

Kombinasi proses elektrokoagulasi dan fotokatalisis untuk dekolorisasi pewarna tartrazine dan produksi hidrogen secara simultan menggunakan komposit CuO-TiO₂ nanotubes = Process combination of electrocoagulation and photocatalysis for decolorization of tartrazine dyes and hydrogen production simultaneously using CuO-TiO₂ nanotubes composite

Laily Fitri Pelawi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20505575&lokasi=lokal>

Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan kombinasi proses elektrokoagulasi dan fotokatalisis dan melihat efek dopan CuO dalam TiO₂ nanotubes untuk mendekolorisasi limbah pewarna dan sekaligus menghasilkan H₂. Dekolorisasi dan produksi hidrogen secara simultan dilakukan dalam reaktor yang terbuat dari akrilik yang dilengkapi dengan power supply dan lampu UV. H₂ dihasilkan dari reduksi ion H⁺ dalam larutan pada katoda stainless steel dan watersplitting oleh fotokatalisis secara bersamaan. Dekolorisasi tartrazin diperoleh dari kombinasi adsorpsi dengan elektrokoagulasi dan degradasi dengan fotokatalisis. TiO₂ nanotubes disintesis dengan metode anodisasi, kemudian dimodifikasi dengan memberi dopan CuO dengan metode SILAR (Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction). Hasil SEM dengan adanya dopan CuO 0,04 M; 0,05 M; dan 0,06 M mengkonfirmasi bahwa struktur nanotubes masih terbentuk dengan baik dengan diameter rata-rata berturut-turut 149 nm, 158 nm, dan 166 nm dan ketebalan tabung rata-rata berturut-turut 44 nm, 50 nm, dan 52 nm. Kehadiran Cu terdeteksi oleh analisis dengan EDX, yang berjumlah 0,4% wt, 1,09% wt dan 1,68% wt berturut-turut untuk dopan CuO 0,04 M; 0,05 M; dan 0,06 M pada TiO₂ nanotubes. Hasil XRD menunjukkan bahwa TiO₂ nanotubes berada dalam fase anatase dengan ukuran kristal 27,8 nm; 27 nm; dan 26,9 nm. Energi band gap dihitung menggunakan persamaan Kubelka-Munk dari hasil karakterisasi UV-Vis DRS. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa, energi band gap dari CuO-TiO₂ nanotubes berkurang dari band gap TiO₂ nanotubes murni. Konversi dekolorisasi tartrazin berturut-turut pada sistem elektrokoagulasi, fotokatalisis dan elektrokoagulasi-fotokatalisis dalam waktu 4 jam reaksi adalah 87,6%; 32,3% dan 99,3%. Baku mutu pada sistem tunggal elektrokoagulasi 50 V dapat dicapai sekitar 1,3 jam reaksi dan jika dikombinasikan dengan sistem fotokatalisis CuO-TiO₂ nanotubes hanya dibutuhkan waktu kurang dari 1 jam. Akumulasi produk H₂ yang dihasilkan berturut-turut pada sistem elektrokoagulasi, fotokatalisis, dan kombinasinya yaitu sebesar 0,997 mmol, 0,008 mmol, dan 1,841 mmol. Hal ini menunjukkan dengan mengkombinasikan sistem fotokatalisis pada elektrokoagulasi dapat meningkatkan kemampuan dalam mendekolorisasi sebanyak 21,7% sehingga dapat mempercepat waktu dalam mencapai baku mutu dan produksi H₂ sebanyak 83%. Kinetika dekolorisasi tartrazin pada sistem fotokatalisis dan elektrokoagulasi 50 V mengikuti persamaan laju reaksi orde dua, dengan konstanta laju reaksi berturut-turut 0,006 L/mg.jam dan 0,080 L/mg.jam sedangkan sistem kombinasi mengikuti persamaan laju reaksi adsorpsi Langmuir dengan konstanta laju reaksi sebesar 1,202 jam⁻¹. Dari data kinetika dapat disimpulkan sistem kombinasi elektrokoagulasi-fotokatalisis dengan CuO-TiO₂ nanotubes merupakan sistem yang paling efektif dari sistem tunggal elektrokoagulasi dan fotokatalisis.

.....In this study a combination of electrocoagulation and photocatalysis processes was carried out and observed at the effect of CuO dopant in TiO₂ nanotubes to decolorize the dye waste and simultaneously

produce H₂. The simultaneous decolorization and production of hydrogen is carried out in an acrylic reactor equipped with a power supply and UV lamps. H₂ is produced from the combination of the reduction of H⁺ ions in solution at a stainless steel cathode and watersplitting by photocatalysis. Tartrazine decolorization is obtained from the combination of adsorption by electrocoagulation and degradation by photocatalysis. TiO₂ nanotubes were synthesized by anodizing method, then modified by giving CuO dopant by SILAR (Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction) method. SEM results in the presence of 0.04 M CuO dopants; 0.05 M; and 0.06 M confirmed that the nanotubes structure was still well formed with an average diameter of 149 nm, 158 nm, and 166 nm and an average tube thickness of 44 nm, 50 nm and 52 nm, respectively. The presence of Cu was detected by analysis with EDX, which amounted to 0.4% wt, 1.09% wt and 1.68% wt respectively for 0.04 M CuO dopants; 0.05 M; and 0.06 M on TiO₂ nanotubes. The XRD results showed that TiO₂ nanotubes were in the anatase phase with a crystal size of 27.8 nm; 27 nm; and 26.9 nm. Band gap energy is calculated using the Kubelka-Munk equation from the results of UV-Vis DRS characterization. The calculation results show that, the band gap energy of CuO-TiO₂ nanotubes is reduced from pure TiO₂ nanotubes band gap. Conversion of tartrazine decolorization respectively for the electrocoagulation, photocatalysis and electrocoagulation-photocatalysis systems within 4 hours of reaction was 87.6%; 32.3% and 99.3%. The quality standard in a single 50 V electrocoagulation system can be achieved in about 1.3 hours of reaction and when combined with a photocatalysis system CuO-TiO₂ nanotubes only takes less than 1 hour. The accumulation of H₂ products produced in the electrocoagulation, photocatalysis, and combination system is 0.997 mmol, 0.008 mmol and 1.841 mmol. This shows that by combining the photocatalysis system in electrocoagulation can increase the ability to decolorize by 21.7% so it will accelerate the time in achieving quality standards and H₂ production by 83%. The reaction kinetics in the 50 V photocatalysis and electrocoagulation system follows the second order reaction rate equation, with reaction rate constants of 0.006 L/mg.hour and 0.080 L/mg.hour while the combination system follows the Langmuir adsorption reaction rate equation with reaction rate constants 1,202 hour⁻¹. From the kinetics data it can be concluded that the combination of electrocoagulation-photocatalysis systems with CuO-TiO₂ nanotubes is the most effective system than a single system of electrocoagulation and photocatalysis.