

# Reduksi CO<sub>2</sub> secara fotokatalitik dengan katalis titania dan tembaga-titania

Slamet, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20288434&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

### **ABSTRAK**

Salah satu aplikasi yang cukup potensial dari fenomena fotokatalisis adalah untuk mengkonversi karbon pada senyawa anorganik seperti CO<sub>2</sub> menjadi senyawa-senyawa organik yang lebih berguna. Disamping diperolehnya produk senyawa organik yang dapat digunakan untuk keperluan tertentu, transformasi CO<sub>2</sub> tersebut dalam kurun waktu tertentu dapat mengurangi laju emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer, yang akhir-akhir ini menjadi isu lingkungan global karena dipercaya dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap timbulnya efek rumah kaca (greenhouse effect). Efisiensi reduksi CO<sub>2</sub> sangat tergantung pada fotokatalis yang digunakan. Beberapa peneliti telah membuktikan bahwa CO<sub>2</sub> dapat direduksi secara fotokatalitik dalam uap air atau larutan dengan TiO<sub>2</sub>, akan tetapi efisiensinya masih sangat rendah. Studi ini difokuskan pada pengembangan fotokatalis yang efektif untuk proses reduksi CO<sub>2</sub> menjadi metanol.

Fotokatalis TiO<sub>2</sub> serbuk dengan berbagai komposisi kristal anatase dan rutil dibuat dengan cara menghidrolisis TiCl<sub>4</sub> yang dilanjutkan dengan kalsinasi pada berbagai temperatur. Modifikasi katalis TiO<sub>2</sub> film dilakukan dengan menambahkan polyethylene glycol atau silika, menggunakan metode sol-gel dan dip-coating. Fotokatalis tembaga-titania dibuat dengan metode impregnasi-termodifikasi menggunakan TiO<sub>2</sub> Degussa P25 dan larutan tembaga nitrat, serta metode pencampuran fisik menggunakan serbuk TiO<sub>2</sub> Degussa P25, CuO, Cu<sub>2</sub>O, dan Cu. Katalis-katalis yang telah dibuat kemudian dikarakterisasi dengan XRD, DRS, SEM/EDX/Mapping, AAS, dan BET. Uji kinerja katalis yang dilakukan meliputi uji aktivitas fasa cair dan gas, uji kinetika, dan uji mekanisme reaksi dengan metode in-situ FTIR.

Hasil penelitian membuktikan bahwa dengan bantuan fotokatalis titania dan tembaga-titania, karbon dioksida dapat direduksi oleh air baik dalam sistem cair-padat maupun gas-padat, menghasilkan produk utama metanol. Metana, etanol, propanol, dan aseton adalah senyawa-senyawa lain yang juga terbentuk, meskipun dalam jumlah yang relatif lebih sedikit. Aktivitas reduksi fotokatalisis CO<sub>2</sub> pada larutan 1 M KHCO<sub>3</sub> paling optimal diamati terjadi ketika keasaman larutan diatur pada pH 4. Katalis TiO<sub>2</sub> serbuk dengan komposisi kristal anatase yg tinggi, ukuran kristal kecil, dan luas permukaan besar, mempunyai efisiensi fotoreduksi CO<sub>2</sub> yang tinggi. Penambahan dopan PEG atau SiO<sub>2</sub> sampai pada tingkat loading tertentu dapat meningkatkan porositas fotokatalis TiO<sub>2</sub> film, sehingga kinerjanya menjadi lebih baik.

Katalis tembaga/TiO<sub>2</sub> dengan loading tertentu menunjukkan kinerja fotokatalisis yang sangat efisien untuk reduksi CO<sub>2</sub>, baik pada sistem cair-padat maupun gas-padat. Hasil investigasi menunjukkan bahwa Cu<sub>11</sub>O adalah spesi dopan yang paling signifikan dalam meningkatkan kinerja TiO<sub>2</sub> pada reduksi CO<sub>2</sub> menjadi metanol. Loading optimal yang diperoleh pada katalis CuO/TiO<sub>2</sub> hasil impregnasi adalah 3% berat Cu, sedangkan pada katalis yang dibuat dengan pencampuran fisik adalah 5% berat untuk dopan Cu<sub>2</sub>O dan 1%

berat untuk dopan CuO.

<br><br>

Peningkatan efisiensi reduksi CO<sub>2</sub> menjadi metanol yang signifikan oleh dopan tembaga (terutama dalam bentuk metal oksida) pada fotokatalis TiO<sub>2</sub> diduga karena adanya peran ganda yang sinergis dari dopan tembaga tersebut, yaitu sebagai electron trapper pada proses fotokatalisis dan sebagai inti aktif pada proses katalisis. Sebagai electron trapper~ dopan tembaga secara efektif dapat menghambat laju rekombinasi pasangan elektron-hole sehingga secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi reduksi CO<sub>2</sub>. Sebagai inti aktif pada proses katalisis, dopan tembaga diperkirakan dapat meningkatkan selektivitas produk metanol, dengan mekanisme melalui pembentukan intermediate formal dan metoksida.

<br><br>

Uji kinetika yang dilakukan pada rentang temperatur 43 -100 °C menunjukkan bahwa dopan CuO dapat meningkatkan laju reaksi, sehingga secara signifikan dapat meningkatkan photoefficiency dari katalis TiO<sub>2</sub>. Nilai energi aktivasi teramati (E<sub>a</sub>) yang diperoleh untuk katalis 3% CuO/TiO<sub>2</sub> adalah sebesar + 12 kJ/mol, yang mengindikasikan bahwa desorpsi produk adalah merupakan tahap penentu laju reaksi pada pembentukan metanol dari CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan katalis 3% CuO/TiO<sub>2</sub>.