

**BIOAUGMENTASI ISOLAT BAKTERI RESISTEN LOGAM UNTUK
REDUKSI KANDUNGAN BESI (Fe) PADA AIR ASAM TAMBANG**

TESIS



**PROGRAM STUDI MAGISTER
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG, 2026**

ABSTRAK

Air asam tambang (AAT) merupakan limbah cair hasil aktivitas pertambangan yang memiliki pH rendah dan kandungan besi (Fe) tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Bioaugmentasi menggunakan bakteri resisten logam merupakan salah satu alternatif pengolahan AAT yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan gugus fungsi biomassa bakteri menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), mengamati perubahan morfologi sel dan komposisi unsur dengan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX), serta mengevaluasi kemampuan isolat bakteri resisten logam dalam mereduksi Fe menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima ulangan, yaitu kontrol negatif, kontrol positif tunggal, kontrol positif konsorsium, bioaugmentasi tunggal, dan bioaugmentasi konsorsium selama 30 hari inkubasi. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan bakteri, pH, perubahan gugus fungsi biomassa, morfologi sel, komposisi unsur, dan reduksi kandungan Fe. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioaugmentasi menyebabkan perubahan gugus fungsi hidroksil (O-H), amida, C-H alifatik, C-N, dan CH₂/CH₃, serta perubahan morfologi sel berupa pengerutan. Analisis EDX mendeteksi unsur Fe, O, dan S dengan persentase Fe lebih rendah pada perlakuan bioaugmentasi dibandingkan kontrol negatif. Bioaugmentasi juga menurunkan kandungan Fe pada AAT, dengan bioaugmentasi konsorsium menunjukkan efektivitas lebih tinggi (72,81%) dibandingkan bioaugmentasi tunggal (51,36%).

Kata Kunci: air asam tambang, bioaugmentasi, bakteri resisten logam, besi (Fe), FTIR, SEM-EDX



ABSTRACT

Acid mine drainage (AMD) is a liquid waste generated from mining activities, characterized by low pH and high iron (Fe) concentrations, which pose significant environmental risks if inadequately treated. Bioaugmentation using metal-resistant bacteria represents an environmentally friendly alternative for AMD remediation. This study aimed to investigate changes in bacterial biomass functional groups using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), examine alterations in cell morphology and elemental composition using Scanning Electron Microscopy coupled with Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX), and evaluate the Fe removal capability of metal-resistant bacterial isolates using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of five treatments with five replicates: negative control, positive control (single isolate), positive control (consortium), single-isolate bioaugmentation, and consortium bioaugmentation, with an incubation period of 30 days. The observed parameters included bacterial growth (optical density), pH, changes in biomass functional groups, cell morphology, elemental composition, and Fe concentration. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at a 5% significance level. The results demonstrated that bioaugmentation induced changes in hydroxyl (O–H), amide, aliphatic C–H, C–N, and CH₂/CH₃ functional groups, indicating alterations in bacterial biomass composition. SEM analysis revealed cell surface shrinkage following bioaugmentation, while EDX analysis detected Fe, O, and S, with a lower Fe proportion in bioaugmented treatments than in the negative control. Furthermore, bioaugmentation effectively reduced Fe concentrations in AMD, with consortium bioaugmentation achieving a higher Fe removal efficiency (72.81%) than single-isolate bioaugmentation (51.36%).

Keywords: acid mine drainage, bioaugmentation, metal-resistant bacteria, iron (Fe), FTIR, SEM-EDX.

