

**STUDI KEMAMPUAN ADSORBEN *BIOCHAR* BAMBU DALAM
ADSORPSI NITRAT DARI REPLIKA AIR TANAH AKUIFER
VULKANIK YANG TERDAMPAK AKTIVITAS ANTROPOGENIK**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata – 1 pada
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Andalas



Oleh:

ANANTHA AZIZAH ARYATI

2110941019

Dosen Pembimbing:

YENNI, PhD

BUDHI PRIMASARI, M.Sc

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITA ANDALAS
PADANG**

2026

ABSTRAK

Air tanah merupakan sumber utama air minum bagi jutaan orang, namun di daerah vulkanik seperti Gunung Etna (Italia), lereng Merapi (Indonesia), dan Jimma (Ethiopia), kontaminasi nitrat (NO_3^-) dari sumber antropogenik seperti pupuk menjadi perhatian serius. Struktur hidrogeologi vulkanik yang permeabel memfasilitasi infiltrasi nitrat ke akuifer, yang dapat menyebabkan *methemoglobinemia* dan risiko kesehatan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *biochar* bambu untuk menyisihkan nitrat dari air tanah akuifer vulkanik yang terdampak aktivitas antropogenik. Percobaan menggunakan sistem *batch* dengan variasi ukuran adsorben (100 *mesh* dan 325 *mesh*) dan variasi dosis adsorben (0,05 - 10 g/100 mL), dan jenis larutan yaitu multikomponen dan tunggal. Gugus fungsi adsorben dikarakterisasi dengan FTIR. Konsentrasi nitrat dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 420 nm sesuai SNI 06-2480-1991. Hasil menunjukkan efisiensi penyisihan tertinggi pada ukuran 325 *mesh*: 94,61% (multikomponen, kapasitas 290,97 mg/g) dan 96,78% (tunggal, kapasitas 141,84 mg/g). Kondisi optimum ukuran adsorben 100 *mesh* dengan dosis 5 g/100 mL dan ukuran adsorben 325 *mesh* dengan dosis 0,2 g/100 mL. Gugus fungsi utama yang teridentifikasi adalah C-H, C-O, CO_3^{2-} , C=O, dan O-H. Adsorpsi mengikuti *isotherm Langmuir* pada ukuran 100 *mesh* ($R^2=0,9965$; $q_m=555,556$ mg/g, $K_L=0,089$ L/mg) dan ukuran 325 *mesh* ($R^2=0,9973$; $q_m=625$ mg/g, $K_L=0,127$ L/mg). Kinetika reaksi yang paling sesuai adalah *pseudo-second order* pada ukuran 100 *mesh* ($R^2=0,9998$) dan ukuran adsorben 325 *mesh* ($R^2=0,9987$). Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa pada ukuran adsorben 100 *mesh* dan 325 *mesh*, efisiensi ukuran adsorben menunjukkan $r = 0,308$ penyisihan nitrat cenderung meningkat seiring dengan semakin kecilnya ukuran partikel, meskipun peningkatan tersebut tidak signifikan secara statistik ($p>0,05$). Sebaliknya, pada variasi dosis adsorben, efisiensi dosis menunjukkan nilai $r = -0,317$ kecenderungan bahwa semakin besar dosis yang digunakan, efisiensi penyisihan justru mengalami penurunan, dengan kekuatan hubungan yang relatif lemah, meskipun hubungan signifikan ($p<0,05$).

Kata kunci: adsorpsi, air tanah, *biochar* bambu, nitrat, wilayah vulkanik.

ABSTRACT

Groundwater serves as the primary source of drinking water for millions of people, yet in volcanic regions such as Mount Etna (Italy), the Merapi slopes (Indonesia), and Jimma (Ethiopia), nitrate (NO_3^-) contamination from anthropogenic sources such as fertilizers has become a major concern. The highly permeable volcanic hydrogeological structure facilitates the infiltration of nitrate into aquifers, potentially leading to methemoglobinemia and other health risks. This study aims to evaluate the ability of bamboo biochar to remove nitrate from groundwater in volcanic aquifers affected by anthropogenic activities. Batch experiments were conducted using variations in adsorbent particle size (100 mesh and 325 mesh), adsorbent dosage (0.05–10 g/100 mL), and solution type (multicomponent and single-component). Functional groups of the adsorbent were characterized using FTIR. Nitrate concentrations were analyzed using a UV-Vis spectrophotometer at 420 nm in accordance with SNI 06-2480-1991. The results showed the highest removal efficiency for the 325-mesh biochar: 94,61% (multicomponent, capacity 290,97 mg/g) and 96,78% (single-component, capacity 141,84 mg/g). The optimal conditions occurred at a dosage of 5 g/100 mL for 100 mesh and 0.2 g/100 mL for 325 mesh. The dominant functional groups identified were C–H, C–O, CO_3^{2-} , C=O, and O–H. Adsorption followed the Langmuir isotherm for both 100 mesh ($R^2 = 0.9965$; $q_m = 555.556$ mg/g; $K^L = 0.089$ L/mg) and 325 mesh ($R^2 = 0.9973$; $q_m = 625$ mg/g; $K^L = 0.127$ L/mg). The reaction kinetics were best described by the pseudo-second-order model for 100 mesh ($R^2 = 0.9998$) and 325 mesh ($R^2 = 0.9987$). Correlation analysis indicated that for both 100-mesh and 325-mesh adsorbents, particle size exhibited a weak positive relationship with removal efficiency ($r = 0.308$), meaning that nitrate removal tended to increase with decreasing particle size although the effect was statistically insignificant ($p > 0.05$). Conversely, for adsorbent dosage, the efficiency showed a negative correlation ($r = -0.317$), suggesting that higher dosages tended to reduce removal efficiency, with a weak yet statistically significant relationship ($p < 0.05$).

Keywords: adsorption, bamboo biochar, groundwater, nitrate, volcanic regions.