

Air asam tambang (AMD) merupakan masalah lingkungan penting yang berasal dari kegiatan pertambangan karena memiliki pH rendah dan konsentrasi logam yang tinggi. Fitoremediasi merupakan salah satu teknologi alternatif remediasi pencemar seperti logam atau logam berat yang murah dan ramah lingkungan karena menggunakan tumbuhan untuk mengakumulasi logam pencemar. Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) memiliki kemampuan bertahan hidup dan adaptasi yang baik dengan pH rendah (asam) serta dapat mengakumulasi logam. Kombinasi dengan proses adsorpsi diperlukan untuk menutupi kelemahan umum fitoremediasi yaitu proses pengolahan yang lambat. *Fly ash* dikenal sebagai adsorben penghilangan logam yang efisien dan berkelanjutan, untuk mendukung kombinasi proses tersebut untuk pengolahan AMD, digunakan sistem lahan basah buatan atau *constructed wetland* tipe *horizontal subsurface* dengan *fly ash* dalam bentuk butiran sebagai media tanam dalam sistem.

Pada penelitian ini terdapat empat *constructed wetland* skala laboratorium, yaitu sistem R-1 (kombinasi akar wangi dengan media granul *fly ash* dan kerikil), R-2 (tanaman akar wangi tanpa media), R-3 (media granul *fly ash* tanpa kerikil), dan R-4 (media granul *fly ash* dan kerikil tanpa tanaman). Sampel AMD menggunakan AMD *artificial* mengacu pada data AMD di salah satu tambang aktif Indonesia, yaitu pH (2-3), Fe (257 mg/l), Mn (52 mg/l), Cu (90 mg/l), dan Zn (20 mg/l). Pengambilan sampel dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama pada interval jam 0; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan tahap kedua pada interval hari 1; 2; 3; 6; 9; 12; 15; 18; dan 21 sebanyak 150 ml per sampel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa proses sistem *constructed wetland* pada pH dan proses remediasi logam Fe, Mn, Cu, dan Zn pada sistem R-1 atau kombinasi media tanaman akar wangi dan granul *fly ash* pada sistem adalah terbaik dibandingkan dengan media tanam tanpa tanaman dan tanaman tanpa media. Nilai pH berubah dari 2,8 menjadi 9,8 dan konsentrasi akhir logam menjadi 7,21 mg/l (Fe); 7,61 mg/l (Mn); 0,01 mg/l (Cu), dan 0,49 mg/l (Zn). *Metal uptake* total dalam sistem *constructed wetland* (R-1) setelah 21 hari percobaan adalah 1,55 mg/g (Fe), 0,32 mg/g (Mn), 0,60 mg/g (Cu), dan 0,12 mg/g (Zn). Sementara itu, model kinetika serapan logam pada sistem *Constructed Wetland* pada percobaan 21 hari mengikuti persamaan pseudo orde dua.

Kata Kunci: Air Asam Tambang; *Constructed Wetland*; Akar Wangi; Granul *Fly Ash*

ABSTRACT

*Acid Mine Drainage (AMD) is a serious environmental problem from mining activities because have low pH and high metal concentration. Phytoremediation is one of the alternative technologies for remediation of pollutants like metal or heavy metals that is low cost and environmentally friendly because it use plants to accumulate the pollutant. Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.) can survive, have good adaptability with low pH, and accumulate metals. Combination with the adsorption process is needed to cover the disadvantage of phytoremediation, which is a slow treatment process. Fly ash is known to be an efficient and sustainable adsorbent of metal removal. To support that combination for AMD treatment, a constructed wetland system with horizontal subsurface flow type is used with fly ash in the form of granules as the medium planted.*

In this study, there are four constructed wetland lab scales, there are R-1 (combination vetiver grass with media granule fly ash and gravel), R-2 (vetiver grass without media), R-3 (granule fly ash media without gravel), and R-4 (media granule fly ash and gravel). AMD samples used artificial AMD concerning AMD data in one of Indonesia's active mines, namely pH (2-3), Fe (257 mg/l), Mn (52 mg/l), Cu (90 mg/l), Zn (20 mg/l). Wetland sampling was carried out in two stages, namely the first stage at intervals of 0; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; and the second stage at intervals of days 1; 2; 3; 6; 9; 12; 15; 18; and 21 as much as 150 ml per sample.

The results showed that the process performance of the constructed wetland system in the pH and metal remediation process of Fe, Mn, Cu, and Zn in the R-1 system or a combination of vetiver plants and fly ash granule growing media in the system was the best compared to planting media without plants and plants. The value of pH is a change from 2,8 to 9,8, and the final metal concentration is 7,21 mg/l (Fe); 7,61 mg/l (Mn); 0,01 mg/l (Cu), dan 0,49 mg/l (Zn). Total metal uptake values after 21 days of the experiment were 9.82, 1.55 mg/g (Fe), 0.32 mg/g (Mn), 0.60 mg/g (Cu), and 0.12 mg/g (Zn). Meanwhile, the metal uptake kinetics model in the Constructed Wetland system in the 21-day experiment followed the pseudo-second-order equation.

Keywords: *Acid Mine Drainage; Constructed Wetland; Vetiver grass; Granul Fly Ash*