

ADSORPSI ZAT WARNA MALASIT HIJAU MENGGUNAKAN SILIKA GEL BERBAHAN DASAR PASIR PANTAI PARANGKUSUMO

Nadia Fadlillah Daniswari

21/481399/PA/20960

INTISARI

Penelitian ini mempelajari preparasi silika gel berbahan dasar pasir pantai serta penerapannya dalam adsorpsi zat warna kationik malasit hijau. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mensintesis silika gel berbahan dasar pasir pantai yang telah teraktivasi HCl, menentukan kondisi optimum adsorpsi malasit hijau dengan mengkaji pengaruh pH, waktu kontak, massa adsorben, dan konsentrasi awal zat warna, mempelajari model kinetika serta isoterm adsorpsi, dan melakukan uji aplikasi adsorpsi zat warna terhadap sampel limbah buatan pada kondisi optimum.

Langkah awal penelitian meliputi preparasi pasir pantai (PP) dan proses aktivasi menggunakan larutan HCl (PP-ACT). Selanjutnya, PP-ACT disintesis menjadi silika gel (PP-SG) dengan metode peleburan alkali. Material PP, PP-ACT dan PP-SG dikarakterisasi menggunakan XRF, FT-IR, XRD, dan SEM. Proses adsorpsi terhadap zat warna malasit hijau dilakukan dengan variasi pH, waktu kontak, massa adsorben, serta konsentrasi awal zat warna. Dari data yang diperoleh, ditentukan model kinetika dan isoterm adsorpsi. Konsentrasi malasit hijau sebelum dan sesudah adsorpsi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 614 nm.

Karakterisasi XRF menunjukkan bahwa unsur utama dalam PP, PP-ACT, dan PP-SG adalah silika atau SiO_2 . Spektrum FT-IR membuktikan keberhasilan sintesis silika gel yang ditandai dengan munculnya gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) sebagai gugus aktif dalam proses adsorpsi. Berdasarkan hasil XRD, diketahui bahwa PP dan PP-ACT bersifat kristalin dengan kandungan utama berupa mineral kuarsa (SiO_2), sementara PP-SG menunjukkan struktur amorf. Analisis SEM menunjukkan perubahan morfologi dan ukuran partikel pada PP-SG sebagai hasil dari proses sol-gel. Kondisi optimum adsorpsi zat warna malasit hijau dengan menggunakan PP-ACT dan PP-SG masing-masing terjadi pada pH 5 dan 6, waktu kontak 30 menit, massa adsorben 0,04 gram, serta konsentrasi awal adsorbat oleh adsorben PP-ACT sebesar 75 ppm sedangkan oleh adsorben PP-SG sebesar 125 ppm. Proses adsorpsi mengikuti model kinetika orde dua semu, dengan konstanta laju sebesar 0,0021 dan 0,071 $\text{g mg}^{-1} \text{ menit}^{-1}$, serta sesuai dengan model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 18,05 dan 30,77 mg g^{-1} , sehingga didapatkan besar energi adsorpsi masing-masing sebesar 32,66 dan 37,20 kJ mol^{-1} .

Kata kunci : adsorpsi, malasit hijau, pasir pantai, silika gel.

***ADSORPTION OF CATIONIC MALACHITE GREEN DYE
USING SILICA GEL PREPARED FROM PARANGKUSUMO
SAND BEACH***

Nadia Fadlillah Daniswari

21/481399/PA/20960

ABSTRACT

Research on the preparation of silica gel from beach sand and its application in the adsorption process of the cationic dye malachite green. This research aims to extract silica gel from beach sand that has been activated with HCl, determine the optimal conditions for the adsorption process by examining the effects of pH, contact time, adsorbent mass, and initial dye concentration, study the kinetics and isotherm models of adsorption, and conduct an application test of dye adsorption on synthetic wastewater samples under optimal conditions.

The initial steps of the research include the preparation of beach sand (PP) and the activation process using HCl solution, resulting in activated beach sand (PP-ACT). Subsequently, PP-ACT is synthesized into silica gel (PP-SG) using the alkali fusion method. The three materials, namely PP, PP-ACT, and PP-SG, are characterized using XRF, FT-IR, XRD, and SEM instruments. The adsorption process of malachite green dye is conducted with variations in pH, contact time, adsorbent mass, and initial dye concentration, and is analyzed through kinetic and isotherm models. The concentration of malachite green before and after adsorption is measured using a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 614 nm.

XRF characterization indicates that the main element in PP, PP-ACT, and PP-SG is silicon or SiO₂. FT-IR spectra confirm the successful synthesis of silica gel, evidenced by the presence of silanol (Si-OH) and siloxane (Si-O-Si) groups as active sites in the adsorption process. Based on XRD results, it is found that PP and PP-ACT are crystalline with a primary content of quartz mineral (SiO₂), while PP-SG exhibits an amorphous structure. SEM analysis reveals changes in morphology and particle size in PP-SG because of the sol-gel process. The optimal conditions for the adsorption of malachite green dye using PP-ACT and PP-SG occur at pH 5 and 6, contact time of 30 minutes, adsorbent mass of 0.04 grams, and an initial adsorbate concentration of 125 ppm. The adsorption process follows a pseudo-second-order kinetic model, with rate constants of 0.0021 and 0.071 g mg⁻¹ min⁻¹, and aligns with the Langmuir isotherm model, exhibiting adsorption capacities of 18.05 and 30.77 mg g⁻¹ with an adsorption energies of 32.66 and 37.20 kJ mol⁻¹.

Keywords : Adsorption, malachite green, sand beach, silica gel.