

Pengembangan sistem artificial photosynthesis untuk konversi fotokatalitik secara simultan gas nitrogen dan karbondioksida menjadi Fine Chemicals = Development of artificial photosynthesis system for simultaneous photocatalytic conversion of N₂ and CO₂ gases to Fine Chemicals

Muhammad Iqbal Syauqi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20503757&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Kami tengah mengembangkan sistem artifisial fotosintesis berdasarkan sel tandem fotoelektrokimia, baik untuk fiksasi nitrogen atau karbon dioksida menjadi zat kimia bernilai guna. Sel tandem ini terdiri dari DyeSensitized Solar Cell (DSSC), yang digunakan sebagai penyedia potensial eksternal, dan sel PEC (photoelectrochemical) sebagai zona katalisis. PEC pada zona katalisis menggunakan pasangan katoda untuk reaksi reduksi pada kondisi gelap dan fotoanoda untuk reaksi oksidasi air dibawah penyinaran sinar tampak untuk membentuk oksigen dan proton. Bagian penting dalam mengembangkan sistem ini adalah pemilihan material yang tepat. Diperlukan material yang dapat mengadsorb nitrogen dan/atau karbon dioksida secara baik pada sisi katoda gelap, sementara pada fotoanoda diperlukan material yang dapat menyerap cahaya tampak dan memiliki sifat intrinsik yang baik untuk oksidasi air. Saat ini kami mengembangkan material bTiO₂ dan b-TiO₂ termodifikasi pada katoda dan anoda. Untuk DSSC, dikembangkan DSSC berbasis TiO₂ nanotube/N719 dengan menambahkan CdS sebagai ko-sensitizer. Sintesis b-TiO₂ dilakukan dengan reduksi elektrokimia TiO₂ nanotube dalam larutan aqueous, sedangkan TiO₂ nanotube dipreparasi dengan teknik elektro-oksidasi. Material kemudian dikarakterisasi dengan XRD, SEM, FTIR, UV-VIS DRS, dan potensiostat. Hasil penelitian menunjukkan warna TiO₂ berubah dari abu-abu menjadi biru setelah proses reduksi elektrokimia. Pada waktu optimum reduksi, terjadi peningkatan konduktivitas dan pergeseran band gap dari 3,2 menjadi 2,9 eV. Sebagai fotoanoda, b-TiO₂ dimodifikasi dengan spesies kobalt oksida (Co₃O₄) untuk meningkatkan respon photocurrent pada daerah sinar tampak dan mengkatalisis reaksi fotooksidasi air. Performa material TiO₂/Co₃O₄ sebagai fotoanoda diuji dengan fenomena evolusi oksigen dan kemampuannya untuk mendegradasi zat warna dari air ketika dipaparkan sinar tampak. DSSC yang difabrikasi dengan sistem TiO₂/CdS/ZnS/N719 memberikan efisiensi sebesar 1,29% dan fill factor 0,43, 14% lebih baik dari sel surya TiO₂/N719. Sistem artifisial fotosintesis yang terusun dari TiO₂/CdS/ZnS/N719 sebagai DSSC, b-TiO₂ pada katoda, dan and b-TiO₂/Co₃O₄ sebagai fotoanoda memberikan efisiensi Solar to Chemical sebesar 0.05% untuk konversi N₂ menjadi NH₃, hasil ini 2,5 kali lebih besar dari sistem Hirakawa et al. (2017). Ketika digunakan untuk mereduksi CO₂, sistem menghasilkan Metanol dan asam format. Sistem ini juga dapat melangsungkan fiksasi N₂ dan CO₂ secara simultan untuk menghasilkan fine chemicals seperti amonia, metanol, dan asam format.

<hr>

ABSTRACT

We have been developing an artificial photosynthesis device, based on tandem of dual photo-

electrochemical cells, either for nitrogen or carbon dioxide fixation into fine chemicals. The tandem cell is comprised of a dye sensitized solar cell (DSSC), as embedded an external potential, and a photo-electrochemical (PEC) cell as catalysis zone. The PEC in catalysis zone employing couple of cathode and photoanode, whereas the cathode is dedicated for a reduction reaction site under the dark, while the photo-anode is dedicated for an oxidation reaction under visible light to produce oxygen and proton. A crucial part of such system is including proper choice of electrodes materials. An electrode material that can absorb nitrogen and/or carbon dioxide gases is necessary for the dark cathode, while a photo electrode material that can absorb visible light and having intrinsic oxidation potential to split water is necessary. Currently, we are developing the b-TiO₂ and modified the bTiO₂ for both those electrodes material. For DSSC, we fabricate nanotube TiO₂/N719 photoanode with CdS as co-sensitizer. The b-TiO₂ was synthesized by electrochemical reduction of TiO₂ nanotube in aqueous solution, while the TiO₂ nanotubes was prepared by electro-oxidation technique. The materials were characterized by XRD, SEM, FTIR, UV-VIS DRS, and Electrochemical work station. The results indicate that by reducing TiO₂ electrochemically, the color of TiO₂ change from grey to blue. At the optimum reduction time the band gap shifts from 3.2 eV to 2.9 eV, and the conductivity increase. For a photo-anode, the b-TiO₂ was then modified by Cobalt oxide (Co₃O₄) to increase photocurrent response at visible region, and to enhance photo-oxidation reaction. The performance of bTiO₂/Co₃O₄ as photo-anode was examined by oxygen evolution event and its ability to remove dyes from water, when it was exposed by visible light. The DSSC fabricated by TiO₂/CdS/ZnS/N719 system gives 1.29% efficiency and fill factor 0.43, which is 14% higher than TiO₂/N719. In addition, the performance of the tandem DSSC-PEC system was examined by the ability of the cell to convert nitrogen to ammonia and carbon dioxide to fine chemicals. The results show that system comprised by TiO₂/CdS/ZnS/N719 DSSC, b-TiO₂ at cathode, and bTiO₂/Co₃O₄ as photoanode give 0.05% Solar to Chemical efficiency when used to convert N₂ to NH₃ which is 2.5 higher than Hirakawa (2017) device. When used to convert CO₂ the device produces Metanol and formic acid. The device can also be used to convert N₂ and CO₂ simultaneously to produce fine chemicals such as ammonia, methanol, and formic acid.