

Pertambangan batu bara menghasilkan air limpasan yang mengandung total padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan yang tinggi sehingga berpotensi mencemari badan air penerima. Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi merupakan salah satu upaya penting untuk menurunkan kandungan polutan tersuspensi. Koagulan sintesis umum digunakan untuk mengatasi permasalahan ini, tetapi penggunaannya dalam jangka panjang dapat menimbulkan dampak lingkungan. Maka dari itu, diperlukan alternatif koagulan alami yang ramah lingkungan dan efektif. Kitosan yang mengandung gugus amina bebas ($-NH_2$) dan bersifat polielektrolit kationik, serta serbuk biji kelor yang mengandung senyawa aktif *rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate*, berpotensi menetralkan muatan negatif pada partikel koloid dalam air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kedua koagulan alami tersebut dalam menurunkan kadar TSS dan Kekeruhan pada berbagai tingkat pencemaran air limpasan tambang batu bara. Pengujian dilakukan menggunakan metode *jar test* dengan variasi konsentrasi TSS awal sebesar 50.000, 30.000, 20.000, 10.000, dan 3.000 mg/L (dilambangkan sebagai M1 hingga M5), serta dosis koagulan yang disesuaikan. Kitosan digunakan pada rentang dosis 25–250 mg/L, sementara serbuk biji kelor rentang dosis 200–600 mg/L. Hasil menunjukkan bahwa kitosan paling efektif pada TSS tinggi (M1–M3) dengan efisiensi penurunan TSS dan Kekeruhan hingga 98–99% pada dosis 50 mg/L. Namun, efektivitasnya menurun signifikan pada TSS rendah (M4–M5), dengan efisiensi hanya 64–86%, dan untuk semua variasi TSS tidak memenuhi baku mutu. Sebaliknya, serbuk biji kelor menunjukkan efisiensi tinggi dan stabil (>94%) di seluruh sampel, dengan dosis optimum 600 mg/L (M1–M3), 300 mg/L (M4), dan 200 mg/L (M5), serta berhasil memenuhi baku mutu pada M4 dan M5. Dengan mempertimbangkan efisiensi, kestabilan performa, dan keberhasilan pemenuhan baku mutu, serbuk biji kelor direkomendasikan sebagai koagulan alami yang unggul karena lebih toleran terhadap variasi pH dan konsentrasi partikel sehingga mampu memberikan efisiensi yang konsisten bahkan pada kondisi pencemaran ringan.

Kata kunci: Air limpasan tambang batu bara, TSS, Kekeruhan, koagulasi-flokulasi, koagulan alami

Coal mining activities generate runoff with high levels of total suspended solids (TSS) and Kekeruhan, which pose a potential threat to water bodies. Wastewater treatment using the coagulation–flocculation method is an important effort to reduce suspended pollutants. Synthetic coagulants are commonly used to address this issue; however, their long-term use may lead to environmental concerns. Therefore, environmentally friendly and effective natural coagulant alternatives are needed. Chitosan, which contains free amine groups ($-NH_2$) and acts as a cationic polyelectrolyte, and moringa seed powder, which contains the active compound *rhamnosyloxy-benzyl-isothiocyanate*, both have the potential to neutralize negatively charged colloidal particles in wastewater. This study aims to analyze the effectiveness of these two natural coagulants in reducing TSS and Kekeruhan at various contamination levels of coal mine runoff. The experiments were conducted using the jar test method with initial TSS concentrations of 50,000; 30,000; 20,000; 10,000; and 3,000 mg/L (denoted as M1 to M5), with adjusted coagulant dosages. Chitosan was applied at a dosage range of 25–250 mg/L, while moringa seed powder was used at 200–600 mg/L. The results showed that chitosan was most effective at high TSS concentrations (M1–M3), achieving TSS and Kekeruhan removal efficiencies of up to 98–99% at an optimum dose of 50 mg/L. However, its performance significantly decreased at lower TSS levels (M4–M5), with efficiencies ranging only from 64% to 86%, and none of the treatments met effluent quality standards. In contrast, moringa seed powder demonstrated consistently high removal efficiencies (>94%) across all samples, with optimum doses of 600 mg/L (M1–M3), 300 mg/L (M4), and 200 mg/L (M5), and successfully met quality standards for M4 and M5. Considering its efficiency, performance stability, and compliance with effluent standards, moringa seed powder is recommended as a superior natural coagulant due to its greater tolerance to pH and particle concentration variations, enabling it to maintain consistent efficiency even under mild contamination conditions.

Keywords: coal mine runoff, TSS, Kekeruhan, coagulation-flocculation, natural coagulants