UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Reduksi Fotokatalitik CO2 Menjadi Etanol Menggunakan Komposit Cu2O/TiO2 Di Bawah Penyinaran Cahaya Tampak
MARFLY, Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.; Prof. Suherman, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

REDUKSI FOTOKATALITIK CO_2 MENJADI ETANOL MENGGUNAKAN KOMPOSIT CU_2O/TIO_2 DI BAWAH PENYINARAN CAHAYA TAMPAK

Marfly
24/547430/PPA/06887

INTISARI

Peningkatan emisi karbon dioksida (CO_2) mendorong pengembangan teknologi konversi CO_2 menjadi bahan bakar bernilai tambah. Konversi fotokatalitik CO_2 menjadi senyawa multikarbon, seperti etanol, dengan memanfaatkan energi cahaya merupakan salah satu pendekatan yang berpotensi mendukung pengembangan energi bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis komposit Cu_2O/TiO_2, mengkaji pengaruh komposisi komposit terhadap karakteristik fisikokimia material, serta mengevaluasi aktivitasnya dalam reduksi fotokatalitik CO_2 menjadi etanol di bawah penyinaran cahaya tampak.

Komposit Cu_2O/TiO_2 disintesis melalui metode deposisi-reduksi basah dengan memvariasikan jumlah prekursor tembaga pada permukaan TiO_2 anatase. Material hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan *X-ray diffraction* (XRD), *Fourier transform infrared spectroscopy-attenuated total reflectanc*e (FTIR-ATR), *scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray spectroscopy* (SEM-EDX), dan *ultraviolet-visible diffuse reflectance spectroscopy* (UV-Vis DRS). Aktivitas fotokatalitik diuji dalam reaktor tertutup berisi suspensi fotokatalis dalam 100 mL air deionisasi yang terlebih dahulu dialiri gas CO_2 murni. Pengaruh komposisi komposit, massa fotokatalis, dan waktu penyinaran terhadap pembentukan produk dievaluasi. Produk reaksi dianalisis menggunakan kromatografi gas (GC) dan GC-MS. Pengujian kontrol menggunakan TiO_2, Cu_2O, dan metanol sebagai calon senyawa antara juga dilakukan.

Hasil XRD menunjukkan keberadaan fase TiO_2 anatase dan Cu_2O pada material komposit, sedangkan hasil FTIR-ATR menunjukkan vibrasi ikatan logam–oksigen yang berkaitan dengan Ti–O dan Cu–O. Analisis SEM-EDX mengindikasikan bahwa komposit 2 memiliki distribusi komponen Cu yang lebih merata, sedangkan peningkatan pemuatan prekursor pada komposit 3 meningkatkan aglomerasi partikel. Pembentukan komposit menurunkan energi celah pita dari 3,18 eV pada TiO_2 menjadi 2,95 eV pada komposit 2. Pada kondisi optimum berupa massa fotokatalis 100 mg dan waktu penyinaran 12 jam, komposit 2 menghasilkan konsentrasi etanol tertinggi sebesar 154,39 µM dengan selektivitas terhadap etanol sebesar 93,92%. Etanol dan metanol tidak terdeteksi pada pengujian TiO_2, sedangkan Cu_2O menghasilkan metanol sebesar 27,82 µM. Pembentukan etanol pada pengujian menggunakan metanol sebagai reaktan awal mendukung dugaan bahwa metanol berperan sebagai salah satu senyawa antara dalam pembentukan etanol.

Kata kunci: reduksi fotokatalitik CO_2, Cu_2O/TiO_2, komposit semikonduktor, etanol, cahaya tampak

Reduksi Fotokatalitik CO2 Menjadi Etanol Menggunakan Komposit Cu2O/TiO2 Di Bawah Penyinaran Cahaya Tampak
MARFLY, Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.; Prof. Suherman, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PHOTOCATALYTIC CO_2 REDUCTION TO ETHANOL OVER CU_2O/TIO_2 COMPOSITE PHOTOCATALYSTS UNDER VISIBLE-LIGHT IRRADIATION

Marfly
24/547430/PPA/06887

ABSTRACT

The increase in carbon dioxide (CO_2) emissions drives the development of technologies to convert CO_2 into value-added fuels. The photocatalytic conversion of CO_2 into multicarbon compounds, such as ethanol, using light energy represents a promising approach to support the development of clean energy. This study aims to synthesize Cu_2O/TiO_2 composites, examine the effect of composite composition on the physicochemical characteristics of the material, and evaluate its activity in the photocatalytic reduction of CO_2 into ethanol under visible light irradiation.

The Cu_2O/TiO_2 composite was synthesized via a wet deposition-reduction method by varying the amount of copper precursor on the surface of anatase TiO_2. The synthesized materials were characterized using X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy-attenuated total reflectance (FTIR-ATR), scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX), and ultraviolet-visible diffuse reflectance spectroscopy (UV-Vis DRS). The photocatalytic activity was evaluated in a closed reactor containing a photocatalyst suspension in 100 mL of deionized water, which had been purged with pure CO_2 gas. The effects of composite composition, photocatalyst mass, and irradiation time on product formation were evaluated. Reaction products were analyzed using gas chromatography (GC) and GC-MS. Control experiments using TiO_2, Cu_2O, and methanol as a potential intermediate compound were also conducted.

XRD results showed the presence of anatase TiO_2 and Cu_2O phases in the composite materials, while FTIR-ATR results exhibited metal–oxygen bond vibrations associated with Ti-O and Cu-O. SEM-EDX analysis indicated that composite 2 had a more uniform distribution of Cu components, whereas increasing the precursor loading in composite 3 led to enhanced particle agglomeration. The formation of the composite reduced the band gap energy from 3.18 eV in TiO_2 to 2.95 eV in composite 2. Under the optimum conditions of 100 mg photocatalyst mass and 12 h irradiation time, composite 2 achieved the highest ethanol concentration of 154.39 μM with a selectivity towards ethanol of 93.92%. Ethanol and methanol were not detected in tests using TiO_2, whereas Cu_2O produced 27.82 μM of methanol. The formation of ethanol in tests using methanol as the initial reactant supports the assumption that methanol acts as one of the intermediate compounds in ethanol formation.

Keywords: CO_2 photocatalytic reduction, Cu_2O/TiO_2, semiconductor composite, ethanol, visible light