

SINTESIS SILIKA GEL DARI ABU LAYANG BATUBARA PT IMIP MOROWALI DENGAN METODE *SOL-GEL* SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU

Alpriansanto Lullung
22/502058/PPA/06412

INTISARI

Telah dilakukan sintesis silika gel (SG) dari abu layang batubara (ALB) PT IMIP Morowali dengan teknik *sol-gel* sebagai adsorben zat warna metilen biru (MB). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis silika gel dengan teknik *sol-gel* dengan variasi konsentrasi natrium hidroksida (NaOH), uji adsorpsi MB dengan menentukan kondisi optimum adsorpsi dengan mengkaji pengaruh pH, massa adsorben, waktu interaksi, dan konsentrasi awal adsorbat, mempelajari kinetika dan isoterm adsorpsi zat warna, serta melakukan aplikasi adsorpsi bertahap pada limbah zat warna metilen biru buatan. Material ALB, ALB-Akt, dan SG dikarakterisasi menggunakan metode XRF, FTIR, SEM-EDX dan XRD. Konsentrasi zat warna dalam larutan sebelum dan sesudah adsorpsi dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa aktivasi asam dapat menghilangkan pengotor yang tidak diinginkan, SG telah berhasil disintesis dari abu layang batubara yang optimum pada penggunaan NaOH 4 M dengan efisiensi 25,80%. Adsorpsi MB dengan SG memiliki kondisi optimum adsorpsi pada pH 5, waktu interaksi 60 menit, dan massa adsorben 0,03 g untuk konsentrasi awal adsorbat 100 ppm dengan volume 25 mL. Adsorpsi MB dengan SG mengikuti model kinetika adsorpsi orde kedua semu dengan nilai konstanta laju adsorpsi (k_2) $5,31 \times 10^{-3} \text{ g mg}^{-1} \text{ menit}^{-1}$. Isoterm adsorpsi mengikuti isoterm Langmuir dengan konstanta Langmuir $1,84 \text{ L mg}^{-1}$, dengan kapasitas adsorpsi maksimum $89,19 \text{ mg g}^{-1}$, serta energi adsorpsi sebesar $32,91 \text{ kJ mol}^{-1}$ sehingga termasuk dalam kemisorpsi. Aplikasi adsorpsi bertahap pada limbah buatan yang mengandung zat warna MB dengan konsentrasi awal 338,06 ppm memerlukan masing-masing 3 dan 5 tahap adsorpsi menggunakan adsorben SG dan ALB-Akt agar mencapai persentase adsorpsi total 99,86% dan 99,15% sehingga memenuhi baku mutu zat warna metilen biru di perairan yaitu $< 5 \text{ ppm}$. Teknik adsorpsi secara bertahap zat warna MB menggunakan adsorben SG lebih efektif dibandingkan ALB-Akt sehingga dapat menjadi dasar untuk aplikasi praktis dalam pemurnian air limbah pada industri tekstil.

Kata kunci: abu layang batubara, adsorpsi, metilen biru, silika gel, dan sintesis.

***SYNTHESIS OF SILIKA GEL FROM COAL FLY ASH OF
PT IMIP MOROWALI AS AN INNOVATIVE SOLUTION FOR
METHYLENE BLUE DYE ADSORBEN***

Alprianito Lullung
22/502058/PPA/06412

ABSTRACT

Silica gel (SG) has been synthesized from coal fly ash (CFA) of PT IMIP Morowali using the sol-gel technique as an adsorbent for methylene blue (MB) dye. This study aims to synthesize silica gel using the sol-gel technique with variations in sodium hydroxide (NaOH) concentration, test MB adsorption by determining the optimum adsorption conditions by examining the effects of pH, adsorbent mass, interaction time, and initial adsorbate concentration, study the kinetics and isotherm of dye adsorption, and apply stepwise adsorption to artificial methylene blue dye wastewater. The materials CFA, activated CFA (CFA-Act), and SG were characterized using XRF, FTIR, SEM-EDX, and XRD methods. The dye concentration in the solution before and after adsorption was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer. The characterization results showed that acid activation could remove unwanted impurities, and SG was successfully synthesized from coal fly ash, with optimum synthesis achieved using 4 M NaOH and an efficiency of 25.80%. The adsorption of MB with SG has optimal adsorption conditions at pH 5, an interaction time of 60 minutes, and an adsorbent mass of 0.03 g for an initial adsorbate concentration of 100 ppm with a volume of 25 mL. MB adsorption with SG followed the pseudo-second-order adsorption kinetics model with an adsorption rate constant of $5.31 \times 10^{-3} \text{ g mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$. The adsorption isotherm followed the Langmuir isotherm with a Langmuir constant of 1.84 L mg^{-1} , maximum adsorption capacity of 89.19 mg g^{-1} , and an adsorption energy of 3.91 kJ mol^{-1} , indicating chemisorption. Stepwise adsorption application on artificial wastewater containing MB dye with an initial concentration of 338,06 ppm required 3 and 5 adsorption stages using SG and CFA-Akt adsorbents, respectively, to achieve a total adsorption percentage of 99.86% and 99.15%, meeting the quality standard for methylene blue dye in water of $< 5 \text{ ppm}$. The stepwise adsorption technique using SG adsorbent was more effective than CFA-Act, providing a basis for practical applications in textile industry wastewater purification.

Keywords: adsorption, coal fly ash, methylene blue, silica gel, synthesis.