

**PEMBENTUKAN HIDROGEN DARI AIR SECARA FOTOKATALITIK OLEH
SERBUK TiO₂ YANG DIDOPING S DALAM ADANYA ETANOL, FORMALDEHID
SEBAGAI *SACRIFICIAL AGENT***

TESIS

Oleh :

**ELDA YENNI
0921207008**



PROGRAM STUDI KIMIA

PASCASARJANA

UNIVERSITAS ANDALAS

2011

**PEMBENTUKAN HIDROGEN DARI AIR SECARA FOTOKATALITIK OLEH
SERBUK TiO₂ YANG DIDOPING S DALAM ADANYA ETANOL,
FORMALDEHID SEBAGAI *SACRIFICIAL AGENT***

Oleh : Elda Yenni

(Dibawah bimbingan Prof. Dr. Hermansyah Azis dan Prof. Dr. Admin Alif)

RINGKASAN

Salah satu metode yang bisa dipakai untuk memproduksi gas hidrogen dari air adalah metode fotokimia. Dalam penelitian ini dilakukan fotolisis air dengan menggunakan material semikonduktor TiO₂ sebagai fotokatalis. Titania (TiO₂) sebagai material dasar, secara umum memiliki tiga struktur Kristal, yaitu : anatase, rutil dan brookit. Diantara ketiga struktur tersebut, anatase memiliki band gaps paling besar yaitu : $E_g = 3,2$ eV. Titania dengan energi gap besar lebih peka terhadap penyerapan sinar UV pada $\lambda : 254$ nm. Sinar dengan $\lambda : 254$ nm mempunyai energi yang sama atau lebih besar dari E_g titania dan energi foton ini akan digunakan untuk proses fotogenerasi elektronik. Band gap besar memberikan waktu generasi rekombinasi (e^- , h^+) yang lebih panjang, sehingga proses katalisis berlangsung lebih lama. Penyinaran pada permukaan katalis TiO₂ dengan sinar UV pada $\lambda : 254$ nm, diawali dengan terjadinya fotogenerasi rekombinasi (e^- , h^+) dan melalui proses redoks, TiO₂ dapat memproduksi radikal bebas OH. Untuk memperpanjang waktu rekombinasi (e^- , h^+) dan meningkatkan produktivitas radikal bebas OH maka TiO₂ dapat dimodifikasi struktur, ukuran partikel dan luas permukaannya melalui proses doping dengan ion non logam S.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi memiliki dampak yang cukup besar terhadap lingkungan. Salah satunya yaitu terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas-gas seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrooksida (N_2O) dan CFC sehingga energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi. Oleh karena itu penelitian untuk mengembangkan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil terus dilakukan. Parameter keberhasilan bahan bakar alternatif ini adalah dapat diperbaharui (*renewable energy*), biaya produksi yang murah, dan tentunya ramah lingkungan. Hidrogen dianggap sebagai bahan bakar yang ideal untuk masa depan serta dapat dihasilkan menggunakan sumber energi utama yaitu matahari (Currao, A., 2007).

Salah satu sumber hidrogen yang banyak tersedia adalah air. Produksi hidrogen dari air dibentuk dengan pemecahan molekul air menjadi hidrogen dan oksigen yang membutuhkan energi dalam bentuk panas, foton atau listrik. Ada berbagai metoda yang sudah diteliti dalam pemecahan molekul air untuk produksi hidrogen diantaranya adalah dekomposisi termal air, elektrolisis air, dekomposisi fotokatalitik air dan metode biologi dekomposisi air.

Dekomposisi termal air merupakan suatu proses energi intensif yang memerlukan suhu melebihi 2500°C. Hanya sumber panas terbatas yang tersedia seperti reaktor nuklir, yang dapat memberikan suhu tinggi. Hambatan utama dalam penggunaan metoda ini adalah hidrogen dan oksigen terbentuk secara bersamaan dalam satu reaktor dan dapat dengan mudah bergabung kembali membentuk air (Raissi, A. T *et al.*, 2008). Dalam proses elektrolisis membutuhkan listrik dalam jumlah besar sehingga proses ini hanya bisa ekonomis jika tersedia listrik dalam jumlah besar dan harga murah (Djatih., 2008). Pemecahan molekul air secara fotokatalitik untuk produksi hidrogen adalah metoda lain yang mungkin, dimana dapat menggunakan sumber energi melimpah yaitu matahari untuk menguraikan air menjadi hidrogen dengan memanfaatkan material semikonduktor seperti TiO_2 , MnO_2 , ZnO , Nb_6O_{17} sebagai fotokatalis. Namun efisiensi maksimum yang dicapai untuk proses ini hanya sekitar 18% dalam skala laboratorium (Licht *et al.*, 2001).

Semikonduktor TiO_2 merupakan alternatif terbaik dalam aplikasinya sebagai fotokatalis. Pemisahan air secara fotokatalitik menggunakan TiO_2 untuk produksi hidrogen memiliki potensi besar karena murah, stabil, anti karat, ramah lingkungan untuk mendukung ekonomi hidrogen masa depan dengan menggunakan energi matahari. Efisiensi konversi energi matahari ke hidrogen terlalu rendah untuk teknologi yang lebih ekonomis, hambatan utamanya adalah kecepatan rekombinasi pasangan elektron/hole yang dihasilkan serta band gap TiO_2 (~ 3.2 eV) sehingga aktivasi TiO_2 kurang pada cahaya tampak dan hanya memungkinkan penggunaan sinar UV (Shon, H. *et al.*, 2008).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dari pembentukan hidrogen secara fotokatalitik dari air oleh serbuk TiO_2 yang didoping S dalam adanya etanol, formaldehid sebagai sacrificial agent dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Produksi gas hidrogen menggunakan fotokatalis TiO_2 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa fotokatalis.
2. Produksi gas menggunakan berbagai variasi rasio TiO_2 yang didoping S relatif lebih rendah dari TiO_2 murni (tanpa doping) dengan kondisi optimum adalah 4 : 6. Hal ini disebabkan karena terjadinya pergeseran serapan TiO_2 doping S ke panjang gelombang yang relatif lebih lebar dan sekaligus membuktikan aktivitas fotokatalitik semikonduktor doping berkurang di daerah sinar UV.
3. Penambahan etanol dan formaldehid sebagai *sacrificial agent* dapat meningkatkan pembentukan gas yang menandakan etanol dan formaldehid juga dapat secara langsung berinteraksi dengan hole yang menyebabkan rekombinasi electron/hole menjadi terhalang dan hal ini dapat meningkatkan produksi H_2 . Namun bila jumlah etanol dan formaldehid ditingkatkan maka jumlah gas yang terbentuk akan menurun yang disebabkan terjadinya efek kulit.
4. Dari data XRD membuktikan bahwa TiO_2 doping S mempunyai struktur Kristal anatase serta ukuran Kristal dari TiO_2 doping S lebih kecil yaitu berada antara 32.58 – 39.08 nm dibandingkan TiO_2 murni (tanpa doping) memperlihatkan ukuran kristal 40.04 nm. Sehingga dapat disimpulkan dengan adanya doping S relatif dapat memperkecil ukuran kristal dan

DAFTAR PUSTAKA

- Andre, J.C. et al. 1998. Industrial Photochemistry. *J. of Photochemistry and Photobiology, A. Chemistry*. 42 : 386-396.
- Anpo, M. 2000. Use of visible light. Second-generation titanium dioxide photocatalysts prepared by the application of an advanced metal ion-implantation method. *Pure Appl. Chem.* 72, 1787-1792.
- Asahi, R., T. Morikawa, T. Ohwaki, K. Aoki and Y. Taga. 2001. Visible Light Photocatalysis in Nitrogen-doped Titanium Oxides. *Science*, 293: 269-271.
- Azis, H., Alif, A., Safni. 1991. Proses Primer Dalam Fotokimia. FMIPA UNAND, Padang. 43-45.
- Currao, A. 2007. Photoelectrochemical Water Splitting. *Chimia*. 61 : 815-819
- Djatih, Salimi, and Ida N. Finahari. 2008. Perbandingan Produksi Hidrogen dengan Energi Nuklir Proses Elektrolisis dan Steam Reforming. *Seminar Nasional IV, Yogyakarta*.
- Fujishima, A., T. Rao and D. Tryk. 2000. Titanium Dioxide Photocatalysis. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 1 :1-21.
- HAM, Mulyono. 2006. Kamus Kimia. *PT. Bumi Aksara*. Jakarta.
- Kang, M., S.J. Choung and J.Y. Park. 2003. Photocatalytic Performance of Nanometer-Sized $\text{Fe}_x\text{O}_y/\text{TiO}_2$ Particle Synthesized by Hydrothermal Method. *Catalysis Today*, 87, 87-97.
- Kazuyoshi, I., Y. Takashi, U. Ugur, I. Shintaro, Altuntasoglu, K. Michio, M. Yasumichi. 2006. Photoelectrochemical Oxidation of Methanol on Oxide nanosheet, *J. Physc. Chem B* 110 : 4645-4650
- Lee, M.S, S. Hong, M. Mohseni. 2005. Synthesis of Photocatalytic Nanosized TiO_2 -Ag Particles With Sol-Gel Method Using Reduction Agent. *J Molec Catal A*, 242: 135-140.
- Licht, S., B. Wang, S. Mukerji, T. Soga, M. Umeno and H. Tributsch. 2001. Over 18% Solar Energy Conversion to Generation of Hydrogen Fuel; Theory and Experiment for Efficient Solar Water Splitting. *International Journal of Hydrogen Energy*, 26: 653-659.