

**SINTESIS SILIKA GEL BERBAHAN DASAR ABU LAYANG
BATU BARA PT. INDONESIA MOROWALI INDUSTRIAL PARK
UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA KATIONIK KRISTAL VIOLET**

Dinah Ade Mulyasari
22/502152/PPA/06418

INTISARI

Penelitian mengenai adsorpsi zat warna kationik kristal violet menggunakan silika gel berbahan dasar abu layang batu bara PT. Indonesia Morowali Industrial Park telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi sintesis silika gel dengan bahan dasar abu layang batu bara yang teraktivasi HCl, menentukan kondisi optimum adsorpsi dengan mengkaji pengaruh pH, massa adsorben, waktu kontak, konsentrasi awal adsorbat, mempelajari kinetika dan isoterm adsorpsi zat warna serta melakukan aplikasi adsorpsi zat warna kationik kristal violet.

Abu layang batu bara teraktivasi dilarutkan dengan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat yang kemudian ditetesi dengan HCl 2 M yang merupakan hasil dari optimasi varian konsentrasi HCl hingga diperoleh silika gel hasil sintesis yang optimum. Abu layang batu bara tanpa aktivasi, abu layang batu bara teraktivasi HCl dan silika gel hasil sintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Rays Fluorescence* (XRF), Spektroskopi Inframerah (FT-IR), Difraksi Sinar-X (XRD), dan *Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (SEM-EDX). Konsentrasi kristal violet sebelum dan sesudah adsorpsi ditentukan secara spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 590 nm.

Hasil karakterisasi abu layang batu bara teraktivasi menunjukkan bahwa proses aktivasi berhasil menghilangkan logam pengotor. Sementara itu pada hasil karakterisasi terhadap silika gel menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis bersifat amorf dan memiliki situs aktif berupa gugus siloksan (Si–O–Si) dan silanol (Si–OH). Adsorpsi 25 mL kristal violet dengan silika gel memiliki kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 90,09 mg g⁻¹ yang terjadi pada kondisi pH 3, massa adsorben 0,03 gram, waktu kontak 60 menit, dan konsentrasi awal adsorbat 400 mg L⁻¹. Adsorpsi zat warna kationik kristal violet dengan adsorben silika gel mengikuti model kinetika orde dua semu Ho dan McKay dengan nilai konstanta laju (k₂) yang dihasilkan adalah 1,92 x 10⁻² g mg⁻¹ menit⁻¹. Proses adsorpsi zat warna kristal violet menggunakan silika gel mengikuti model isoterm Langmuir dengan nilai konstanta Langmuir (K_L) sebesar 1,5 x 10⁻¹ L mg⁻¹ dan energi adsorpsi (E_{ads}) sebesar 27,23 kJ mol⁻¹. Aplikasi adsorpsi zat warna kristal violet menggunakan silika gel dalam sampel buatan dengan konsentrasi 254,86 mg L⁻¹ menghasilkan persentase adsorpsi mencapai 99,69% setelah 3 kali adsorpsi secara berurutan. Hal ini menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis merupakan adsorben yang efektif dalam mengadsorpsi zat warna kationik kristal violet.

Kata kunci: silika gel, abu layang batu bara, adsorpsi, kristal violet

SYNTHESIS OF SILICA GEL FROM COAL FLY ASH OF PT. INDONESIA MOROWALI INDUSTRIAL PARK FOR ADSORPTION OF CRYSTAL VIOLET CATIONIC DYE

Dinah Ade Mulyasari
22/502152/PPA/06418

ABSTRACT

Research on the adsorption of cationic dye crystal violet using silica gel made from coal fly ash of PT. Indonesia Morowali Industrial Park has been conducted. The aim of this research is to optimize the synthesis of silica gel using HCl-Activated fly ash, to determine the optimum adsorption conditions by examining the pH effect, adsorbent mass, contact time, initial adsorbate concentration, to study the kinetics and isotherms of dye adsorption, and to apply the adsorbent in the adsorption of cationic dye crystal violet.

The activated coal fly ash was dissolved with NaOH to produce sodium silicate. The solution was then titrated with 2 M HCl which was the optimum HCl concentration obtained from optimization of silica gel synthesis. Coal fly ash, activated fly ash, and synthesized silica gel were then characterized using X-Ray Fluorescence (XRF), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), X-Ray Diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX). The concentration of crystal violet before and after adsorption is determined by UV-Vis spectrophotometry at a wavelength of 590 nm.

The characterization results of activated coal fly ash show that the activation process successfully removes metal impurities. Meanwhile, the characterization results of silica gel indicate that the synthesized silica gel is amorphous and has active sites in the form of siloxane (Si–O–Si) and silanol (Si–OH) groups. The adsorption of 25 mL crystal violet by silica gel has a maximum adsorption capacity of 90.09 mg g⁻¹ occurring at pH 3, adsorbent mass of 0.03 grams, contact time of 60 minutes, and initial adsorbate concentration of 400 mg L⁻¹. The adsorption of cationic dye crystal violet with silica gel follows the pseudo-second order Ho and McKay kinetic model with a resulting rate constant (k_2) of 1.92x10⁻² g mg⁻¹ min⁻¹. The adsorption process of crystal violet dye using silica gel follows the Langmuir isotherm model with a Langmuir constant (K_L) value of 1.5x10⁻¹ L mg⁻¹ and adsorption energy (E_{ads}) of 27.23 kJ mol⁻¹. The adsorption application of 254.86 mg L⁻¹ crystal violet dye using silica gel in the synthetic samples achieves an adsorption percentage of 99.69% after 3 sequential adsorptions. This indicates that the synthesized silica gel is an effective adsorbent for adsorbing cationic dye crystal violet.

Keywords: silica gel, coal fly ash, adsorption, crystal violet