

ABSTRAK

Metilen biru merupakan salah satu zat warna sintetis yang banyak digunakan dalam industri tekstil dan diketahui bersifat toksik, karsinogenik, serta mutagenik, sehingga memerlukan penanganan khusus sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Adsorpsi merupakan metode yang sederhana dan cukup efektif untuk menghilangkan metilen biru dari limbah cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan dan kondisi optimum adsorpsi senyawa C-4-hidroksi-3-metoksifenilkaliks[4]pirogallolarena (CHMFKP), yaitu turunan kaliksarena yang disintesis melalui reaksi kondensasi antara vanilin dan pirogallol dengan katalis asam menggunakan metode refluks. Senyawa CHMFKP diperoleh dalam bentuk padatan berwarna merah muda dengan rendemen 92,3% dan dikarakterisasi menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT), spektroskopi *Fourier-transform infrared* (FTIR), dan spektroskopi *proton nuclear magnetic resonance* ($^1\text{H-NMR}$). Adsorpsi metilen biru oleh CHMFKP menunjukkan kondisi optimum pada pH 9 dengan waktu kontak selama 60 menit serta mengikuti model kinetika *pseudo* orde kedua. Model isoterm adsorpsi yang paling sesuai adalah isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum (q_{maks}) sebesar 26,976 mg/g dan energi adsorpsi sebesar 21,574 kJ/mol. Uji *reusability* menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi tetap tinggi, yaitu sebesar 93,32% pada siklus ketiga. Hasil ini menunjukkan bahwa CHMFKP berpotensi sebagai adsorben yang efektif untuk menghilangkan metilen biru dari larutan air.

Kata kunci: metilen biru, C-4-hidroksi-3-metoksifenilkaliks[4]pirogallolarena, adsorpsi, kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi

ABSTRACT

Methylene blue is a widely used synthetic dye in the textile industry and is known to be toxic, carcinogenic, and mutagenic, thus requiring proper treatment before disposal into aquatic environments. Adsorption is a simple and effective method for removing methylene blue from wastewater. This study investigates the adsorption capability and optimal conditions of C-4-hydroxy-3-methoxyphenyl calix[4]pyrogallolarene (CHMFKP), a calixarene derivative synthesized via a condensation reaction between vanillin and pyrogallol under acidic catalysis using the reflux method. The compound was obtained as a pink solid with a yield of 92.3% and characterized using thin-layer chromatography (TLC), Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy, and proton nuclear magnetic resonance (^1H -NMR) spectroscopy. Adsorption of methylene blue by CHMFKP was found to be optimal at pH 9 with a contact time of 60 minutes, and followed a pseudo-second-order kinetic model. The adsorption isotherm fitted the Langmuir model with a maximum adsorption capacity (q_{max}) of 26.976 mg/g and the energy adsorption is 21.574 kJ/mol. CHMFKP exhibited good reusability, maintaining an adsorption efficiency of 93.32% after three cycles. These results suggest that CHMFKP is a promising adsorbent for the removal of methylene blue from aqueous solutions.

Keywords: methylene blue, C-4-hydroxy-3-methoxyphenylcalix[4]pyrogallolarene, adsorption, kinetic adsorption, isotherm adsorption