

Produksi Hidrogen dan Degradasi Amoniak Secara Simultan Menggunakan Metode Fotoelektrokatalisis Dengan TiO₂ Termodifikasi = Simultaneously Hydrogen Production and Ammonia Degradation using Photoelectrocatalytic Method with Modified TiO₂ as Photoanode

Tiur Elysabeth, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920554523&lokasi=lokal>

Abstrak

Hidrogen merupakan bahan bakar alternatif yang bersih dan ramah lingkungan. Beberapa penelitian telah mengembangkan produksi hidrogen dari dekomposisi amoniak. Hal ini cukup menjanjikan, karena metode ini tidak menghasilkan CO₂ dan mampu mengatasi permasalahan limbah. Amoniak merupakan sumber potensial untuk peningkatan permintaan hidrogen. Fotoelektrokatalisis merupakan teknologi alternatif untuk menghasilkan hidrogen dari dekomposisi amoniak dengan energi rendah dan ramah lingkungan. Namun, bagian terpenting pada metode ini yaitu fotoanoda yang berbasis titania nanotube perlu dimodifikasi untuk mendapatkan fotoanoda yang lebih efisien dan efektif dalam mendegradasi amoniak dan produksi hidrogen secara simultan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mendapatkan fotoanoda berbasis titania nanotube yang memiliki performa yang tinggi dalam mendegradasi amoniak dan memproduksi hidrogen secara fotoelektrokatalisis. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan dopan nitrogen secara insitu saat anodisasi dan sensitasi CuO yang menggunakan dua metode yaitu insitu saat anodisasi dan successive ionic layer adsorption reaction (SILAR), kemudian menentukan loading nitrogen dan CuO yang optimal dan mengkombinasi keduanya pada titania nanotube untuk membuktikan efek sinergis dari keduanya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengajukan mekanisme yang terjadi pada proses degradasi amoniak dan produksi hidrogen secara simultan dengan metode fotoelektrokatalisis.

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi morfologi, spektrum serapan cahaya, kristalografi titania nanotube, bilangan oksidasi elemen penyusun fotoanoda, gugus fungsi yang terbentuk masing-masing menggunakan FESEM-EDX dan TEM, UV-Vis DRS, XRD, XPS, dan FTIR. Besar energi bandgap dan ukuran kristal dihitung menggunakan fungsi Kubelka Munk dan persamaan Scheerrer. Respon fotoelektrokimia diamati menggunakan Potensiostat dan diagnostic perubahan respon material yang dimodifikasi disajikan dalam bentuk Applied Bias Photon to current Eficiency (ABPE). Reaktor fotoelektrokatalisis (PEC) yang digunakan untuk proses degradasi amoniak dan produksi hidrogen secara simultan terdiri dari sel fotoelektrokimia yang dimodifikasi. Sel fotoelektrokimia dilengkapi dengan sumber sinar foton lampu Mercury 250W, dan jaringan yang menghubungkan reaktor dengan GC TCD untuk mengukur gas hidrogen yang terbentuk. Konsentrasi amoniak diukur menggunakan spektrofotometer dengan metode Nessler. Senyawa intermediet yang terbentuk diukur menggunakan spektrofotometer dengan metode SNI 6989-74-2009.

Hasil penelitian membuktikan bahwa titania nanotube yang dimodifikasi dengan dopan N diperoleh penyisihan amoniak dan produksi hidrogen maksimum sebesar 74.4% dan 561 mmol/m² oleh 3N-TiNTAs. Pada perbandingan metode deposisi CuO diperoleh penyisihan amoniak maksimum sebesar 50,1% dan produksi hidrogen sebesar 392.85 mmol/m² menggunakan CuO-TiNTAs SILAR. Produksi hidrogen tertinggi pada variasi loading CuO dicapai oleh 7CuO-TiNTAs sebesar 910.14 mmol/m². Namun, uji kinerja pada modifikasi TiNTAs dengan kombinasi dopan N dan sensitiser CuO hanya dapat menyisihkan

amoniak dan produksi hidrogen yang dihasilkan hanya sebesar 28.03% dan 66.61 mmol/m².

.....Hydrogen is a clean and environmentally friendly alternative fuel. Several studies have developed hydrogen production from ammonia decomposition. It is promising because this method does not produce CO₂ and can overcome waste problems. Ammonia is a potential source for increasing hydrogen demand. Photoelectrocatalytic is an alternative technology to produce hydrogen from ammonia decomposition with low energy and is environmentally friendly. However, the most important part of this method is the photoanode based on titania nanotubes needs to be modified to get the more efficient and effective photoanode in simultaneously degrading ammonia and producing hydrogen. The main objective of this research is to obtain a photoanode based on titania nanotubes, which have high performance in photoelectrocatalytic ammonia degradation and hydrogen production. Modifications were conducted by adding nitrogen dopants by in situ during anodization and CuO sensitization using two methods, namely in situ anodization and successive ionic layer adsorption reaction (SILAR), then determining the optimal loading of nitrogen and CuO and combining both on titania nanotubes to prove the synergistic effect of both of them. Additionally, this study also proposes a mechanism that occurs in the simultaneously degradation of ammonia and hydrogen production by the photoelectrocatalytic method.

In this study, the characterization of morphology, light absorption spectrum, crystallography of titania nanotubes, the oxidation number of photoanode constituent elements, functional groups formed using FESEM-EDX and TEM, UV-Vis DRS, XRD, XPS, and FTIR, respectively, were conducted. Bandgap energy and crystal size were calculated using the Kubelka–Munk function and Scherrer equation. The photoelectrochemical response was observed using a potentiostat and diagnostic changes in the response of the modified material were presented in the form of Applied Bias Photon to Current Efficiency (ABPE). The photoelectrocatalytic reactor (PEC) used for the simultaneously degradation of ammonia and hydrogen production consists of a modified photoelectrochemical cell. The photoelectrochemical cell is equipped with 250 W Mercury lamp as a photon beam source and a network connecting the reactor with GC TCD to measure the hydrogen gas formed. Ammonia concentration was measured using a spectrophotometer with the Nessler method. The intermediate compounds formed were measured using a spectrophotometer using the SNI 6989-74-2009 method.

The results showed that titania nanotubes modified with N-dopants obtained maximum ammonia removal and hydrogen production of 74.4% and 561 mmol/m² by 3N-TiNTAs. In the comparison of the CuO deposition method, the maximum ammonia removal was 50.1% and hydrogen production was 392.85 mmol/m² using CuO-TiNTAs SILAR. The highest hydrogen production in the CuO loading variation was achieved by 7CuO-TiNTAs of 910.14 mmol/m². However, the performance test on modified TiNTAs with a combination of N dopants and CuO sensitizer could only remove ammonia and the resulting hydrogen production was only 28.03% and 66.61 mmol/m², respectively.