

Fitoremediasi Lindi TPA Pakusari Jember dengan Tanaman *Cyperus papyrus* sebagai Pengurai BOD dan COD

Senki Desta Galuh¹, Musarofa²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember¹
Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember²
E-mail: senki.desta@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Air lindi atau lebih dikenal dengan nama lain leachate ialah jenis limbah cair berasal dari air hujan yang menggenang pada timbunan sampah. Karakteristik limbah ini berbau busuk dengan kandungan konsentrasi zat organik maupun anorganik yang berbahaya jika dibiarkan tanpa pengolahan lebih lanjut. Kawasan TPA Pakusari merupakan salah satu Kawasan tempat pemrosesan akhir terluas dari (5) lima TPA yang berada di Kabupaten Jember. TPA Pakusari memiliki luas Kawasan sebesar 6,8 Ha dan tercatat 4.024.429 ton sampah disuplai dalam setiap bulan. Metode Fitoremediasi menggunakan tanaman *Cyperus papyrus* akan digunakan sebagai objek dalam pengurai kandungan BOD dan COD pada air lindi di TPA Pakusari guna membantu memaksimalkan metode aerob dan filtrasi yang telah ada di kawasan. Pengambilan sample uji akan dilakukan pada 2 (dua) titik lokasi, yaitu pada titik kolam penampungan sebelum masuk pengolahan dan pada titik kolam aerob. Pada kedua sample tersebut nantinya akan dilakukan perlakuan pengolahan selama 24 jam dengan metode fitoremediasi. Hasil dari proses fitoremediasi diperoleh penurunan kandungan BOD dan COD sebesar 76,09% dan 76,09% untuk masing-masing parameter.

Kata Kunci: air lindi, BOD, COD, *Cyperus papyrus*, fitoremediasi.

Abstract

Leachate is a type of liquid waste derived from rainwater that stagnates in waste piles. The characteristics of this waste are foul-smelling with a dangerous concentration of organic and inorganic substances if left without further treatment. The Pakusari landfill area is one of the largest final processing areas of the (5) five landfills located in Jember Regency. Pakusari Landfill has an area of 6.8 Ha and recorded 4,024,429 tons of waste supplied in each month. The Phytoremediation method using *Cyperus papyrus* plants will be used as an object in breaking down the BOD and COD content in leachate water at Pakusari Landfill to help maximize the aerobic and filtration methods that already exist in the area. Test sampling will be carried out at 2 (two) location points, namely at the holding pond point before entering the processing and at the aerobic pond point. Both samples will be treated for 24 hours with the phytoremediation method. The results of the phytoremediation process obtained a decrease in BOD and COD content of 76.09% and 76.09% for each parameter.

Keywords: leachate water BOD, COD, *Cyperus papyrus*, phytoremediation.

1. PENDAHULUAN

Air lindi yang terpapar dengan volume cukup tinggi di tanah dapat terserap hingga menyentuh pori-pori tanah. Dampaknya, air tanah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat

melalui air sumur pun dapat ikut tercemar. Hal ini tentunya sangat merugikan, mengingat air tanah masih menjadi salah satu sumber air utama bagi masyarakat Indonesia, khususnya disekitar TPA Pakusari. Setidaknya terdapat 7 (tujuh) Kecamatan penyumbang sampah di TPA Pakusari dengan data tercatat setiap bulannya sebesar 4.024.429 ton sampah masuk organik maupun anorganik.

(Sari & Afdal, 2017) menyatakan Air lindi pada TPA umumnya akan memiliki kandungan COD dan BOD serta logam berat Pb yang cukup tinggi dan dapat melebihi nilai dari baku mutu lingkungan pada beberapa titik tertentu di kawasan. Air lindi yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai masalah pada lingkungan, salah satunya adalah dapat mencemari badan air maupun air tanah disekitarnya (Aminah et al., 2017) yang berdampak masalah Kesehatan (Hartini & Yulianto, 2018). Menurut Permen LHK Nomor P.59 tahun 2016 menyatakan baku mutu air lindi pada tempat pemroses akhir sampah yang dapat menimbulkan dampak diantaranya tingginya kandungan COD dan BOD dalam jumlah besar.

Fitoremediasi merupakan metode pengolahan air limbah secara biologis dengan bantuan tanaman cyperus papyrus sebagai objek pengurai. Metode ini cukup sederhana berupa kolam penampungan yang didalamnya diberikan tanaman papyrus sebagai proses pemercepatan penurunan kandungan air limbah pada saat air limbah melalui proses aerobik. Pada penelitiannya sebelumnya, peneliti (Caroline & Moa, 2015; Galuh et al., 2021) Waste Water Treatment Analysis of Soybean Industry Using Wetlands System yang menggunakan tanaman cyperus papyrus menghasilkan luaran penurunan BOD dari 1195 mg/L menjadi 31,8 mg/L dan penurunan COD dari 2883 mg/L menjadi 64,4 mg/L. Angka penurunan yang sangat signifikan ini belum diketahui proses keefektifan jika air limbah yang digunakan berupa air lindi.

Kelebihan metode ini sangat mudah digunakan dan dioperasikan, tidak memerlukan bangunan konstruksi baru sebab dapat diaplikasikan pada bangunan konstruksi aerob yang telah ada pada kawasan dengan menambahkan tanaman cyperus papyrus yang sangat mudah didapatkan di lingkungan sekitar kawasan.

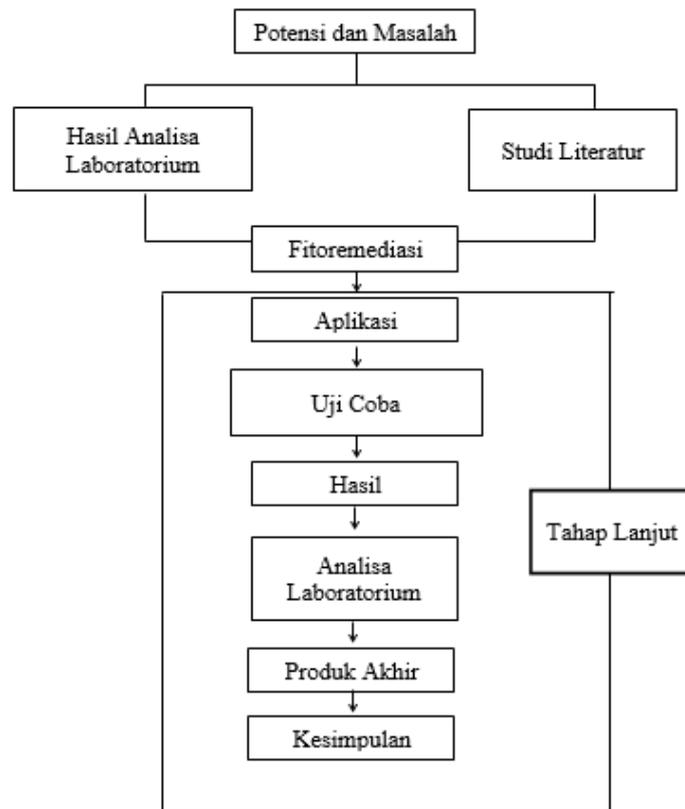
2. METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan model 4 D terdiri dari empat tahapan. Tahapan yang harus dilaksanakan adalah seperti diagram alir pada Gambar 1. Diagram alir digambarkan memuat tahapan secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

2.1 Potensi Masalah

Tahap potensi masalah bertujuan untuk menganalisa dampak positif dan negatif dari operasional kawasan tempat pemrosesan akhir sampah Pakusari. Tahap potensi masalah mencakup dua langkah pokok yaitu hasil analisis laboratorium terhadap air lindi yang diambil dari 2 titik kawasan tempat pemrosesan akhir Pakusari dan berbagai studi literatur terkait air lindi dari kawasan tempat pemrosesan akhir kawasan lainnya.

Peneliti perlu melakukan studi literatur guna mencari informasi terhadap air lindi yang dihasilkan oleh Kawasan tempat pemrosesan akhir. Studi literatur berguna dan bertujuan untuk mengumpulkan segala temuan penelitian atau informasi lain yang memiliki persamaan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Study literatur juga berguna untuk mengetahui karakteristik dan lingkungan yang berbeda.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Potensi Masalah

Tahap potensi masalah bertujuan untuk menganalisa dampak positif dan negatif dari operasional kawasan tempat pemrosesan akhir sampah Pakusari. Tahap potensi masalah mencakup dua langkah pokok yaitu hasil analisis laboratorium terhadap air lindi yang diambil dari 2 titik kawasan tempat pemrosesan akhir Pakusari dan berbagai studi literatur terkait air lindi dari kawasan tempat pemrosesan akhir kawasan lainnya.

Peneliti perlu melakukan studi literatur guna mencari informasi terhadap air lindi yang dihasilkan oleh Kawasan tempat pemrosesan akhir. Studi literatur berguna dan bertujuan untuk mengumpulkan segala temuan penelitian atau informasi lain yang memiliki persamaan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Study literatur juga berguna untuk mengetahui karakteristik dan lingkungan yang berbeda.

2.3 Tahap Desain Fitoremediasi

Tahap desain ialah perancangan proses fitoremediasi yang akan dioperasikan. Desain dimulai dari menganalisis data hasil laboratorium dan studi literatur yang telah diperoleh, data dan informasi tersebut yang digunakan sebagai rangkain dalam menyusun desain. Tahapan dalam desain diantaranya: (a) menganalisis hasil laboratorium dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016, Baku Mutu Air Lindi bagi Usaha Tempat Pemrosesan Akhir Sampah; (b) melakukan analisis studi literatur terhadap media fitoremediasi dan tanaman air *Cyperus papyrus*; (c) menentukan posisi terbaik pada titik pengambilan sampel;

2.4 Tahap Lanjut

Tahap lanjut ialah mewujudkan proses rancangan fitoremediasi. Langkah pada tahap lanjut yaitu mengaplikasikan proses yang akan digunakan sebagai sarana uji coba pengolahan air lindi kawasan tempat pemrosesan akhir. Setelah proses tersebut selesai diaplikasikan maka selanjutnya memasuki tahap uji coba, yang mana dalam tahap ini sample akan diuji menggunakan proses fitoremediasi dengan *Cyperus Papyrus* sebagai objek. Hasil dari tahap proses uji coba tersebut akan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa dan menjadi produk akhir dari penerapan proses fitoremediasi dalam pengelolaan air lindi di kawasan tempat pemrosesan akhir sampah Kecamatan Pakusari Kabupaten Jember. Parameter dari kelayakan desain tersebut mengacu kepada permen LHK No. P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang Baku Mutu Air Lindi bagi Usaha Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Air Lindi

Air lindi merupakan air limbah yang telah terkontaminasi dengan mengandung banyak material terlarut dan terendapkan. Karakteristik dari air limbah tersebut tergantung dari proses yang terjadi dalam landfill di setiap Kawasan TPA. Adapun kandungannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya angka curah hujan di Kawasan TPA, jenis sampah terdeposit, dan kondisi spesifik Kawasan TPA.

Menurut (Damanhuri & Tri, 2010) Lindi atau *leachate* ialah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah. Sedangkan menurut (Sari & Afdal, 2017) mengemukakan bahwa air lindi merupakan cairan yang terkontaminasi zat kimia dan logam berat yang berbahaya bagi lingkungan.

(Malita et al., 2015) pada 2015 dalam penelitian yang berjudul karakterisasi mineral magnetik lindi (leachate) tpa air dingin kota padang menggunakan scanning electron microscopice (SEM) menyatakan bahwa morfologi lindi yang memiliki ukuran dan bentuk bulir yang sama. Ukuran bulir magnetik pada lindi berukuran lebih besar dari 20 μm dan termasuk dalam kelompok multidomain (MD). Ukuran bulir mineral magnetik didominasi dengan bentuk bulat (spherules) dan banyak rengkahan karena berasal dari proses antropogenik. Hasil pengamatan yang sama dari sampel sungai, coring dan selokan ukuran bulir magnetik lebih besar dari 20 μm dan termasuk dalam kelompok multidomain (MD). Ukuran bulir mineral magnetik didominasi dengan bentuk persegi dan banyak rengkahan.

Kandungan air lindi terdiri dari zat organik, zat anorganik dan logam berat (Koda et al., 2017). Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biochemical Oxygen Demand (BOD) yang terkandung dalam air lindi sering digunakan untuk mengetahui kandungan zat organik dalam air. COD dan BOD adalah dua diantara parameter kualitas air di Indonesia berdasarkan PP Republik Indonesia No.82 Tahun 2001. Pada umumnya, kandungan organik COD dan BOD dalam air dikaji untuk yang menggambarkan banyaknya zat organik yang terlarut pada air tersebut. Menurut Koda et al. (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa COD dan BOD merupakan indikator untuk menentukan kualitas air lindi

3.2 Fitoremediasi

Fitoremediasi ialah suatu Teknik dalam mendegradasikan kandungan pada air limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Pada fitoremediasi digunakan bermacam tanaman dan bagian-bagian tanaman tersebut untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang terkait dengan air limbah.

Pada tahun 2017 (Djo et al., 2017) dalam penelitian Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana menghasilkan luaran Konsentrasi awal COD, Cu dan Cr sebelum perlakuan adalah 47,04; 0,375; dan 2,58 mg/L kemudian setelah perlakuan selama 14 hari menjadi 26,34; 0,111; dan 0,72 mg/L. Efektivitas penurunan COD, Cu dan Cr berturut-turut 42,36%, 68,73%, dan 42,40%. Daya serap eceng gondok terhadap COD, Cu, dan Cr berturut-turut 0,1232; 0,0016; dan 0,0051 mg/g eceng gondok.

Penggunaan metode fitoremediasi pada limbah industry peleburan tembaga dan kuning. Hasil penelitian menunjukkan, biomassa tanaman terbesar pada reaktor kontrol sebesar 92,5%, sedangkan biomassa tanaman pada reaktor limbah sebesar 84,52%. Tanaman mampu menurunkan konsentrasi timbal pada reaktor limbah hingga < 0,0764 mg/L. Tanaman menyerap logam timbal dari reaktor limbah sebesar 4,87 mg/kg dengan persentase penyisihan 81,72% dan dari reaktor kontrol sebesar 6,38 mg/kg dengan persentase penyisihan 86,05%. Efisiensi penyerapan tertinggi pada reaktor limbah sebesar 55,97% sedangkan reaktor kontrol sebesar 0% (Caroline & Moa, 2015).

Dalam penelitian lain terkait, (Al Kholif et al., 2020) menggunakan tanaman bambu air sebagai objek proses fitoremediasi. Hasil luaran penelitian menunjukkan bahwa Bambu Air (*Equisetum hyemale*) mampu menyisihkan kadar BOD5 sebesar 90,34 % sedangkan untuk kadar COD terjadi efisiensi sebesar 89,67%.

3.3 Hasil Pengujian

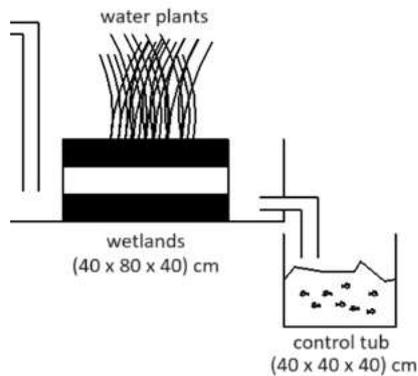
Air lindi atau leachate yang dihasilkan dari TPA Pakusari dinilai meresahkan warga karena berdampak pada pencemaran air sumur warga. Hasil dari laboratorium menunjukkan bahwa kandungan BOD dan COD dari lindi yang diambil pada kolam aerob masih berada diatas baku mutu yang ditentukan oleh Permen LHK No. 56 Tahun 2016. Apabila dalam kondisi ini air lindi dilepaskan ke lingkungan akan berdampak luas pada pencemaran di lingkungan sekitar.

Tabel 1. Hasil analisis laboratorium sebelum fitoremediasi

No	Parameter	Metode	Unit	Hasil	Permen LHK 56 / 2016
1.	pH	SNI 6989.11-2019	-	7,76	6-9
2.	Temperature	SNI 06-6989.23-2005	°C	31	-
3.	BOD	SNI 6989.72-2009	mg/l	162,7	150
4.	COD	SNI 6989.2-2019	mg/l	404,8	300

Setelah menganalisis hasil tes laboratorium dan tes langsung, dirancanglah suatu pemodelan pengolahan dengan menggunakan tumbuhan *Cyperus papyrus* (Gambar 2) di lokasi penelitian yang berfungsi untuk mereduksi kandungan organik (COD dan BOD) dari air lindi TPA Pakusari. Desain ini suatu pengembangan dari berbagai study literatur yang telah dilaksanakan, diantaranya study literatur hasil penelitian mengenai pengolahan air lindi ;

(Caroline & Moa, 2015) dan (Al Kholif et al., 2020). Serta study literatur berupa penggunaan *Cyperus papyrus* dalam pengolahan air limbah oleh (Rahmawati et al., 2022).



Gambar 2. Desain *wetlands* pengolahan air lindi

Tanaman Papyrus sudah teruji sebagai tumbuhan yang mampu mengurangi limbah dari pencemaran organik (Musarofa et al., 2018). Tanaman papyrus yang memiliki potensi dalam memproduksi biomassa yang cukup besar membuatnya menjadi salah satu tanaman yang cocok apabila diaplikasikan untuk remediasi limbah organik (Sitoresmi & Purwanti, 2015) seperti halnya air lindi. Air lindi memiliki kandungan organik yang cukup besar didalamnya, yang diidentifikasi dengan tingginya nilai BOD dalam air lindi (Laili, 2021). Bahan organik yang terdapat dalam air lindi akan dirombak oleh papyrus menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mampu dimanfaatkan untuk nutrisi pertumbuhan, sebagai sumber energi, dan dapat menghasilkan oksigen dalam proses metabolismenya bagi kehidupannya (Ramadhani et al., 2019). Proses pembuatan media fitoremediasi seperti yang tampak pada Gambar 3, memberikan efisiensi hasil pengolahan yang cukup baik.



Gambar 3. Media dalam reaktor *wetlands*

Hasil pengolahan dengan menggunakan papyrus menghasilkan penurunan pada BOD sebesar 76,09 %. Untuk kadar COD selama proses remediasi mengalami penurunan sebanyak 76,09%. Bila ditinjau dari hasil penurunannya terhadap baku mutu Permen LHK 56/2016, BOD dan COD yang dihasilkan dari proses ini telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Penurunan dari kandungan BOD dan COD dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain waktu retensi dari limbah, kondisi tanaman, dan juga kadar keasaman lindi.

Tabel 2 Hasil pengolahan air lindi setelah fitoremediasi

No	Parameter	Metode	Unit	Hasil	Permen LHK 56 / 2016
1.	pH	SNI 6989.11-2019	-	7,93	6-9
2.	TSS	SNI 6989.3-2019	mg/l	30	100
3.	BOD	SNI 6989.72-2009	mg/l	38,9	150
4.	COD	SNI 6989.2-2019	mg/l	96,8	300

Dari hasil pengamatan kadar asam yang dihasilkan selama proses tidak mengalami perubahan yang signifikan (tetap dalam kondisi netral) yaitu dari 7,76 – 7,93, sehingga dalam hal ini papirus tidak mengganggu output dari hasil pengolahan melainkan hanya mengambil nutrisi penting yang terkandung dari air lindi.

4. KESIMPULAN

Penggunaan Tanaman Papirus (*Cyperus papyrus*) terbukti mampu menurunkan kadar pencemaran BOD dan COD yang dihasilkan dari air lindi yang berada di TPA Pakusari. Kadar BOD pada air lindi yang diujikan mengalami penurunan sebesar 76,09% dan kadar COD juga menurun sebesar 76,09%. Dalam prosesnya air lindi tidak mengalami perubahan pH dan tetap pada kondisi pH netral yaitu antara 7,76- 7,93. Berdasarkan permen LHK no 56 tahun 2016 tentang baku mutu air lindi, hasil pengolahan menggunakan Tanaman Papirus mampu memberikan penilaian untuk memenuhi baku mutu air lindi yang akan dibuang sehingga penggunaan tanaman ini dinilai mampu memenuhi baku mutu pengolahan air lindi di TPA Pakusari.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Hidayat, S., Sutrisno, J., & Suning. (2020). Pengaruh Tanaman Bintang Air (*Cyperus Papyrus*) Dan Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) Dalam Mengolah Limbah Domestik. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1), 703–710. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1596>
- Aminah, S., Sudarno, & Purwono. (2017). Pengaruh Aerasi Terhadap Karakteristik Lindi Hasil Pengolahan Sampah Organik Secara Biodrying Studi Kasus: Sayuran Kangkung. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1).
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 733–744.
- Damanhuri, E., & Tri, P. (2010). *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2), 137–144.
- Galuh, S. D., Al-Rosyid, L. M., & Sujarwadi, A. R. (2021). Waste Water Treatment Analysis of Soybean Industry Using Wetlands System. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 291–295.

- Hartini, E., & Yulianto, Y. (2018). Kajian Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Ciangir Terhadap Kualitas Air dan Udara. *Jurnal Siliwangi*, 4(1).
- Koda, E., Miszkowska, A., & Siczka, A. (2017). Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste Management Site. *Applied Sciences*, 7(6), 638. <https://doi.org/10.3390/app7060638>
- Laili, F. (2021). *Analisa Kualitas Air Lindi dan Potensi Penyebarannya ke Lingkungan Sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Malita, Y. A., Ratnawulan, & Mufit, F. (2015). Karakterisasi Mineral Magnetik Lindi (Leachate) TPA Air Dingin Kota Padang Menggunakan Scanning Electron Microscopie (SEM). *Pillar of Physics*, 5(April), 81–88.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016, Baku Mutu Air Lindi bagi Usaha Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. 1–12.
- Musarofa, Radityaningrum, A. D., & Kusuma, M. N. (2018). Penurunan TSS, BOD, Escherichia Coli Pada Limbah Tangki Septik Menggunakan Tanaman Cyperus Papyrus Pada Pengolahan Constructed Wetland. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 419–424.
- Rahmawati, A., Noerhayati, E., Sholikhin, G. N., & Sahroni, M. I. (2022). Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Cyperus papyrus. *Jurnal Envirotek*, 14(2), 164–168. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v14i2.231>
- Ramadhani, J., Asrifah, Rr. D., & Wahyuning, I. W. (2019). Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Constructed Wetland di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus. *Lingkungan Kebumihan*, 1(2), 1–8.
- Sari, R. N., & Afdal. (2017). Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand*, 6(1), 93–99.
- Sitoresmi, P. W., & Purwanti, I. F. (2015). *Pemanfaatan Constructed Wetland dengan Tanaman Papyrus (Cyperus papyrus) untuk Pengolahan Surfaktan dalam Air Limbah Laundry*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.