

AKUMULASI LOGAM BERAT PADA AKAR *Eichhornia crassipes* SOLMS PADA VARIASI MEDIA PENYARING SELAMA REMEDIASI AIR LINDI

Yuchi Yolanda Utami¹⁾, Sri Wahyuni²⁾

Pendidikan Biologi FKIP Universitas Lancang Kuning

email¹⁾: yuchiyolanda23@gmail.com

email²⁾: sriwahyunifkip@unilak.ac.id

ABSTRAK: Lindi adalah substansi cairan yang dihasilkan dalam proses pembusukan sampah dan baunya sangat menyengat. Lindi mengandung zat berbahaya apalagi jika berasal dari sampah yang tercampur dengan sampah B3 (Bahan berbahaya dan beracun). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 30 hari yang dilaksanakan di lingkungan Fakultas keguruan dan Ilmu pendidikan Universitas Lancang Kuning pada April-Mei 2019 dan Laboratorium LL DIKTI wilayah X Padang, Sumatera Barat. Yang mana penelitian menggunakan Metode True exsperiment dengan Rancangan Acak Lengkap yang mempunyai 4 perlakuan dan 5 kali pengulangan. Parameter yang dilihat pada penelitian ini yaitu penyerapan kadar logam berat besi (Fe) dan khromium (Cr) menggunakan tanaman *Eichhornia crassipes*. Dapat disimpulkan bahwa Nilai efektivitas penyerapan logam berat Fe yaitu pada perlakuan P3 hari ke 30 dengan memperoleh hasil 0.7586 mg/L. Nilai efektivitas penyerapan logam berat Cr yang efektif yaitu pada perlakuan P1 hari ke 10 dengan memperoleh hasil 0.1182 mg/L.

*Kata kunci : Logam berat, akar eceng gondok (*Eichhornia crassipes*),media penyaring, fitoreremediasi, dan air lindi*

ABSTRACT: Leachate is a liquid substance that is produced in the process of decomposition of waste and the smell is very strong. Leachate contains dangerous substances especially if it comes from garbage mixed with B3 waste (hazardous and toxic substances). Based on the results of the research conducted for 30 days carried out in the environment of the Teacher Training and Education Faculty of Lancang Kuning University in April-May 2019 and the LL DIKTI Laboratory of Region X Padang, West Sumatra. Which research uses the method of True Experiment with Complete Randomized Design which has 4 treatments and 5 repetitions. The parameters seen in this study are absorption of heavy metals iron (Fe) and chromium (Cr) using *Eichhornia crassipes* plants. It can be concluded that the effectiveness of the absorption of heavy metals Fe is in the treatment of P3 day 30 by obtaining the results of 0.7586 mg / L. The effective value of Cr heavy metal absorption is in treatment P1 day 10 by obtaining the results of 0.1182 mg / L.

*Keywords: Heavy metals, water hyacinth roots (*Eichhornia crassipes*) Solms, filter media, phytoreremediation, and leachate water*

1.PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta pertambahan jumlah penduduk yang sangat pesat, berpengaruh terhadap kebutuhan manusia. Hal ini juga memacu perkembangan industri yang menghasilkan limbah atau buangan berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Apabila kondisi tersebut tidak terkendali, maka akan timbul dampak negatif terhadap manusia (Esmiralda & Oktarina, 2012).

Salah satu dampak negatif berupa masalah sampah. Sampah merupakan buangan padat yang sebagian besar berasal dari aktivitas manusia (domestik). Sampah domestik lebih banyak didominasi oleh bahan organik, meskipun tipe dan komposisinya bervariasi (Hadiwiyoto dalam Sari & Martala, 2014). Selanjutnya menurut Badrus & Sutrisno (2007) sampah dapat berasal dari kegiatan kita sehari-hari atau berasal dari industri, tempat-tempat

komersial, pasar, taman dan kebun, dsb.

Berdasarkan kandungan materinya, sampah dikelompokan menjadi dua jenis, yaitu sampah organik (sampah yang berasal dari bagian hewan, tumbuhan dan manusia) dan sampah anorganik (sampah yang berasal dari bahan mineral seperti logam, kaca, plastik, dan sebagainya). Sampah organik yang ditimbun dengan sampah anorganik dan zat beracun lainnya dapat menimbulkan cairan Lindi (*Leachate water*). Bila air lindi meresap kedalam tanah atau mengalir kesungai maka dapat mencemari air tanah dan air sungai sehingga sangat membahayakan hidup orang banyak.

Sampah mengandung bahan pencemar baik organik maupun anorganik. Sampah mengalami dekomposisi secara alami yang menghasilkan air lindi (*leachate*), namun hasil dekomposisi tersebut tertahan diantara timbunan sampah, sehingga perlu media untuk membawa

hasil dekomposisi sampah. Air hujan berfungsi sebagai media pelarut yang membawa bahan pencemar dari hasil dekomposisi sampah masuk ke dalam kolam penampungan lindi, apabila tidak dikelola dengan baik bahan pencemar dalam air lindi akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan mengakibatkan pencemaran air tanah (Sari & Sari, 2014).

Supaya sampah ini tidak mencemari lingkungan masyarakat pemerintah membuat tempat pembuangan akhir (TPA). Keberadaan tempat pembuangan akhir (TPA) memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai pengolahan akhir setelah disortir oleh pemulung. Jumlah sampah di TPA yang sangat besar akan menyebabkan proses dekomposisi alamiah berlangsung secara besar-besaran pula. Proses dekomposisi tersebut akan mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menimbulkan hasil samping yaitu air lindi (Anam, 2011).

Semua hasil dekomposisi ini membentuk satu kesatuan dengan tanah. Air lindi mengalir di permukaan

tanah masuk ke dalam kolam penampungan. Air lindi biasanya mengandung senyawa-senyawa organik (hidrokarbon, asam humat, tanah dan galat) dan anorganik (natrium, kalium, magnesium, fosfat, sulfat dan logam berat), (Azmir, 2010).

Berdasarkan observasi melalui wawancara dan pengamatan langsung yang telah dilakukan di tempat pembuangan akhir (TPA) Muara Fajar sampah mengalami dekomposisi secara alami, namun hasil dekomposisi tersebut tertahan antara timbunan sampah, sehingga perlu media untuk membawa hasil dekomposisi sampah.

Salah satu media dekomposisi yang di gunakan yaitu air hujan karena air hujan sangat berperan penting sebagai media pelarut yang membawa pencemaran dari hasil dekomposisi sampah masuk ke kolam penampung lindi, apabila tidak dikelola dengan baik bahan pencemaran dalam air lindi akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan mengakibatkan pencemaran air dan tanah, karena air lindi yang dikolam penampung pertama akan dialirkan ke kolam yang

kedua, selanjutnya air kolam ketiga akan dialirkan ke kolam empat. Air lindi yang dikolam empat ini lah yang akan dialiran ke sungai masyarakat.

Tempat pembuangan akhir (TPA) Muara Fajar pada awalnya menerapkan sistem *drainase*. *Drainase* adalah saluran air di bawah tanah yang bertujuan mengendalikan aliran air hujan supaya memperkecil aliran yang masuk ke timbunan sampah. Seperti diketahui, Air hujan merupakan faktor utama terhadap debit lindi yang dihasilkan. Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan yang pada gilirannya akan memperkecil kebutuhan unit pengolahannya.

Secara teknis drainase tempat pembuangan akhir (TPA) dimaksudkan untuk menahan aliran limpasan air hujan dari luar tempat pembuangan akhir (TPA) agar tidak masuk ke dalam area timbunan sampah. Drainase penahan ini umumnya dibangun di sekeliling blok atau zona penimbunan. Selain itu, untuk lahan yang telah ditutup tanah, drainase TPA

jugak dapat berfungsi sebagai penangkap aliran limpasan air hujan yang jatuh di atas timbunan sampah tersebut. Untuk itu permukaan tanah penutup harus dijaga kemiringannya mengarah pada saluran drainase.

Saat ini tempat pembuangan akhir (TPA) Muara Fajar menerapkan sistem *open dumping* dalam pengolahan sampah di karenakan jumlah peningkatan sampah yang melebihi kapasitas. *Open dumping* yaitu berupa area terbuka cukup luas yang digali atau bekas jurang. Area tersebut kemudian digunakan sebagai tempat pembuangan sampah dari segala penjuru kota.

Salah satu upaya penjernihan air lindi tersebut yaitu menggunakan Fitoremediasi (*phytoremediation*) yang menggunakan tanaman air tertentu yang bekerja sama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air). Perpaduan ini dapat mengubah zat kontaminan (pencemar / polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bagi lingkungan. Proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang

mempunyai rantai molekul kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri (Anam, 2011).

Pada penelitian ini tanaman yang akan dimanfaatkan untuk proses remediasi adalah Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Solms). Eceng gondok dipilih sebagai tanaman fitoremediasi karena merupakan jenis gulma air yang sangat cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru yang sangat besar sehingga merupakan gangguan kronis dan sulit dikendalikan (Tjitrosoepomo, 2000).

Media penyaring yang digunakan pada penelitian ini adalah zeolit dan ferrolit. Di mana zeolit mempunyai kemampuan mengadsorpsi bahan-bahan organik sehingga dapat menurunkan kadar pencemaran dari limbah cairan lindi tersebut. Sedangkan menurut Puji dalam Liliya *et al* (2011) ferrolit untuk menurunkan /menghilangkan kandungan zat besi dan mangan yang terlalu tinggi dalam

air. Kandungan kadar besi yang tinggi dalam air menyebabkan air dapat berwarna kuning bahkan merah dan berbau menyengat (bau besi), (Putra & Purnomo, 2012).

Logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi adalah arsen, besi, kadnium, kromium, merkuri, nikel, seng, tembaga dan timbal. Logam-logam tersebut diketahui dapat mengumpul dan tinggal di dalam tubuh suatu organisme dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Palar, 2004).

Keberadaan logam besi, cadmium, dan kromium dalam air lindi TPA sangat berbahaya karena logam ini adalah logam yang bersifat sangat toksit. Logam besi, cadmium, dan krom yang berada dalam lindi akan merembes ke dalam tanah yang akan mencemari air tanah. Jika ketiga logam ini merembes ke dalam tanah maka akan mencemari sumur-sumur penduduk (Nonong, 2010).

Berdasarkan penelitian Lestari *et al* (2007), yang berjudul “Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)

Dalam Penyerapan Kadmium (Cd) Pada Leachate Tpa Gunung Tugel” menunjukan bahwa Luas penutupan eceng gondok 75% optimal menurunkan Cd sebesar 29,279%. Berdasarkan penelitian Resti daj Afdal (2017), yang berjudul “Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang” bahwa air lindi pada TPA Air Dingin memiliki nilai COD dan BOD serta kandungan logam berat Pb yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian Eddy (2009)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah eksperimen murni (*true experiment*), dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 kali pengulangan.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April 2019 Lingkungan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lancang Kuning dan Laboratorium LL DIKTI wilayah X Padang, Sumatera Barat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : bak penampung (ember), thermometer, pH meter, oven,

yang berjudul “Kemampuan Tanaman Eceng Gondok Sebagai Agens Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (Pb)” menunjukan bahwa tanaman eceng gondok mampu mengakumulasikan Pb pada jaringan akar dan daun.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Akumulasi Logam Berat pada Akar *Eichhornia Crassipes* Solms pada Variasi Media Penyaring Selama Fitoremediasi Air Lindi”.

timbangan / neraca analitik, aluminium foil. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah jenis PMK, zeolit, ferrolite, air lindi, dan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Solms).

Parameter pada penelitian ini ada tiga yaitu; parameter logam berat berat jenis kronium (Cr) dan iron (Fe), menggunakan alat AAS (Atomic Absorption Spektrophotometri), parameter fisika terdiri dari pengukuran suhu dan bau air lindi,

pengukuran kimia terdiri dari pengukuran pH air lindi.

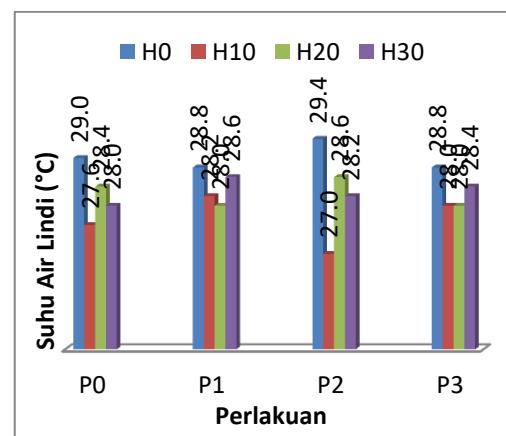
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

TPA Muara fajar terletak di Jalan Gondo Kelurahan Muara Fajar, Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru. Dimana TPA yang terletak di Jalan Gondo ini, merupakan TPA yang pertama. Karena, di TPA ini tidak dapat menampung sampah lagi, maka di buat lagi TPA kedua di belakang SDN 049 Pekanbaru yang tidak jauh dari TPA pertama. TPA muara fajar ini memiliki kolam-kolam, dimana kolam tersebut berisi air lindi (rembesan air sampah).

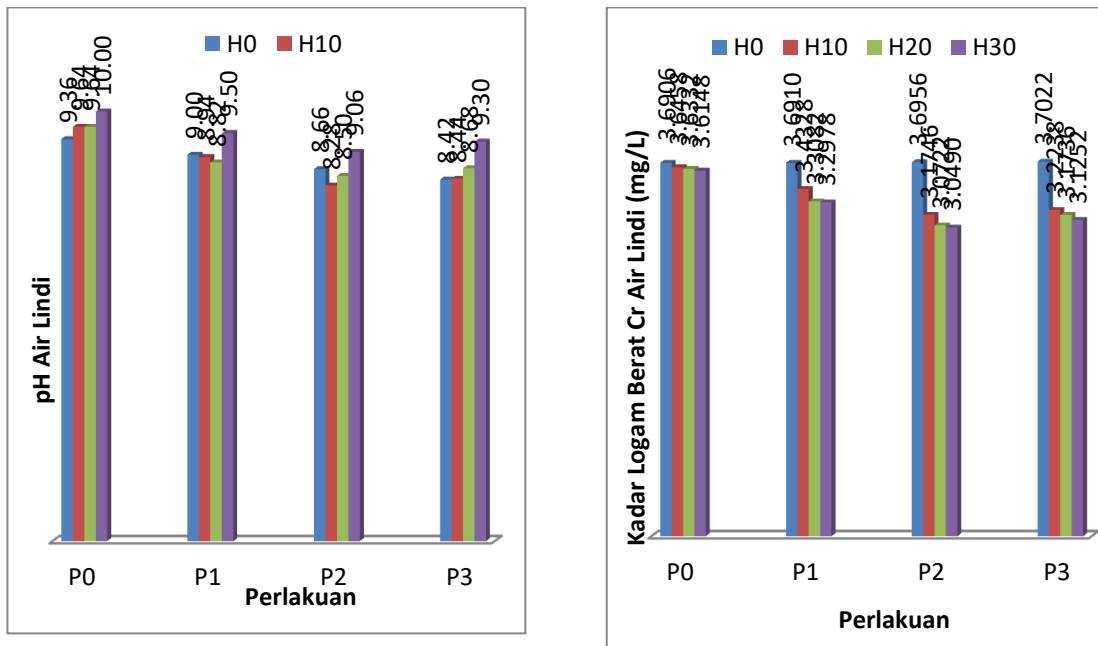
TPA Muara Fajar ini menampung semua sampah yang ada di Pekanbaru, sehingga terjadinya peningkatan setiap bulannya. Pada tahun 2015 – 2017 TPA menampung sampah yang ada di seluruh kecamatan yang ada di pekanbaru. Sedangkan, sejak tahun 2018 TPA Muara Fajar hanya menampung dua kecamatan saja, yaitu; kecamatan rumbai dan rumbai pesisir.

Berdasarkan pengamatan media penyaring terhadap suhu air lindi dalam setiap perlakuan selama tiga puluh hari yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), maka didapat rekapitulasi data seperti diagram di bawah ini :



Berdasarkan diagram batang diatas dapat disimpulkan bahwa suhu air lindi memiliki pada setiap perlakuan mengalami suhu yang tidak tetap. Suhu yang tertinggi diperoleh pada P2 hari ke 0 yaitu 29,4.

Berdasarkan pengamatan media penyaring terhadap pH air lindi di dalam setiap perlakuan selama tiga puluh hari yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), maka didapat rekapitulasi data seperti diagram di bawah ini :

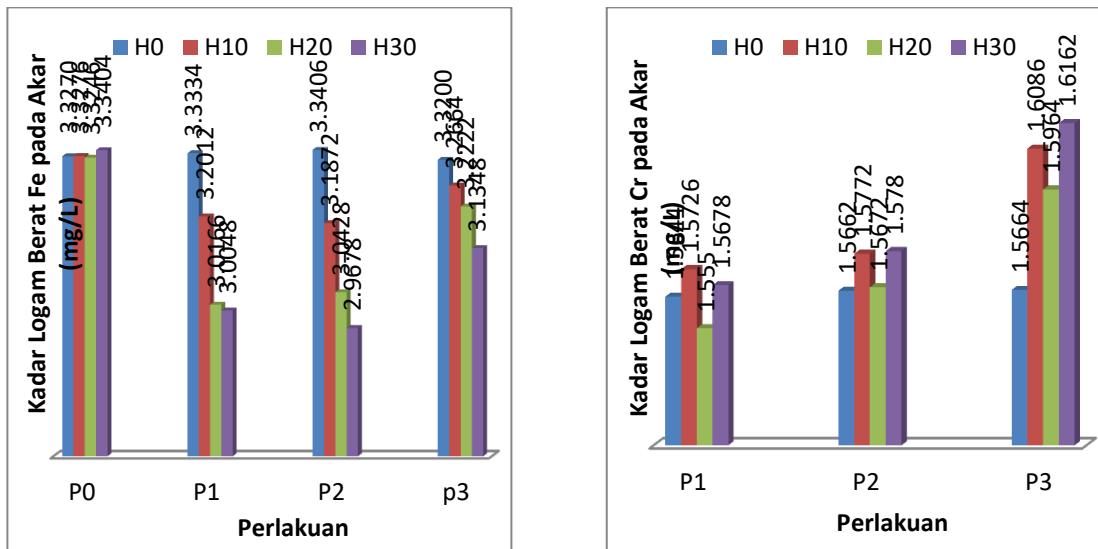


Berdasarkan diagram diatas dapat dilihat bahwa pada perlakuan P0 sampai P3 menunjukkan pH air lindi yang tidak jauh berbeda setiap harinya.

Berdasarkan pengamatan media penyaring terhadap kadar logam Khromium (Cr) air lindi di dalam setiap perlakuan selama tiga puluh hari yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), maka didapat rekapitulasi data seperti digram di bawah ini :

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada hari pada setiap perlakuan mengalami penurunan setiap harinya.

Berdasarkan pengamatan media penyaring terhadap kadar logam besi (Fe) air lindi di dalam setiap perlakuan selama tiga puluh hari yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), maka didapat rekapitulasi data seperti diagram batang di bawah ini :



Berdasarkan diagram batang diatas dapat disimpulkan bahwa pada P0 memperoleh hasil yang tidak jauh berbeda setiap waktunya, pada P1 mengalami penurunan setiap waktunya, dan pada P2 dan P3 mengalami penurunan yang tidak jauh berbeda setiap waktunya.

Berdasarkan pengamatan media penyaring terhadap kadar logam besi (Fe) air lindi di dalam setiap perlakuan selama tiga puluh hari yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), maka didapat rekapitulasi data seperti diagram batang di bawah ini :

Berdasarkan diagram batang diatas dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan P1 dan P2 memperoleh hasil yang tidak jauh berbeda setiap harinya. Sedangkan, pada perlakuan P3 mengalami peningkatan pada hari ke 10 dan hari ke 30.

Nilai efektivitas penyerapan logam pada akar eceng gondok terhadap air lindi dapat disimpulkan bahwa nilai efektivitas penyerapan yang logam berat yang efektif pada kadar logam berat Fe yaitu pada perlakuan P3 hari ke 30 dengan memperoleh hasil 0.7586 mg/L. Sedangkan, nilai efektivitas penyerapan yang logam berat yang efektif pada kadar logam berat Cr

yaitu pada perlakuan P1 hari ke 10 dengan memperoleh hasil 0.1182

B. Pembahasan

Berdasarkan parameter fisika dan kimia pada air lindi selama remedia rerata suhu berkisar 27°C - $29,4^{\circ}\text{C}$, nilai pH mencirikan basa yang berkisaran $8.71 - 9.66$, bau pada hari ke 30 sudah mulai berkurang, dibandingkan dengan baku mutu air suhu ± 3 , pH 5, bau tidak berbau, logam Fe (1 ml/L), logam Cr (0.05 mg/L) sehingga hasil yang didapat lebih besar dari standar baku mutu air PERMENKES 2017.

Berdasarkan hasil penelitian yang diketahui logam berat pada Fe (besi) yang paling tinggi terdapat pada perlakuan P3 menggunakan media Ferrolit + PMK + Air Lindi + Eceng Gondok nilai efektivitas pada akar eceng gondok 0.7586%, dan Fe (besi) yang terendah P1 menggunakan media PMK + Air Lindi + Eceng Gondok nilai efektivitas pada akar eceng gondok -0.0078%. Logam berat Fe (besi) pada air lindi terdapat pada

mg/L.

P3 menggunakan media Ferrolit + PMK + Air Lindi + Eceng Gondok.

Berdasarkan hasil penelitian yang diketahui logam berat pada Cr (khromium) yang paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 menggunakan media PMK + Air Lindi + Eceng Gondok nilai efektivitas pada akar eceng gondok 0.1182%, dan Cr (khromium) yang terendah P1 menggunakan media PMK + Air Lindi + Eceng Gondok nilai efektivitas pada akar eceng gondok 0.0001%. Logam berat Cr (khromium) pada air lindi terdapat pada P1 menggunakan media PMK + Air Lindi + Eceng Gondok.

Menurut penelitian Lestari et all (2007) yang berjudul “Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Penyerapan Kadmium (Cd) Pada Leachate Tpa Gunung Tugel” menunjukan bahwa luas penutupan eceng gondok 75% optimal menurunkan Cd sebesar 29,279%. Waktu tinggal 6 hari optimal dalam

menurunkan kadar Cd sebesar 27,211%. 2. Kombinasi luas penutupan 75% dengan lama waktu

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 30 hari yang menggunakan media penyaring PMK, Zeolit, Ferolit. Penelitian ini Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lancang Kuning pada April-Mei 2019 dan Laboratorium LL DIKTI wilayah X Padang, Sumatera Barat. Yang mana penelitian menggunakan Metode *True experiment* dengan Rancangan Acak Lengkap yang mempunyai 4 perlakuan dan 5 kali pengulangan. Parameter yang dilihat pada penelitian ini yaitu penyerapan kadar logam berat besi (Fe) dan khromium (Cr) menggunakan tanaman eceng gondok.

Dapat disimpulkan bahwa Nilai efektivitas penyerapan logam berat Fe yaitu pada perlakuan P3 hari ke 30 dengan memperoleh hasil 0.7586 mg/L. Nilai efektivitas penyerapan logam berat Cr yang efektif yaitu pada

tinggal 6 hari optimal dalam menurunkan Cd adalah 39,770%.

perlakuan P1 hari ke 10 dengan memperoleh hasil 0.1182 mg/L.

Berdasarkan penelitian yang saya lakukan sebaiknya penelitian ini dilakukan di rumah kaca, karena apabila saat hujan melakukan penelitian ini maka air lindi tersebut akan terkontaminasi dengan air hujan sehingga membuat kadar logam berat yang berada di air lindi berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M. (2011). Monograf Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. Upn Press : Surabaya.

Anam, M, M. (2011). Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum Hyemale) dan Zeolit. Universitas Brawijaya, Malang.

- Anggraini, L. (2013). Zeolit dan manfaatnya. Tersedia. <http://sucilila.anggraini.fillos.wordpress.com/2013/04/nobeng-yo-do.pdf>.
- Azmir. Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Terhadap Kualitas Air Tambak Ikan di Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Merdeka. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2 (2010) 12-15.
- Badrus, Z., & Sutrisno, E. (2007). Studi Pengaruh Pencampuran Sampah Domestik, Sekam Padi, dan Ampas Tebu Dengan Metode Mac Donald Terhadap Kematangan Kompos. *Jurnal Presipitasi*. Vol. 2. No. 1. Hal. 1-7.
- Damanhuri, E., dan Tri, P., (2010). *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah, Institut Teknologi Bandung, Bandung*
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.
- Cetakan Kelima. Kanisius : Yogyakarta.
- Erni, M, Y., & Mukhlis. (2013). Pengaruh lindi (Leachate) Sampah Terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuanganakhir (TPA) Air Dingin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 7. No. 2. Hal. 54-59.
- Esmiralda., & Oktarina, D. (2012). Pengaruh COD, Fe, Dan NH3 Dalam Air Lindi Tpa Air Dingin Kota Padang Terhadap Nilai LC50. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*. Vol. 9. No. 1. Hal. 44-49.
- Fatnawati U, Sajidan & Suranto. (2010). Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Dalam Menurunkan Kadar Cr (VI) Dalam Limbah Cair Tekstil Hasil Pewarnaan. *Dalam: Seminar Pendidikan Biologi. Prodi Biosains Pascasarjana UNS. Surakarta*.

- Harjoso, T Dan A. S. D. Purwanto. (2002). Pemanfaatan Tanah Podzolik Merah Kuning Melalui Pemberian Pupuk Kandang dan EM4 Bagi Program Pengembangan Babi Corn. *Jurnal Pengembangan Desa*. 2 (2) 27-73
- Indrihastuti, D. (2004). Kandungan Kalsium Pada Biomassa Tanaman Acacia Mangium Willd Dan Pada Tanah Podzolik Merah Kuning Di Hjtan Industri. *Skripsi. Fakultas Kehutanan IPB*
- Juhaeti, T., Fauzia, S., & Nuril, H. (2005). Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Biodiversitas*, Vol. 6. No. 1. Hal. 31-33.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI NO. 907/MENKES/SK/VII/2002, *Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Depkes RI. Jakarta*
- Lestari, Dewi Yuanita. (2010). Kajian Modifikasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan. Tema: “Profesionalisme Peneliti dan Pendidik Dalam Riset dan Pembelajaran Berkualitas dan Berkarakter”, Universitas Yogyakarta.
- Liliya, D, S., & Suharto. (2011). Penurunan Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Dengan Media Zeolit Menggunakan Batch dan Metode Kontinyu. *Jurnal Agrointek*. Vol. 5. No. 2. Hal. 126-132.
- Mangkoedihardjo, S. (2005). Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah, Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III ITS (Online), <http://www.its.ac.id/sarwoko-enviro-seminar> %20 sampah% 20TL.pdf.

- Marsidi, R. (2001). Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 2(1): 1-10
- Maryati, (2007). Serapan Nitrogen Dan Fosfor Tanaman Bunga Matahari Yang Di Pupuk Urea Dan SP-6 Pada Tanah Utisol. *Jurnal Agrista*. 11(1): 11-28
- Nonong. (2010). Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi Dalam Air Lindi TPA, *Jurnal Pembelajaran Sains Vol 6, No 2, 257269*
- Palar, H, (2004), Pencemaran dan toksikologi logam berat, Rineka Cipta, Jakarta.
- Permenkes No. 32 Tahun (2017) Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solusi Perairan dan Pemandian Umum.
- Putra, I. M. & Purnomo, A. (2012) Studi Penggunaan Ferrolite sebagai Campuran Media Filter untuk Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Tersedia:<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper23944330810041-paper.pdf>
- Rahman, A. Dan B. Hartono. (2004). Penyaringan Air Tanah Dengan Zeolit Alami Untuk Menurunkan Kadar Besi Dan Mangan. *Makara Kesehatan* 8(1) : 1-6
- Rahman, M, U., Gul., Uihaq, M. Z. (2007). Reduction Of Chromium (VI) By Locally Isolated *Pseudomonas sp. CI71* "Turkey Jurnal Bio" 31. 2007 : 161-166
- Sari, E., & Martala, S. (2014). Analisis Kualitas Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Muara Fajar dan Pengaruhnya Terhadap Air Tanah. Laporan Penelitian. Fakultas Keguruan

- dan Ilmu Pendidikan Universtas Lancang Kuning Pekanbaru. Tidak di terbitkan.
- Schiavon, M. E. A. H. Pilon. Smits, M. Wirtz, R. Hell And M. Malagoli. (2008). Interactions Between Chromium And Sulfur Metabolism In *Brassica juncea*. *Journal Of Environmental Quality*. 37 : 1536-1545.
- Setyawan, D., & Handoko, P. (2003). Aktivitas Katalis Cr/Zeolit dalam Reaksi Konversi Katalik Fenol Dan Metal Isobutyl Keton. *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol. 4. No. 2.Hal.70-76.
- Sugiyono, (2008). Statistika Untuk Penelitian. Alfabeta : Bandung.
- Soeryoko, H. Kiat Pintar Memproduksi Kompos Dengan Pengurai Buatan Sendiri. Yogyakarta: Lily Publisher, 2011.
- Susiati. (2008. Kandungan logam berat cu, cr, zn, dan fe pada terumbu karang di perairan pulau panjang jepara.
- Tjitrosoepomo, G. (2009). Morfologi Tumbuhan. Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G. Taksonomi Tumbuhan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2007.
- Upit R.P, Asrul S.S, dan Nuning V.H. (2011). Kemampuan Tumbuhan Air Sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) yang Terdapat pada Limbah Cair Industri Batik, Berkala Perikanan Terubuk, ISSN 0126-4265 Vol. 39, No. 1 Februari 2011
- Wetzel, R.G. (2001). Limnology. Lake and River Ecosystem. Ed ke-3. Academic Press. San Diego. California. 1006 p.
- Widowati, Sastiono, R., Jusuf. (2008). Efek Toksik Logam. Andi Offset, Yogyakarta.