

Air limpasan dari tambang batu bara sering mengandung total padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan tinggi, sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Dibandingkan metode pengolahan lain, koagulasi-flokulasi dipilih karena prosesnya sederhana, biaya operasional relatif rendah, mampu menangani debit air besar, serta efektif menurunkan TSS dan kekeruhan secara bersamaan. Penelitian ini menggunakan dua biokoagulan alami, yaitu serbuk biji kelor dan kitosan, yang dipilih karena ramah lingkungan, tersedia secara lokal, dan memiliki mekanisme kerja yang efektif. Penelitian bertujuan mengevaluasi kinerja kedua biokoagulan tersebut pada berbagai variasi konsentrasi TSS serta mengoptimalkan kondisi flokulasi, termasuk kecepatan dan waktu pengadukan lambat, guna memperoleh flok yang stabil untuk penurunan TSS dan kekeruhan yang optimal.

Pengujian dilakukan menggunakan metode jar test dengan lima variasi konsentrasi TSS awal, yaitu M1 (50.000 mg/L), M2 (30.000 mg/L), M3 (20.000 mg/L), M4 (10.000 mg/L), dan M5 (3.000 mg/L). Setiap sampel diuji pada tiga variasi kecepatan pengadukan lambat (40, 50, dan 60 rpm) serta tiga variasi waktu pengadukan lambat (15, 25, dan 35 menit). Setelah pengadukan cepat dan lambat, sampel didiamkan untuk sedimentasi, kemudian supernatan dianalisis untuk mengukur TSS dan kekeruhan. Data hasil pengujian diolah dengan menghitung efisiensi penurunan TSS dan kekeruhan, kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik untuk mengidentifikasi tren efektivitas dari setiap kombinasi perlakuan.

Hasil menunjukkan bahwa biji kelor menghasilkan efisiensi tinggi dan konsisten pada seluruh variasi TSS, dengan hasil optimal pada kecepatan 40 rpm selama 25 menit (efisiensi TSS 99,13% dan kekeruhan 98,93%). Sementara itu, kitosan menunjukkan efisiensi sangat tinggi pada TSS tinggi (M1–M2), terutama pada kecepatan 60 rpm dan waktu 15–25 menit (efisiensi TSS maksimum 99,17%), tetapi performanya menurun signifikan pada TSS rendah (M4–M5). Hal ini menunjukkan biji kelor lebih fleksibel pada berbagai kondisi, sedangkan kitosan lebih efektif digunakan pada TSS tinggi.

**Kata kunci:** biji kelor, kitosan, TSS, kekeruhan, biokoagulan, pengadukan lambat, air limpasan tambang.

*Coal mine runoff water often contains high concentrations of total suspended solids (TSS) and turbidity, posing a risk of environmental pollution if not properly treated. Compared to other treatment methods, coagulation-flocculation was selected due to its simplicity, relatively low operational cost, ability to handle large water volumes, and effectiveness in simultaneously reducing TSS and turbidity. This study employed two natural biocoagulants, namely moringa seed powder and chitosan, chosen for their environmentally friendly properties, local availability, and effective coagulation mechanisms. The research aimed to evaluate the performance of both biocoagulants at various TSS concentrations and to optimize flocculation conditions, including variations in slow mixing speed and time, to produce stable flocs for optimal TSS and turbidity removal.*

*The experiments were conducted using the jar test method with five initial TSS concentrations: M1 (50,000 mg/L), M2 (30,000 mg/L), M3 (20,000 mg/L), M4 (10,000 mg/L), and M5 (3,000 mg/L). Each sample was tested at three slow mixing speeds (40, 50, and 60 rpm) and three slow mixing times (15, 25, and 35 minutes). Following rapid and slow mixing, samples were allowed to settle for sedimentation, and the supernatant was analyzed for TSS and turbidity. Data were processed by calculating removal efficiencies and plotted in graphs to identify the effectiveness trends for each treatment combination.*

*The results indicated that moringa seed powder consistently achieved high removal efficiency across all TSS concentrations, with optimum performance at 40 rpm for 25 minutes (TSS removal 99.13% and turbidity removal 98.93%). Chitosan exhibited very high efficiency at higher TSS levels (M1–M2), particularly at 60 rpm for 15–25 minutes (maximum TSS removal 99.17%), but its performance significantly decreased at lower TSS concentrations (M4–M5). This suggests that moringa seed powder is more versatile across a wide range of conditions, while chitosan is more effective for high TSS levels.*

**Keywords:** *moringa seed, chitosan, TSS, turbidity, biocoagulant, slow mixing, coal mine runoff.*