

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Peningkatan konsentrasi gas karbondioksida (CO_2) di atmosfer secara terus-menerus menjadi perhatian global yang signifikan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 menjelaskan bahwa kadar maksimal CO_2 dalam ruangan adalah 1000 ppm (per 8 jam) [1]. Rata-rata kadar CO_2 didalam ruangan pada saat menggunakan ventilasi alami lebih rendah dari 708 ppm [2]. Polusi CO_2 sangat berbahaya untuk kesehatan karena CO_2 dapat berasal dari proses metabolisme tubuh manusia, sehingga harus dipantau dengan baik agar kadar CO_2 didalam sebuah ruangan tidak melebihi kadar maksimalnya.

Pada penelitian sebelumnya zeolite aktivasi alam (ZAA) sebagai adsorben gas karbondioksida diperoleh dengan cara memodifikasi sifat dari zeolite dan memperbaiki karakternya menggunakan H_2SO_4 yang berperan sebagai activator. Gas karbondioksida yang terserap akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi dari sebuah activator H_2SO_4 . Tetapi jika terlalu banyak aktivator H_2SO_4 akan menyebabkan keadaan asam terlalu pekat dan banyak atom yang keluar dari kerangka zeolite sehingga menyebabkan rusaknya struktur zeolite dan daya adsorpsinya akan menurun [3]. ZAA memiliki luas permukaan 144,807 m^2/g . Semakin besar volume zeolite maka proses adsorpsi semakin optimal dalam penyerapan CO_2 [4]. Pada saat zeolite diaktivasi menjadi ZAA kemampuan penyerapan CO_2 meningkat sebesar 12% dari zeolite yang belum diaktivasi [5]. ZAA memiliki luas permukaan yang lebih kecil dari pada MOF,

MOF adalah material berpori kristal dengan skala nanometer, kemurnian tinggi dan memiliki topologi yang mirip seperti zeolit [6]. MOF memiliki luas permukaannya yang besar serta pori-pori yang berkisar pada 11-12 Å [7], struktur yang fleksibel dan ukuran pori yang dapat disesuaikan [8]. MOF memiliki kemampuan adsorpsi [9], penyimpanan gas, proses pemisahan,

katalisis, dll [10]. MOF mempunyai struktur pori yang stabil. Keuntungan dari material MOF ialah sifat fisika dan kimianya dapat dikembangkan dengan cara memasukan material lain ke dalam pori pori pembentuk struktur baru yang lebih stabil. MOF dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyimpanan gas seperti hidrogen dan karbondioksida. MOF memiliki kelemahan yaitu kurang stabil dan tidak mampu untuk diaktifkan kembali dengan perlakuan termal [8].

Peneliti sebelumnya telah meneliti jenis MOF lain terhadap paparan CO₂. Witri Wahyu Lestari dkk (2016) menunjukkan bahwa MIL-100 (Fe) memiliki fitur porositas dan kestabilan yang tinggi yaitu memiliki luas permukaan BET sebesar 569,191 m²/g, sehingga material ini dapat digunakan sebagai katalis [11]. Shujun Chen dkk (2021) menunjukkan bahwa adsorbent yang dimodifikasi memiliki kapasitas adsorpsi lebih tinggi [12]. Sanjit Gaikwad dkk (2021) melakukan sebuah modifikasi untuk jenis MOF-177 oleh gugus amina untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi CO₂ dengan menggunakan PEI, TEPA, dan DETA, berdasarkan percobaan MOF-177 yang dimodifikasi TEPA menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kapasitas adsorpsi CO₂ sebesar 3,86 mmol/g, sedangkan yang dimodifikasi menggunakan PEI dan DETA menunjukkan perbaikan yang relative kecil [13]. Kyoungmoo Koh dkk (2009) menunjukkan bahwa pencampuran dari dua linker yang berbeda dan memiliki topologi yang sama telah diterapkan untuk membuat kerangka MOF untuk menghasilkan kopolimer koordinasi yang baik. Penggabungan MOF-5 dengan luas permukaan 3170 m²/g dan IRMOF-3 dengan luas permukaan 2600 m²/g dapat menunjukkan bahwa tingkat fungsionalitas dapat diubah dengan mengubah konsentrasi linker yang dapat mempengaruhi luas permukaan. Penggabungan dua jenis linker berbeda bertujuan untuk menyiapkan polimer koordinasi dengan struktur yang saerupa dan komposisi kimia yang bervariasi [14]. MOF MIL-101 (Cr) memiliki luas permukaan 2600-4500 m²/g [15] dan memiliki kemampuan adsorpsi gas yang sangat baik [16]. Hampir 99% dari kapasitas adsorpsi pada aliran gas masing-masing penambahan H₂O, SO₂, dan NO sebanyak 10% volume CO₂ MOF MIL-

100(Cr) memiliki ketahanan yang kuat terhadap kontaminan gas buang dan kondisi pemulihan yang ringan sangat baik digunakan untuk menjadi adsorben CO₂ [17]. R.F Kesuma (2017) melakukan sebuah penelitian mengenai karakterisasi sifat optik pada MOF Zr-NDC, MOF memiliki kemampuan sebagai penyimpan cahaya salah satunya dengan pengembangan MOF dengan molekul Dye. Dye merupakan molekul organik berwarna yang dapat mengumpulkan energi cahaya, dengan harapan akan meningkatkan sifat optik dari MOF Zr-NDC. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa MOF Zr-NDC memiliki serapan di panjang gelombang 274 nm, hal ini menunjukkan bahwa MOF Zr-NDC hanya dapat menyerap cahaya ultraviolet [18].

Berdasarkan kelebihan MOF tersebut, MOF memiliki kemampuan untuk menjadi sensor gas [19]. Maka dalam penelitian tugas akhir ini, penulis telah melakukan karakterisasi sifat listrik dari sampel ZAA, MIL 101 Cr , 5% ZAA@MIL 101 Cr, 10% ZAA@MIL 101 Cr , 30% ZAA@MIL 101 Cr , 50% ZAA@MIL 101 Cr , 70% ZAA@MIL 101 Cr , 90% ZAA@MIL 101 Cr , dan 95% ZAA@MIL 101 Cr . Sampel yang digunakan telah disintesis oleh Dr. Witri dan tim dari Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS). Proses fabrikasi memerlukan ketelitian untuk memastikan sampel terdeposisi dengan baik pada saat membuat elektroda. Karakterisasi sifat listrik yang diamati ialah perubahan arus, tegangan dan hambatan MOF pada saat terpapar CO₂ dan saat tidak terpapar CO₂. Respon sampel MOF terhadap gas CO₂ dapat diamati. Seluruh pengukuran dilakukan dalam ruang uji tertutup. Hasil pengamatan dilaporkan di Bab IV Diharapkan dilakukan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai sifat listrik MOF sebagai material sensor CO₂ dan peluang aplikasi yang lebih luas. Penggunaan MIL 101 Cr yang terkooperasi dengan ZAA diharapkan juga dapat memberikan nilai lebih bahan zeolite alam yang banyak terdapat di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka muncul permasalahan dari penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana cara fabrikasi lapisan tipis agar ZAA, MOF MIL 101 Cr dan ZAA@ MOF MIL 101 Cr terdeposisi dengan baik?
2. Bagaimana karakteristik sifat listrik dari ZAA, MOF MIL 101(Cr) dan ZAA@ MOF MIL 101 Cr saat terpapar gas CO₂?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1. Membuat lapisan tipis ZAA, MOF MIL 101(Cr) dan ZAA@MOF MIL 101 Cr yang tersebar merata di atas substrat SiO₂
2. Mengetahui sifat listrik ZAA, MOF MIL 101 Cr dan ZAA@MOF MIL 101 Cr saat terpapar dan tanpa gas CO₂

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi cakupan pembahasan pada penelitian proposal tugas akhir ini, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahan ZAA, MOF MIL 101 Cr dan ZAA@ MOF MIL 101 Cr yang telah di sintesis oleh tim Dr. Witri Lestari dari Departemen Kimia UNS
2. Substrat yang digunakan adalah SiO₂
3. Optimasi fabrikasi dilakukan dengan metode *drop casting*
4. Pengukuran sifat listrik menggunakan Kiethley 2400
5. Sifat listrik yang diamati yaitu perubahan resistansi dan arus MOF saat terpapar gas CO₂

1.5 Metodologi Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan Tugas Akhir dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

Studi Literatur

Studi literatur dimulai dengan mencari dan mengumpulkan informasi tentang cara fabrikasi, karakteristik dan sifat listrik MOF dan mencari literatur yang memiliki keterkaitan dengan tugas akhir yang dilakukan.

Proses Fabrikasi dan Karakterisasi

Dalam tugas akhir ini proses fabrikasi sampel dilakukan dengan cara mencampurkan serbuk MOF dengan pelarut dan mendeposisi sampel dengan cara dropcasting diatas substrat yaitu SiO₂. Proses karakterisasi yang dilakukan yaitu sifat listrik. Karakterisasi sifat listrik dilakukan dengan mendapatkan kurva I-V dan perubahan resistansi.

Analisis Data Hasil Eksperimen dan Penarikan Kesimpulan

Setelah proses fabrikasi dan karakterisasi selesai, maka dilakukan pengolahan data sifat listrik. Hasil data tersebut akan menjadi pembahasan pada penelitian tugas akhir.

Penyusunan Laporan Akhir

Semua hasil dari penelitian yang telah dianalisa berdasarkan data yang didapatkan selanjutnya akan ditulis dalam bentuk laporan tugas akhir.

1.6 Jadwal Pelaksanaan

Berikut jadwal yang telah direncanakan untuk mengerjakan tugas akhir oleh penulis, diantaranya

Tabel 1. 1 Tabel Perancangan Milestone

No	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	<i>Milestone</i>
1	Penyusunan Proposal	10 Minggu	9 Desember 2021	Penyusunan Proposal Bab 1, 2, dan 3

2	Seminar	1 Minggu	21 Desember 2021	Pengujian Proposal Bab 1, 2, dan 3
3	Revisi Proposal	1 Minggu	28 Desember 2021	Penyelesaian proposal final
4	Pengambilan data	12 Minggu	12 Maret 2022	Pengambilan data pengukuran
5	Analisis	8 Minggu	24 Juni 2022	Analisis dari data pengukuran yang sudah didapat
6	Penyusunan Tugas Akhir	2 Minggu	6 Juli 2022	Pengumpulan Buku Tugas Akhir Final
7	Sidang Tugas Akhir	1 Hari	7 Juli 2022	Pengujian Tugas Akhir