

Fikoremediasi Kualitas Lindi TPA Jatibarang Terhadap Efektifitas *Lemna minor* dan *Ipomoea aquatica*

Erwin Nofiyanto¹, Tri Retnaningsih Soeprbowati², dan Munifatul Izzati³

¹Magister Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro; e-mail : nofiyantoerwin@gmail.com

²Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro

³Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

ABSTRAK

TPA Jatibarang adalah satu-satunya tempat pemrosesan akhir sampah di kota Semarang, yang menghasilkan air lindi dalam jumlah yang besar dengan tingkat polutan yang sangat tinggi seperti amonia-nitrogen, logam berat, garam anorganik dan diklorinasi organik sehingga perlu dilakukan remediasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui fikoremediasi kualitas lindi TPA Jatibarang terhadap efektifitas *Lemna minor* dan *Ipomoea aquatica*. Sampel kelimpahan fitoplankton diambil dari 4 aeraktor yaitu Kontrol tanpa tanaman, *Lemna minor*, *Ipomoea aquatica*, campuran *Lemna minor* dan *Ipomoea aquatica* yang diujikan kualitas air lindi (BOD, COD dan TSS) selama 20 hari dengan konsentrasi lindi 100%. Hasil penelitian menunjukkan terdapat fitoplankton yang mampu hidup di lindi yaitu *Chlorella* sp yang dapat di jadikan fikoremediasi kualitas air lindi. Kelimpahan *Chlorella* sp paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol tanpa tanaman, dimana cahaya matahari dapat langsung masuk ke badan air sehingga *Chlorella* sp. mampu melakukan proses fotosintesis secara maksimal sedangkan kelimpahan *Chlorella* sp. paling rendah pada perlakuan *Lemna minor* dimana cahaya matahari sulit menembus badan air karena tertutup rapat oleh daun *Lemna minor*. BOD, COD dan TSS mengalami penurunan paling tinggi pada hari kelima masing-masing 55%, 55% dan 60% pada perlakuan kontrol. Remediasi kualitas air lindi dengan konsentrasi 100% kurang efektif dalam penurunan bahan organik-anorganik sehingga harus diencerkan terlebih dahulu.

Kata kunci: Fitoplankton, *Ipomoea aquatica*, *Lemna minor*, dan Lindi

ABSTRACT

The Jatibarang landfill is the only final waste disposal site in the city of Semarang, which produces large amounts of leachate with very high levels of pollutants such as ammonia-nitrogen, heavy metals, inorganic salts and chlorinated organics so remediation needs to be done. The purpose of this study was to determine the phycoremediation of the quality of leachate in Jatibarang landfill against the effectiveness of *Lemna minor* and *Ipomoea aquatica*. Phytoplankton abundance samples were taken from 4 aeractors namely Control without plants, *Lemna minor*, *Ipomoea aquatica*, mixture of *Lemna minor* and *Ipomoea aquatica* which tested the quality of leachate (BOD, COD and TSS) for 20 days with 100% leachate concentration. The results showed that there were phytoplankton which were able to live in leachate, namely *Chlorella* sp which could be made into phycoremediation of leachate quality. The highest abundance of *Chlorella* sp occurs in the control treatment without plants, where sunlight can enter the body directly and so *Chlorella* sp. able to carry out photosynthesis maximally while abundance of *Chlorella* sp. the lowest at *Lemna minor* treatment where sunlight is difficult to penetrate the water body because it is tightly closed by *Lemna minor* leaves. BOD, COD and TSS on the fifth day decreased 55%, 55% and 60% respectively in the control treatment. Remediation of the quality of leachate with a concentration of 100% is less effective in decreasing inorganic organic matter so it must be diluted first.

Keywords: Phytoplankton, *Ipomoea aquatica*, *Lemna minor*, and leachate

Citation: Nofiyanto, E., Soeprbowati, T.R., dan Izzati, M. (2019). Fikoremediasi Kualitas Lindi TPA Jatibarang Terhadap Efektifitas *Lemna minor* dan *Ipomoea aquatica*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(1), 107-112, doi:10.14710/jil.17.1.107-112

1. Pendahuluan

TPA Jatibarang adalah satu-satunya Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah di kota Semarang, yang menghasilkan air lindi dalam jumlah yang besar dengan tingkat polutan yang sangat tinggi, seperti amonia-nitrogen, logam berat, garam anorganik dan diklorinasi organik. Lindi merupakan cairan dengan bau tidak sedap dan warna gelap yang umumnya

mengandung bahan organik dan anorganik tinggi (Peng, 2017).

Komposisi kimia dan mikrobiologis dari TPA lindi bersifat kompleks dan bervariasi, karena merupakan hasil endapan sisa buangan, hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, cara operasional tempat pembuangan sampah dan proses dekomposisi sampah (El-fadel *et al.*, 2002 ; Kjeldsen *et al.*, 2002). Kandungan organik dan kelembaban

yang tinggi pada awal proses biodegradasi dapat mempengaruhi kualitas pengolahan lindi (El-fadel *et al.*, 2002).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 59 tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/ Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah untuk kadar paling tinggi pH 6-9, BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, TSS 100 mg/L, dan Kadmium 0,1 mg/L. Pada pengolahan konvensional efluen yang dihasilkan TPA Jatibarang masih jauh dari standar baku mutu yang diizinkan. Kadar logam berat Kadmium (Cd) pada outlet air lindi TPA Jatibarang adalah 0,862 mg/L (Silaban *et al.*, 2017), Nilai BOD 1600 mg/L, COD 4000 mg/L, TSS 522 mg/L (Rezagama *et al.* 2016), Nilai COD 4200 mg/L, TSS 814 mg/L (Christianty, *et al.* 2017) sehingga perlu pengelolaan lebih lanjut.

Remediasi (pemulihan) kondisi sumber air dan tanah terkontaminasi yang dilakukan secara fisik, kimia dan biologi, secara biologi dinamakan bioremediasi yaitu penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan (Priadie, 2012). Berdasarkan organisme yang digunakan, maka bioremediasi terdiri dari (mikro) bioremediasi, fikoremediasi, mikoremediasi, dan fitoremediasi. Penelitian ini menggunakan fitoremediasi yaitu pemanfaatan tanaman hijau untuk pembuangan limbah dan pengendalian limbah, terutama untuk limbah berbahaya seperti logam berat (McCutcheon, *et al.* 2008) dan Fikoremediasi merupakan salah satu proses bioremediasi dengan menggunakan mikroalga (Rao *et al.*, 2011).

Tumbuhan dapat dijadikan penyerap logam berat atau polutan harus mempunyai sifat fitoremediator, indikator tumbuhan fitoremediator ialah dapat tumbuh atau toleran terhadap polutan tinggi (Peer, *et al.* 2005). *Lemna minor* sangat efektif untuk pengujian toksisitas dan remediasi karena mempunyai ukuran kecil, pertumbuhan cepat, struktur internal sederhana dan toleran terhadap kondisi lingkungan seperti pH dan Suhu (Kara, *et al.* 2003). Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) termasuk tumbuhan yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas terhadap berbagai cekaman (Wang, *et al.* 2008). Air lindi mengandung berbagai nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh organisme autotrof. Organisme autotrof seperti mikroalga merupakan bioremediator yang handal (Soeprbowati, *et al.* 2013). Pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* semakin meningkat hingga kepadatan sel 81 dan 105 kali lipat, menurunkan NH₄-N, PO₄⁽³⁾-P, COD masing-masing 76,1, 75,8 dan 71,6 % dari 10% air lindi (Huang, 2002).

Kandungan polutan pada lindi dapat memberikan efek toksik pada organisme, begitu pula organisme mempunyai kemampuan dalam meremediasi polutan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk Fikoremediasi kualitas lindi TPA Jatibarang terhadap efektifitas *Lemna minor* dan *Ipomoea aquatica*.

2. Bahan dan Metode

2.1. Koleksi sampel

Pengambilan sampel air lindi di lakukan di kolam TPA Jatibarang Kota Semarang, Jawa Tengah Indonesia, terletak di Jatibarang Kelurahan Kedungpane Kecamatan Mijen, Satu-satunya TPA yang terdapat di Kota Semarang (dapat di lihat pada Gambar 1). *L.minor* dan *I.aquatica* di ambil dari kolam budidaya kemudian di aklimatisasi selama 2 minggu sebelum digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. Kolam pengambilan bahan lindi

2.2. Metode

Perlakuan menggunakan desain RAL terdiri dari 4 percobaan, 3 kali ulangan yaitu *L.minor*, *I.aquatica*, campuran *L.minor* dan *I.aquatica* dan Kontrol tanpa tanaman. Pengukuran parameter fisika-kimia dan populasi fitoplankton di ukur setiap 5 hari sekali selama 20 hari. Parameter fisika seperti pH dilakukan secara *in-situ* di setiap percobaan, sedangkan parameter kimia terdiri dari *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Cadmium (Cd) dilakukan secara *ex-situ* dengan Metode analisis menggunakan spektrofotometri Serapan Atom (AAS).

3. Analisis sampel

Sampel air lindi untuk tujuan analisis populasi fitoplankton dikumpulkan menggunakan plankton net (25 µm dalam ukuran mesh) kemudian diawetkan dengan larutan lugol 10% dan analisis sampel dilakukan secara *ex-situ* di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Indonesia. Fitoplankton diidentifikasi secara taksonomi menggunakan mikroskop cahaya, Kelimpahan fitoplankton dihitung berdasarkan rumus (APHA, 2005).

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P1}{P2} \times \frac{V1}{V2} \times \frac{1}{W}$$

Dimana : N : Kelimpahan plankton (sel L)

T : Jumlah kotak dalam SRC (1000mm²)

L : Jumlah kotak dalam satu lapang pandang (mm²)

P1 : Jumlah plankton yang teramati

P2 : Jumlah kotak SRC yang diamati
 V1 : Volume air dalam botol sampel (ml)
 V2 : Volume air dalam kotak SRC
 W : Volume air saluran yang tersaring (L)

4. Analisis Data

Air lindi sebelumnya di lakukan pengujian BOD, COD, TSS dan Cd terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan bahan organik dan logam berat awal, serta di lakukan pengamatan populasi fitoplankton. Data bahan organik dan logam berat yang diperoleh dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 59

tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/ Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Parameter Karakteristik Awal Lindi

Karakteristik awal lindi di TPA Jatibarang untuk kandungan BOD, COD, TSS dan Cd dilakukan pengujian karena sesuai penelitian (Rezagama *et al.* 2016; Christianty, *et al.* 2017; Silaban *et al.*, 2017) masih jauh di atas baku mutu yang diijinkan, dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kandungan BOD, COD, TSS dan Cd di TPA Jatibarang Semarang berdasarkan penelitian terdahulu

| No | Parameter | Konsentrasi | Kadar maksimum (mg L-1) | Sumber |
|----|-----------|-------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 | BOD | 1600 | 150 | Rezagama, <i>et al.</i> 2016 |
| | COD | 4000 | 300 | |
| | TSS | 522 | 100 | |
| | pH | 8,5 | 6-9 | |
| 2 | COD | 4200 | 300 | Christianty, <i>et al.</i> 2017 |
| | TSS | 814 | 100 | |
| | pH | 8,9 | 6-9 | |
| 3 | Cd | 0,862 | 0,1 | Silaban, <i>et al.</i> 2017 |
| | pH | 7 | 6-9 | |

Hasil kandungan polutan atau logam berat di TPA Jatibarang Semarang berdasarkan penelitian terdahulu didapatkan hasil BOD, COD, TSS dan Cd melebihi kadar maksimum baku mutu lindi yang di

ijinkan sehingga penelitian data awal dilakukan sebelum percobaan, terhadap kandungan air lindi di TPA Jatibarang Semarang. Hasil data karakteristik awal lindi TPA Jatibarang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil karakteristik awal lindi TPA Jatibarang

| No | Parameter | Konsentrasi | Baku Mutu (mg/L) |
|----|-----------|-------------|------------------|
| 1 | BOD | 1395 | 150 |
| 2 | COD | 2717 | 300 |
| 3 | TSS | 405 | 100 |
| 4 | Cd | <0,002 | 0,1 |

Hasil karakteristik lindi TPA Jatibarang dapat di lihat pada Tabel 2. nilai BOD, COD dan TSS sebesar 1395 mg/L, 2717 mg/L dan 405 mg/L dimana masih di atas baku mutu, sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 59 tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/ Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, sehingga di lakukan fitoremediasi menggunakan tanaman *L.minor* dan *I.aquatica*. Konsentrasi Cd sebesar <0,002 nilai ini menunjukkan sudah dibawah baku mutu yang diijinkan. TPA Jatibarang yang dijadikan pengambilan sampel merupakan kolam lindi yang masih baru, berumur sekitar 5 tahun. TPA yang telah beroperasi selama lima tahun memiliki BOD 980 mg/L dan COD 3552 mg/L (Salem, *et al.* 2008). Umur TPA mempengaruhi kualitas Organik Anorganik (Kulikowska, *et al.* 2008).

5.2. Analisis *L.minor* dan *I.aquatica* sebagai tanaman Fitoremediasi

Hasil analisis *L.minor* dan *I.aquatica* lindi dengan parameter BOD, COD dan TSS pada 4

perlakuan yaitu *L.minor*, *I.aquatica*, campuran *L.minor* dan *I.aquatica*, kontrol tanpa tanaman dibandingkan dengan kualitas air lindi awal (Tabel 2), dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisis *L.minor* dan *I.aquatica* pada air lindi dapat di lihat pada Tabel 3. Kandungan BOD, COD dan TSS pada lindi masih jauh di atas baku mutu setelah dilakukan perlakuan selama duapuluh hari, hal ini dikarenakan waktu penelitian masih menggunakan lindi dengan konsentrasi 100% sehingga tidak efektif dalam penurunan kualitas air lindi, hal ini dapat direkomendasikan setiap penelitian lindi harus diencerkan terlebih dahulu.

L.minor dapat menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada limbah domestik 76, 54 % pada konsentrasi limbah 50%, dan 72,44 % pada konsentrasi 20% (Endro, *et al.* 2010). Hasil pengamatan yang telah dilakukan penurunan terjadi pada hari kelima, kemudian mengalami kenaikan pada hari kesepuluh dan limabelas walaupun pada hari kedua puluh mengalami penurunan kembali terjadi karena setelah hari kelima pertumbuhan

tanaman mengalami penurunan dimana proses fisiologi dari tanaman terganggu ditunjukkan daun *L.minor* di air lindi warnanya menguning (klorosis) yang menandakan bahwa *L.minor* tidak bisa survive karena kandungan polutan lindi yang sangat tinggi. sesuai penelitian Mackenzie *et al.*, (2003) Pertumbuhan dan kandungan klorofil daun *L.minor*

menurun setelah tujuh hari terkena paparan lindi. *L.minor* juga cukup signifikan penurunan BOD, COD dan TSS Selama 5 hari perlakuan sesuai penelitian Valderrama, *et al.* (2002). *L.minor* selama 5 hari mampu tumbuh pada air lindi dan dapat mengurangi bahan organik serta warna hingga 52%.

Tabel 3. Hasil Analisis *L.minor* dan *I.aquatica* pada lindi

| Parameter | Hari | Kontrol | <i>L.minor</i> | <i>I. aquatica</i> | Campuran <i>L.minor</i> and <i>I.aquatica</i> | Baku Mutu* |
|-----------|------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---|------------|
| BOD | 5 | 625±5 ^a | 663±11.27 ^b | 705±6.24 ^c | 785±2.07 | 150 |
| | 10 | 643±52.05 ^a | 808±19.00 ^b | 1050±56.63 ^c | 865±63.38 | |
| | 15 | 703±3 ^a | 1105±73 ^c | 900±81.85 ^b | 1163±6.08 | |
| | 20 | 563±9.54 ^a | 498±298.5 ^a | 700±16 ^a | 583±91.59 | |
| COD | 5 | 1219±17.69 ^a | 1295±23.07 ^b | 1386±3.00 ^c | 1538±1538 | 300 |
| | 10 | 1249±124.35 ^a | 1569±7.94 ^b | 2057±14.93 ^c | 1691±1691 | |
| | 15 | 1375±45.9 ^a | 2138±68.74 ^c | 1793±3 ^b | 2271±2271 | |
| | 20 | 1109±1 ^a | 968±10.14 ^a | 1359±244.99 ^b | 1140±1140 | |
| TSS | 5 | 164±8.72 ^a | 305±6.08 ^b | 190±15.62 ^a | 334±22.52 | 100 |
| | 10 | 107±11.36 ^a | 110±13.00 ^a | 201±26.29 ^b | 197±28.69 | |
| | 15 | 82±4.58 ^a | 353±9 ^c | 244±11.53 ^b | 357±6.56 | |
| | 20 | 73±19 ^a | 50±20.95 ^a | 197±24.06 ^b | 228±7.21 | |

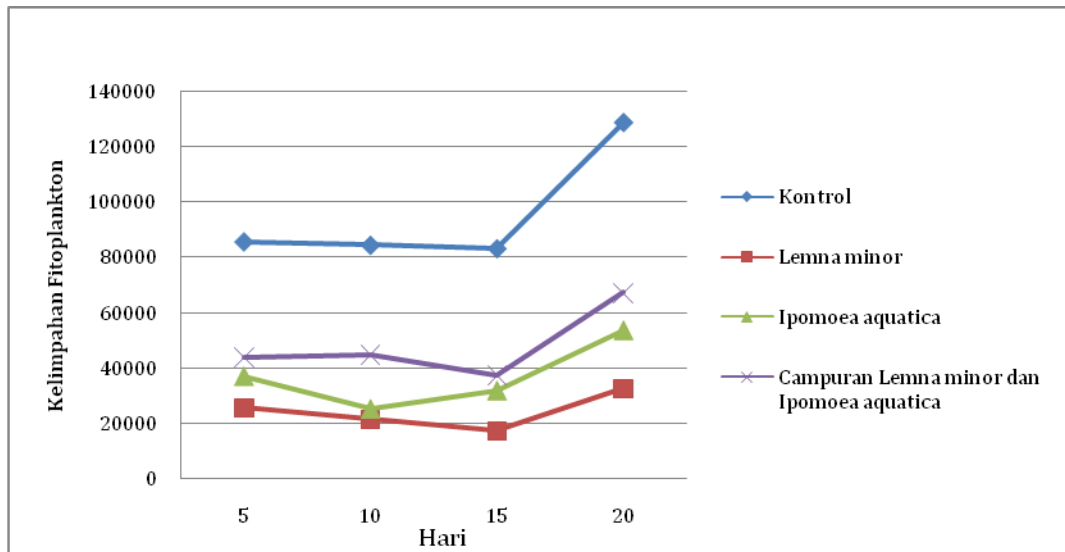
Sumber: PERMENLHK RI No. 59 tahun 2016.

I.aquatica dapat menurunkan kandungan COD, BOD dalam waktu 72 jam pada limbah tekstil (Rane *et al.*, 2016). *I.aquatica* juga mampu mengurangi berbagai polutan organik dan logam yang sangat beracun (Loan, *et al.* 2014). Akumulasi logam berat Pb pada kangkung air yang tumbuh pada aliran air lindi jarak 50 meter lebih besar dibandingkan nilai Pb dengan jarak 100 meter sebesar 0,182 mg/L dan 0,125 mg/L, dengan nilai BAF 1,39 dan 1 yang termasuk tanaman hiperakumulator (Pertwi, 2016). Pada hari ke duapuluh COD mengalami penurunan kembali sama dengan BOD, pada masing-masing reaktor sebesar 59%, 64%, 50%, dan 58%, hal ini dikarenakan pada

hari keduapuluh ada bantuan *Chlorella* sp. dan mikroba yang telah tumbuh pada air lindi (Gambar 2). Terdapat 6 strain isolasi bakteri dapat menurunkan COD sebesar 44% (Ghosh, *et al.* 2004).

5.3 Analisis kelimpahan Fitoplankton

Populasi fitoplankton di lindi TPA Jatibarang ditemukan spesies *Chlorella* sp. analisis dilakukan secara taksonomi menggunakan mikroskop cahaya, dengan sampel diambil pada 4 perlakuan, dengan pengambilan setiap 5 hari sekali selama 20 hari, yaitu *L.minor*, *I.aquatica*, campuran *L.minor* dan *I.aquatica* dan Kontrol tanpa tanaman. Hasil dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Analisis kelimpahan fitoplankton pada setiap perlakuan

Hasil kelimpahan fitoplankton dapat di lihat pada Gambar 2. dengan populasi yang ditemukan hanya kelas Chlorophyceae yaitu *Chlorella* sp. Lindi

mengandung berbagai polutan dan logam berat tinggi sehingga hanya organisme tertentu yang dapat bertahan hidup. *Chlorella pyrenoidosa* memiliki

kinerja yang sangat baik penghilangan Cr, Cu, Pb dan Cd lebih dari 80% pada limbah tekstil (Soeprbowati, *et al.* 2017). Penelitian Huang, (2002) bahwa Pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* semakin meningkat hingga kepadatan sel 81 dan 105 kali lipat, menurunkan NH₄-N, PO₄⁽³⁾-P, COD masing-masing 76,1, 75,8 dan 71,6 % dari 10% air lindi.

Kelimpahan *Chlorella* sp. menunjukkan pada hari pertama hingga hari ke duapuluh mengalami kenaikan. Kelimpahan paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol tanpa tanaman, dimana cahaya matahari dapat langsung masuk ke badan air sehingga *Chlorella* sp. mampu melakukan proses fotosintesis secara maksimal, oleh karena itu *Chlorella* sp. lebih banyak dijumpai pada zona fotik (badan air yang masih dapat ditembus sinar matahari). Kelimpahan *Chlorella* sp. paling rendah pada perlakuan *L.minor* dimana cahaya matahari sulit menembus badan air karena tertutup rapat oleh daun *L.minor*. Hasil fotosintesis oleh *Chlorella* sp. dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh organisme pada tingkatan trofik selanjutnya untuk metabolisme CO₂ menjadi senyawa anorganik CH₂O dengan proses fotosintetik dimana oksigen juga dihasilkan sebagai hasil samping.

Chlorella sp sebelum perlakuan di lakukan analisis kelimpahan di air lindi dimana kelimpahan *Chlorella* sp rata-rata 17.449 sel L dan setelah perlakuan Fase-lag diamati terjadi pada hari pertama sampai hari kelimabelas hal ini karena jumlah waktu yang diperlukan *Chlorella* sp untuk adaptasi terhadap air lindi dengan polutan yang tinggi. Air lindi yang digunakan masih 100% sehingga perlu waktu *Chlorella* sp dalam beradaptasi. Mikroalga mampu tumbuh dalam larutan yang mengandung hingga 30% lindi TPA yang di tambahkan limbah kota dengan menghasilkan konsentrasi biomassa 2,8 g/L (Nair & Nagendra, 2018).

Pertumbuhan *Chlorella* sp maksimum diamati pada hari ke duapuluh dalam hal ini menunjukkan kondisi optimal untuk fikoremediasi. Kultur mikroalga di TPA laogang, shanghai cina dapat menurunkan 90% total nitrogen dari 10% lindi (Zhao *et al.*, 2014). Penurunan BOD, COD dan TSS paling tinggi hari ke duapuluh dengan penurunan masing-masing 84%, 84% dan 88% terjadi pada perlakuan *L.minor* (lihat pada Tabel 2) hal tersebut sesuai penelitian Valderrama, *et al.* (2002) *C. vulgaris* digabungkan *L.minuscula* tumbuh dari 5105 menjadi 2106 sel L pada limbah industry dengan pengurangan ammonium 71,6%, Fosfor 28% dan COD 61% yang menunjukkan kelayakan penggabungan mikroalga dan macrophytes dalam bioremediasi. Diikuti perlakuan kontrol tanpa tanaman pada hari kelima dengan penurunan BOD, COD dan TSS masing-masing 55%, 55% dan 60%. Hal ini disebabkan pada awal pengamatan tumbuhan akar *L.minor* dan *I.aquatica* telah tumbuh dan menyebar secara baik karena telah dilakukan aklimatisasi walaupun *Chlorella* sp pada fase-lag. Tumbuhan dapat bertahan dan tumbuh dengan baik ketika dipindahkan setelah melalui proses

aklimatisasi (Hazarika, 2003). Konsetrasi BOD, COD dan TSS pada hari terakhir masih menunjukkan diatas baku mutu karena menggunakan lindi 100%, sehingga hasil fotosintesis oleh Fitoplakton berupa oksigen kurang begitu maksimal dimana jumlah oksigen (BOD, COD) lebih tinggi, dibandingkan jumlah oksigen hasil fotosintesis yang dihasilkan oleh fitoplankton.

6. Kesimpulan

Remediasi kualitas air lindi dengan konsentrasi 100% kurang efektif dalam penurunan bahan organik-anorganik sehingga harus diencerkan terlebih dahulu, terdapat fitoplankton yang mampu hidup di lindi yaitu *Chlorella* sp yang dapat di jadikan fikoremediasi kualitas air lindi. Kelimpahan *Chlorella* sp paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol tanpa tanaman, dimana cahaya matahari dapat langsung masuk ke badan air sehingga *Chlorella* sp. mampu melakukan proses fotosintesis secara maksimal sedangkan kelimpahan *Chlorella* sp. paling rendah pada perlakuan *L.minor* dimana cahaya matahari sulit menembus badan air karena tertutup rapat oleh daun *L.minor*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA), A. W. W. A., & Federation, W. P. C. (2005). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21st Ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Christianty, D. A., Zaman, B., & Purwono, P. (2017). Utilization Of Seeds Durian (*Durio Zibethinus* Murr) Powder AS Biopolymer Additional Materials Of Coagulant Alum To Improve The Total Solids Removal Suspended (Tss) And Cod Using Leachate Coagulation-flocculation (Studi Kasus: Tpa Jatibarang, Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1-10.
- El-fadel, M., Bou-zeid, E., Chahine, W., & Alayli, B. (2002). Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content. *Waste Management*, 22(3), 269-282.
- Endro, S., & Sri, S. (2010). PENGARUH TANAMAN RUMPUT BEBEK (*Lemna minor*) TERHADAP PENURUNAN BOD DAN COD LIMBAH CAIR DOMESTIK. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 7(1), 42-47.
- Ghosh, M., Verma, S. C., Mengoni, A., & Tripathi, A. K. (2004). Enrichment and identification of bacteria capable of reducing chemical oxygen demand of anaerobically treated molasses spent wash. *Journal of Applied Microbiology*, 96(6), 1278-1286.
- Hazarika, B. N. (2003). Acclimatization of tissue-cultured plants. *Current Science*, 85(12), 1704-1712.
- Huang, L., Lin, L., Chen, Y., Lan, C., & Qu, L. (2002). Molecular identification of algae and their use in landfill leachate purification. *Acta Ecologica Sinica*, 22(2), 253-258.
- Kjeldsen, P., Barlaz, M. A., Rooker, A. P., Baun, A., Ledin, A., Christensen, T. H., ... Christensen, T. H. (2012). Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32(4), 297-336. <https://doi.org/10.1080/10643380290813462>
- Kulikowska, D., & Klimiuk, E. (2008). The effect of landfill

- age on municipal leachate composition. *Bioresource Technology*, 99(13), 5981–5985.
- Loan, N. T., Phuong, N. M., & Anh, N. T. N. (2014). The role of aquatic plants and microorganisms in domestic wastewater treatment. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(8), 2031–2038.
- Mackenzie, S. M., Waite, S., Metcalfe, D. J., & Joyce, C. B. (2003). Landfill leachate ecotoxicity experiments using *Lemna minor*. *Water, Air and Soil Pollution: Focus*, 3(3), 171–179.
- McCutcheon S. C., J. S. E. (2008). Phytoremediation. *Ecological Engineering*, 2751–2766.
- Nair, A. T., & Nagendra, S. S. (2018). *Chlorella Pyrenoidosa* Mediated Phycoremediation of Landfill Leachate. In *IMPACT OF GLOBAL ATMOSPHERIC CHANGES ON NATURAL RESOURCES*. (pp. 65–68).
- Peer, W. A., Baxter, I. R., Richards, E. L., Freeman, J. L., & Murphy, A. S. (2005). Phytoremediation and hyperaccumulator plants. In *Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification*, 299–340.
- Peng, Y. (2017). Perspectives on technology for landfill leachate treatment. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S2567–S2574.
- Pertiwi, P. C. (2016). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatica*) Yang Tumbuh Di Tpa Sampah Batu Layang Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN*, 1(1).
- Priadie, B. (2012). TEKNIK BIOREMEDIASI SEBAGAI ALTERNATIF DALAM UPAYA. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 38–48.
- Rane, N. R., Patil, S. M., Chandanshive, V. V., Kadam, S. K., Khandare, R. V., Jadhav, J. P., & Govindwar, S. P. (2016). *Ipomoea hederifolia* rooted soil bed and *Ipomoea aquatica* rhizofiltration coupled phytoreactors for efficient treatment of textile wastewater. *Water Research*, 96, 1–11.
- Rao, P. H., Kumar, R. R., Raghavan, B. G., Subramanian, V. V., & Sivasubramanian, V. (2011). Application of phycoremediation technology in the treatment of wastewater from a leather-processing chemical manufacturing facility. *Water SA*, 37(1), 7–14.
- Rezagama, A., Hadiwidodo, M., Purwono, P., Ramadhani, N. F., & Yustika, M. (2016). Penyisihan Limbah Organik Air Lindi TPA Jatibarang Menggunakan Koagulasi-Flokulasi Kimia. *Jurnal Teknik*, 37(2), 78–83.
- Salem, Z., Hamouri, K., Djemaa, R., & Allia, K. (2008). Evaluation of landfill leachate pollution and treatment. *Desalination*, 220(1–3), 108–114.
- Silaban, D. S., Sulistyani, S., & Rahardjo, M. (2017). Efektivitas Variasi Dosis Ferri Klorida (FeCl₃) Sebagai Koagulan Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada Air Lindi Tpa Jatibarang Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 5(1), 438–443.
- Sites, [PERMENLHK]. Concerning Leachate Quality Standards for Businesses and/or Activities of Waste Final Processing. Republic of Indonesia Minister of Environment and Forestry Regulation Number P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 (2016).
- Soeprobawati, T. R., & Hariyati, R. (2013). Bioaccumulation of Pb, Cd, Cu, and Cr by *Porphyridium cruentum* (SF Gray) Nägeli. *International Journal of Marine Science*, 3.
- Soeprobawati, T. R., & Hariyati, R. (2017). The phycoremediation of textile wastewater discharge by *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick, *Arthrospira platensis* Gomont, and *Chaetoceros*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 10(3), 640–651.
- Valderrama, L. T., Del Campo, C. M., Rodriguez, C. M., De-Bashan, L. E., & Bashan, Y. (2002). Treatment of recalcitrant wastewater from ethanol and citric acid production using the microalga *Chlorella vulgaris* and the macrophyte *Lemna minuscula*. *Water Research*, 36(17), 4185–4192.
- Wang, K. S., Huang, L. C., Lee, H. S., Chen, P. Y., & Chang, S. H. (2008). Phytoextraction of cadmium by *Ipomoea aquatica* (water spinach) in hydroponic solution: effects of cadmium speciation. *Chemosphere*, 72(4), 666–672.
- YEŞİM KARA, DAVUT BAŞARAN, İZZET KARA, A. Z. A. H. G. (2003). Bioaccumulation of Nickel by Aquatic Macrophyte *Lemna minor* (Duckweed). *International Journal of Agriculture & Biology*, 5(3), 281–283.
- Zhao, X., Zhou, Y., Huang, S., Qiu, D., Schideman, L., Chai, X., & Zhao, Y. (2014). Characterization of microalgae-bacteria consortium cultured in landfill leachate for carbon fixation and lipid production. *Bioresource Technology*, 156, 322–328.