



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Identifikasi Kinerja UiO-66 sebagai Katalis Produksi Metanol (CH_3OH) dari Gas Karbon Dioksida (CO_2)”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Aktivitas industri seringkali menghasilkan gas buang, salah satunya karbondioksida (CO_2) yang dilepaskan ke lingkungan sehingga dapat meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca (Irma & Gusmira, 2024). Berbagai sektor industri di Indonesia memiliki kontribusi yang berbeda dalam menghasilkan emisi karbon. Aktivitas lapangan usaha seperti pertanian, kehutanan, pertambangan, industri pengolahan (Manufaktur), penyediaan listrik dan gas dan sektor lainnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika Indonesia pada tahun 2024, terjadi peningkatan emisi karbon yang signifikan pada tahun 2022 sebesar 13,471% dari tahun 2021. Salah satu sektor penghasil emisi karbon terbesar adalah pengadaan listrik dan gas, dimana pada sektor ini hampir seluruh emisi yang dihasilkan berupa gas karbondioksida dengan kontribusi sebesar 99,54% pada tahun 2022 (Athaya et al., 2025).

Keberadaan emisi gas karbon dioksida di lingkungan dapat dikurangi secara efektif melalui metode adsorpsi menggunakan beberapa metode yaitu adsorpsi fisika dan kimia, pemisahan menggunakan membran, dan pemisahan kriogenik (Godin et al., 2021). Selain metode adsorpsi, gas karbon dioksida dapat diubah menjadi bahan kimia bernilai tinggi seperti metanol, asam format hingga bahan bakar melalui *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Salah satu pemanfaatan karbon dioksida dalam industri adalah menjadi metanol (C. Kim et al., 2022). Penggunaan utama metanol dalam industri kimia adalah sebagai bahan baku maupun pelarut. Sekitar 65% metanol yang diproduksi di seluruh dunia untuk produksi asam asetat, metil dan vinil asetat, metil metakrilat, metilamin, aditif bahan bakar, dan bahan kimia lainnya (Dalena et al., 2018).

Metanol dapat diperoleh dari karbon dioksida melalui metode hidrogenasi dan fotoreduksi. Metode hidrogenasi menggunakan prinsip reduksi karbon dioksida menggunakan hidrogen melalui reaksi pergeseran gas air terbalik atau elektrolisis



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Identifikasi Kinerja UiO-66 sebagai Katalis Produksi Metanol (CH_3OH) dari Gas Karbon Dioksida (CO_2)”

air (C. Kim et al., 2022). Metode fotoreduksi karbon dioksida, yang sumber utama energi prosesnya adalah cahaya untuk menginisiasi pembentukan metanol (Baniamer et al., 2021). Lebih lanjut, metode fotoreduksi karbon dioksida lebih direkomendasikan karena bahan baku dan biaya operasional yang terjangkau. Faktor yang mempengaruhi proses produksi metanol antara lain jenis katalis, pH, tekanan, komposisi gas reaktan (Kavil et al., 2017).

Proses fotoreduksi karbon dioksida menjadi metanol sudah banyak diteliti menggunakan berbagai tipe katalis. Yang paling sering digunakan adalah TiO_2 dan turunannya yang sering digunakan sebagai doping untuk memperluas penyerapan cahaya (Du et al., 2022). TiO_2 memiliki bandgap yang lebar sehingga hanya menyerap cahaya ultraviolet dan mudah terjadi rekombinasi elektron (Cao, 2020). Katalis lainnya adalah katalis berbasis tembaga ($\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ atau Cu-doped supports) yang rentan terhadap fotokorosi dan sulit mempertahankan selektivitas tinggi ke metanol sehingga banyak terbentuk produk samping seperti CO atau CH_4 (Q. Wang et al., 2022). Katalis Plasmonik (Au/Ag) terkadang digunakan untuk meningkatkan penyerapan cahaya, tetapi kurang stabil dalam jangka waktu yang lama (Kowalska & Plasmon, 2021).

Salah satu material fungsional yang berfungsi sebagai katalis dalam produksi metanol dari gas karbon dioksida adalah *Material Organic Frameworks* (MOFs) jenis *University of Oslo* (UiO-66). Hal ini dikarenakan adanya keunggulan MOFs yaitu sangat stabil, memiliki luas permukaan dan kemampuan porositas yang besar serta memiliki fleksibilitas struktural (Pettinari et al., 2017). MOFs UiO-66 dapat diperoleh melalui sintesis solvotermal, microwave-assisted dan mekanokimia yang menghasilkan karakterisasi yang berbeda. Metode mekanokimia menjadi metode yang banyak direkomendasikan karena bebas dari penggunaan pelarut berbahaya, energi terbatas dan peralatan yang tidak kompleks.

MOFs merupakan material yang disusun oleh logam yang berikatan dengan linker organik hingga membentuk kluster dan pori (Pettinari et al., 2017). Penelitian ini akan dilakukan analisis karakterisasi dan uji kinerja katalis UiO-66 yang diperoleh dari proses mekanokimia untuk menghasilkan metanol dari gas



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Identifikasi Kinerja UiO-66 sebagai Katalis Produksi Metanol (CH_3OH) dari Gas Karbon Dioksida (CO_2)”

karbondioksida pada variasi dosis katalis dan NaOH pada konsentrasi yang berbeda. Penggunaan NaOH direkomendasikan karena dapat meningkatkan kelarutan dan kemampuan penangkapan CO_2 , membentuk ion bikarbonat/karbonat yang lebih mudah direduksi pada permukaan fotokatalis (Almamari et al., 2025). Selain itu lingkungan basa dari NaOH menekan rekombinasi elektron-hole dan meningkatkan transfer elektron sehingga efisiensi pembentukan metanol menjadi lebih tinggi (Lais et al., 2018). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi berbasis limbah PET untuk mengolah gas buang CO_2 menjadi metanol, sebagai bahan kimia yang bernilai tambah, melalui evaluasi komprehensif kinerja katalis dan analisis karakterisasi menggunakan beberapa instrumen.

Instrumen *X-ray Diffraction* (XRD) akan digunakan untuk mengidentifikasi dan mengonfirmasi struktur kristal dan fasa dari katalis UiO-66, memberikan informasi penting terkait tingkat keteraturan struktur material. *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) memungkinkan pengamatan morfologi permukaan katalis serta analisis keberadaan dan distribusi unsur-unsur penyusun, sehingga memberikan gambaran menyeluruh mengenai kualitas material. Sementara itu, *Gas Chromatography-Flame Ionization Detector* (GC-FID) digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi metanol yang dihasilkan, sebagai indikator utama efisiensi kinerja katalis dalam mengkonversi gas CO_2 menjadi metanol.

1.2 Tujuan

1. Untuk mengidentifikasi pengaruh dosis UiO-66 dan konsentrasi NaOH terhadap pengelolaan gas buang karbondioksida (CO_2) melalui proses adsorpsi dan konversi menjadi metanol



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Identifikasi Kinerja UiO-66 sebagai Katalis Produksi Metanol (CH_3OH) dari Gas Karbon Dioksida (CO_2)”

I.3 Manfaat

1. Memberikan informasi terkait pengendalian gas buang karbondioksida (CO_2) melalui proses Adsorpsi dan konversi menjadi metanol menggunakan katalis UiO-66 dan larutan basa NaOH.