

ANALISIS AIR ASAM TAMBANG UNTUK MENGURANGI KADAR SULFUR

Marlia Mamede^{1*}, Sennahati²

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Syekh Yusuf Al-Makassari, Gowa

²Program Studi Disain Komunikasi, Visual Universitas Syekh Yusuf Al-Makassari, Gowa

*email korespondensi: marliamamede38@gmail.com

Abstrak

Pengembangan sumberdaya batubara memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Aktifitas tambang terbuka dan tambang dalam mengakibatkan dampak sangat serius dalam hal air asam tambang. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan tanaman eceng gondok dalam menetralkan air asam tambang. Untuk menurunkan pH air asam tambang dan kandungan sulfat dibuatlah suatu penelitian eksperimental. Pada penelitian ini air asam tambang berasal dari lokasi tambang batubara di Kabupaten Bone dan untuk tanaman eceng gondok berasal dari lokasi Kecamatan Borong Kota Makassar. Penelitian ini dilakukan dengan 4 perlakuan dengan cara 1 Individu (10%), 3 Individu (30%), 6 Individu (60%) dan 9 Individu (90%) dengan 2 kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok mampu mengadsorpsi air asam tambang. Hasil awal menunjukkan nilai pH sebesar 3,1 setelah perlakuan selama 14 hari menunjukkan pH sebesar 6,5. Untuk hasil analisis sulfat menunjukkan bahwa konsentrasi 30 % memiliki hasil yang baik yaitu dengan nilai sebesar 114,83 mg/L pada luas permukaan 10 % dan 8,88 mg/L pada luas permukaan 30 %, sebelum dilakukan perlakuan nilai kandungan Sulfat sebesar 272,29 mg/L. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa luas permukaan dan waktu kontak berpengaruh pada penurunan kadar sulfat dan penurunan pH pada Air asam tambang.

Kata kunci: Air asam tambang, eceng gondok, sulfat, pH

Abstract

The development of coal resources has a negative impact on the environment. Open-pit mining activities and the mine's impact are very serious in terms of Acid Mine Water. This research is conducted to analyze the ability of water hyacinth plants in neutralizing acid mine water. To reduce the pH of acid mine drainage and sulfate content, an experimental study was made. In this research, acid mine water comes from coal mining locations in Bone Regency and for water hyacinth plants comes from Borong District Makassar City. This research was conducted with 4 treatments by means of 1 Individual (10%), 3 Individuals (30%), 6 Individuals (60%) and 9 Individuals (90%) with 2 repetitions. The results showed that the water hyacinth plant was able to adsorb acid mine water. Initial results showed a pH of 3.1 after 14 days of treatment showed a pH of 6.5. For the results of sulfate analysis showed that the concentration of 30% had good results with a value of 114.83 mg / L at a surface area of 10% and 8.88 mg / L at a surface area of 30%, before being treated the Sulfate content value of 272.29 mg / L. From the results of the study showed that surface area and contact time had an effect on reducing sulfate levels and decreasing pH in acidic mine water.

Keywords: Acid mine water, *Eichornia crassipes*, sulfate, pH

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat permasalahan akibat dari aktifitas penambangan baik tambang terbuka maupun tambang dalam yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Aktifitas dari tambang batubara mengakibatkan dampak sangat serius terhadap lingkungan dalam hal air asam tambang. Air asam tambang (AAT) merupakan hasil oksidasi sulfida dalam batuan yang terpapar oleh oksigen dan air. Air asam tambang dengan pH rendah ditandai dengan peningkatan nilai keasaman. Air dengan pH rendah yang dihasilkan dari pembentukan asam yang mampu melarutkan logam berat yang terkandung di dalam batuan. Kandungan logam berat yang tinggi, konsentrasi sulfat dan total padatan terlarut (TDS) yang besar juga sangat berpengaruh terhadap keasaman [1].

Air asam tambang merupakan hal yang selalu ada selama aktifitas penambangan hingga pasca penambangan. Air asam tambang dapat menurunkan kualitas air permukaan dan air tanah, jika dialirkan ke sungai akan berdampak terhadap

masyarakat dan biota yang hidup di darat maupun di perairan.

Perairan umum dalam kondisi asam akan bersifat korosif, banyak kandungan logam-logam berat dan tingginya kadar sulfat yang berasal dari batuan sekitarnya yang mengakibatkan defisiensi oksigen di perairan serta makhluk hidup yang ada tidak dapat berkembang [2].

Air asam tambang terbentuk dari batuan yang mengandung mineral sulfida < 2 % jika tidak ada mineral penetral di dalam batuan dan bila tersedianya kalsit pada batuan untuk menetralkan asam, maka tidak berpotensi menghasilkan AAT karena batuan ini mengandung mineral sulfida > 5 % [3].

Ancaman lingkungan akibat dari aktifitas penambangan perlu diberikan solusi dengan teknologi inovatif. Pengelolaan limbah tambang atau AAT yang telah dilakukan dengan pemberian kapur pada instalasi pengelolaan limbah dengan pengoperasian secara terus menerus menggunakan mesin insentif [4].

Perbandingan antara metode konvensional dan biologis yang menggunakan tanaman dalam mengendalikan pencemaran lingkungan merupakan alternatif secara tradisional karena biaya tidak cukup mahal dan dapat diaplikasikan secara maksimal serta aman bagi lingkungan. Salah satunya tanaman yang di gunakan sebagai akumulator pembersih lingkungan adalah tanaman eceng gondok dengan teknik fitoremediasi.

Fitoremediasi adalah proses pemanfaatan dan konversi limbah oleh tanaman yang meliputi teknik-teknik seperti: *Phytoextraction*, *phitodegradation*, *phytovolatilization*, rhizofiltrasi (fitofiltrasi) dan Fitostabilisasi. Metode ini berkembang pesat dengan menggunakan tanaman untuk mengurangi, menurunkan, mengasimiliasi dan memetabolisme polutan lingkungan seperti logam berat, hidrokarbon, pestisida dan lain – lain [5].

Cara biologi belum banyak dikembangkan di Indonesia mikroba dan tumbuhan tertentu dapat dimanfaatkan untuk keperluan adsorpsi, karena mereka menghasilkan enzim dan bahan organik yang dapat mereduksi sulfat di tanah dan air [6].

Manfaat tanaman eceng gondok sebagai pengendali zat beracun telah lama dikenal bidang lingkungan. Proses penyerapan eceng gondok terjadi pada permukaan akar. Organisme yang terdapat pada permukaan akar melakukan dekomposisi pada bahan – bahan organik dan partikel – partikel yang menempel pada akar. Bulu yang berbentuk labirin pada eceng gondok berfungsi sebagai penyaring bahan – bahan organik dan partikel – partikel sebelum terdekomposisi oleh mikroorganisme.

Kemampuan adsorpsi suatu adsorben di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya sebagai berikut : Luas permukaan, ukuran partikel, waktu kontak, distribusi ukuran pori, pH dan temperatur. Ancaman lingkungan akibat dari aktifitas penambangan perlu diberikan solusi dengan teknologi inovatif. Kemampuan tanaman ini banyak di gunakan untuk mengolah air buangan karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengelola air buangan atau air limbah domestik maupun industri dengan tingkat efisiensi yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman eceng gondok dalam mengadsorpsi sulfat dalam limbah air asam tambang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dan informasi kepada pelaku industri dan masyarakat dalam hal pemanfaatan eceng gondok dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat dari aktifitas tambang batubara dalam hal ini air asam tambang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel air asam tambang di Kecamatan Lamuru Kabupaten Bone Sulawesi

Selatan. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kesehatan Makassar. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juni sampai Agustus 2019. Pengambilan sampel eceng gondok Di Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi wadah plastik, gelas ukur, neraca timbang, thermometer, botol sampel, moderat (tempat inkubasi) dan pH meter. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel AAT (pH 3.0), tanaman eceng gondok.

A. PROSEDUR KERJA

1. Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel AAT di lapangan berdasarkan SNI 6989-59-2006 tentang metode pengambilan contoh air limbah. Sampel limbah AAT diambil pada inlet kolam penampungan (*settling pond*) pada perusahaan tambang yang belum ada perlakuan sebanyak 100liter, yang tidak terpapar sinar matahari kemudian dimasukkan kedalam botol sampel yang sudah disterilkan. Tanaman Eceng Gondok di ambil sebanyak 100 pohon dengan rata – rata ketinggian 15 cm dengan banyak daun 5 tangkai.

Sampel AAT berwarna kuning kemerahan dan keruh tidak berbau degan suhu 32⁰C. Sampel AAT yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Industri Pertambangan Batubara di desa Massenreng Pulu Kecamatan Lamuru Kabupaten Bone. Sampel AAT diambil dari inlet kolam pengendapan (*Settling pond*) menggunakan botol sampel, kemudian di bawa ke laboratorium untuk diuji kandungan awalnya.

2. Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok

Tanaman Eceng Gondok diambil di daerah Kecamatan Biringkanaya Kelurahan Borong Kota Makassar. Kemudian tanaman ini di aklimatisasi dengan air sumur selama 7 hari dengan tujuan untuk menetralisasi tanaman. EcengGondok yang digunakan memiliki spesifikasi dengan kriteria: jumlah daun 4 – 6 lembar, daun masih segar dan tidak menguning, panjang daun 3 – 6 cm, tinggi tanaman 10 – 15 cm dan berat basah sekitar 26 – 50gram.

3. Penentuan Kadar Sulfat

Sampel AAT diambil sebanyak 84 liter untuk masing – masing wadah bak percobaan plastik, kemudian ditanami Eceng Gondok yang telah diaklimatisasi yaitu : 1 individu (10 %), 3 invidu (30 %), 6 invidu (60 %) dan 9 individu (90 %). Penelitian ini di lakukan dengan 2 kali ulangan dan diamati setiap hari 7 hari selama 14 hari.

Sulfat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri dan Kolorimeterik. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap dengan menempatkan perlakuan. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran nilai parameter konsentrasi sulfat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

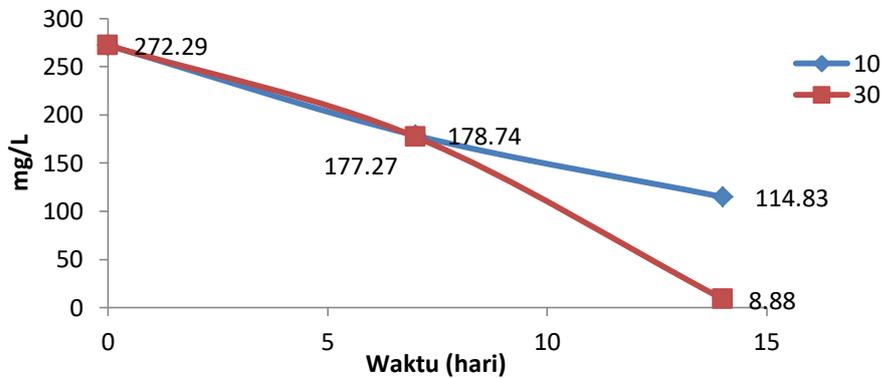
Pada tabel 1 menunjukkan lama kontak eceng gondok dalam AAT t_1 (7 hari) penutupan p_1 (10%) dapat menurunkan konsentrasi sulfat sampai 178.74 sedangkan pada lama kontak t_2 (14 hari) dengan luas penutupan p_2 (10%) mampu menurunkan konsentrasi sulfat sampai 114.83 mg/L. Dan pada t_1 (7 hari) penutupan p_2 (30 %) dapat menurunkan konsentrasi sulfat sebesar 177.27 sedangkan pada lama kontak t_2 (14 hari)

mampu menurunkan konsentrasi sulfat sebesar 8.88 mg/L.

Berdasarkan dari hasil analisa statistik pada gambar 1, menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara luas penutupan dan waktu kontak terhadap konsentrasi sulfat. Terlihat dari hasil bahwa luas penutupan p_2 (30 %) dengan waktu kontak t_2 (14 hari) mampu menurunkan konsentrasi sulfat sebesar 8,88 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 272.29 mg/L.

Tabel 1. Pengaruh luas penutupan dan lama kontak dengan eceng gondok terhadap konsentrasi sulfat

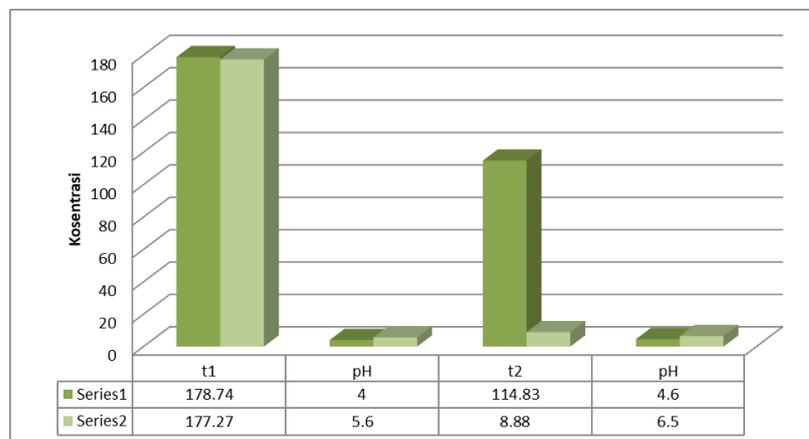
Luas Penutupan (p)	Lama Kontak	
	t1	t2
P1	178.74	114.83
P2	177.27	8.88



Gambar 1. Penurunan sulfat pada AAT berdasarkan lama penutupan dan waktu kontak

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu kontak eceng gondok terhadap AAT dan semakin besar persentasi penutupan maka semakin menurun konsentrasi sulfat terhadap AAT. Hasil ini menunjukkan eceng gondok mampu mengadsorbsi sulfat dalam AAT. Luas penutupan dengan tingkat kerapatan yang berbeda pada limbah menunjukkan hasil yang signifikan terhadap perlakuan yang diberikan.

Eceng gondok berperan terhadap penurunan konsentrasi sulfat dengan banyak rumpun tanaman pada lokasi AAT atau kolam perlakuan. Semakin luas penutupan eceng gondok maka semakin kecil pula tingkat konsentrasi sulfat pada limbah AAT, hal ini disebabkan karena kandungan sulfat telah diserap oleh tanaman eceng gondok dengan kecepatan yang berbeda. Menurunnya konsentrasi sulfat maka nilai derajat keasaman semakin menurun.



Gambar 2. Diagram penurunan keasaman AAT

Pada tabel 2 menunjukkan penurunan nilai derajat keasaman di sebabkan karena sulfat telah diadsorpsi oleh eceng gondok, sehingga nilai derajat keasaman menurun menjadi 6,5 (pH) yang sebelumnya nilai keasaman di angka 3,1 (pH). Terlihat pada gambar 3 efektifitas penurunan nilai derajat keasaman berdasarkan

waktu kontak dan presentase penutupan. Pada gambar 2 terlihat, selain mengadsorpsi AAT eceng gondok mampu beradaptasi dengan limbah AAT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok mampu tumbuh dengan subur dan menghasilkan tunas baru.

Tabel 2. Pengaruh persentasi penutupan dan lama kontak terhadap penurunan keasaman pH

Penutupan (%)	Lama Kontak			
	t1	pH	t2	pH
10	178.74	4.0	114.83	4.6
30	177.27	5.6	8.88	6.5



Gambar 3. Hasil perlakuan eceng gondok terhadap limbah AAT

Hasil penelitian dapat dilihat bahwa akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai alat penyerap air dan hara mineral dari medium habitatnya. Hasil analisis kualitas limbah sebelum di lakukan perlakuan, selain mengandung unsur organik dan anorganik, limbah tersebut juga mengandung unsur hara yang berguna bagi tanaman.

Penelitian menunjukkan kemampuan eceng gondok dalam mengadsorpsi AAT. Kemampuan adsorpsi eceng gondok dikarenakan akar pada eceng gondok merupakan akar serabut dan lebat. Agar eceng gondok merupakan organ penyangga bagi tanaman dan mampu bertahan dalam kondisi apapun terhadap lingkungannya.

Akar eceng gondok merupakan akar yang berbetuk labirin – labirin lembut dan ringan dalam jumlah banyak. Banyaknya akar pada eceng gondok memudahkan mikroorganisme mendekomposisi senyawa organik dan anorganik, sehingga unsur hara yang di serap oleh eceng gondok terakumulasi pada organ – organ lain yang ada pada tanaman. Efisiensi pertukaran atau penyerapan senyawa antara sebuah sel dengan sekitarnya oleh eceng gondok karena adanya vakuola dan struktur sel [7].

Ini terlihat bahwa senyawa – senyawa yang larut didalam AAT diambil oleh akar bersama air,

kemudian senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar, translokasi senyawa Sulfat dari akar ke bagian tanaman lain berlangsung setelah senyawa sulfat menembus endodermis akar, Sulfat atau senyawa lainnya akan mengikuti aliran transpirasi ke bagian tanaman melalui jaringan pengangkut (xylem dan floem) ke bagian tanaman lainnya [8].

Diketahui bahwa tumbuhan rawa memiliki bakteri untuk menghilangkan amonium dari limbah atau perairan yang tercemar. bakteri menggunakan oksigen dalam rekasi kimia yang mengubah amonium nitrit dan kemudian bakteri lain mengubah nitrit menjadi gas nitrogen yang tidak berbahaya. Bakteri nitrifikasi adalah satu dari sekelompok kecil bakteri aerobik (famili *Nitrobacteraceae*) yang menggunakan bahan kimia anorganik sebagai sumber energi. Merupakan mikroorganisme yang penting dalam siklus nitrogen sebagai konverter amonia tanah menjadi nitrit, senyawa yang dapat digunakan oleh tanaman [9].

Secara fisiologi eceng gondok dapat berperan secara tidak langsung dalam mengatasi pencemaran lingkungan di perairan umum akibat dari limbah industri atau bahan pencemar. Eceng gondok dapat bertahan hidup pada limbah dengan cara membentuk rumpun, diketahui akar

tanaman tumbuh subur dan lebat. Oksigen dari hasil fotosintesis pada daun dan tangkai di teruskan ke akar serta air di sekitarnya, hal ini membuat rizosfer menyediakan lingkungan mikro dengan keadaan yang kondusif bagi bakteri nitrit. Oleh karena itu aktifitas dekomposisi oleh bakteri jenis nitrit yaitu perubahan amoniak menjadi nitrat lebih meningkat [10].

Asiditas atau keasaman melibatkan dua komponen, yaitu jumlah asam kuat dan asam lemah. selain itu pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa bahan organik dan anorganik yang telah diserap atau diikat oleh tanaman eceng gondok didegradasi oleh bakteri *Bacillus subtilis* menjadi senyawa yang sederhana yaitu, asam amino dan asam lemak (asam organik) dan diperoleh amoniak, nitrat, nitrit serta nitrogen. Terbentuknya asam organik hasil pemecahan protein dan lemak, maka derajat keasamaan akan terus menurun mendekati derajat keasaman netral.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Matsumoto, H. Shimada, and T. Sasaoka, "The Key Factor of Acid Mine Drainage (AMD) in The History of The Contribution of Mining Industry to The Prosperity of The United States and South Africa: A Review," *Natural Resources*, vol. 7, pp. 445-460, 2016.
- [2] S. N. Irawan, I. Mahyudin, F. Razie, and S. Susilawati, "Kajian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Salah Satu Perusahaan Pemegang Ijin Usaha Pertambangan Di Desa Lemo, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah," *EnviroScienteeae*, vol. 12, pp. 50-59, 2016.
- [3] M. S. Fahrudin, *Pengelolaan Limbah Pertambangan Secara Biologis: Biological Management of Mining Waste (IND SUB)* vol. 1: CELEBES MEDIA PERKASA, 2018.
- [4] A. Mallongi, *Dampak Limbah Cair dari Aktivitas Institusi dan Industri: Impact of Liquid Waste from Institution and Industry*. Yogyakarta: Gosyen Publishing, 2018.
- [5] M. Materac, A. Wyrwicka, and E. Sobiecka, "Phytoremediation Techniques of Wastewater Treatment," *Environmental Biotechnology*, vol. 11, pp. 10-13, 2015.
- [6] E. Widyati, "Kajian Fitoremediasi sebagai Salah Satu Upaya Menurunkan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang pada Lahan Bekas Tambang Batubara," *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*, vol. 2, pp. 67-75, 2009.
- [7] A. Febrianingsih, "Pengaruh Lama Waktu Kontak Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Penyerapan Logam Berat Merkuri (Hg)," ed, 2013.
- [8] D. Zumani, M. Suryaman, and S. M. Dewi, "Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) untuk

KESIMPULAN

Konsentrasi sulfat mampu di adsorpsi oleh tanaman eceng gondok dengan kecepatan penyerapan yang berbeda berdasarkan banyaknya rumpun tanaman pada perlakuan. Dari hasil perlakuan dapat di lihat bahwa konsentasi awal sebesar 272,29 mg/L mampu menurunkan konsentrasi sulfat hingga 8,88 mg/L pada pentutupan 30 % hingga hari ke 14. Pemanfaatan eceng gondok memberikan solusi untuk penurunan konsentrasi sulfat pada limbah AAT dan penurunan derajat keasaman. Cara ini bermanfaat untuk reklamasi di lingkungan lokasi tambang yang terkontaminasi oleh limbah AAT. Teknik fitoremediasi dapat mengurangi biaya dalam pengelolaan limbah pertambangan maka di sarankan memanfaatkan tanaman eceng gondok dengan penutupan diatas dari 30 %, sehingga bisa di dapatkan adsorpsi eceng gondok lebih maksimal.

- Fitoremediasi Kadmium (Cd) pada Air Tercemar," *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, vol. 1, pp. 22-31, 2015.
- [9] A. J. Rahmawan, H. Effendi, and S. Suprihatin, "Potensi Rumput Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) dan Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk.) sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Industri Kayu," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 9, pp. 904-919, 2019.
- [10] S. Haryanti, N. Setiari, R. B. Hastuti, E. D. Hastuti, and Y. Nurchayati, "Respon Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar," *Jurnal penelitian Sains & Teknologi*, vol. 10, pp. 30-40, 2009.