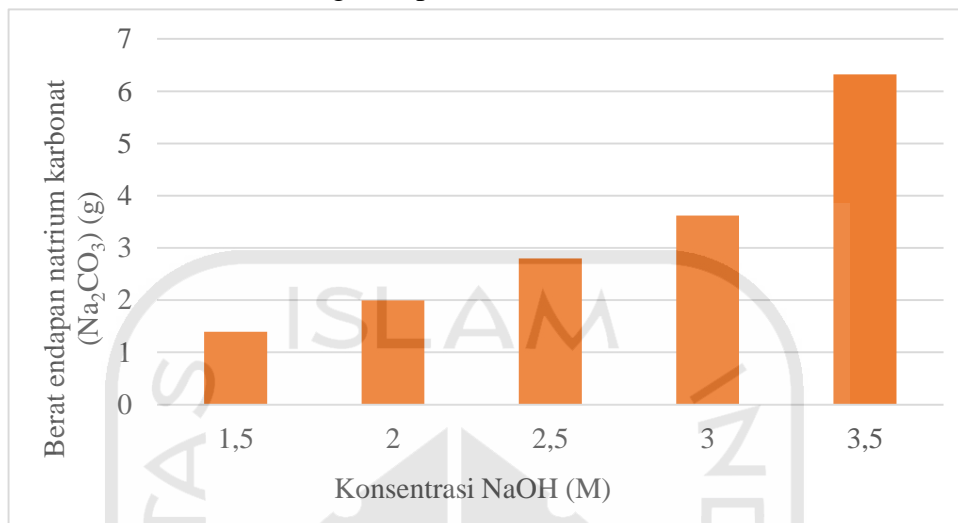
Penjerapan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dilakukan menggunakan kendaraan bermotor merk Yamaha Mio tahun 2014. Hasil dari penjerapan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Endapan Natrium Karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) Pada Penjerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Kendaraan Bermotor Dengan Natrium Hidroksida (NaOH)

No.	Konsentrasi (M)	Waktu Selama Penjerapan	Hasil endapan (gram)	
			Tabung 1	Tabung 2
1.	1,5	2,5 jam	1,393	-
2.	2,0		1,998	-
3.	2,5		2,798	-
4.	3,0		3,617	-
5.	3,5		6,325	-

Tabel 2. Penjerapan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor menunjukkan bahwa pada tabung kedua tidak menghasilkan endapan sama sekali. Hal ini karena tingkat kejenuhannya pada karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sudah banyak yang terikat dan berubah menjadi natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) pada tabung yang pertama sehingga untuk frekuensi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang masuk pada tabung kedua itu sedikit. Terbentuknya endapan tersebut karena larutan sudah sangat jenuh. Pada larutan belum jenuh maka tidak akan menghasilkan endapan. Grafik

pengaruh konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) (M) terhadap berat endapan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (gram) pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi NaOH (M) Terhadap Berat Endapan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (g) Pada Kendaraan Bermotor

Gambar 7. menunjukkan bahwa pada konsentrasi 1,5 M menghasilkan endapan sebanyak 1,393 gram. Pada konsentrasi 2,0, 2,5, 3,0 M berturut turut menghasilkan endapan sebesar 1,998, 2,798, 3,617 g. Sedangkan pada konsentrasi 3,5 M menghasilkan endapan sebesar 6,325 gram. Maka dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi 3,5 M yang menghasilkan endapan yang paling maksimal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kartohanjono, dkk (2011) secara teoritis semakin tinggi konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) maka semakin besar jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang terserap.

### 5.2 Proses Penjerapan Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Pada Kendaraan Bermotor Oleh Natrium Hidroksida (NaOH) Menggunakan Variasi Waktu

Proses penjerapan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) pada kendaraan bermotor oleh natrium hidroksida (NaOH) menggunakan variasi waktu yang bertujuan untuk mengetahui pada variasi waktu mana yang akan menghasilkan endapan dalam jumlah yang maksimal. Dimana pada variasi waktu penelitian ini digunakan pada konsentrasi 3,5 M karena merupakan konsentrasi terbaik yang menghasilkan endapan secara maksimal. Hasil endapan pada pengaruh variasi waktu dilihat pada Tabel 3.

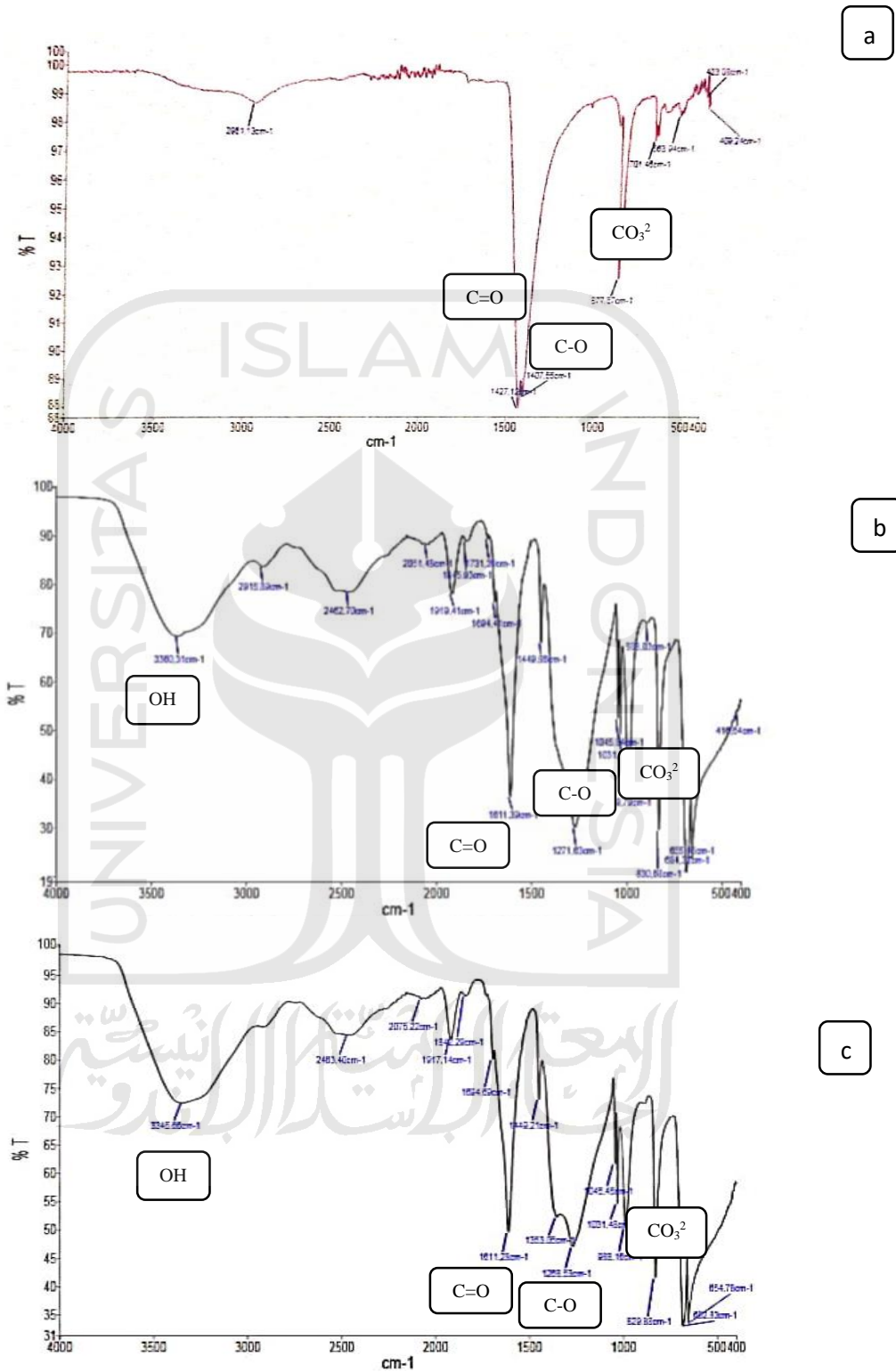
Tabel 3. Pengaruh Variasi Waktu Penjerapan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Natrium Hidroksida (NaOH) 3,5 M

No.	Variasi Waktu Penjerapan (Jam)	Berat Endapan (g)	
		Tabung 1	Tabung 2
1.	1	-	-
2.	1,5	3,323	-
3.	2	3,582	-
4.	2,5	6,525	-

Tabel 3. menunjukkan bahwa pada waktu 1 jam tidak menghasilkan endapan sama sekali karena waktu tersebut masih terlalu singkat untuk menjerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kendaraan bermotor. Pada waktu 1,5, 2 jam menghasilkan endapan yang tidak beda jauh yakni sebesar 3,323 gram dan 3,582 gram. Sedangkan pada waktu 2,5 jam menghasilkan endapan yang paling banyak sebesar 6,525 gram. Pada tabung 2 dari semua waktu penjerapan tersebut tidak menghasilkan endapan sama sekali karena tingkat kejenuhan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sudah banyak yang terikat dan berubah menjadi natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) pada tabung 1, sehingga frekuensi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang masuk pada tabung 2 sedikit. Oleh karena itu, dari keempat variasi waktu untuk penjerapan CO<sub>2</sub> pada kendaraan bermotor yang maksimal yaitu pada variasi waktu 2,5 jam dengan konsentrasi larutan NaOH 3,5 M. Variasi waktu penjerapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) sangat berpengaruh untuk mendapatkan endapan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, dimana semakin lama waktu penjerapan maka semakin banyak endapan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang dihasilkan.

### 5.3 Karakterisasi Endapan Dengan FTIR

Karakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam sampel. Spektra *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> standar ditunjukkan pada Gambar 8. dengan serapan gelombang antara 4000-400 cm<sup>-1</sup>.



Gambar 8. Spektra FTIR Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (a) Standar, (b) Hasil Penjerapan Gas CO<sub>2</sub> Murni dan (c) Hasil Penjerapan Gas CO<sub>2</sub> Pada Kendaraan Bermotor



Gambar 8. menunjukkan hasil karakterisasi endapan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dengan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) bahwa pada spektra (a) Standar, (b) Hasil Penjerapan Gas  $\text{CO}_2$  Murni dan (c) Hasil Penjerapan Gas  $\text{CO}_2$  Pada Kendaraan Bermotor terdapat pita serapan pada gugus  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  yang berikatan dengan Na, OH dan C-O. Hasil serapan gugus tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Serapan Gugus Fungsi Pada Endapan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

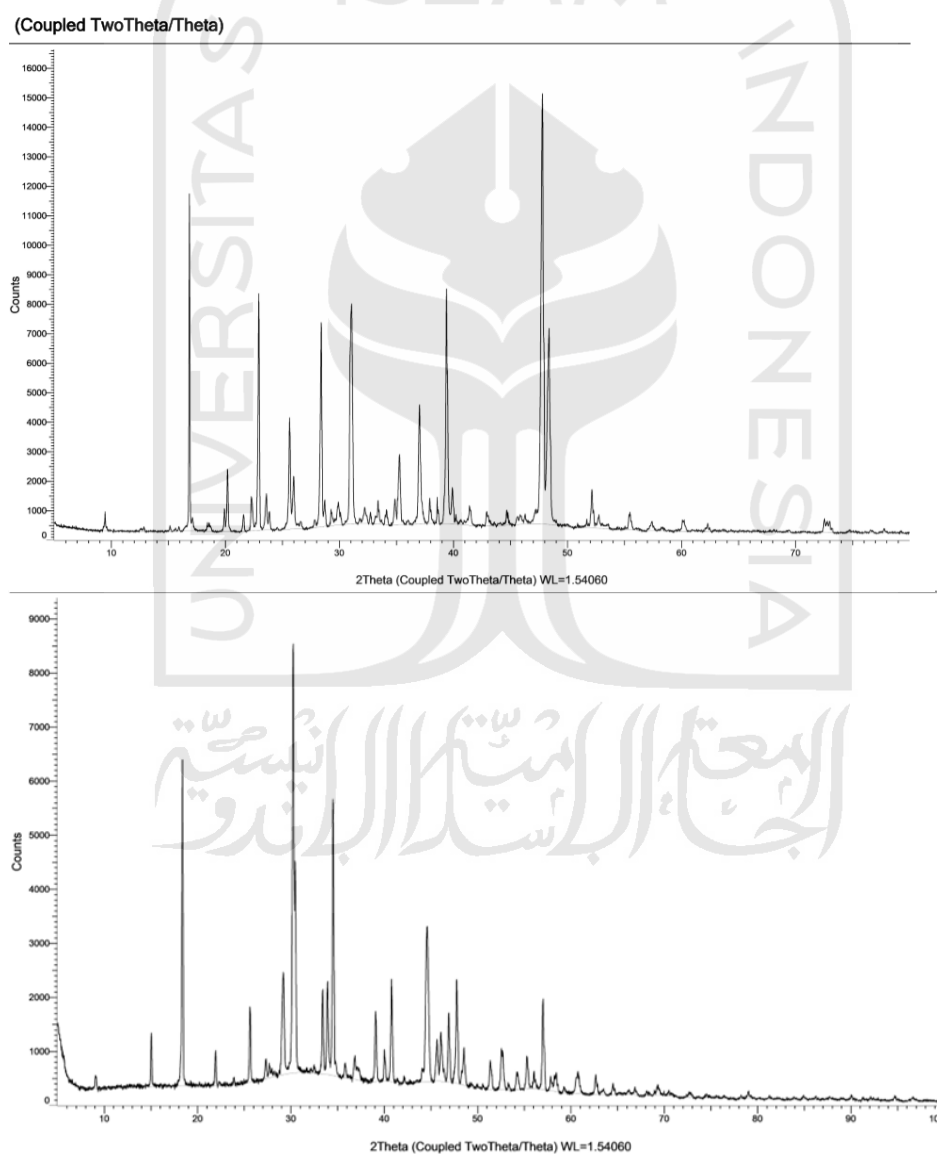
Gugus fungsi	Standar $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ Hasil Penjerapan Dari Gas $\text{CO}_2$ Murni ( $\text{cm}^{-1}$ )	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ Hasil Penjerapan Dari Gas $\text{CO}_2$ Kendaraan Bermotor ( $\text{cm}^{-1}$ )
Vibrasi stretching O-H	-	3360,31	3345,66
Vibrasi stretching C=O	1612,21	1611,39	1611,28
Vibrasi bending $\text{CO}_3^{2-}$ yang berikatan dengan Na	701,46	684,32	682,83
	877,57	830,68	829,88
Vibrasi asymmetric stretching C-O	1378,90	1271,63	1268,53

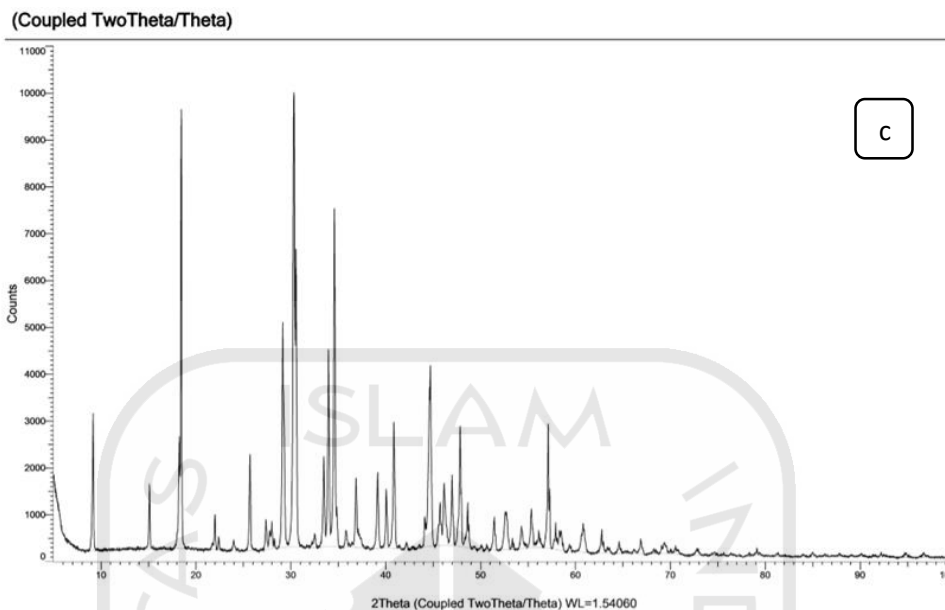
Tabel 4. menunjukkan bahwa pada  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  standar,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hasil penjerapan dari gas  $\text{CO}_2$  murni dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hasil penjerapan dari gas  $\text{CO}_2$  kendaraan bermotor memiliki gugus fungsi yang sama dan serapan gugus fungsinya tidak jauh beda dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  standar terhadap ketiga hasil tersebut. Hal ini dilihat dari gugus fungsi yang terbentuk yaitu C=O, C-O, dan  $\text{CO}_3^{2-}$ . Gugus fungsi ini menunjukkan terbentuknya natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Pada penelitian yang sebelumnya yang telah dilakukan oleh Tavender (1997) dan Coates (2000) menyatakan bahwa kehadiran gugus  $\text{CO}_3^{2-}$  mengidentifikasi terbentuknya natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang terletak pada bilangan gelombang  $1500\text{-}2200\text{ cm}^{-1}$ ,  $1490\text{-}1410\text{ cm}^{-1}$ , dan  $880\text{-}860\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini juga didukung oleh penelitian Miller dan Wilkins (1952) yang menyatakan bahwa  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  memiliki gugus fungsi  $\text{CO}_3^{2-}$  pada pita serapan dengan bilangan gelombang  $1440\text{-}1450\text{ cm}^{-1}$ ,  $878\text{-}876\text{ cm}^{-1}$  dan  $680\text{-}700\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa endapan natrium

karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang diperoleh dari penelitian ini yang dikarakterisasi dengan FTIR sudah sesuai dengan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) standar.

#### 5.4 Karakterisasi Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD)

Karakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk menentukan sistem kristal yang terdapat dalam suatu sampel. Hasil karakterisasi endapan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dapat dilihat pada Gambar 9.





Gambar 9. Difraktogram XRD  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (a) Standar, (b) Hasil Penjerapan Gas  $\text{CO}_2$  Murni dan (c) Hasil Penjerapan Gas  $\text{CO}_2$  Pada Kendaraan Bermotor

Gambar 9. menunjukkan difraktogram natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (a) Standar, (b) Hasil Penjerapan Gas  $\text{CO}_2$  Murni dan (c) Hasil Penjerapan Gas  $\text{CO}_2$  Pada Kendaraan Bermotor. Ketiga difraktogram tersebut memiliki jenis kristal yang berbeda-beda yaitu pada difraktogram natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) standar memiliki jenis kristal monoclinic dan triclinic. Sedangkan difraktogram hasil penjerapan gas  $\text{CO}_2$  murni memiliki jenis kristal sama seperti standar yaitu monoclinic dan triclinic dan pada hasil penjerapan gas  $\text{CO}_2$  pada kendaraan bermotor memiliki jenis kristal monoclinic. Difraktogram XRD tersebut selain untuk mengetahui jenis kristal  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  juga dapat mengetahui sudut 2 theta dari puncak-puncak difraktogramnya. Sudut 2 theta dari ketiga perbandingan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tersebut dapat diperjelas pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Karakterisasi XRD

<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Standar</b>	<b>Hasil Penjerapan Gas CO<sub>2</sub> Murni</b>	<b>Hasil Penjerapan Gas CO<sub>2</sub> Pada Kendaraan Bermotor</b>
<b>2θ (derajat)</b>		
28,404	29,179	29,149
31,037	33,408	33,974
35,269	34,523	34,593
47,794	47,764	44,675
48,362	57,017	57,128

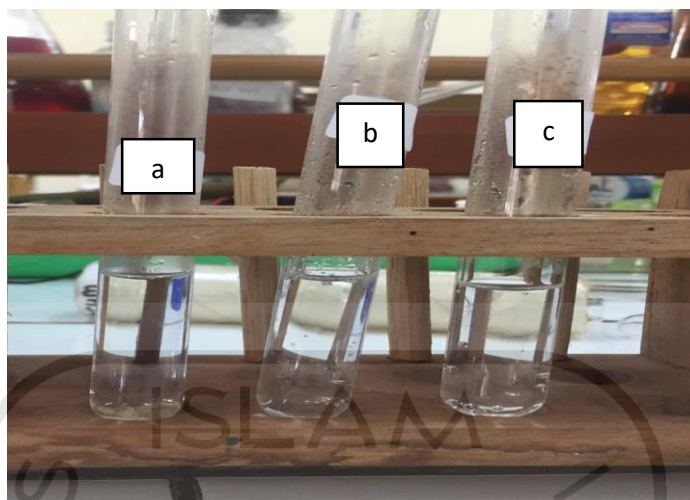
Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan bahwa kristal yang terbentuk dari reaksi natrium hidroksida (NaOH) dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) murni dan kendaraan bermotor merupakan natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) karena adanya kemiripan nilai 2 theta terhadap natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) standar. Hasil tersebut didukung oleh penelitian Swapna, dkk (2017) yang menyatakan bahwa sudut pantul dari senyawa 2 theta natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) yaitu sebesar 30,24°; 37,996° dan 40,04°. Hal ini juga didukung oleh data *Joint Committee on Powder Diffraction Standar* (JCPDS) no 37-0451 bahwa sudut 2 theta dari senyawa natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) sebesar 33,447° dan 59,7364°.

### 5.5 Identifikasi Ion Karbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

Identifikasi ion karbonat dilakukan untuk mengetahui kandungan ion karbonat yang terdapat di dalam endapan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yaitu dengan cara menambahkan pereaksi asam klorida (HCl) pekat dan merkuri (II) klorida (HgCl<sub>2</sub>).

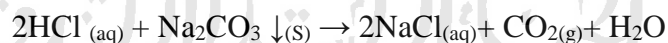
#### 1. Pereaksi Asam Klorida (HCl) Pekat

Identifikasi ion karbonat dengan pereaksi asam klorida (HCl) pekat pada Gambar 10.



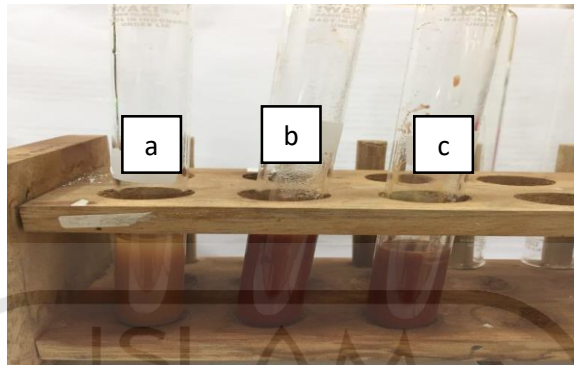
Gambar 10. Identifikasi Ion Karbonat Dengan Pereaksi Asam Klorida (HCl) Peekat

Gambar 10. (a) merupakan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) standar, (b) natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) hasil penjerapan dari gas  $\text{CO}_2$  murni dan (c) natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) hasil penjerapan dari gas  $\text{CO}_2$  pada kendaraan bermotor. Pada saat endapan ditambahkan dengan pereaksi asam klorida (HCl) peekat maka akan terbentuk gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) hal ini yang menandakan bahwa terdapat ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) pada endapan tersebut. Hasil dari ketiga tabung tersebut yang menunjukkan bahwa menghasilkan reaksi yang positif karena pada saat ditambahkan asam klorida (HCl) peekat mengeluarkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Hal ini didukung oleh pernyataan Vogel (1979) yaitu dalam identifikasi anion golongan I gas atau uap asam dilepaskan ketika direaksikan dengan asam sulfat peekat. Adapun reaksi yang terjadi ketika asam klorida (HCl) peekat ditambahkan dengan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) adalah sebagai berikut:



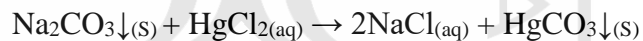
## 2. Pereaksi Merkuri (II) Klorida

Identifikasi ion karbonat dengan pereaksi merkuri (II) klorida pada Gambar 11.



Gambar 11. Identifikasi Ion Karbonat Dengan Menggunakan Pereaksi Merkuri (II) Klorida ( $\text{HgCl}_2$ )

Gambar 11. (a) merupakan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) standar, (b) natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) hasil penjerapan dari gas  $\text{CO}_2$  murni dan (c) natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) hasil penjerapan dari gas  $\text{CO}_2$  pada kendaraan bermotor. Hasil dari ketiga tabung tersebut menunjukkan bahwa ketika endapan ditambahkan dengan merkuri (II) klorida membentuk endapan merah bata. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Vogel (1957) yang menyatakan bahwa ion karbonat ketika ditambahkan dengan pereaksi merkuri (II) klorida ( $\text{HgCl}_2$ ) akan terbentuk endapan berwarna coklat kemerahan karena ion  $\text{H}^+$  terlepas. Adapun reaksi yang terjadi ketika natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ditambahkan dengan merkuri (II) klorida ( $\text{HgCl}_2$ ) adalah:



المعجزة الإسلامية  
الاستدلال بالآيات

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian penjerapan gas buang karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) pada kendaraan bermotor menggunakan larutan penjerap natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) ini dapat disimpulkan:

1. Variasi konsentrasi natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) pada proses penjerapan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang menghasilkan endapan paling maksimal pada konsentrasi 3,5 M dengan berat endapan sebesar 6,325 g.
2. Variasi waktu natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) pada proses penjerapan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang menghasilkan endapan paling maksimal pada waktu 2,5 jam dengan berat endapan sebesar 6,525 g.
3. Hasil karakterisasi endapan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) menggunakan XRD menunjukkan endapan yang diperoleh memiliki kemiripan nilai 2 theta dari  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  standar dan memiliki jenis kristal monoclinik. Sedangkan Hasil karakterisasi FTIR  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  menunjukkan endapan yang diperoleh memiliki gugus fungsi yang sama dengan standar yaitu OH, C=O,  $\text{CO}_3^{2-}$  yang berikatan dengan Na dan C-O.
4. Hasil identifikasi ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) dengan pereaksi asam klorida ( $\text{HCl}$ ) pekat dan merkuri II klorida ( $\text{HgCl}_2$ ) menunjukkan bahwa endapan yang diperoleh positif mengandung ion karbonat yang berturut-turut ditandai dengan adanya gelembung gas yang berarti adanya gas  $\text{CO}_2$  dan terbentuk endapan merah bata.

#### **6.2 Saran**

Pada penyerapan gas buang karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan menggunakan larutan basa dapat dilakukan dengan menggunakan variasi volume, rpm, dan sebagainya. Larutan basa sebagai penjerap bisa dilakukan dengan menggunakan variasi basa lainnya seperti  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., 2016, Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Jumlah CO<sub>2</sub> Terserap, Tetapan Perpindahan Massa CO<sub>2</sub> Fase Gas dan Fase Cair, Serta Tetapan Reaksi Pada Proses Absorpsi Gas CO<sub>2</sub>, *Jurnal Proses Kimia*, 4(1), 3-4.
- Basuki, K.T., 2007, Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>x</sub> Pada Emisi Gas Buang Dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO<sub>2</sub> Lokal Pada Karbon Aktif. *Jurnal Sains Teknologi*, 1(1), 9-10.
- Coates, John, 2000, Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach, Encyclopedia of Analytical Chemistry, John Wiley & Son Ltd, Hal 10815-10837.
- Cullity, B.D., 1978. *Element Of X-Ray Diffraction*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. New Jersey, USA.
- Cullity, B.D., and Stock, S.R., 2001. *Elements Of X-Ray Diffraction*, Prentice Hall, New Jersey.
- Darmodjo, Hendro dan Yeni, K., 2004, *Ilmu Alamiah Dasar*, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Detwyler and Thomas, R., 1971, *Man's Impact On Environment*, McGraw Hill Book Company, New York.
- Faradilla, A.R., Yulinawati, H dan Suswanto, H., 2016, Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Adsorben Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida pada Emisi Kendaraan Bermotor, *Seminar Nasional Cendekiawan 2016*, Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, Jakarta.
- Giwangkara, 2006, Aplikasi logika syaraf fuzzy pada analisis sidik jari minyak bumi menggunakan spektrofotometer infra merah-transformasi fourier (FTIR), *Skripsi*, Sekolah Tinggi Energi dan Mineral, Cepu Jawa Tengah.
- Greenwood, A and Earnshaw, 1997, *Chemistry of the Elements*, 2<sup>nd</sup> ed, Butterworth- Heinemann, UK Oxford.
- Hafner, B., 2007, *Characterization Facility*, University of Minnesota, Twin Cities.
- Hakim, M.S., Widyan, R., Anggraini, A.W. dan Riyanto, 2015, Penerapan Teknologi Trap Gas (TTG) Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Empat Langkah (4 tak), *Prosiding Seminar Nasional Kimia UGM*, Prodi Kimia FMIPA UII, Yogyakarta.
- Jasiman, A., 2008, *Pencemaran Alam Sekitar*, Eddiplex, Surabaya.



- Kartohandjono, S., Yuliusman and Desiana, S. B., 2011, Preliminary Studies On The Selective Absorption Of CO<sub>2</sub> From CH<sub>4</sub> Through Hollow Fiber Membrane Contractor Using Aqueous Excact Of Noni Fruit Morinda Citrifolia, *International Journal of Technology*, 2, 147-155.
- Kumoro dan Hadiyanto, 2000, Absorpsi Karbon Dioksida dengan Larutan Soda Api dalam Kolom Unggun Tetap, *Forum Teknik*, 24(2), 186-195.
- Kusumawati, P.S., Tang, U.M. dan Nurhidayah, T., 2013, Hubungan Jumlah Kendaraan Bermotor, Odometer Kendaraan Dan Tahun Pembuatan Kendaraan Dengan Emisi CO<sub>2</sub> Di Kota Pekanbaru, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 7(1), 49-59.
- Manik, 2007, *Pengolahan Lingkungan Hidup*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Mara, M., 2012, Analisis Penyerapan Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Kotoran Sapi, *Jurnal Kimia Terapan*, 2(1), 12-15.
- Natalasa, H., 2010, Kajian Pencemaran Udara di Tugu Yogyakarta (Studi Kasus Kandungan CO), *Skripsi*, Teknik Lingkungan, Yogyakarta.
- Prawiro, R.H., 1983, *Ekologi Lingkungan Pencemaran*, Satya Wancana, Semarang.
- Putri, F.N., 2012, Analisis Distribusi Gas Karbon Monoksida (CO) dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Udara di Jalan Slamet Riyadi Kota Surakarta, *Skripsi*, Fakultas Geografi UMS, Surakarta.
- Redha, F., Junaidy, R., dan Hasmita, I., 2018, Penyerapan Emisi CO dan NO<sub>x</sub> pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Cangkang Biji Kopi, *Jurnal Teknik Kimia*, 9(1), 37-47.
- Silverstein, 2002, *Identification of Organic Compound 3<sup>rd</sup> Edition*, John Wiley & Sons Ltd, New York.
- Sihotang, S.R dan Assomadi, A.F., 2010, Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus ITS Surabaya, *Karya Ilmiah Surabaya*, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS, Surabaya.
- Stuart, B., 2004, *Infrared Spectroscopy Fundamentals and Applications*, John wiley & Sons Ltd, New York.
- Srihari, E., 2015, Adsorpsi Gas CO<sub>2</sub> Menggunakan Monoetanolamine, *Jurnal Teknik Kimia*, 3(1), 7-9.
- Sudarmadji, 2004, *Pengantar Ilmu Lingkungan*, Universitas Jember, Jember.

- Sudarmo, U., 2004, *Kimia SMA Kelas X*, Erlangga, Jakarta.
- Smallman, R.E. and Bishop, R.J., 2000, *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*, Hill International Book Company, New York.
- Syarifudin, 2008, *Kimia*, Scientific Press, Tangerang.
- Syukri, 1999, *Kimia Dasar 2*, ITB Press, Bandung.
- Swapna, M.S., Devi, H.V.S., Sebastian, R., Ambadas, G. And Sankararaman, S., 2017, Natural Precursor Based Hydrothermal Synthesis of Sodium Carbide for Reactor Applications, *Material Research Express*, 4(12).
- Tugaswati, T., 2007, Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, *Jurnal Kesehatan*, 2, 1-7.
- Utomo, Z., 2011, Pengaruh Variasi Komposisi Pelarut Ekstrak Klorofil Daun Pepaya (*Carica Papaya L*) Terhadap Penyerapan Gas Karbon Monoksida (CO), *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Vogel, A.I., 1957, *A Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*, 5<sup>th</sup> ed., Green and Co, London.
- Wardhana, W.A., 2004, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Yuliasuti, A., 2008, Estimasi Sebaran Keruangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Semarang, *Skripsi*, Jurusan Perencanaan Wilayah Dan Kota Universitas Diponegoro, Semarang.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)

Keterangan:

M : Konsentrasi larutan (Molalitas)

g : Berat bahan (gram)

mr: Molekul relatif

V : Volume larutan (mL)

V1: Volume larutan NaOH yang dibutuhkan (mL)

M1: Konsentrasi larutan NaOH (Molalitas)

V2: Volume larutan NaOH (mL)

M1: Konsentrasi larutan NaOH (Molalitas)

- Pembuatan larutan NaOH 3,5 M

$$M = \frac{g}{mr} \times \frac{1000}{v}$$

$$3,5 \text{ M} = \frac{g}{40} \times \frac{1000}{250 \text{ mL}}$$

$$1000 \text{ g} = 35.000$$

$$g = 35$$

- 3 M

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 3,5 \text{ M} = 50 \text{ mL} \times 3 \text{ M}$$

$$V1 = \frac{150}{3,5}$$

$$V1 = 42,8 \text{ mL}$$

- 2,5 M

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 \times 3,5 \text{ M} = 50 \text{ mL} \times 2,5 \text{ M}$$

$$V1 = \frac{125}{3,5}$$

$$V1 = 35,7 \text{ mL}$$

➤ 2 M

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 3,5 \text{ M} = 50 \text{ mL} \times 2 \text{ M}$$

$$V_1 = \frac{100}{3,5}$$

$$V_1 = 28,5 \text{ mL}$$

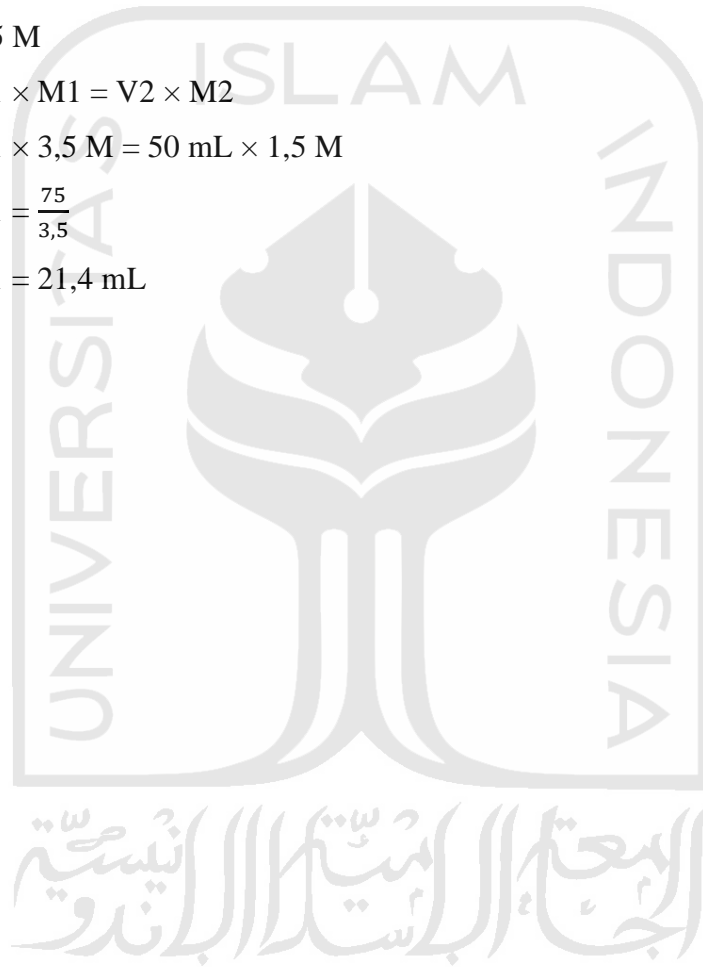
➤ 1,5 M

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

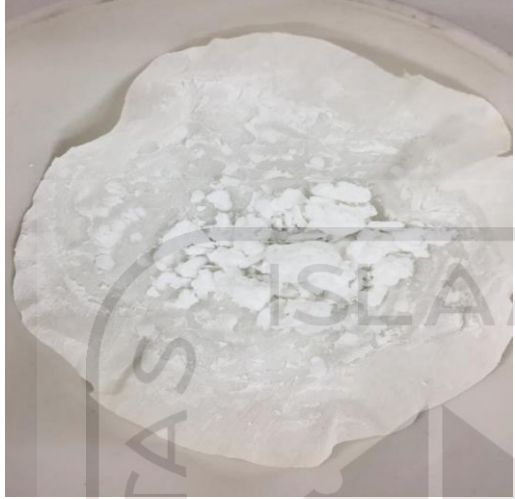
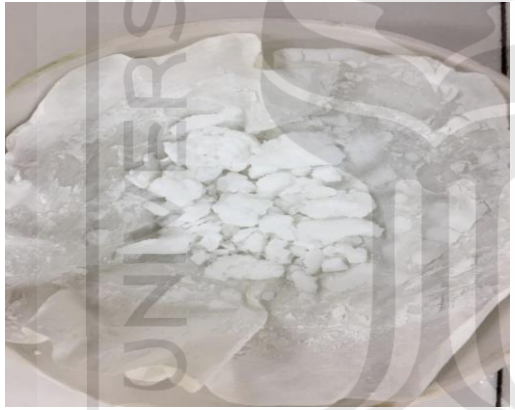

$$V_1 \times 3,5 \text{ M} = 50 \text{ mL} \times 1,5 \text{ M}$$

$$V_1 = \frac{75}{3,5}$$

$$V_1 = 21,4 \text{ mL}$$



**Lmpiran2. Hasil Variasi Konsentrasi ( Murni)**

	1,5 M
	2 M
	3 M

	3,5 M
<p>➤ (Penjerapan pada Kendaraan Bermotor)</p>	
	1,5 M
	2 M

	<p>2,5 M</p>
	<p>3 M</p>
	<p>3,5 M</p>

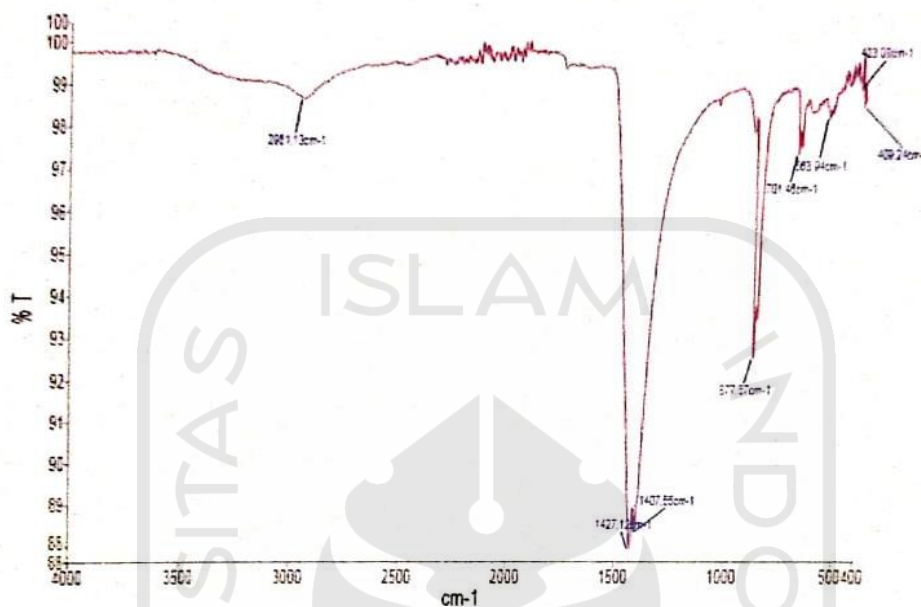
## ➤ Variasi Waktu

-	1 Jam
	1,5 Jam
	2 Jam
	2,5 Jam



### Lampiran 3. Spektrum FTIR

#### 1. Spektrum IR Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Standar



#### Source Spectra Results

Spektrum Name	Number Of Peaks
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Standar	8

#### List Of Peaks Area/Height

(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )
2961,13							
1427,12							
1407,55							
877,57							
701,46							
563,94							
423,08							
409,24							

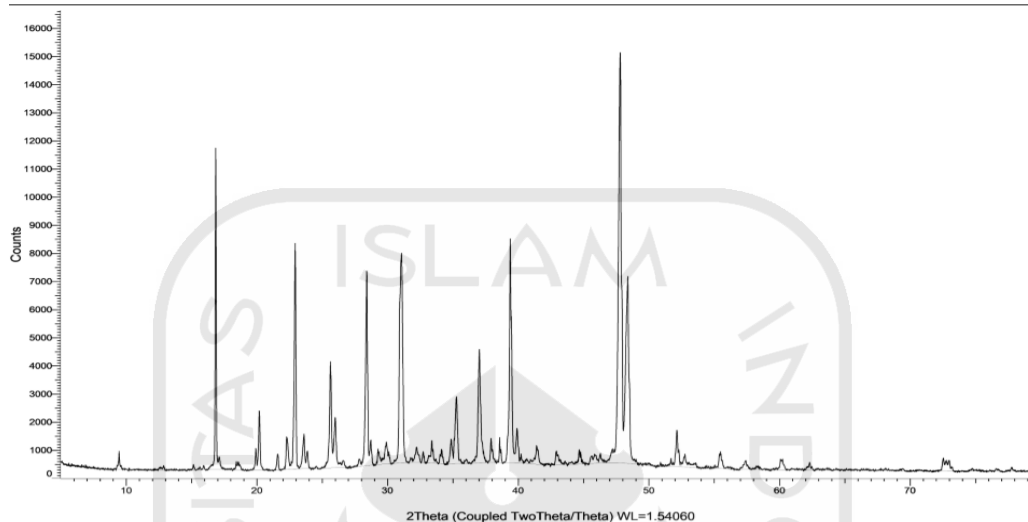




## Lampiran 4. Difraktogram X-Ray Diffraction (XRD)

### 1. Difraktogram Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Standar

(Coupled TwoTheta/Theta)



#### Peak List #1

Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan	Angle
Yes			1	Peak #1	Peak List #1	9.453 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	9.453 °
Yes			2	Peak #2	Peak List #1	12.620 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	12.620 °
Yes			3	Peak #3	Peak List #1	12.866 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	12.866 °
Yes			4	Peak #4	Peak List #1	15.147 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	15.147 °
Yes			5	Peak #5	Peak List #1	15.634 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	15.634 °
Yes			6	Peak #6	Peak List #1	15.944 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	15.944 °
Yes			7	Peak #7	Peak List #1	16.579 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	16.579 °
Yes			8	Peak #8	Peak List #1	16.851 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	16.851 °
Yes			9	Peak #9	Peak List #1	17.111 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	17.111 °
Yes			10	Peak #10	Peak List #1	18.593 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	18.593 °
Yes			11	Peak #11	Peak List #1	19.919 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	19.919 °
Yes			12	Peak #12	Peak List #1	20.188 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	20.188 °
Yes			13	Peak #13	Peak List #1	21.596 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	21.596 °
Yes			14	Peak #14	Peak List #1	22.274 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	22.274 °
Yes			15	Peak #15	Peak List #1	22.935 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	22.935 °
Yes			16	Peak #16	Peak List #1	23.596 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	23.596 °
Yes			17	Peak #17	Peak List #1	23.858 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	23.858 °
Yes			18	Peak #18	Peak List #1	24.541 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	24.541 °
Yes			19	Peak #19	Peak List #1	25.624 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	25.624 °
Yes			20	Peak #20	Peak List #1	25.991 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	25.991 °
Yes			21	Peak #21	Peak List #1	26.607 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	26.607 °
Yes			22	Peak #22	Peak List #1	27.833 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	27.833 °
Yes			23	Peak #23	Peak List #1	28.408 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	28.408 °
Yes			24	Peak #24	Peak List #1	28.711 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	28.711 °
Yes			25	Peak #25	Peak List #1	29.326 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	29.326 °
Yes			26	Peak #26	Peak List #1	29.912 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	29.912 °
Yes			27	Peak #27	Peak List #1	31.067 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	31.067 °
Yes			28	Peak #28	Peak List #1	31.835 °	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	31.835 °

Yes			29	Peak #29	Peak List #1	32.228 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	32.228 *
Yes			30	Peak #30	Peak List #1	32.725 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	32.725 *
Yes			31	Peak #31	Peak List #1	33.174 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	33.174 *
Yes			32	Peak #32	Peak List #1	33.391 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	33.391 *
Yes			33	Peak #33	Peak List #1	34.142 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	34.142 *
Yes			34	Peak #34	Peak List #1	34.868 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	34.868 *
Yes			35	Peak #35	Peak List #1	35.269 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	35.269 *
Yes			36	Peak #36	Peak List #1	36.007 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	36.007 *
Yes			37	Peak #37	Peak List #1	37.030 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	37.030 *
Yes			38	Peak #38	Peak List #1	37.928 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	37.928 *
Yes			39	Peak #39	Peak List #1	38.580 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	38.580 *
Yes			40	Peak #40	Peak List #1	39.397 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	39.397 *
Yes			41	Peak #41	Peak List #1	39.913 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	39.913 *
Yes			42	Peak #42	Peak List #1	40.224 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	40.224 *
Yes			43	Peak #43	Peak List #1	40.651 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	40.651 *
Yes			44	Peak #44	Peak List #1	41.420 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	41.420 *
Yes			45	Peak #45	Peak List #1	42.966 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	42.966 *
Yes			46	Peak #46	Peak List #1	43.576 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	43.576 *
Yes			47	Peak #47	Peak List #1	44.064 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	44.064 *
Yes			48	Peak #48	Peak List #1	44.672 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	44.672 *
Yes			49	Peak #49	Peak List #1	45.623 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	45.623 *
Yes			50	Peak #50	Peak List #1	45.863 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	45.863 *
Yes			51	Peak #51	Peak List #1	46.288 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	46.288 *
Yes			52	Peak #52	Peak List #1	47.221 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	47.221 *
Yes			53	Peak #53	Peak List #1	47.811 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	47.811 *
Yes			54	Peak #54	Peak List #1	48.387 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	48.387 *
Yes			55	Peak #55	Peak List #1	50.927 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	50.927 *
Yes			56	Peak #56	Peak List #1	51.693 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	51.693 *
Yes			57	Peak #57	Peak List #1	52.148 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	52.148 *
Yes			58	Peak #58	Peak List #1	52.754 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	52.754 *
Yes			59	Peak #59	Peak List #1	53.472 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	53.472 *
Yes			60	Peak #60	Peak List #1	55.481 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	55.481 *
Yes			61	Peak #61	Peak List #1	56.131 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	56.131 *
Yes			62	Peak #62	Peak List #1	57.412 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	57.412 *
Yes			63	Peak #63	Peak List #1	58.329 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	58.329 *
Yes			64	Peak #64	Peak List #1	60.167 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	60.167 *
Yes			65	Peak #65	Peak List #1	62.307 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	62.307 *
Yes			66	Peak #66	Peak List #1	63.660 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	63.660 *
Yes			67	Peak #67	Peak List #1	68.119 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	68.119 *
Yes			68	Peak #68	Peak List #1	69.446 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	69.446 *
Yes			69	Peak #69	Peak List #1	72.611 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	72.611 *
Yes			70	Peak #70	Peak List #1	72.975 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	72.975 *
Yes			71	Peak #71	Peak List #1	74.761 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	74.761 *
Yes			72	Peak #72	Peak List #1	76.607 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	76.607 *
Yes			73	Peak #73	Peak List #1	77.788 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	77.788 *
Yes			74	Peak #74	Peak List #1	79.248 *	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	79.248 *

d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity	h,k,l	Match
9.34855 Å	625	941	4.3%	n.a.	No
7.00832 Å	102	402	0.7%	n.a.	No
6.87528 Å	147	447	1.0%	n.a.	No
5.84439 Å	178	476	1.2%	n.a.	No
5.66339 Å	101	407	0.7%	n.a.	No
5.55413 Å	135	442	0.9%	n.a.	No
5.34266 Å	178	490	1.2%	n.a.	No
5.25706 Å	11163	11476	76.6%	n.a.	No
5.17798 Å	453	764	3.1%	n.a.	No
4.76842 Å	217	512	1.5%	n.a.	No
4.45374 Å	747	1046	5.1%	n.a.	No

4.39515 Å	2079	2378	14.3%	n.a.	No
4.11160 Å	565	860	3.9%	n.a.	No
3.98800 Å	1151	1468	7.9%	n.a.	No
3.87459 Å	7920	8257	54.3%	n.a.	No
3.76746 Å	1175	1520	8.1%	n.a.	No
3.72673 Å	609	954	4.2%	n.a.	No
3.62451 Å	91.1	436	0.6%	n.a.	No
3.47371 Å	3724	4097	25.5%	n.a.	No
3.42546 Å	1776	2156	12.2%	n.a.	No
3.34750 Å	246	629	1.7%	n.a.	No
3.20284 Å	248	670	1.7%	n.a.	No
3.13926 Å	6869	7324	47.1%	n.a.	No
3.10683 Å	870	1338	6.0%	n.a.	No
3.04309 Å	425	919	2.9%	n.a.	No
2.98474 Å	769	1284	5.3%	n.a.	No
2.87641 Å	7438	7989	51.0%	n.a.	No
2.80873 Å	127	691	0.9%	n.a.	No
2.77532 Å	539	1104	3.7%	n.a.	No
2.73435 Å	372	932	2.6%	n.a.	No
2.69832 Å	231	783	1.6%	n.a.	No
2.68130 Å	790	1338	5.4%	n.a.	No
2.62399 Å	501	1023	3.4%	n.a.	No
2.57115 Å	869	1386	6.0%	n.a.	No
2.54269 Å	2375	2902	16.3%	n.a.	No
2.49227 Å	131	663	0.9%	n.a.	No
2.42573 Å	3993	4545	27.4%	n.a.	No
2.37035 Å	844	1409	5.8%	n.a.	No
2.33179 Å	889	1451	6.1%	n.a.	No
2.28528 Å	7869	8428	54.0%	n.a.	No
2.25690 Å	1210	1764	8.3%	n.a.	No
2.24019 Å	312	859	2.1%	n.a.	No
2.21763 Å	156	690	1.1%	n.a.	No
2.17823 Å	633	1133	4.3%	n.a.	No
2.10337 Å	329	811	2.3%	n.a.	No
2.07530 Å	128	609	0.9%	n.a.	No
2.05346 Å	85.4	575	0.6%	n.a.	No
2.02691 Å	511	1015	3.5%	n.a.	No
1.98682 Å	268	798	1.8%	n.a.	No
1.97700 Å	300	838	2.1%	n.a.	No
1.95984 Å	322	870	2.2%	n.a.	No
1.92328 Å	461	1016	3.2%	n.a.	No

## Area List #1

Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan
Yes		■	1	[16.662 ° - 17.007 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	2	[22.715 ° - 23.081 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	3	[25.417 ° - 25.823 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	4	[28.058 ° - 28.586 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	5	[30.719 ° - 31.409 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	6	[35.045 ° - 35.451 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	7	[36.670 ° - 37.503 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	8	[39.027 ° - 39.677 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	9	[47.416 ° - 48.066 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1
Yes		■	10	[48.046 ° - 48.675 °]	Area List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1

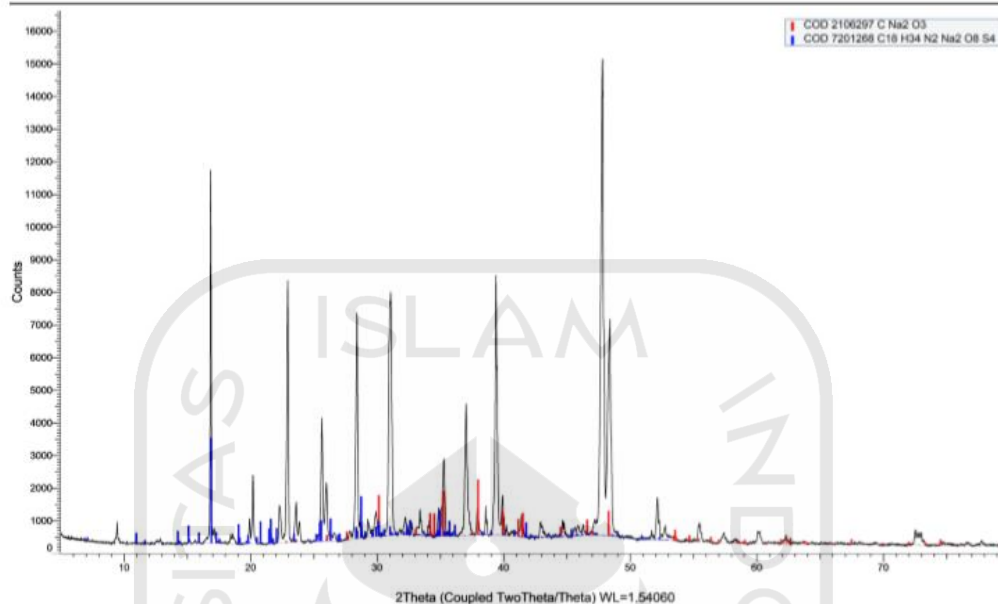
Left Angle	Left Int.	Right Int.	Obs. Max	d (Obs. Max)	Gross Int.	Net Height
16.662 °	7.76	9.33	16.854 °	5.25639 Å	179	171
22.715 °	9.92	7.56	22.929 °	3.87544 Å	127	118
25.417 °	10.0	14.9	25.638 °	3.47176 Å	62.8	50.1
28.058 °	8.71	13.6	28.404 °	3.13974 Å	113	101
30.719 °	11.2	10.3	31.037 °	2.87910 Å	122	111
35.045 °	14.0	11.9	35.269 °	2.54273 Å	44.3	31.4
36.670 °	10.2	9.93	37.021 °	2.42628 Å	69.3	59.2
39.027 °	9.40	14.3	39.396 °	2.28536 Å	130	117
47.416 °	16.3	30.3	47.794 °	1.90152 Å	231	206
48.046 °	33.9	12.7	48.362 °	1.88052 Å	109	85.4

FWHM	Chord Mid.	I. Breadth	Gravity C.	d (Gravity C.)	Raw Area	Net Area
0.080	16.854 °	0.086	16.853 °	5.25670 Å	17.66	14.71
0.123	22.927 °	0.140	22.917 °	3.87750 Å	19.69	16.50
0.134	25.637 °	0.147	25.629 °	3.47308 Å	12.42	7.361
0.145	28.394 °	0.166	28.383 °	3.14194 Å	22.58	16.69
0.264	31.030 °	0.271	31.039 °	2.87889 Å	37.42	30.00
0.184	35.261 °	0.189	35.258 °	2.54348 Å	11.20	5.942
0.194	37.030 °	0.222	37.050 °	2.42448 Å	21.52	13.14
0.171	39.421 °	0.183	39.402 °	2.28498 Å	29.22	21.50
0.201	47.775 °	0.237	47.779 °	1.90211 Å	64.05	48.92
0.223	48.344 °	0.238	48.363 °	1.88047 Å	35.01	20.35

C. Size	K	Instr. Width	Use I. Breadth
1117.9 Å	1.000	0.000	No
731.9 Å	1.000	0.000	No
673.4 Å	1.000	0.000	No
628.6 Å	1.000	0.000	No
346.8 Å	1.000	0.000	No
504.6 Å	1.000	0.000	No
479.6 Å	1.000	0.000	No
549.9 Å	1.000	0.000	No
480.5 Å	1.000	0.000	No
434.1 Å	1.000	0.000	No

200001 Na2CO3 Standar.raw, 2/3/2020 9:32:30 AM

## (Coupled TwoTheta/Theta)



200001 Na2CO3 Standar.raw, 2/3/2020 9:32:30 AM

## Pattern List #1

Show	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan	Pattern #	Compound Name
Yes			1	COD 2106297	Pattern List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	COD 2106297	
Yes			2	COD 7201268	Pattern List #1	200001 Na2CO3 Standar.raw #1	COD 7201268	

Formula	Quality	Y-Scale	I/Ic DB	I/Ic User	S-Q	Concentration Level	Added Reference	d x by
C Na2 O3	Quality Unknown	11.66%	0.630	0.000	37.9%	Major		1.0000
C18 H34 N2 Na2 O8 S4	Quality Unknown	22.13%	0.790	0.000	62.1%	Major		1.0000

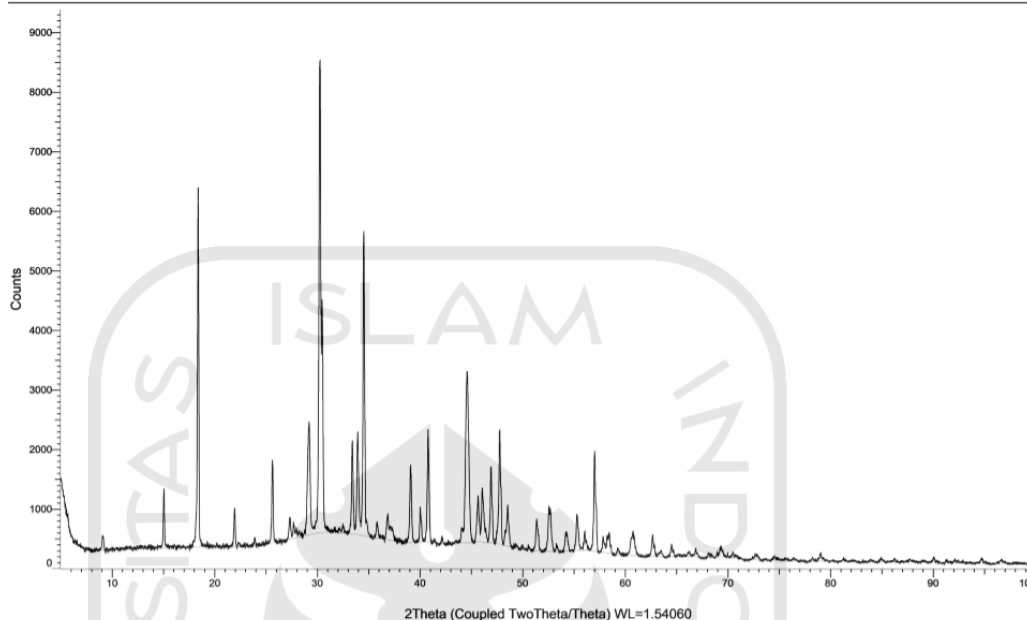
Scan WL	Wavelength	System	Space Group	a	b	c	alpha	beta
Yes	1.54060 Å	Monoclinic	C 1 2/m 1 (12)	8.90000 Å	5.24000 Å	8.04000 Å		101.200 °
Yes	1.54060 Å	Triclinic	P -1 (2)	6.77400 Å	8.26400 Å	12.75100 Å	103.055 °	91.680 °

gamma	Z	Volume	Density	Cell Tuned	F (N)
	4	276.32 Å³		No	
90.889 °	1	894.89 Å³		No	



2. Diftaktogram Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Murni

(Coupled TwoTheta/Theta)



## Peak List #1

Visible	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan	Angle
Yes	1	Peak #1	Peak List #1	9.099 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	9.099 °
Yes	2	Peak #2	Peak List #1	15.051 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	15.051 °
Yes	3	Peak #3	Peak List #1	18.378 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	18.378 °
Yes	4	Peak #4	Peak List #1	21.931 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	21.931 °
Yes	5	Peak #5	Peak List #1	22.334 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	22.334 °
Yes	6	Peak #6	Peak List #1	23.911 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	23.911 °
Yes	7	Peak #7	Peak List #1	25.628 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	25.628 °
Yes	8	Peak #8	Peak List #1	27.314 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	27.314 °
Yes	9	Peak #9	Peak List #1	27.712 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	27.712 °
Yes	10	Peak #10	Peak List #1	29.190 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	29.190 °
Yes	11	Peak #11	Peak List #1	30.247 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	30.247 °
Yes	12	Peak #12	Peak List #1	30.388 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	30.388 °
Yes	13	Peak #13	Peak List #1	32.468 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	32.468 °
Yes	14	Peak #14	Peak List #1	33.405 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	33.405 °
Yes	15	Peak #15	Peak List #1	33.928 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	33.928 °
Yes	16	Peak #16	Peak List #1	34.521 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	34.521 °
Yes	17	Peak #17	Peak List #1	35.814 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	35.814 °
Yes	18	Peak #18	Peak List #1	36.867 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	36.867 °
Yes	19	Peak #19	Peak List #1	39.077 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	39.077 °
Yes	20	Peak #20	Peak List #1	40.007 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	40.007 °
Yes	21	Peak #21	Peak List #1	40.786 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	40.786 °
Yes	22	Peak #22	Peak List #1	41.383 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	41.383 °
Yes	23	Peak #23	Peak List #1	42.137 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	42.137 °
Yes	24	Peak #24	Peak List #1	44.172 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	44.172 °
Yes	25	Peak #25	Peak List #1	44.608 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	44.608 °

Yes	26	Peak #26	Peak List #1	45.666 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	45.666 °
Yes	27	Peak #27	Peak List #1	46.068 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	46.068 °
Yes	28	Peak #28	Peak List #1	46.916 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	46.916 °
Yes	29	Peak #29	Peak List #1	47.763 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	47.763 °
Yes	30	Peak #30	Peak List #1	48.538 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	48.538 °
Yes	31	Peak #31	Peak List #1	49.360 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	49.360 °
Yes	32	Peak #32	Peak List #1	49.982 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	49.982 °
Yes	33	Peak #33	Peak List #1	50.642 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	50.642 °
Yes	34	Peak #34	Peak List #1	51.402 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	51.402 °
Yes	35	Peak #35	Peak List #1	52.693 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	52.693 °
Yes	36	Peak #36	Peak List #1	53.295 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	53.295 °
Yes	37	Peak #37	Peak List #1	54.291 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	54.291 °
Yes	38	Peak #38	Peak List #1	55.297 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	55.297 °
Yes	39	Peak #39	Peak List #1	56.051 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	56.051 °
Yes	40	Peak #40	Peak List #1	57.015 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	57.015 °
Yes	41	Peak #41	Peak List #1	57.890 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	57.890 °
Yes	42	Peak #42	Peak List #1	58.441 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	58.441 °
Yes	43	Peak #43	Peak List #1	59.295 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	59.295 °
Yes	44	Peak #44	Peak List #1	60.749 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	60.749 °
Yes	45	Peak #45	Peak List #1	62.667 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	62.667 °
Yes	46	Peak #46	Peak List #1	63.444 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	63.444 °
Yes	47	Peak #47	Peak List #1	64.517 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	64.517 °
Yes	48	Peak #48	Peak List #1	66.187 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	66.187 °
Yes	49	Peak #49	Peak List #1	66.849 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	66.849 °
Yes	50	Peak #50	Peak List #1	68.138 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	68.138 °
Yes	51	Peak #51	Peak List #1	68.968 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	68.968 °
Yes	52	Peak #52	Peak List #1	69.304 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	69.304 °
Yes	53	Peak #53	Peak List #1	70.502 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	70.502 °
Yes	54	Peak #54	Peak List #1	70.729 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	70.729 °
Yes	55	Peak #55	Peak List #1	72.675 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	72.675 °
Yes	56	Peak #56	Peak List #1	73.727 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	73.727 °
Yes	57	Peak #57	Peak List #1	74.547 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	74.547 °
Yes	58	Peak #58	Peak List #1	76.410 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	76.410 °
Yes	59	Peak #59	Peak List #1	78.238 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	78.238 °
Yes	60	Peak #60	Peak List #1	79.018 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	79.018 °
Yes	61	Peak #61	Peak List #1	81.284 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	81.284 °
Yes	62	Peak #62	Peak List #1	83.914 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	83.914 °
Yes	63	Peak #63	Peak List #1	84.942 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	84.942 °
Yes	64	Peak #64	Peak List #1	86.258 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	86.258 °
Yes	65	Peak #65	Peak List #1	86.506 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	86.506 °
Yes	66	Peak #66	Peak List #1	87.738 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	87.738 °
Yes	67	Peak #67	Peak List #1	90.057 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	90.057 °
Yes	68	Peak #68	Peak List #1	91.313 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	91.313 °
Yes	69	Peak #69	Peak List #1	92.119 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	92.119 °
Yes	70	Peak #70	Peak List #1	92.898 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	92.898 °
Yes	71	Peak #71	Peak List #1	94.705 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	94.705 °
Yes	72	Peak #72	Peak List #1	96.669 °	3342-1 Na2CO3 Murni.raw #1	96.669 °

d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity	h,k,l	Match
9.71136 Å	229	541	2.9%	n.a.	No
5.88163 Å	960	1313	12.1%	n.a.	No
4.82358 Å	6021	6392	76.1%	n.a.	No
4.04954 Å	625	991	7.9%	n.a.	No
3.97744 Å	58.5	429	0.7%	n.a.	No
3.71845 Å	124	516	1.6%	n.a.	No
3.47319 Å	1355	1785	17.1%	n.a.	No
3.26247 Å	346	840	4.4%	n.a.	No
3.21648 Å	227	739	2.9%	n.a.	No
3.05696 Å	1879	2448	23.8%	n.a.	No
2.95244 Å	7910	8511	100.0%	n.a.	No
2.93912 Å	3064	3668	38.7%	n.a.	No
2.75537 Å	130	731	1.6%	n.a.	No
2.68021 Å	1539	2124	19.5%	n.a.	No
2.64012 Å	1715	2288	21.7%	n.a.	No
2.59610 Å	5086	5640	64.3%	n.a.	No
2.50526 Å	265	773	3.4%	n.a.	No
2.43607 Å	434	917	5.5%	n.a.	No
2.30324 Å	1273	1718	16.1%	n.a.	No
2.25184 Å	563	1014	7.1%	n.a.	No
2.21061 Å	1875	2319	23.7%	n.a.	No
2.18006 Å	71.4	503	0.9%	n.a.	No
2.14278 Å	131	545	1.7%	n.a.	No
2.04869 Å	195	636	2.5%	n.a.	No
2.02965 Å	2852	3298	36.1%	n.a.	No
1.98508 Å	774	1221	9.8%	n.a.	No
1.96866 Å	901	1347	11.4%	n.a.	No
1.93505 Å	1269	1704	16.0%	n.a.	No
1.90270 Å	1912	2323	24.2%	n.a.	No
1.87412 Å	690	1067	8.7%	n.a.	No
1.84481 Å	65.1	409	0.8%	n.a.	No
1.82331 Å	64.8	392	0.8%	n.a.	No
1.80109 Å	52.8	364	0.7%	n.a.	No
1.77620 Å	477	777	6.0%	n.a.	No
1.73570 Å	717	1008	9.1%	n.a.	No
1.71749 Å	128	412	1.6%	n.a.	No
1.68831 Å	305	599	3.9%	n.a.	No
1.65996 Å	591	895	7.5%	n.a.	No
1.63940 Å	324	631	4.1%	n.a.	No
1.61395 Å	1650	1944	20.9%	n.a.	No
1.59164 Å	185	459	2.3%	n.a.	No
1.57792 Å	347	603	4.4%	n.a.	No
1.55721 Å	112	341	1.4%	n.a.	No
1.52339 Å	397	614	5.0%	n.a.	No
1.48129 Å	362	565	4.6%	n.a.	No
1.46501 Å	94.5	293	1.2%	n.a.	No
1.44321 Å	214	412	2.7%	n.a.	No
1.41078 Å	67.7	272	0.9%	n.a.	No

1.39840 Å	138	332	1.7%	n.a.	No
1.37507 Å	65.1	251	0.8%	n.a.	No
1.36053 Å	83.6	275	1.1%	n.a.	No
1.35476 Å	189	383	2.4%	n.a.	No

### Area List #1

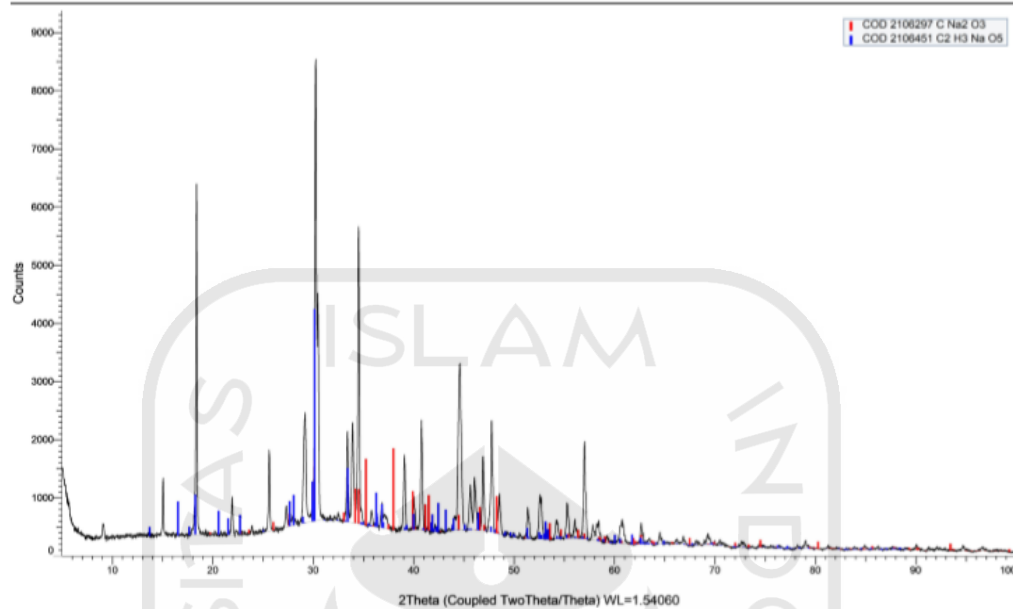
Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan	Left Angle
Yes			1	[17.860 ° - 18.693 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	17.860 °
Yes			2	[28.829 ° - 29.459 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	28.829 °
Yes			3	[29.987 ° - 30.759 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	29.987 °
Yes			4	[33.156 ° - 33.623 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	33.156 °
Yes			5	[33.725 ° - 34.212 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	33.725 °
Yes			6	[34.253 ° - 34.720 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	34.253 °
Yes			7	[40.449 ° - 41.078 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	40.449 °
Yes			8	[44.206 ° - 45.100 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	44.206 °
Yes			9	[47.335 ° - 48.127 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	47.335 °
Yes			10	[56.638 ° - 57.308 °]	Area List #1	3342-1 Na2CO3 Mumi.raw#1	56.638 °

Right Angle	Left Int.	Right Int.	Obs. Max	d (Obs. Max)	Gross Int.	Net Height	FWHM	Chord Mid.
18.693 °	6.49	6.74	18.381 °	4.82281 Å	97.5	90.9	0.133	18.380 °
29.459 °	9.90	11.0	29.179 °	3.05801 Å	37.6	27.0	0.261	29.158 °
30.759 °	15.5	10.9	30.243 °	2.95281 Å	130	116	0.200	30.247 °
33.623 °	10.2	10.5	33.408 °	2.67999 Å	32.6	22.3	0.163	33.414 °
34.212 °	11.2	11.9	33.931 °	2.63984 Å	34.8	23.3	0.181	33.933 °
34.720 °	12.0	13.9	34.523 °	2.59590 Å	86.2	73.1	0.161	34.529 °
41.078 °	7.39	7.23	40.788 °	2.21048 Å	35.3	28.0	0.196	40.800 °
45.100 °	9.99	7.23	44.588 °	2.03051 Å	50.3	41.5	0.335	44.597 °
48.127 °	6.84	6.46	47.764 °	1.90265 Å	35.4	28.8	0.202	47.784 °
57.308 °	5.05	5.56	57.017 °	1.61390 Å	29.9	24.6	0.170	57.017 °

I. Breadth	Gravity C.	d (Gravity C.)	Raw Area	Net Area	C. Size	K	Instr. Width	Use I. Breadth
0.154	18.364 °	4.82734 Å	19.52	14.01	674.4 Å	1.000	0.000	No
0.271	29.155 °	3.06048 Å	13.90	7.313	349.4 Å	1.000	0.000	No
0.277	30.308 °	2.94665 Å	42.29	32.08	456.5 Å	1.000	0.000	No
0.171	33.411 °	2.67973 Å	8.645	3.817	565.0 Å	1.000	0.000	No
0.190	33.940 °	2.63921 Å	10.05	4.416	510.2 Å	1.000	0.000	No
0.172	34.524 °	2.59589 Å	18.63	12.58	573.0 Å	1.000	0.000	No
0.199	40.793 °	2.21022 Å	10.17	5.561	480.5 Å	1.000	0.000	No
0.344	44.606 °	2.02973 Å	21.95	14.26	285.0 Å	1.000	0.000	No
0.230	47.761 °	1.90278 Å	11.89	6.619	476.8 Å	1.000	0.000	No
0.222	57.036 °	1.61342 Å	9.010	5.451	591.1 Å	1.000	0.000	No

3342-1 Na2CO3 Murni.raw, 2/3/2020 9:43:41 AM

## (Coupled TwoTheta/Theta)



3342-1 Na2CO3 Murni.raw, 2/3/2020 9:43:41 AM

## Pattern List #1

Show	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan	Pattern #	Compound Name
Yes			1	COD 2106297	Pattern List #1	3342-1 Na2CO3 Murni.raw#1	COD 2106297	
Yes			2	COD 2106451	Pattern List #1	3342-1 Na2CO3 Murni.raw#1	COD 2106451	

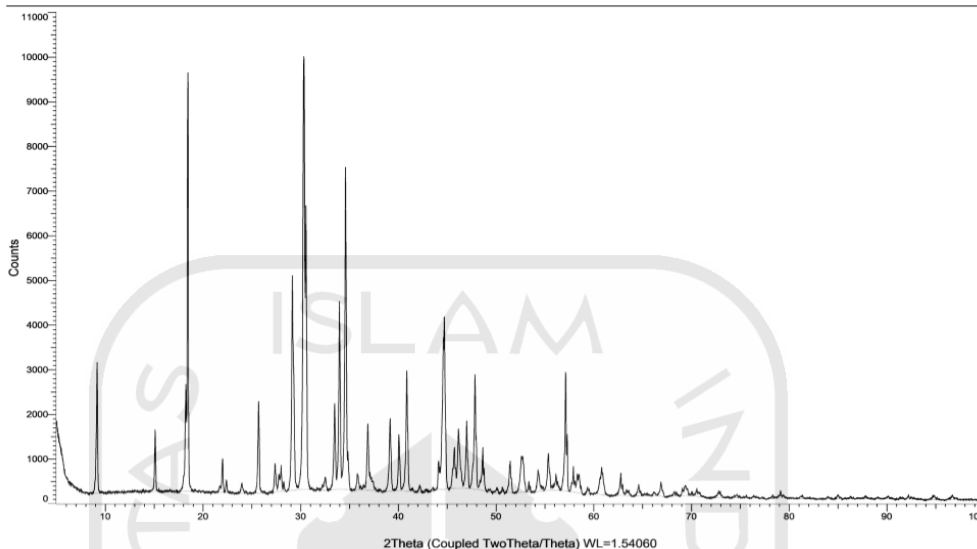
Formula	Quality	Y-Scale	I/Ic DB	I/Ic User	S-Q	Concentration Level	Added Reference	d x by
C Na2 O3	Quality Unknown	17.76%	0.630	0.000	43.2%	Major		1.0000
C2 H3 Na O5	Quality Unknown	45.97%	1.240	0.000	56.8%	Major		1.0000

Scan WL	Wavelength	System	Space Group	a	b	c	alpha	beta
Yes	1.54060 Å	Monoclinic	C 1 2/m 1 (12)	8.90000 Å	5.24000 Å	6.04000 Å		101.200 *
Yes	1.54060 Å	Triclinic	P -1 (2)	6.50320 Å	6.67280 Å	5.69820 Å	85.036 *	109.997 *

gamma	Z	Volume	Density	Cell Tuned	F (N)
	4	276.32 Å³		No	
105.016 *	2	224.43 Å³		No	

### 3. Difraktogram Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

(Coupled TwoTheta/Theta)



#### Peak List #1

Visible	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan	Angle
Yes	1	Peak #1	Peak List #1	9.164 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	9.164 °
Yes	2	Peak #2	Peak List #1	15.112 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	15.112 °
Yes	3	Peak #3	Peak List #1	18.248 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	18.248 °
Yes	4	Peak #4	Peak List #1	18.455 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	18.455 °
Yes	5	Peak #5	Peak List #1	21.721 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	21.721 °
Yes	6	Peak #6	Peak List #1	22.005 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	22.005 °
Yes	7	Peak #7	Peak List #1	22.403 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	22.403 °
Yes	8	Peak #8	Peak List #1	23.978 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	23.978 °
Yes	9	Peak #9	Peak List #1	25.699 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	25.699 °
Yes	10	Peak #10	Peak List #1	27.380 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	27.380 °
Yes	11	Peak #11	Peak List #1	27.773 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	27.773 °
Yes	12	Peak #12	Peak List #1	27.995 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	27.995 °
Yes	13	Peak #13	Peak List #1	28.265 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	28.265 °
Yes	14	Peak #14	Peak List #1	29.152 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	29.152 °
Yes	15	Peak #15	Peak List #1	30.337 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	30.337 °
Yes	16	Peak #16	Peak List #1	30.543 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	30.543 °
Yes	17	Peak #17	Peak List #1	32.516 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	32.516 °
Yes	18	Peak #18	Peak List #1	33.475 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	33.475 °
Yes	19	Peak #19	Peak List #1	33.972 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	33.972 °
Yes	20	Peak #20	Peak List #1	34.597 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	34.597 °
Yes	21	Peak #21	Peak List #1	35.824 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	35.824 °
Yes	22	Peak #22	Peak List #1	36.462 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	36.462 °
Yes	23	Peak #23	Peak List #1	36.873 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	36.873 °
Yes	24	Peak #24	Peak List #1	38.087 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	38.087 °
Yes	25	Peak #25	Peak List #1	39.153 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	39.153 °
Yes	26	Peak #26	Peak List #1	40.059 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	40.059 °
Yes	27	Peak #27	Peak List #1	40.867 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	40.867 °

Yes	28	Peak #28	Peak List #1	41.384 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	41.384 °
Yes	29	Peak #29	Peak List #1	42.173 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	42.173 °
Yes	30	Peak #30	Peak List #1	42.796 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	42.796 °
Yes	31	Peak #31	Peak List #1	43.555 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	43.555 °
Yes	32	Peak #32	Peak List #1	44.234 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	44.234 °
Yes	33	Peak #33	Peak List #1	44.705 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	44.705 °
Yes	34	Peak #34	Peak List #1	45.737 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	45.737 °
Yes	35	Peak #35	Peak List #1	46.159 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	46.159 °
Yes	36	Peak #36	Peak List #1	46.999 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	46.999 °
Yes	37	Peak #37	Peak List #1	47.844 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	47.844 °
Yes	38	Peak #38	Peak List #1	48.639 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	48.639 °
Yes	39	Peak #39	Peak List #1	49.295 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	49.295 °
Yes	40	Peak #40	Peak List #1	50.086 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	50.086 °
Yes	41	Peak #41	Peak List #1	50.649 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	50.649 °
Yes	42	Peak #42	Peak List #1	51.445 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	51.445 °
Yes	43	Peak #43	Peak List #1	52.673 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	52.673 °
Yes	44	Peak #44	Peak List #1	53.361 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	53.361 °
Yes	45	Peak #45	Peak List #1	54.307 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	54.307 °
Yes	46	Peak #46	Peak List #1	55.361 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	55.361 °
Yes	47	Peak #47	Peak List #1	56.140 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	56.140 °
Yes	48	Peak #48	Peak List #1	57.128 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	57.128 °
Yes	49	Peak #49	Peak List #1	57.912 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	57.912 °
Yes	50	Peak #50	Peak List #1	58.486 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	58.486 °
Yes	51	Peak #51	Peak List #1	59.373 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	59.373 °
Yes	52	Peak #52	Peak List #1	60.951 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	60.951 °
Yes	53	Peak #53	Peak List #1	60.814 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	60.814 °
Yes	54	Peak #54	Peak List #1	62.769 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	62.769 °
Yes	55	Peak #55	Peak List #1	63.392 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	63.392 °
Yes	56	Peak #56	Peak List #1	63.562 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	63.562 °
Yes	57	Peak #57	Peak List #1	64.602 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	64.602 °
Yes	58	Peak #58	Peak List #1	66.199 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	66.199 °
Yes	59	Peak #59	Peak List #1	66.887 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	66.887 °
Yes	60	Peak #60	Peak List #1	68.246 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	68.246 °
Yes	61	Peak #61	Peak List #1	69.081 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	69.081 °
Yes	62	Peak #62	Peak List #1	69.389 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	69.389 °
Yes	63	Peak #63	Peak List #1	70.053 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	70.053 °
Yes	64	Peak #64	Peak List #1	70.555 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	70.555 °
Yes	65	Peak #65	Peak List #1	70.791 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	70.791 °
Yes	66	Peak #66	Peak List #1	72.839 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	72.839 °
Yes	67	Peak #67	Peak List #1	74.657 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	74.657 °
Yes	68	Peak #68	Peak List #1	75.630 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	75.630 °
Yes	69	Peak #69	Peak List #1	78.325 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	78.325 °
Yes	70	Peak #70	Peak List #1	79.126 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	79.126 °
Yes	71	Peak #71	Peak List #1	79.365 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	79.365 °
Yes	72	Peak #72	Peak List #1	81.295 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	81.295 °
Yes	73	Peak #73	Peak List #1	84.039 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	84.039 °
Yes	74	Peak #74	Peak List #1	85.002 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	85.002 °
Yes	75	Peak #75	Peak List #1	86.279 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	86.279 °
Yes	76	Peak #76	Peak List #1	87.813 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	87.813 °

Yes	77	Peak #77	Peak List #1	89.100 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	89.100 °
Yes	78	Peak #78	Peak List #1	90.113 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	90.113 °
Yes	79	Peak #79	Peak List #1	91.414 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	91.414 °
Yes	80	Peak #80	Peak List #1	92.221 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	92.221 °
Yes	81	Peak #81	Peak List #1	94.839 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	94.839 °
Yes	82	Peak #82	Peak List #1	96.715 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	96.715 °
Yes	83	Peak #83	Peak List #1	98.650 °	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	98.650 °

d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity	h,k,l	Match
9.64221 Å	2892	3133	29.9%	n.a.	No
5.85808 Å	1331	1600	13.7%	n.a.	No
4.85780 Å	2373	2655	24.5%	n.a.	No
4.80371 Å	9258	9541	95.6%	n.a.	No
4.08825 Å	122	379	1.3%	n.a.	No
4.03603 Å	746	1001	7.7%	n.a.	No
3.96526 Å	277	526	2.9%	n.a.	No
3.70834 Å	225	454	2.3%	n.a.	No
3.46370 Å	2048	2285	21.1%	n.a.	No
3.25471 Å	617	879	6.4%	n.a.	No
3.20960 Å	379	649	3.9%	n.a.	No
3.18469 Å	574	848	5.9%	n.a.	No
3.15483 Å	208	486	2.1%	n.a.	No
3.06082 Å	4756	5055	49.1%	n.a.	No
2.94395 Å	9685	10001	100.0%	n.a.	No
2.92450 Å	6318	6634	65.2%	n.a.	No
2.75146 Å	285	590	2.9%	n.a.	No
2.67473 Å	1915	2228	19.8%	n.a.	No
2.63674 Å	4168	4485	43.0%	n.a.	No
2.59055 Å	7185	7500	74.2%	n.a.	No
2.50459 Å	349	658	3.6%	n.a.	No
2.46224 Å	108	418	1.1%	n.a.	No
2.43571 Å	1456	1763	15.0%	n.a.	No
2.36081 Å	47.8	324	0.5%	n.a.	No
2.29897 Å	1617	1902	16.7%	n.a.	No
2.24900 Å	1251	1543	12.9%	n.a.	No
2.20642 Å	2655	2940	27.4%	n.a.	No
2.18004 Å	74.8	348	0.8%	n.a.	No
2.14102 Å	155	418	1.6%	n.a.	No
2.11129 Å	52.1	316	0.5%	n.a.	No
2.07624 Å	54.2	344	0.6%	n.a.	No
2.04595 Å	488	804	5.0%	n.a.	No
2.02548 Å	3844	4173	39.7%	n.a.	No
1.98215 Å	889	1236	9.2%	n.a.	No
1.96500 Å	1318	1669	13.6%	n.a.	No
1.93181 Å	1501	1847	15.5%	n.a.	No
1.89966 Å	2552	2879	26.4%	n.a.	No
1.87045 Å	930	1227	9.6%	n.a.	No
1.84708 Å	40.9	304	0.4%	n.a.	No
1.81974 Å	89.9	338	0.9%	n.a.	No



1.80085 Å	124	374	1.3%	n.a.	No
1.77483 Å	693	941	7.2%	n.a.	No
1.73632 Å	763	1020	7.9%	n.a.	No
1.71552 Å	232	493	2.4%	n.a.	No
1.68787 Å	478	750	4.9%	n.a.	No
1.65818 Å	823	1119	8.5%	n.a.	No
1.63703 Å	347	647	3.6%	n.a.	No
1.61104 Å	2641	2928	27.3%	n.a.	No
1.59108 Å	546	809	5.6%	n.a.	No
1.57681 Å	418	656	4.3%	n.a.	No
1.55537 Å	159	369	1.6%	n.a.	No
1.51881 Å	420	619	4.3%	n.a.	No

### Area List #1

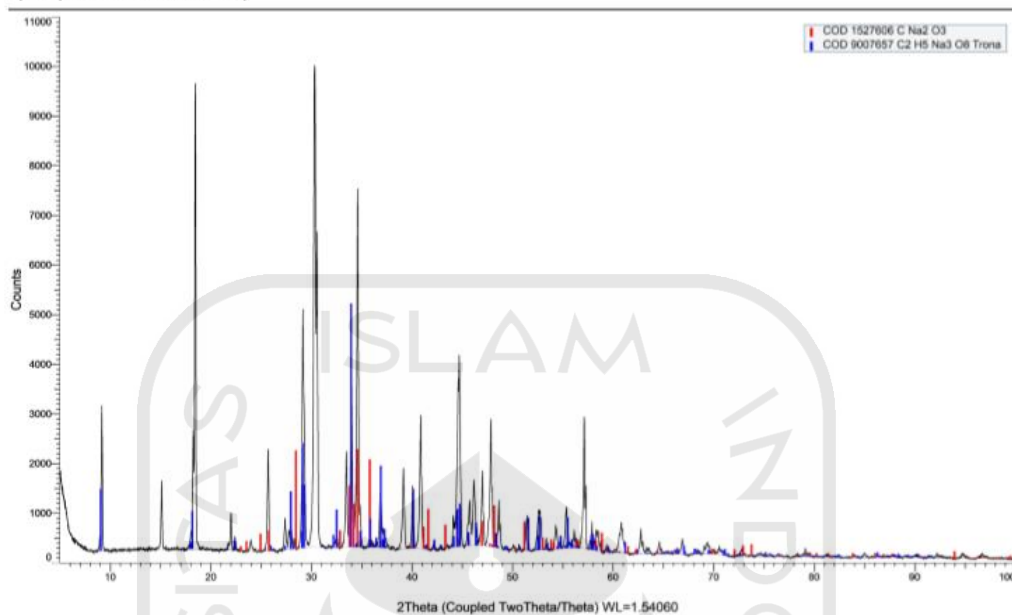
Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan	Left Angle
Yes		■	1	[8.801 ° - 9.349 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	8.801 °
Yes		■	2	[18.124 ° - 18.328 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	18.124 °
Yes		■	3	[18.307 ° - 18.592 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	18.307 °
Yes		■	4	[28.809 ° - 29.561 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	28.809 °
Yes		■	5	[30.069 ° - 30.454 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	30.069 °
Yes		■	6	[30.475 ° - 30.719 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	30.475 °
Yes		■	7	[33.684 ° - 34.192 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	33.684 °
Yes		■	8	[34.233 ° - 34.801 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	34.233 °
Yes		■	9	[44.308 ° - 45.080 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	44.308 °
Yes		■	10	[56.943 ° - 57.227 °]	Area List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	56.943 °

Right Angle	Left Int.	Right Int.	Obs. Max	d (Obs. Max)	Gross Int.	Net Height	FWHM
9.349 °	4.02	4.65	9.159 °	9.64773 Å	47.6	43.2	0.129
18.328 °	13.7	30.0	18.248 °	4.85777 Å	40.3	16.7	0.097
18.592 °	30.6	8.47	18.454 °	4.80408 Å	147	128	0.104
29.561 °	5.90	6.44	29.149 °	3.06115 Å	76.8	70.7	0.227
30.454 °	17.4	77.4	30.319 °	2.94563 Å	151	94.9	0.154
30.719 °	73.7	11.3	30.545 °	2.92434 Å	100	44.6	0.096
34.192 °	8.93	9.55	33.974 °	2.63660 Å	68.6	59.3	0.148
34.801 °	9.68	16.4	34.593 °	2.59083 Å	114	100	0.146
45.080 °	12.1	5.45	44.675 °	2.02677 Å	62.3	53.4	0.275
57.227 °	11.7	17.3	57.128 °	1.61104 Å	44.8	29.5	0.091

Chord Mid.	I. Breadth	Gravity C.	d (Gravity C.)	Raw Area	Net Area	C. Size	K	Instr. Width
9.153 °	0.151	9.132 °	9.67623 Å	8.899	6.520	686.2 Å	1.000	0.000
18.235 °	0.098	18.230 °	4.86261 Å	6.078	1.637	925.2 Å	1.000	0.000
18.455 °	0.108	18.455 °	4.80380 Å	19.40	13.84	860.0 Å	1.000	0.000
29.189 °	0.234	29.186 °	3.05729 Å	21.14	16.51	401.5 Å	1.000	0.000
30.308 °	0.164	30.304 °	2.94706 Å	33.86	15.57	593.1 Å	1.000	0.000
30.559 °	0.103	30.566 °	2.92238 Å	14.98	4.615	950.0 Å	1.000	0.000
33.976 °	0.169	33.970 °	2.63694 Å	14.71	10.01	625.1 Å	1.000	0.000
34.597 °	0.168	34.584 °	2.59146 Å	24.30	16.89	635.3 Å	1.000	0.000
44.667 °	0.295	44.661 °	2.02736 Å	22.55	15.78	347.1 Å	1.000	0.000
57.124 °	0.103	57.110 °	1.61149 Å	7.176	3.049	1100.6 Å	1.000	0.000

3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw, 2/3/2020 9:48:22 AM

## (Coupled TwoTheta/Theta)



3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw, 2/3/2020 9:48:22 AM

## Pattern List #1

Show	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan	Pattern #	Compound Name
Yes			1	COD 1527606	Pattern List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	COD 1527606	
Yes			2	COD 9007657	Pattern List #1	3342-2 Na2CO3 Penjerapan.raw #1	COD 9007657	Trona

Formula	Quality	Y-Scale	I/Ic DB	I/Ic User	S-Q	Concentration Level	Added Reference	d x by
C Na2 O3	Quality Unknown	20.51%	0.700	0.000	37.3%	Major		1.0000
C2 H5 Na3 O6	Quality Unknown	50.64%	1.030	0.000	62.7%	Major		1.0000

Scan WL	Wavelength	System	Space Group	a	b	c	alpha	beta	gamma
Yes	1.54060 Å	Monoclinic	C 1 2/m 1 (12)	9.01300 Å	5.23700 Å	6.31200 Å		96.930 °	
Yes	1.54060 Å	Monoclinic	C 1 2/c 1 (15)	20.38000 Å	3.48000 Å	10.29000 Å		108.480 °	

Z	Volume	Density	Cell Tuned	F (N)
4	295.82 Å³		No	
	899.12 Å³		No	